



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμες Γης και Περιβάλλον
Ειδίκευση Εφαρμοσμένη Γεωλογία - Γεωφυσική**

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης

**Η ηφαιστειακή δραστηριότητα κατά την περίοδο Απριλίου-Μαΐου 2018
(Κίλαουέα, Χαβάη)**

**Επεξεργασία τοπικών σεισμολογικών δεδομένων κατά την κρίσιμη περίοδο και
εκτίμηση του συντελεστή απόσβεσης**

**Ιωάννης – Ραφαήλ Σωτηριάδης
ΑΜ:219008**

Επιβλέπων

Καθηγητής Παναγιώτης Παπαδημητρίου

Αθήνα 2021

Εξεταστική Επιτροπή

Καθηγητής Παναγιώτης Παπαδημητρίου (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Αναπληρωτής Καθηγητής Ιωάννης Κασσάρας (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Αναπληρωτής Καθηγητής Γεώργιος Καβύρης (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Προσβολή πνευματικής ιδιοκτησίας θεωρείται η ολική ή η μερική αναπαραγωγή του έργου άλλου προσώπου ή η παρουσίαση του έργου κάποιου άλλου ως προσωπικού του γράφοντος. Το Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος λαμβάνει πολύ σοβαρά υπόψη και καταδικάζει την προσφυγή σε τέτοιου είδους πρακτικές από τους Μεταπτυχιακούς Φοιτητές. Σε περιπτώσεις πρόδηλης ή εκ προθέσεως προσβολής πνευματικής ιδιοκτησίας, τα αρμόδια όργανα του Τμήματος δύνανται να επιβάλουν ως κύρωση έως και την οριστική διαγραφή από το ΠΜΣ. Κατά την εκπόνηση Διπλωματικής Εργασίας Ειδίκευσης οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές οφείλουν να τηρούν τις ακόλουθες κατευθυντήριες οδηγίες:

1. Η Διπλωματική Εργασία Ειδίκευσης πρέπει να αποτελεί έργο του υποβάλλοντος αυτήν φοιτητή.
2. Η αντιγραφή ή η παράφραση έργου τρίτου προσώπου αποτελεί προσβολή πνευματικής ιδιοκτησίας και συνιστά σοβαρό αδίκημα. Στο αδίκημα αυτό περιλαμβάνεται τόσο η προσβολή πνευματικής ιδιοκτησίας άλλου φοιτητή όσο και η αντιγραφή από δημοσιευμένες πηγές, όπως βιβλία, εισηγήσεις ή επιστημονικά άρθρα. Το υλικό που συνιστά αντικείμενο λογοκλοπής μπορεί να προέρχεται από οποιαδήποτε πηγή. Η αντιγραφή ή χρήση υλικού προερχόμενου από το διαδίκτυο ή από ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια είναι εξίσου σοβαρή με τη χρήση υλικού προερχόμενου από τυπωμένη πηγή ή βάση δεδομένων.
3. Η χρήση αποσπασμάτων από το έργο τρίτων είναι αποδεκτή εφόσον, αναφέρεται η πηγή του σχετικού αποσπάσματος. Σε περίπτωση αυτολεξί μεταφοράς αποσπάσματος από το έργο άλλου, η χρήση εισαγωγικών ή σχετικής υποσημείωσης είναι απαραίτητη, ούτως ώστε η πηγή του αποσπάσματος να αναγνωρίζεται.
4. Η παράφραση κειμένου, αποτελεί προσβολή πνευματικής ιδιοκτησίας.
5. Οι πηγές των αποσπασμάτων που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να καταγράφονται πλήρως σε πίνακα βιβλιογραφίας στο τέλος της εργασίας.
6. Η προσβολή πνευματικής ιδιοκτησίας επισύρει την επιβολή κυρώσεων. Κατά την απόφαση επί των ενδεδειγμένων κυρώσεων, τα αρμόδια όργανα του Τμήματος θα λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως το εύρος και το μέγεθος του τμήματος της εργασίας που οφείλεται σε προσβολή πνευματικής ιδιοκτησίας. Οι κυρώσεις θα επιβάλλονται σύμφωνα με το Άρθρο 7 Παράγραφος 7 του Κανονισμού Σπουδών.

Βεβαιώνω ότι η Διπλωματική Εργασία Ειδίκευσης, την οποία υποβάλλω, δεν περιλαμβάνει στοιχεία προσβολής πνευματικής ιδιοκτησίας, όπως αυτά προσδιορίζονται από την παραπάνω δήλωση, τους όρους της οποίας διάβασα και αποδέχομαι.

Παρέχω τη συναίνεσή μου, ώστε ένα ηλεκτρονικό αντίγραφο της διπλωματικής εργασίας μου να υποβληθεί σε ηλεκτρονικό έλεγχο για τον εντοπισμό τυχόν στοιχείων προσβολής πνευματικής ιδιοκτησίας.

Ημερομηνία

30/8/21

Υπογραφή Υποψηφίου



Ευχαριστίες

Αυτή η διπλωματική αποτελεί το τέλος της πορείας μου ως μεταπτυχιακός φοιτητής του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε αυτή τη παράγραφο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους ήταν δίπλα μου σε αυτή τη διαδρομή. Πρωτίστως οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή μου κύριο Παναγιώτη Παπαδημητρίου, που όλα αυτά τα χρόνια με δίδαξε, με καθοδήγησε και μου παρείχε όλη τη στήριξη που χρειαζόμουν σε αυτά τα πρώτα μου βήματα. Ευχαριστώ πολύ τους Ιωάννη Κασσάρα (αναπληρωτή καθηγητή) και Γεώργιο Καβύρη (αναπληρωτή καθηγητή) για τις γνώσεις και την εμπειρία που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ευχαριστώ πολύ τον μεταδιδακτορικό ερευνητή Ανδρέα Ν. Καρακωνσταντή για όλη τη βοήθεια και στήριξη του. Επίσης την ευγνωμοσύνη μου έχουν η αναπληρώτρια καθηγήτρια Βασιλική Κουσκουνά, ο καθηγητής Φίλιππος Βαλλιανάτος, ο καθηγητής Ανδρέας Τζάνης, η καθηγήτρια Μαρία Σταυροπούλου και ο αναπληρωτής καθηγητής Ιωάννης Αλεξόπουλος για όλα όσα με δίδαξαν κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος. Τις ευχαριστίες μου επίσης έχει ο υποψήφιος διδάκτορας Ιωάννης Σπίγγος. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζει στην οικογένεια μου για όλη την υλική και ψυχολογική υποστήριξη που μου προσέφερε αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	1
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	2
Κεφάλαιο 2: Ηφαιστείο Kilauea	6
2.1 Δομή	7
2.2 Στρωματογραφία	9
2.3 Τύποι Ηφαιστειακής Δραστηριότητας	11
2.4 Χρονολογική Σειρά Ηφαιστειακής Δραστηριότητας του Kilauea	13
2.5 Σεισμική Δραστηριότητα Χαβάης	18
Κεφάλαιο 3: Βασικές Θεωρητικές Έννοιες	20
3.1 Απόσβεση και Διασπορά	20
3.2 Κύματα S-Coda	31
3.3 Διασπορά	34
3.4 Μετρήσεις Απόσβεσης των Κυμάτων Coda	36
Κεφάλαιο 4: Ανάλυση Σεισμικής Δραστηριότητας	43
4.1 Πρόγραμμα Location	43
4.2 Προσδιορισμός Εστιακών Παραμέτρων Σεισμικών Συμβάντων	45
4.3 Χωρική και Χρονική Κατανομή Σεισμικών Συμβάντων	49
Κεφάλαιο 5: Εκτίμηση συντελεστή Q	55
5.1 Πρόγραμμα SEISAN	55
5.2 Επιλογή Δεδομένων	68
5.3 Εκτίμηση Q	70
5.4 Χωρική Κατανομή Συντελεστή Q	73
Κεφάλαιο 6: Διαχείριση Κρίσης Λόγω της Ηφαιστειακής Δραστηριότητας του Kilauea το 2018 ...	84
6.1 Γεγονότα Ηφαιστειακής Δραστηριότητας 2018	85
6.2 Απόκριση της Υπηρεσίας USGS Κατά την Ηφαιστειακή Δραστηριότητα του Kilauea το 2018	87
6.3 Σύνοψη Επιτευγμάτων Διαχείρισης της Κρίσης του 2018	93
6.4 Προβλήματα Διαχείρισης της Κρίσης	96
6.5 Προτάσεις Επίλυσης Προβλημάτων και Βελτίωσης της Διαχείρισης	98
6.6 Συμβολή Συντελεστή Q στην Διαχείριση της Ηφαιστειακής Κρίσης	101
6.7 Διαχείριση Ηφαιστειακής Κρίσης στον Ελλαδικό Χώρο	102
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα	103
Βιβλιογραφία	108
Παράρτημα Α	113
Παράρτημα Β	125
Παράρτημα Γ	140

Περίληψη

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα στο Kilauea της Χαβάης το 2018 αποτέλεσε ένα παράδειγμα βίαιης έκρηξης με κυρίαρχα χαρακτηριστικά την κατάρρευση της καλδέρας του Halema'uma'u και μία σειρά γραμμικών εκρήξεων στην Κατώτερη Ζώνη της Ανατολικής Τάφρου (LERZ). Η πολυπαραμετρική παρακολούθηση του ηφαιστείου προσέφερε μία πλειάδα παρατηρήσεων που μπορούν να συσχετιστούν με την πορεία της σεισμικής δραστηριότητας ώστε να γίνει ασφαλέστερη εξαγωγή συμπερασμάτων για την πορεία του παροξυσμικού επεισοδίου. Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σεισμικών κυματομορφών από το τοπικό δίκτυο του Ηφαιστειακού Παρατηρητηρίου της Χαβάης (HVO), οι οποίες είναι ανοιχτά προσβάσιμες από τον κόμβο του διεθνούς φορέα παροχής σεισμολογικών δεδομένων IRIS. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τον λεπτομερή προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων των συμβάντων της περιόδου Απριλίου - Μαΐου 2018. Για την ανάλυση των σεισμικών σημάτων χρησιμοποιήθηκε αλγόριθμος απεικόνισης κυματομορφών σε γραφικό περιβάλλον MatLab, με την ταυτόχρονη εκτέλεση του αλγορίθμου μεμονωμένων γεγονότων Hypoinverse (Klein, 2002). Ο επιμερισμός των χειρακτικά προσδιορισμένων υποκέντρων σε χρονικές περιόδους, σε συνδυασμό με τις μελέτες της εδαφικής παραμόρφωσης από το USGS παρείχε σημαντικές ενδείξεις της μετανάστευσης του μάγματος προς την περιοχή Leilani Estates, στην οποία έλαβαν χώρα οι γραμμικές εκρήξεις τον Μάιο του 2018 (Neal et al., 2019). Ένας από τους βασικούς στόχους της διπλωματικής ήταν η εκτίμηση του συντελεστή απόσβεσης σεισμικών κυμάτων Q_c και η διερεύνηση της χωρικής κατανομής του. Η εκτίμηση αυτή έγινε με τη Μέθοδο Απόσβεσης των ουραίων κυμάτων (Coda Waves Decay Method) που στηρίζεται στο τροποποιημένο μοντέλο οπισθοσκέδασης των Aki και Chouet και οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού SEISAN (Ottemöller et al., 2016) καθώς και με λογισμικό που αναπτύχθηκε στο εργαστήριο σεισμολογίας. Στον επίλογο της παρούσης διατριβής, γίνεται αναφορά στη διαχείριση αυτής της ηφαιστειακής κρίσης από την Πολιτική Προστασία της Χαβάης και την υπηρεσία USGS. Τέλος παρατίθενται συνοπτικά προτεινόμενες μελλοντικές αναπροσαρμογές αυτού του σχεδίου αντιμετώπισης Ηφαιστειακών κρίσεων, οι οποίες δημοσιεύτηκαν κατά την πάροδο των δύο τελευταίων ετών (2019-2021).

Abstract

Volcanic activity in Kilauea, Hawaii in 2018 was an example of a violent eruption with the predominant features of the collapse of the Halema'uma'u caldera and a series of linear eruptions in the Lower East Rift Zone (LERZ). The multidimensional monitoring of the volcano provided a number of observations that can be related to the course of seismic activity in order to draw safer conclusions about the course of the paroxysmal episode. The present dissertation used seismic waveform data from the Hawaii Volcanic Observatory (HVO) local area network, which is openly accessible from the International Seismic Data Provider node (IRIS). These data were used to detail the focal parameters of the events of the period April - May 2018. For the analysis of seismic signals, a waveform algorithm was used in a MatLab graphical environment, with the simultaneous execution of the 2002 Hypoinverse individual event algorithm (Klein, 2002). The division of the manually determined hypocenters into time periods, in combination with the ground deformation studies by the USGS, provided significant evidence of magma migration to the Leilani Estates area, where linear eruptions occurred in May 2018 (Neal et al., 2019). One of the main objectives of this dissertation was to estimate the factor of attenuation Q_c and to investigate its spatial distribution. This estimate was made using the Coda Waves Decay Method based on the modified Aki and Chouet backscattering model and the calculations were performed using SEISAN software (Ottemöller et al., 2016) as well

as software that was developed in the laboratory of seismology. In the conclusion of this dissertation, reference is made to the response to this volcanic eruption by the Hawaii Civil Protection and the USGS. Finally, future updates of this Volcanic Crisis Response Plan are proposed briefly, which were published over the last two years (2019-2021).

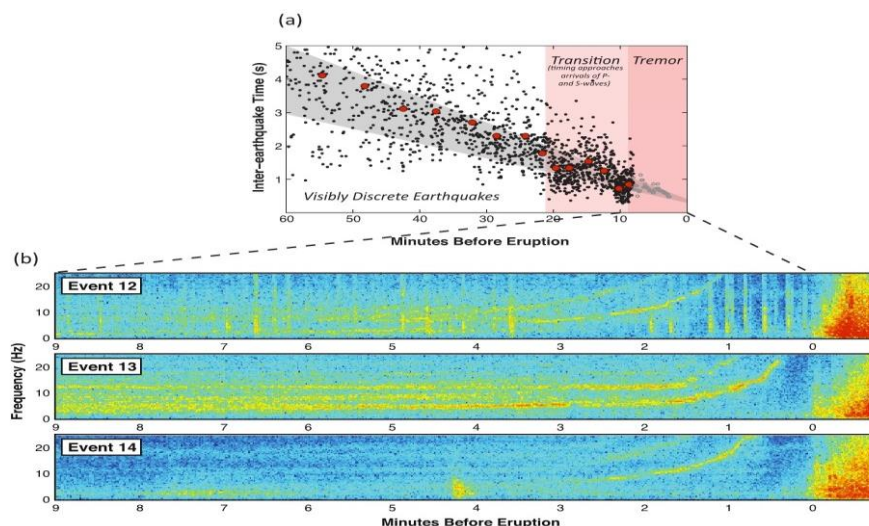
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η παρακολούθηση ηφαιστείων είναι κρίσιμη για τη πρόγνωση ηφαιστειακών εκρήξεων και την μείωση των επιπτώσεων του κινδύνου. Ορισμένες παράμετροι, όπως η μάζα, η έκταση και η τροχιά ενός ηφαιστειακού νέφους τέφρας, μετρώνται αποτελεσματικότερα από δορυφόρους. Άλλες παράμετροι, ιδίως σεισμοί μικρού μεγέθους και εκπομπές ηφαιστειακών αερίων που μπορεί να σηματοδοτούν επικείμενη έκρηξη, απαιτούν επίγεια παρακολούθηση πάνω ή κοντά στο ηφαιστειακό οικοδόμημα.

Η επίγεια παρακολούθηση παρέχει δεδομένα σχετικά με τη θέση και την κίνηση του μάγματος. Για να καταγραφούν επαρκώς οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα ηφαίστειο, είναι απαραίτητο να αποκτηθούν μακροπρόθεσμες και συνεχείς καταγραφές δεδομένων, με περιόδους που εκτείνονται τόσο κατά την ηφαιστειακή ηρεμία όσο και σε περιόδους δραστηριότητας. Η δειγματοληψία δεδομένων υψηλής συχνότητας και η αποτελεσματική αναμετάδοση πληροφοριών σχεδόν σε πραγματικό χρόνο είναι σημαντικές, ειδικά όταν οι διεργασίες εντός του μαγματικού - υδροθερμικού συστήματος μεταβάλλονται γρήγορα. Πολλές επίγειες εργασίες πεδίου είναι χρονοβόρες και μπορεί να είναι επικίνδυνες όταν τα ηφαίστεια είναι ενεργά. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα συστήματα τηλεμετρίας επιτρέπουν την ασφαλή και συνεχή συλλογή δεδομένων, αν και οι συνθήκες μπορεί να είναι σκληρές και η διάρκεια ζωής των οργάνων μπορεί να είναι περιορισμένη σε αυτές τις συνθήκες. Η επίγεια παρακολούθηση του ηφαιστείου εμπίπτει σε τέσσερις ευρείες κατηγορίες: σεισμική, παραμόρφωσης, εκπομπής αερίων και θερμική παρακολούθηση. Τα εργαλεία σεισμικής παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένων των σεισμόμετρων και των αισθητήρων ακουστικών κυμάτων, χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση δονήσεων που προκαλούνται από θραύση των πετρωμάτων και τη μετατόπιση ρευστών αλλά και για την αξιολόγηση της εξέλιξης της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Τα εργαλεία παρακολούθησης παραμόρφωσης, όπως τα παραμορφωσιόμετρα borehole, το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης (GNSS), η τεχνική lidar, τα radar και τα βαρυτόμετρα χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της κίνησης του μάγματος και άλλων ρευστών στην υποεπιφάνεια. Μερικά από αυτά τα εργαλεία, όπως το GNSS χρησιμοποιούνται επίσης για την ανίχνευση εκρηξιγενών προϊόντων, όπως τα νέφη τέφρας και ηφαιστειακές βόμβες. Τα εργαλεία παρακολούθησης της εκπομπής αερίων, συμπεριλαμβανομένης μιας σειράς αισθητήρων και η άμεση δειγματοληψία αερίων και ρευστών χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των μαγματικών διεισδύσεων και των αλλαγών στις αλληλεπιδράσεις μάγματος και υδροθερμικών συστημάτων. Εργαλεία θερμικής παρακολούθησης, όπως κάμερες υπέρυθρης ακτινοβολίας, χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ανάπτυξης θόλου και απελευθέρωση λάβας. Οι συνεχείς παρατηρήσεις από φωτογραφίες και καταγραφές βίντεο χρησιμοποιούνται επίσης και, παρά την απλότητά τους, τεκμηριώνουν άμεσα την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Λιγότερο χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες παρακολούθησης, όπως φυσικού δυναμικού, ηλεκτρομαγνητικές τεχνικές και ανίχνευση κεραυνών χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό της κίνησης των ρευστών και για την ανίχνευση των νεφών τέφρας. Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για τη συλλογή δεδομένων. Η ταχεία συλλογή και ανάλυση δειγμάτων γίνεται επίσης πιο κοινή ως εργαλείο παρακολούθησης στα παρατηρητήρια ηφαιστείων. Τα δεδομένα γεωφυσικής και γεωχημικής παρακολούθησης χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μεταβολών και την ενεργοποίηση βραχυπρόθεσμων πιθανολογικών προβλέψεων με βάση την αναγνώριση μοτίβων στις χρονοσειρές παρακολούθησης. Πριν από τις σχετικά συχνές εκρήξεις του

ηφαιστείου Kilauea στη Χαβάη για παράδειγμα έχουν παρατηρηθεί πρόδρομα φαινόμενα σεισμικά και παραμόρφωσης. Ωστόσο, πολλά άλλα ηφαίστεια, ιδιαίτερα εκείνα που εκρήγνυνται βίαια, έχουν περιορισμένες ή καθόλου ιστορικές παρατηρήσεις έκρηξης και λίγες ποσοτικές μετρήσεις. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι παρατηρήσεις από παρόμοια ηφαίστεια χρησιμοποιούνται για την ενημέρωση της πιθανολογικής εκτίμησης (π.χ. Ogburn et al., 2016). Λόγω της έλλειψης δεδομένων παρακολούθησης και των περιορισμών των μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη των εκρήξεων, οι οργανισμοί παρακολούθησης ηφαιστειών εκδίδουν συνήθως ποιοτικές προειδοποιήσεις. Το USGS παρέχει τέσσερα επίπεδα προειδοποίησης: το κανονικό, το συμβουλευτικό (σημάδια επερχόμενης δραστηριότητας), παρακολούθησης (κλιμακούμενη δραστηριότητας) και προειδοποίησης (επικίνδυνη έκρηξη σε εξέλιξη). Κάθε ενεργό ή δυνητικά ενεργό ηφαίστειο στις Ηνωμένες Πολιτείες έχει μια τιμή σε αυτήν την κλίμακα. Τέτοια επίπεδα συναγερμού μπορούν να αποτελέσουν σημείο εκκίνησης για τις πολιτειακές αρχές να ενεργοποιήσουν σχέδια για την προειδοποίηση, την εκκένωση και τον τερματισμό των κρίσιμων υποδομών, σε χρονικές κλίμακες ωρών έως μηνών (Aspinall et al., 2003; Punongbayan et al., 1996; Voight, 1988).

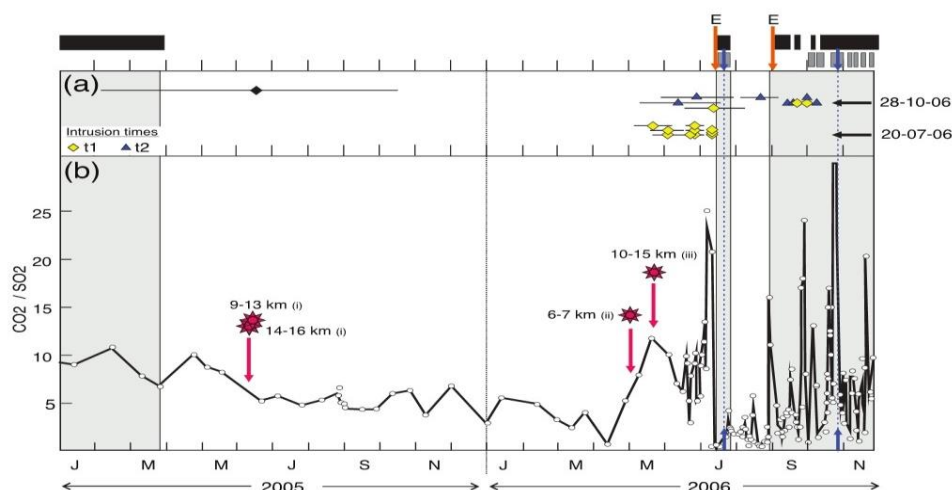
Αντίθετα οι τεχνολογικές εξελίξεις και η επέκταση των υποδομών παρακολούθησης σε ορισμένα ηφαίστεια τις τελευταίες δεκαετίες επιτρέπουν τη γρήγορη ανίχνευση και ερμηνεία σημάτων που σχετίζονται με επερχόμενη δραστηριότητα σε χρονικά διαστήματα ημερών έως μηνών πριν από την έκρηξη (π.χ. Ewert et al., 2005). Ολοκληρωμένες μελέτες που συνδυάζουν δεδομένα εκπομπών αερίων, δεδομένα παραμόρφωσης εδάφους, σεισμικά σήματα και νέες πετρολογικές τεχνικές παρέχουν στοιχεία κίνησης του μάγματος μήνες έως εβδομάδες πριν από κάποια επεισόδια έκρηξης (Kahl et al., 2013; Σχήματα 1.2, 1.3). Νέες αναλυτικές τεχνικές που εφαρμόζονται σε συνεχή σεισμικά σήματα έχουν καταστήσει δυνατή την ανίχνευση μικρών μεταβολών στην ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων (Σχήμα 1.3), που ερμηνεύονται ως πίεση του μάγματος και άνοδος του στον μεσαίο έως ρηχό φλοιό (Brennguier et al., 2008; Obermann et al., 2013) πριν από την έκρηξη, και για την παρακολούθηση της διεύρυνσης φλεβών στο ρηχό φλοιό χωρίς τη δυσκολία εντοπισμού μεμονωμένων σεισμών κατά τη διάρκεια έντονης δραστηριότητας (Taisne et al., 2011). Άλλες ενδείξεις ότι το μάγμα εισέρχεται στο ρηχό φλοιό είναι οι φρεατικές εκρήξεις, τα σμήνη ρηχών σεισμών, οι σεισμοί χαμηλής συχνότητας, οι ηφαιστειακές μικροδονήσεις (Chouet and Matoza, 2013) οι μεταβολές στην ροή, τη χημεία και τη θερμοκρασία των ρευστών (White and McCausland, 2016), η παραμόρφωση μικρού μήκους κύματος και οι αναλογίες των αερίων $\text{SO}_2 / \text{CO}_2$ που αποκλίνουν σημαντικά από τις συνηθισμένες τιμές που καταγράφονται κατά τη διάρκεια



Σχήμα 1.1 Οι μεταβολές του ρυθμού των σεισμικών συμβάντων και του συχνοτικού περιεχομένου των σεισμικών κυμάτων χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση ηφαιστειακών εκρήξεων (a) Μεταβολές στα μεσοδιαστήματα των σεισμών και στις μικροδονήσεις που προηγήθηκαν της έναρξης της ηφαιστειακής δραστηριότητας του ηφαιστείου Redoubt στην Αλάσκα το 2009. Τα διαστήματα μεταξύ των σεισμών (μαύρες κουκίδες) αναβαθμίζονται σε μικροδονήσεις (γκρι χρώματος) φτάνοντας τελικά στην έκρηξη (b) Φασματογράφημα που απεικονίζει τις μικροδονήσεις που οδηγούν στην έκρηξη. Πρέπει να επισημανθεί η

της ηρεμίας (Σχήμα 1.2). Τέτοιες ενδείξεις πιστεύεται ότι υποδηλώνουν αυξημένη πιθανότητα έκρηξης (π.χ., Moran et al., 2011). Η πρόγνωση εκρήξεων εντός λεπτών ή ωρών πριν συμβούν συχνά βασίζεται σε ταχέως εντεινόμενες ή μεταβαλλόμενες ενδείξεις αναταραχής, όπως η έναρξη ισχυρών σεισμικών μικροδονήσεων, κλίσης εδάφους ή υδρολογικών μεταβολών (Σχήμα 1.1). Για παράδειγμα, οι επαναλαμβανόμενοι σεισμοί που μεταβαίνουν σε ηφαιστειακές μικροδονήσεις, προηγήθηκαν της έκρηξης του ηφαιστείου Redoubt στην Αλάσκα το 2009 και έκτοτε έχουν συνδεθεί με διαρρήξεις σε μια περιοχή υψηλής πίεσης του αγωγού (Dmitrieva et al., 2013). Ομοίως, μια εκθετική αύξηση του αριθμού των σεισμών έχει ερμηνευτεί ως εκθετική αύξηση της πιθανότητας έκρηξης (Endo and Murray, 1991).

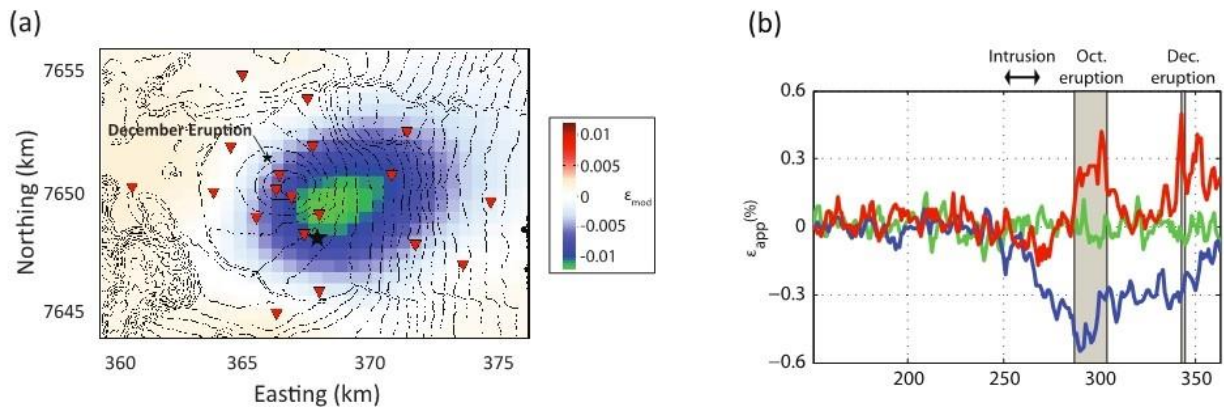
Πολλά επεισόδια αναταραχής δεν καταλήγουν σε έκρηξη και χρειάζονται καλύτερες εκτιμήσεις για το ποσοστό των επεισοδίων αναταραχής που καταλήγουν σε διείσδυση του μάγματος στα ανώτερα στρώματα του φλοιού (Phillipson et al., 2013). Από την άλλη πλευρά, μερικές βίαιες μαγματικές εκρήξεις, όπως η έκρηξη του Calbuco της Χιλής το 2015, προηγούνται από πολύ μικρή σεισμικότητα (Romero et al., 2016). Σχετικά μικρές βίαιες εκρήξεις μπορεί να προκληθούν όταν οι διαδρομές διέλευσης των αερίων σφραγίζονται λόγω ψύξης του μάγματος ή της καθίζησης ορυκτών στο υδροθερμικό σύστημα. Αυτή η διαδικασία στεγανοποίησης μπορεί να εκδηλωθεί με διακυμάνσεις στις εκπομπές αερίων, την κλίση ή τη σεισμικότητα μακράς περιόδου (π.χ. Cruz and Chouet, 1997; Fischer et al., 1994; Johnson et al., 2014; Nishimura et al., 2012; Rodgers et. κ.λπ., 2015; Stix et al., 1993; Voight et al., 1998).



Σχήμα 1.2 Οι λόγοι των χημικών στοιχείων είναι ευαίσθητοι δείκτες της ανόδου μάγματος και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πρόγνωση ηφαιστειακών εκρήξεων. Μια ζώνωση κρυστάλλων που συλλέχθηκε μετά την έκρηξη της Αίτνας αποκάλυψε λεπτομέρειες για τον χρόνο κατά τον οποίο συνέβησαν αρκετές μαγματικές διεισδύσεις. Οι κίτρινοι και μαύροι ρόμβοι καθώς και τα μπλε τρίγωνα απεικονίζουν τους χρόνους έναρξης των διεισδύσεων μεταξύ Απριλίου και Μαΐου του 2006(a). Η μαύρη γραμμή εκπροσωπεί τον λόγο CO_2/SO_2 όπως καταγράφηκε από τις εκλύσεις των αερίων στην επιφάνεια (b) Τα πορτοκαλί βέλη δείχνουν τους χρόνους έναρξης της κύριας έκρηξης και τα μαύρα βέλη δείχνουν την έναρξη των συμβάντων της 20ης Ιουλίου και της 28ης Οκτωβρίου το 2006. (δεδομένα από τους Kahl et al., 2013).

Οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις θεωρούνται γενικά επιτυχείς μόνο όταν οδηγούν εγκαίρως στην εκκένωση εκτεθειμένων περιουσιακών στοιχείων ή πληθυσμών από τη ζώνη κινδύνου (Winson et al., 2014). Η βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και την ποσότητα της επίγειας και διαστημικής υποδομής παρακολούθησης, το μήκος και την πληρότητα των καταγραφών παρακολούθησης και την ικανότητα ερμηνείας αυτών των δεδομένων εγκαίρως

χρησιμοποιώντας κάποιο συνδυασμό εμπειρίας και αριθμητικών και εμπειρικών μοντέλων (Clarke et al., 2013; Peltier et al., 2005). Στην πράξη, η βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη χρησιμοποιώντας εμπειρικά ή στατιστικά μοντέλα χρονοσειρών παρεμποδίζεται από το περιορισμένο μέγεθος δείγματος (για παράδειγμα, ο περιορισμένος αριθμός που παρόμοια δραστηριότητα έχει παρατηρηθεί προηγουμένως ή ο περιορισμένος αριθμός οργάνων που έχουν αναπτυχθεί σε ένα ηφαίστειο). Οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις που βασίζονται σε μοντέλα φυσικής και χημείας, είτε ντετερμινιστικές είτε στοχαστικές, δεν χρησιμοποιούνται ακόμη στην πράξη λόγω της πολυπλοκότητας των μοντέλων.



Σχήμα 1.3 Ο περιβάλλον σεισμικός θόρυβος καθώς και η μεταβολές των τάσεων του φλοιού στην περιοχή μελέτης αποτελούν τεχνικές για τον εντοπισμό μάγματος στην υποεπιφάνεια. (α) Χάρτης που δείχνει τις θέσεις των εκρήξεων και τα επίπεδα αναφοράς μεταξύ των σταθμών στο ηφαίστειο Piton de la Fournaise στο νησί Reunion. (β) Σχετική μεταβολή στην ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων για τα τρία επίπεδα αναφοράς που παρατηρούνται και στην (α). Η γκρι ζώνη αντιπροσωπεύει περίοδο ηφαιστειακής δραστηριότητας (τροποποιημένο σχήμα από τους Obermann et al., 2013).

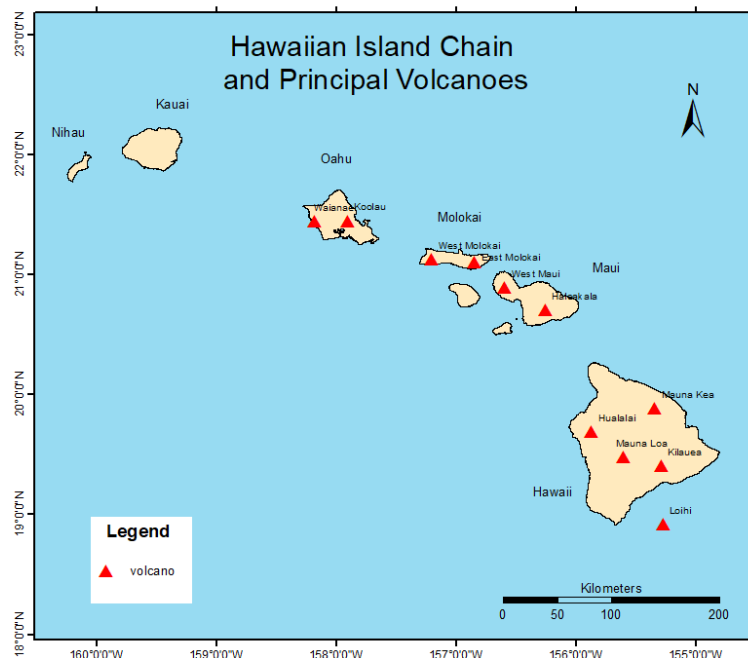
Η έκρηξη του ηφαιστείου Kīlauea του 2018 στη Χαβάη περιλάμβανε τόσο την κατάρρευση της καλδέρας όσο και την έκρηξη στη δυτική ρηξιγενή ζώνη LERZ, ένα περίπλοκο γεγονός που παρατηρήθηκε μόνο λίγες φορές στη σύγχρονη ιστορία. Χάρη στην εξαιρετική προσβασιμότητα και σε ένα πυκνό δίκτυο γεωλογικών, γεωχημικών και γεωφυσικών οργάνων, τα μεγάλα σύνολα δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη δραστηριότητα του 2018 οδηγούν σε νέα επιστημονική κατανόηση, των διεργασιών όπως του τρόπου με τον οποίο αλληλοεπιδρούν τα συστήματα ρηξιγενούς ζώνης καλδέρας. Επιπλέον, η έκρηξη και η αντιμετώπιση της έκτακτης ανάγκης υπογραμμίζουν την αξία των μακροπρόθεσμων παρατηρήσεων στην επιστήμη της ηφαιστειολογίας και στην μείωση του κινδύνου λόγω φυσικών καταστροφών.

Σε αυτή την εργασία πραγματοποιήθηκε η μελέτη της σεισμικότητας στην περιοχή όπου έλαβε χώρα η ηφαιστειακή δραστηριότητα το 2018 με χειρακτική ανάλυση των σεισμών της περιόδου Απριλίου - Μαΐου με ένα πιο σύγχρονο μοντέλο ταχυτήτων (2014). Επίσης οι ηφαιστειοτεκτονικοί σεισμοί με τις καταγραφές υψηλότερης ποιότητας αυτής της περιόδου χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του συντελεστή απόσβεσης Q με σκοπό την παρατήρηση της χρονικής και χωρικής μεταβολής των τιμών του πριν και κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Ο εντοπισμός ταχέως μεταβαλλόμενων ενδείξεων αναταραχής μέσω του προσδιορισμού των εστιακών παραμέτρων των σεισμικών συμβάντων και της εκτίμησης του συντελεστή απόσβεσης αποτελεί κύριο στόχο αυτής της διατριβής. Αυτές οι ενδείξεις σε συνδυασμό με παρατηρήσεις που αφορούν την ηφαιστειακή δραστηριότητα του 2018 αλλά και άλλων αναταραχών, που εμφανίστηκαν πριν από εκρήξεις άλλων ηφαιστείων, θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στη βραχυπρόθεσμη πρόγνωση ηφαιστειακής δραστηριότητας με το προσδιορισμό πιθανών πρόδρομων φαινομένων. Τέλος παρατίθεται μια αναλυτική περιγραφή της αντιμετώπισης της κρίσης με επεξήγηση του ρόλου όλων όσων συμμετείχαν σε αυτή καθώς και ποιες πτυχές αυτής μπορούν να υιοθετηθούν στη διαχείριση ηφαιστειακής κρίσης στον Ελλαδικό χώρο.

Κεφάλαιο 2: Ηφαίστειο Kilauea

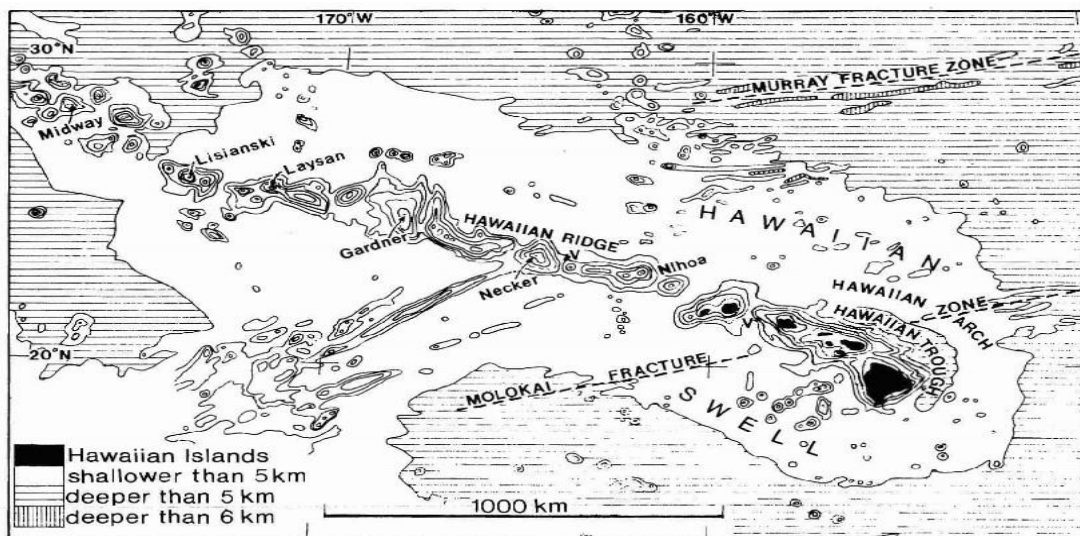
Το Kilauea είναι ένα ενεργό ασπιδωτό ηφαίστειο και το πιο ενεργό από τα πέντε ηφαίστεια που απαρτίζουν το νησί της Χαβάης. Το ηφαίστειο βρίσκεται στο νότιο τμήμα του νησιού και εκτείνεται κατά μήκος της νότιας ακτής του και έχει ηλικία μεταξύ 210.000 και 280.000 ετών ενώ ανέβηκε πάνω από τη στάθμη της θάλασσας πριν από 100.000 έτη (Σχήμα 2.1).

Είναι το δεύτερο νεότερο ηφαίστειο που προήλθε από την θερμή κηλίδα της χαβάης και αποτελεί το κύριο κέντρο ηφαιστειακής δραστηριότητας της χαβανέζικης υποθαλάσσιας οροσειράς. Θερμή κηλίδα είναι η θέση όπου παρατηρείται ενδοπλακική ηφαιστειότητα ή ηφαιστειότητα σε ράχη εξάπλωσης (Burke and Wilson 1976). Η θερμή κηλίδα της Χαβάης ανήκει στη πρώτη κατηγορία και εντοπίζεται κοντά στο μέσο της πλάκας του Ειρηνικού. Θεωρείται ότι μια θερμή κηλίδα αποτελεί την εκδήλωση της ανόδου μανδυακού υλικού. Στη περίπτωση της Χαβάης η θέση και το μέγεθος αυτή της ανόδου υποδεικνύεται από την αντίστοιχη διόγκωση, που είναι μια ευρεία επιμήκης βαθυμετρική μεταβολή πλάτους 1200 km στον άξονα της ράχης της Χαβάης (Σχήμα 2.2). Ο ωκεάνιος πυθμένας λοιπόν είναι 1.2 km ρηχότερος από το αναμενόμενο βάθος του βάσει της ηλικίας του φλοιού (Κρητιδικό). Όπως όλα τα ηφαίστεια της Χαβάης, το Kilauea δημιουργήθηκε καθώς η τεκτονική πλάκα του Ειρηνικού μετακινούνταν πάνω από τη θερμή κηλίδα της Χαβάης, η οποία βρίσκεται στον υποκείμενο μανδύα της Γης. Το Kilauea πιο συγκεκριμένα εντοπίζεται στη νοτιοανατολική πλαγιά του Mauna Loa και είναι τόσο στενά συνδεδεμένο μαζί του που οι κύριες διαστάσεις του δεν μπορούν να υπολογιστούν. Ακολουθώντας τη διαδικασία σχηματισμού των ηφαιστείων της Χαβάης, το Kilauea ξεκίνησε ως ένα υποθαλάσσιο ηφαίστειο, το οποίο σταδιακά αναπτυσσόταν μέσω υποθαλάσσιων εκρήξεων ασβεσταλκαλικής λάβας πριν αναδυθεί πάνω από τη στάθμη της θάλασσας μέσω μιας σειράς βίαιων εκρήξεων πριν από 50.000 με 100.000 έτη. Από τότε η δραστηριότητά του είναι μια ακολουθία από βίαιες εκρήξεις και εκρήξεις διάχυσης λάβας.



Σχήμα 2.1 Η νησιωτική αλυσίδα της Χαβάης και τα κύρια ηφαίστεια τους (δεδομένα από Hawaii Statewide GIS Program).

Κατά τα τελευταία 150 χρόνια, πολλοί γεωλόγοι έχουν παρατηρήσει, περιγράψει και ερμηνεύσει τη δομή και τις συχνές εκρήξεις του Kilauea. Οι Stearns and Macdonald (1946) έδειξαν τις θέσεις των ιστορικών εκρήξεων του Kilauea και πολλές προϊστορικές αποθέσεις αγωγών ως μέρος του γεωλογικού χάρτη του νησιού της Χαβάης. Τα τελευταία χρόνια, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση των προϊστορικών αποθέσεων και των ροών λάβας στο Kilauea. Ο Holcomb (1980, 1987) ετοίμασε φωτογεωλογικούς χάρτες ολόκληρου του Kilauea και συζήτησε τη μακρά ιστορία των εκρήξεών του, βάσει κυρίως των αποκλίσεων που παρατηρήθηκαν σε παλαιομαγνητικές μελέτες. Οι Peterson (1967) και Lockwood και Neal χαρτογράφησαν την κορυφή της καλντέρας, οι Moore and Trusdell (1991) χαρτογράφησαν την νοτιοανατολική ζώνη διάρρηξης (LERZ), και ο Walker (1969) και Neal et al. χαρτογράφησαν τη νοτιοδυτική ζώνη διάρρηξης (SWRZ). Οι Sherrod et al. (2007) ακολουθώντας τους Wolfe and Morris (1989) συνέταξαν τη γεωλογία του Kilauea σε ένα νέο γεωλογικού χάρτη ολόκληρου του νησιού της Χαβάης, ο οποίος αναβαθμίστηκε και μετά την ηφαιστειακή δραστηριότητα του 2018 (Σχήμα 2.3). Οι ραδιοχρονολογήσεις (Rubin et al., 1987) σε άνθρακα που ανακτήθηκαν από κάτω και μέσα σε ροές λάβας και πυροκλαστικά αποθέματα συνέβαλαν ουσιαστικά στην κατανόησή για την ιστορία των εκρήξεων του Kilauea.



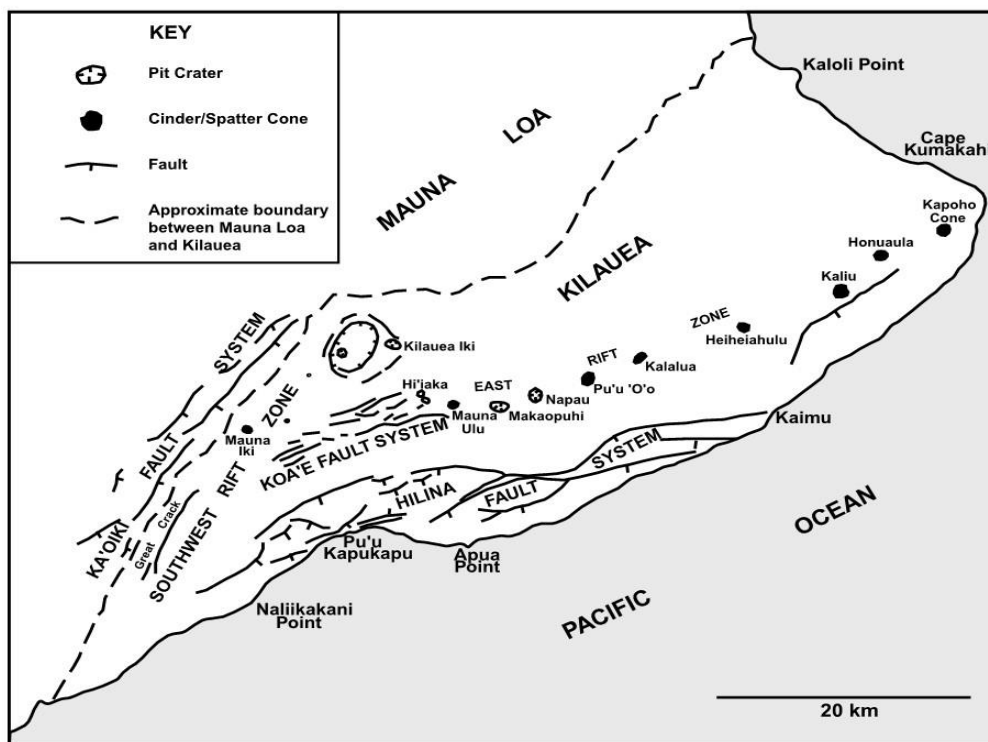
Σχήμα 2.2 Βαθυμετρικός χάρτης της νησιωτικής αλυσίδας της Χαβάης. Οι ισοβαθείς έχουν μεσοδιάστημα 1km (Walker, 1990).

2.1 Δομή

Τα κύρια ρηχά δομικά χαρακτηριστικά του Kilauea είναι η καλντέρα του ηφαιστείου, οι ζώνες διάρρηξης ERZ και SWRZ, το ρηξιγενές σύστημα Koa'e, η νότια πλευρά και η βόρεια πλευρά (Σχήμα 2.3). Το νότιο τμήμα της καλντέρας βρίσκεται πάνω από μαγματικό θάλαμο που βρίσκεται σε βάθος περίπου 2-7 km κάτω από την επιφάνεια (Klein et al., 1987; Delaney et al., 1990). Το μάγμα κινείται μέσω φλεβών (dikes) είτε ανοδικά από αυτόν προς την καλντέρα είτε πλευρικά στις ζώνες SWRZ ή ERZ. Εκρήξεις συμβαίνουν όταν το μάγμα φτάσει στην επιφάνεια. Οι Delaney et al. (1990) πρότειναν ότι, με βάση τις μετρήσεις παραμόρφωσης που δείχνουν την κατανεμημένη εμφύσηση ολόκληρου του οικοδομήματος του Kilauea, η βαθιά δομή του ηφαιστείου μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ενιαίο, μεγάλο σύστημα διάρρηξης που κυριαρχείται από μάγμα. Ρηχές δομές υπερτίθενται στο βαθύτερο σύστημα και ανταποκρίνονται σε διαδικασίες που συμβαίνουν εκεί. Η εσωτερική σύγχρονη καλντέρα είναι η τελευταία από αρκετές που πιθανώς σχηματίστηκαν κατά την τεταρτοταγή περίοδο (Holcomb,

1987). Για παράδειγμα, απομεινάρια των βόρειων και νοτιοανατολικών τοιχωμάτων των παλαιότερων, μεγαλύτερων (Holcomb 1987), με διάμετρο περίπου 6 km που χρονολογούνται περίπου στα 2,1 ka (Lockwood and Rubin, 1986), διατηρούνται τοπικά. Η εσωτερική σύγχρονη καλδέρα έχει μήκος περίπου 3 x 5 km. με τοίχους ύψους 145 m. Σχηματίστηκε γύρω στο 1790 μ.Χ. (Holcomb, 1987) ως συνέπεια της μαζικής απόσυρσης του μάγματος από το θάλαμο που βρίσκεται κάτω από τη κορυφή. Πολλές εκρήξεις έχουν συμβεί στην καλδέρα κατά τους ιστορικούς χρόνους. Η δραστηριότητα ήταν σχεδόν συνεχής για περισσότερο από έναν αιώνα, που έληξε το 1924 (Holcomb, 1987). Το υποθαλάσσιο τμήμα της ζώνης ERZ έχει πλάτος 3-6 km και μήκος 55 km. Το υποθαλάσσιο τμήμα (Puna Ridge) εκτείνεται για άλλα 80 km (Fornari, 1987). Το ανώτερο τμήμα της ERZ (UERZ) εκτείνεται από τον κρατήρα Puhimau έως το Mauna Ulu, η MERZ από το Mauna Ulu έως το Heiheiiahulu και η LERZ από το Heiheiiahulu έως το Ακρωτήριο Kumukahi (Σχήμα 2.2). Η ζώνη ERZ περιλαμβάνει πολλούς εκρηξιγενείς αγωγούς, που συνήθως χαρακτηρίζονται από κώνους σκοριών, κρατήρες και κανονικά ρήγματα. Η UERZ εκτείνεται νοτιοανατολικά περίπου 6 km από τον κρατήρα Puhimau, στην άκρη της παλαιότερης καλδέρας Powers, μέχρι την περιοχή του κρατήρα Pauahi, όπου ενώνεται με το ανατολικό άκρο του ρηξιγενούς συστήματος Koa'e διεύθυνσης N75°E. Κάτω από τον κρατήρα Pauahi, η ERZ έχει διεύθυνση N65°E στο ανατολικό άκρο του νησιού και κατά μήκος της ράχης Puna. Το ανώτερο σκέλος της UERZ, μεταξύ των κρατήρων Puhimau και Hi'iaka, ήταν γενικά ήρεμο κατά την περίοδο των ιστορικών παρατηρήσεων, αν και εμφανίστηκε ρηχή διείσδυση κοντά στον κρατήρα Puhimau το 1936 (Jaggar, 1938) και μικρές εκρήξεις σημειώθηκαν στο ανατολικότερο τμήμα του ρηξιγενούς συστήματος Koa'e το 1969 και το 1973 (Tilling et al., 1987). Η διαφορά στον προσανατολισμό της UERZ κοντά στον κρατήρα Pauahi έχει αποδοθεί είτε στη νότια μετανάστευση της νότιας πλευράς του Kilauea είτε στη βόρεια μετανάστευση των καταρρέψεων της καλδέρας του Kilauea (Holcomb, 1987). Τα περισσότερα από τα υποθαλάσσια τμήματα της ERZ έχουν βιώσει έντονη εκρηκτική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια του τεταρτογενούς (Holcomb, 1987; Moore, 1983, 1992; Wolfe and Morris, 1989; Moore and Trusdell, 1991). Ο Holcomb (1987) μελέτησε μοτίβα εκρηκτικής συμπεριφοράς και πρότεινε ότι οι εκρήξεις στην ERZ είναι λιγότερο συχνές σε περιόδους έντονης δραστηριότητας της καλδέρας και πιο συχνές όταν η κορυφή είναι σχετικά ήρεμη. Για παράδειγμα, δεν υπήρχαν εκρήξεις στην MERZ και στην LERZ από το 1840 έως το 1955, όταν η δραστηριότητα στην κορυφή ήταν συχνή, αλλά πολλές εκρήξεις στην ERZ έχουν συμβεί από το 1955, όταν οι εκρήξεις της καλδέρας ήταν λιγότερο συχνές. Το υποθαλάσσιο τμήμα της SWRZ, πλάτους περίπου 4 km και μήκους 38 km, είναι πολύ μικρότερο και λιγότερο ενεργό από αυτό της ERZ. Ήταν η περιοχή μόνο πέντε ιστορικών εκρήξεων (Duffield et al., 1982; Holcomb, 1987). Οι Duffield et al. (1982) πρότειναν ότι η SWRZ είναι ένα σχετικά ρηχό χαρακτηριστικό και ότι οι εκρήξεις μπορεί να συμβούν μόνο σε περίπτωση που ο μαγματικός θάλαμος του Kilauea διογκώνεται, ενώ ο θάλαμος του Mauna Loa δεν είναι πληρωμένος και υπάρχει σημαντική κίνηση προς τα νότια της νότιας πλευράς του Kilauea από την πιο πρόσφατη έκρηξη στη SWRZ. Το σύστημα ρηγμάτων Koa'e (Duffield, 1975) είναι μια ζώνη διεύθυνσης N75°E, πλάτους περίπου 2-3 km και μήκους 15 km, κυρίως με ρηξιγενείς κρημνούς με βόρεια φορά μέγιστης κλίσης μεταξύ των ζωνών SWRZ και ERZ. Το σύστημα Koa'e διαχωρίζει την κορυφή του Kilauea από τη μετατοπιζόμενη νότια πλαγιά, με τη τελευταία να χαρακτηρίζεται από μεγάλα ρηξιγενείς κρημνούς με νότιο προσανατολισμό. Ο Duffield (1975) ερμήνευσε το σύστημα Koa'e ως ζώνη απομάκρυνσης καθώς η νότια πλαγιά κινήθηκε νότια ως αποτέλεσμα μαγματικών διεισδύσεων στις ERZ και SWRZ. Ο Holcomb (1987) πρότεινε ότι μέρος του κεντρικού συστήματος του Koa'e μπορεί να είναι ένα θαμμένο χείλος καλδέρας, με ρήγματα που εκτείνονται ανατολικά και δυτικά από εκείνη την περιοχή που αντιπροσωπεύουν πρώην δομές διάρρηξης ακτινικές προς την καλδέρα. Τα πετρώματα στη νότια πλευρά του Kilauea εκτοπίζονται έως και 500 μέτρα κατά μήκος μεγάλων ρηξιγενών κρημνών (Stearns and Macdonald, 1946; Holcomb, 1987). Μερικοί κρημνοί κανονικών ρηγμάτων συνορεύουν με τάφρους που σχηματίστηκαν ως αποτέλεσμα της τοπικής καθίζησης. Οι μεγαλύτερες μετατοπίσεις στο σύστημα Hilina είναι ακριβώς νότια της καλδέρας και των ανώτερων τμημάτων των ζωνών διάρρηξης. Η κατακόρυφη μετατόπιση της νότιας πλαγιάς δίπλα στις ζώνες διάρρηξης μειώνεται με την αύξηση της ακτινικής απόστασης από την κορυφή. Έτσι, υπάρχει μικρή ορατή κατακόρυφη μετατόπιση της νότιας πλαγιάς δίπλα στην LERZ στο ανατολικό άκρο του

νησιού. Σύμφωνα με τους Swanson et al. (1976), η νότια πλευρά του Kilauea είναι τεκτονικά ενεργή ως συνέπεια της μαγματικής διείσδυσης στην ζώνη ERZ και στη SWRZ. Αυτοί οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η επιβράδυνση που προκαλείται από τη βαρύτητα της νότιας πλευράς χωρίς πίεση είναι ο κύριος μηχανισμός μετατόπισης στο σύστημα Hilina. Σε αντίθεση με τη νότια, η βόρεια πλευρά του Kilauea, που βρίσκεται ανατολικά και βορειοανατολικά της καλδέρας του Kilauea, υποστηρίζεται από το ηφαίστειο Mauna Loa και είναι σχετικά ακίνητη και μη διαρρηγμένη (Swanson et al., 1976; Holcomb, 1987). Η βόρεια πλευρά κυριαρχείται κυρίως από ροές rahoehoe από τη κορυφή του Kilauea, μικρές ροές από εγγύς αγωγούς στην ERZ και από τη βορειοανατολική ζώνη διάρρηξης του Mauna Loa.

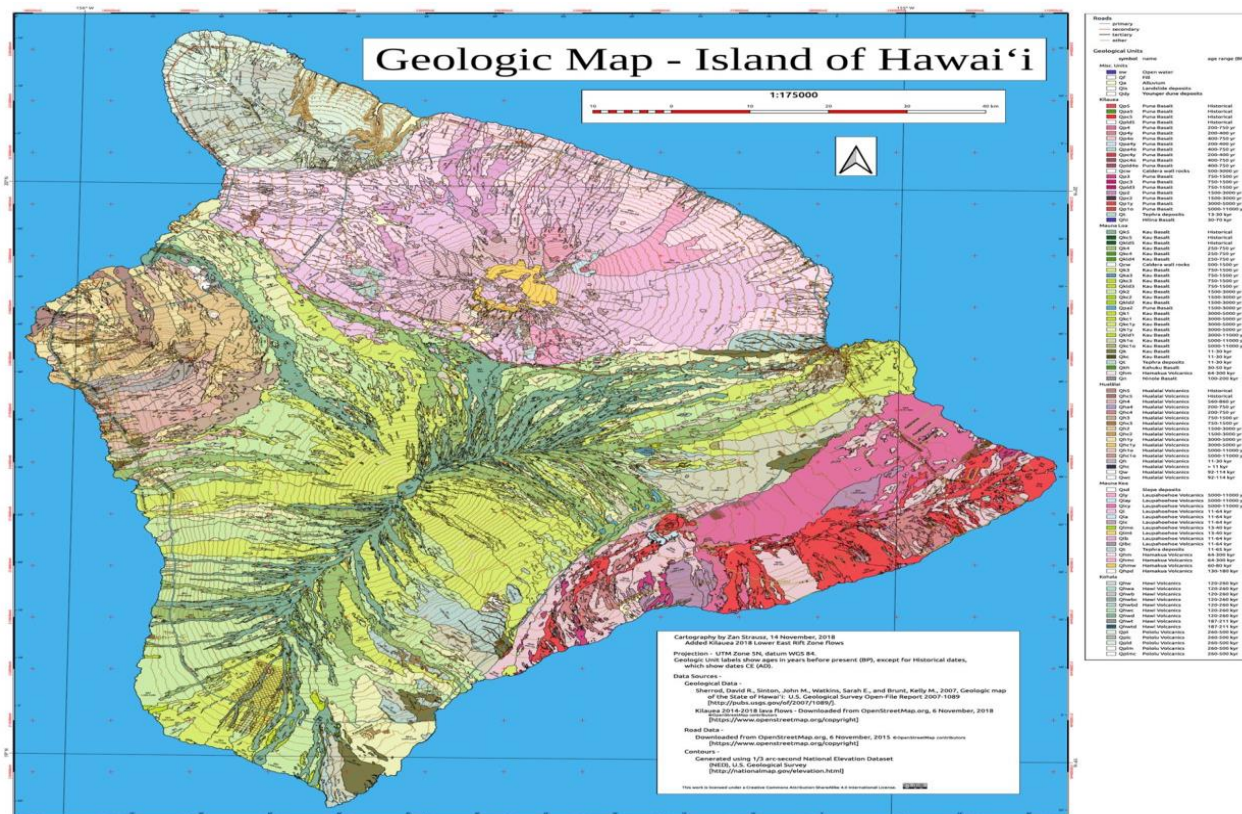


Σχήμα 2.3 Χάρτης του νοτιοανατολικού τμήματος της νήσου της Χαβάης, που απεικονίζει το ηφαίστειο Kilauea, τις ρηξιγενείς ζώνες και τα συστήματα ρηγμάτων (Parfitt and Peacock, 2001).

2.2 Στρωματογραφία

Οι Langenheim and Clague (1987) αναθεώρησαν ελαφρώς μια ονοματολογία που είχε αρχικά εγκριθεί από τους Stearns and Macdonald (1946) και άλλους και αναγνώρισαν τρεις κύριες ομάδες πετρωμάτων Kilauea. Από τα παλαιότερα έως τα νεότερα, αυτοί οι σχηματισμοί είναι οι βασάλτες Hilina, η τέφρα Pahala, και οι βασάλτες Puna. Ο σχηματισμός Hilina εμφανίζεται μόνο σε μεγάλους κρημνούς στη νότια πλευρά του Kilauea, όπου το πάχος του υπερβαίνει τα 300 m (Easton, 1987). Αποτελείται κυρίως από ροές λάβας που συνδυάζονται με λεπτές αποθέσεις τέφρας. Ο Easton υπολόγισε ότι η ηλικία του ήταν 30-100 ka. Η τέφρα Pahala επικαλύπτει το βασάλτη Hilina και έχει μέσο πάχος 15 m (Easton, 1987). Ο Easton ανέφερε ότι το μεγαλύτερο μέρος αυτής της τέφρας εναποτέθηκε μεταξύ 24 και 10 ka, πιθανώς κατά τη διάρκεια φρεατομαγματικών εκρήξεων που συνόδευαν την κατάρρευση της καλδέρας. Ο σχηματισμός Puna καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του Kilauea και περιλαμβάνει τα προϊόντα των εκρήξεων από τα 10 ka έως σήμερα

(Easton, 1987). Οι ροές λάβας, οι αποθέσεις από αγωγούς και οι μαγματικές διεισδύσεις αποτελούν αυτόν τον σχηματισμό. Είναι γενικά λίγο κατακερματισμένος και το μέγιστο εκτεθειμένο πάχος του, από τον πυθμένα του κρατήρα Halema'uma'u έως το Παρατηρητήριο του ηφαιστείου της Χαβάης, είναι περίπου 300 μέτρα. Πιθανότατα μερικές εκατοντάδες μέτρα βασάλτη Puna βρίσκονται κάτω από την καλδέρα, αλλά το πάχος του σχηματισμού μειώνεται αναμφίβολα με την αυξανόμενη απόσταση από την κορυφή. Ο Holcomb (1987) ανέφερε ότι το 90% της επιφάνειας του Kilauea καλύπτεται από βασάλτη Puna ηλικίας κάτω των 1100 ετών και 70% καλύπτεται από αντίστοιχα πετρώματα ηλικίας κάτω των 500 ετών. Ο σχηματισμός Puna καλύπτει όλη τη LERZ. Η παλαιότερη ροή λάβας που χαρτογραφήθηκε από τους Moore and Trusdell (1991) είναι 236.090 ετών. Το εβδομήντα πέντε τοις εκατό της επιφάνειας της LERZ καλύπτεται από πετρώματα ηλικίας κάτω των 400 ετών. Ωστόσο, κάτω από την επιφάνεια της LERZ, πετρώματα ηλικίας παρόμοιας με το βασάλτη Hilina είναι αναμφίβολα παρόντα. Τουλάχιστον τέσσερις αποθέσεις τόφφων και τέφρας που προέκυψαν από την αλληλεπίδραση του μάγματος με υπόγεια ύδατα, θαλασσινό νερό ή ένα υδροθερμικό σύστημα υπάρχουν εντός του βασάλτη Puna. Δύο από αυτές τις αποθέσεις, τα μέλη Uwekahuna και Keanakakoi, προήλθαν από αγωγούς στην καλδέρα. Η τέφρα Uwekahuna αποτέθηκε περίπου 2,1 ka (Lockwood and Rubin, 1986). Η τέφρα Keanakakoi (Christiansen, 1979; Decker and Christiansen, 1984; McPhie et al., 1990) αποτέθηκε γύρω στο 179 μ.Χ., όταν συνέβη η κατάρρευση



Σχήμα 2.4 Γεωλογικός χάρτης της Χαβάης (Zan Strausz, USGS).

της καλδέρας (Holcomb, 1987). Μια σειρά από μικρότερες φρεατικές εκρήξεις που απέθεσαν ένα λεπτό στρώμα τέφρας και πυροκλαστικών συνέβησαν στον κρατήρα Halema'uma'u το 1924 (Stearns and Macdonald, 1946; Decker and Christiansen, 1984; Dvorak, 1992). Δύο μεγάλες αποθέσεις τέφρας και τόφφων εμφανίζονται στη LERZ. Ο κρατήρας Kahohe (Σχήμα 2.3) σχηματίστηκε πριν από 340 έως 200 χρόνια και αποτελείται κυρίως από τοπικές εκχυτικές λιθικές αποθέσεις (Moore, 1992). Μια ασθενώς λιθοποιημένη απόθεση τόφφων καλύπτει περίπου 6 km² κοντά στον κρατήρα Kahohe. Η βάση του κρατήρα είναι μόλις 20 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Πιθανώς, βίαιες φρεατικές και φρεατομαγματικές εκρήξεις που προέκυψαν από την αλληλεπίδραση του μάγματος και του θαλασσιού νερού παράξαν τους τόφφους. Ο τόφφος του κρατήρα Puulena (Moore, 1983;

Moore and Trusdell, 1991) είναι μια μη λιθοποιημένη, μη στρωματοποιημένη απόθεση πάχους άνω των 20 μέτρων. Σχηματίστηκε μεταξύ 1250 και 500 χρόνια πριν, όταν το ανερχόμενο μάγμα ήρθε σε επαφή με υπόγεια ύδατα ή με υδροθερμικά ρευστά, με αποτέλεσμα να προκληθούν βίαιες φρεατικές και φρεομαγματικές εκρήξεις.

2.3 Τύποι Ηφαιστειακής Δραστηριότητας

Εκρήξεις τύπου Χαβάης

Αποτελεί το πιο συνήθη τύπο ηφαιστειακής δραστηριότητας στη Χαβάη, με τη λάβα να εκτοξεύεται από μια ρωγμή ως πίδακας από τον οποίο λάβα διασκορπίζεται σε μικρότερα τεμάχια. Το ύψος του πίδακα κυμαίνεται από λιγότερο από 5 m έως περισσότερο από 500 m και σχετίζεται άμεσα με τον ρυθμό ογκομετρικής εκφόρτισης και το περιεχόμενο μαγματικών αερίων (Head and Wilson, 1989). Εάν ο ρυθμός εκφόρτισης είναι υψηλός, τα περισσότερα από τα θραύσματα λάβας παραμένουν μέσα στο οπτικά παχύ κεντρικό τμήμα του πίδακα όπου υφίστανται ελάχιστη ψύξη. Ως εκ τούτου, εξακολουθούν να έχουν υψηλή θερμοκρασία όταν προσγειώνονται, και τα περισσότερα από αυτά συνενώνονται και ρέουν μακριά. Γενικά, μόνο ένα ασήμαντο ποσοστό του συνολικού υλικού που προήλθε από την έκρηξη δεν απομακρύνεται, σχηματίζοντας πυροκλαστικές αποθέσεις. Τα τεμάχια λάβας που είναι ακόμα πλαστικά όταν προσγειώνονται στο έδαφος επιπεδώνονται και σχηματίζουν κλάστες λάβας (spatter) που συγκολλούνται μεταξύ τους. Από αυτά δημιουργούνται επιχώματα συγκολλημένων σκωριών με ύψος συνήθως λιγότερο από 10m κατά μήκος των ρωγμών από όπου συμβαίνουν οι σχισμογενείς εκρήξεις και δακτύλιοι ή κώνοι συγκολλημένων σκωριών στην περίπτωση όπου οι εκρήξεις συγκεντρώνονται σε ένα σημείο. Καλά παραδείγματα αυτών των δομών φαίνονται στην άκρη των κρατήρων Keanakakoi και του Puhi mau στο Kilauea. Όταν τα τμήματα λάβας έχουν στερεοποιηθεί κατά την προσγείωση τους μπορούν να σχηματίσουν κώνους σκωριών. Αυτοί οι κώνοι έχουν συνήθως ύψος μόνο δεκάδων μέτρων. Ο Pu'uO'o, είναι ένας κώνος από πυροκλαστικό υλικό διασταυρωμένο με λεπτές ροές λάβας που αποτέθηκαν έως 280 μέτρα κατά τη διάρκεια 47 εκρήξεων από τον Ιανουάριο 1983 έως τον Ιούλιο 1986. Τα θραύσματα λάβας στα περιθώρια των πιδάκων λάβας ψύχονται πιο γρήγορα και εκείνα που εκτοξεύονται από την κορυφή του πίδακα μπορεί να μεταφερθούν λόγω του ανέμου αρκετά χιλιόμετρα πριν αποθεθούν.



Σχήμα 2.5 Έκρηξη του Kilauea το 1983 (USGS).

Εκρήξεις τύπου Στρόμπολι

Η δραστηριότητα αυτού του τύπου προκύπτει όταν η λάβα έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε αέριο και κάπως υψηλότερο ιξώδες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η στήλη έκρηξης να τείνει να είναι υψηλότερη (αν και το ύψος εξαρτάται εν μέρει από τον ρυθμό εκφόρτισης) και η λάβα είναι πιο πολύ κατακερματισμένη. Τα περισσότερα θραύσματα λάβας ψύχονται σημαντικά προτού προσγειωθούν και σχηματίζουν χαλαρές συσσωρεύσεις σκοριών. Οι μεγάλοι κώνοι σκοριών σχηματίζονται, μαζί με εκτεταμένες αποθέσεις σκοριών γύρω από αυτούς. Οι κώνοι σκοριών στη Χαβάη έχουν συνήθως ύψος 50 έως 200 μέτρα και έχουν έναν κρατήρα πλάτους 100 έως 400 μέτρων. Οι ιδιαίτερα χαρακτηριστικές ηφαιστειακές βόμβες σε σχήμα ατράκτου είναι κοινές στους κώνους σκοριών που σχηματίστηκαν από εκρήξεις τύπου Στρόμπολι (π.χ. τους κώνους με αλκαλικό κάλυμμα στο Mauna Kea), αλλά απουσιάζουν από τις θολεϊτικές φλέβες της Χαβάης. Οι ατρακτοειδείς βόμβες έχουν συνήθως υψηλότερη πυκνότητα από τις αντίστοιχες σκορίες και προφανώς αντιπροσωπεύουν κλάσματα λάβας που βρίσκονταν για περισσότερο χρόνο στους αγωγούς (δίνοντας χρόνο για απώλεια αερίου και αύξηση ιξώδους) πριν εξέλθουν.

Φρεατομαγματικές εκρήξεις τύπου Surtseyan

Αυτές οι εκρήξεις εμφανίζονται στην ακτή ή στον ρηχό ωκεανό, όπου σημαντική ποσότητα νερού μπορεί να εισέλθει εντός αγωγού και να αναμιχθεί με την ανερχόμενη λάβα. Αυτός ο τύπος έκρηξης κυριαρχείται από ένα μεγάλο ανερχόμενο σύννεφο ατμού και η λάβα είναι κατακερματισμένη σε μια αμμώδη και υαλώδη τέφρα που συσσωρεύεται στην έξοδο και χτίζει έναν δακτύλιο τέφρας. Οι καταρρεύσεις της στήλης έκρηξης, που δημιουργούν θερμικά κύματα, συμβαίνουν επανειλημμένα και δημιουργούν αποθέσεις με μορφή θινών, όπως αυτά που εμφανίζονται στη ρωγμή Koko (Fisher, 1977) και στους δακτυλίους στο O'ahu. Οι χημικές μεταβολές με προσθήκη νερού στη συνέχεια μετατρέπουν την υαλώδη τέφρα σε παλαγονίτη και προκαλούν την κρυστάλλωση ορυκτών όπως ασβεστίτη και ζεόλιθου στους πόρους. Μέσα σε λίγα χρόνια μετατρέπουν την τέφρα σε σκληρό τόφφο και το δακτύλιο τέφρας σε δακτύλιο τόφφου (Jakobsson, 1978). Οι εκρήξεις συμβαίνουν μερικές φορές όταν μια ροή λάβας εισέρχεται στον ωκεανό μέσω της ακτής και δημιουργεί μικρούς παράκτιους κώνους (Moore and Ault 1965; Fisher, 1968). Η παραλία με μαύρη άμμο της Kalapana και η νέα παραλία με μαύρη άμμο που δημιουργήθηκε από το 1986 δυτικά της Kalapana αποτελούνται από υαλώδη τέφρα που σχηματίστηκε με αυτόν τον τρόπο.

Φρεατικές εκρήξεις

Ισχυρές εκρήξεις που συμβαίνουν περιστασιακά στην περιοχή της κορυφής του ηφαιστείου Kilauea και αποδίδονται σε εκρήξεις ατμού όταν γίνεται αποστράγγιση λάβας από το ανώτερο μέρος του συστήματος αγωγών (Decker and Christiansen 1984). Αυτό επιτρέπει στο θερμό νερό που παγιδεύτηκε δίπλα στους αγωγούς να διαφύγει με τη μορφή ατμού. Επιτρέπει επίσης στα υπόγεια ύδατα να εισέλθουν στο κενό σύστημα αγωγών και να μετατραπούν γρήγορα σε ατμό όταν έλθουν σε επαφή με τα περιβάλλοντα πετρώματα που έχουν υψηλή θερμοκρασία. Η κατάρρευση της εκρηκτικής στήλης μπορεί να προκαλέσει επικίνδυνο θερμικό κύμα.

2.4 Χρονολογική Σειρά Ηφαιστειακής Δραστηριότητας του Kilauea

Προϊστορικές εκρήξεις

Οι γεωλόγοι κατέγραψαν πολλές κύριες εκρήξεις που συνέβησαν μέσα στη μακρά ιστορία του ηφαιστείου, γεφυρώνοντας το μεγάλο χάσμα μεταξύ των παλαιότερων πετρωμάτων και των πολύ νεότερων εκρήξεων. Οι παλαιότερες ροές λάβας χρονολογούνται στα 275.000 με 225.000 έτη πριν, και ανακτήθηκαν από την υποθαλάσσια νότια πλαγιά του ηφαιστείου με τη χρήση τηλεχειριζόμενων οχημάτων. Αυτές οι λάβες δείχνουν μορφές χαρακτηριστικές του εκρηκτικών επεισοδίων πρώιμου υποθαλάσσιου προασπιδωτού σταδίου, όταν το ηφαίστειο ήταν ακόμα ένα υποθαλάσσιο όρος που αναδυόταν και δεν είχε ξεπεράσει ακόμη τη στάθμη της θάλασσας. Οι επιφανειακή τους έκθεση είναι ασυνήθιστη καθώς στα περισσότερα ηφαίστεια τέτοιες ροές λάβας έχουν καλυφθεί από νεότερες ροές.

Η πιο αξιόπιστη μέθοδος της παλαιομαγνητικής χρονολόγησης, χρησιμοποιήθηκε στη χρονολόγηση των πετρωμάτων που αποτέθηκαν μετά την ανάδυση του ηφαιστείου και έδωσαν ηλικίες περίπου στα 50.000 έτη πριν. Πολλές από τις ροές λάβας που είναι εκτεθειμένες πάνω από τη στάθμη της θάλασσας αποδείχθηκαν ότι είναι πολύ νεότερες από ότι αναμενόταν. Κάποια από τα παλαιότερα πετρώματα που έχουν χρονολογηθεί με ηλικία 43.000 ετών προέρχονται από στάχτη που είχε εγκλωβιστεί κάτω από ένα στρώμα στάχτης σε ένα ρηξιγενή κρημνό γνωστό ως Hilina Pali. Όμως δείγματα που χρονολογήθηκαν από τα ανώτερα τμήματα του κρημνού δείχνουν απόθεση στάχτης-τέφρας με μέσο ρυθμό 6m ανά 1000 έτη, δείχνοντας ότι οι παλαιότερες ροές λάβας, από τη βάση αυτής της δομής, μπορεί να χρονολογηθεί μέχρι και 70.000 έτη πριν. Αυτή η χρονολογία είναι παρόμοια με αυτή της παλαιότερης ροής λάβας που έχει διασωθεί και εντοπίζεται στη νοτιοδυτική ζώνη διαρρήξεων με ακριβή ηλικία 4650 π.Χ..

Το παλαιότερο καλά μελετημένο ηφαιστειακό προϊόν του Kilauea είναι το τμήμα στάχτης Uwēkahuna, το οποίο προήλθε από βίαιες εκρήξεις μεταξύ των 2800 και 2100 ετών πριν. Αν και μεγάλο τμήμα του είχε θαφτεί κάτω από νεότερες ροές λάβας παραμένει εκτεθειμένο σε κάποιες θέσεις και εντοπίστηκε σε απόσταση μεγαλύτερη των 20 km από την καлдέρα του ηφαιστείου, που αποτελεί απόδειξη του μεγέθους των εκρήξεων αυτών. Στοιχεία αποδεικνύουν την ύπαρξη ενός ενεργού κέντρου ηφαιστειακής δραστηριότητας αυτή τη περίοδο το οποίο αποκαλείται Powers Caldera, το οποίο απείχε 2 km από την νεότερη. Τουλάχιστον 1200 έτη πριν, η υπερχειλίση της λάβας από τη Powers Caldera εδραίωσε τη δομή της. Αυτό το συμβάν ακολουθήθηκε από μια περίοδο που χαρακτηρίστηκε από τις ογκώδεις ροές λάβας pahoehoe που προέρχονται από τη κορυφή. Ακολούθησε παύση αυτής της δραστηριότητας περίπου 400 έτη πριν, με τις εκρήξεις να είναι επικεντρωμένες στο ανατολικό τμήμα της κορυφής και συγχρόνως να παρουσιάζεται αύξηση της δραστηριότητας στο βόρειο τμήμα της ανατολικής ζώνης διαρρήξεων.

Μεγάλες περίοδοι βίαιων εκρήξεων που κυριαρχεί η εκπομπή τέφρας και εκρήξεων που κυριαρχεί η έκχυση λάβας εναλλάσσονταν στο Kilauea τα προηγούμενα 2500 έτη. Θεωρείται ότι ο τύπος της έκρηξης εξαρτάται από τη ποσότητα μάγματος με την οποία τροφοδοτείται το ηφαίστειο. Όταν η τροφοδοσία του μάγματος είναι υψηλή τότε η καлдέρα γεμίζει και ογκώδεις ροές λάβας εξέρχονται από την κορυφή και από τους αγωγούς των ζωνών διαρρήξεων. Όταν η τροφοδοσία του μάγματος μειώνεται τότε η καлдέρα οδηγείται σε κατάρρευση. Όταν η βάση της καλδέρας έχει βάθος αρκετά μεγάλο ώστε να είναι κοντά στη πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα (περίπου 500 m), το νερό μπορεί να εισέλθει στον αγωγό προκαλώντας φρεατικές εκρήξεις. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα η τροφοδοσία μάγματος θα αυξηθεί και η εκρήξεις με έκχυση λάβας θα επικρατήσουν.

Μεγάλες περίοδοι βίαιων εκρήξεων στο Kilauea μπορεί να έχουν ως προ-απαιτούμενο την ύπαρξη καλδέρας για τη διατήρησή τους. Υπολογίζεται ότι τα τελευταία 2500 έτη στο Kilauea υπήρχε μια καлдέρα μεγάλου βάθους για μεγάλο χρονικό διάστημα, στο οποίο περιλαμβάνονταν δύο μακρές περίοδοι βίαιων σποραδικών εκρήξεων. Η μια διήρκεσε 1200 έτη τελειώνοντας περίπου το 1000 μ.Χ. ενώ η άλλη διήρκεσε 300 έτη, μεταξύ του 1500 και 1800 μ.Χ.

Η κατάρρευση της καλδέρας πριν από 2200 χρόνια οδήγησε σε 1200 χρόνια βίαιων ηφαιστειακών εκρήξεων

Ηφαιστειακή δραστηριότητα με έκχυση λάβας επικρατούσε μέχρι 2200 χρόνια πριν, όταν σχηματίστηκε η Powers caldera. Η καλδέρα κατέρρευσε σε ένα βάθος τουλάχιστον 620 m, όπου αντίδραση του νερού που ήρθε σε επαφή με το μάγμα προκάλεσε ισχυρές φρεατομαγματικές εκρήξεις. Πολλές βίαιες εκρήξεις που συνέβησαν σε μια περίοδο 1200 ετών οδήγησαν στο σχηματισμό της τέφρας Uwekahuna. Μεταξύ του 850 και 950 μ.Χ., συνέβη η πιο ισχυρή και βίαιη έκρηξη που είναι γνωστή μέχρι σήμερα στο Kilauea.

Ροές λάβας από το 1000 μέχρι το 1500 μ.Χ. οδήγησαν στο σχηματισμό της ασπίδας Observatory και της ροής ‘Ailā‘au

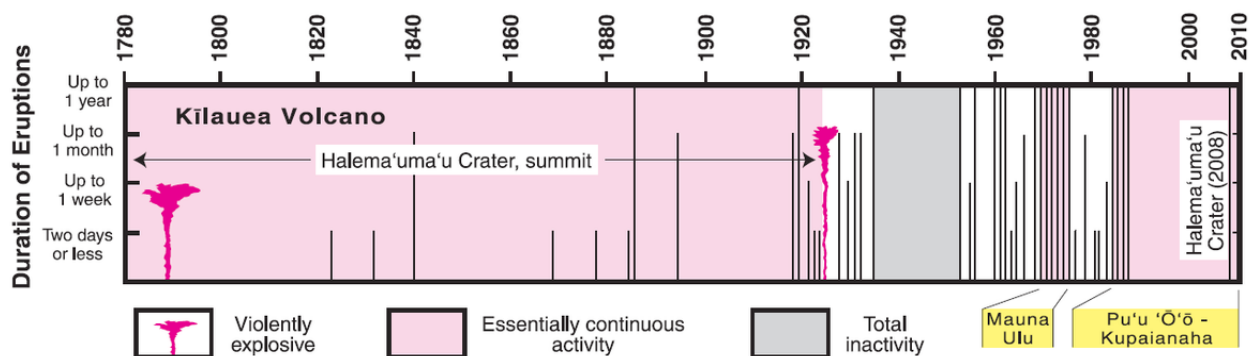
Εκχυτικές εκρήξεις ξεκίνησαν πάλι πριν από 1,000 έτη, λήγοντας το μεσοδιάστημα των 1,200ετών στο οποίο επικρατούσαν οι βίαιες εκρήξεις. Η πλήρωση της καλδέρας στη κορυφή από τη λάβα και η υπερχειλίση της από αυτή στη συνέχεια οδήγησε στη δημιουργία της νέας ασπίδας Observatory στη θέση της καλδέρας. Η κατασκευή της ασπίδας ολοκληρώθηκε περίπου το 1400 μ.Χ. . Λίγο αργότερα λάβα εξήλθε από ένα αγωγό στο ανατολικό τμήμα της ασπίδας κοντά στο σημερινό αγωγό λάβας Thurston (Nāhuku). Αυτή η εκχυτική έκρηξη διήρκεσε περίπου 60 έτη. Γνωστή ως ροή ‘Ailā‘au κάλυψε μεγάλο τμήμα του Kilauea, από την κορυφή μέχρι την ακτή στο βόρειο τμήμα της ανατολικής ζώνης διαρρήξεων.

Ο σχηματισμός της καλδέρας σηματοδοτεί τη μετάβαση από την εκχυτική φάση στην εκρηκτική φάση της ηφαιστειακής δραστηριότητας

Η σύγχρονη καλδέρα του Kilauea σχηματίστηκε από κατάρρευση αμέσως μετά τη λήξη της έκρηξης ‘Ailā‘au (περίπου το 1470 μ.Χ.) και πριν την έναρξη των εκρήξεων Keanakāko‘i (περίπου το 1510 μ.Χ.). Η βάση της καλδέρας έπεσε σε βάθος περίπου 600 m. Για να προκληθεί η κατάρρευση καλδέρας πρέπει να απομακρυνθεί υλικό από το μαγματικό θάλαμο του ηφαιστείου δημιουργώντας ένα κενό μέσα στο οποίο καταλήγουν οι υπερκείμενοι βράχοι μετά τη πτώση τους. Ο όγκος της λάβας που εξήλθε από το ηφαίστειο τα 60 έτη που διήρκεσε η έκρηξη ‘Ailā‘au ταιριάζει με τον θεωρητικά απαιτούμενο όγκο του κενού που οδήγησε στη κατάρρευση της καλδέρας. Ίσως οι σταδιακά αυξανόμενες καταρρεύσεις συνέβησαν καθώς η περιοχή του μαγματικού θαλάμου σταδιακά άδειαζε, και κάποια στιγμή οδήγησε στην τελική μεγάλη κατάρρευση. Είναι πιθανό ότι κατά το τέλος της έκρηξης ‘Ailā‘au, η πολύ μικρή τροφοδοσία μάγματος δεν κατάφερε να αναπληρώσει το υλικό που εξήλθε από το μαγματικό θάλαμο , ο οποίος κατέρρευσε λόγω του κενού που δημιουργήθηκε.

Περίοδος 1790 - 1934

Οι παλαιότερες αξιόπιστες καταγραφές της σεισμικότητας της Χαβάης ξεκινούν περίπου το 1820 και η πρώτη αξιόπιστη καταγραφή ηφαιστειακής έκρηξης το 1823, όταν το ηφαίστειο ήταν για πρώτη φορά υπό παρακολούθηση. Στο Kilauea έχουν παρατηρηθεί 61 ξεχωριστές εκρήξεις από το 1823, και το καθιστούν ένα από τα πιο ενεργά ηφαίστεια στη Γη (Σχήμα 2.6).



Σχήμα 2.6 Γράφημα των ηφαιστειακών εκρήξεων του Kilauea που συνέβησαν τους τελευταίους τρεις αιώνες (Tilling et al., 2010).

Για το χρονικό διάστημα στο οποίο παρακολουθείται, ο όγκος της λάβας που εξέρχεται από το Kilauea παρουσιάζει διακυμάνσεις. Το 1823 όταν η καλδέρα του Kilauea ήταν πιο βαθιά από ότι είναι σήμερα ήταν στο στάδιο πλήρωσης μέσω συνεχών εκχυτικών εκρήξεων, με 3 km³ λάβας να εξέρχονται από αυτή μέχρι το 1840. Τη περίοδο μεταξύ του 1840 και του 1920 ο όγκος λάβας που προήλθε από τις εκχυτικές εκρήξεις ήταν ο μισός σε σχέση με τη προηγούμενη περίοδο. Τα επόμενα τριάντα χρόνια μέχρι το 1950, το ηφαίστειο πέρασε μια ασυνήθιστη περίοδο ηρεμίας παρουσιάζοντας ελάχιστη δραστηριότητα. Ο όγκος του υλικού που προέρχεται από τις εκρήξεις του Kilauea άρχισε να αυξάνεται σταδιακά από τότε φτάνοντας σήμερα να είναι συγκρίσιμος με αυτόν των εκρήξεων που συνέβησαν στις αρχές του 1800.

Η έκταση και η προέλευση αυτών των εκρήξεων επίσης παρουσίαζε διακυμάνσεις. Τέτοια συμβάντα μπορεί να διαρκούσαν από μερικές μέρες μέχρι και χρόνια και μπορεί να συνέβησαν σε διαφορετικές περιοχές. Οι μισές εκρήξεις συνέβησαν στην καλδέρα του Kilauea ή κοντά σε αυτήν. Η δραστηριότητα εκεί ήταν σχεδόν συνεχής για όλο το 19ο αιώνα μέχρι και το 1924, εκτός από μια περίοδο ηρεμίας μεταξύ 1894 και 1907. Στη νοτιοδυτική ζώνη διαρρήξεων έχουν σημειωθεί 5 σημαντικές εκρήξεις και 24 κατά μήκος τις πιο ενεργής ανατολικής ζώνης διαρρήξεων και κυρίως στο βόρειο τμήμα της.

Αν και σημειώθηκαν εκρήξεις στο Kilauea το 1823 και το 1832, η πρώτη σημαντική έκρηξη μετά από το συμβάν του 1790 συνέβη το 1840, όταν στην ανατολική ζώνη διαρρήξεων σημειώθηκε μια μεγάλη εκχυτική έκρηξη, με ροές λάβας μήκους μεγαλύτερου των 35 km, οι οποίες ήταν ασυνήθιστα μεγάλου μήκους για πλευρικές εκρήξεις των ζωνών διαρρήξεων. Η έκρηξη είχε διάρκεια 26 ημερών και παρήγαγε περίπου 205 με 265 κυβικά εκατομμύρια μέτρα λάβας.

Το ηφαίστειο ήταν πάλι ενεργό το 1868, 1877, 1884, 1885, 1894, και το 1918, πριν την επόμενη σημαντική του έκρηξη το 1918–1919. Στο Halema'uma'u, μια μικρή άνοδος μάγματος από τη βάση της καλδέρας, οδήγησε στο σχηματισμό μιας λίμνη λάβας η οποία στη συνέχεια αποστραγγίστηκε, πριν πληρωθεί ξανά, δημιουργώντας μια τεράστια λίμνη λάβας, η οποία έφτασε σχεδόν στην κορυφή της καλδέρας πριν αποστραγγιστεί ξανά. Αυτή τη δραστηριότητα ακολούθησε η κατασκευή του Mauna Iki. Η κατασκευή αυτής της μεγάλης ασπίδας λάβας μέσα στη καλδέρα είχε διάρκεια πάνω από οκτώ μήνες. Η έκρηξη επίσης περιλάμβανε ταυτόχρονη δραστηριότητα στις ζώνες διαρρήξεων και πολλούς πίδακες λάβας.

Η επόμενη μεγάλη έκρηξη συνέβη το 1924. Ο κρατήρας Halema'uma'u ο οποίος είχε σχηματιστεί πλήρως μετά το συμβάν του 1919 και αποτελούσε τη θέση μιας μεγάλης μεγέθους λάβας λίμνης, αρχικά αποστραγγίστηκε και στη συνέχεια άρχισε να βυθίζεται στο έδαφος, αποκτώντας βάθος 210m κάτω από ένα πυκνό σύννεφο ηφαιστειακής στάχτης. Βίαιη ηφαιστειακή δραστηριότητα ξεκίνησε στις 10 Μαΐου του ίδιου έτους, εκτινάσσοντας μεγάλα τεμάχια υλικού βάρους 45 kg σε απόσταση 60 m, και μικρότερα θραύσματα βάρους 9 kg σε απόσταση 270m), και μετά από μια μικρή παύση, εντάθηκε ξανά με μια μεγάλη έκρηξη στις 18 Μαΐου. Η έκρηξη συνεχίστηκε και σχημάτισε αρκετές

εκρηκτικές στήλες που ξεπερνούσαν τα 9km σε ύψος, πριν σταδιακά εξασθενίσει και τελειώσει από τις 28 Μαΐου. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα στη συνέχεια περιορίστηκε στην κορυφή του ηφαιστείου και σταμάτησε τελείως μετά το 1934.

Περίοδος 1952 to 1982

Μετά το συμβάν του Halema'uma'u το Kilauea είχε μεταβεί σε μια περίοδο ηρεμίας και για κάποιο χρονικό διάστημα ήταν ανενεργό με όλη τη ηφαιστειακή δραστηριότητα να έχει περιοριστεί στην κορυφή του ηφαιστείου. Το ηφαίστειο επανενεργοποιήθηκε το 1952, με ένα πίδακα λάβας ύψους 245m στο κρατήρα Halema'uma'u. Η έκρηξη είχε διάρκεια 136 ημέρες με πολλαπλούς συνεχείς πίδακες λάβας ύψους μεταξύ 15 και 30m. Εκρήξεις συνέβησαν το 1954, 1955 και 1959, οι οποίες όμως υπερκαλύφθηκαν από ένα μεγάλο συμβάν το 1960, όταν μια φρεατική έκρηξη που προήλθε από μια διάρρηξη και η σεισμική δραστηριότητα ακολουθήθηκε από μια μεγάλη ροή λάβας α'α. Η αποσυμπίεση στην κορυφή του ηφαιστείου προκάλεσε τη περαιτέρω κατάρρευση του Halema'uma'u.

Την περίοδο μεταξύ 1967–1968 σημειώθηκε ένα συμβάν διάρκειας 251 ημερών στο κρατήρα Halema'uma'u. Αυτό το συμβάν το διαδέχθηκε τον επόμενο χρόνο μια μακράς διάρκειας μεγάλη εκχυτική έκρηξη του Mauna Ulu, που ξεκίνησε στις 24 Μαΐου το 1969 και τελείωσε στις 24 Ιουλίου το 1974 (Σχήμα 2.7). Αυτή η έκρηξη δημιούργησε ένα νέο αγωγό από τον οποίο εξήλθε λάβα που κάλυψε μεγάλη έκταση γης. Η έκρηξη ξεκίνησε ως μια ρωγμή μεταξύ δύο κρατήρων 'Ālo'i και 'Alae, όπου η ασπίδα του Mauna Ulu σχηματίστηκε. Λάβες pāhoehoe και α'α εξήλθαν από το ηφαίστειο. Στις αρχές του 1973, ένας σεισμός στο Kilauea προκάλεσε την προσωρινή μετανάστευση της ηφαιστειακής δραστηριότητας από τη περιοχή του Mauna Ulu στην περιοχή κοντά στους κρατήρες Pauahi και Hi'iaka. Μετά την εξασθένηση της ηφαιστειακής δραστηριότητας συνέβη ένας σεισμός μεγέθους 7.2 R που προκάλεσε μερική κατάρρευση της κορυφής του ηφαιστείου, μετά την οποία η ηφαιστειακή δραστηριότητα στο Kilauea δεν συνεχίστηκε μέχρι το 1977.



Σχήμα 2.7 Έκρηξη του Mauna Ulu το 1969 (USGS).

Περίοδος 1983–2018

Στις 3 Ιανουαρίου του 1983, ξεκίνησε μια από τις πιο σημαντικές εκρήξεις του Kilauea κατά μήκος της ανατολικής ζώνης διαρρήξεων που είχε τη μεγαλύτερη διάρκεια που έχει παρατηρηθεί για το ηφαίστειο αυτό. Ο αγωγός παρήγαγε πίδακες λάβας που γρήγορα σχημάτισαν το κώνο Pu'u 'Ō'ō, οδηγώντας τις ροές λάβας να κινηθούν παράλληλα με τη φορά των κλιτύων του ηφαιστείου. Το 1986, η δραστηριότητα μετανάστευσε στη ζώνη διαρρήξεων σε ένα νέο αγωγό, που ονομαζόταν Kūpa'ianahā, όπου απέκτησε ένα πιο εκχυτικό χαρακτήρα. Στον Kūpa'ianahā σχηματίστηκε μια χαμηλή ηφαιστειακή ασπίδα, και αγωγοί λάβας τροφοδοτούσαν ροές λάβας που εκτείνονταν 11 με 12 km μέχρι τη θάλασσα. Το 1992, μετανάστευσε πίσω στον Pu'u 'Ō'ō, αλλά συνέχισε με τον ίδιο εκχυτικό χαρακτήρα, καλύπτοντας σχεδόν όλες τις ροές λάβας του 1983–86 και μεγάλες περιοχές

της ακτογραμμής. Μέχρι το τέλος του 2016, η έκρηξη της ανατολικής ζώνης διαρρήξεων είχε παραγάγει 4.4 km³ λάβας, και είχε καλύψει 144 km² γης, και οδήγησε στη επέκταση του νησιού κατά 1.79 km².

Εκτός από την σχεδόν συνεχή δραστηριότητα στον Ρυ'υ'Ο'ο ηφαιστειακή δραστηριότητα παρουσιάζεται και σε άλλους αγωγούς στην ανατολική ζώνη διαρρήξεων. Μια ξεχωριστή έκρηξη ξεκίνησε στην κορυφή του Kilauea το Μάρτιο του 2008. Στις 19 Μαρτίου, 2008, μετά από αρκετούς μήνες αυξημένων εκπομπών διοξειδίου του θείου και σεισμικών δονήσεων, ένας νέος αγωγός διανοίχθηκε στο κρατήρα Halema'uma'u με μια βίαιη έκρηξη. Μετά από αυτό το συμβάν ο κρατήρας που δημιουργήθηκε από την έκρηξη ονομάστηκε, "Overlook Crater". Πυκνό σύννεφο αερίων που εκλυόταν από τον αγωγό παρεμπόδιζε την ορατότητα μέσα σε αυτόν. Αρκετά άλλα συμβάντα εκρήξεων συνέβησαν σε αυτό τον αγωγό μέσα στο 2008. Στις 5 Σεπτεμβρίου, 2008, παρατηρήθηκε μια μικρή λίμνη λάβας μέσα στο κρατήρα Overlook για πρώτη φορά. Αρχές Φεβρουαρίου 2010, μια μικρή λίμνη λάβας ήταν ορατή στη βάση του κρατήρα σχεδόν συνεχώς μέχρι τις αρχές Μαΐου 2018. Μικρές υπερχειλίσσεις λάβας στον αγωγό στη βάση του κρατήρα του Halema'uma'u παρατηρήθηκαν τον Απρίλιο και Μάιο 2015, τον Οκτώβριο 2016 και τον Απρίλιο 2018.

Ηφαιστειακά επεισόδια του 2018

Στις αρχές Μαρτίου 2018, το παρατηρητήριο της Χαβάης εντόπισε ταχεία εμφύσηση στον Ρυ'υ'Ο'ο, οδηγώντας τους επιστήμονες να προειδοποιήσουν ότι η αυξημένη πίεση μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό ενός νέου αγωγού στο Kilauea. Λόγω της αυξημένης πίεσης, η βάση του κρατήρα του κώνου Ρυ'υ'Ο'ο κατέρρευσε στις 30 Απριλίου, 2018, καθώς το μάγμα μετανάστευσε υπογείως στο νότιο τμήμα της περιοχής Puna νότια της ανατολικής ζώνης διαρρήξεων του Kilauea. Τις επόμενες μέρες, εκατοντάδες μικρού μεγέθους σεισμοί καταγράφηκαν στην ανατολική ζώνη διαρρήξεων. Στις 3 Μαΐου, 2018, νέες ρωγμές διανοίχθηκαν, από τις οποίες εξήλθε λάβα, στη νότια Puna μετά από ένα σεισμό μεγέθους 5.1. Ένας σεισμός μεγέθους 6.9 που σχετίζεται με αυτή την ηφαιστειακή δραστηριότητα συνέβη στις 4 Μαΐου. Η ανάλυση του μηχανισμού γένεσης υποστηρίζει ότι ο σεισμός εντοπίστηκε στο υπό οριζόντιο ρήγμα αποκόλλησης μεταξύ των ηφαιστειακών πετρωμάτων και του προ-υπάρχοντος ωκεάνιου φλοιού. Στις 21 Μαΐου, δύο ροές λάβας έφθασαν στον Ειρηνικό ωκεανό, δημιουργώντας πυκνά νέφη laze, ένα τοξικό νέφος που αποτελείται από υδροχλωρικό οξύ και σωματίδια υέλου.



Σχήμα 2.8 Έκχυση λάβας από ρωγμή και η ροή της προς τα βορειοανατολικά στην οδό Ho'okuhi στη περιοχή Leilani στις 5 Μαΐου 2018 (USGS).

Η επίδραση της έκρηξης του 2018 στη νότια Puna στη κορυφή του ηφαιστείου Kilauea

Μαζί με την έκχυση λάβας στη νότια Puna, η στάθμη της λίμνης λάβας στον κρατήρα του Halema'uma'u ξεκίνησε να μειώνεται στις 2 Μαΐου, 2018. Το παρατηρητήριο της Χαβάης προειδοποίησε ότι η πτώση της στάθμης της λίμνης λάβας αύξησε το κίνδυνο εκδήλωσης φρεατικών εκρήξεων στην κορυφή λόγω επαφής του μάγματος με το νερό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, όπως είχε συμβεί κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα στο Halema'uma'u το 1924. Στις 17 Μαΐου, στις 4:15 π.μ., μια βίαιη έκρηξη συνέβη στο Halema'uma'u, δημιουργώντας ένα νέφος στάχτης που έφτασε σε υψόμετρο περίπου 9.1 km. Αυτή η έκρηξη αποτέλεσε την αρχή μιας σειράς ισχυρών εκρήξεων που παρήγαγαν μεγάλα νέφη στάχτης. Αυτές οι εκρήξεις συνοδεύτηκαν από ισχυρούς σεισμούς, εσωτερική καθίζηση και κατάρρευση του κρατήρα Halema'uma'u καθώς και στη περιοχή γύρω από αυτόν και συνεχίστηκαν μέχρι τις αρχές Αυγούστου.

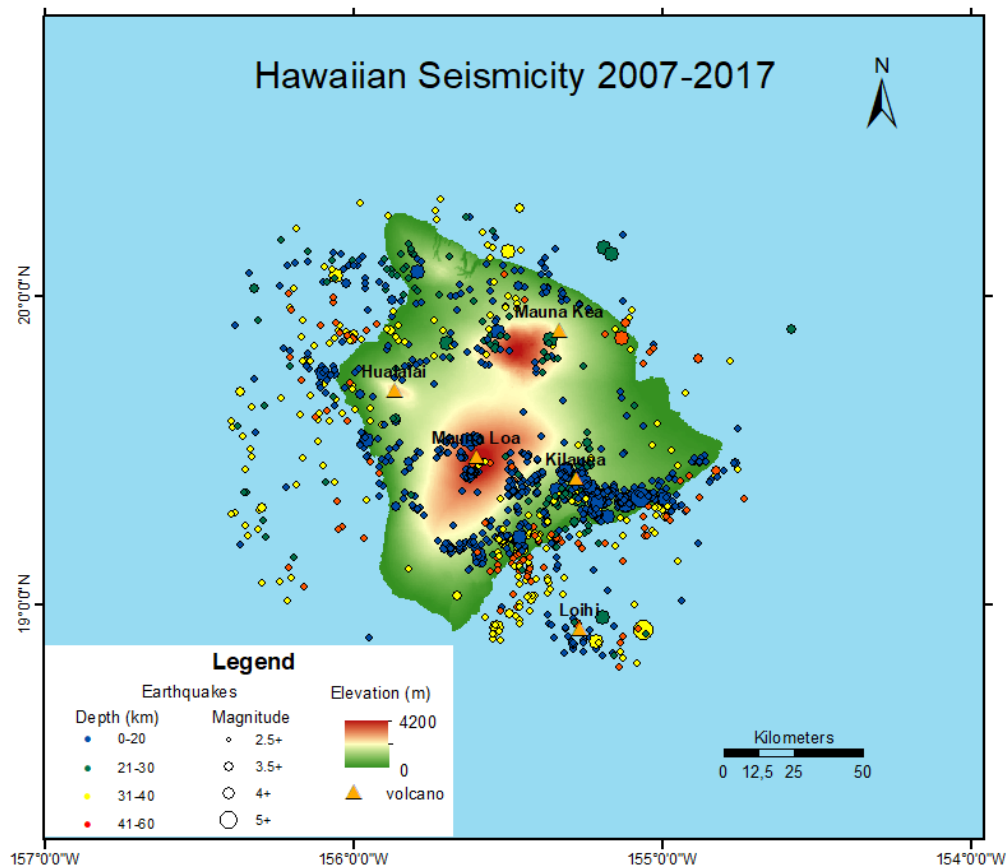
Ηφαιστειακή δραστηριότητα 2020

Μετά την ηφαιστειακή δραστηριότητα του 2018 ακολούθησε μια περίοδος ηρεμίας 28 μηνών, η οποία έληξε με την επιστροφή της λάβας στο Halema'uma'u στις 20 Δεκεμβρίου του 2020. Ένα σμήνος σεισμών προηγήθηκε της έκρηξης ενώ παρατηρήθηκε πολύ μικρή εδαφική παραμόρφωση και δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στις εκλύσεις αερίων. Η επανεμφάνιση της λάβας στο κρατήρα συνοδεύτηκε από μια στήλη ατμού (steam plume), που προήλθε από το νερό που είχε συσσωρευτεί στο Halema'uma'u, και σταμάτησε μετά από ένα μικρό χρονικό διάστημα. Η έκρηξη ξεκίνησε με τη διάνοιξη τριών ρωγμών στα βόρεια και βορειοδυτικά τοιχώματα του κρατήρα, κάτι συνηθισμένο για το Kilauea. Όταν το μάγμα μεταναστεύει ανοδικά στην επιφάνεια ως φλέβα ακολουθεί τη διαδρομή που παρουσιάζει τη μικρότερη αντίσταση, που είναι τα τοιχώματα του κρατήρα και όχι το δάπεδο. Η δραστηριότητα του Kilauea περιορίστηκε στον κρατήρα του Halema'uma'u. Στις 27 Μαΐου 2021 η ηφαιστειακή δραστηριότητα σταμάτησε σύμφωνα με ανακοίνωση που εξέδωσε το HVO.

2.5 Σεισμική Δραστηριότητα Χαβάης

Οι σεισμοί της Χαβάης μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την εγγύτητά τους με το μάγμα. Η πρώτη κατηγορία σχετίζεται με τη μετατόπιση του μάγματος και την εξάπλωση των φλεβών. Αυτοί οι σεισμοί βρίσκονται σε βάθος 2-4 km κάτω από ενεργές καλδέρες και ζώνες διάρρηξης (Klein et al., 1987). Η δεύτερη κατηγορία σεισμών είναι εκείνοι που εντοπίζονται εντός και στη βάση των πλαγιών των ενεργών ηφαιστίων μεταξύ της ενεργού ζώνης διάρρηξης και της ακτογραμμής. Οι μεγαλύτεροι ιστορικοί σεισμοί της περιοχής ήταν αυτού του τύπου, όπως ήταν ο ισχυρός σεισμός του Kau μεγέθους Mw 7.9 το 1868 στη νότια πλευρά του Mauna Loa και ο σεισμός μεγέθους Mw 7.7 στην Kalapana στις 29 Νοεμβρίου 1975 στη νότια πλευρά του Kilauea (Ando, 1979). Αυτοί οι σεισμοί μπορούν να διαρρήξουν ακόμη και το μεγαλύτερο τμήμα του μήκους μιας πλευράς ενός ηφαιστειακού οικοδομήματος και εντοπίζονται σε βάθη μεταξύ 5 και 13 km. Οι νότιες πλαγιές των ηφαιστίων Kilauea και Mauna Loa κινούνται πλευρικά σε μια επιφάνεια αποκόλλησης βάθους 9 km (Tilling and Dvorak, 1993). Η τάση που οδηγεί στην εμφάνιση αυτών των σεισμικών συμβάντων προέρχεται σε μεγάλο βαθμό από την ανάπτυξη της παρακείμενης ζώνης διάρρηξης και από τη βαρυτική εξάπλωση (Denlinger and Morgan, 2014). Η τρίτη κατηγορία σεισμών κατανέμεται ευρύτερα σε ολόκληρο το νησί και έχει βάθη έως 60 km. Αυτοί οι βαθύτεροι σεισμοί στο άνω μανδύα μπορεί να έχουν μέγεθος ακόμη και 6.7, όπως ο σεισμός του κόλπου Kiholo σε βάθος 39 km στις 15

Οκτωβρίου 2006. Αυτοί οι σεισμοί εμφανίζονται επίσης κάτω από τα παλαιότερα, ανενεργά ηφαίστεια βόρεια του Mauna Loa. Είναι πιθανό αυτοί οι σεισμοί να σχετίζονται με την κάμψη της λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το φορτίο των ηφαιστειακών πετρωμάτων, (Walcott, 1976; Moore, 1970; Klein and Koyanagi, 1989; Wolfe et al., 2004; Pritchard et al., 2007). Επίσης έχουν καταγραφεί σεισμοί που σχετίζονται με τους κατακόρυφους αγωγούς μάγματος που τροφοδοτούν τόσο το Kilauea όσο και το Mauna Loa (Klein et al., 1987; Wright and Klein, 2006; Okubo and Wolfe, 2008). Οι σεισμοί αυτοί μπορούν να θεωρηθούν ως μια ειδική κατηγορία σεισμών που εντοπίζονται σε έναν θερμικά εξασθενημένο αγωγό τροφοδοσίας μάγματος και επηρεάζονται από τις τάσεις των υπερκείμενων πλαγιών του ηφαιστείου καθώς και από τάσεις λόγω της κάμψης (Klein et al., 1987). Στη Χαβάη οι σεισμοί βάθους 50-60 km παρουσιάζουν ευρεία κατανομή, και ενδεχομένως μπορούν να προκληθούν από την πίεση των υπερκείμενων ηφαιστειακών πετρωμάτων. Αυτοί οι σεισμοί μαζί με τους ισχυρούς σεισμούς στις επιφάνειες αποκόλλησης σε βάθη 9-15 km εντοπίζονται κάτω από τις μετατοπιζόμενες πλαγιές των ηφαιστείων. Οι ισχυρότεροι σεισμοί βρίσκονται κάτω από τις νότιες πλαγιές των Mauna Loa και Kilauea, τη δυτική πλαγιά του Mauna Loa και τη νότια πλαγιά του ασθενώς ενεργού Hualalai. Σεισμοί στον φλοιό με μέγεθος μεγαλύτερο από 6 δεν έχουν συμβεί ιστορικά κάτω από τα ανενεργά ηφαίστεια Mauna Kea και Kohala. Η κατανομή των σεισμών δείχνει τις θέσεις των ενεργών άκρων των ηφαιστείων και των ευρύτερων περιοχών με υψηλή συσσώρευση τάσης. Αυτοί οι καλά καταγεγραμμένοι σεισμοί ($M \geq 2.5$) απεικονίζονται στο χάρτη του σχήματος 2.9. Οι επιφανειακοί σεισμοί με βάθος μικρότερο από 13 km εντοπίζονται στις νότιες πλαγιές των Kilauea και Mauna Loa. Στη δυτική πλαγιά του Mauna Loa εντοπίζεται επίσης μια συστάδα σεισμών που ακολουθεί την ακτογραμμή σε βάθη μεταξύ 8 και 14 km (Gillard et al., 1992; Wolfe et al., 2004). Αυτή η ομάδα σεισμών συνεχίζεται προς τα βορειοδυτικά στη δυτική ζώνη διάρρηξης του Hualalai. Σε αυτές τις δύο πλευρικές ζώνες είναι πιθανό να συμβούν σεισμοί μεγέθους μεγαλύτερου από 6 (Wyss and Koyanagi, 1992b; Klein et al., 2001). Το Kohala και η βόρεια πλαγιά του Mauna Kea παράγουν επίσης σεισμούς μικρού βάθους, μερικοί από τους οποίους μπορεί να αντιπροσωπεύουν τη βόρεια μετατόπιση της βόρειας πλαγιάς του Mauna Kea (Wolfe et al., 2004). Στο υποθαλάσσιο ηφαίστειο Loihi νότια της νήσου (Σχήμα 2.9) εντοπίζονται σμήνη σεισμών που μπορούν επίσης να ερμηνευθούν ως σεισμοί καλδέρας, σεισμοί ζώνης διάρρηξης και σεισμοί των μετατοπιζόμενων πλαγιών του ηφαιστείου (Klein, 1982; Caplan-Auerbach and Dunnebie, 2001). Οι βαθύτεροι σεισμοί κάτω από 21 km βάθος (Σχήμα 2.9) σχετίζονται ιδιαίτερα με την πίεση λόγω κάμψης της πλάκας. Η πιο εξέχουσα ζώνη σεισμών μανδύα, η οποία έχει επίσης προκαλέσει σεισμούς μεγέθους 6, βρίσκεται σε βάθος περίπου 30 km κάτω από και νότια της καλδέρας του Kilauea. Οι Wolfe et al. (2003) ερμηνεύουν αυτήν τη ζώνη κυρίως ως ζώνη τεκτονικής διάρρηξης, ενώ οι Klein et al. (1987), οι Wright and Klein (2006), και οι Wech and Thelen (2015) σημειώνουν ότι αποτελεί μέρος του μαγματικού αγωγού. Η μεγάλη άλως σεισμών μανδύα διαμέτρου περίπου 160 km που παρατηρείται γύρω από τη Χαβάη είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της κατανομής των σεισμών (Σχήμα 2.9). Η άλως περιλαμβάνει τη σεισμική ζώνη του Kilauea βάθους 30 km και τους σεισμούς με μεγέθη πάνω από 6. Οι σεισμοί σε αυτή την άλω είναι κυρίως διάσπαρτοι. Υπάρχει κάποια ομαδοποίηση σε συστάδες μετασεισμικών γεγονότων που σχετίζονται με τους μαγματικούς αγωγούς αλλά δεν υπάρχει συσσώρευση σε πυκνές ζώνες που είναι χαρακτηριστικό των σεισμών στις πλαγιές των ηφαιστείων. Αυτή η διασπορά της θέσης των σεισμών μπορεί να αποτελεί ένδειξη μιας ευρείας πηγής τάσης όπως η περιφερειακή κάμψη της πλάκας, παρά συγκεντρωμένες πηγές τάσης όπως οι μαγματικοί αγωγοί ή τα ρήγματα μεγάλου μήκους.



Σχήμα 2.9 Χάρτης κατανομής των σεισμικών συμβάντων μεγέθους μεγαλύτερου από 2.5 R στη νήσο της Χαβάης με κατηγοριοποίηση βάσει του μεγέθους και του εστιακού βάθους τη περίοδο 2007-2017 (δεδομένα από USGS).

Κεφάλαιο 3: Βασικές Θεωρητικές Έννοιες

3.1 Απόσβεση και Διασπορά

Η απόσβεση των σεισμικών κυμάτων είναι μια από τις κύριες παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το μέσο διάδοσης των σεισμικών κυμάτων. Το πλάτος ενός σεισμικού κύματος εξασθενεί με την απόσταση από την πηγή. Αυτή η εξασθένηση συνεχίζεται μέχρι το σεισμικό κύμα να εξαφανιστεί λόγω της απώλειας ενέργειας. Εκτός από τη μείωση του πλάτους, η απόσβεση παραμορφώνει τη φάση ενός σειсмоγράμματος λόγω καθυστέρησης των κυμάτων χαμηλού συχνοτικού περιεχομένου σε σχέση με αυτά που χαρακτηρίζονται από υψηλό και προκαλεί τη διασπορά ταχύτητας των σεισμικών κυμάτων (Polatidis et al., 2003; Montaña and Margrave, 2004; Ruan, 2012). Η απόσβεση προέρχεται από τη γεωμετρική εξάπλωση, τη διασπορά, και την εγγενή απορρόφηση ή απόσβεση (Kumar et al., 2005; Padhy et al., 2011; Shengelia et al., 2011).

$$E_0 = \varepsilon_h^2 \rho_h \alpha_h \omega^2 |\hat{u}_r(r, \omega)|^2 = \rho_h \alpha_h \omega^2 \left(\frac{1}{4\pi \rho_h \alpha_h^3} R^P \omega |\hat{M}(\omega)| \right)^2 \quad (4)$$

όπου ρ_h και α_h είναι η πυκνότητα της σφαίρας και η ταχύτητα των P κυμάτων όταν διαδίδονται μέσω αυτής, αντίστοιχα.

Αν το $|\hat{u}_r(\omega)|$ είναι το πλάτος φασματικής πυκνότητας στο σταθμό τότε:

$$E(\Delta) = \rho_0 \alpha_0 \omega^2 |\hat{u}_r(\omega)|^2 \quad (5)$$

Αντικαθιστώντας το $E(\Delta)$ με τη σχέση (2) η συνάρτηση θα λάβει τη μορφή:

$$|\hat{u}_r(\omega)| = \frac{1}{4\pi \rho_h \alpha_h^3} \frac{g(\Delta, h)}{r_0} R^P \omega |\hat{M}(\omega)| \quad (6)$$

$$\text{όπου } g(\Delta, h) = \sqrt{\frac{\rho_h \alpha_h \sin i_h}{\rho_0 \alpha_0 \sin \Delta \cos i_0} \frac{1}{|di_h|} \frac{d|di_h|}{d\Delta}}$$

Αντιστρέφοντας την τελευταία σχέση στο πεδίο του χρόνου θα λάβει τη μορφή:

$$|\hat{u}_r|(\Delta, t) = \frac{1}{4\pi \rho_h \alpha_h^3} \frac{g(\Delta, h)}{r_0} R^P \dot{M}(t - (r/a)) \quad (7)$$

Ο όρος $\frac{g(\Delta, h)}{r_0}$ είναι ο συντελεστής γεωμετρικής εξάπλωσης και το πλάτος των παλμών μειώνεται κατά αυτόν λόγω γεωμετρικής εξάπλωσης. Υπολογίζεται με παρόμοιο τρόπο και για τα κύματα SV και SH.

Τα σεισμικά κύματα διαδίδονται ως θέσεις σωματιδιακών μετατοπίσεων, οπότε ένα κύμα μεταφέρει ενέργεια με τη μορφή ορμής σωματιδίων και / ή δυναμικής ενέργειας. Αυτή η ενέργεια μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας ένα απλό ανάλογο, δηλαδή τη δύναμη επαναφοράς μιας μάζας που αιωρείται από ένα ελατήριο. Αυτή δίνεται από $f = -kx$, όπου k είναι η σταθερά του ελατηρίου. Η αύξηση του έργου που γίνεται στη μετατόπιση της μάζας σε μικρή απόσταση, dx , είναι $dW = -kx dx$. Εάν η μάζα είναι αρχικά σε ισορροπία, το συνολικό έργο δίνεται από:

$$W = \int dW = \int_0^x -kx dx = -\frac{1}{2} kx^2 \quad (8)$$

Ένα παρόμοιο επιχείρημα μπορεί να εφαρμοστεί στην δυναμική ενέργεια. Η δυναμική ενέργεια είναι η παραμόρφωση που σχετίζεται με τον παροδικό παλμό τάσης. Έτσι, η παραμόρφωση σε μικρό όγκο δίνεται από:

$$W = \int \frac{1}{2} \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} dV \quad (9)$$

Έστω ότι ένα επίπεδο κύμα SH διαδιδόταν στη διεύθυνση x_1 με όλη τη μετατόπιση να έχει δύθυση

X2:

$$u_2 = Ae^{i(\omega t - kx_1)} \quad (10)$$

Οι μόνες μη μηδενικές συνιστώσες παραμόρφωσης είναι:

$$\varepsilon_{12} = \varepsilon_{21} = \frac{1}{2} \frac{\partial u_2}{\partial x_1} = -\frac{1}{2} ikAe^{i(\omega t - kx_1)} \quad (11)$$

και η τάση δίνεται από:

$$\sigma_{12} = \sigma_{21} = -ik\mu Ae^{i(\omega t - kx_1)} \quad (12)$$

Οπότε η μέση ενέργεια παραμόρφωσης για ένα μήκος κύματος δίνεται από:

$$W = \frac{1}{\Lambda} \int_0^\Lambda \frac{1}{2} \kappa^2 A^2 \mu dx \quad (13)$$

όπου Λ είναι το μήκος κύματος. Το Λ είναι ίσο με την ταχύτητα πολλαπλασιαζόμενη με τη περίοδο ταλάντωσης. Επιπλέον, $\mu = \rho \beta^2$ όπου ρ είναι η πυκνότητα και $k = (2\pi/\Lambda)$, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε:

$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi}{\beta T} \right)^2 A^2 \rho \beta^2 = 2\pi^2 \rho \frac{A^2}{T^2} \quad (14)$$

Έτσι, η ενέργεια σε ένα επίπεδο κύμα είναι ανάλογη με το τετράγωνο του πλάτους ενός παλμού και αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της περιόδου. Εάν το πλάτος λοιπόν δύο σεισμικών σημάτων είναι το ίδιο, το σήμα υψηλότερης συχνότητας μεταφέρει περισσότερη ενέργεια. Το πλάτος ενός σεισμικού σήματος τροποποιείται κατά τη διάδοση με διάφορα φαινόμενα.

Απόσβεση εγγενής και σκεδάσεων

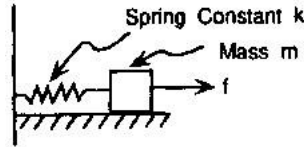
Σε μια εξιδανικευμένη, καθαρά ελαστική Γη, η γεωμετρική εξάπλωση και η ανάκλαση και διάθλαση της ενέργειας στα όρια υλικών διαφορετικών ιδιοτήτων ελέγχουν το πλάτος ενός σεισμικού παλμού. Μόλις διεγερθούν, αυτά τα κύματα θα παρέμεναν επ'αόριστον. Η πραγματική Γη δεν είναι απόλυτα ελαστική και τα διαδιδόμενα κύματα εξασθενούν με τον χρόνο λόγω διάφορων μηχανισμών απώλειας ενέργειας. Η διαδοχική μετατροπή της δυναμικής ενέργειας (θέση σωματιδίων) σε κινητική ενέργεια (ταχύτητα σωματιδίων) καθώς το κύμα διαδίδεται δεν είναι τέλεια αναστρέψιμη και λαμβάνουν χώρα άλλες διεργασίες, όπως μετατοπίσεις κατά μήκος ορυκτολογικών εξαρθρώσεων ή διατμητική θέρμανση στα όρια των κόκκων, που επηρεάζει την ενέργεια των κυμάτων. Αυτές οι διαδικασίες περιγράφονται συνήθως συλλογικά ως εσωτερική τριβή και οι επιδράσεις της εσωτερικής τριβής είναι «μοντελοποιημένες» με φαινομενολογικές περιγραφές επειδή οι μικροσκοπικές διεργασίες είναι περίπλοκες. Οι απλούστερες περιγραφές εξασθένησης μπορούν να αναπτυχθούν για μια ταλαντούμενη μάζα σε ένα ελατήριο. Το σχήμα 3.2, δείχνει μια μάζα m συνδεδεμένη σε ένα ελατήριο με σταθερά ελατηρίου k (k : είναι ένα μέτρο της ακαμψίας του ελατηρίου) που ολισθαίνει σε μια επιφάνεια. Λαμβάνοντας υπόψη την περίπτωση που δεν υφίσταται τριβή, η εξίσωση κίνησης για αυτό το σύστημα συσχετίζει την δύναμη επαναφοράς του ελατηρίου με την αδρανειακή δύναμη που προσδίδεται από την κινούμενη μάζα:

$$m\ddot{x} + kx = 0 \quad (15)$$

Η γενική λύση σε αυτή τη σχέση είναι μια αρμονική ταλάντωση:

$$x = Ae^{i\omega_0 t} + Be^{-i\omega_0 t} \quad (16)$$

$$\omega_0 = \sqrt{k/m}$$



Σχήμα 3.2 Φαινομενολογικό μοντέλο για τη σεισμική εξασθένηση. Το ελατήριο αντιπροσωπεύει ελαστικές διεργασίες στη Γη. Η δύναμη f αντιπροσωπεύει την τριβή που αντιτίθεται στην κίνηση της μάζας (Lay and Wallace, 1995).

Μόλις αρχίσει η κίνηση θα συνεχίζεται να ταλαντώνεται για πάντα, στη φυσική συχνότητα του συστήματος ω_0 . Η εξασθένηση μπορεί να εισαχθεί προσθέτοντας μια δύναμη απόσβεσης, όπως η τριβή μεταξύ της κινούμενης μάζας και της υποκείμενης επιφάνειας. Σε αυτήν την περίπτωση, υπάρχει μια πρόσθετη δύναμη, ανάλογη της ταχύτητας της μάζας:

$$m\ddot{x} + \gamma\dot{x} + kx = 0 \quad (17)$$

ή αλλιώς:

$$\ddot{x} + \varepsilon\omega_0\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (18)$$

όπου $\varepsilon = (\gamma/m\omega_0)$ και $\omega_0 = (k/m)^{1/2}$. Τα γ και ε είναι ο συντελεστής τριβής και ο λόγος των όρων τριβής και αδράνειας, αντίστοιχα.

Η λύση της σχέσης (18) είναι της μορφής:

$$x(t) = A_0 e^{-\varepsilon\omega_0 t} \sin(\omega_0 t \sqrt{1 - \varepsilon^2}) \quad (19)$$

όπου $A_0 e^{-\varepsilon\omega_0 t} = A(\varepsilon)$. Αυτή είναι μια αρμονική ταλάντωση όπου το πλάτος εξασθενεί εκθετικά με το χρόνο t . Εάν $\varepsilon = 0$ (δεν υπάρχει απόσβεση), η σχέση (19) παίρνει τη μορφή της (16). Το ε μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή του συντελεστή ποιότητας ή απόσβεσης, Q :

$$\varepsilon = 1/2Q \quad (20)$$

Ο συντελεστής ποιότητας, Q , είναι μια ιδιότητα της ύλης από την οποία διέρχονται τα σεισμικά κύματα. Συνοψίζει τα χαρακτηριστικά που προκαλούν την απώλεια του πλάτους των παλμών με την απόσταση για λόγους διαφορετικούς από την γεωμετρική εξάπλωση.

Χρησιμοποιώντας τη σχέση (20), το πλάτος μπορεί να γραφτεί ως συνάρτηση του χρόνου με τη σχέση:

$$A(t) = A_0 e^{-\omega_0 t / 2Q} \quad (21)$$

όπου το Q προσδιορίζεται σε όρους απώλειας της ενέργειας ανά κύκλο ταλάντωσης. Με άλλα λόγια:

$$1/Q = -\Delta E / 2\pi E \quad (22)$$

όπου E είναι η μέγιστη ενέργεια παραμόρφωσης και $-\Delta E$ είναι η απώλεια ενέργειας ανά κύκλο. Αυτό γίνεται πιο κατανοητό σε όρους λογαριθμικής μείωσης, δ , που είναι ο λογάριθμος του λόγου των πλατών των διαδοχικών κύκλων ταλάντωσης:

$$\delta = \ln(A_1 / A_2) \quad (23)$$

Αφού η ενέργεια είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους, τότε:

$$2 \ln A = \ln E \quad (24)$$

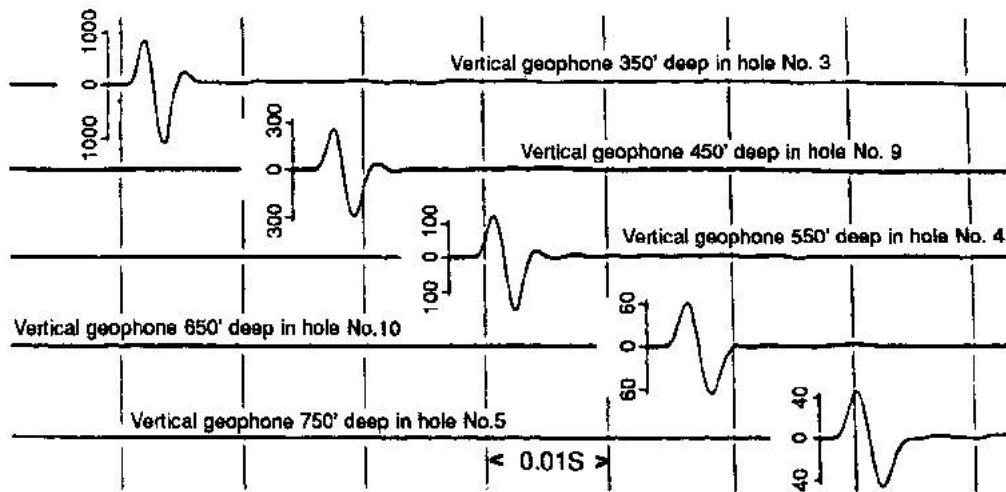
Συνδυάζοντας τις σχέσεις (21) και (23), όπου τα πλάτη διαφέρουν κατά μια περίοδο ταλάντωσης ($T_0 = 2\pi/\omega_0$) ισχύει:

$$Q = \pi / \delta \quad (25)$$

Είναι δυνατό το πλάτος να εκφραστεί με μια εξίσωση που λαμβάνει υπόψη την απόσταση που έχει διαδοθεί το σεισμικό κύμα:

$$A(x) = A_0 e^{-(f\pi/Qc)x} \quad (26)$$

όπου το x μετριέται κατά τη κατεύθυνση διάδοσης και το c είναι η ταχύτητα. Είναι προφανές από τη σχέση (26) ότι για μια σταθερή τιμή του Q ένα κύμα υψηλής συχνότητας θα εξασθενεί πιο γρήγορα από ένα κύμα χαμηλής συχνότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή για μια δεδομένη απόσταση το κύμα υψηλής συχνότητας θα πραγματοποιήσει περισσότερες ταλαντώσεις από ότι ένα κύμα χαμηλής συχνότητας. Το σχήμα 3.3 δείχνει την ανάπτυξη ενός κύματος καθώς απομακρύνεται από την πηγή του. Μπορεί να παρατηρηθεί ότι ο παλμός διευρύνεται σε διαδοχικές αποστάσεις. Το περιεχόμενο υψηλής συχνότητας του παλμού έχει αφαιρεθεί μέσω εξασθένησης. Η απώλεια ενέργειας μέσω μη ελαστικών διεργασιών μετριέται συνήθως με εγγενή εξασθένηση και παραμετροποιείται με τον συντελεστή Q . Οι μεγάλες τιμές του Q δείχνουν μικρή εξασθένηση. Καθώς το Q πλησιάζει το μηδέν, η εξασθένηση είναι πολύ ισχυρή. Το Q για τα κύματα P στη Γη είναι συστηματικά μεγαλύτερο από ότι για τα κύματα S , και επομένως οι αντίστοιχες ποσότητες αναφέρονται ως Q_α και Q_β , αντίστοιχα. Πιστεύεται ότι η εγγενής εξασθένηση εμφανίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στη διάτμηση, που σχετίζεται με πλευρικές κινήσεις λόγω των φαινομένων του κρυσταλλικού πλέγματος και των ορίων των κόκκων. Γενικά, το Q αυξάνεται με την πυκνότητα και την ταχύτητα του υλικού. Για ένα υλικό με όλες τις απώλειες να οφείλονται μόνο σε μηχανισμούς διάτμησης, ισχύει $Q_\alpha \approx (9/4) Q_\beta$. Ένα υψηλό Q (πχ. πάνω από 500) σημαίνει ότι το πλάτος δεν μειώνεται σημαντικά με την απόσταση, ενώ ένα χαμηλό Q σημαίνει ότι υπάρχει σημαντική απώλεια πλάτους με την απόσταση. Τα σκληρά ή κρύα πετρώματα τείνουν να έχουν υψηλό Q , ενώ τα μαλακά ή θερμά πετρώματα τείνουν να έχουν χαμηλό Q .



Σχήμα 3.3 Η επίδραση της εξασθένησης σε έναν σεισμικό παλμό. Η σύγκριση του πλάτους του παλμού σε απόσταση 105 μέτρων με εκείνου απόστασης 230 μετρών δείχνει μια σημαντική διεύρυνση του παλμού. Αυτό οφείλεται στην προτιμητέα αφαίρεση υψηλότερων συχνοτήτων με εξασθένηση. Αυτό συνοδεύεται από μείωση του πλάτους με ρυθμό μεγαλύτερο από το αναμενόμενο μόνο λόγω γεωμετρικής εξάπλωσης (McDonal et al., 1958).

Εκτός από την εγγενή εξασθένηση, τα ελαστικά κύματα που διαδίδονται σε ετερογενή μέσα αποσβένονται από επιδράσεις σκέδασης. Οι εκτροπές ενός μέρους της κυματικής ενέργειας εμφανίζονται όταν τα ελαστικά κύματα συναντούν ένα εμπόδιο με αποτέλεσμα ένα παρεμβαλλόμενο σκεδαζόμενο κύμα να εξαπλωθεί από το εμπόδιο προς όλες τις κατευθύνσεις. Η τροποποίηση των σεισμικών κυμάτων που προκαλούνται από την τρισδιάστατη ετερογένεια ονομάζεται γενικά σκέδαση των σεισμικών κυμάτων. Η εξασθένηση της σκέδασης δεν είναι ένας μηχανισμός διάχυσης ενέργειας, αλλά μόνο μια αναδιανομή της ενέργειας στον χώρο και τον χρόνο, που είναι ένα γεωμετρικό αποτέλεσμα.

Σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από ηφαιστειακή δραστηριότητα, τα σεισμικά κύματα αποσβένονται λόγω της αντίθεσης στις ελαστικές παραμέτρους μεταξύ του ρευστού μάγματος και του στερεού περιβάλλοντος πετρώματος κάθε φορά που μεταδίδεται ενέργεια από τον αγωγό από τον οποίο διέρχεται το μάγμα. Αυτή η αντίθεση των παραμετρικών όρων ή αλλιώς η αντίθεση των ελαστικών παραμέτρων θα χρησιμοποιηθεί ως αναφορά στην αντίθεση στις πυκνότητες και στις ακουστικές ταχύτητες μεταξύ του υγρού και του στερεού. Με την προσέγγιση της απλής σκέδασης, η εξασθένηση σκέδασης δεν μπορεί να διαχωριστεί από την εγγενή εξασθένηση.

Το coda Q (Q_c) θεωρείται ότι είναι το αποτέλεσμα της συνεισφοράς του Q εγγενούς απόσβεσης και του Q σκέδασης και δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q_c^{-1} = Q_{sc}^{-1} + Q_i^{-1} \quad (27)$$

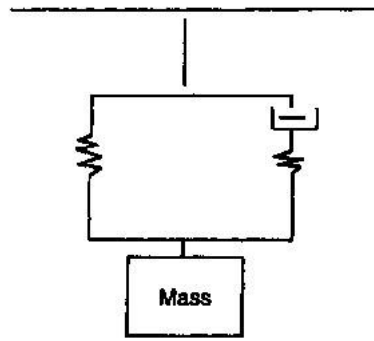
στην οποία Q_{sc} και Q_i είναι το Q σκέδασης, και το Q εγγενούς απόσβεσης, αντίστοιχα. Υπάρχουν διάφορες ερμηνείες για το Q_c . Αναλύσεις διατάξεων έχουν δείξει ότι τα ουραία κύματα (ειδικά των υψηλών συχνοτήτων) κυριαρχούνται από κύματα S (Aki and Chouet, 1975; Sato et al., 2012) οπότε το Q_c μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει τα Q_{sc} και Q_i των κυμάτων S. Αρκετές μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μέθοδοι προσπάθησαν να διαχωρίσουν τα Q_i και Q_{sc} , μερικές φορές με ανάμικτα αποτελέσματα. Πιο πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι σε μικρές αποστάσεις (0–100 km) το Q_{sc} κυριαρχεί, ενώ στις μεγαλύτερες κυριαρχεί το Q_i (Shapiro et al., 2000). Με χρόνο λήξης 80 s, οι Bianco et al. (2002) βρήκαν τις τιμές των Q_c και Q_i να συμφωνούν. Οι Mayeda et al. (1992) βρήκαν ότι υπάρχει διαφοροποίηση σε σχέση με τη συχνότητα για δεδομένα κοντινών αποστάσεων. Σε συχνότητες <6 Hz, κυριαρχεί η σκέδαση, ενώ η εγγενής απόσβεση κυριαρχεί σε συχνότητες πάνω από 6 Hz.

Τυπικό γραμμικό μοντέλο στερεού

Το Q για σεισμικά κύματα παρατηρείται ότι είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητο από τη συχνότητα για το συχνοτικό εύρος 0.001 έως 1.0 Hz. Σε υψηλότερες συχνότητες, το Q εξαρτάται από τη συχνότητα και, γενικά, αυξάνεται με τη συχνότητα. Για να εξηγηθεί αυτή η εξάρτηση συχνότητας, το φαινομενολογικό μοντέλο του ταλαντωμένου ελατηρίου πρέπει να τροποποιηθεί, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4. Αυτό το μοντέλο ονομάζεται τυπικό γραμμικό μοντέλο στερεού. Τα ελατήρια αντιπροσωπεύουν την ελαστική συμπεριφορά και ο αποσβεστήρας αντιπροσωπεύει μη ελαστικές ή ιξώδεις απώλειες. Αντίστοιχα, ο νόμος για ένα τυπικό γραμμικό στερεό γράφεται ως:

$$\sigma + \tau_\sigma \dot{\sigma} = M_\tau (\varepsilon + \tau_\varepsilon \dot{\varepsilon}) \quad (28)$$

όπου το M_τ ονομάζεται συντελεστής ελαστικότητας σε ηρεμία (κατάλληλος για χαμηλές συχνότητες για μεγάλο χρονικό διάστημα), και τ_σ και τ_ε ονομάζονται χρόνοι ηρεμίας τάσης και παραμόρφωσης, αντίστοιχα. Το τ_σ υποδεικνύει σταθερή παραμόρφωση και το τ_ε υπονοεί σταθερή τάση.



Σχήμα 3.4 Φαινομενολογικό μοντέλο για ένα τυπικό γραμμικό στερεό (Lay and Wallace, 1995).

Η εξίσωση (28) είναι κατανοητή λαμβάνοντας υπόψη το σχήμα 3.4. Εάν η μάζα εκτρέπεται, φτάνει σε ένα σημείο X στο οποίο δύναμη επαναφοράς F ασκείται πάνω της. Εάν η μάζα διατηρείται στο X , η δύναμη F θα μειωθεί με τον χρόνο καθώς χαλαρώνει ο αποσβεστήρας. Αυτή η μείωση της δύναμης επαναφοράς δεν είναι ανακτήσιμη. Εξ ου και το σύστημα συμπεριφέρεται ανελαστικά. Η δυναμική της σχέσης (28) μπορεί να διερευνηθεί εξετάζοντας τον λόγο της τάσης προς την παραμόρφωση:

$$\sigma(t) / \varepsilon(t) = M^* \quad (29)$$

όπου M^* είναι ο πολύπλοκος συντελεστής ελαστικότητας και δίνεται από:

$$M^* = M_\tau + \frac{\omega^2 \tau_\sigma^2}{1 + \omega^2 \tau_\sigma^2} + \frac{i \delta M \omega \tau_\sigma}{1 + \omega^2 \tau_\sigma^2} \quad (30)$$

όπου $\delta M = M_u - M_\tau$. Το $M_u = \tau_\varepsilon M_\tau / \tau_\sigma$ είναι ο συντελεστής ελαστικότητας σε μη ήρεμη κατάσταση (η ελαστική απόκριση που αναμένεται για μετατόπιση υψηλής συχνότητας εφαρμόζεται σε σύντομο χρονικό διάστημα, σαν την αρχική εκτροπή της μάζας που περιγράφεται παραπάνω). Αυτό το σύνθετο μέτρο ελαστικότητας έχει αρκετές σημαντικές διαφορές από τα απλά στοιχεία. Η πιο σημαντική είναι ότι η συμπεριφορά ενός τυπικού γραμμικού στερεού εξαρτάται από τη συχνότητα (ω). Αυτό σημαίνει ότι τα κύματα που διαδίδονται μέσω ενός τέτοιου στερεού θα διασκορπιστούν. Με άλλα λόγια, οι διαφορετικές συχνότητες σε ένα σεισμικό κύμα θα ταξιδεύουν με διαφορετικές

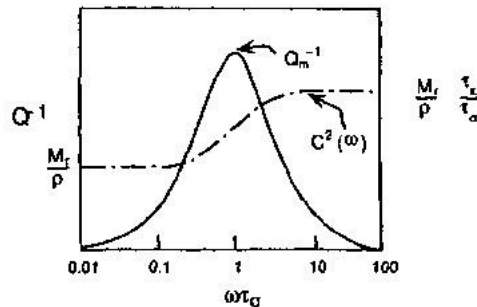
ταχύτητες. Η ταχύτητα φάσης μπορεί να γραφτεί ως:

$$u_p(\omega) = \sqrt{M_r / \rho} \left(1 + \frac{\delta M \omega^2 \tau_\sigma^2}{2M_r(1 + \omega^2 \tau_\sigma^2)} \right) \quad (31)$$

Αυτή η εξίσωση ισχύει μόνο για μικρό δM . Αν το $\delta M = 0$, τότε η ταχύτητα u_p είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητα και είναι απλά η ταχύτητα του ελαστικού μέσου. Για ένα μικρό δM μπορεί να γραφτεί μια εξίσωση για το Q της μορφής:

$$\frac{1}{Q} = \frac{\delta M \omega \tau_\sigma}{M_r(1 + \omega^2 \tau_\sigma^2)} \quad (32)$$

Οι προηγούμενες σχέσεις για την ταχύτητα φάσης και το Q μπορούν να γίνουν πιο κατανοητές αν απεικονισθούν σε ένα διάγραμμα συναρτήσεων του $\omega \tau_\sigma$. Το σχήμα 3.5 δείχνει ότι η απόσβεση λαμβάνει υψηλές τιμές όταν το Q^{-1} λαμβάνει μεγάλες τιμές. Οπότε η εξασθένηση ενισχύεται για ένα περιορισμένο εύρος συχνοτήτων. Η μέγιστη τιμή της εξασθένησης ονομάζεται κορυφή Debye. Γενικά, κάθε μηχανισμός απόσβεσης στη Γη έχει μια ξεχωριστή κορυφή Debye. Αυτές οι διαδικασίες απόσβεσης περιλαμβάνουν την ολίσθηση μεταξύ των ορίων των κόκκων, τον σχηματισμό και την μετατόπιση των ατελειών του κρυσταλλικού πλέγματος και τα θερμικά ρεύματα. Λόγω της μεγάλης ποικιλίας και της κλίμακας των διαδικασιών εξασθένησης στη Γη κανένας μηχανισμός δεν κυριαρχεί. Το άθροισμα ή η υπέρθεση πολλών κορυφών Debye για τις διάφορες διεργασίες απόσβεσης, η κάθε μια με διαφορετικό εύρος συχνοτήτων, παράγει μια ευρεία, επίπεδη ζώνη απορρόφησης. Το σχήμα 3.6 δείχνει αυτή την επίδραση υπέρθεσης. Φαινομενολογικά, αυτό αντιστοιχεί σε ένα συζευγμένο σύστημα πολλών τυπικών γραμμικών στερεών στοιχείων.

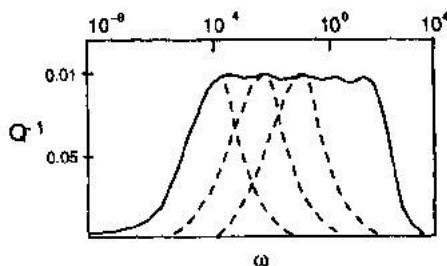


Σχήμα 3.5 Ο συντελεστής Q^{-1} ως συνάρτηση της συχνότητας για ένα τυπικό γραμμικό στερεό. Η κορυφή στο Q^{-1} είναι γνωστή ως κορυφή Debye (Lay and Wallace, 1995).

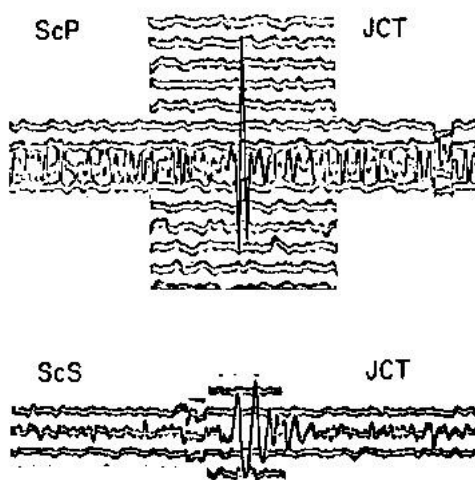
Το μονό μοντέλο κορυφής Debye φαίνεται στο σχήμα 3.5. Για το εύρος περιόδου που εμφανίζεται, η αλλαγή της ταχύτητας είναι της τάξης του 5%, με υψηλότερες συχνότητες να διαδίδονται πιο γρήγορα. Αυτό το αποτέλεσμα έχει ένα βαθύτερο νόημα, δηλαδή ότι η δομή ταχύτητας της Γης, όπως καθορίζεται από ελεύθερες ταλαντώσεις ή επιφανειακά κύματα μεγάλης περιόδου, θα διαφέρει από αυτήν που καθορίζεται από τα κύματα χώρου. Αν και το Q είναι σταθερό στο εύρος συχνοτήτων της ζώνης απορρόφησης, η ταχύτητα φάσης θα εξακολουθεί να παρουσιάζει διασπορά με την ακόλουθη μορφή:

$$c(\omega) = c_0 \left(1 + \frac{1}{\pi Q_m} \ln \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right) \right) \quad (33)$$

όπου ω_0 είναι μια συχνότητα αναφοράς. Γενικά αυτή η διασπορά είναι σημαντική για τα κύματα χώρου πολύ υψηλών συχνοτήτων και πολύ σημαντική για τα επιφανειακά σεισμικά κύματα.



Σχήμα 3.6 Η υπέρθεση πολλών κορυφών Debye οδηγεί σε μια ζώνη απορρόφησης δηλαδή το Q είναι σχεδόν σταθερό σε ένα εύρος συχνοτήτων (Lay and Wallace, 1995).



Σχήμα 3.7 Καταγραφές βραχείας περιόδου από τον σταθμό WWSSN JCT (Junction City, Texas) για έναν σεισμό μεγάλου βάθους της Νότιας Αμερικής στις 27 Μαρτίου 1967 όπου εμφανίζονται οι αφίξεις ScP και ScS (Burdick, 1985).

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος προσδιορισμού του Q είναι η σύγκριση του πλάτους και του συχνοτικού περιεχομένου των σεισμικών ακτίνων που έχουν διανύσει παρόμοιες διαδρομές. Αυτό εξαλείφει άγνωστες επιδράσεις της πηγής. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας σύγκρισης φαίνεται στο σχήμα 3.7. Για S κύματα που ταξιδεύουν μέχρι τον πυρήνα, οι ανακλώμενες S (ScS) και ανακλώμενες P (ScP) αφίξεις μπορούν να παρατηρηθούν στην ίδια απόσταση. Παραδείγματα παρουσιάζονται για βραχυπρόθεσμες φάσεις από έναν βαθύ σεισμό. Τόσο η ScS όσο και η ScP έχουν περίπου την ίδια ακτινοβολία πηγής (ενέργεια S κυμάτων) και παρόμοια εξασθένηση στην πορεία προς το όριο του πυρήνα-μανδύα. Ωστόσο, στο σκέλος επιστροφής μέσω του μανδύα, η φάση ScP εξασθενεί από τις σχετικά υψηλές τιμές Q_α στο μανδύα, ενώ η ScS εξασθενεί από τις τιμές Q_β . Αυτό αναγκάζει τη φάση ScS να είναι χαμηλότερη σε πλάτος και να έχει εξαντληθεί το περιεχόμενο της σε υψηλές συχνότητες σε σχέση με τη φάση ScP, όπως φαίνεται στο σταθμό JCT. Εάν ληφθούν υπόψη οι συντελεστές ανάκλασης, μπορεί να εκτιμηθεί η μέση τιμή των Q_α και Q_β σε ολόκληρη τη διαδρομή του μανδύα, αντιστοιχίζοντας το περιεχόμενο πλάτους και συχνότητας των δύο σημάτων. Οι πραγματικές μετρήσεις του Q ποικίλλουν πλευρικά κατά μια τάξη μεγέθους εντός της Γης, διακύμανση πολύ μεγαλύτερη από ό, τι παρατηρείται για τη σεισμική ταχύτητα (μεταβολές της τάξης του 10%). Οι μηχανισμοί εγγενούς εξασθένησης παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία σε μεταβολές των συνθηκών πίεσης και θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει ότι το Q θα ποικίλει εντός της Γης ως συνάρτηση της ετερογένειας της θερμοκρασίας. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι οι μεταβολές του Q συσχετίζονται με μεταβολές του χρόνου διαδρομής. Οι μικρότεροι χρόνοι διαδρομής υποδεικνύουν υψηλές τιμές

Q, ενώ οι μεγαλύτεροι χρόνοι διαδρομής χαμηλότερες τιμές Q. Αυτή είναι μια εκδήλωση της θερμικής ενεργοποίησης των μηχανισμών εξασθένησης. Έτσι, η χαρτογράφηση του Q μπορεί να αποκαλύψει θερμικές διεργασίες σε βάθος.

Συντελεστής t^*

Σε μελέτες κυμάτων χώρου, τα αποτελέσματα της εξασθένησης λαμβάνονται υπόψη με τον συνδυασμό του σχήματος του ελαστικού παλμού με τον συντελεστή εξασθένησης που παραμετροποιείται από την τιμή t^* . Το t^* είναι ο χρόνος διαδρομής διαιρούμενος με τον συντελεστή ποιότητας σε μια περιοχή ομοιόμορφης εξασθένησης:

$$t^* = \frac{t}{Q} = \frac{\text{traveltime}}{\text{qualityfactor}} \quad (34)$$

Στη Γη το Q είναι συνάρτηση του βάθους (και της συχνότητας), με τις μικρότερες τιμές Q (υψηλότερη εξασθένηση) να παρατηρούνται στον ανώτερο μανδύα. Αφού $Q = Q(r)$, το t^* συνήθως γράφεται με τη μορφή ολοκληρώματος για τη διαδρομή διάδοσης του κύματος:

$$t^* = \int_{\text{path}} \frac{dt}{Q} = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{Q_i} \quad (35)$$

όπου t_i και Q_i είναι ο χρόνος διαδρομής και ο συντελεστής ποιότητας για το i^{th} στρώμα σε μια στρωματοποιημένη Γη. Το t^* είναι οπότε ο συνολικός χρόνος διαδρομής διαιρούμενος με τη μέση τιμή του Q για τη διαδρομή αυτή. Από παρατηρήσεις το t^* είναι σταθερό για κύματα χώρου με περιόδους μεγαλύτερες από 1 s για το εύρος αποστάσεων $30^\circ < \Delta < 95^\circ$. Σε αυτό το εύρος, $t_a^* \approx 1.0$ και $t_b^* \approx 4.0$. Οπότε οι επιδράσεις του t^* μπορούν να ληφθούν υπόψη με αντικατάσταση του t/Q_i στην εξίσωση (30) δίνοντας:

$$A = A_0 e^{-\pi f t^*} \quad (36)$$

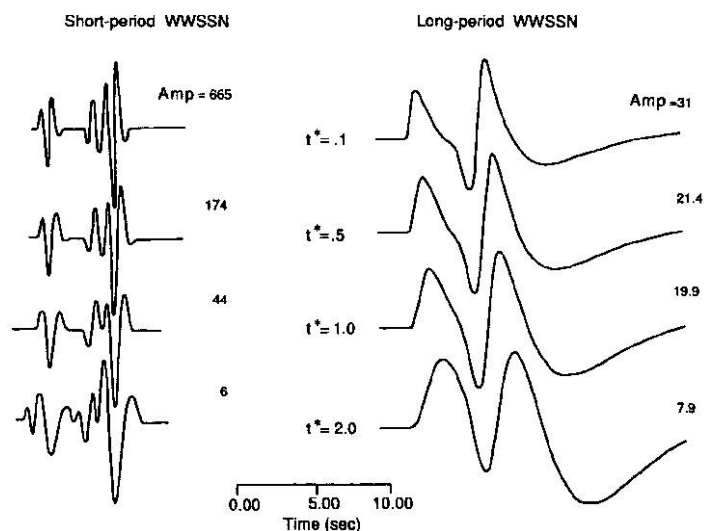
Η τιμή του t^* είναι πολύ μεγαλύτερη για τα κύματα S από ότι για τα κύματα P. Έτσι τα κύματα S εξασθενούν πολύ πιο γρήγορα με την απόσταση. Το σχήμα 3.8 δείχνει τα αποτελέσματα διαφορετικών τιμών του t^* σε σειсмоγράμματα μακράς και μικρής περιόδου. Μεταβάλλοντας το t^* με συντελεστή 20, μεταβάλλεται το πλάτος του κύματος P μικρής περιόδου με συντελεστή 100, αλλά μεταβάλλεται το πλάτος μακράς περιόδου μόνο με συντελεστή 6. Η μεταβολή στο πλάτος της ενέργειας υψηλής συχνότητας είναι πολύ μεγαλύτερη, αλλά η απόκριση οργάνου το αποκρύπτει. Η εξασθένηση των κυμάτων χώρου περιπλέκεται τόσο από την εξάρτηση συχνότητας για περιόδους μικρότερες από 1 δευτερόλεπτα όσο και από έντονες πλευρικές διακυμάνσεις σε όλες τις περιόδους.

Μη γραμμική εξασθένηση

Η θεωρία της γραμμικής τάσης-παραμόρφωσης ισχύει γενικά για τις χαμηλές τιμές παραμόρφωσης που χαρακτηρίζουν τα περισσότερα σεισμικά κύματα. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες η μη γραμμική παραμόρφωση είναι σημαντική, συμπεριλαμβανομένων των εξής:

1. Υπάρχει ένα μη γραμμικό καθεστώς κοντά στις υπόγειες πυρηνικές εκρήξεις στις οποίες συμβαίνει μόνιμη θραύση και άλλος κατακερματισμός πετρωμάτων. Αυτές οι επιπτώσεις πρέπει να εξεταστούν κατά την ανάπτυξη μιας πλήρους θεωρίας για τον τρόπο ανάκτησης των ιδιοτήτων της πυρηνικής πηγής από καταγραφές του μακρινού κυματικού πεδίου.
2. Οι υψηλές τιμές εδαφικής επιτάχυνσης από μεγάλους σεισμούς μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα

τη μη γραμμική απόκριση σε ρηχά εδάφη. Αυτό μπορεί να μελετηθεί συγκρίνοντας τις σεισμικές καταγραφές επιφανείας και γεωτρήσεων για σεισμούς διαφορετικών μεγεθών. Όταν υπάρχει μια μη γραμμική τοπική απόκριση, τότε η εδαφική κίνηση των μεγάλων σεισμών δεν μπορεί να εκτιμηθεί από της καταγραφές των μικρότερων σεισμών.

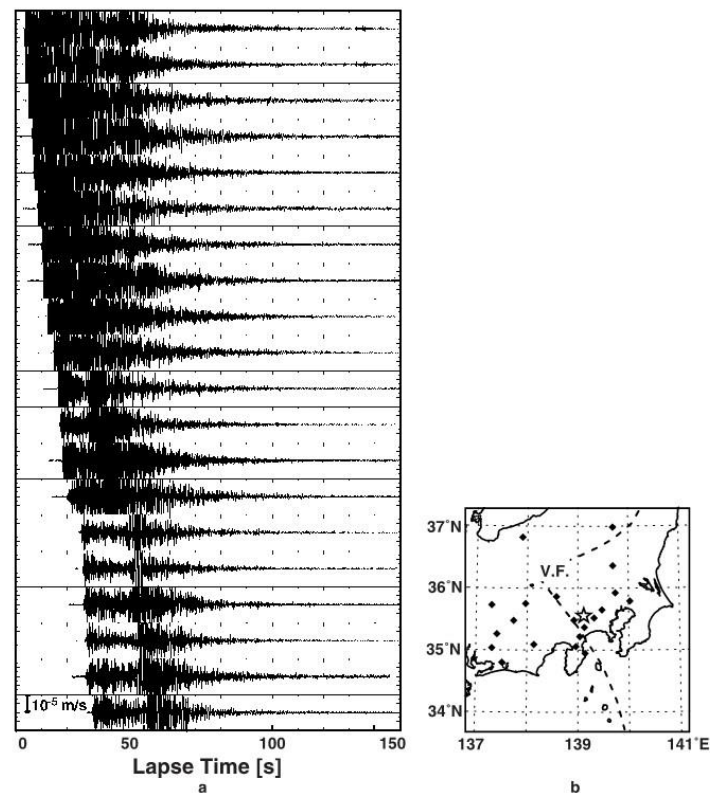


Σχήμα 3.8 Η επίδραση των διαφορετικών t^* στα παρατηρούμενα κύματα P που καταγράφονται στον σταθμό WWSSN σε όργανα μακράς και βραχείας περιόδου (Lay and Wallace, 1995).

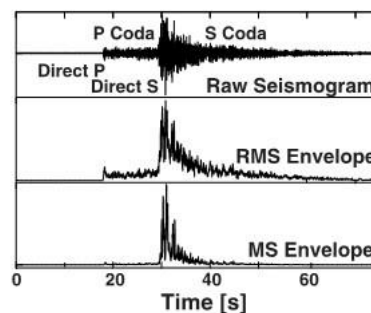
3.2 Κύματα S-Coda

Το πιο εμφανές στοιχείο για την τυχαία μικρού μήκους κύματος ετερογένεια της γης είναι η εμφάνιση ουραίων κυμάτων σε σειсмоγράμματα. Σε τυπικά σειсмоγράμματα τοπικών σεισμών, όπως αυτά που απεικονίζονται στο σχήμα 3.9, το άμεσο κύμα S ακολουθείται από κύματα των οποίων το πλάτος μειώνεται ομαλά με την αύξηση του χρόνου λήξης. Αυτά τα κύματα ονομάζονται «κύματα S coda» ή «coda». Αρχικά η λέξη «coda» χρησιμοποιήθηκε για να αναφέρεται στις ταλαντώσεις του εδάφους που συνεχίζονται μετά το πέρασμα των επιφανειακών κυμάτων ή το τμήμα της ουράς ενός σειсмоγράμματος. Αυτή η λέξη χρησιμοποιήθηκε για να αναφέρεται σε όλα τα κύματα εκτός από τα άμεσα κύματα: «P-coda» για τα κύματα μεταξύ των άμεσων κυμάτων P και S κυμάτων και «S coda» για τα κύματα που ακολουθούν τα άμεσα κύματα S. Το πλάτος του άμεσου κύματος S μειώνεται με την αύξηση της υποκεντρικής απόστασης. Ωστόσο, τα μέσα πλάτη S-coda, για παράδειγμα, αυτά που βρίσκονται σε χρόνο λήξης 100 δευτερολέπτων, έχουν σχεδόν ίσα πλάτη ανεξάρτητα από την επίκεντρική απόσταση. Για το χαρακτηρισμό των φακέλων S-coda υπολογίζεται συχνά το εξωμαλυμένο ίχνος του τετραγώνου του σειсмоγράμματος, το οποίο ονομάζεται φάκελος σειсмоγράμματος MS. Μερικές φορές λαμβάνοντας την τετραγωνική ρίζα του ίχνους MS, κατασκευάζεται φάκελος σειсмоγράμματος RMS. Στο σχήμα 3.10, παρουσιάζεται ένα σειсмоγράφημα ταχύτητας ενός τοπικού σεισμού (πάνω τμήμα), ο αντίστοιχος φάκελος σειсмоγράμματος RMS (μεσαίο τμήμα) και ένας φάκελος σειсмоγράμματος MS (κάτω τμήμα). Ο φάκελος MS, του οποίου το πλάτος είναι γραμμικά ανάλογο με την ενεργειακή πυκνότητα, είναι κατάλληλο για σύγκριση με τη σύνθεση που βασίζεται στη θεωρία μεταφοράς ακτινοβολίας. Από την άλλη πλευρά, οι φάκελοι RMS αντικατοπτρίζουν την οπτική εικόνα των ίδιων των σειсмоγραμμάτων. Οι Rautian and Khalturin (1978) μελέτησαν το πλάτος των coda για ένα ευρύ φάσμα χρόνων λήξης και ζωνών συχνοτήτων. Διαπίστωσαν ότι τα πρώτα τμήματα των ουραίων είναι διαφορετικά από σταθμό σε σταθμό. Ωστόσο, τα κύματα coda των σειсмоγραμμάτων που έχουν φιλτραριστεί με ζωνοπερατό φίλτρο έχουν ένα κοινό σχήμα σε όλους τους σταθμούς μετά από

περίπου δύο φορές και πάντα μετά από τρεις φορές το χρόνο διαδρομής των κυμάτων S από την πηγή στον δέκτη.



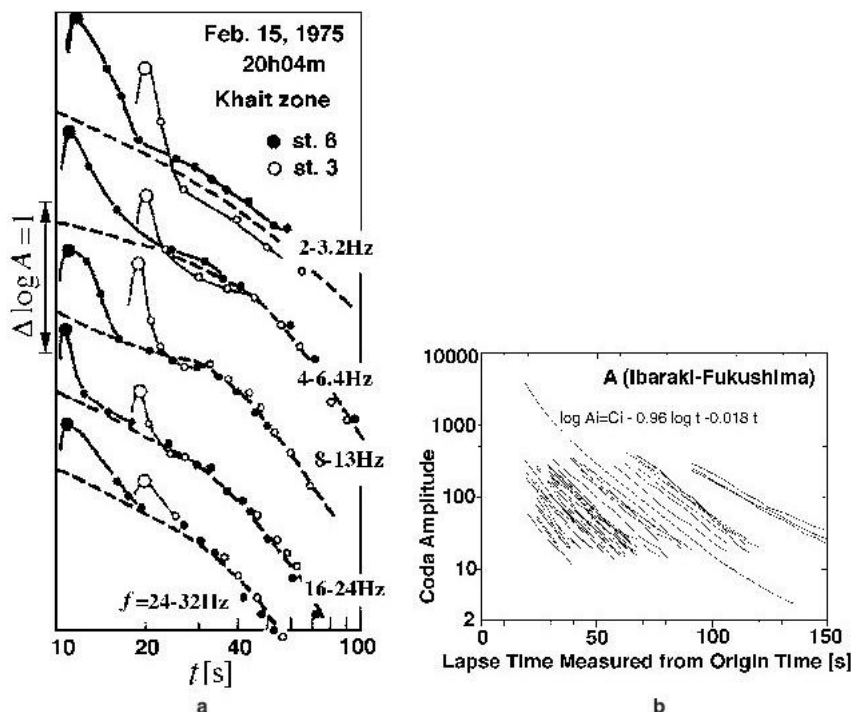
Σχήμα 3.9 (α) Σεισμογράμματα οριζόντιας συνιστώσας σεισμού του οποίου το μέγεθος είναι $ML = 4.6$ και το εστιακό βάθος είναι 19.3 km . Τα σεισμογράμματα διατάσσονται από πάνω προς τα κάτω κατά αύξουσα απόσταση από το επίκεντρο του σεισμού. (β) Κατανομή των σταθμών του δικτύου NIED (διαμάντια) στη περιοχή Kanto-Tokai της Ιαπωνίας των οποίων τα σεισμογράμματα απεικονίζονται στη διπλανή εικόνα. Το αστέρι υποδεικνύει το επίκεντρο (Obara and Sato, 1995).



Σχήμα 3.10 Παράδειγμα ενός σεισμογράματος με τους αντίστοιχους φακέλους (Sato and Fehler, 2009).

Το σχήμα 3.11α δείχνει τους φακέλους RMS που μετρούνται από σεισμογράμματα φιλτραρισμένα με ζώνοπερατό φίλτρο σε δύο σταθμούς για έναν τοπικό σεισμό στην Κεντρική Ασία, όπου η απόσταση των σταθμών είναι περίπου 45 km . Η εικόνα δείχνει την ομοιότητα των τμημάτων των κυμάτων coda του φακέλου στους δύο σταθμούς. Το σχήμα 3.11b δείχνει το πλάτος των coda έναντι του χρόνου λήξης για μια σειρά μικρών σεισμών στη περιοχή Kanto της Ιαπωνίας που καταγράφηκαν σε έναν μόνο σταθμό (Tsujiiura, 1978). Η ομοιότητα της καμπύλης για όλους τους σεισμούς είναι σαφής. Επίσης υπάρχει μικρή διαφορά μεταξύ κάθετων και οριζόντιων συνιστωσών των φακέλων S-coda μικρών τοπικών σεισμών, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.12. Το μέγεθος των τοπικών σεισμών

μπορεί να προσδιοριστεί από την μέση τιμή του πλάτους των απευθείας κυμάτων που μετρήθηκαν σε πολλούς σταθμούς μετά την εφαρμογή διόρθωσης απόστασης στα δεδομένα που προήλθαν από το κάθε σταθμό. Το μέγεθος που υπολογίζεται από τα πλάτη έχει βρεθεί ότι είναι ανάλογο με τον λογάριθμο της διάρκειας μιας καταγραφής ενός τοπικού σειсмоγράμματος, το οποίο είναι το χρονικό διάστημα που μετριέται από την άφιξη του κύματος P έως τη στιγμή που το πλάτος του S-coda μειώνεται στο επίπεδο του μικροθορύβου (Solon'ev, 1965).



Σχήμα 3.11 (α) Φάκελοι RMS σειсмоγραμμάτων σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων που ξεκινούν από το χρόνο άφιξης του κύματος S (μεγάλα σύμβολα) για ένα συμβάν που έχει εγγραφεί σε δύο σταθμούς με διαφορετικές επίκεντρες αποστάσεις στην Κεντρική Ασία. (Rautian and Khalturin, 1978) (β) Διάγραμμα των RMS πλάτων των αποσβενόμενων Coda συναρτήσει του χρόνου λήξης για τοπικούς σεισμούς στα 6 Hz που καταγράφηκε στο Tsukuba στη περιοχή Kanto της Ιαπωνίας, όπου η διακεκομμένη καμπύλη είναι η μέση καμπύλη απόσβεσης. (Tsujiiura, 1978)

Ιδιότητες κυμάτων S Coda

Διάφορες παρατηρήσεις σχετικά με τα κύματα coda, ορισμένες εκ των οποίων αναφέρθηκαν προηγουμένως, συγκεντρώθηκαν από τους Aki και Chouet και μπορεί να εξηγηθούν ικανοποιητικά από ένα «μοντέλο οπισθοσκέδασης». Συνοψίζοντας λοιπόν:

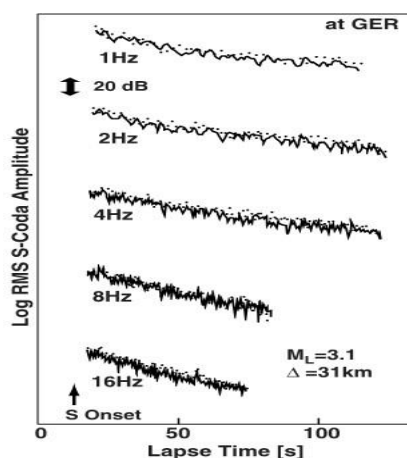
A. Το φασματικό περιεχόμενο του πρώιμου τμήματος ενός σειсмоγράμματος ενός τοπικού σεισμού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόσταση και τη φύση της διαδρομής του κύματος προς έναν σταθμό. Η διαφορά στο φάσμα μεταξύ των σταθμών, ωστόσο, μειώνεται στο τελευταίο τμήμα των σειсмоγραμμάτων και εξαφανίζεται στα κύματα coda.

B. Το μήκος των κυμάτων Coda είναι σχεδόν ανεξάρτητο από την επικεντρική απόσταση ή το αζιμούθιο για μια δεδομένη περιοχή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως μέτρο του μεγέθους ενός σεισμού.

Γ. Το φάσμα ισχύος των ουραίων κυμάτων από διαφορετικούς τοπικούς σεισμούς αποσβένεται συναρτήσει του χρόνου με τον ίδιο τρόπο σε όλους τους σταθμούς και για όλα τα γεγονότα μέσα σε μια δεδομένη περιοχή. Η χρονική καμπύλη εξασθένησης είναι ανεξάρτητη από το μέγεθος του σεισμού για συμβάντα με τοπικά μεγέθη $ML < 6$.

Δ. Το πλάτος των Coda ποικίλλει ανάλογα με την τοπική γεωλογία σε μια θέση καταγραφής. Μπορεί να είναι ακόμη και 58 φορές μεγαλύτερο σε ιζήματα από ό, τι στον γρανίτη. Είναι ενδιαφέρον ότι το

εύρος του εδαφικού μικροθορύβου τείνει να είναι ανάλογο με τον τοπικό συντελεστή της διέγερσης των coda, καθιστώντας τη συνολική διάρκεια τους σχεδόν ανεξάρτητη από την τοπική γεωλογία. Ε. Η μελέτη των κυμάτων Coda από σειсмоγράφους μικρών διατάξεων δείχνει ότι δεν είναι κανονικά επίπεδα κύματα προερχόμενα από το επίκεντρο.



Σχήμα 3.12 Φάκελοι RMS από σειсмоγράμματα κυμάτων coda από έναν τοπικό σεισμό που καταγράφηκε στη βραχώδη περιοχή GER στην κεντρική Ιαπωνία. Η συμπαγής καμπύλη αντιστοιχεί στην κατακόρυφη συνιστώσα και η διακεκομμένη καμπύλη στη συνιστώσα NS (Sato and Fehler, 2009).

3.3 Διασπορά

Η σεισμική διασπορά είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα πρωτεύον κύμα αλληλοεπιδρά με μια ετερογένεια του μέσου και παράγει νέα δευτερεύοντα κύματα. Τα P και S είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα επειδή θεωρούνται ότι αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των πρωτευόντων κυμάτων των τοπικών συμβάντων. Αν και οι Knopoff και Hudson (1964, 1967) έδειξαν ότι οι μετατροπές P σε S και S σε P μπορούν να μη ληφθούν υπόψη όταν αντικείμενο μελέτης είναι οι υψηλές συχνότητες των κυμάτων, η πλήρης επεξεργασία πρέπει να πραγματοποιηθεί μελετώντας τα διανυσματικά κύματα και συμπεριλαμβανομένης της πιθανότητας των μετατροπών αυτών. Η σεισμική σκέδαση μοιράζεται ένα κοινό θεωρητικό υπόβαθρο με πολλά διαφορετικά φυσικά πεδία. Μια γενική επισκόπηση αυτού μπορεί να βρεθεί στις μελέτες των Uscinsky (1977) και Ishimaru (1978).

Χαρακτηριστικά διασποράς

Τυχαία ανομοιογενή μέσα μοντελοποιούνται ως ομοιογενή μέσα υποβάθρου που έχουν ταχύτητα διάδοσης V_0 , που είναι πληρωμένα με κατανεμημένα σημεία-σκεδαστές με αριθμό πυκνότητας n (Σχήμα 3.13). Η κατανομή θεωρείται ότι είναι τυχαία ομοιογενής και ισοτροπική και η σκέδαση χαρακτηρίζεται από τη διαφορική διατομή σκέδασης $d\sigma / d\Omega$. Σύμφωνα με το σχήμα 3.14, μια στατική διαδικασία στην οποία το προσπίπτον κύμα με πυκνότητα ενεργειακής ροής J^0 αλληλεπιδρά με έναν σκεδαστή παράγει σφαιρικά εξερχόμενα κύματα με πυκνότητα ενεργειακής ροής J^1 . Η πυκνότητα ενέργειας-ροής ορίζεται ως η ποσότητα ενέργειας που διέρχεται ανά μονάδα επιφάνειας κάθετη προς την κατεύθυνση διάδοσης ανά μονάδα χρόνου. Στη συνέχεια, η ποσότητα ενέργειας που διασκορπίζεται ανά μονάδα χρόνου σε ένα δεδομένο στοιχείο στερεάς γωνίας $d\Omega$ είναι $J^1 r^2 d\Omega$, όπου το $r^2 d\Omega$ είναι το αντίστοιχο στοιχείο επιφάνειας. Η διατομή διαφορικής διασποράς ορίζεται ως η αναλογία:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{J^1 r^2}{J^0} \quad (37)$$

Για ένα μέσο πληρωμένο με σκεδαστές, η ενέργεια σκέδασης ανά μονάδα όγκου δίνεται από το γινόμενο του αριθμού πυκνότητας και της διαφορικής διατομής διασποράς, που καλείται συντελεστής διασποράς (Aki and Chouet, 1975):

$$g = 4\pi n \frac{d\sigma}{d\Omega} \quad (38)$$

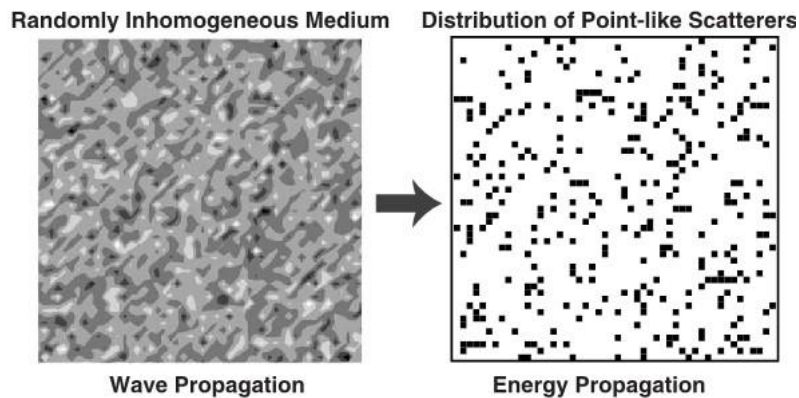
Η ποσότητα g έχει διάσταση αντίστροφου μήκους. Η δύναμη διασποράς μπορεί να χαρακτηριστεί μόνο με τη χρήση του συντελεστή διασποράς. Σε αυτή τη σχέση, δεν γίνεται διάκριση μεταξύ μικρού αριθμού ισχυρών σκεδαστών από ένα μεγάλο αριθμό αδύναμων σκεδαστών. Ο συνολικός συντελεστής διασποράς προσδιορίζεται ως η μέση τιμή όλων των διευθύνσεων:

$$g_0 \equiv \frac{1}{4\pi} \oint g d\Omega = n \oint \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega = n\sigma_0 = l^{-1} = Q_{sc}^{-1} k \quad (39)$$

όπου σ_0 είναι η συνολική διατομή διασποράς που είναι το ολοκλήρωμα της διατομής διαφορικής διασποράς για μια στερεά γωνία. Το αντίστροφο του συνολικού συντελεστή διασποράς είναι η μέση ελεύθερη διαδρομή l . Η ενέργεια του προσπίπτοντος κύματος μειώνεται με την αύξηση της απόστασης της διαδρομής λόγω σκεδάσεων όπου προσδιορίζεται η απόσβεση λόγω σκέδασης Q_{sc}^{-1} για κύματα με κυματαριθμό k . Για πρόσπτωση επίπεδων κυμάτων η πυκνότητα ενέργειας-ροής για απόσταση διαδρομής x μειώνεται ως $\exp(-g_0 x) = \exp(-Q_{sc}^{-1} k x)$. Το απλούστερο μοντέλο είναι αυτό της ισοτροπικής διασποράς που δίνεται από:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\sigma_0}{4\pi} \quad \text{και} \quad g = g_0 \quad (40)$$

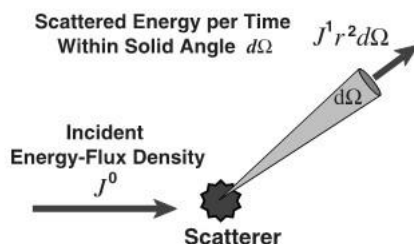
Αφού οι σκεδαστές θεωρούνται ότι είναι τυχαία κατανομημένοι, τα κύματα διασποράς δεν παρουσιάζουν συσχέτιση, οπότε οι φάσεις δεν λαμβάνονται υπόψη και η δύναμη των κυμάτων διασποράς μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα της δύναμης των κυμάτων διασποράς.



Σχήμα 3.13 Μοντελοποίηση ενός τυχαίου μέσου ως μια κατανομή σημειακών σκεδαστών (Sato and Fehler, 2009).

Η μέση ελεύθερη διαδρομή l είναι η παράμετρος που ελέγχει την ενέργεια που μεταφέρεται από τα πρωτεύοντα κύματα στα κύματα που προήλθαν από σκέδαση στη διαδρομή όπου διαδίδονται. Οι σκεδαστές μειώνουν την μέση πυκνότητα ενεργειακής ροής των προσπίπτοντων επίπεδων κυμάτων

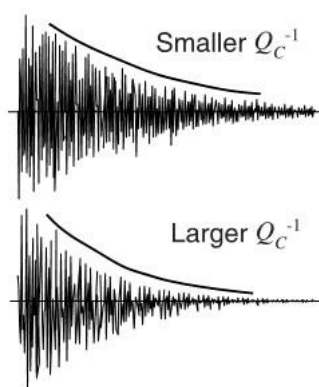
κατά $e^{-x/l}$ με το x να είναι η απόσταση κατά μήκος της διεύθυνσης διάδοσης. Η μέση ελεύθερη διαδρομή αξιολογεί τη κατανομή των σκεδαστών στη Γ και παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τα τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής.



Σχήμα 3.14 Έννοια της διατομής διαφορικής σκέδασης ενός μονού σκέδαση (Sato and Fehler, 2009).

3.4 Μετρήσεις Απόσβεσης των Κυμάτων Coda

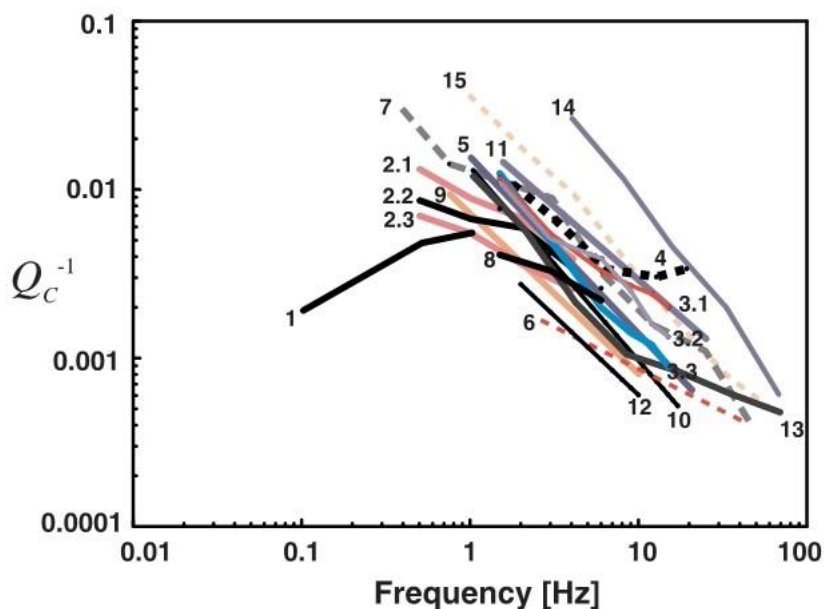
Όπως αναφέρθηκε από τους Rautian and Khalturin (1978), για μια δεδομένη περιοχή, τα κύματα S coda έχουν παρόμοια καμπύλη εξασθένησης πλάτους για χρόνο λήξης μεγαλύτερο από το διπλάσιο του χρόνου διαδρομής των κυμάτων S. Το σχήμα αυτής της καμπύλης εξασθένησης ποσοτικοποιείται χρησιμοποιώντας την παράμετρο Q της εξασθένησης των Coda. Είναι δυνατή η μέτρηση του Q_C^{-1} από την ανάλυση των καταγραφών που λαμβάνονται σε έναν μόνο σταθμό, ο οποίος επιτρέπει τη διενέργεια μετρήσεων ακόμη και σε περιοχές με αραιή κάλυψη σταθμών. Η εξασθένηση Q_C^{-1} χαρακτηρίζει τη μείωση του πλάτους των ουραίων κυμάτων με το χρόνο λήξης όπως απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 3.15. Εάν το εύρος του ζωνοπερατού φίλτρου που χρησιμοποιείται στις καταγραφές είναι πολύ μικρό, ο φιλτραρισμένος φάκελος coda αλλάζει γρήγορα και μια σταθερή εκτίμηση του Q_C^{-1} γίνεται δύσκολη. Οι εκτιμήσεις του Q_C^{-1} γίνονται συνήθως από γραφικές παραστάσεις του λογάριθμου του γινομένου του χρόνου λήξης που έχει υψωθεί στην σωστή δύναμη και του πλάτους MS coda που μετριέται για μερικούς κύκλους έναντι του χρόνου λήξης.



Σχήμα 3.15 Σεισμογράμματα που δείχνουν χαμηλή και υψηλή απόσβεση των κυμάτων coda (Sato and Fehler, 2009).

Στη συνέχεια, το Q_C^{-1} μπορεί να εκτιμηθεί απευθείας από τη κλίση της απόσβεσης έναντι του χρόνου λήξης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων. Οι Takahara and Yomogida (1992) πρότειναν έναν άλλο τρόπο εκτίμησης του Q_C^{-1} με βάση τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας. Σε ορισμένες μελέτες, η εκτίμηση σταθεροποιείται χρησιμοποιώντας δεδομένα από πολλά σεισμογράμματα και ταυτόχρονα βρίσκοντας τη κλίση της απόσβεσης που ταιριάζει καλύτερα σε

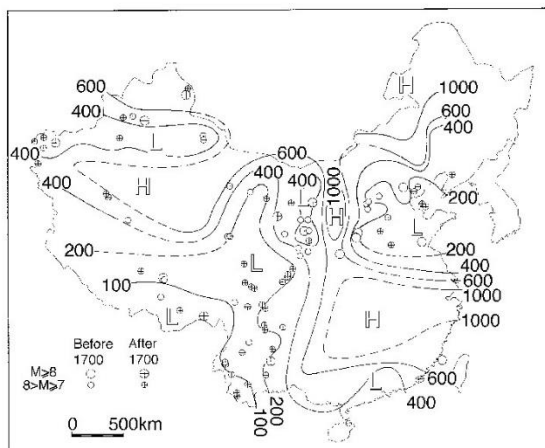
όλα τα δεδομένα (Fehler et al., 1988). Οι περιφερειακές μετρήσεις του Q_C^{-1} που έγιναν σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν συγκριθεί με τη σεισμοτεκτονική δραστηριότητα και έχουν αξιολογηθεί και δημοσιευτεί (Herraz and Espinosa, 1987; Matsumoto, 1995). Το σχήμα 3.16 είναι μια συλλογή των αναφερόμενων Q_C^{-1} . Οι διακυμάνσεις από περιοχή σε περιοχή διαφέρουν κατά συντελεστή πάνω από 10. Γενικά, το Q_C^{-1} είναι περίπου 10^{-2} στα 1 Hz και μειώνεται σε περίπου 10^{-3} στα 20 Hz. Το Q_C^{-1} είναι γενικά μεγαλύτερο σε ηφαιστειακές περιοχές και στον ανώτερο φλοιό.



Σχήμα 3.16 Διάγραμμα απόσβεσης των κυμάτων coda Q_C^{-1} συναρτήσει της συχνότητας για διάφορες περιοχές: 1), κεντρική και νότια Αλάσκα (Biswas and Aki, 1984), 2.1) (Ισλανδία), 2.2) (Γκαλαπάγκος), 2.3) (Γκουάμ), ωκεάνια λιθόσφαιρα (Jin et al., 1985), 3.1) κεντρική Καλιφόρνια, 3.2) Χαβάη, 3.3) Long Valley στην Καλιφόρνια (Mayeda et al., 1992), 4) ηφαίστειο Campi Flegrei στη νότια Ιταλία (Del Pezzo et al., 1985), 5) Νεκρά Θάλασσα (Eck, 1988), 6) Garm, στη κεντρική Ασία (Rautian and Khalturin, 1978), 7) Hindu-Kush (Roecker et al., 1982), 8) Kanto-Tokai στην Ιαπωνία (Fehler et al., 1992), 9) New England στις Η.Π.Α. (Pulli, 1984), 10) νότια Νορβηγία (Kvamme και Havskov, 1989), 11) Petatlan, Guerrero, Mexico (Rodriguez et al., 1983), 12) Νότια Καρολίνα στις Η.Π.Α. (Reha, 1984), 13) δυτικό Nagano στην Ιαπωνία (Kosuga, 1992), 14) ανώτερος φλοιός στο Ashio της περιχής Kanto στην Ιαπωνία (Baskoutas and Sato, 1989), 15) ανώτερος φλοιός στο δυτικό Nagano στην Ιαπωνία (Kosuga, 1992).

Η κοινή μορφή της σχέσης μεταξύ Q και συχνότητας είναι ένας νόμος ισχύος $Q = Q_0 f^\alpha$, όπου το Q_0 είναι ένα Q αναφοράς σε συχνότητα 1 Hz και α είναι μια αριθμητική σταθερά (Singh and Herrman 1983; Kvamme and Havskov 1989; Ambeh and Fairhead 1989). Τόσο οι Kvamme and Havskov (1989) για τη Νορβηγία όσο και οι Ambeh and Fairhead (1989) για τη Δυτική Αφρική βρήκαν τιμές η κοντά στο 1, δηλαδή μια γραμμική σχέση μεταξύ Q και συχνότητας. Οι Ibanez et al. (1990) βρήκαν το α να κυμαίνεται μεταξύ 0.81 και 0.89 στη νότια Ισπανία. Ωστόσο, έχουν βρεθεί τιμές η 0.3 για τον Ανατολικό Καναδά (Woodgold, 1990) και οι Lindley and Archuleta (1992) βρήκαν αρνητικές τιμές του α στην Καλιφόρνια, δηλαδή το Q να μειώνεται με τη συχνότητα. Αυτός ο αριθμός δείχνει καθαρά ότι το Q_C είναι υψηλότερο (το Q_C^{-1} είναι μικρότερο) σε τεκτονικά σταθερές περιοχές και χαμηλότερο σε ενεργές περιοχές. Οι Jin and Aki (1988) μέτρησαν το Q_C στην Κίνα. Το σχήμα 3.17 δείχνει τις ισοκαμπύλες του Q_C στα 1 Hz μαζί με τις θέσεις μεγάλων ιστορικών σεισμών. Διαπίστωσαν ότι μεγάλοι ιστορικοί σεισμοί σημειώθηκαν σε περιοχές με μικρό Q_C . Το Q_C είναι πολύ χαμηλό λαμβάνοντας τιμές κοντά στο 100 στο Θιβέτ, όπου η ενεργή ηπειρωτική σύγκρουση έχει προκαλέσει ταχεία και μεγάλη ανύψωση. Οι Matumoto and Hasegawa (1989) ανέφεραν μεγάλο Q_C^{-1} κοντά σε ενεργά ηφαίστεια και τις ακτές της Ιαπωνίας όπου η ταχύτητα των κυμάτων S είναι σχετικά χαμηλή. Η εξασθένηση των ουραίων κυμάτων μετρήθηκε ευρέως στον κόσμο, κυρίως για εύρος συχνοτήτων

μεταξύ 1 και 30 Hz, ως παράμετρος για τον χαρακτηρισμό της ετερογένειας της λιθόσφαιρας. Επίσης έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες για περαιτέρω μελέτη της ετερογένειας για μικρότερα μήκη κύματος με τη χρήση φακέλων σειсмоγράμματος που περιέχουν συχνότητες των εκατοντάδων Hz που έχουν αναλυθεί ως μέρος των ερευνών για ανίχνευση διαρρήξεων σε μεταλλεία χρυσού (Cichowicz and Green, 1989; Gibowicz and Kijko, 1994).



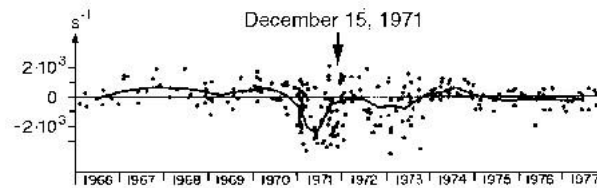
Σχήμα 3.17 Χάρτης ισοκαμπυλών τιμών του συντελεστή εξασθένησης των κυμάτων Coda Q_c στα 1 Hz στην Κίνα. Οι κύκλοι υποδεικνύουν θέσεις ιστορικών σεισμών μεγέθους μεγαλύτερου από 7 (Jin and Aki, 1988).

Χρονικές διακυμάνσεις των χαρακτηριστικών των κυμάτων Coda

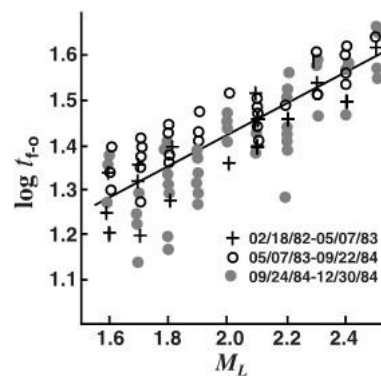
Δεδομένου ότι τα κύματα coda διέρχονται μέσω ενός όγκου πετρωμάτων σε μια περιοχή, οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών των coda μπορεί να είναι πιο ευαίσθητες σε μικρές χρονικές μεταβολές από τις μετρήσεις της ταχύτητας ή της εξασθένησης χρησιμοποιώντας τα απευθείας κύματα μέσω των οποίων μπορούν να προσδιοριστούν οι ιδιότητες του μέσου διάδοσης μεταξύ της πηγής και του δέκτη (Aki, 1985). Ο Chouet (1979) ήταν ο πρώτος που ανέφερε χρονική μεταβολή στο Q_c^{-1} από παρατηρήσεις που έγιναν στο Stone Canyon της Καλιφόρνια. Βρήκε μια σημαντική αύξηση στο Q_c^{-1} στο εύρος συχνοτήτων 1.5 έως 24 Hz κατά τη διάρκεια μιας περιόδου παρατήρησης περίπου ενός έτους. Ωστόσο, η χρονική μεταβολή δεν μπορούσε να συσχετιστεί με οποιαδήποτε σεισμική δραστηριότητα. Οι Gusev και Lemzikov (1985) ανέφεραν μια πρόδρομη μείωση της παραμέτρου απόσβεσης των coda, που αντιστοιχεί σε αύξηση του Q_c^{-1} , πριν από τον σεισμό Ust-Kamchatsk ($M_s = 7.8$, 1971). Η διακύμανση ξεκίνησε στα τέλη του 1970 και πήρε την ελάχιστη τιμή μισό χρόνο πριν από το κύριο σεισμό. Παρατήρησαν επίσης αύξηση της διασποράς των μετρήσεων για ένα έτος πριν από το κύριο σεισμό (Σχήμα 3.18).

Μια αύξηση της διασποράς μεταξύ των μεμονωμένων μετρήσεων του Q_c^{-1} αναφέρθηκε πριν από έναν σεισμό με $M_L = 5.2$ (26 Φεβρουαρίου 1983) στην Κεντρική Ασία (Sato et al., 1988). Μια αλλαγή στη σχέση μεταξύ της διάρκειας των Coda και του τοπικού μεγέθους που καθορίστηκε από τον μέσο όρο του δικτύου των μέγιστων πλάτους αναφέρθηκε από τον Sato (1987) για τον σεισμό του δυτικού Nagano ($M_s = 6.8$, 14 Σεπτεμβρίου 1984) στην Ιαπωνία. Αναλύθηκαν τα δεδομένα από τον Φεβρουάριο του 1982 έως τον Δεκέμβριο 1984. Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.19, κατά την περίοδο Μάιος 1983 - Σεπτέμβριος 1984 κυρίως πριν από το κύριο σεισμό, η διάρκεια των Coda (ανοιχτοί κύκλοι) ήταν μεγαλύτερη για ένα δεδομένο τοπικό μέγεθος από τον μέσο όρο για ολόκληρη την περίοδο (σταθερή γραμμή). Η επιμήκυνση της διάρκειας των Coda μπορεί να ερμηνευθεί ως αύξηση της ισχύος σκέδασης κατά το στάδιο προετοιμασίας του σεισμού. Χρονική μεταβολή στο Q_c^{-1} αναφέρθηκε πριν και μετά από την έκρηξη του όρους της Αγίας Ελένης (Fehler et al., 1988). Το σχήμα 3.20α δείχνει σειсмоγράμματα τοπικών σεισμών που καταγράφηκαν κοντά στη κορυφή του ηφαιστείου πριν και μετά την έκρηξη στις 2-6 Σεπτεμβρίου 1981. Η διαφορά μεταξύ των φακέλων τους χαρακτηρίζεται από το Q_c^{-1} όπως φαίνεται στο σχήμα 3.20b. Το Q_c^{-1} ήταν 20 -30% μεγαλύτερο

πριν από την έκρηξη από ό,τι μετά από αυτή. Οι αλλαγές στο Q_C^{-1} ερμηνεύθηκαν ότι προκλήθηκαν από μεταβολές στην πυκνότητα ρωγμών που προκλήθηκαν λόγω διόγκωσης του ηφαιστειακού οικοδομήματος.



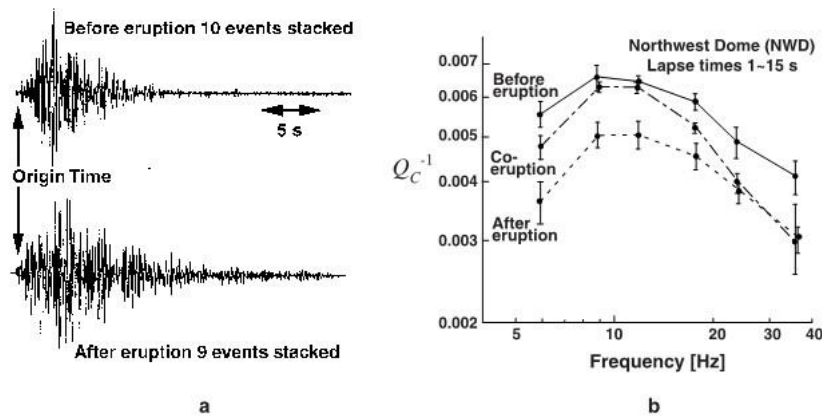
Σχήμα 3.18 Μέτρηση της παραμέτρου απόσβεσης των Coda Q_c συναρτήσει του χρόνου πριν και μετά τον σεισμό στη Καμτσάτκα μεγέθους $M_s = 7.8$. Η σταθερή καμπύλη που διέρχεται μεταξύ των οκτώ σημείων δεδομένων αποτελεί τη μέση τιμή του Q_c σε σχέση με το χρόνο (Gusev and Lenzikov, 1985).



Σχήμα 3.19 Λογόριθμος της διάρκειας των ουραίων κυμάτων έναντι του τοπικού μεγέθους πριν και μετά τον σεισμό του δυτικού Nagano στην Ιαπωνία μεγέθους $M_s = 6.8$, όπου η γραμμή είναι η ευθεία παλινδρόμησης για όλα τα δεδομένα (Sato, 1987).

Αν και έχουν υπάρξει πολλές μελέτες που δείχνουν μια θετική συσχέτιση μεταξύ των χρονικών διακυμάνσεων στα χαρακτηριστικά των Coda και της εμφάνισης μεγάλων σεισμών, υπήρξαν σημαντικές κριτικές για τις μελέτες στα μέσα της δεκαετίας του 1980 (Sato, 1988c; Frankel, 1991; Ellsworth, 1991). Μεταξύ των πιο σοβαρών κριτικών είναι οι πιθανές επιρροές από τη χρήση διαφορετικών χρόνων λήξης, διαφορετικών εστιακών περιοχών και σεισμών που έχουν διαφορετικούς μηχανισμούς γένεσης για τον προσδιορισμό των χρονικών μεταβολών στα χαρακτηριστικά των coda. Κατά τη μελέτη της χρονικής διακύμανσης του Q_C^{-1} ως πιθανό πρόδρομο φαινόμενο μεγάλων σεισμών, οι αλλαγές στους χρόνους λήξης των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε εσφαλμένο συμπέρασμα σχετικά με τη χρονική μεταβολή του Q_C^{-1} . Επειδή πολλοί από τους ερευνητές που έχουν μελετήσει τη χρονική διακύμανση δεν έχουν αναφέρει τους χρόνους λήξης που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες τους, υπάρχει ανησυχία ότι τα αποτελέσματά τους μπορεί να έχουν επηρεαστεί από τις μεταβολές στους χρόνους λήξης των δεδομένων που αναλύθηκαν. Επιπλέον, εάν χρησιμοποιούνται δεδομένα από τα πρώιμα κύματα coda, τα αποτελέσματα μπορούν να επηρεαστούν σημαντικά από τον μηχανισμό γένεσης των σεισμών που μελετήθηκαν και από τη γωνία μεταξύ της καθέτου προς το επίπεδο διάρρηξης και του σταθμού παρατήρησης. Οι παρατηρήσεις των αλλαγών του Q_C^{-1} δεν είναι συστηματικές μεταξύ των μελετών που αναφέρθηκαν. Σε ορισμένες περιπτώσεις αναφέρθηκαν αυξήσεις και σε άλλες περιπτώσεις οι τιμές μειώθηκαν πριν από μεγάλους σεισμούς. Ως αποτέλεσμα αυτών των κριτικών οι αναλύσεις της χρονικής μεταβολής στο Q_C^{-1} πρέπει να γίνονται με μεγαλύτερη προσοχή όσο αφορά το χρόνο λήξης

και στα εστιακά βάθη των σεισμών που χρησιμοποιούνται στις μελέτες.



Σχήμα 3.20 (α) Συσσωρευμένα σειсмоγράμματα πριν και μετά την έκρηξη του όρους της Αγίας Ελένης δείχνουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των κυμάτων coda για τις δύο περιόδους. (β) Διάγραμμα Q_c^{-1} συναρτήσει συχνοτήτων με ελάττωση των τιμών του συντελεστή κατά τη διάρκεια της έκρηξης και μετά από αυτή (Fehler et al., 1988).

Οι Aki and Chouet (1975) ανέπτυξαν δύο απλά θεωρητικά μοντέλα διέγερσης των ουραίων κυμάτων: το μοντέλο οπισθοσκέδασης και το μοντέλο διάχυσης. Το πρώτο βασίστηκε στην απλή υπόθεση ότι τα σεισμικά κύματα σκεδάζονται μια μόνο φορά κατά τη διαδρομή τους από την πηγή στον σταθμό. Το δεύτερο περιγράφει τα ουραία κύματα μέσω μιας εξίσωσης διάχυσης. Εισήγαγαν επίσης το Q των κυμάτων coda ως παράμετρο για τον υπολογισμό της ανελαστικής απώλειας ενέργειας του κυματικού πεδίου.

Μοντέλο οπισθοσκέδασης για κοινή θέση πηγής και δέκτη

Οι Aki και Chouet (1975) πρότειναν το μοντέλο οπισθοσκέδασης για να εξηγήσουν τη χρονική εξάρτηση της ενεργειακής πυκνότητας διασποράς στη θέση της πηγής στο τρισδιάστατο χώρο. Έλαβαν υπόψη τη περίπτωση της τυχαίας σφαιρικής ακτινοβολίας της συνολικής ενέργειας W από τη πηγή όπως απεικονίζεται στο σχήμα 3.21. Δεν έλαβαν υπόψη την πόλωση και τον διαχωρισμό της ενέργειας σε τρεις συνιστώσες. Η προσπίπτουσα πυκνότητα ενέργειας -ροής σε έναν σκεδαστή 1 που βρίσκεται στο z δίνεται από:

$$\frac{W}{4\pi r_a^2} \delta\left(t - \frac{r_a}{V_0}\right) \quad (41)$$

όπου $r_a = z$. Η πυκνότητα ενέργειας-ροής της οπισθοσκέδασης στην πηγή από έναν σκεδαστή δίνεται από:

$$\frac{W}{4\pi r_a^2} \delta\left(t - \frac{2r_a}{V_0}\right) \frac{1}{r_a^2} \frac{d\sigma}{d\Omega} \bigg|_{\pi} \quad (42)$$

Η συνάρτηση δ περιλαμβάνει τη χρονική καθυστέρηση για τη διαδρομή μεταξύ πηγής και δέκτη και το π υποδεικνύει τη σκέδαση προς τα πίσω. Διαιρώντας την πυκνότητα ενέργειας-ροής με τη ταχύτητα των κυμάτων V_0 , υπολογίζεται η πυκνότητα ενέργειας. Αθροίζοντας την πυκνότητα

ενέργειας για όλους τους σκεδαστές:

$$E^1(x=0, t) = \sum_{\text{Scatterers}} \frac{W}{4\pi r_a^2} \delta\left(t - \frac{2r_a}{V_0}\right) \frac{1}{r_a^2} \frac{d\sigma}{d\Omega} \Big|_{\pi} \frac{1}{V_0} \quad (43)$$

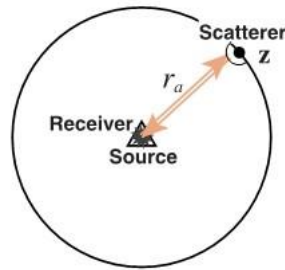
όπου το 1 σημαίνει μία σκέδαση. Πολλαπλασιάζοντας με την πυκνότητα των σκεδαστών n , το άθροισμα αντικαθιστάται από ολοκλήρωση για όλο τον χώρο. Η πυκνότητα ενέργειας δίνεται λοιπόν από:

$$E^1(x=0, t) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{W}{4\pi r_a^2} \delta\left(t - \frac{2r_a}{V_0}\right) \frac{n}{r_a^2} \frac{d\sigma}{d\Omega} \Big|_{\pi} \frac{1}{V_0} dz \quad (44)$$

Αντικαθιστώντας τη σχέση (43) και ολοκληρώνοντας την παραπάνω σχέση σε σφαιρικές συντεταγμένες:

$$\begin{aligned} E^1(x=0, t) &= \int_0^{\infty} \frac{W}{4\pi r_a^2} \delta\left(r_a - \frac{V_0 t}{2}\right) \frac{V_0}{2} \frac{1}{r_a^2} \frac{g_{\pi}}{4\pi} \frac{1}{V_0} 4\pi r_a^2 dr_a \\ &= \frac{W g_{\pi}}{8\pi \left(\frac{V_0 t}{2}\right)^2} H(t) = \frac{W g_{\pi}}{2\pi V_0^2 t^2} H(t) \propto t^{-2} \end{aligned} \quad (45)$$

όπου H είναι συνάρτηση βήματος. Η πυκνότητα ενέργειας απλής σκέδασης στη θέση της πηγής μειώνεται με το αντίστροφο του τετραγώνου του χρόνου λήξης το οποίο σημαίνει ότι το RMS του πλάτους των κυμάτων coda μειώνεται με το αντίστροφο του χρόνου λήξης. Η ενέργεια απλής διασποράς είναι ανάλογη του συντελεστή οπισθοσκέδασης $g_{\pi} = 4\pi (d\sigma / d\Omega) \Big|_{\pi}$.



Σχήμα 3.21 Γεωμετρία του μοντέλου οπισθοσκέδασης (Sato and Fehler, 2009).

Για την πρακτική ανάλυση, εισάγεται η φαινομενολογική απόσβεση με πολλαπλασιασμό με έναν εκθετικό συντελεστή απόσβεσης σε γωνιακή συχνότητα ω :

$$E^1(x=0, t) = \frac{W g_{\pi} H(t)}{2\pi V_0^2 t^2} e^{-Q_C^{-1} \omega t} \quad (46)$$

όπου Q_C^{-1} είναι ο συντελεστή απόσβεσης των κυμάτων coda.

Η ενεργειακή πυκνότητα των κυμάτων coda σε μια ζώνη συχνοτήτων που έχει κεντρική συχνότητα f

γράφεται ως άθροισμα της μέσης τιμής του τετραγώνου της ταχύτητας σωματιδίων των S coda $\dot{u}_i^{SCoda}(t; f)$ των τριών συνιστωσών:

$$E^{SCoda}(t; f) = \left\langle \sum_{i=1}^3 \frac{\rho_0}{2} \left| \dot{u}_i^{SCoda}(t; f) \right|^2 + Elastic\ Energy \right\rangle_T = \sum_{i=1}^3 \rho_0 \left\langle \left| \dot{u}_i^{SCoda}(t; f) \right|^2 \right\rangle_T \quad (47)$$

όπου ρ_0 είναι η πυκνότητα της μάζας, η ελαστική ενέργεια είναι η δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται στο μέσο διάδοσης και $\langle \dots \rangle_T$ είναι ο κυλιόμενος μέσος όρος χρόνου για μερικούς κύκλους πλήρους ταλάντωσης γύρω από το χρόνο t . Η τελευταία σχέση λαμβάνεται χρησιμοποιώντας την ισότητα της κινητικής ενέργειας και της ελαστικής ενέργειας, η οποία ισχύει για στατικά κύματα. Όταν υπάρχει διαθέσιμη μόνο μια συνιστώσα η ενεργειακή πυκνότητα που προκύπτει από τη συνιστώσα αυτή πολλαπλασιάζεται επί 3 για να ληφθούν υπόψη τα δεδομένα που λείπουν, καθώς τα πλάτη και των τριών συνιστωσών είναι σχεδόν ίσα μεταξύ τους.

Μέθοδος απλής οπισθοσκέδασης για κύματα coda

Στην υπόθεση μιας διαδικασίας απλής σκέδασης, και για μια πηγή τοποθετημένη στην ίδια θέση με το δέκτη η μείωση του πλάτους των κυμάτων coda ως συνάρτηση του χρόνου t (χρόνος λήξης) μεγαλύτερου από το χρόνο γένεσης και της συχνότητας f μπορεί να εκφραστεί ως:

$$A(f, t) = t^{-\beta} A_0 e^{-\pi f t / Q_c(f)} \quad (48)$$

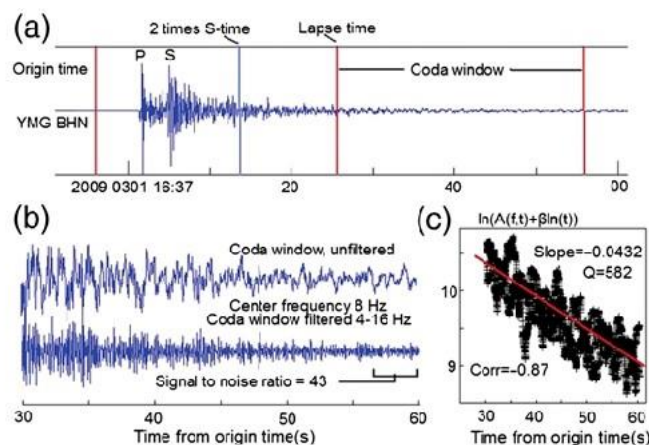
όπου το A_0 είναι το αρχικό πλάτος, β είναι ο συντελεστής γεωμετρικής εξάπλωσης. Το $Q_c(f)^{-1}$ εκτιμάται λαμβάνοντας τους λογαρίθμους και των δύο πλευρών της προηγούμενης σχέσης:

$$\ln[A(f, t)] + \beta \ln(t) = \ln(A_0) - \pi f t / Q_c(f) \quad (49)$$

Απεικονίζοντας το φάκελο του $\ln[A(f, t)] + \beta \ln(t)$ ως συνάρτηση του t για μια κεντρική συχνότητα (με εφαρμογή ζωνοπερατού φίλτρου γύρω από αυτή τη συχνότητα), προσδιορίζεται η ευθεία παλινδρόμησης με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, που έχει κλίση $-\pi f / Q_c(f)$ και το $Q_c(f)$ μπορεί να προσδιοριστεί από αυτή (Σχήμα 3.22). Ο φάκελος λαμβάνεται από υπολογισμό των τιμών (rms) σε ένα τρέχον παράθυρο συγκεκριμένου μήκους που ξεκινά σε ορισμένο χρόνο, τον χρόνο λήξης.

Η μέθοδος αυτή που χρησιμοποιεί τον φάκελο απόσβεσης coda Q αποκαλείται και μέθοδος απόσβεσης των κυμάτων coda (CWD) και είναι η πιο συνηθισμένη προσέγγιση για το προσδιορισμό του Q και έχει εφαρμοστεί σε πολλές εργασίες των τελευταίων 30 ετών (π.χ. Zelt et al., 1999; Bianco et al., 2002; Mak et al., 2004; Yun et al., 2007; Mukhopadhyay et al., 2008; Carcole και Sato, 2010; Rahimi et al., 2010; Calvetand Margerin, 2013; Farrokhi et al., 2015; Khan et al., 2015; Singhet al., 2015).

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα SEISAN (Havskov and Ottermoller, 2020) για τον υπολογισμό της τιμής του Q των κυμάτων coda και εφαρμόστηκε στην εργασία αυτή για ένα αριθμό σεισμών που καταγράφηκαν από συγκεκριμένους σταθμούς.



Σχήμα 3.22 Διαδικασία υπολογισμού του coda Q . (a) Σεισμογράμμα που απεικονίζει το ίχνος ενός σεισμού δίχως την εφαρμογή φίλτρου και τη θέση του παραθύρου coda που επιλέχθηκε. Ο χρόνος λήξης (το χρονικό διάστημα από το χρόνο γένεσης του συμβάντος μέχρι τον χρόνο έναρξης του παραθύρου των coda) είναι μεγαλύτερος από το διπλάσιο του χρόνου διαδρομής των κυμάτων S . (b) Το παράθυρο που απεικονίζει την εξασθένιση των κυμάτων coda με και χωρίς την εφαρμογή φίλτρου. (c) Ο φάκελος των coda συναρτήσει του χρόνου. Το σετ δεδομένων αντιστοιχεί στο κανάλι YMG BHN για το συμβάν με χρόνο γένεσης 2009 0301 16:36 56.0. (Havskov et al., 2016)

Στην εργασία αυτή μελετώνται και παρατίθενται η σεισμικότητα της περιόδου Απρίλιος -Μάιος 2018 στη Χαβάη και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή του Kilauea και στην περιοχή της LERZ καθώς και η σεισμική απόσβεση όπως υπολογίζεται βάσει επιλεγμένων σεισμών αυτής της περιόδου.

Κεφάλαιο 4: Ανάλυση Σεισμικής Δραστηριότητας

Στα πλαίσια αυτής της διατριβής πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός των εστιακών παραμέτρων των σεισμικών συμβάντων της περιόδου Απριλίου – Μαΐου 2018 στο ηφαίστειο Kilauea. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Location. Στόχος είναι, με τη χρήση κυρίως των σταθμών που βρίσκονταν σε μικρή απόσταση από την περιοχή που έλαβε χώρα η ηφαιστειακή δραστηριότητα, ο όσο το δυνατόν καλύτερος προσδιορισμός των υποκέντρων όλων των σεισμικών συμβάντων, εφόσον οι καταγραφές τους επιτρέπουν να πραγματοποιηθεί η ανάλυση αυτή. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής δίνουν τη δυνατότητα μελέτης της χωρικής και χρονικής κατανομής των σεισμικών συμβάντων πριν και κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας.

4.1 Πρόγραμμα Location

Το πρόγραμμα LOCATION, τρέχει σε περιβάλλον MATLAB, έχοντας ως δεδομένα σεισμικές καταγραφές, σε μορφή SAC αρχείων. Κυριότερη λειτουργία του Location είναι ο προσδιορισμός του υποκέντρου ενός σεισμού με την εφαρμογή της μεθόδου Geiger. Πιο συγκεκριμένα το πρόγραμμα λαμβάνοντας τις αφίξεις των κυμάτων P και S που επέλεξε ο αναλυτής, τους συντελεστές βαρύτητας τους, που καθορίζονται από τον αναλυτή ανάλογα με την ποιότητα και ευκρίνεια της ανάγνωσης, και έχοντας ως γνωστές τις συντεταγμένες των σταθμών του δικτύου και το μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων υπολογίζει τη θέση του υποκέντρου και τα αντίστοιχα σφάλματα τα οποία τα εξάγει σε ένα αρχείο ERR. Το πρόγραμμα είναι ικανό με το προσδιορισμό της διάρκειας των σεισμικών

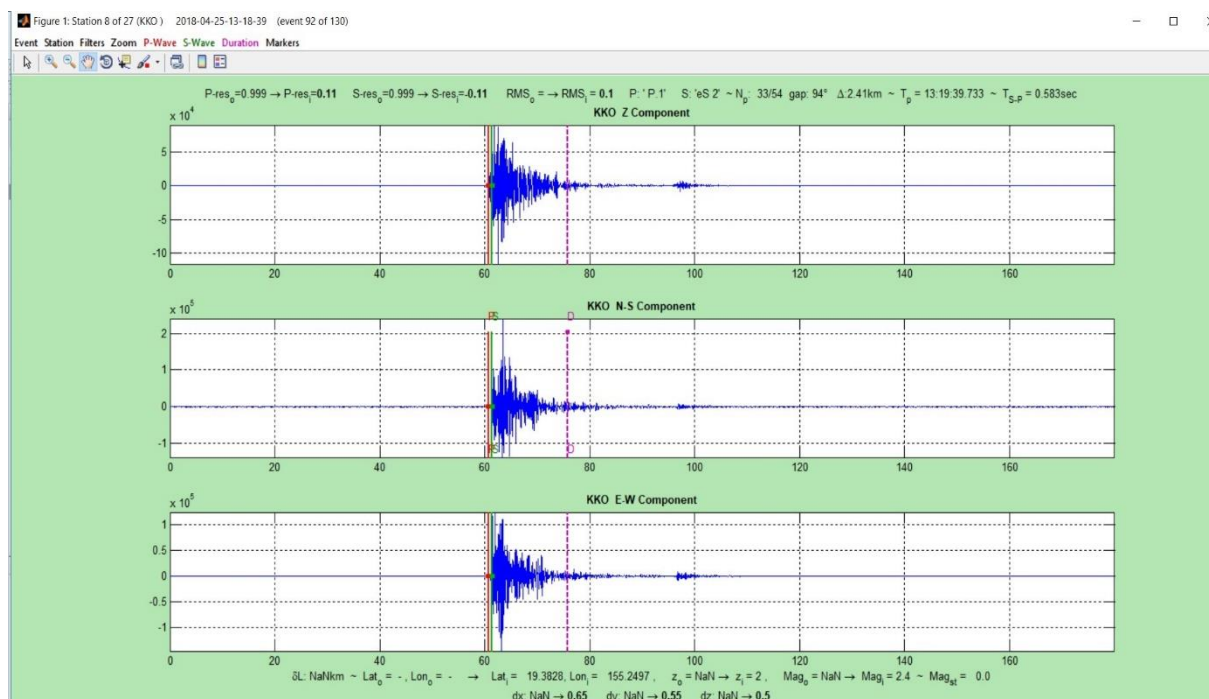
σημάτων να υπολογίσει το μέγεθος διάρκειας M_D των συμβάντων χρησιμοποιώντας τον τύπο που δίδεται από τον Klein, (2002):

$$M_D = -1.424 + 1.883 \cdot \log \tau + 0.00418 \cdot \tau \quad (\tau < 307 \text{ s}) \quad (50)$$

$$M_D = -0.267 + 1.917 \cdot \log \tau \quad (\tau > 307 \text{ s})$$

όπου τ είναι η διάρκεια του σήματος σε sec. Το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει μόνο αυτό τον τύπο μεγέθους.

Άλλες λειτουργίες του είναι η κατασκευή εικόνων φασματογραφημάτων αλλά και η κατασκευή διαγραμμάτων καμπύλης χρόνου διαδρομής για το κάθε συμβάν αντίστοιχα.



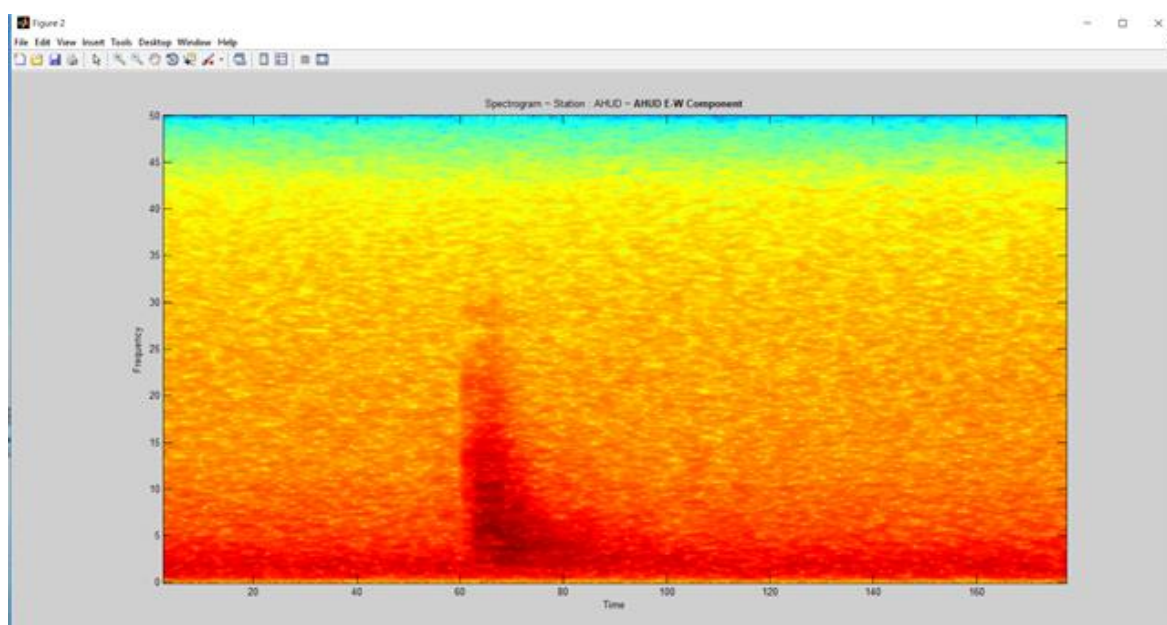
Σχήμα 4.1 Κύρια διεπιφάνεια του προγράμματος Location. Απεικονίζεται σήμα που καταγράφηκε στο σταθμό KKO του δικτύου HV στις 25 Απριλίου 2018 (δεδομένα από USGS και IRIS).

Περιγραφή προγράμματος

Το πρόγραμμα αποτελείται από μια κύρια διεπιφάνεια (Σχήμα 4.1) η οποία εμφανίζεται αμέσως μετά από την εκκίνησή του και το πρώτο που μπορεί να παρατηρηθεί σε αυτήν είναι οι τρεις συνιστώσες του σειсмоγράμματος που απεικονίζουν ένα σεισμικό συμβάν. Στο ανώτερο τμήμα του παραθύρου μπορούν να παρατηρηθούν δύο γραμμές εργαλείων η μια κάτω από την άλλη, στις οποίες περιλαμβάνονται όλες οι απαραίτητες επιλογές για την επιλογή των χρόνων άφιξης των P και S κυμάτων καθώς και η επιλογή της λήξης του σήματος για τον υπολογισμό του μεγέθους διάρκειας. Επιπλέον υπάρχουν επιλογές για την εφαρμογή φίλτρων, σμίκρυνσης ή μεγέθυνσης μιας περιοχής στο σειсмоγράμμα στον άξονα του χρόνου και του πλάτους του σήματος, επιλογές για την αλλαγή σταθμού ή συμβάντος, επιλογές για τους συντελεστές βαρύτητας των χρόνων άφιξης των κυμάτων που επέλεξε ο αναλυτής, επιλογές για την παρουσίαση των συμβάντων σε διαγράμματα συχνότητας-χρόνου, επιλογή για την προβολή της θέσης του επικέντρου και των θέσεων των σταθμών σε χάρτη και η επιλογή παρουσίασης της καμπύλης χρόνου διαδρομής για κάθε σεισμικό συμβάν, αφού επιλέχθηκαν οι χρόνοι άφιξης των κυμάτων. Ακριβώς πάνω από το σειсмоγράμμα παρατηρούνται οι τιμές των σφαλμάτων των κυμάτων P (P-res) και S (S-res) σύμφωνα με την επιλογή των αφίξεων του

αναλυτή για τον συγκεκριμένο σταθμό αλλά και για ολόκληρη την λύση καθώς και το σφάλμα RMS. Επίσης στην ίδια γραμμή είναι η τιμή της επικεντρικής απόστασης Δ , το αξιμουθιακό κενό (gap), οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας των χρόνων αφίξεων των κυμάτων, ο ακριβής χρόνος άφιξης των κυμάτων P, ο αριθμός των φάσεων που έχουν επιλεγεί από τον αναλυτή (N_p) και η χρονική διαφορά των αφίξεων των κυμάτων P και S ($T_s - T_p$). Κάτω ακριβώς από τη συνιστώσα Ανατολής-Δύσης υπάρχει δύο άλλες γραμμές που περιλαμβάνουν τις συντεταγμένες του επικέντρου (Long, Lat), το βάθος της εστίας (zi), το μέγεθος διάρκειας που έχει υπολογιστεί για τον κάθε σταθμό (Magi) αλλά και το μέσο όρο όλων όσων υπολογίστηκαν (Magst) και τις τιμές των τριών συνιστωσών (dx, dy, dz) που αντιπροσωπεύουν την χωρική αβεβαιότητα του υποκέντρου (Long, Lat, z).

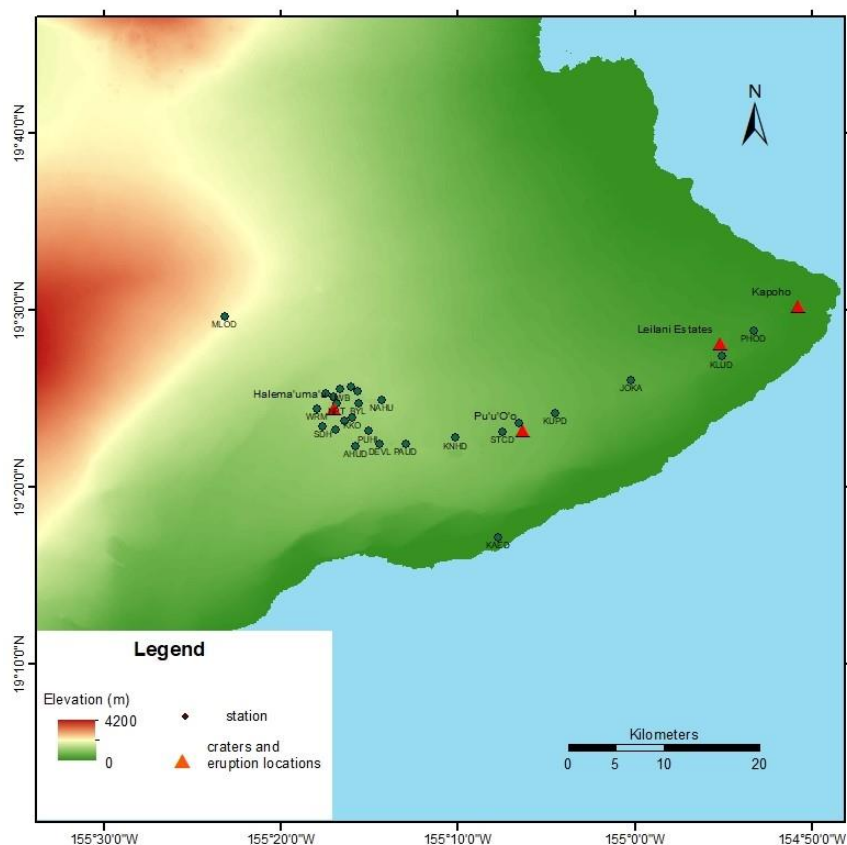
Για την κατασκευή διαγράμματος συχνότητας-χρόνου υπάρχει συγκεκριμένη διεπιφάνεια στην οποία ο αναλυτής παραπέμπεται εφόσον επέλεξε από την γραμμή εργαλείων την επιλογή spectrogram. Στη νέα διεπιφάνεια (Σχήμα 4.2) ο αναλυτής μπορεί από τη γραμμή εργαλείων να τροποποιήσει οπτικά το διάγραμμα και να το αποθηκεύσει σε αρχεία τύπου εικόνας. Παρόμοια και στην διεπιφάνεια για την κατασκευή χάρτη στον οποίο προβάλλονται οι θέσεις των σταθμών και του επικέντρου, ο αναλυτής έχει τις ίδιες επιλογές.



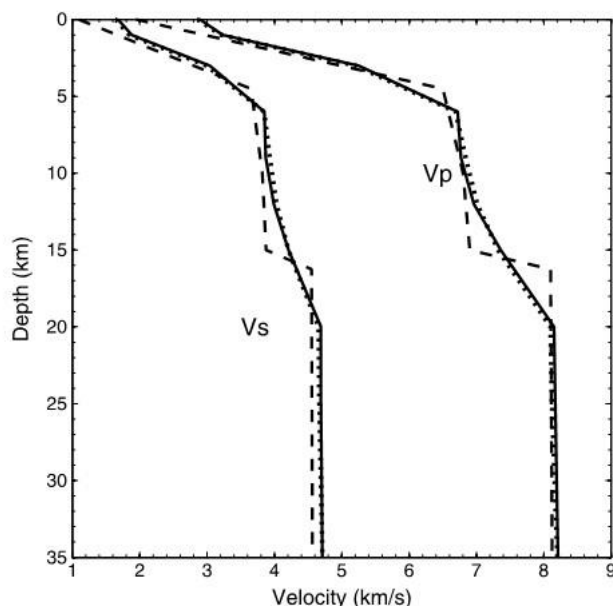
Σχήμα 4.2 Διεπιφάνεια για την κατασκευή διαγράμματος συχνότητας-χρόνου

4.2 Προσδιορισμός Εστιακών Παραμέτρων Σεισμικών Συμβάντων

Με το πρόγραμμα Location ο προσδιορισμός του υποκέντρου απαιτεί την επιλογή του χρόνου άφιξης των κυμάτων P και S σε τουλάχιστον τρεις σταθμούς. Η ακρίβεια του προσδιορισμού εξαρτάται άμεσα από το κατά πόσο το μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων αντιπροσωπεύει τη λιθολογία της περιοχής, από τη χωρική κατανομή των σταθμών και την ποιότητα των καταγραφών. Στην ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε το μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων των Lin et al. (2014) (Σχήμα 4.4). Για τον προσδιορισμό των υποκέντρων χρησιμοποιήθηκαν 27 σταθμοί του δικτύου HV οι οποίοι βρίσκονται κοντά στο Kilauea και στις δύο ρηξιγενείς ζώνες (Σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3 Χάρτης της Χαβάης που απεικονίζει τους σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των χωρικών και χρονικών παραμέτρων των σεισμικών συμβάντων (κατασκευασμένο σε ArcGIS, δεδομένα από FDSN)



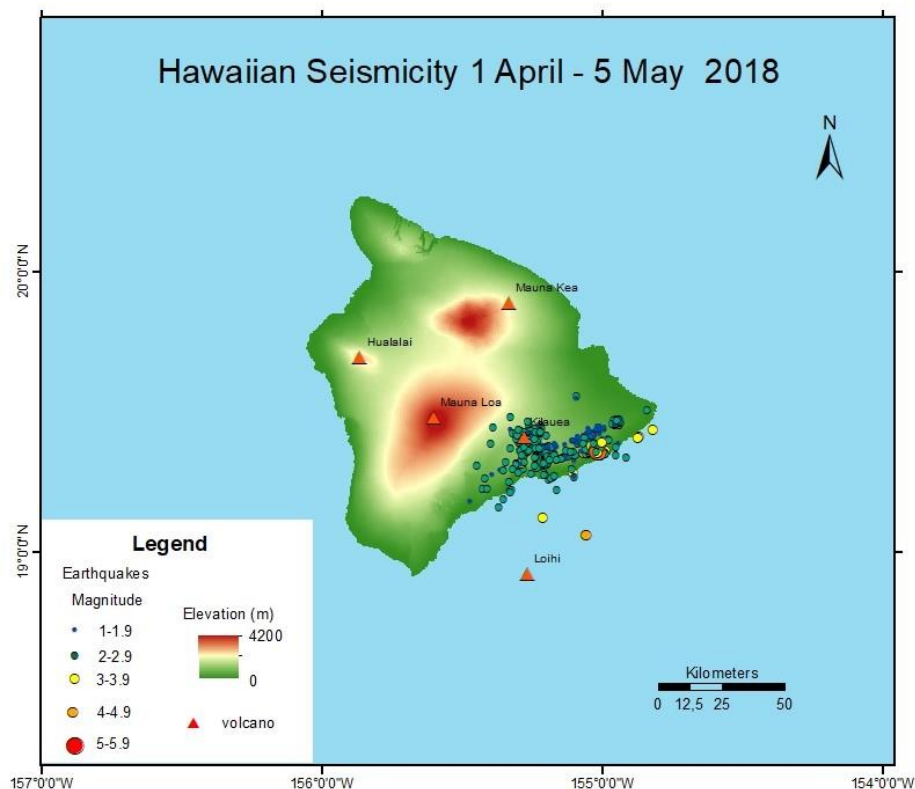
Σχήμα 4.4 Μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων για τη περιοχή της Χαβάης του Klein (διακεκομμένες γραμμές) και τροποποιημένο μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων (έντονες γραμμές) (Lin et al., 2014)

Ο κατάλογος που προέκυψε από την ανάλυση παρατίθεται στο Παράρτημα Α (σελ. 113). Επίσης παρατίθεται ο κατάλογος σεισμικών γεγονότων της USGS (σελ. 125) για την ίδια χρονική περίοδο,

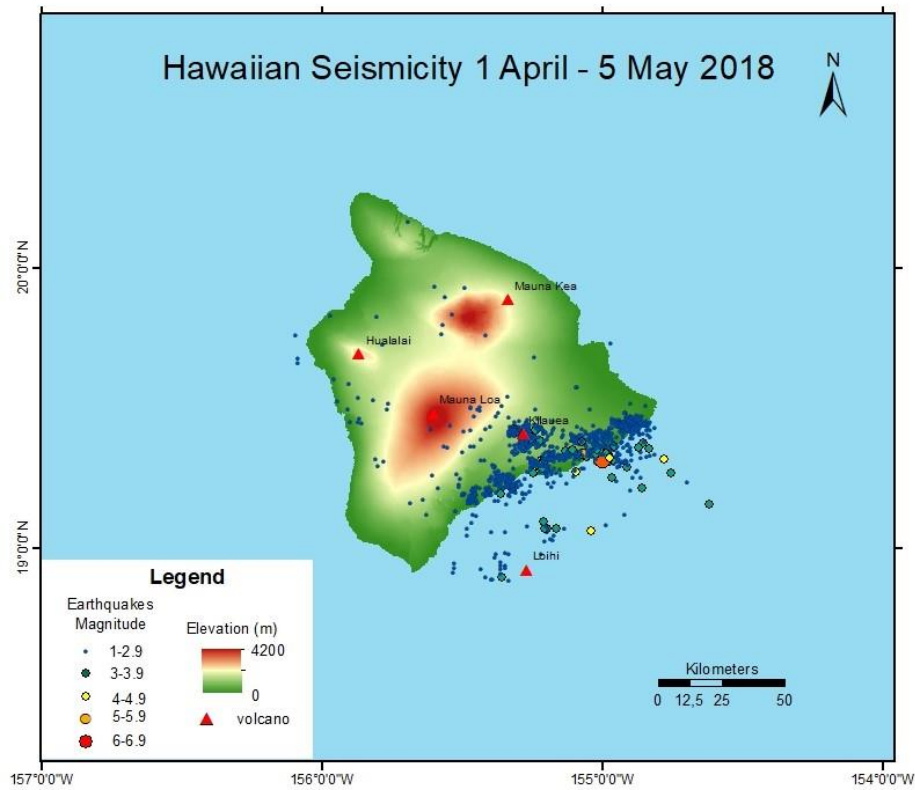
του οποίου τα δεδομένα προέρχονται από αυτόματες και χειρακτικές. Συγκρινοντάς τον κατάλόγό μας με τον κατάλογο της USGS μπορεί να παρατηρηθεί ότι ο αριθμός των σεισμικών γεγονότων είναι μικρότερος από αυτόν του καταλόγου της USGS. Από τους χάρτες σεισμικότητας του σχήματος 4.5 μπορεί να γίνει η ίδια παρατήρηση. Αυτή η διαφορά πιθανώς να οφείλεται στο σύνολο των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν στη δική μας ανάλυση, που είναι μικρότερος από το σύνολο όλων των σταθμών του δικτύου HV. Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί ότι ο χάρτης που κατασκευάστηκε με τα δεδομένα του δικού μας καταλόγου περιλαμβάνει μόνο τα σεισμικά συμβάντα κοντά στη καλδέρα του Kilauea, στην ανατολική ρηξιγενή ζώνη και ορισμένα σεισμικά συμβάντα στην νοτιοδυτική ρηξιγενή ζώνη. Οι υπόλοιποι σεισμοί, που περιλαμβάνονται στο κατάλογο της USGS, είτε δεν καταγράφηκαν είτε οι καταγραφές τους δεν μπορούσαν να διακριθούν σε ικανοποιητικό βαθμό ώστε να δοθεί ικανοποιητική λύση κατά την ανάλυση.

Τα σεισμικά συμβάντα που υπάρχουν και στους δύο καταλόγους παρουσιάζουν μικρές διαφορές όσο αφορά τις συντεταγμένες των epicέντρων τους. Συγκρίνοντας τους καταλόγους ως προς το RMS (Σχήμα 4.6) παρατηρούμε ότι ο δικός μας παρουσιάζει συνολικά μικρότερες τιμές, το οποίο πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι ο κατάλογος της USGS περιλαμβάνει και σεισμικά συμβάντα, των οποίων οι εστιακές παράμετροι έχουν προσδιοριστεί με αυτόματη λύση. Επίσης συγκρίναμε τους δύο καταλόγους ως προς το αζιμουθιακό κενό (Σχήμα 4.7), παρατηρώντας ότι ο κατάλογος της USGS παρουσιάζει μεγαλύτερη κατανομή τιμών, που πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι ο κατάλογος της USGS περιλαμβάνει σεισμούς που συνέβησαν σε ολόκληρη τη νήσο της Χαβάης. Πολλοί σεισμοί του καταλόγου της USGS παρουσιάζουν μικρότερες τιμές αζιμουθιακού κενού, που αποτελεί μια αναμενόμενη παρατήρηση αφού τα αποτελέσματα του καταλόγου της USGS προήλθαν από τα δεδομένα όλων των σταθμών του δικτύου και όχι από επιλεγμένους.

A)

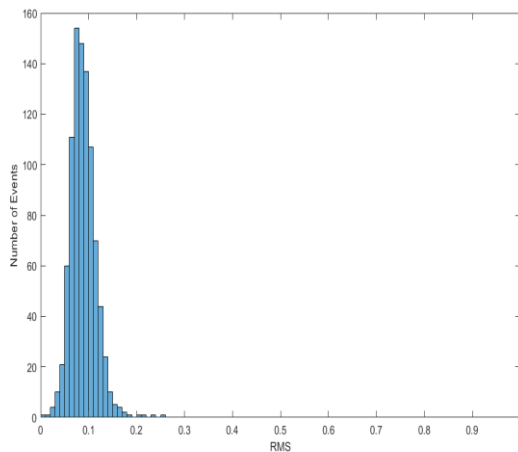


B)

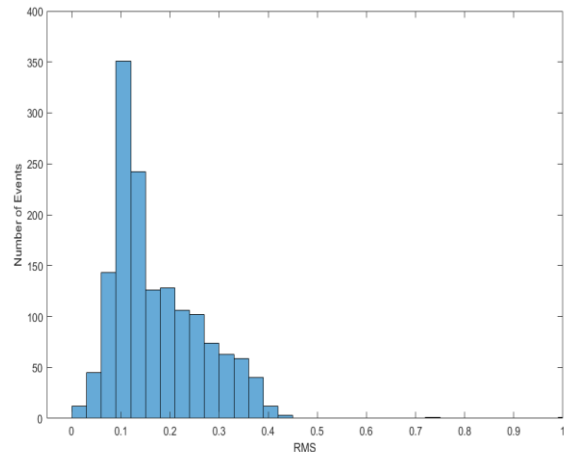


Σχήμα 4.5 Α) Χάρτης σεισμικότητας της Χαβάης με τα αποτελέσματα του προγράμματος Location για τη περίοδο 1 Απριλίου ως 5 Μαΐου Β) Χάρτης σεισμικότητας της Χαβάης με δεδομένα από το USGS για τη περίοδο 1 Απριλίου ως 5 Μαΐου. Με κόκκινα τρίγωνα παρουσιάζονται οι θέσεις των ηφαιστείων της νήσου (δεδομένα από USGS).

A)



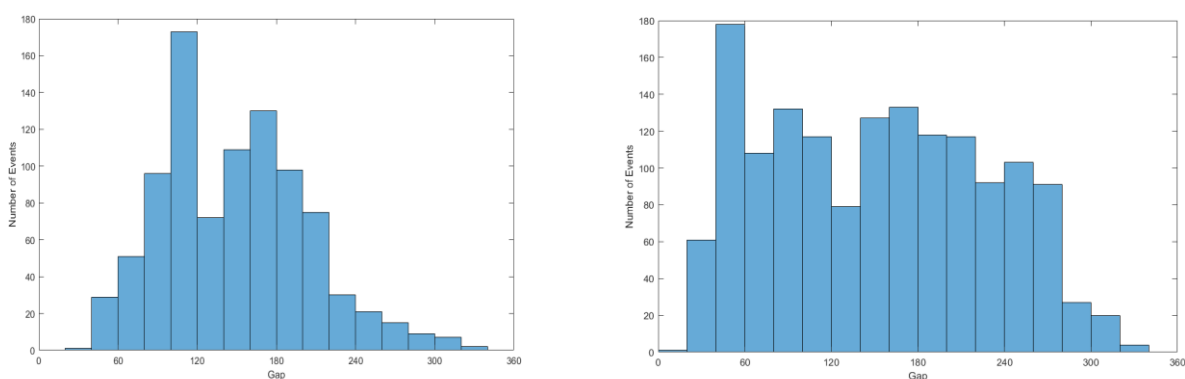
B)



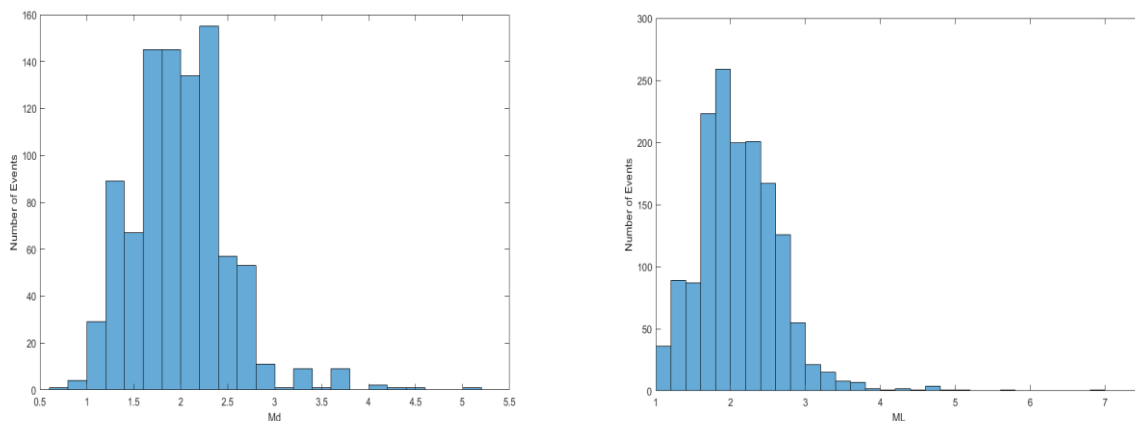
Σχήμα 4.6 Ιστογράμματα RMS των σεισμών Α) από το κατάλογο που προέκυψε από την ανάλυση με το πρόγραμμα Location και Β) από τον κατάλογο της USGS (δεδομένα από USGS).

Όσο αφορά το μέγεθος είναι φυσικό να υπάρχουν αποκλίσεις σε σχέση με τα μεγέθη που έχουν καταγραφεί στον κατάλογο της USGS γιατί σε αυτόν δεν χρησιμοποιούν μέγεθος διάρκειας αλλά το τοπικό μέγεθος. Το πρόγραμμα Location δίνει μόνο τη δυνατότητα προσδιορισμού του μεγέθους διάρκειας των σεισμικών γεγονότων, το οποίο όμως δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστο ειδικά σε περιπτώσεις σεισμών μεγέθους $M \geq 4$. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο σεισμός, που συνέβη στις

4 Μαΐου μεγέθους M_w 6.9, ο οποίος στο δικό μας κατάλογο έχει μέγεθος διάρκειας M_D 5.1. Παρόμοιο μέγεθος διάρκειας υπολογίστηκε για το σεισμό αυτό και από το HVO. Από τα ιστογράμματα του σχήματος 4.8 η κατανομή των σεισμών μικρού μεγέθους δεν παρουσιάζει μεγάλες διαφορές και στις δύο περιπτώσεις. Το τοπικό μέγεθος που περιλαμβάνει ο κατάλογος της USGS όμως θεωρείται γενικά πιο αξιόπιστο ειδικά στις περιπτώσεις σεισμών μεγέθους $M \geq 4$. Όσο αφορά το μέγεθος διάρκειας των σεισμών ένα άλλο ζήτημα που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι τα σήματα στα οποία κυριαρχεί το χαμηλό συχνοτικό περιεχόμενο παρουσιάζουν πολύ μεγάλη διάρκεια ενώ χαρακτηρίζονται από χαμηλές τιμές πλάτων. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτών των σημάτων είναι πιθανό να οδηγήσουν σε μια λανθασμένη εκτίμηση του μεγέθους διάρκειας.



Σχήμα 4.7 Ιστογράμματα αζιμουθιακού κενού των σεισμών A) από το κατάλογο που προέκυψε από την ανάλυση με το πρόγραμμα Location και B) από τον κατάλογο της USGS (δεδομένα από USGS).



Σχήμα 4.8 Ιστογράμματα A) μεγέθους διάρκειας των σεισμών από το κατάλογο που προέκυψε από την ανάλυση με το πρόγραμμα Location και B) τοπικού μεγέθους των σεισμών από τον κατάλογο της USGS (δεδομένα από USGS).

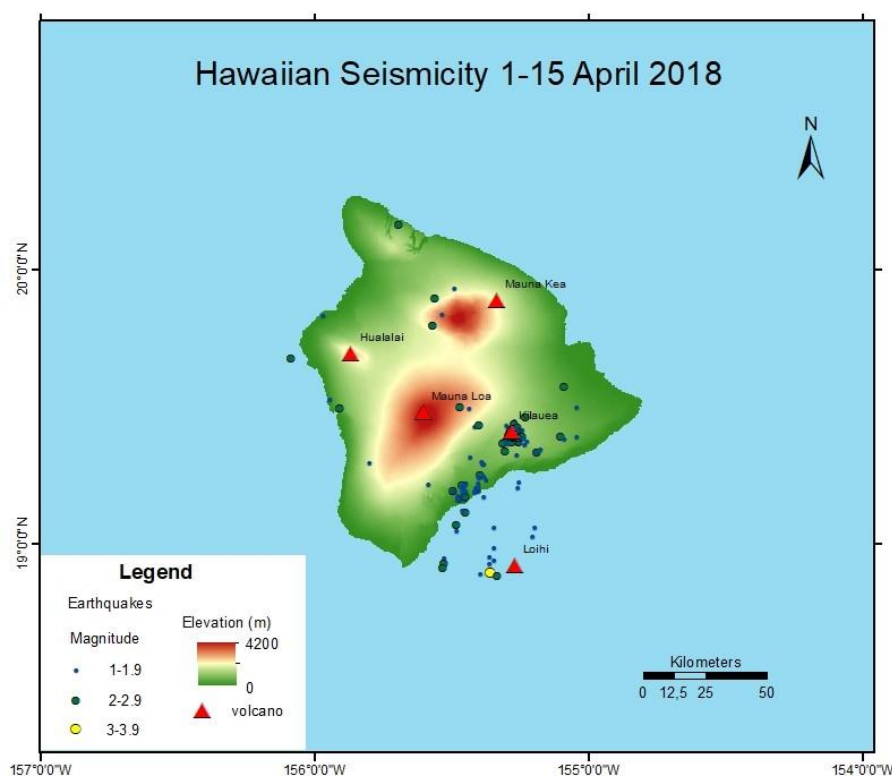
4.3 Χωρική και Χρονική Κατανομή Σεισμικών Συμβάντων

Η σεισμικότητα της περιόδου Απρίλιος- Μάιος του 2018 απεικονίστηκε σε χάρτες με το πρόγραμμα ArcGIS. Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών GIS οργανώνουν τα γεωγραφικά, γεωφυσικά,

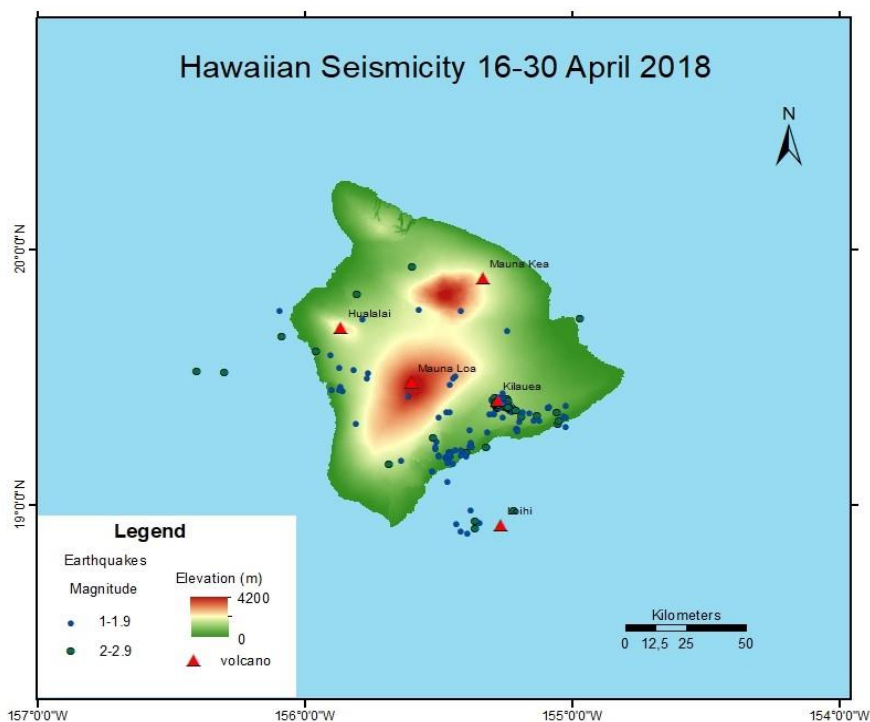
γεωλογικά και άλλων ειδών δεδομένα με τέτοιο τρόπο ώστε να αναπαρίστανται σε χάρτη, με σκοπό την εκτέλεση κάποιας έρευνας ή εργασίας. Τα δεδομένα οργανώνονται σε πολλά επίπεδα πληροφοριών που συνθέτουν τους χάρτες, κάθε ένα από τα οποία μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη. Τα προγράμματα GIS δέχονται δεδομένα από πολλές διαφορετικές πηγές καθιστώντας τα χρήσιμα σε πολλούς επιστημονικούς τομείς. Επίσης περιέχουν βασικά εργαλεία για την πραγματοποίηση στατιστικής ανάλυσης και αποτύπωση των αποτελεσμάτων πάνω στους χάρτες καθώς και εργαλεία χωρικής ανάλυσης.

Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ArcGIS 10.5. Τα δεδομένα εκτός από τους σεισμούς των καταλόγων περιλαμβάνουν το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου της Χαβάης που δίδεται από το πανεπιστήμιο της Χαβάης και τις θέσεις των σταθμών όπως δίνονται από τον FDSN (Federation of Digital Seismograph Networks). Οι θέσεις των ηφαιστείων δίνονται από το Αμερικάνικο Γεωλογικό Ινστιτούτο ενώ οι πληροφορίες για τα σεισμικά συμβάντα από το USGS. Όλα τα δεδομένα έχουν σύστημα συντεταγμένων το WGS 84 στους χάρτες. Κατασκευάσαμε χάρτες σεισμικότητας για τρεις περιόδους 1-15 Απριλίου, 16-30 Απριλίου και 1-5 Μαΐου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από το USGS και τα αποτελέσματα της δικής μας ανάλυσης με το Location.

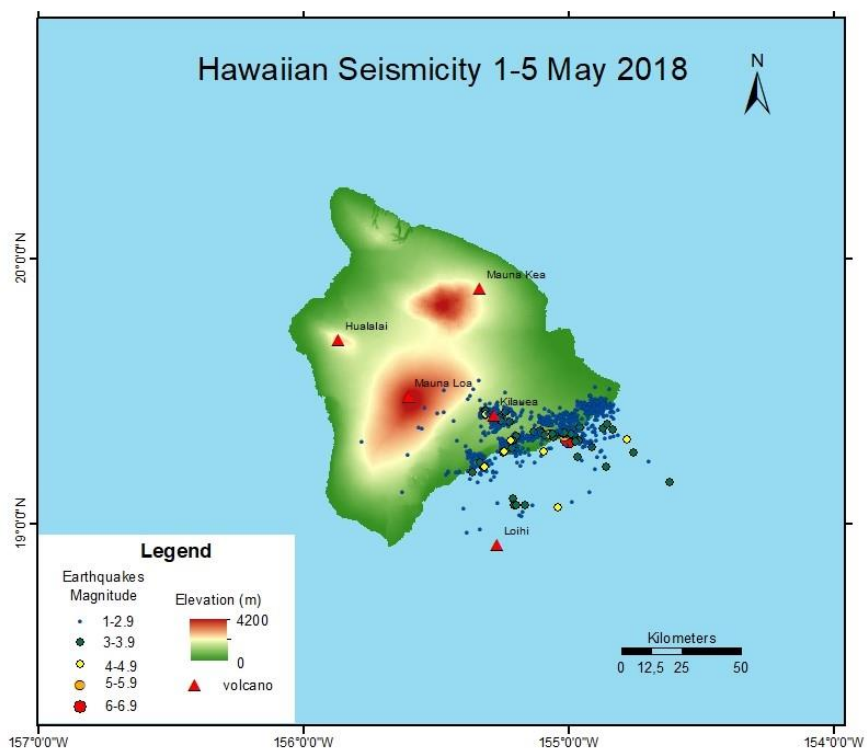
A)



B)

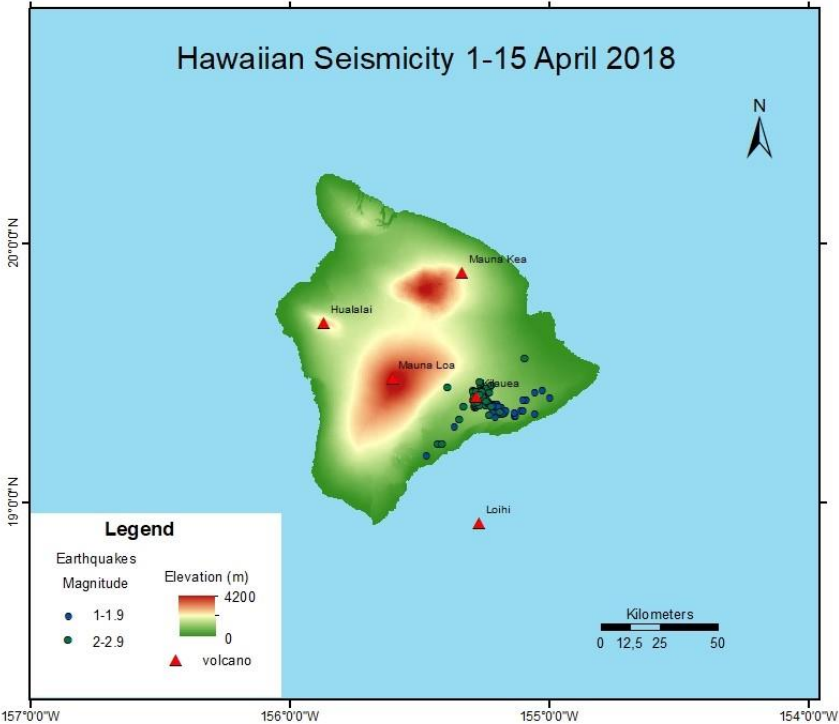


Γ)

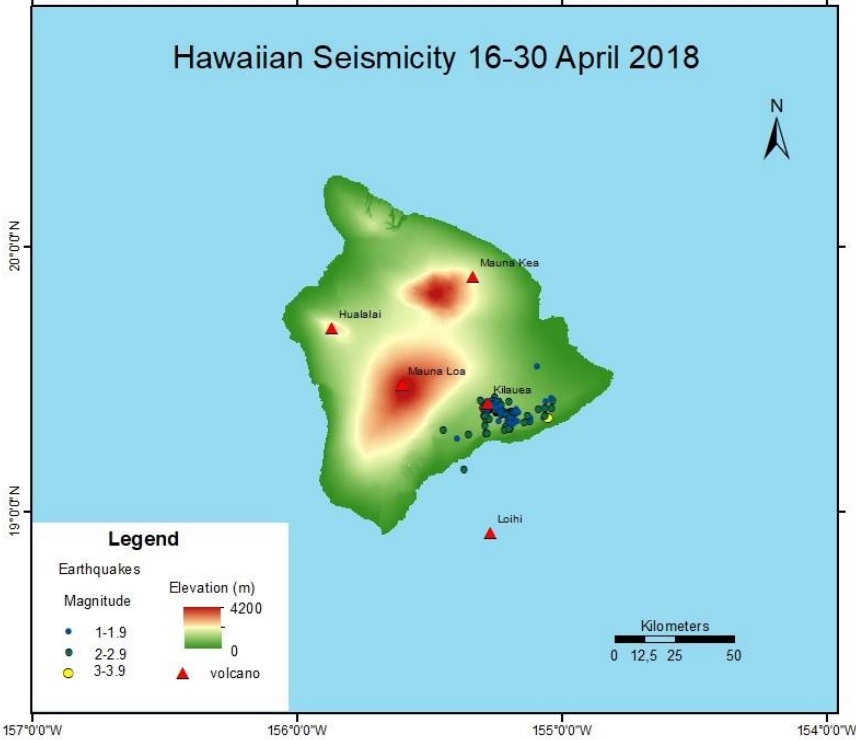


Σχήμα 4.9 Χάρτες σεισμικότητας της Χαβάης με δεδομένα από το USGS για τις περιόδους Α) 1-15 Απριλίου, Β) 16-30 Απριλίου και Γ) 1-5 Μαΐου κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα του 2018. Με κόκκινα τρίγωνα παρουσιάζονται οι θέσεις των ηφαιστείων της νήσου (δεδομένα από USGS).

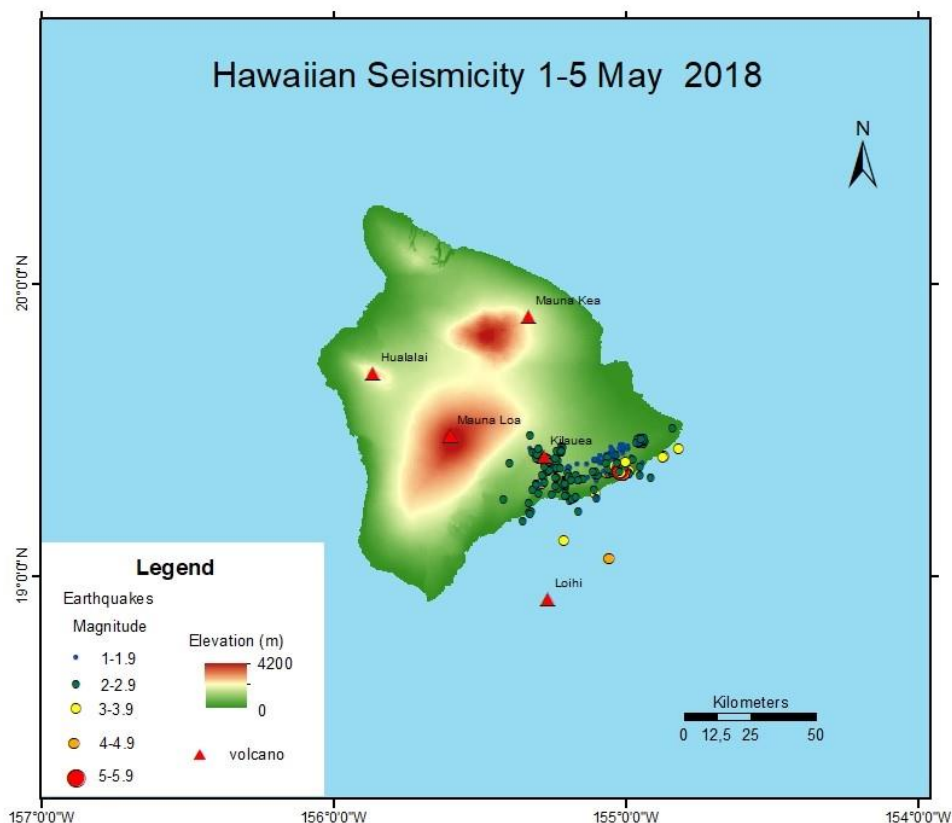
A)



B)



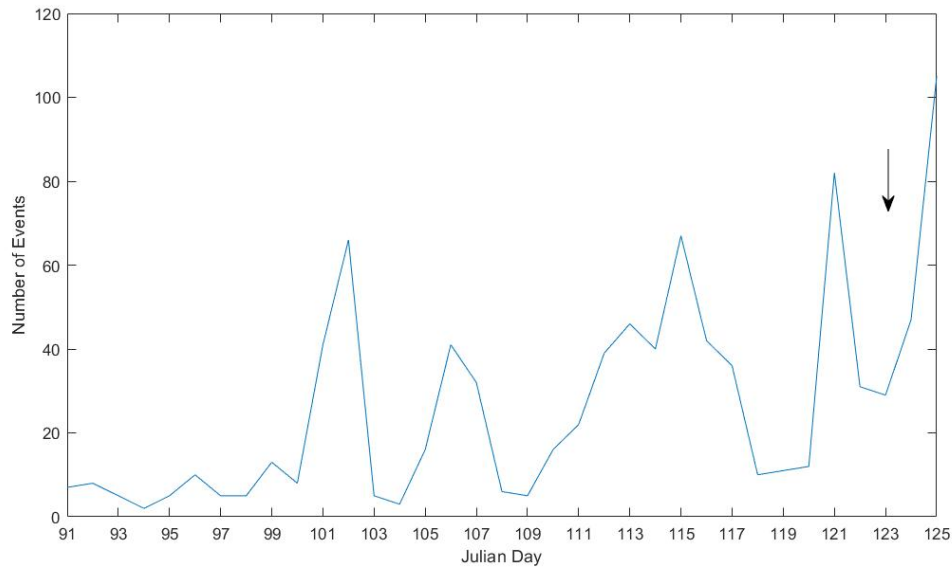
Γ)



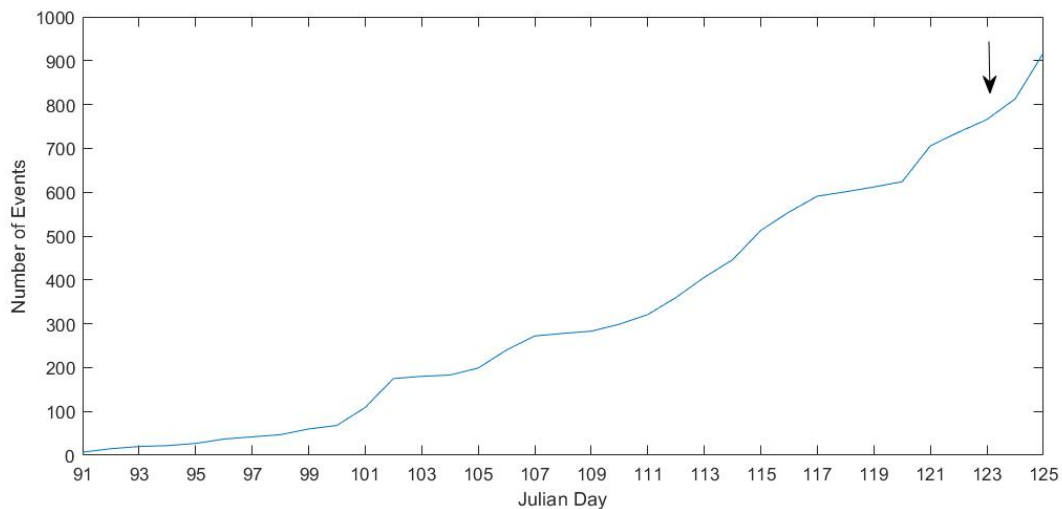
Σχήμα 4.10 Χάρτες σεισμικότητας της Χαβάης με τα αποτελέσματα του προγράμματος Location για τις περιόδους Α) 1-15 Απριλίου, Β) 16-30 Απριλίου και Γ) 1-5 Μαΐου κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα του 2018. Με κόκκινα τρίγωνα παρουσιάζονται οι θέσεις των ηφαιστείων της νήσου.

Συγκρίνοντας τους χάρτες με τη σεισμικότητα του HVO και του δικού μας καταλόγου (Σχήματα 4.9, 4.10) είναι εμφανές και αναμενόμενο ότι οι δικοί μας χάρτες περιέχουν λιγότερα συμβάντα. Οι λόγοι που συμβαίνει αυτό αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο. Γενικά όμως μπορεί να παρατηρηθεί ότι η σεισμικότητα είναι εστιασμένη σε τρεις περιοχές: στο Kilauea, στην νότια ρηξιγενή ζώνη νοτιοδυτικά του Kilauea και στην ανατολική ρηξιγενή ζώνη ανατολικά του Kilauea. Κατά τις πρώτες 15 ημέρες του Απρίλη οι περισσότεροι σεισμοί εντοπίζονται γύρω από την περιοχή της κορυφής του Kilauea, ενώ λίγοι στην ανατολική ρηξιγενή ζώνη. Στο τελευταίο δεκαπενθήμερο του Απρίλη ο αριθμός των σεισμικών συμβάντων αυξάνεται με τα περισσότερα από αυτά να εντοπίζονται στην περιοχή του Kilauea και στην ανατολική ζώνη. Στις αρχές Μαΐου υπήρξε μια περαιτέρω αύξηση των σεισμικών γεγονότων. Τα περισσότερα από αυτά εντοπίζονται στις ίδιες περιοχές με τη διαφορά ότι ορισμένα παρατηρούνται πιο ανατολικά. Όσον αφορά τα μεγέθη των σεισμών, τον Απρίλη παρατηρήθηκαν κυρίως σεισμοί μεγέθους M 1-2 και ελάχιστοι ξεπέρασαν το 3. Τον Μάιο πριν και κατά τη διάρκεια των γραμμικών εκρήξεων καταγράφηκαν σεισμικά συμβάντα μεγαλύτερου μεγέθους με πιο χαρακτηριστικά τον σεισμό μεγέθους M 5.1 στις 3 Μαΐου και τον σεισμό μεγέθους M_w 6.9 στις 4 Μαΐου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η κατανομή των σεισμικών συμβάντων στο χώρο βάσει του μεγέθους τους. Τα σεισμικά γεγονότα μεγαλύτερου μεγέθους παρατηρούνται στις πλαγιές του ηφαιστειακού οικοδομήματος. Αντίθετα πολλά μικρά συμβάντα εντοπίζονται γύρω από τη κορυφή του Kilauea και στην περιοχή μεταξύ της κορυφής και της περιοχή Leilani όπου συνέβησαν οι γραμμικές εκρήξεις.

Χρησιμοποιώντας τον σεισμικό κατάλογο, που προέκυψε από τα αποτελέσματα της ανάλυσής μας, κατασκευάσαμε διάγραμμα ημερήσιας κατανομής σεισμικών γεγονότων και την αντίστοιχη αθροιστική καμπύλη για τη περίοδο αυτή.



Σχήμα 4.11 Διάγραμμα ημερήσιας κατανομής σεισμικών γεγονότων της περιόδου 1 Απριλίου ως 5 Μαΐου, 2018, βασισμένο στο σεισμικό κατάλογο που προέκυψε από την ανάλυση. Το βέλος αντιπροσωπεύει την έναρξη των γραμμικών εκρήξεων (κατασκευασμένο σε Matlab).



Σχήμα 4.12 Διάγραμμα αθροιστικής καμπύλης των σεισμικών γεγονότων της περιόδου 1 Απριλίου ως 5 Μαΐου, 2018, βασισμένο στο σεισμικό κατάλογο που προέκυψε από την ανάλυση. Το βέλος αντιπροσωπεύει την έναρξη των γραμμικών εκρήξεων (κατασκευασμένο σε Matlab).

Από το διάγραμμα ημερήσιας κατανομής (Σχήμα 4.11) μπορούν να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις. Τις πρώτες 10 ημέρες του Απριλίου ο αριθμός των σεισμών που καταγράφηκαν ήταν πολύ μικρός. Στη συνέχεια μέχρι και την έναρξη των γραμμικών εκρήξεων ακολούθησε μια περίοδος διακυμάνσεων του αριθμού καταγεγραμμένων σεισμών. Πιο συγκεκριμένα σε ορισμένες περιόδους παρατηρείται η εμφάνιση σημαντών σεισμικών συμβάντων όπως στις 11-12 Απρίλη, στις 16 Απρίλη στις 20-27 Απρίλη και στις 1 Μαΐου. Αντίθετα στις χρονικές περιόδους ανάμεσα σε αυτές ο αριθμός των σεισμικών συμβάντων ήταν αρκετά μικρότερος. Με εξαίρεση το σμήνος σεισμών που καταγράφηκε μεταξύ 11 και 12 Απριλίου ο αριθμός των σεισμών στα υπόλοιπα σμήνη αυξάνεται καθώς πλησιάζουμε στην έναρξη των γραμμικών εκρήξεων. Το ίδιο ισχύει και για τις ενδιάμεσες περιόδους μικρού αριθμού σεισμικών γεγονότων. Αυτές οι διακυμάνσεις αποτυπώνονται και στην

αθροιστική καμπύλη με τις συνεχείς εναλλαγές της κλίσης της. Στην αθροιστική καμπύλη (Σχήμα 4.12) πολύ χαρακτηριστική είναι η μεγάλη μεταβολή της κλίσης της μετά τις 10 Απριλίου με την εμφάνιση του πρώτου σμήνους σεισμών. Γενικά όμως η αθροιστική καμπύλη δείχνει μια ξεκάθαρη σταδιακή αύξηση του αριθμού των σεισμών καθώς πλησιάζουμε στην έναρξη της ηφαιστειακής έκρηξης.

Κεφάλαιο 5: Εκτίμηση συντελεστή Q

Για την εκτίμηση του συντελεστή Q μέσω των κυμάτων coda έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι όπως η μέθοδος κανονικοποίησης των coda (Aki, 1980; Sato et al. 2012) που υπολογίζει το Q από το συχνοτικό λόγο των κυμάτων S και coda, η ανάλυση πολλαπλών χρόνων λήξης παραθύρου (MLTW) που χρησιμοποιεί τα κύματα S και coda για την εκτίμηση της εγγενούς απόσβεσης και της απόσβεσης διασποράς (Fehler et al., 1992). κ.α.. Στην εργασία αυτή επιλεχθηκε να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος απόσβεσης των ουραίων κυμάτων (CWD) που βασίζεται στο μοντέλο οπισθοσκέδασης, που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί σε πλήθος μελετών, ορισμένες εκ των οποίων αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 3, για το προσδιορισμό του συντελεστή απόσβεσης, αναδεικνύοντας την συσχέτιση του με τα διάφορα τεκτονικά περιβάλλοντα αλλά και τους περιορισμούς αυτής της μεθόδου. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται σε ένα απλό μοντέλο όμως λαμβάνει υπόψη αρκετές παραμέτρους (χρόνος λήξης, διάρκεια παραθύρου coda, συντελεστής γεωμετρικής εξάπλωσης κ.α.). Ο προσδιορισμός των παραμέτρων βάσει του τεκτονικού περιβάλλοντος, των θέσεων των σταθμών και της ποιότητας των καταγραφών για τον καλύτερο δυνατό προσδιορισμό του συντελεστή απόσβεσης αποτελεί βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής. Όμως η σύγκριση αποτελεσμάτων για διαφορετικά τεκτονικά περιβάλλοντα απαιτεί τη χρήση ίδιων παραμέτρων. Σε αυτήν τη μέθοδο στηρίζεται το πρόγραμμα coda Q, που περιλαμβάνει το πρόγραμμα SEISAN, και είναι ένα από τα ελάχιστα προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί για το προσδιορισμό του Q_c .

5.1 Πρόγραμμα SEISAN

Το πρόγραμμα σεισμικής ανάλυσης SEISAN αποτελεί ένα σύνολο προγραμμάτων και μια απλή βάση δεδομένων για την ανάλυση σεισμών από αναλογικά και ψηφιακά δεδομένα. Με το SEISAN είναι δυνατό να εισαχθούν είτε χειροκίνητα οι φάσεις σεισμών που καταγράφηκαν από σταθμούς τοπικά αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα είτε με την επιλογή των χρόνων άφιξης των κυμάτων, με αποτέλεσμα τον εντοπισμό σεισμικών συμβάντων και τον προσδιορισμό των παραμέτρων (φασματικές παραμέτρους, σεισμική ροπή, αζιμούθιο) και να σχεδιαστούν τα επίκεντρα. Αποτελείται από ένα σύνολο προγραμμάτων που συνδέονται με την ίδια βάση δεδομένων. Χρησιμοποιώντας τα προγράμματα αναζήτησης είναι δυνατό να εφαρμοστούν διαφορετικά κριτήρια για την αναζήτηση συγκεκριμένων συμβάντων στη βάση δεδομένων και αυτό το υποσύνολο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση κάποιας εργασίας χωρίς την εξαγωγή των συμβάντων. Τα περισσότερα από τα προγράμματα μπορούν να λειτουργήσουν τόσο με συμβατικό τρόπο (χρησιμοποιώντας ένα μόνο αρχείο με πολλά συμβάντα) είτε με βάση δεδομένων. Επιπλέον, το SEISAN περιλαμβάνει ορισμένα ενσωματωμένα προγράμματα έρευνας, όπως το coda Q, τη συνθετική μοντελοποίηση, την αντιστροφή τανυστή σεισμικής ροπής και ένα πλήρες σύστημα εκτίμησης σεισμικής επικινδυνότητας.

Τα δεδομένα είναι οργανωμένα σε μια δομή παρόμοια με τη βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί το σύστημα αρχείων. Η μικρότερη μονάδα είναι ένα αρχείο S που περιέχει όλες τις πληροφορίες που αφορούν τις φάσεις (χρόνους άφιξης, πλάτος, περίοδος, αζιμούθιο και φαινόμενη ταχύτητα) ενός συμβάντος. Το όνομα αυτού του αρχείου αποτελεί την ταυτότητα αυτού του συμβάντος, το οποίο είναι το κλειδί για όλες τις πληροφορίες σχετικά με το συμβάν στη βάση δεδομένων. Αν και στην

πραγματικότητα η βάση δεδομένων αποτελείται μόνο από μεγάλο αριθμό υποκαταλόγων και αρχείων (στα οποία έχει πρόσβαση ο χρήστης), η πρόθεση του προγράμματος είναι ότι χρησιμοποιώντας το περιβάλλον λογισμικό, ο χρήστης σπάνια πρέπει να επεξεργάζεται τα αρχεία σε αυτούς τους υποκαταλόγους με άμεση πρόσβαση, αλλά σχεδόν όλη η εργασία να πραγματοποιείται στον κατάλογο του χρήστη.

Δομή του SEISAN

Κατάλογοι

Όλο το σύστημα του SEISAN βρίσκεται σε υποκαταλόγους που βρίσκονται κάτω από τον κύριο κατάλογο SEISMO. Το σύστημα περιέχει τους ακόλουθους κύριους υποκαταλόγους:

REA: Αναγνώσεις σεισμών και πλήρεις λύσεις επικέντρων σε μια βάση δεδομένων

WOR: Ο κατάλογος εργασίας των χρηστών, αρχικά κενός

TMP Προσωρινή αποθήκευση αρχείων, αρχικά κενή

PRO: Προγράμματα, κώδικας και άλλα εκτελέσιμα αρχεία

LIB: Βιβλιοθήκες και υπορουτίνες

INC: Συμπεριλαμβάνει αρχεία για προγράμματα και υπορουτίνες των PRO και LIB

COM: Διαδικασίες εντολών

DAT: Αρχεία παραμέτρων και προεπιλεγμένων ρυθμίσεων, π.χ. συντεταγμένες σταθμού

WAV: Αρχεία ψηφιακών κυματομορφών

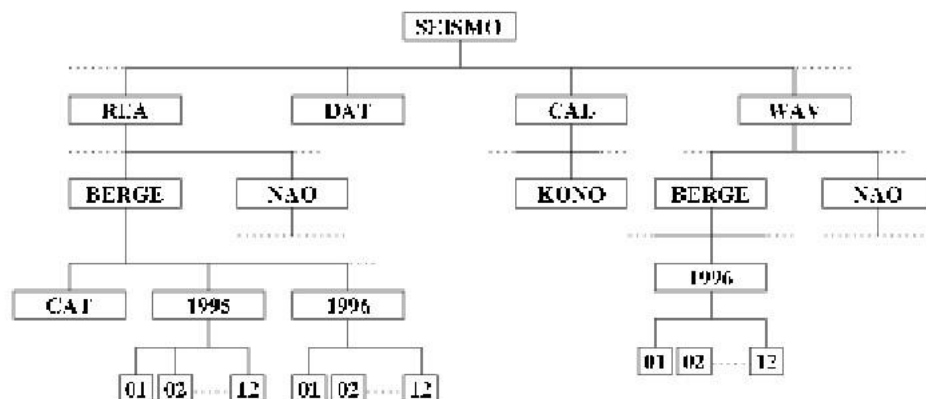
CAL: Αρχεία βαθμονόμησης συστήματος

INF: Πληροφορίες

ISO: Μακροσεισμικές πληροφορίες

SUP: Συμπληρωματικά αρχεία και προγράμματα

Η δομή του καταλόγου βασίζεται στη δομή δέντρου για γρήγορη πρόσβαση σε μεμονωμένα αρχεία στον υποκατάλογο REA, η οποία ως εκ τούτου εμφανίζεται ως απλή βάση δεδομένων στον χρήστη. Η επόμενη ενότητα είναι μια περιγραφή των καταλόγων της βάσης δεδομένων. Το σχήμα 5.1 δείχνει τη δομή δέντρου του SEISAN.



Σχήμα 5.1 Δομή του προγράμματος Seisan (Ottemoller, Voss and Havskov, 2016).

Βάση Δεδομένων

Η βάση δεδομένων του SEISAN αποτελείται από τους δύο καταλόγους REA και WAV. Ο κατάλογος REA και οι υποκατάλογοι του περιέχουν τις καταγεγραμμένες φάσεις και πληροφορίες της σεισμικής πηγής ενώ όλα τα δεδομένα κυματομορφών βρίσκονται στο κατάλογο WAV χωρίς υποκαταλόγους. Προαιρετικά το WAV μπορεί επίσης να χωριστεί σε μια παρόμοια δομή υποκαταλόγων η οποία είναι χρήσιμη κατά την αποθήκευση συγκεκριμένων δεδομένων. Η βάση δεδομένων DELET περιέχει όλα τα συμβάντα που διαγράφονται από οποιαδήποτε από τις βάσεις δεδομένων. Τα ονόματα αρχείων και των καταλόγων είναι πανομοιότυπα για όλες τις πλατφόρμες.

Δεδομένα φάσης και υπόκεντρα

Ο κατάλογος REA έχει έναν ή περισσότερους υποκαταλόγους που αντιστοιχούν σε ξεχωριστές βάσεις δεδομένων (Σχήμα 5.1 για παράδειγμα με δύο βάσεις δεδομένων). Τα ονόματα των βάσεων δεδομένων μπορούν να απαρτίζονται από 3 ως 5 χαρακτήρες. Εάν χρησιμοποιούνται λιγότεροι από 5 χαρακτήρες, ο χαρακτήρας _ προστίθεται στο σύστημα αρχείων για να γίνει 5. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να τοποθετήσει το σύμβολο αυτό κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος, αλλά θα προστεθεί από το λογισμικό. Εάν ένας κατάλογος έχει δημιουργηθεί χειροκίνητα, πρέπει να τοποθετηθεί το _. Υποτίθεται ότι υπάρχει πάντα μια βάση δεδομένων στο σύστημα. Το όνομα της προεπιλεγμένης βάσης δεδομένων δίνεται από μια μεταβλητή περιβάλλοντος, ωστόσο εάν δεν έχει οριστεί, θα προεπιλεγεί η βάση AGA. Μια βάση δεδομένων έχει διπλή αποθήκευση των συμβάντων. Για γρήγορη αναφορά και διαδραστική εργασία, τα συμβάντα αποθηκεύονται σε μεμονωμένα αρχεία (αρχεία S) σε ετήσιους καταλόγους και μηνιαίους υποκαταλόγους. Όταν εισάγονται νέα δεδομένα στη βάση δεδομένων, εισάγονται ως μεμονωμένα αρχεία συμβάντων. Ωστόσο, μόλις ολοκληρωθεί η διαδραστική εργασία, τα μεμονωμένα αρχεία συμβάντων αντικαθίστανται με την τελική τοποθεσία και αποθηκεύονται επιπλέον σε μηνιαία αρχεία, τα οποία μεταβάλλονται μόνο κατά την ενημέρωση. Τα μηνιαία αρχεία, που ονομάζονται CAT, αποθηκεύονται ξεχωριστά στον κατάλογο CAT και χρησιμοποιούνται κυρίως για γρήγορη αναζήτηση και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας για τα μεμονωμένα αρχεία. Εκτός από τα δεδομένα συμβάντων, υπάρχει επίσης ένας κατάλογος LOG σε κάθε βάση δεδομένων για να διατηρείται ένα αρχείο καταγραφής της επεξεργασίας δεδομένων.

Δομή βάσης δεδομένων των αρχείων S

Η δομή ενός αρχείου S έχει ως εξής (παράδειγμα Windows):

```
2018  502 1011 42.0 L  19.376-155.031  2.9  TES 27 0.1 2.2C 1
2018  502 1010 44.0 L 1
ACTION:SPL 14-07-21 12:04 OP:jh  STATUS: ID:20180502101044 1
2018-05-02-1010-44S.hawa__027 6
STA  SP IPHASW D HRMM SECON CODA AMPLIT PERI AZIMU VELO AIN AR TRES W  DIS CAZ7
PAUD HZ EP      1011 46.08  0      98  -0.2700 19.3 270
DEVL HZ EP      1011 46.85  0      97   0.0400 22.0 270
NAHU EZ EP      1011 46.81  0      97  -0.0200 22.1 282
PUHI HZ EP      1011 47.08  0      96   0.0700 23.1 273
BYL  HZ EP      1011 46.86  0      96  -0.3500 24.3 280
AHUD EZ EP      1011 47.26  0      96   0.0300 24.4 269
HAT  HZ EP      1011 47.26  0      96   0.0000 24.6 283
```

Σχήμα 5.2 Παράδειγμα αρχείου S του προγράμματος SEISAN ενός σεισμικού γεγονότος που συνέβη στις 2 Μαΐου (κατασκευασμένο με SEISAN, δεδομένα από IRIS).

Η δομή λειτουργεί πίσω από το έτος 0000. Κάθε συμβάν περιέχει αρχικές αναγνώσεις φάσης (γραμμή 7) σε μορφή Nordic και περιλαμβάνει τα ονόματα όλων των αντίστοιχων κυματομορφών (γραμμή 6) τις εστιακές παραμέτρους του συμβάντος (γραμμή 1). Ένα συμβάν είναι ένα αρχείο. Κάθε συμβάν έχει μια γραμμή ταυτοποίησης (I). Η γραμμή αυτή περιέχει ένα μοναδικό κωδικό ταυτοποίησης, το οποίο θα ακολουθήσει το συμβάν μέσω όλων των λειτουργιών όπως COLLECT και SPLIT για ομαδοποίηση και διαχωρισμό των δεδομένων. Η γραμμή ταυτοποίησης περιέχει επίσης πληροφορίες κατάστασης σχετικά με το συμβάν, όπως η τελευταία ενέργεια, όταν ενημερώθηκε κ.λπ. Ο κωδικός ταυτοποίησης μπορεί να διορθωθεί σε περίπτωση που μεταβληθεί κατά τη μεταφορά του συμβάντος σε ένα άλλο υπολογιστή για επεξεργασία έτσι ώστε να μην καταχωρηθεί ως διαφορετικό συμβάν και το υπάρχον αρχείο δεν αντικατασταθεί. Ένα παράδειγμα ονόματος S αρχείου είναι: 27-1112-11L.S199401

Τα αρχεία S χρησιμοποιούνται ως αρχεία εισόδου για το πρόγραμμα προσδιορισμού θέσης σεισμικών συμβάντων και, όταν πραγματοποιείται μια μόνιμη ενημέρωση, επίσης ως αρχεία εξόδου. Το γράμμα μπροστά από το "." υποδεικνύει τον τύπο συμβάντος και μπορεί να είναι L, R ή D για τοπικό, περιφερειακό ή απομακρυσμένο συμβάν αντίστοιχα. Οι υπόλοιποι αριθμοί αντιπροσωπεύουν (με σειρά) την ημέρα, ώρα, λεπτό και δευτερόλεπτο πριν από το "." και το έτος και το μήνα μετά το ".". Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το σύστημα μπορεί να περιέχει πολλές άλλες βάσεις δεδομένων. Μια βάση δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση ενός υποσυνόλου δεδομένων ή δεδομένων από διαφορετικά δίκτυα. Τα δεδομένα μπορούν να μετακινηθούν μεταξύ βάσεων δεδομένων ή μέσα και έξω από τις βάσεις δεδομένων.

Μηνιαία αρχεία θέσης σεισμικών συμβάντων , ο κατάλογος CAT

Τα συμβάντα που βρίσκονται σε μηνιαία αρχεία βρίσκονται σε έναν κατάλογο που ονομάζεται π.χ. / SEISMO / REA / BER / CAT. Πρόσθετες βάσεις δεδομένων όπως π.χ. το NAO θα έχει τα επίκεντρα αποθηκευμένα στο / SEISMO / REA / NAO / CAT. Τα μηνιαία αρχεία επίκεντρων ονομάζονται π.χ. 199901.CAT για τον Ιανουάριο 1999. Αν και τα αρχεία που δημιουργούνται από το SEISAN είναι συνήθως μηνιαία αρχεία, ο κατάλογος CAT μπορεί επίσης να περιέχει ετήσια αρχεία ή οποιοδήποτε άλλου χρονικού διαστήματος. Ο μόνος κανόνας είναι ότι το όνομα του αρχείου πρέπει να δίνει το έτος και το μήνα του πρώτου συμβάντος στο αρχείο. Αυτό συμβαίνει επειδή το πρόγραμμα αναζήτησης SELECT χρησιμοποιεί τα ονόματα αρχείων για να αναζητήσει τα απαιτούμενα χρονικά διαστήματα. Εάν ένας χρήστης έχει ιστορικό κατάλογο, αυτός μπορεί να προστεθεί ως μεμονωμένο αρχείο. Εάν ο ιστορικός κατάλογος ξεκινά το 1820, το όνομα του αρχείου θα είναι το 182001.CAT. Τα αρχεία στο CAT δεν χρειάζεται να είναι συνεχή στο χρόνο, αλλά δεν πρέπει να έχουν αλληλεπικαλύψεις στο χρόνο και κάθε αρχείο πρέπει να έχει δεδομένα με χρονολογική σειρά. Η μορφή των αρχείων CAT είναι ίδια με εκείνη των αρχείων S. Επιπλέον, τα αρχεία CAT μπορούν επίσης να είναι συμπαγή αρχεία, που σημαίνει ότι περιέχουν μόνο τη πρώτη γραμμή των αρχείων S.

Τύποι δεδομένων κυματομορφών

Το SEISAN λειτουργεί με διάφορους τύπους κυματομορφών, όπως SEISAN, GSE2.0, SEED / MINISEED, GURALP gcf (μονοκαναλικά αρχεία), τύπο Helmberger, SAC binary και SAC ASCII. Οι διαφορετικές μορφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα από διάφορα προγράμματα. Με το MULPLT, για παράδειγμα, είναι δυνατή η ταυτόχρονη απεικόνιση δεδομένων και στις τέσσερις μορφές. Άλλες μορφές μπορούν να εισαχθούν προσθέτοντας ρουτίνες ανάγνωσης και προσθέτοντας τις αντίστοιχες κλήσεις στο LIB / wave.for. Για να χρησιμοποιηθούν άλλοι τύποι κυματομορφών, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα πρόγραμμα μετατροπής. Γενικά, συνιστάται η διατήρηση των δεδομένων κυματομορφής σε μία μόνο μορφή, κυρίως για λόγους απλότητας και συντήρησης. Μπορεί να υπάρχουν διαφορετικά επιχειρήματα υπέρ ή κατά μιας μορφής ανάλογα με τις προτιμήσεις και τις απαιτήσεις του χρήστη. Οι τύποι SAC και GSE είναι ευρέως χρησιμοποιούμενοι. Το SEISAN είναι μια δυαδική μορφή πολλαπλών ιχνών με άμεση πρόσβαση ανάγνωσης σε μεμονωμένα ίχνη. Η

μορφή SEISAN είναι πιθανώς η καλύτερη επιλογή εάν το κύριο πρόγραμμα επεξεργασίας είναι το SEISAN και επειδή χρησιμοποιείται εύκολα σε όλες τις πλατφόρμες υπολογιστών. Το SAC είναι μια μορφή δυαδικού ίχνους ή ASCII με μεγάλο αριθμό παραμέτρων (header). Το GSE είναι μια μορφή πολλαπλών χαρακτήρων ASCII που περιλαμβάνει διάφορες υπο-μορφές. Χρησιμοποιείται ευρέως για την ανταλλαγή δεδομένων. Αν και η μορφή GSE μπορεί να διατηρήσει οποιονδήποτε αριθμό ιχνών, συνιστάται να συμπεριλάβετε όχι περισσότερα από 3 ίχνη σε ένα μόνο αρχείο ανάλογα με τον αριθμό των δειγμάτων, καθώς κατά την ανάγνωση ενός συγκεκριμένου ίχνους, ενδέχεται να χρειαστεί να διαβάσει ολόκληρο το αρχείο. Μελλοντικά, η μορφή αρχείων SEED / MINISEED μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή, καθώς τα περισσότερα κέντρα δεδομένων τη χρησιμοποιούν. Ωστόσο, η εφαρμογή αυτού του τύπου ε το SEISAN θα πρέπει πιθανώς να δοκιμαστεί λίγο περισσότερο. Το SEISAN δεν μπορεί να διαβάσει αρχεία SEED χρησιμοποιώντας όλες τις δυνατές επιλογές, αλλά δεδομένα από τα μεγαλύτερα κέντρα δεδομένων καθώς και πολλά παρατηρητήρια έχουν χρησιμοποιηθεί για δοκιμές. Όσον αφορά τα αρχεία MINISEED, υπάρχουν πιθανώς λιγότερα προβλήματα, καθώς τα MINISEED είναι απλούστερα από τα SEED. Το SEISAN μπορεί επίσης να γράψει αρχεία MINISEED (με το πρόγραμμα WAVETOOL), αλλά δεν μπορεί να γράψει αρχεία SEED (εκτός αν χρησιμοποιείται το GSE2SEED). Ο κατάλογος WAV περιέχει τα αρχεία με δεδομένα ψηφιακής κυματομορφής. Στην περίπτωση μεγάλων βάσεων δεδομένων, το WAV μπορεί να υποδιαιρεθεί όπως περιγράφεται παρακάτω. Επιπλέον, κάθε κατάλογος που μπορεί να περιέχει δεδομένα κυματομορφής, πρέπει να προσδιοριστεί στο αρχείο SEISAN.DEF. Η ποσότητα των δεδομένων που μπορούν να αποθηκευτούν περιορίζεται μόνο από το μέγεθος του δίσκου. Το σύστημα ανάλυσης θα κοιτάζει πάντα σε WAV για συγκεκριμένα αρχεία εάν δεν βρίσκονται στον κατάλογο του χρήστη. Τα αρχεία κυματομορφής μεταφέρονται αυτόματα στο WAV κατά την εγγραφή στη βάση δεδομένων. Η εγγραφή είναι η διαδικασία αυτόματης δημιουργίας ενός αρχείου στη βάση δεδομένων με το όνομα του αρχείου κυματομορφής και των πληροφοριών του header. Οι επιλογή φάσεων γίνεται αργότερα. Συνήθως δεν υπάρχει απαίτηση για συγκεκριμένα ονόματα για τα αρχεία κυματομορφής στο WAV ή αλλού, ωστόσο πολλά προγράμματα δίνουν ονόματα αρχείων όπως:

yyyy-mm-dd-hhmm-ssT.NETWO nnn
π.χ. 1995-01-23-1230-20T.BERGE 013

Με τις συντομογραφίες yyyy: έτος, mm: μήνα, dd: ημέρα, hh: ώρα, mm: λεπτό, ss: δευτερόλεπτο, τύπος αρχείου T: (συνήθως S), NETWO : κωδικός δικτύου με μέγιστο αριθμό γραμμάτων 5 και nnn: αριθμός καναλιών. Οι δείκτες τύπου αρχείου είναι: S: Standard SEISAN, R: Resampled, A: Appended, M: Miniseed / SEED

Βάση δεδομένων WAV: Σε περίπτωση αποθήκευσης μεγάλου αριθμού δεδομένων κυματομορφής, μπορεί να είναι πλεονέκτημα να διαχωριστεί επίσης ο κατάλογος WAV σε υποκαταλόγους. Αυτό γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως στον κατάλογο REA, π.χ. Τα αρχεία κυματομορφής για τον BER από τον Ιούλιο του 1994 θα βρεθούν στο WAV / BER / 1994/07. Προγράμματα που χρησιμοποιούν αρχεία κυματομορφής θα τα αναζητούν αυτόματα, με τη σειρά, στους καταλόγους, TMP, WAV και τον μηνιαίο κατάλογο WAV. Κατά την αποθήκευση στη βάση δεδομένων WAV, είναι απαραίτητο τα ονόματα των αρχείων κυματομορφής να ξεκινούν είτε με yymm (όπως 9902), yyyyymmdd (όπως 19990101) ή yyyy-mm (όπως 1999-02). Εάν δεν συμβαίνει αυτό, η θέση στο όνομα του έτους (συμπεριλαμβανομένου του αιώνα) και του μήνα πρέπει να καθοριστεί στο αρχείο SEISAN.DEF, στην παράμετρο CONT YEAR MONTH POSITION FILE. Τα αρχεία κυματομορφής που έχουν δημιουργηθεί σε Windows και Linux SEISAN έκδοση 7 ή νεότερη δεν μπορούν να διαβαστούν σε παλαιότερες εκδόσεις SEISAN.

Επιπλέον, υπάρχουν οι ακόλουθοι τύποι αρχείων που χρησιμοποιούνται με το SEISAN:

Αρχεία απόκρισης (Response): Αρχείο που δίνει την απόκριση ενός καναλιού σε έναν συγκεκριμένο σταθμό. Συνήθως δημιουργούνται με το πρόγραμμα RESP. Αυτός είναι ο τύπος αρχείου στον κατάλογο CAL. Ένα παράδειγμα ονόματος είναι ODDA_S_Z. 1999-05-01-0000 SEI. Ωστόσο,

μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρχεία απόκρισης SEED και SAC που εξάγονται με το rdseed.

Αρχεία λίστας: Αυτό είναι απλώς ένα αρχείο που περιέχει μια λίστα με αριθμημένα αρχεία. Το όνομα του αρχείου είναι πάντα filenr.lis και δημιουργείται με το πρόγραμμα DIRF

Αρχείο ευρετηρίου (index): Αυτό το αρχείο περιέχει μια λίστα με διαδρομές σε μια σειρά αρχείων. Το αρχείο ευρετηρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αρχείο εισόδου αντί για τα αρχεία CAT σε πολλά προγράμματα. Πολλά προγράμματα δημιουργούν αρχεία ευρετηρίου όπως π.χ. το select και το een. Το αρχείο ευρετηρίου έχει την ίδια μορφή με τα αρχεία filenr.lis που περιγράφηκαν παραπάνω και μπορεί να δημιουργηθεί με την εντολή dirf χρησιμοποιώντας αρχεία S. Το όνομα του ευρετηρίου πρέπει να περιέχει ένα «.». Ένα παράδειγμα φαίνεται παρακάτω:

1. \ SEISMO \ REA \ TEST \ 1993 \ 09 \ 29-2228-26D.S199309
2. \ SEISMO \ REA \ TEST \ 1994 \ 06 \ 16-1841-57D.S199406

Εισαγωγή δεδομένων

Η εισαγωγή των δεδομένων μπορεί να γίνει χειροκίνητα με την τροποποίηση τους σε μορφή που μπορεί να αναγνωρίσει το σύστημα (S αρχεία και κυματομορφές τύπου SEISAN ,SAC ,GSE) και στη συνέχεια αρχειοθέτηση τους στη βάση δεδομένων. Αυτή η διαδικασία όμως αν και απλή είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα ειδικά σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου δεδομένων. Ο πιο συνήθης τρόπος είναι τα δεδομένα των κυματομορφών των σεισμικών γεγονότων να παράγονται από ένα σύστημα απόκτησης δεδομένων. Τα δεδομένα που προέχρονται από ένα σεισμικό δίκτυο τροποποιούνται ώστε να πάρουν τη μορφή SEISAN και αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων. Για τη τροποποίηση των κυματομορφών τύπου MINISEED, GSE, PCSUDS παρέχονται αντίστοιχα προγράμματα. Στη συνέχεια με το πρόγραμμα MULPLT απεικονίζονται οι κυματομορφές και ο χρήστης επιλέγει αν το σήμα που περιέχει το αρχείο αντιστοιχεί σε σεισμικό γεγονός ή όχι. Στην περίπτωση που αντιστοιχεί σε σεισμό μέσω του ίδιου προγράμματος με την επιλογή REG δημιουργείται ένα αρχείο S στη βάση δεδομένων και οι κυματομορφές μεταφέρονται στο φάκελο WAV αν δεν βρίσκονταν ήδη εκεί. Εναλλακτικά όλες οι κυματομορφές μπορούν να εισαχθούν αυτόματα στη βάση δεδομένων με το πρόγραμμα AUTOREG και ο έλεγχος τους πραγματοποιείται με το πρόγραμμα EEV. Στη συνέχεια η ανάλυση πραγματοποιείται με το EEV (προσδιορισμός φάσεων, υποκέντρου και άλλες τροποποιήσεις).

Υπολογισμός συντελεστή Q, με το πρόγραμμα CODAQ

Το πρόγραμμα θα υπολογίσει το coda Q (ή αλλιώς Q) για μια σειρά συμβάντων και σταθμών σε συγκεκριμένες συχνότητες. Με την ολοκλήρωση, υπολογίζονται οι μέσες τιμές του και η καμπύλη Q vs f τοποθετείται στις υπολογισμένες τιμές. Το πρόγραμμα θα σχεδιάσει επίσης τα συμβάντα και τα φιλτραρισμένα παράθυρα coda. Η αρχή για τον υπολογισμό είναι η τυπική μέθοδος coda Q, σύμφωνα με την οποία ένα παράθυρο coda είναι φιλτραρισμένο με ζωνοπερατό φίλτρο, ένας φάκελος προσαρμόζεται σε αυτό και τα coda Q υπολογίζονται στην κάθε συχνότητα που απαιτεί ο χρήστης. Ο φάκελος αποτελεί την υπολογιζόμενη τιμή RMS του φιλτραρισμένου σήματος χρησιμοποιώντας ένα παράθυρο 5 κύκλων. Το πρόγραμμα μπορεί να λειτουργήσει μόνο σε σύνδεση με τα αρχεία μορφής SEISAN. Το πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιήσει όλους τους τύπους αρχείων κυματομορφής που είναι αποδεκτοί από το SEISAN και μπορεί να αναφέρονται περισσότεροι από ένας φάκελοι κυματομορφής στο αρχείο S. Το πρόγραμμα θα εκμεταλλευτεί επίσης τη δομή της βάσης δεδομένων SEISAN.

Αρχεία εισόδου

Οι υπολογισμοί ελέγχονται από ένα αρχείο που ονομάζεται codaq.par και οι συνδυασμοί συμβάντων-σταθμών για χρήση δίνονται στο αρχείο codaq.inp. Τα αρχεία αυτά βρίσκονται στο φάκελο DAT. Ένα παράδειγμα ενός αρχείου παραμέτρων παρουσιάζεται παρακάτω:

start in s times and Vp/Vs ratio (optionally)	2.0
absolute start time (sec)	0
window length (sec)	20
spreading parameter	1.0
constant v in $q = q_0 \cdot f^{**} \cdot v$	1.0
minimum signal to noise ratio:	2
Noise window in front of signal and length of RMS noise window:	15,5
minimum correlation coefficient	0.50
maximum counts to use	64000
number of frequencies and number of octaves (optional)	3
frequencies and bands (optional if octave given)	4,2 8,4 16,8
default stations (1. line) and components (2. line), 30a5	HYA ASK SUE S ZS E S N

Παράμετροι πρόγραμματος

Χρονικό διάστημα μετά την άφιξη των S κυμάτων για το προσδιορισμό της έναρξης του παραθύρου των coda και λόγος V_p / V_s (start in s times and Vp/Vs ratio): Όπως έχει αναφερθεί το παράθυρο coda ξεκινά μετά από το διπλάσιο του χρόνου διαδρομής των S από την πηγή. Αυτή η παράμετρος μπορεί να ποικίλει και μπορεί να επιλεγεί διαφορετικά σε ειδικές περιπτώσεις. Ο χρόνος S είτε δίδεται στο αρχείο S είτε υπολογίζεται από τον χρόνο P, οπότε πρέπει πάντα να υπάρχει χρόνος άφιξης των κυμάτων P. Αυτό σημαίνει επίσης ότι εάν χρησιμοποιείται ένα Pn, το παράθυρο coda θα ξεκινήσει 2 φορές το χρόνο διαδρομής της φάσης Sn, το οποίο μπορεί να διαφέρει ουσιαστικά από 2 φορές το χρόνο διαδρομής της φάσης Sg. Ο χρόνος άφιξης των S υπολογίζεται από το χρόνο άφιξης των P κυμάτων χρησιμοποιώντας το λόγο V_p / V_s με την τιμή 1.78 να δίδεται από το πρόγραμμα. Προαιρετικά, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το λόγο V_p / V_s που θα χρησιμοποιηθεί. Ο ελάχιστος χρόνος λήξης ορίζεται συχνά στο διπλάσιο του χρόνου διαδρομής των S, αλλά θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερος αφού θεωρείται ότι τα κύματα coda ξεκινούν εκείνη τη στιγμή. Αυτό σημαίνει ότι εάν ο χρόνος λήξης είναι μικρότερος από δύο φορές το χρόνο διαδρομής των S, το συμβάν απορρίπτεται.

Απόλυτος χρόνος έναρξης (absolute start time): Αν αυτή η παράμετρος διαφέρει από το μηδέν, χρησιμοποιείται ένας απόλυτος χρόνος έναρξης σε σχέση με τον χρόνο γένεσης για την έναρξη του παραθύρου coda. Αυτή η παράμετρος μπορεί να είναι χρήσιμη, καθώς διαφορετικοί χρόνοι έναρξης (που σημαίνει διαφορετικοί χρόνοι λήξης) ενδέχεται να παράγουν διαφορετικές τιμές q. Για να χρησιμοποιηθεί αυτή η παράμετρος, πρέπει να είναι σίγουρο ότι θα επιλεγεί χρονικό διάστημα αρκετά μεγάλο, το οποίο μπορεί να ελεγχθεί με τις γραφικές παραστάσεις. Εάν ο απόλυτος χρόνος έναρξης είναι μικρότερος από το πολλαπλάσιο του χρόνου διαδρομής των S, ο σταθμός θα παραλειφθεί. Εάν η παράμετρος αυτή έχει τιμή 0.0 χρησιμοποιείται η προηγούμενη παράμετρος. Ορισμένες μελέτες ορίζουν τον απόλυτο χρόνο έναρξης ως το χρόνο από την αρχή έως το μέσο του παραθύρου ανάλυσης. Ο χρόνος λήξης ορίζεται συχνά στο διπλάσιο του χρόνου διαδρομής των S, αλλά αυτή η πρακτική πιθανό να μην είναι σωστή, διότι ο χρόνος θα εξαρτάται από το σετ δεδομένων και θα είναι διαφορετικός για κάθε συμβάν. Επομένως, θα είναι αδύνατο να συγκριθεί με άλλα σύνολα δεδομένων. Κατά τη σύγκριση δεδομένων από διαφορετικές περιοχές με διαφορετική εξασθένιση και διαφορετικά μεγέθη σεισμών, είναι σημαντικό να βρεθεί ένας κοινός χρόνος λήξης.

Μήκος παραθύρου (window length): Αυτό είναι το μήκος παραθύρου coda σε δευτερόλεπτα. Συνήθως απαιτείται το παράθυρο να έχει τουλάχιστον 20 δευτερόλεπτα μήκος για να είναι τα αποτελέσματα σταθερά. Το μήκος του παραθύρου για ανάλυση που επιλέγεται για την ανάλυση του Coda Q επηρεάζει τα αποτελέσματα λόγω της δειγματοληψίας διαφορετικών όγκων όπως ο χρόνος λήξης. Επομένως, ένα μεγαλύτερο παράθυρο αναμένεται να δώσει μεγαλύτερες τιμές Q. Το

επιλεγμένο παράθυρο πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να παράγει έναν σταθερό φάκελο. Στην πράξη, χρησιμοποιούνται συνήθως 20-30 δευτερόλεπτα. Επίσης οι Havskov et al. (2016) έδειξαν ότι ένα παράθυρο των 50 δευτερολέπτων με χρόνο λήξης των 30 δευτερολέπτων είναι πιθανό να δώσει ένα αποτέλεσμα συγκρίσιμο με ή λίγο μικρότερο από αυτό του παραθύρου 30 δευτερολέπτων με χρόνο λήξης 50 δευτερόλεπτα, καθώς και οι δύο έχουν το ίδιο άκρο παραθύρου coda (80 δευτερόλεπτα από τον χρόνο γένεσης).

Παράμετρος γεωμετρικής εξάπλωσης (spreading parameter): Η παράμετρος γεωμετρικής εξάπλωσης β είναι συνήθως σταθερή στο 1.0 για τα κύματα χώρου. Ωστόσο, όταν προσδιορίζονται τόσο το Q όσο και η παράμετρος γεωμετρικής εξάπλωσης, υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ των δύο. Οι Aki και Chouet (1975) επισημαίνουν ότι τα αποτελέσματα είναι σχετικά μη ευαίσθητα στο β . Οι Rautian και Khalturin (1978) αναφέρουν ότι διαφορετικές τιμές του β μεταξύ 0.5-1.0 επηρεάζουν το αποτέλεσμα κατά λιγότερο από 20%. Οι Calvet και Margerin (2013) βρήκαν διαφορά 10% μεταξύ της χρήσης 0.75 και 1.0. Χρησιμοποίησαν 0.75, καθώς, στην προσέγγισή τους, τα κύματα Coda ερμηνεύτηκαν χρησιμοποιώντας πολλαπλές σκεδάσεις που συγκλίνουν προς διάχυση. Οι Rautian και Khalturin (1978) διαπίστωσαν ότι το $\beta=0.5$ έδωσε ελαφρώς καλύτερα αποτελέσματα για τις χαμηλότερες συχνότητες θεωρώντας ότι ως τα κύματα coda χαμηλότερων συχνοτήτων αντιπροσωπεύουν τα επιφανειακά κύματα. Ωστόσο, άλλες μελέτες έχουν βρει υψηλότερες τιμή του β όπως οι Ibáñez et al. (1993) που βρήκαν μια τιμή του $\beta=1.2$ χρησιμοποιώντας κύματα coda ανεξάρτητα από τον προσδιορισμό του coda Q . Οι Vidales Basurto et al. (2014) μελέτησαν την εξασθένηση των κυμάτων S στην περιοχή του Κόλπου της Καλιφόρνιας. Για αποστάσεις 10–120 km, οι τιμές β ήταν μεταξύ 0.8–1.0 και για 120–220 km βρήκαν τιμές β μεταξύ 0.4–0.7. Χρησιμοποιώντας παρατηρήσεις διατάξεων για συμβάντα σε απόσταση 10-150 km, οι Akinci et al. (2014) μελέτησαν την εξασθένηση υψηλής συχνότητας στην Τουρκία και διαπίστωσαν ότι το β λάμβανε τιμή 1.0 για αποστάσεις <40 km και 0.3 για αποστάσεις > 40 km. Οι Galluzzo et al. (2015) διαπίστωσαν ότι πάνω από 6 Hz, τα κύματα coda ήταν καθαρά κύματα χώρου, ενώ κάτω από 6 Hz ήταν ένα μείγμα επιφανειακών κυμάτων και κυμάτων χώρου. Έτσι, η παράμετρος γεωμετρικής εξάπλωσης θα μπορούσε να είναι μικρότερη από 1 για χαμηλότερες συχνότητες.

Σταθερά n στη σχέση $q = q_0 * f^{-n}$: Για όλες τις τιμές q (f), το q_0 υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη σταθερά n με τιμή π.χ. 1.0. Αυτή η παράμετρος δεν επηρεάζει τους υπολογισμούς q .

Ελάχιστη αναλογία σήματος προς θόρυβο (minimum signal to noise ratio): Για να γίνει αποδεκτή μια τιμή q για τον υπολογισμό της μέσης τιμής, ο λόγος σήματος προς θόρυβο πρέπει να είναι πάνω από αυτήν την τιμή. Η αναλογία σήματος προς θόρυβο υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το tRMS των τελευταίων δευτερολέπτων του φιλτραρισμένου παραθύρου coda και το tRMS των πρώτων δευτερολέπτων του παραθύρου δεδομένων. Εάν τα δεδομένα αρχίζουν με θόρυβο ή στο σήμα P , η αναλογία s / n θα είναι λάθος. Μια λογική τιμή είναι 5.0.

Μέγιστες τιμές πλάτους (maximum counts to use): Εάν η τιμή πλάτους σε ένα παράθυρο coda είναι πάνω από αυτήν την τιμή, το παράθυρο δεν χρησιμοποιείται. Σκοπός είναι να αποφύγετε τη χρήση τιμών που προέρχονται από “ κλιπάρισμα” του σεισμομέτρου.

Παράθυρο θορύβου μπροστά από το σήμα και το μήκος του παραθύρου θορύβου, t_{noise} και t_{RMS} (Noise window in front of signal and length of RMS noise window): Ο πρώτος αριθμός είναι ο αριθμός των δευτερολέπτων θορύβου που απεικονίζεται μπροστά από το σήμα. Σε προηγούμενες εκδόσεις, ο αριθμός αυτός ήταν 15 δευτερόλεπτα και δεν μεταβαλλόταν, όμως μερικές φορές δεν υπήρχαν 15 δευτερόλεπτα θορύβου πριν από το P . Ο δεύτερος αριθμός είναι το μήκος του παραθύρου θορύβου που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του λόγου σήματος προς θόρυβο. Αυτό ήταν προηγουμένως μόνιμα 5 δευτερόλεπτα.

Ελάχιστη τιμή συντελεστή συσχέτισης (minimum correlation coefficient): Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η τιμή q στον υπολογισμό του μέσου όρου, ο συντελεστής συσχέτισης του coda q , που δείχνει το αν ο φάκελος των coda προσαρμόζεται ικανοποιητικά με τα δεδομένα, πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος με αυτήν την τιμή. Οι τιμές συσχέτισης είναι στην πραγματικότητα αρνητικές, αλλά αναφέρονται πάντα ως θετικές στα ακόλουθα. Μια αποδεκτή τιμή εξαρτάται από τα δεδομένα, αλλά συνήθως απαιτείται μια τιμή μεγαλύτερη από 0.5 (στην πραγματικότητα -0.5). Αριθμός συχνοτήτων και οκτάβων (number of frequencies and number of octaves): Ο αριθμός συχνοτήτων προς χρήση. Ο μέγιστος αριθμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι 10, ενώ 5 είναι ένας καλός αριθμός. Μπορεί επίσης να δοθεί ο αριθμός των οκτάβων για το φίλτρο, και τότε όλα τα φίλτρα έχουν το ίδιο συχνοτικό εύρος.

Συχνότητες και ζώνες (frequencies and bands): Οι αντίστοιχες κεντρικές συχνότητες και ζώνες συχνοτήτων. Η ζώνη συχνοτήτων θα πρέπει να αυξάνεται με την αύξηση της συχνότητας. Συνιστάται να χρησιμοποιείται φιλτράρισμα σταθερού σχετικά εύρους ζώνης, για να λαμβάνεται ίση ποσότητα ενέργειας σε κάθε ζώνη. Το σχετικό εύρος ζώνης ορίζεται ως $RBW = (f_u - f_l) / f_0$ όπου τα f_u και f_l είναι το ανώτερο και κατώτερο όριο συχνότητας, αντίστοιχα. Ένα τέτοιο φίλτρο θα ήταν π.χ. 4 ± 1 , 8 ± 2 , 16 ± 4 . Η συχνότητα που αντιπροσωπεύει την ενέργεια σε μια συγκεκριμένη ζώνη φίλτρου, είναι η γεωμετρική κεντρική συχνότητα που υπολογίζεται ως $f_c = \sqrt{f_u f_l}$. Δεδομένου ότι ο χρήστης πιθανώς θέλει να υπολογίσει το coda Q σε μια συγκεκριμένη συχνότητα, η κανονική επιλογή είναι ότι τα f_u και f_l υπολογίζονται έτσι ώστε να χρησιμοποιείται το δεδομένο εύρος ζώνης (π.χ. 4 Hz), αλλά το πραγματικό f_u και f_l θα δώσουν την καθορισμένη κεντρική συχνότητα. Το πλάτος του φίλτρου πρέπει να είναι τουλάχιστον μία οκτάβα όπως 2-4 και 8-16. Ο αριθμός των οκταβών μπορεί να δοθεί με τον αριθμό των συχνοτήτων, οπότε δεν χρειάζεται να υπολογιστούν οι σωστές ζώνες. Συνιστάται να χρησιμοποιείται φίλτρο 1-2 οκτάβας και όταν χρησιμοποιείται η επιλογή καθορισμού των οκτάβων, να χρησιμοποιείται πάντα η γεωμετρική κεντρική συχνότητα. Στο τέλος των υπολογισμών, γράφονται οι ζώνες οκτάβων και φίλτρων.

Προεπιλεγμένοι σταθμοί (default stations): Οι σταθμοί και οι συνιστώσες που θα χρησιμοποιηθούν εφόσον δεν προσδιορίζονται στο αρχείο codaq.inp. Οι σταθμοί βρίσκονται στην πρώτη γραμμή και οι συνιστώσες στη δεύτερη γραμμή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν έως 300 κανάλια. Οι 2 γραμμές πρέπει να περιέχουν μερικά κενά, εάν όχι, οι σταθμοί δεν θα διαβαστούν από το αρχείο codaq.inp και το πρόγραμμα θα διακοπεί.

Χρήση των συνιστωσών

Κενή συνιστώσα: Σε αυτή τη περίπτωση το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το αρχείο κυματομορφής της πρώτης διαθέσιμης συνιστώσας για το κάθε σταθμό που αναφέρεται στο αρχείο παραμέτρων. Η επιλεχθείσα συνιστώσα αναγράφεται στα διαγράμματα και στα αποτελέσματα μετά τους υπολογισμούς.

Οι συνιστώσες με προσανατολισμό πχ. Z όπου επιλέγεται το κανάλι Z του σταθμού. Μετά την ανάγνωση του αρχείου παραμέτρων, το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει το αρχείο codaq.inp για να λάβει τις πληροφορίες των σεισμικών συμβάντων και των σταθμών. Οι κωδικοί των σταθμών μπορούν να έχουν μέχρι 5 χαρακτήρες. Επειδή τα κύματα coda είναι τυχαία και προέρχονται από όλες τις κατευθύνσεις, δεν αναμένεται καμία διαφορά μεταξύ των συνιστωσών. Αυτό παρατηρήθηκε επίσης από τους Del Pezzo et al. (1985) και Sato et al. (2012).

Το αρχείο codaq.inp αποτελείται από μια σειρά γραμμών που η κάθε μια αντιστοιχεί σε ένα συμβάν (ένα αρχείο index). Ένας εύκολος τρόπος για να παραχθεί αυτό το αρχείο είναι με τη χρήση του προγράμματος SELECT. Το αρχείο μπορεί επίσης να παραχθεί με το EEV χρησιμοποιώντας την επιλογή (C)opy για τη δημιουργία ενός αρχείου indexeev.out. Ένα παράδειγμα με σταθμούς που δίδονται μαζί με το πρόγραμμα παρατίθεται παρακάτω:

```
1 /top/seismo/seismo/REA/BER___/1992/06/16-0343-38L.S199206
```

3 /top/seismo/seismo/REA/BER___/1992/06/16-1311-58L.S199206

Το παραπάνω παράδειγμα δίνει τους σταθμούς στο αρχείο codaq.par οπότε δεν δίνονται οι σταθμοί στο αρχείο εισόδου. Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα όπου οι σταθμοί και οι συνιστώσες που επιλέγονται για συγκεκριμένα σεισμικά συμβάντα αναγράφονται στο αρχείο εισόδου. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει οι γραμμές των σταθμών και των συνιστωσών στο αρχείο codaq.par να είναι κενές. Οι γραμμές των συνιστωσών μπορεί να είναι κενές ή να δίνουν τις διευθύνσεις.

1 /top/seismo/seismo/REA/BER___/1992/06/16-0343-38L.S199206

HYA KMY BER ASK TRO

S ZS EB ES ZS Z

3 /top/seismo/seismo/REA/BER___/1992/06/16-1311-58L.S199206

HYA

Z

Οι αριθμοί στα αριστερά προέρχονται από το αρχείο ευρετηρίου και δεν έχουν καμία σημασία. Το όνομα της κυματομορφής αναγράφεται στο αρχείο S. Το όνομα του αρχείου S ακολουθούν πρώτα μια γραμμή με τους κωδικούς των σταθμών και η γραμμή που περιέχει τις συνιστώσες. Η γραμμή των συνιστωσών πρέπει να υπάρχει ακόμα και αν είναι κενή. Επειδή μπορεί να χρειαστεί πολλή δουλειά για τη δημιουργία αυτού του αρχείου χειροκίνητα, το πρόγραμμα SELECT έχει την επιλογή να το δημιουργήσει. Το SELECT είναι σε θέση να πραγματοποιήσει ένα αρχείο εξόδου με όλο το συνδυασμό συμβάντων-σταθμών για ένα συγκεκριμένο εύρος. Ωστόσο, το SELECT θα δώσει ελλιπή ονόματα συνιστωσών, δεδομένου ότι δεν δίνονται ολόκληρα στα αρχεία S. Είναι δυνατή η χρήση ενός ή τριών συνιστωσών. Το αρχείο που παράγει το SELECT ονομάζεται index.codaq./indexindex.codaq.

Στα παραπάνω παραδείγματα, όλα τα αποτελέσματα από μία εκτέλεση αποτελούν το μέσο όρο των υπολογισμών. Ωστόσο, μερικές φορές μπορεί να είναι επιθυμητό να εκτελεστούν πολλά σύνολα δεδομένων και να ληφθούν μεμονωμένα αποτελέσματα για το καθένα. Υπάρχει επομένως η επιλογή εκτέλεσης ενός συνόλου συμβάντων με πολλά διαφορετικά σύνολα σταθμών και για κάθε σετ, τα αποτελέσματα γράφονται ξεχωριστά. Συνήθως σε μια μεγάλη περιοχή, κάποιος θα ήθελε να πάρει codaq για κάθε σταθμό ή μικρές ομάδες σταθμών χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο πλήθος σεισμών. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας πολλά σύνολα προεπιλεγμένων σταθμών, όπως στο παρακάτω παράδειγμα.

SUE KMY

S ZS Z

ASK

S Z

Σε αυτό το παράδειγμα, το πρώτο σύνολο δεδομένων έχει δύο σταθμούς, οι άλλοι μόνο έναν.

Ο μέσος όρος Coda Q υπολογίζεται επίσης για κάθε σταθμό ή κανάλι. Η προεπιλογή είναι να υπολογιστεί ο μέσος όρος για όλα τα στοιχεία για κάθε σταθμό. Τα αποτελέσματα δίνονται στο αρχείο codaq.channel και επίσης με περισσότερες λεπτομέρειες στο codaq1.out.

Λειτουργία προγράμματος

Το πρόγραμμα διαβάζει πρώτα το αρχείο παραμέτρων, δηλαδή το προεπιλεγμένο codaq.par που πρέπει να βρίσκεται στον τρέχοντα κατάλογο. Στη συνέχεια διαβάζει το αρχείο codaq.inp με τα συμβάντα για ανάλυση (επίσης στον τρέχοντα κατάλογο). Τα ονόματα των αρχείων που δίνονται εδώ μπορούν, όπως φαίνεται στα παραπάνω παραδείγματα, να βρίσκονται στη βάση δεδομένων ή αλλού, π.χ. στον τοπικό κατάλογο. Στο αρχείο S, δίνεται το όνομα του αρχείου κυματομορφής. Εάν δίδονται περισσότερα από ένα αρχεία κυματομορφής, θα αναζητηθούν όλα τα αρχεία για τον συγκεκριμένο

σταθμό και τη συνιστώσα. Το πρόγραμμα θα κοιτάζει πρώτα στον τρέχοντα κατάλογο, και στη συνέχεια στο φάκελο WAV και στη συνέχεια στις βάσεις δεδομένων που περιέχονται στο WAV και σε άλλους καταλόγους όπως δίνονται στο αρχείο SEISAN.DEF στο φάκελο DAT. Το πρόγραμμα μπορεί επομένως να λειτουργήσει χωρίς να μετακινηθούν τα δεδομένα από τη βάση δεδομένων. Τα αρχεία πρέπει να ενημερώνονται για να έχουν χρόνο γένεσης, καθώς το πρόγραμμα χρησιμοποιεί το χρόνο γένεσης και τους χρόνους άφιξης των P από τα αρχεία.

Τρέχοντας το πρόγραμμα: Πληκτρολογώντας την εντολή codaq στο παράθυρο εντολών ξεκινά η εκτέλεση του προγράμματος παραθέτοντας αρχικά τις παρακάτω επιλογές:

0: Only q is calculated

1: Q is calculated and a plot on the screen is shown

2: Q , and at the same time hard copy plots are made.

3: Q is calculated and hard copy plots are made, but no screen plot.

Με τη πρώτη επιλογή απλά υπολογίζει το Q και το παραθέτει στο παράθυρο εντολών

Με τη δεύτερη επιλογή υπολογίζεται το Q και στην οθόνη απεικονίζονται τα διαγράμματα των κυματομορφών με τους φακέλους (Σχήμα 5.3)

Με τη τρίτη επιλογή δημιουργούνται επίσης αντίγραφα των διαγραμμάτων των κυματομορφών.

Με τη τέταρτη επιλογή δημιουργούνται όλα τα προηγούμενα αλλά τα διαγράμματα δεν απεικονίζονται στην οθόνη.

Στη συνέχεια το πρόγραμμα ζητά να οριστεί η θέση των αρχείων παραμέτρων codaq.par και codaq.inp. Εφόσον η εκτέλεση του προγράμματος γίνεται εντός του φακέλου που βρίσκονται αυτά τα αρχεία δεν απαιτείται να οριστεί η θέση.

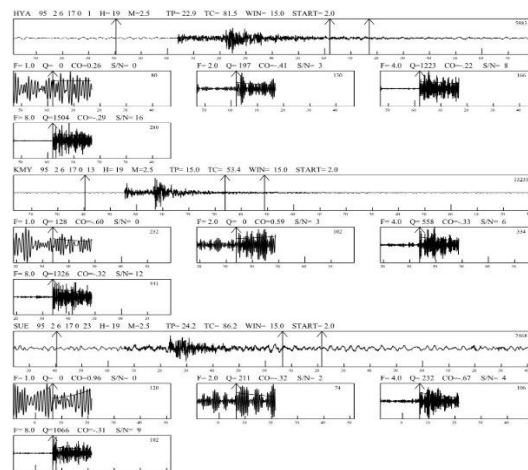
Το πρόγραμμα στη συνέχεια θα πραγματοποιήσει τον υπολογισμό του Q. Εναλλακτικά, το πρόγραμμα μπορεί να ξεκινήσει με εντολές:

codaq n parameter-file data-file

ή εναλλακτικά για να πραγματοποιηθεί ο μέσος όρος για το κάθε κανάλι

codaq -c n parameter-file data-file

με το n να είναι οι επιλογές 0 έως 3 που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 5.3 Παράδειγμα απεικόνισης διαγραμμάτων που κατασκευάζονται από το πρόγραμμα coda Q. Τα ανώτερα και μεγαλύτερα παράθυρα απεικονίζουν το αρχικό σήμα ενώ τα μικρότερα τα φιλτραρισμένα τμήματα

του σήματος στα οποία θα πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός του coda Q. Στα μικρά παράθυρα απεικονίζονται επίσης 15 s θορύβου μπροστά από τα επιλεγμένα τμήματα σήματος που αντιστοιχούν στα ουραία κύματα.

Εάν έχει επιλεγεί η απεικόνιση διαγραμμάτων στην οθόνη, θα πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο Return για τη μετάβαση από τη μια σειρά διαγραμμάτων που αφορούν ένα σεισμικό συμβάν στην επόμενη. Στο τέλος, δίνεται μια σύνοψη, η οποία είναι ίδια με το αρχείο εξόδου codaq.out. Οι συντομογραφίες στα διαγράμματα και στη σύνοψη είναι:

H: Βάθος σεισμικού συμβάντος

M: Μέγεθος σεισμού

TP: Χρόνος διαδρομής των κυμάτων P

TC: Χρόνος έναρξης του παραθύρου coda σε σχέση με το χρόνο γένεσης

F: Συχνότητα

Q: Τιμές coda q

S/N: Λόγος σήματος προς θόρυβο

AV Q: Μέση τιμή q

SD: Τυπική απόκλιση

NT: Συνολικός αριθμός των τιμών q σε όλες τις συχνότητες

N: Αριθμός των τιμών q values για μια συχνότητα

q: Μέση τιμή των τιμών q

1/q: Υπολογισμός του q έως μέσες τιμές του 1/q

f:1/q: Υπολογισμός των τιμών Q χρησιμοποιώντας τη σχέση $q = q_0 * f^{**n}$ που λαμβάνεται από τις μέσες τιμές 1/q

cq0: Τιμή q_0 που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη σταθερά n

n: Σταθερά n

cor: Συντελεστής συσχέτισης του q vs f

corr: Μέσοι συντελεστές συσχέτισης των υπολογισμών codaq κατά την προσαρμογή των φακέλων στις κυματομορφές. Επίσης δίνονται οι τιμές τυπικής απόκλισης.

Αν το πρόγραμμα δεν μπορεί να εντοπίσει ένα σταθμό ή κάποιο χρόνο άφιξης των κυμάτων P τότε ενημερώνει το χρήστη.

Αρχεία εξόδου

codaq.out

Με το τέλος των υπολογισμών δημιουργείται ένα αρχείο που ονομάζεται codaq.out. Περιέχει ένα αντίγραφο του αρχείου παραμέτρων, μια γραμμή για κάθε συνδυασμό σταθμών συμβάντων που γίνεται αποδεκτός από το πρόγραμμα (εφόσον οι τιμές συσχέτισης και αναλογίας s/n είναι μεγαλύτερες από τα κατώτερα όρια) και τις μέσες τιμές q. Οι τιμές q υπολογίζονται κατά μέσο όρο απευθείας (υποδεικνύεται από το q) και με τη σχέση 1/q (υποδεικνύονται με το 1/q). Μια περίληψη του codaq.out δίνεται στο codaq1.out.

Αρχείο codaq.area

Αποτελεί το αρχείο εξόδου των μέσων σημείων coda q, δηλαδή των σημείων που αντιστοιχούν οι τιμές q. Για κάθε αποδεκτή τιμή Q, το μέσο σημείο μεταξύ του σταθμού και του συμβάντος μαζί με το αντίστοιχο Q και τη συχνότητα αποθηκεύεται στο αρχείο, όπως φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα.

2009 117201030 LYN BH Z 34.58 112.67 1.0 91.2 10.0 37.5 38.8

2009 117201030 LYN BH Z 34.58 112.67 2.0 223.9 10.0 37.5 38.8

2009 117201030 LYN BH Z 34.58 112.67 4.0 444.0 10.0 37.5 38.8

Το περιεχόμενο του αρχείου είναι αναλυτικά: Χρονολογία συμβάντος, κωδικός σταθμού, συνιστώσα, γεωγραφικές συντεταγμένες του μέσου σημείου, συχνότητα, Q, βάθος, επικεντρική και υποκεντρική απόσταση. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση της χωρικής διακύμανσης του Q και το SEISAN παρέχει ένα τέτοιο πρόγραμμα, το CODAQ AREA. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για στατιστική ανάλυση με το QSTAT.

Αρχείο codaq.index

Μετά τον υπολογισμό του q δημιουργείται επίσης ένα αρχείο που ονομάζεται codaq.index. Αυτό το αρχείο ευρετηρίου περιέχει όλα τα συμβάντα που έγιναν αποδεκτά για τον υπολογισμό των τιμών coda q και επομένως μπορεί π.χ. να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ενός χάρτη των γεγονότων που χρησιμοποιήθηκαν πραγματικά.

Αρχείο codaq1.out

Το αρχείο εξόδου codaq1.out περιέχει τα ίδια αποτελέσματα με το codaq.out εκτός από το ότι δεν περιέχει αποτελέσματα για το κάθε συμβάν ξεχωριστά. Επιπλέον περιέχει τα μέσα αποτελέσματα για κάθε σταθμό/ συνιστώσα.

Παράδειγμα του codaq.out:

```
start in s-times 2.00
absolute start time (sec) 0.00
window length (sec) 15.00
spreading parameter 1.00
constant v in q =  $q_0 * f^{**v}$  1.00
minimum signal to noise ratio 5.00
noise window in front of signal and len 15.00 5.00
minimum correlation coefficient 0.50
maximum counts to use 500000
ASK SUE KMY EGD HYA
S ZS ZS ZS ZS Z
\SEISMO\WAV\1996-06-07-1324-51S.TEST__009
\SEISMO\WAV\1996-06-07-1324-51S.TEST__009
\SEISMO\WAV\1996-06-07-1324-51S.TEST__009
1996 6 7132458 KMY tc 41.3 f 16.0 s/n 37.4 Q 1077 corr -0.55 rms 0.30
\SEISMO\WAV\1996-06-07-1324-51S.TEST__009
\SEISMO\WAV\1996-06-07-1324-51S.TEST__009
\SEISMO\WAV\1996-06-25-0336-34S.TEST__032
1996 625 33715 ASK tc 87.2 f 4.0 s/n 121.9 Q 340 corr -0.60 rms 0.19
1996 625 33715 ASK tc 87.2 f 8.0 s/n 72.5 Q 551 corr -0.56 rms 0.28
\SEISMO\WAV\1996-06-25-0336-34S.TEST__032
1996 625 337 5 SUE tc 57.3 f 4.0 s/n 96.9 Q 193 corr -0.61 rms 0.34
\SEISMO\WAV\1996-06-25-0336-34S.TEST__032
1996 625 33730 KMY tc 143.5 f 8.0 s/n 13.6 Q 506 corr -0.61 rms 0.27
\SEISMO\WAV\1996-06-25-0336-34S.TEST__032
\SEISMO\WAV\1996-06-25-0336-34S.TEST__032
1996 625 33653 HYA tc 84.4 f 2.0 s/n 51.5 Q 288 corr -0.54 rms 0.12
1996 625 33653 HYA tc 84.4 f 4.0 s/n 239.5 Q 427 corr -0.56 rms 0.17
```

1996 625 33653 HYA tc 84.4 f 8.0 s/n 112.1 Q 504 corr -0.61 rms 0.27

Freq 2.00 4.00 8.00 16.00
Band 1.00 2.00 4.00 8.00

AV Q SD AV Q SD AV Q SD AV Q SD

NT= 8	N= 1	N= 3	N= 3	N= 1	N=
q	288 0	320 118	520 27	1077 0	
1/q	288 0	287 123	519 26	1077 0	
f:1/q	206 91	333 147	537 237	867 382	

q cq0= 84 sd= 37 q0=143 sd= 49 v= 0.65 sd= 0.16 cor= 0.94
1/q cq0= 82 sd= 38 q0=128 sd= 57 v= 0.69 sd= 0.20 cor= 0.93

Corr: 0.540.00 0.590.03 0.590.03 0.550.00

Average lapse time with sd 83.704498 29.501974

Στις πρώτες γραμμές αναφέρονται τα ονόματα των κυματομορφών που χρησιμοποιήθηκαν και στις επόμενες τα αποτελέσματα για τη κάθε συχνότητα. Εμφανίζονται μόνο τα επιλεγμένα ίχνη που πληρούν τα κριτήρια επιλογής. Ο χρόνος που υποδεικνύεται, είναι ο χρόνος έναρξης στο αρχείο κυματομορφής για τον κάθε σταθμό. Γενικά, η ώρα έναρξης για κάθε κανάλι ψηφιακών δεδομένων θα είναι διαφορετική. Η πιθανή έλλειψη ορισμένων δεδομένων, καταγράφεται επίσης στο αρχείο codaq.out. Ο μέσος χρόνος λήξης είναι η μέση τιμή όλων των τιμών tc.

codaqxx.statist

Σε αυτό το αρχείο οι τιμές Q δίνονται για κάθε συχνότητα xx και λαμβάνουν αντίστοιχα ονόματα όπως codaq08.statist για συχνότητα 8 Hz. Το αρχείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απεικόνιση των αποτελεσμάτων με τα άλλα προγράμματα.

codaq.summary

Αυτό το αρχείο δίνει μια σύνοψη των αποτελεσμάτων, όπως, ntotal= 1096 q0= 68 sd= 3 v= 0.95 sd= 0.02 cor= 1.00

codaq.channel

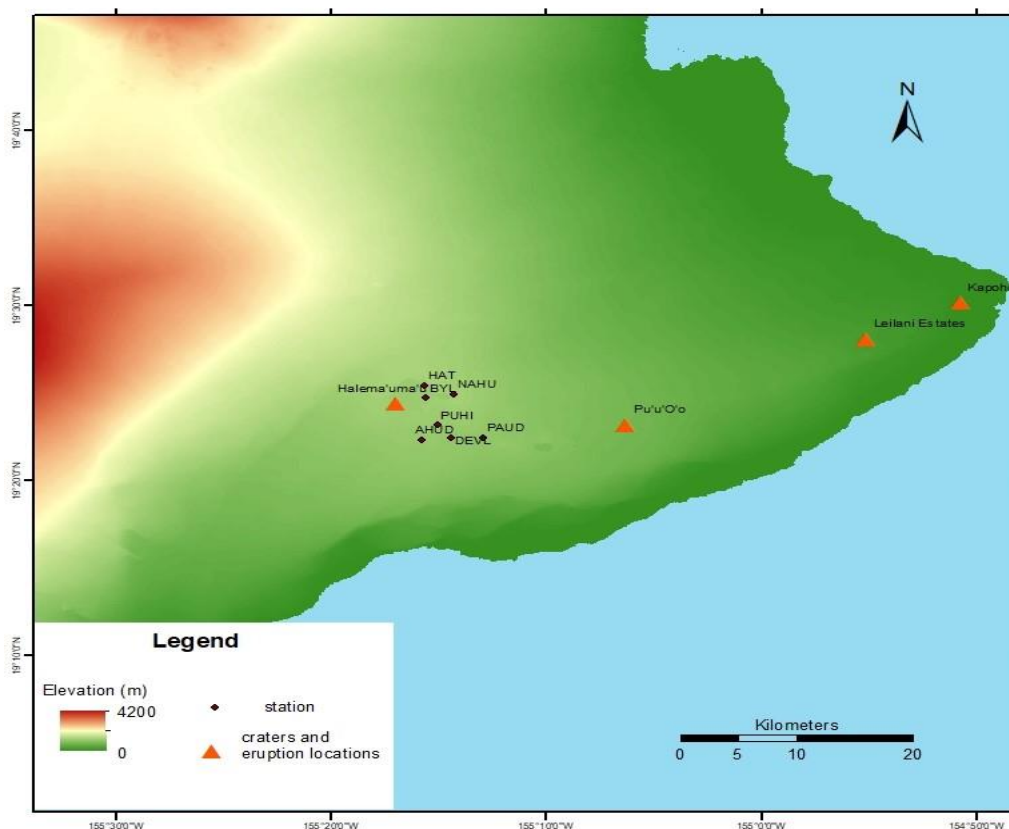
Αυτό το αρχείο δίνει τις μέσες τιμές για κάθε σταθμό. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου αρχείου εξόδου με τις μέσες τιμές για κάθε κανάλι φαίνεται παρακάτω.

PIL BH Z n= 4 q10= 1066 q0=147 sd= 5 v= 0.86 sd= 0.01 cor= 1.00
PIL BH N n= 5 q10= 1012 q0= 87 sd= 25 v= 1.06 sd= 0.12 cor= 0.99
PIL BH E n= 5 q10= 995 q0= 66 sd= 9 v= 1.18 sd= 0.08 cor= 1.00

5.2 Επιλογή Δεδομένων

Στην συγκεκριμένη μελέτη για τον υπολογισμό του coda q χρησιμοποιήθηκε η σεισμικότητα της περιόδου Απριλίου - Μαΐου 2018 στη Χαβάη. Για τον υπολογισμό του q πρέπει να επιλεγθούν οι καλύτεροι ποιοτικά σταθμοί και τα συμβάντα με τις πιο ευδιάκριτες κυματομορφές. Οι σταθμοί PAUD, PUHI, DEVL, AHUD, BYL, NAHU και HAT επιλέχθηκαν λόγω των ευδιάκριτων

καταγραφών και της μικρής τους απόστασης (< 20 km) από τις μεγάλες συστάδες των σεισμικών συμβάντων κοντά στο Kilauea και στη περιοχή Leilani (Σχήμα 5.4). Από τους περίπου 1000 σεισμούς που περιέχει ο κατάλογός μας, επιλέχθηκαν οι 200 για αυτή την ανάλυση. Η επιλογή τους έγινε βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων όπως η απόσταση τους από τους σταθμούς το βάθος του υποκέντρου, η καταγραφή άλλων σημάτων με πολύ μικρή χρονική διαφορά. Κατά συνέπεια τα συμβάντα με επικεντρική απόσταση μεγαλύτερη από τα 20 km από τους σταθμούς ή συμβάντα που έχουν υπόκεντρο σε βάθος μεγαλύτερο των 10 km απορρίφθηκαν. Τα σήματα αυτά απορρίφθηκαν διότι σε περιοχές με ηφαιστειακή δραστηριότητα η απόσβεση των κυμάτων και η διασπορά των ταχυτήτων παραμορφώνουν τις κυματομορφές σε σημαντικό βαθμό ειδικά σε μεγάλες υποκεντρικές αποστάσεις. Παρόμοια κριτήρια τέθηκαν για τις υποκεντρικές αποστάσεις και στη περίπτωση εκτίμησης του q στις Αζόρες (Havskov et al., 2016). Άλλα σημαντικά κριτήρια για την επιλογή αυτών των συμβάντων ήταν ο λόγος σήματος προς θόρυβο και ο συντελεστής συσχέτισης που αναφέρθηκαν στις παραμέτρους του Seisan. Η ύπαρξη μικροθορύβου και το μέγεθος του συμβάντος παίζουν καθοριστικό ρόλο στη τιμή του SNR. Σε αυτή τη περίπτωση επιλέχθηκαν συμβάντα με μέγεθος διάρκειας $M_D \geq 2$ διότι τα μικρότερα συμβάντα λόγω του πλάτους των παλμών τους αλλά και του μικροθορύβου δεν ξεπερνούσαν το κατώτερο όριο που θέσαμε μέσω του προγράμματος. Όσον αφορά τον συντελεστή συσχέτισης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η παραμόρφωση των κυματομορφών κυρίως στο τμήμα των κυμάτων coda λόγω θορύβου και άλλων σημάτων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν αρκεί μόνο να ξεπερνά το κατώτερο όριο της τιμής που θέσαμε μέσω του προγράμματος αλλά πρέπει να γίνεται σύγκριση και με τις άλλες τιμές q που υπολογίστηκαν για την ίδια περιοχή ώστε να εντοπιστούν αποκλίσεις που πιθανώς να οφείλονται στην επίδραση των παραπάνω παραγόντων. Τέλος ένας άλλος παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή σεισμών είναι το συχνοτικό περιεχόμενο. Τα σεισμικά συμβάντα, στα οποία κυριαρχεί το χαμηλό συχνοτικό περιεχόμενο (σήματα LF, Hybrid, Multiphase κ.α.), τείνουν να μην χρησιμοποιούνται σε αναλύσεις με τη μέθοδο οπισθοσκέδασης. Αντίθετα σήματα ηφαιστειοτεκτονικών σεισμών που παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ομοιότητα με τους τεκτονικούς σεισμούς χρησιμοποιούνται.



Σχήμα 5.4 Χάρτης της Χαβάης με τους σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην εκτίμηση των τιμών Q και τις

5.3 Εκτίμηση Q

Για τον υπολογισμό του Q όπως αναφέρθηκε επιλέχθηκαν οι σταθμοί PAUD, PUHI, AHUD, DEVL, HAT, BYL, NAHU. Για να είναι εφικτή η παρατήρηση των χρονικών διακυμάνσεων των τιμών Q τα επιλεχθέντα σεισμικά συμβάντα διαχωρίστηκαν ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα βάσει του πλήθους των δεδομένων και της εξέλιξης της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα χωρίστηκαν σε πέντε περιόδους: 11-15 Απριλίου, 16-20 Απριλίου, 21-25 Απριλίου, 26-30 Απριλίου και 1-5 Μαΐου. Κάθε μια από τις περιόδους αυτές περιλαμβάνει μερικές δεκάδες σεισμών, που αποτελούν ικανοποιητικό πλήθος δεδομένων για την εκτίμηση της τιμής του Q. Η περίοδος 1-10 Απριλίου αν και συμπεριλήφθηκε στις δοκιμές για το προσδιορισμό των παραμέτρων δεν περιλάμβανε αρκετά σεισμικά συμβάντα που πληρούν τις προαναφερθέντα κριτήρια ώστε τα αποτελέσματα των υπολογισμών να θεωρηθούν αξιόπιστα και αποδεκτά.

Το πρόγραμμα coda Q του Seisan, όπως αναφέρθηκε, για τον υπολογισμό του Q απαιτεί το προσδιορισμό συγκεκριμένων παραμέτρων. Ακολουθώντας τις προτάσεις των δημιουργών του προγράμματος πραγματοποιήσαμε δοκιμές με τα δεδομένα των σεισμών στη Χαβάη χρησιμοποιώντας διαφορετικούς συνδυασμούς παραμέτρων. Τα αποτελέσματα τους παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

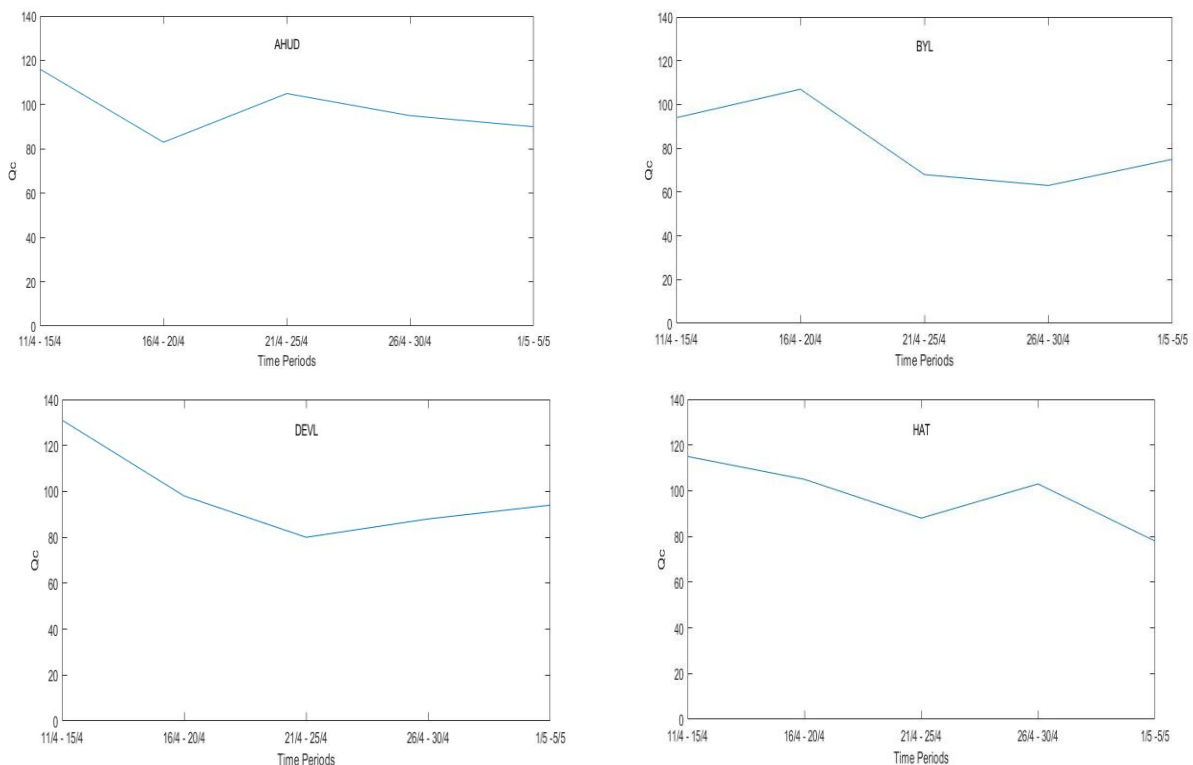
Πίνακας 5.1										
Αποτελέσματα εκτίμησης Q με μεταβαλλόμενη παράμετρο τον συντελεστή γεωμετρικής εξάπλωσης										
station	window length (s)	s times	spreading parameter	Q ₀	sd	v	sd	correlation	NT	
PAUD	20	2	1	138	9	0.31	0.03	0.98	1221	
PAUD	20	2	0.7	114	6	0.34	0.03	0.99	1474	
PAUD	20	2	0.5	101	5	0.35	0.03	0.99	1583	

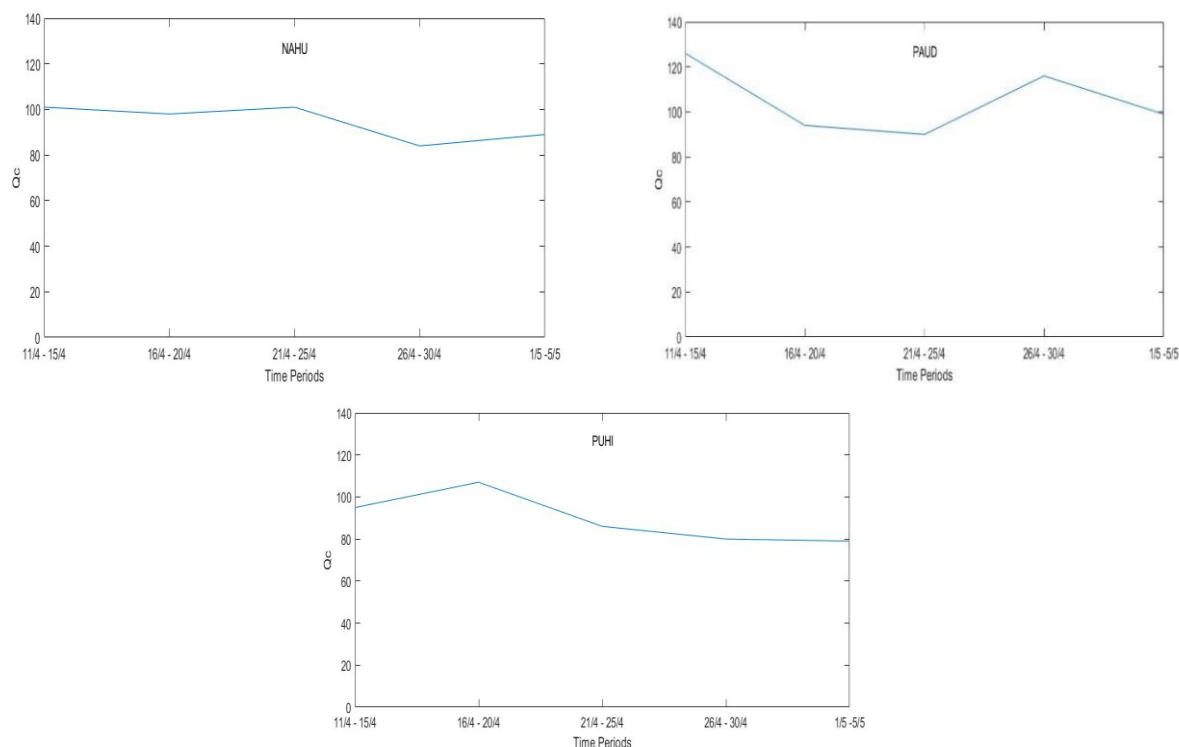
Πίνακας 5.2										
Αποτελέσματα εκτίμησης Q με μεταβαλλόμενη παράμετρο το μήκος του παραθύρου των κυμάτων Coda										
station	window length (s)	s times	spreading parameter	Q ₀	sd	v	sd	correlation	NT	
PAUD	20	2	0.5	101	5	0.35	0.03	0.99	1583	
PAUD	25	2	0.5	111	11	0.34	0.06	0.96	1240	
PAUD	30	2	0.5	120	15	0.35	0.08	0.94	973	

Πίνακας 5.3										
Αποτελέσματα εκτίμησης Q με μεταβαλλόμενη παράμετρο την s times										
station	window length (s)	s times	spreading parameter	Q ₀	sd.	v	sd.	correlation	NT	
PAUD	20	2	0.5	101	5	0.35	0.03	0.99	1583	
PAUD	20	2.5	0.5	98	8	0.38	0.05	0.98	1434	
PAUD	20	3	0.5	102	11	0.38	0.06	0.96	1260	

Στους πίνακες αυτούς παρατίθενται τα αποτελέσματα των υπολογισμών του συντελεστή απόσβεσης από τις κυματομορφές του σταθμού PAUD για το χρονικό διάστημα 1 Απριλίου ως 5 Μαΐου. Ο

σταθμός αυτός επιλέχθηκε για τις δοκιμές διότι διαθέτει τις υψηλότερης ποιότητας κυματομορφές από όλους τους σταθμούς, αφού στις καταγραφές αυτού του σταθμού παρατηρείται χαμηλό επίπεδο ηφαιστειακού θορύβου και οι αφίξεις των P και S κυμάτων είναι συνήθως πιο ξεκάθαρες σε σύγκριση με τις καταγραφές των άλλων σταθμών. Βάσει αυτών των πινάκων πραγματοποιείται η σύγκριση για τον προσδιορισμό των καταλληλότερων τιμών που θα λάβουν οι παράμετροι του προγράμματος. Ο καλύτερος συνδυασμός παραμέτρων επιλέγεται βάσει της τυπικής απόκλισης (standard deviation ή sd) του συντελεστή Q_0 και του συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης ν , που προκύπτουν από τις μετρήσεις του Q , της συσχέτισης (correlation) των τιμών του Q συναρτήσει των συχνοτήτων και του συνολικού αριθμού των τιμών Q (NT) που γίνονται αποδεκτές κατά την ανάλυση με ένα συγκεκριμένο συνδυασμό παραμέτρων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι χαμηλότερες τιμές τυπικής απόκλισης, οι υψηλότερες τιμές συσχέτισης και ο μεγαλύτερος αριθμός τιμών παρατηρούνται στους συνδυασμούς με μήκος παραθύρου 20 s, συντελεστή γεωμετρικής εξάπλωσης 0.5 και με πολλαπλάσιο του χρονικού διαστήματος μετά την άφιξη των s κυμάτων για το προσδιορισμό της έναρξης του παραθύρου των coda ίσο με 2.0. Η παράμετρος ελάχιστης τιμής του συντελεστή συσχέτισης που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις περιπτώσεις ήταν 0.7 ώστε να απορριφθούν οι κυματομορφές που διαφέρουν πολύ από τον φάκελο των coda χωρίς όμως να αφαιρεθεί μεγάλο τμήμα των δεδομένων. Δεν επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε σταθερό χρόνο έναρξης παραθύρου διότι μελετάμε τη μεταβολή του συντελεστή Q σε συγκεκριμένο τεκτονικό περιβάλλον και όχι σε διαφορετικά (Havskov et al., 2016) αλλά και για να ληφθούν υπόψη όλες οι μετρήσεις για διαφορετικούς χρόνους έναρξης παραθύρων. Επειδή η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ηφαιστειότητα, οι κεντρικές συχνότητες που επιλέχθηκαν για την ανάλυση ήταν f_c 2Hz, 4 Hz, 6 Hz, 8 Hz και 10 Hz. Μετά την επιλογή του καταλληλότερου συνδυασμού παραμέτρων οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για όλους τους σταθμούς για τις χρονικές περιόδους που προαναφέρθηκαν. Στα παρακάτω διαγράμματα αποτυπώνεται η χρονική μεταβολή του συντελεστή απόσβεσης Q_0 στη συχνότητα 1 Hz καθώς και η χρονική μεταβολή του συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης ν . Τα τελικά αποτελέσματα δίδονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ.

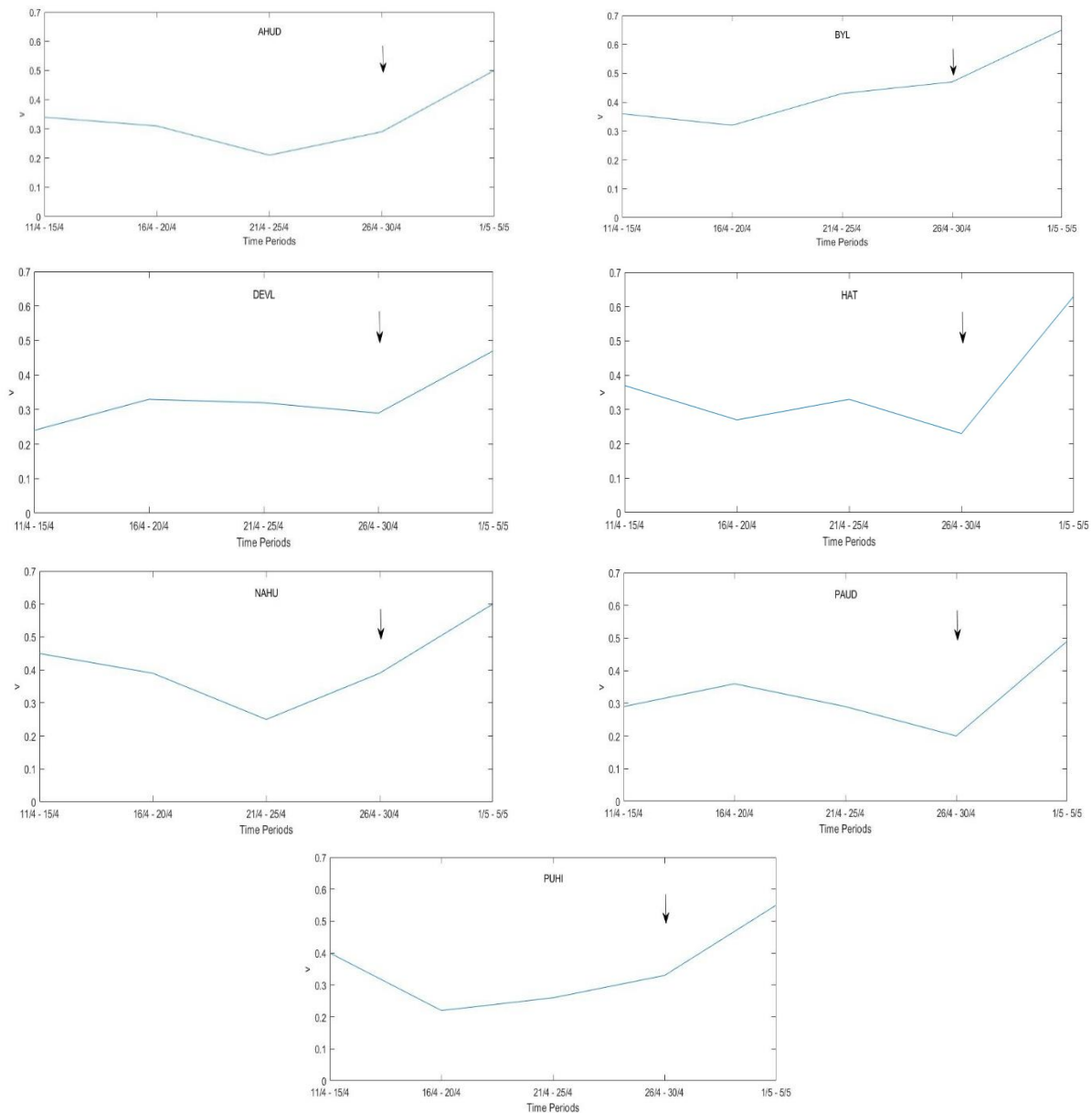




Σχήμα 5.5 Διαγράμματα χρονικής μεταβολής του συντελεστή Q_c για συχνότητα 1 Hz (Q_0) για την περίοδο 11 Απριλίου – 5 Μαΐου (κατασκευασμένα σε Matlab).

Από τα διαγράμματα μπορούν να πραγματοποιηθούν κάποιες παρατηρήσεις. Οι τιμές καθώς και η χρονική μεταβολή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θέση του κάθε σταθμού. Η τιμή του Q_0 της περιόδου 11-15 Απρίλη είναι υψηλότερη σε σχέση με αυτές των υπολοίπων, για τους σταθμούς PAUD, HAT, AHUD και DEVL. Οι σταθμοί BYL και PUHI που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από την καλδέρα, ανατολικά και νοτιοανατολικά της αντίστοιχα, παρουσιάζουν μικρότερες τιμές σε σχέση με τους υπόλοιπους. Για αυτούς τους σταθμούς η υψηλότερη τιμή τους παρουσιάζεται την περίοδο 16-20 Απριλίου και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι τις αρχές Μαΐου. Στην περίπτωση του σταθμού NAHU που βρίσκεται βορειοανατολικά της καλδέρας, οι τιμές του Q_0 παρουσιάζουν τις μικρότερες διακυμάνσεις, με μικρή μείωση τους να παρουσιάζεται από τις 26 Απριλίου και έπειτα. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις η μείωση της τιμής του Q_0 παρατηρείται στην περίοδο 21-30 Απριλίου.

Στα περισσότερα διαγράμματα χρονικής μεταβολής του συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης παρατηρείται η μείωση των τιμών του την περίοδο 21-30 Απριλίου και η απότομη αύξηση του στις αρχές Μαΐου. Εξάιρεση αποτελούν οι σταθμοί BYL και PUHI με τις ελάχιστες τιμές να παρατηρούνται την περίοδο 16-20 Απριλίου και στη συνέχεια να παρουσιάζουν σταδιακή αύξηση. Σύμφωνα με τις εκθέσεις του USGS την περίοδο 21-30 Απριλίου παρατηρήθηκε αύξηση της εδαφικής παραμόρφωσης (inflation) λόγω της παροχής μάγματος, που είχε ως αποτέλεσμα την εκχύλιση της λίμνης λάβας στον κρατήρα Halema'uma'u. Αυτή η αύξηση συμπίπτει με τις χαμηλότερες τιμές Q_0 και ν. Μετά τις 30 Απριλίου παρατηρήθηκε μείωση της εδαφικής παραμόρφωσης που συμπίπτει με την αύξηση του συντελεστή ν.



Σχήμα 5.6 Διαγράμματα χρονικής μεταβολής του συντελεστή ν για τη περίοδο 11 Απριλίου – 5 Μαΐου. Τα βέλη δείχνουν την μεταβολή των τιμών του συντελεστή ν που παρατηρείται σε όλες τις περιπτώσεις (κατασκευασμένα σε Matlab).

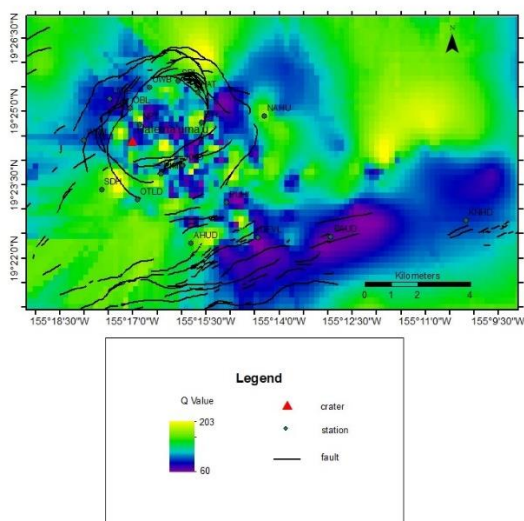
5.4 Χωρική Κατανομή Συντελεστή Q

Όπως αναφέρθηκε πριν οι τιμές του Q επηρεάζονται από τη θέση του κάθε σταθμού. Είναι προτιμότερο λοιπόν να πραγματοποιηθεί διερεύνηση της χωρικής κατανομής του Q λαμβάνοντας υπόψη τη θέση των σταθμών και των σεισμικών συμβάντων. Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών των τιμών Q από το πρόγραμμα SEISAN δημιουργήθηκαν και τα αντίστοιχα αρχεία codaq.area που περιέχουν τις συντεταγμένες των σημείων που βρίσκονται στο μέσο της επικεντρικής διαδρομής μεταξύ των σεισμικών συμβάντων και των σταθμών με τις αντίστοιχες τιμές Q . Όμως οι συντεταγμένες αυτών των ενδιάμεσων σημείων έχουν μικρή ακρίβεια (περιλαμβάνουν μόνο δύο δεκαδικά ψηφία) όπως υπολογίζονται από το πρόγραμμα. Επίσης το πλήθος των υπολογιζόμενων τιμών για κατασκευή χαρτών χωρικής κατανομής δεν ήταν επαρκές για να λάβουμε αξιόπιστα αποτελέσματα, οπότε απαιτούνταν και η χρήση των δεδομένων των υπολοίπων κοντινών σταθμών

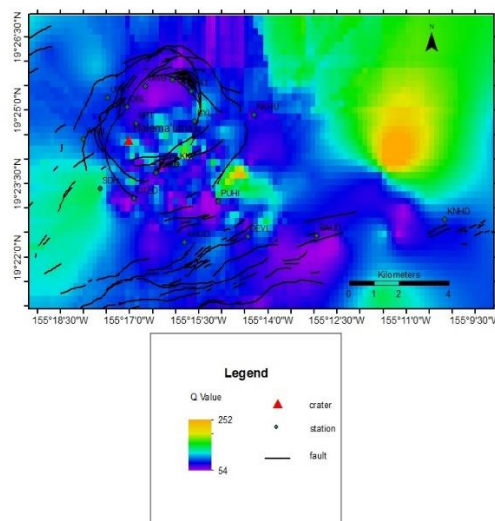
που χρησιμοποιήθηκαν κατά το προσδιορισμό των παραμέτρων των σεισμικών συμβάντων. Για τους λόγους αυτούς στο εργαστήριο σεισμολογίας αναπτύξαμε ένα πρόγραμμα που υπολογίζει τις τιμές Q με τον ίδιο τρόπο με το SEISAN, με τη διαφορά ότι δέχεται τα δεδομένα που εξάγονται από το πρόγραμμα Location χωρίς περαιτέρω τροποποιήσεις και με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια στον υπολογισμό των ενδιάμεσων σημείων. Με το τρόπο αυτό και η κατανομή των σημείων είναι ακριβής και τα δεδομένα όλων των σταθμών μπορούν να ληφθούν υπόψη δίχως τροποποιήσεις. Κατά τον υπολογισμό των τιμών Q με το νέο πρόγραμμα από τις παραμέτρους τροποποιήθηκε μόνο η παράμετρος ελάχιστης τιμής του συντελεστή συσχέτισης. Η τιμή της παραμέτρου αυξήθηκε σε 0.9 με σκοπό να ληφθούν υπόψη μόνο τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα των υπολογισμών με τη χρήση δεδομένων χαμηλότερης ποιότητας από άλλους σταθμούς. Για τη δημιουργία των χαρτών πρώτα κατασκευάστηκε ένας κάναβος από τις τιμές των ενδιάμεσων σημείων με τη μέθοδο kriging, που είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την κατασκευή χαρτών, που παρουσιάζουν γεωφυσικές παραμέτρους. Οι κάναβοι δημιουργήθηκαν με το πρόγραμμα Surfer ενώ οι τελικοί χάρτες με το πρόγραμμα ArcGIS. Στους χάρτες απεικονίζεται η περιοχή του κρατήρα Halema'uma'u και τμήμα της ανατολικής ρηξιγενούς ζώνης. Σε αυτούς απεικονίζονται και τα αντίστοιχα ρήγματα.

A)

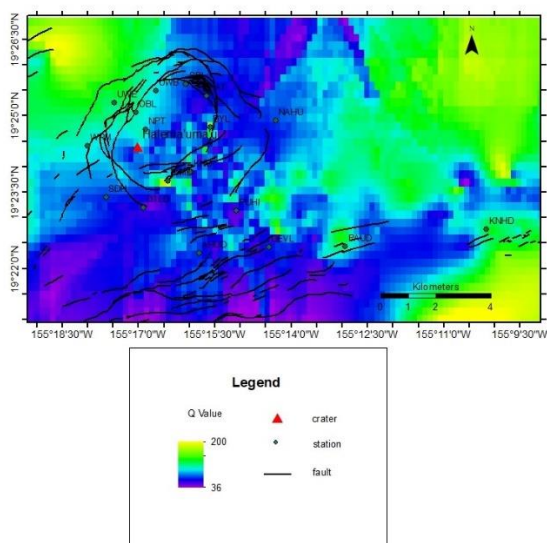
i)



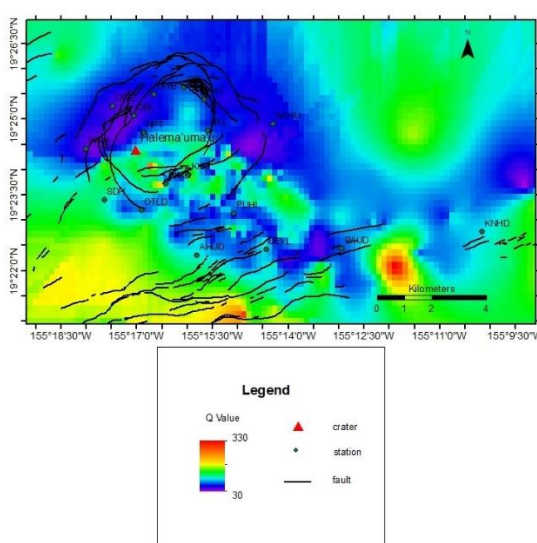
ii)



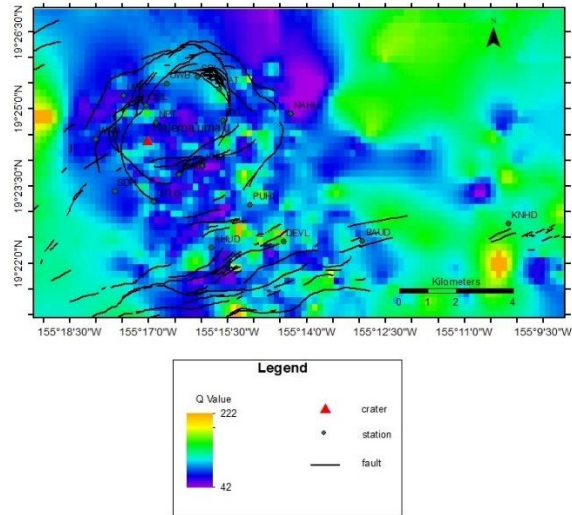
iii)



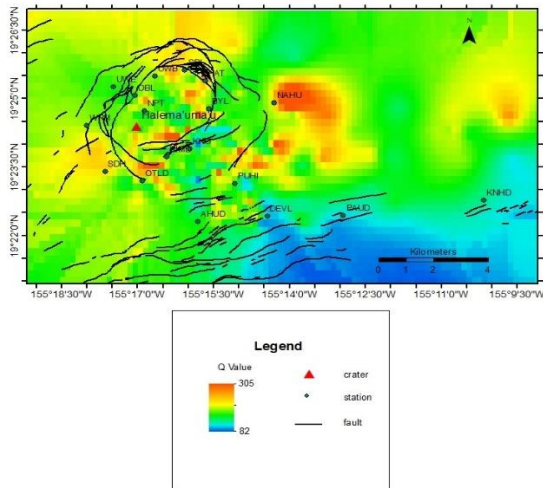
iv)



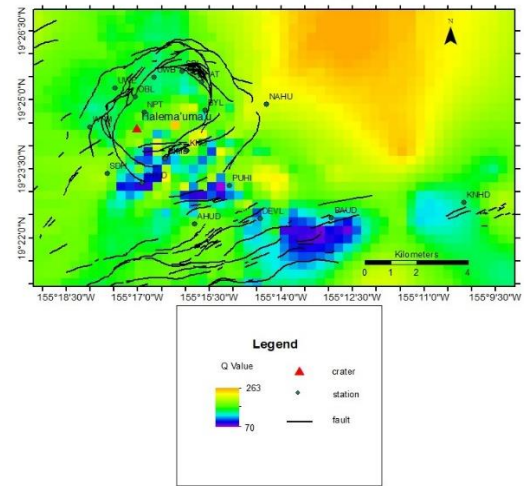
v)



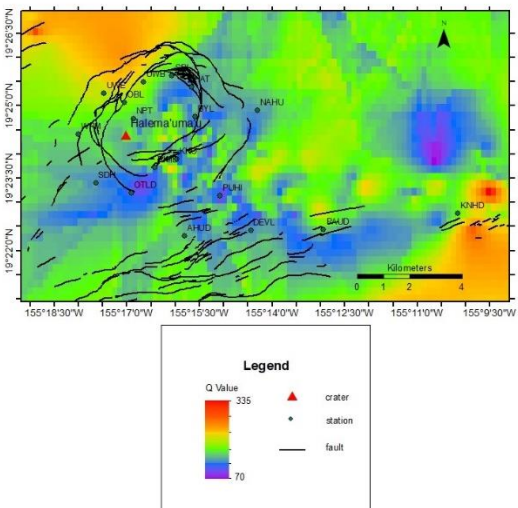
B)
i)



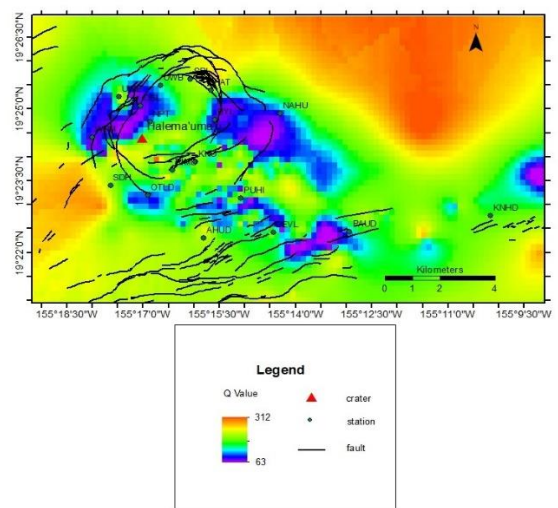
ii)



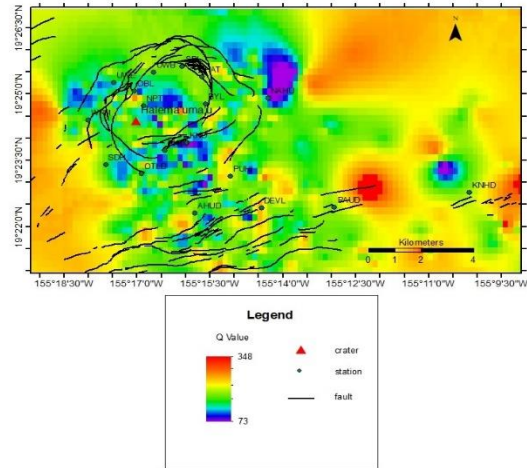
iii)



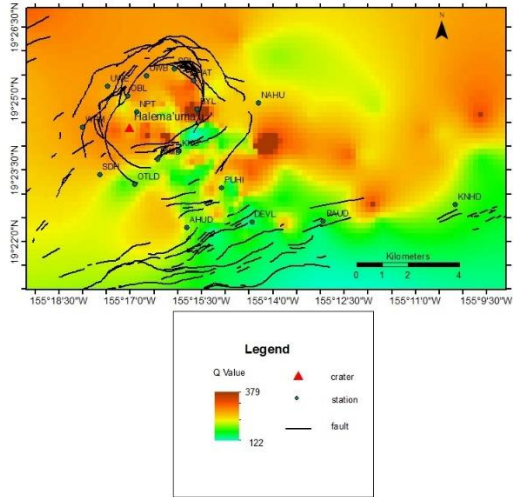
iv)



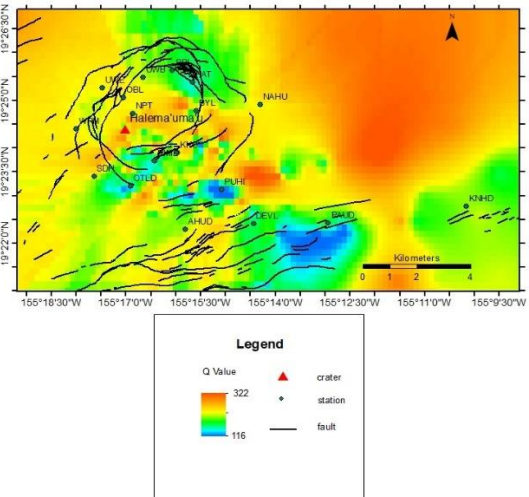
v)



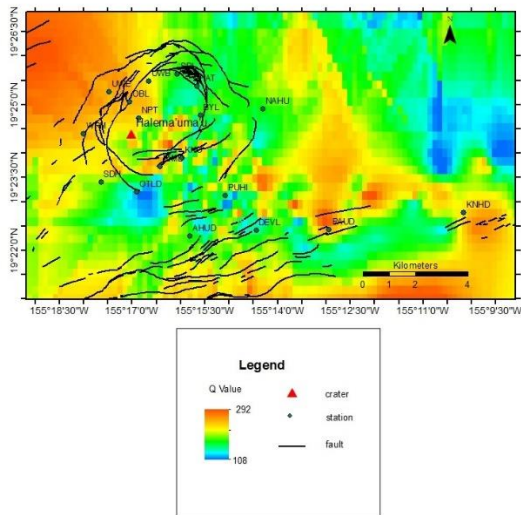
Γ)
i)



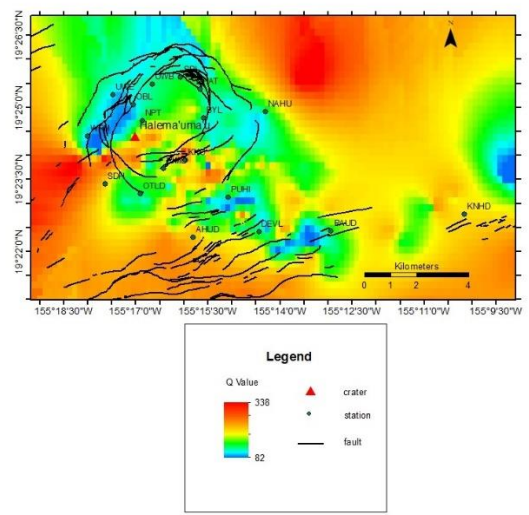
ii)



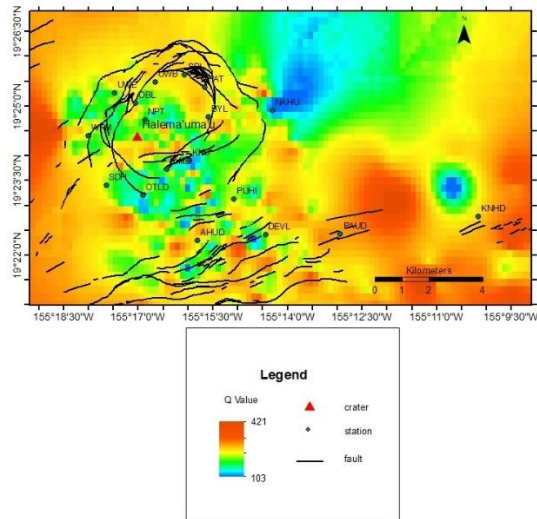
iii)



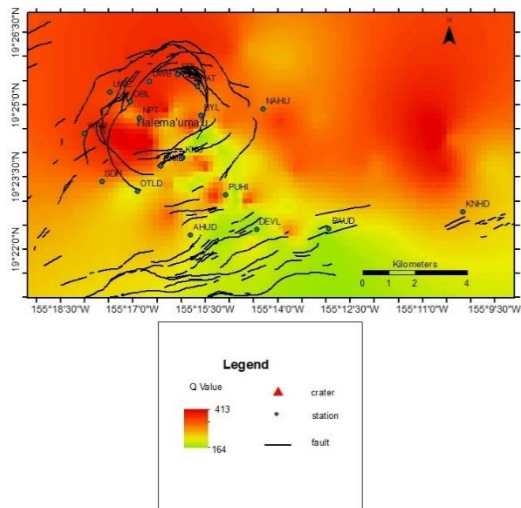
iv)



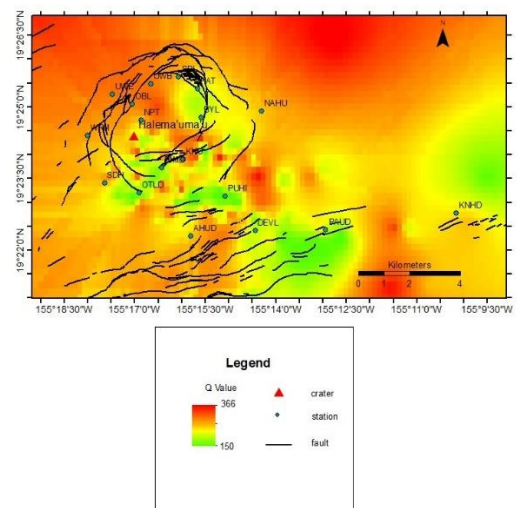
v)



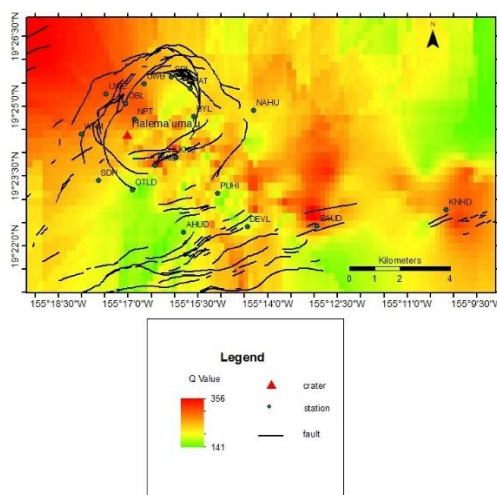
Δ)
i)



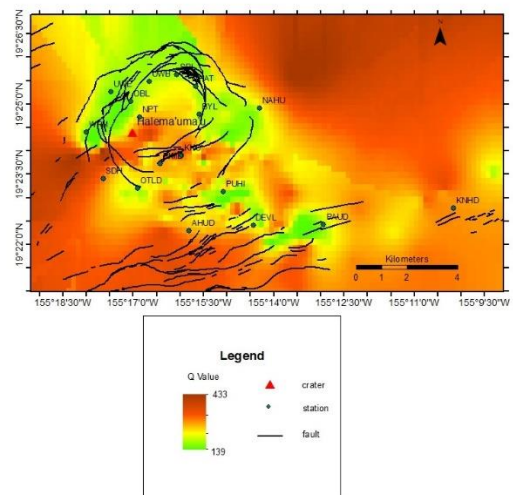
ii)



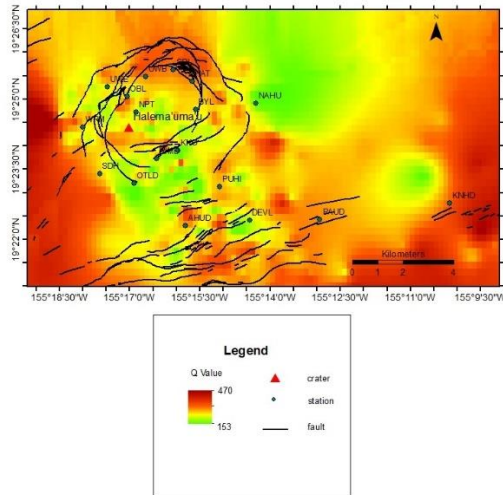
iii)



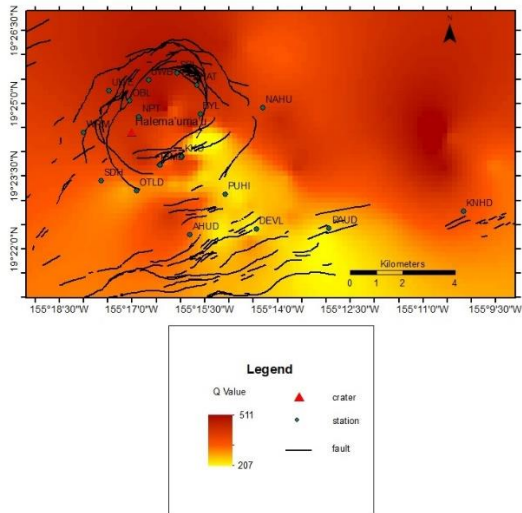
iv)



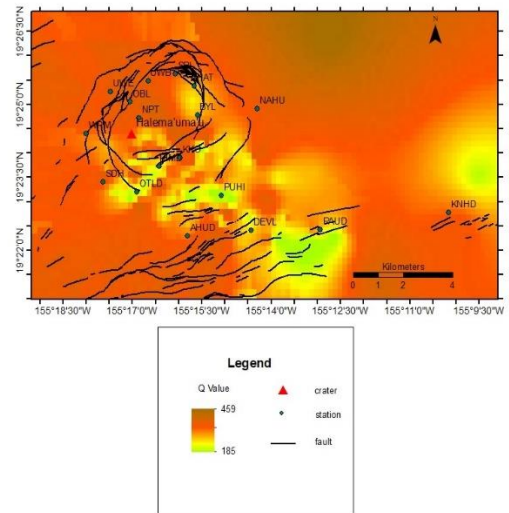
v)



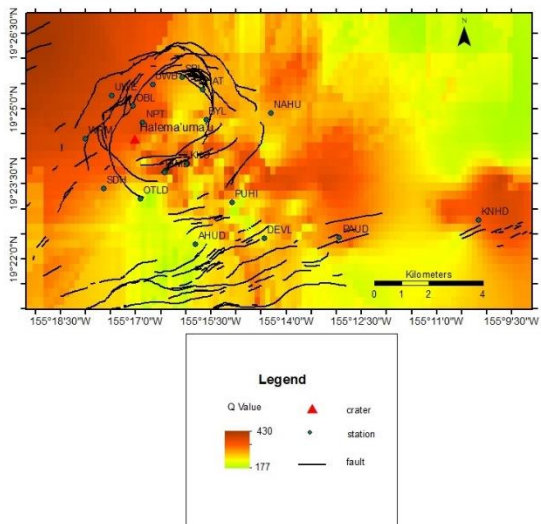
E)
i)



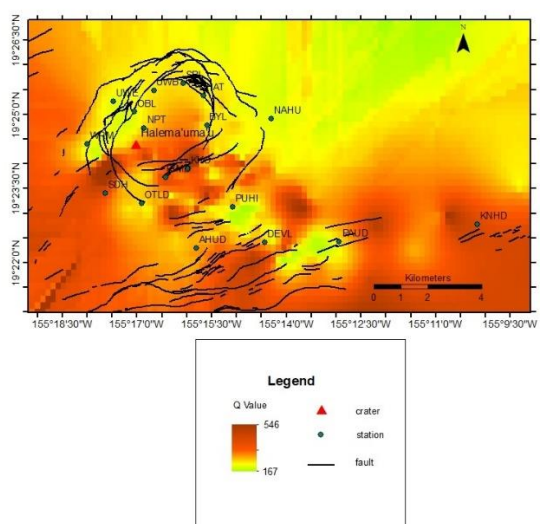
ii)



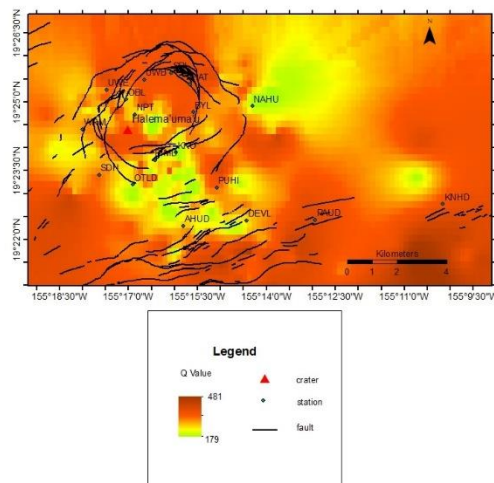
iii)



iv)



v)



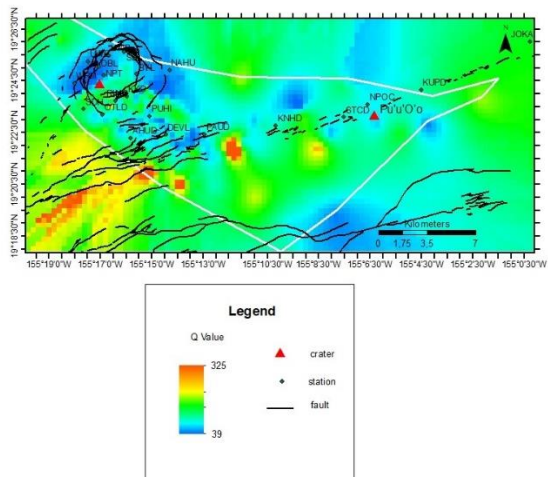
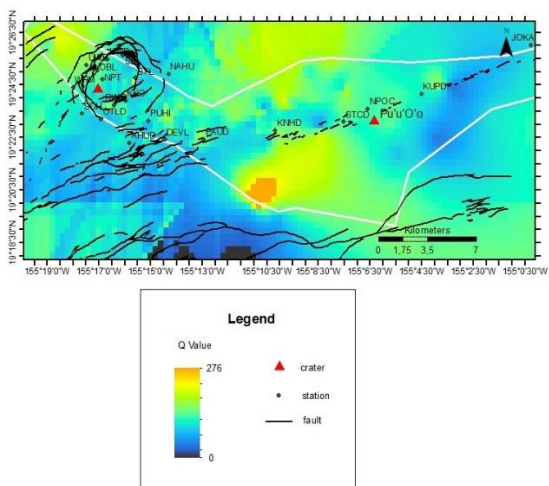
Σχήμα 5.7 Χάρτες κατανομής των τιμών Q για τις περιόδους i) 11-15 Απριλίου, ii) 16-20 Απριλίου, iii) 21-25 Απριλίου, iv) 26-30 Απριλίου και v) 1-5 Μαΐου, όπως υπολογίστηκαν για συχνότητες A) 2 Hz B) 4 Hz Γ) 6 Hz Δ) 8 Hz Ε) 10 Hz αντίστοιχα. Στους χάρτες απεικονίζονται επίσης τα ρήγματα της περιοχής και οι σταθμοί του δικτύου της Χαβάης (κατασκευασμένοι σε ArcGIS)

Όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο οι χαμηλές τιμές του Q συνδέονται με τεκτονικά ενεργές ζώνες και την παρουσία ρευστών φάσεων υψηλών θερμοκρασιών (μάγμα, υδροθερμικά ρευστά) ενώ οι υψηλότερες με ψυχρά συμπαγή πετρώματα. Στους χάρτες που παρουσιάζονται στο σχήμα 5.7 παρατηρούμε τη κατανομή των τιμών του Q στο χώρο για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε ορισμένες ομοιότητες ανάμεσα στους χάρτες, στους οποίους απεικονίζονται τιμές που υπολογίστηκαν με διαφορετικές κεντρικές συχνότητες, για τις ίδιες περιόδους. Στους χάρτες για τη περίοδο 11-15 Απριλίου μπορεί να διακριθεί μια περιοχή χαμηλών τιμών νοτιοανατολικά του Halema'uma'u που καταλαμβάνει την ανατολική ρηξιγενή ζώνη και φαίνεται να συνεχίζεται ανατολικά, ίσως μέχρι και το κρατήρα Pu'u'Ō'ο ενώ οι τιμές για τις υπόλοιπες περιοχές είναι υψηλότερες. Την περίοδο 16-20 Απριλίου αυτή η περιοχή χαμηλών τιμών επεκτείνεται και καταλαμβάνει μεγάλο τμήμα και της καλδέρας. Την περίοδο 21-25 Απριλίου η περιοχή χαμηλών τιμών καταλαμβάνει ολόκληρη την καλδέρα και επεκτείνεται στις γύρω περιοχές. Την περίοδο 26-30 Απριλίου πολύ χαμηλές τιμές παρουσιάζονται στο δυτικό και βορειοανατολικό τμήμα της καλδέρας ενώ η υπόλοιπη περιοχή χαμηλών τιμών διατηρείται σχεδόν σταθερή. Στις 1-5 Μαΐου στην περιοχή της καλδέρας οι τιμές παραμένουν χαμηλές αλλά όχι στα επίπεδα της προηγούμενης περιόδου, ενώ η περιοχή χαμηλών τιμών επεκτάθηκε ανατολικά της καλδέρας, όπου και καταγράφονται οι χαμηλότερες τιμές. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στους χάρτες των τιμών Q για συχνότητα 10 Hz οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην έλλειψη δεδομένων σε ορισμένες περιοχές όπως βορειοανατολικά της καλδέρας την περίοδο 26-30 Απριλίου. Όσο αφορά τους χάρτες τιμών για 2 Hz οι περιοχές χαμηλών τιμών είναι πολύ μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές των υπολοίπων χαρτών. Αυτές οι παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις δεν οφείλονται σε έλλειψη δεδομένων αλλά πιθανώς σε ετερογένειες που εμφανίζονται σε συχνότητες κάτω από 6 Hz και δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη από το απλό μοντέλο οπισθοσκέδασης, δηλαδή κυριαρχεί η απόσβεση λόγω διασποράς (Mayeda et al., 1992). Στους χάρτες τιμών για συχνότητα 4 Hz αυτές οι ετερογένειες εμφανίζονται σε πολύ μικρότερο βαθμό.

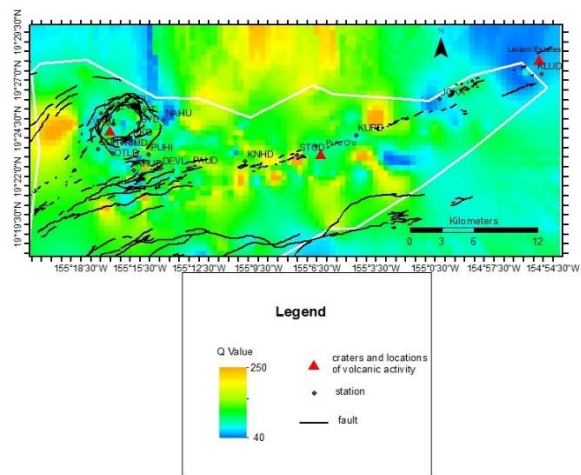
Για ορισμένες περιόδους καταγράφηκαν αρκετά σεισμικά συμβάντα, γεγονός που μας επέτρεψε να δημιουργήσουμε χάρτες μεγαλύτερης κλίμακας. Όμως οι θέσεις των υπολογιζόμενων τιμών δεν είναι κατανεμημένες ομοιόμορφα αλλά στηρίζονται στις θέσεις των σταθμών και των σεισμικών γεγονότων. Για το λόγο αυτό οι περιοχές μελέτης είναι πολύγωνα που οριοθετούνται βάσει των θέσεων των τιμών, ενώ οι τιμές έξω από αυτά είναι λιγότερο αξιόπιστες. Οι χάρτες αυτοί παρατίθενται παρακάτω.

A)
i)

ii)

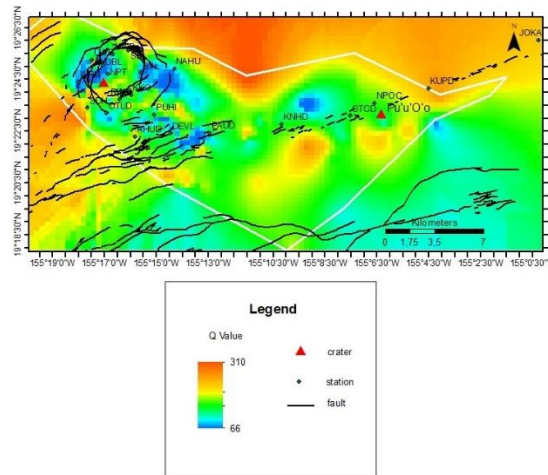
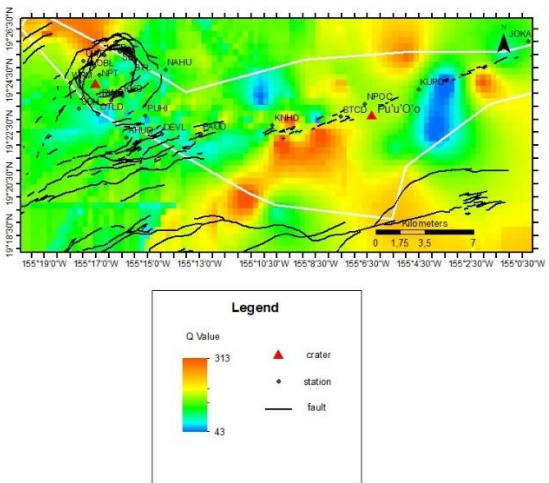


iii)

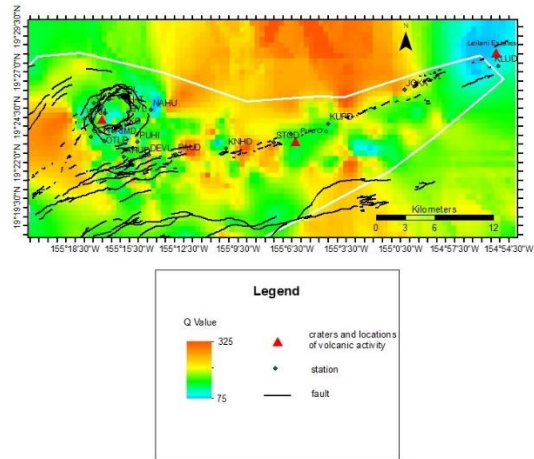


B)
i)

ii)

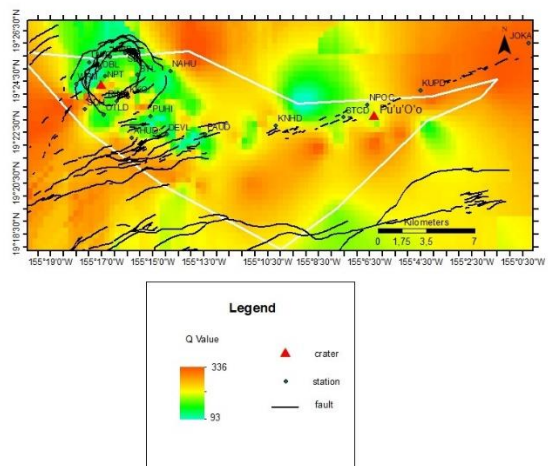
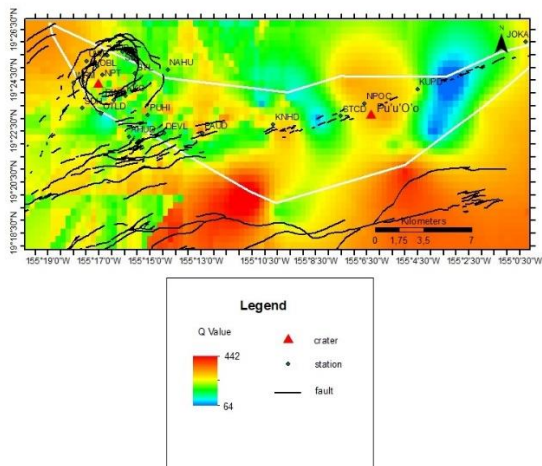


iii)

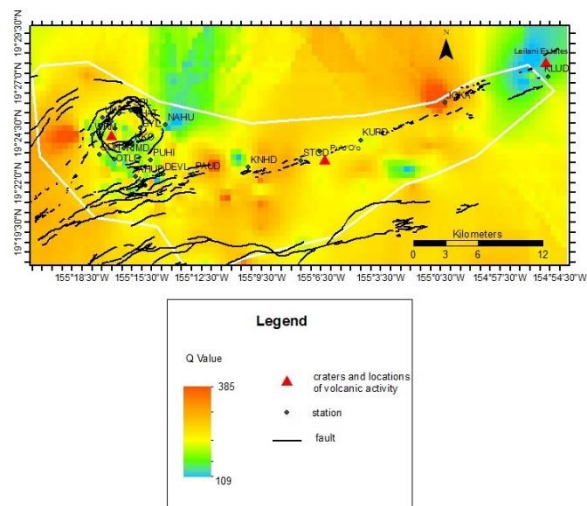


Γ)
i)

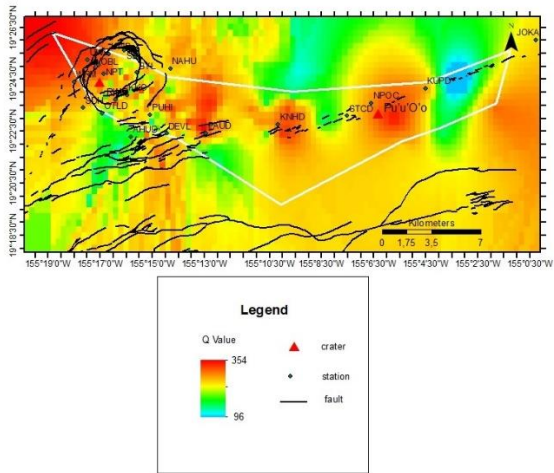
ii)



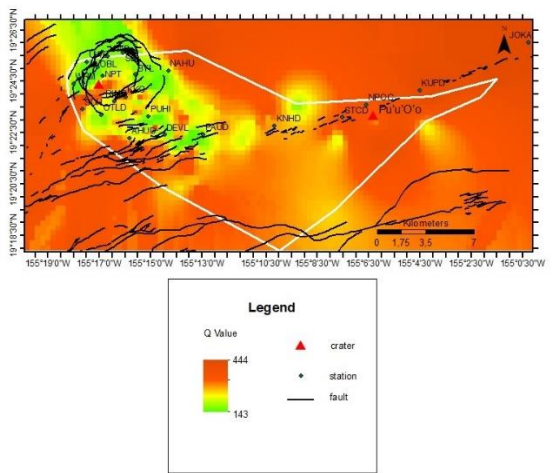
iii)



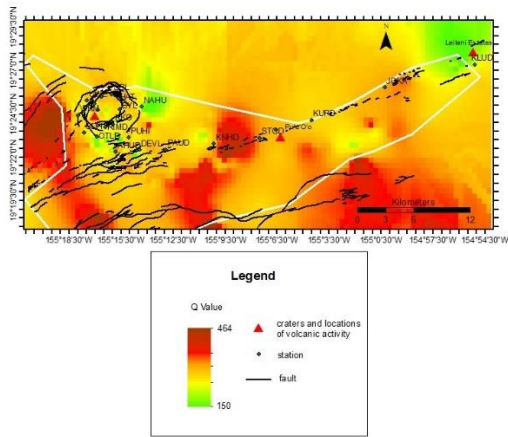
Δ)
i)



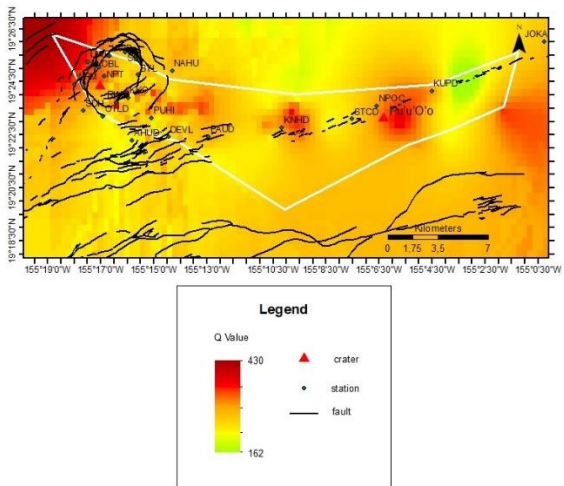
ii)



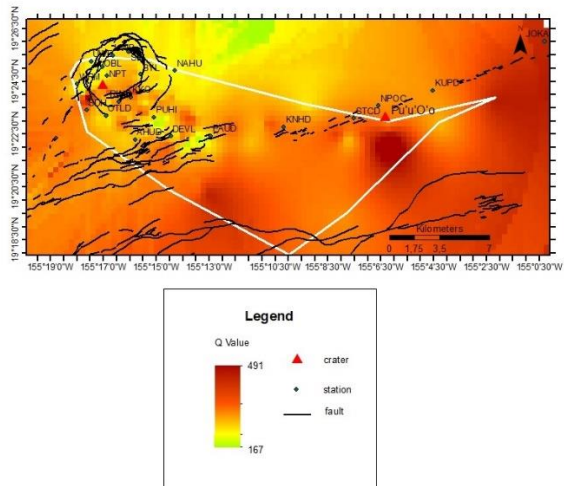
iii)



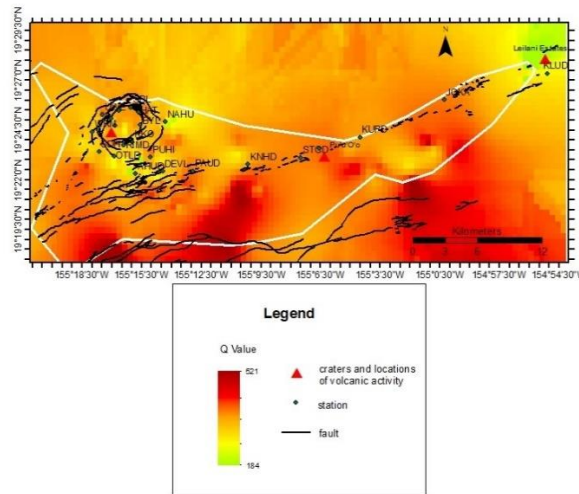
E)
i)



ii)



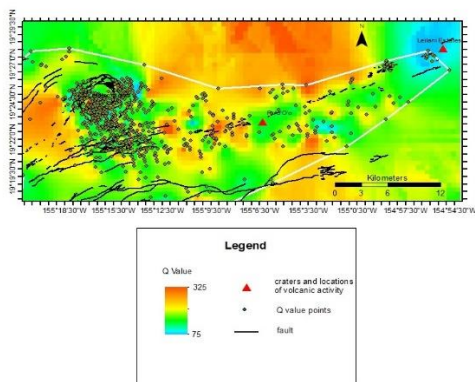
iii)



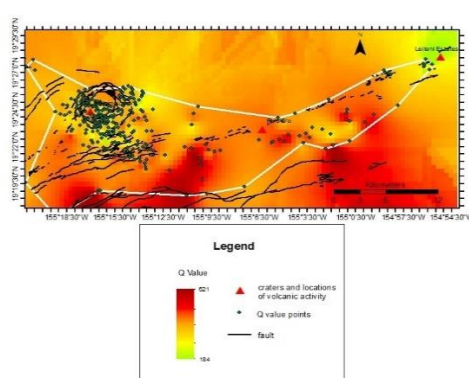
Σχήμα 5.8 Χάρτες κατανομής τιμών Q μεγαλύτερης κλίμακας για τις περιόδους i) 21-25 Απριλίου, ii) 26-30 Απριλίου και iii) 1-5 Μαΐου, όπως υπολογίστηκαν για συχνότητες Α) 2 Hz Β) 4 Hz Γ) 6 Hz Δ) 8 Hz Ε) 10 Hz αντίστοιχα. Στους χάρτες απεικονίζονται επίσης τα ρήγματα της περιοχής, οι σταθμοί του δικτύου της Χαβάης και τα λευκά πολύγωνα που περιέχουν όλες τις τιμές Q (κατασκευασμένοι σε ArcGIS)

Στους χάρτες κατανομής των τιμών Q που υπολογίστηκαν στις συχνότητες 2, 4 και 6 Hz (Σχήμα 5.8) οι περιοχές χαμηλών τιμών εκτείνονται από τη καλδέρα μέχρι τον κρατήρα Pu'u'Ō'o τη περίοδο 21-30 Απριλίου. Ανάμεσα και πάνω από αυτές παρουσιάζονται υψηλότερες τιμές, ενώ τη περίοδο 26-30 Απριλίου οι χαμηλές τιμές ανατολικά από τον Pu'u'Ō'o περιορίζονται σημαντικά. Στις αρχές Μαΐου οι ίδιες περιοχές χαρακτηρίζονται από λίγο υψηλότερες τιμές σε αυτούς τους χάρτες εκτός από την περιοχή ανατολικά του Pu'u'Ō'o όπου οι τιμές μειώνονται. Στους χάρτες κατανομής τιμών Q για συχνότητες 8 και 10 Hz (Σχήμα 5.8) παρουσιάζονται κάποιες ομοιότητες με τους προηγούμενους, όπως οι ίδιες μεταβολές των τιμών ανατολικά του Pu'u'Ō'o, όμως η διάκριση των περιοχών χαμηλών τιμών είναι πολύ πιο δύσκολη λόγω του μικρότερου πλήθους τιμών που υπολογίζονται σε αυτές τις συχνότητες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σύγκριση των χαρτών που κατασκευάστηκαν βάσει των τιμών Q για συχνότητες 4 και 10 Hz. Οι χάρτες για συχνότητα 4 Hz κατασκευάστηκαν από ένα αρκετά μεγάλο πλήθος τιμών και απεικονίζουν ικανοποιητικά τις περιοχές χαμηλών τιμών σε αντίθεση με τους χάρτες για συχνότητα 10 Hz που κατασκευάστηκαν από ένα αρκετά μικρότερο πλήθος τιμών (Σχήμα 5.9). Αυτό είναι εμφανές και από το πόσο μικρότερα είναι τα πολύγωνα που ορίζονται από τις θέσεις των τιμών. Παρ' όλα αυτά οι πολύ χαμηλές τιμές που καταγράφονται στην περιοχή της καλδέρας την περίοδο 21-30 Απριλίου και στην περιοχή Leilaní, την περίοδο 1-5 Μαΐου σε όλους τους χάρτες για όλες τις συχνότητες είναι πολύ χαρακτηριστικές. Οι τιμές στη περιοχή Leilaní είναι παρόμοιες με τις τιμές που παρατηρήθηκαν στην καλδέρα και εντοπίζονται στη θέση που συνέβησαν οι γραμμικές εκρήξεις, οι οποίες ξεκίνησαν στις 3 Μαΐου. Αντίθετα την ίδια περίοδο στην καλδέρα δεν παρατηρούνται οι ίδιες χαμηλές τιμές με αυτές των προηγούμενων δέκα ημερών.

A)



B)

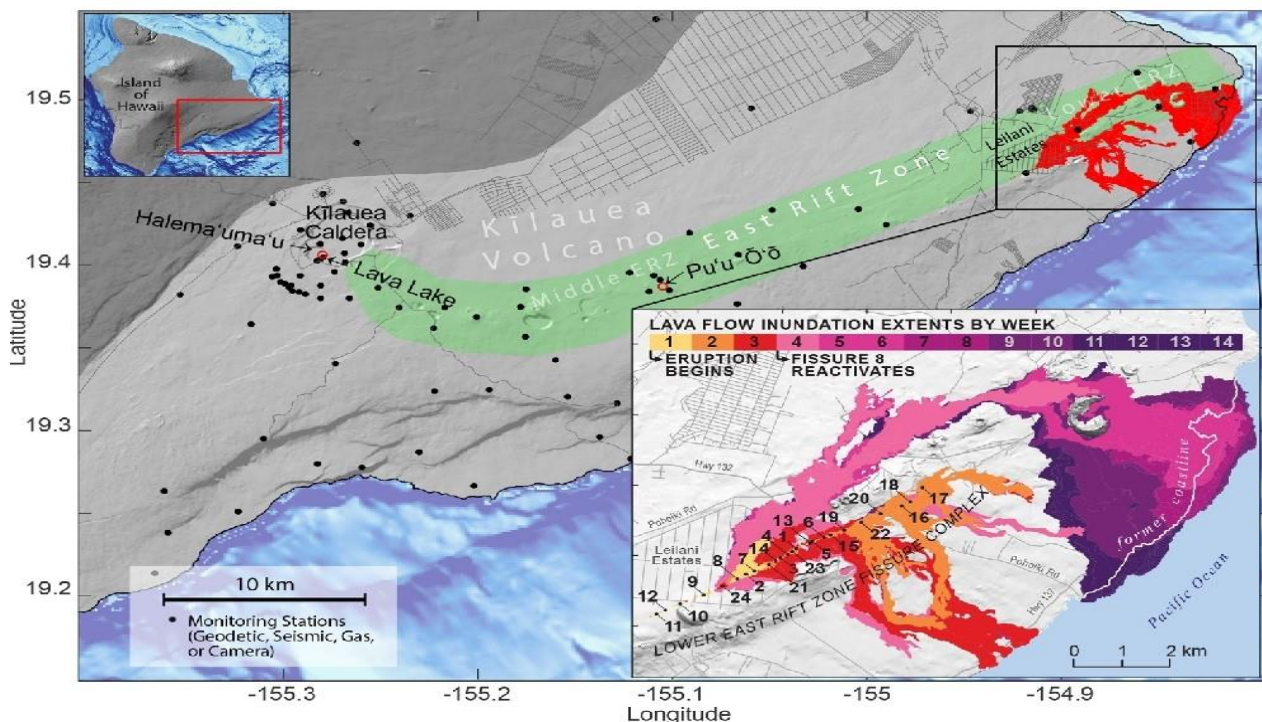


Σχήμα 5.9 Χάρτες κατανομής τιμών Q μεγαλύτερης κλίμακας για τη περίοδο 1-5 Μαΐου, όπως υπολογίστηκαν για συχνότητες A) 4 Hz B) 10 Hz αντίστοιχα. Στους χάρτες απεικονίζονται επίσης τα ρήγματα της περιοχής, οι τιμές Q και τα λευκά πολύγωνα που περιέχουν όλες τις τιμές αυτές (κατασκευασμένοι σε ArcGIS)

Κεφάλαιο 6: Διαχείριση Κρίσης Λόγω της Ηφαιστειακής Δραστηριότητας του Kilauea το 2018

Ο ιδρυτής του HVO, Thomas Jaggar, υποστήριξε ότι η σεισμική δραστηριότητα και οι ηφαιστειακές διεργασίες πρέπει να μελετηθούν όχι μόνο μετά την εκδήλωση της ηφαιστειακής δραστηριότητας, αλλά και πριν και κατά τη διάρκεια αυτής. Μόνο με μια τέτοια μακροπρόθεσμη μελέτη θα μπορούσαν να γίνουν κατανοητές τέτοιες διεργασίες ώστε να επιτρέψουν την αποτελεσματική μείωση του κινδύνου, συμπεριλαμβανομένης και της πρόβλεψης. Η έκρηξη του 2018 στην LERZ και η κατάρρευση της κορυφής του Kilauea αποτέλεσαν πρόκληση για το HVO, όσο αφορά την εφαρμογή των γνώσεων που αντλήθηκαν από πάνω από 100 χρόνια μελέτης. Οι εντατικές παρατηρήσεις ιστορικών εκρήξεων παρείχαν ένα πλαίσιο (αλλά όχι απόλυτους περιορισμούς) για την ερμηνεία της δραστηριότητας και των σχετικών κινδύνων. Οι εκρήξεις στη ζώνη LERZ του Kilauea το 1955 και το 1960 συνοδεύτηκαν και οι δύο από τη μεγάλη καθίζηση της κορυφής (αν και όχι στο βαθμό του τελευταίου επεισοδίου) και η αποστράγγιση της λίμνης λάβας το 1924 προηγήθηκε των εκρήξεων στη κορυφή. Αυτή η γνώση της γεωλογίας του Kilauea ενισχύθηκε από ένα ολοκληρωμένο δίκτυο παρακολούθησης γεωλογικών, γεωχημικών και γεωφυσικών αισθητήρων που ήταν κατανομημένοι σε όλο το ηφαίστειο και αναπτύχθηκαν ως απάντηση στην έκρηξη και την κατάρρευση της κορυφής (Σχήμα 6.1).

Αυτή η έκρηξη επέτρεψε επίσης την ευρύτερη χρήση των αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως η χρήση μη επανδρωμένων συστημάτων αεροσκαφών (UAS), διατάξεων καταγραφής υπερήχων, φθηνών δικτύων παρακολούθησης μέσω κάμερας, συστημάτων GNSS σε πραγματικό χρόνο, συστημάτων επικοινωνίας πολυμέσων και συστημάτων αυτόματης προειδοποίησης βάσει συγκεκριμένων παραμέτρων. Ταυτόχρονα, το γεωλογικό υπόβαθρο καθοδήγησε τη σκέψη για τα πιθανά αποτελέσματα της έκρηξης και της κατάρρευσης, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους και του τύπου των εκρήξεων στη κορυφή του ηφαιστείου και της διάρκειας και του όγκου της έκρηξης στη LERZ. Αυτές οι μέθοδοι έχουν τη δυνατότητα να εφαρμοστούν για να βοηθήσουν σε μελλοντική αντιμετώπιση εκρήξεων στη Χαβάη και σε άλλες περιοχές.



Σχήμα 6.1 Χάρτης που δείχνει την τοποθεσία του ηφαιστείου Kilauea στο νησί της Χαβάης και τα γενικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά του ηφαιστείου. Το ηφαιστείο Kilauea επισημαίνεται με ανοιχτό γκρι χρώμα. Οι μαύρες γραμμές είναι δρόμοι και οι τελείες σηματοδοτούν τις θέσεις των σταθμών παρακολούθησης (γεωδαιτικής, σεισμικής, αερίων ή οπτικής). Οι τοποθεσίες της κορυφής του ηφαιστείου και του Pu'u Ō'ō δίδονται με κόκκινους κύκλους. Η πράσινη περιοχή υποδηλώνει Ανατολική Ρηξιγενή Ζώνη. Ο μικρότερος χάρτης απεικονίζει τις ροές λάβας στην LERZ (39) με χρώματα που δείχνουν την εβδομάδα κατά την οποία ένα συγκεκριμένο τμήμα τους ήταν ενεργό. Οι ετικέτες 1-24 δείχνουν τις θέσεις των σχισμογενών εκρήξεων που αριθμούνται σύμφωνα με τη σειρά της διανοίξης των σχισμών (Neal et al., 2019).

Η έκρηξη του 2018 διήρκεσε 107 ημέρες, σταμάτησε στις 17 Αυγούστου με την λάβα να είναι ορατή μέχρι της 5 Σεπτεμβρίου και κατατάσσεται ως η πιο καταστροφική έκρηξη του Kilauea από το 1790. Οι αξιωματούχοι της κομητείας της Χαβάης εκτίμησαν από υπολογισμούς ότι το οικονομικό κόστος για μακροπρόθεσμη ανάκαμψη θα μπορούσε να υπερβαίνει τα 800 εκατομμύρια δολάρια, συμπεριλαμβανομένων έργων δημόσιας υποδομής, αγορών ιδιοκτησίας που αποτελούν ζώνες από όπου διήλθε η λάβα και στεγαστικής βοήθειας (Dayton, 2018). Η έκρηξη του 2018 αποδείχθηκε ασυνήθιστα περίπλοκη επειδή περιλάμβανε τη κατάρρευση της καλδέρας και σχισμογενείς εκρήξεις στη περιοχή Leilani. Παρακάτω δίδεται μια σύντομη περιγραφή των σημαντικότερων γεγονότων της περιόδου αυτής.

6.1 Γεγονότα Ηφαιστειακής Δραστηριότητας 2018

Στις 23 Μαρτίου το παρατηρητήριο της Χαβάης (HVO) ενημέρωσε τη πολιτική προστασία της κομητείας της Χαβάης (HCCD) σχετικά με τη σταδιακή παραμόρφωση που παρατηρήθηκε στον κώνο Pu'u Ō'ō και για το πιθανό ενδεχόμενο μιας νέας έκρηξης. Στις 17 Απριλίου αφού παρατήρησε τη συνεχιζόμενη παραμόρφωση στον κώνο Pu'u Ō'ō, το HVO εξέδωσε δημόσια προειδοποίηση λόγω ανησυχίας ότι μπορεί να σχηματιστεί ένας νέος αγωγός με επακόλουθη έκρηξη ως αποτέλεσμα της εκφόρτισης της παρατηρούμενης πίεσης από τη συσσώρευση του μάγματος. Στις 21 Απριλίου λόγω της συσσώρευσης μάγματος η στάθμη της λίμνης λάβας να ανέβει και να ξεχειλίζει στο δάπεδο του κρατήρα Halema'uma'u. Στις 30 Απριλίου ο κώνος Pu'u Ō'ō κατέρρευσε και το μάγμα άρχισε να μεταναστεύει προς τα ανατολικά, προς την νοτιότερη περιοχή Puna σύμφωνα με τη παρατηρούμενη σεισμική δραστηριότητα. Στις 1 Μαΐου το HVO εξέδωσε δημόσια προειδοποίηση ότι ήταν πιθανή

έκρηξη κάτω από τη χαράδρα του Pu'u Ō'ō στην περιοχή Puna. Τα επίπεδα της λίμνης λάβας στον κρατήρα Halema'uma'u άρχισαν να πέφτουν καθώς το μάγμα αποστραγγίστηκε και η κορυφή της καλδέρας άρχισε να αποσυμπιέζεται. Η διάνοιξη της πρώτης από τις 24 ρωγμές, από τις οποίες υπήρξε έκχυση μάγματος συνέβη στις 3 Μαΐου στην περιοχή Leilani. Οι αρχικές σχισμογενείς εκρήξεις επεκτάθηκαν αρκετές εκατοντάδες μέτρα και διήρκεσαν από μερικά λεπτά έως ώρες (Σχήμα 6.2).



Σχήμα 6.2 Φωτογραφία που δείχνει πίδακες λάβας ύψους περίπου 70 μέτρων ξέσπασαν από μια νέα ρωγμή στο ηφαίστειο Kīlauea, στην περιοχή Puna District, στη Χαβάη στις 5 Μαΐου 2018 (USGS).

Η αρχική λάβα είχε υψηλό ιξώδες, υποδηλώνοντας μακροχρόνια αποθήκευση της πριν από την έκρηξη. Το επίπεδο συναγερμού για το ηφαίστειο Kīlauea αυξήθηκε στο βαθμό προειδοποίησης. Στις 4 Μαΐου καταγράφηκε σεισμός μεγέθους M 6.9, ο ισχυρότερος που έπληξε το νησί σε περισσότερες από τέσσερις δεκαετίες, με επίκεντρο 19 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της περιοχής Leilani, ακολουθούμενο από εκατοντάδες σεισμούς στη περιοχή της κορυφής με μεγέθη M 3–4. Στις 8 Μαΐου ο διευθυντής του VSC άρχισε να διανέμει ενημερωτικά υπομνήματα και καθημερινές εκθέσεις κατάστασης. Στις 10 Μαΐου η λίμνη λάβας του κρατήρα Halema'uma'u δεν ήταν πλέον ορατή. Το HVO εξέδωσε ενημέρωση κατάστασης για να προειδοποιήσει ότι ήταν πιθανό να εμφανιστούν περισσότερες εκρήξεις λάβας. Οι σποραδικές εκρήξεις τέφρας και θραυσμάτων έφτασαν σε ύψη περίπου 2.000 μ. πάνω από την κορυφή του ηφαιστείου. Λόγω της εκκένωσης των κτιρίων, οι υπάλληλοι του HVO και του κέντρου οικολογικής έρευνας των νήσων του Ειρηνικού (PIERC) άρχισαν να χρησιμοποιούν τον προσωρινό χώρο έκτακτης ανάγκης που τους παρείχε το πανεπιστήμιο της Χαβάης (UHH). Καθώς η έκρηξη εξελισσόταν στα μέσα Μαΐου, η συνεχής σεισμική δραστηριότητα οδήγησε στην κατάρρευση του κρατήρα μέχρι τα τέλη Μαΐου και οι σχισμογενείς εκρήξεις λάβας στη νοτιοανατολική ρηξιγενή ζώνη του Kīlauea αυξήθηκαν σταδιακά σε συνολικά 24. Αποτέλεσμα αυτών ήταν στις 11 Μαΐου το μεγαλύτερο μέρος του εθνικού πάρκου ηφαιστειών της Χαβάης (HAVO) να κλείσει, συμβάλλοντας σε σημαντική μείωση του τουρισμού. Στις 15 Μαΐου το HVO μέσω ανακοίνωσης του αύξησε το επίπεδο απειλής των αερομεταφορών από πορτοκαλί σε κόκκινο, λόγω της αυξημένης εκπομπής τέφρας από τη κορυφή του ηφαιστείου. Στις 17 Μαΐου παρατηρήθηκε η υψηλότερη στήλη τέφρας από τη κορυφή του ηφαιστείου, που έφτανε τα 8.100 μέτρα πάνω από το επίπεδο του εδάφους. Οι ρυθμοί εκπομπών SO₂ εντάθηκαν, υπερβαίνοντας τους 50.000 τόνους ημερησίως. Στις 18 Μαΐου η λιγότερο ιξώδης λάβα άρχισε να εκλύεται με ασυνήθιστα υψηλό ρυθμό οδηγώντας στη δημιουργία ταχέως ροών λάβας (Σχήμα 6.3). Το HVO άρχισε να παράγει γρήγορες προκαταρκτικές προβλέψεις διαδρομής της ροής λάβας. Το Περιφερειακό Γραφείο USGS στην Αλάσκα ξεκίνησε καθημερινές κλήσεις εσωτερικού συντονισμού USGS με άλλα συμμετέχοντα γραφεία. Στις 19 Μαΐου η λάβα έφτασε στον ωκεανό κοντά στην περιοχή MacKenzie. Στις 28 Μαΐου η ηφαιστειακή δραστηριότητα επικεντρώθηκε στη ρωγμή 8, όπου οι πίδακες λάβας έφτασαν σε ύψη περίπου 80 μέτρων και σχημάτισαν ένα κανάλι που τελικά έφτασε στον ωκεανό στον κόλπο Kāroho στις 3 Ιουνίου. Στις 29 Μαΐου η πτώση της καλδέρας επιταχύνθηκε, με την έναρξη σχεδόν καθημερινών γεγονότων κατάρρευσης στη κορυφή του ηφαιστείου που το καθένα

απελευθέρωνε ενέργεια ισοδύναμη με περίπου σεισμό μεγέθους 5. Η ροή λάβας κατέκλυσε τον αυτοκινητόδρομο 132 της Χαβάης, μπλοκάροντας έναν σημαντικό δρόμο πρόσβασης μεταξύ των περιοχών Kapeho και Pahoa.



Σχήμα 6.3 Φωτογραφία που ελήφθη από πτήση ελικοπτέρα πάνω από την Ανατολική Ρηξιγενή Ζώνη στο νησί της Χαβάης στις 19 Μαΐου 2018 (USGS).

Στις 4 Ιουνίου η βορειοανατολική ροή λάβας προχώρησε γρήγορα και κατέστρεψε μέρος της Vacationland. Στις 24 Ιουνίου μειώθηκε ο κωδικός χρώματος για τις αερομεταφορές σε πορτοκαλί επειδή τα συμβάντα κατάρρευσης δεν παρήγαγαν πλέον τέφρα. Στις 16 Ιουλίου συνολικά 23 επιβάτες τουρίστες πάνω σε εμπορικό τουριστικό σκάφος τραυματίστηκαν από έκρηξη λόγω της εισόδου λάβας στον ωκεανό, υπογραμμίζοντας τις προκλήσεις της προστασίας των κατοίκων και των τουριστών καθ' όλη τη διάρκεια της έκρηξης. Κατά την περίοδο 17–19 Ιουλίου η Ομάδα Στρατηγικών Επιστημών του Τμήματος Εσωτερικών (DOI) συγκάλυψε μια ομάδα 13 εμπειρογνομόνων στο Hilo για να εξετάσει τις συνέπειες της έκρηξης. Στις 4 Αυγούστου οι υψηλοί ρυθμοί έκλυσης λάβας μειώθηκαν απότομα και έληξαν τα συμβάντα που σχετίζονταν με την υποχώρηση της καλδέρας στην κορυφή. Στις 17 Αυγούστου η δραστηριότητα στη σχισμή 8 σταμάτησε και το HVO μείωσε το επίπεδο συναγερμού του ηφαιστείου Kilauea από το επίπεδο προειδοποίησης (WARNING) στο επίπεδο παρακολούθησης (WATCH). Στις 21 Αυγούστου σταμάτησε η είσοδος της λάβας στον ωκεανό. Τη περίοδο μεταξύ 1ης και 4ης Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκε ασθενής δραστηριότητα στη σχισμή 8. Στις 20 Σεπτεμβρίου κατατέθηκε η τελευταία αναφορά ηφαιστειακής δραστηριότητας για την απόκριση του USGS. Στις 22 Σεπτεμβρίου το εθνικό πάρκο άνοιξε εν μέρει. Στις 5 Δεκεμβρίου μετά από 3 μήνες παύσης της δραστηριότητας, το συμβάν έκρηξης τέθηκε σε τεχνική παύση, αν και το HVO συνέχισε να παρακολουθεί για τυχόν μεταβολές. Το επίπεδο συναγερμού του ηφαιστείου άλλαξε σε συμβουλευτικό (ADVISORY). Στις 26 Μαρτίου του 2019 το HVO μείωσε το επίπεδο συναγερμού του ηφαιστείου για επίγειους κινδύνους από συμβουλευτικό (ADVISORY) σε κανονικό (NORMAL). Αυτό σημαίνει ότι το ηφαίστειο βρισκόταν σε μη εκρηκτική κατάσταση. Ο Κωδικός Χρώματος για τις αερομεταφορές μειώθηκε επίσης από κίτρινο σε πράσινο.

6.2 Απόκριση της Υπηρεσίας USGS Κατά την Ηφαιστειακή Δραστηριότητα του Kilauea το 2018

Στόχοι της επιστημονικής απόκρισης του 2018 ήταν η συλλογή πληροφοριών, δεδομένων, εικόνων, αναλύσεων και ερμηνειών που απαιτούνται για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση των κινδύνων αλλά και για την έρευνα μετά την έκρηξη σε διεργασίες που διέπουν διάφορες πτυχές της έκρηξης του 2018. Αυτοί οι στόχοι επιτεύχθηκαν μέσω ποικίλων δραστηριοτήτων. Ορισμένες από αυτές είναι η παρακολούθηση ροών δεδομένων από όργανα σε πραγματικό χρόνο (σεισμόμετρα, δέκτες

παγκόσμιου εντοπισμού θέσης, παραμορφωσιόμετρα, κάμερες, αισθητήρες αερίων, ραντάρ και βίντεο βάσει UAS όταν είναι διαθέσιμα), η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων από επίγεια δίκτυα παρακολούθησης, καθώς και από δορυφόρους, UAS και (ή) ελικόπτερα (χημικές αναλύσεις, φωτογραμμετρία, θερμικοί χάρτες) και ένα ευρύ φάσμα παρατηρήσεων πεδίου στη κορυφή του ηφαιστείου και στη LERZ, η προσπάθεια βελτίωσης του δικτύου τηλεμετρίας για την παρακολούθηση της δραστηριότητας στη LERZ και συλλογή δειγμάτων λάβας και τέφρας για εργαστηριακή ανάλυση για τον καλύτερο προσδιορισμό του τι συνέβαινε στο ηφαίστειο Kilauea.

Διαχείριση έκτακτης ανάγκης και διοίκηση

Κατά τη διάρκεια της έκρηξης του Kilauea, το HVO έκανε χρήση καθιερωμένων στενών εργασιακών σχέσεων με πολλούς συνεργαζόμενους οργανισμούς και συνεργάτες για την προετοιμασία για την συνεχιζόμενη ηφαιστειακή έκρηξη και τη ροή λάβας που θα μπορούσε να απειλήσει ανθρώπους και υποδομές. Ορισμένες από αυτές τις συνεργαζόμενες υπηρεσίες είναι:

Το HCCD, η Κρατική υπηρεσία διαχείρισης έκτακτης ανάγκης της Χαβάης (HiEMA), η Υπηρεσία Εθνικών Πάρκων (NPS), η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης (FEMA), η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, η Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA), το Γραφείο Αεροπορικών Υπηρεσιών DOI, το UHH και άλλοι.

Βάσει της εσωτερικής δομής της υπηρεσίας USGS υπήρχαν πολλά σημαντικά πρόσωπα και ομάδες που απασχολούνταν με τη διαχείριση εκτάκτων αναγκών και οι προσαρμοσμένοι ρόλοι τους περιγράφονται ως εξής:

Επιστημονικός Υπεύθυνος (SIC), του Παρατηρητηρίου Ηφαιστείου της Χαβάης: Το άτομο σε αυτόν τον ρόλο παρείχε συνολική ανώτερη διαχείριση της επίγειας απόκρισης. Ο ρόλος του περιλάμβανε αναφορές για την ενημέρωση όσο αφορά τη κατάσταση σε εξωτερικούς εταίρους (τοπικούς, πολιτειακούς και ομοσπονδιακούς διαχειριστές έκτακτης ανάγκης), ενεργό συμμετοχή σε δημόσιες συναντήσεις, διαχείριση επιστημονικού προσωπικού και εποπτεία όλων των τοπικών διοικητικών πτυχών της μετεγκατάστασης του HVO. Ο επικεφαλής παρείχε επίσης καθοριστικό ρόλο στις προσπάθειες του προγραμματισμού της ανάκαμψης μαζί με τις τοπικές, πολιτειακές και ομοσπονδιακές αρχές.

Αναπληρωτής Επιστημονικός Υπεύθυνος (DSIC), του παρατηρητηρίου: Ο αναπληρωτής καθοδηγούσε τη διαχείριση ορισμένων επιχειρησιακών πτυχών της απόκρισης στην ηφαιστειακή έκρηξη, συμπεριλαμβανομένης της αεροπορικής υποστήριξης, της ασφάλειας, ορισμένων πτυχών των αναφορών προς τη FEMA, της διασύνδεσης με το NPS κατά τη διεξαγωγή του συστήματος προειδοποίησης (GAR). Ο αναπληρωτής ήταν επίσης ο κύριος εκπρόσωπος του HVO σε περισσότερες από δώδεκα κοινοτικές συναντήσεις στην Pahoia κατά τη διάρκεια της έκρηξης.

Διευθυντής και προσωπικό του Επιστημονικού Κέντρου Ηφαιστειών (VSC): Το VSC εδρεύει στην περιφέρεια της Αλάσκας, ωστόσο διαχειρίζεται τα πέντε παρατηρητήρια ηφαιστειών των ΗΠΑ και περίπου 200 υπαλλήλους σε όλη τη Δυτική Ακτή, συμπεριλαμβανομένου του HVO, το Παρατηρητήριο της Αλάσκας, το Παρατηρητήριο Cascades, το Παρατηρητήριο Yellowstone της Ουάσιγκτον, το Παρατηρητήριο της Καλιφόρνια και το διεθνές πρόγραμμα βοήθειας για καταστροφές ηφαιστειών. Το VSC συνεργάστηκε στενά με το περιφερειακό γραφείο της Αλάσκας για να διαδραματίσει ζωτικό ρόλο στη διευκόλυνση της διαχείρισης για την αντιμετώπιση καταστροφών αλλά και την εύρυθμη λειτουργία των υπόλοιπων υπηρεσιών. Αυτό περιλάμβανε τη διασφάλιση ουσιαστικών αλλαγών προσωπικού σε όλα τα παρατηρητήρια για την υποστήριξη του HVO, την προώθηση της δημιουργίας και της διάδοσης μιας ευρείας ποικιλίας αναφορών κατάστασης και επικοινωνιών μέσων, και ο συντονισμός για την παροχή προϊόντων γεωχωρικών χαρτών και υπηρεσιών Πληροφορικής (IT) για την κάλυψη των αναγκών της FEMA και των άλλων συνεργατών. Το VSC παρείχε επίσης γνώσεις και δεξιότητες για τη φυσική μετακίνηση του HVO σε μια εναλλακτική τοποθεσία.

Συντονιστής διαχείρισης έκτακτης ανάγκης: Το άτομο σε αυτόν τον ρόλο σχεδίασε και διαχειρίστηκε τη διαδικασία αναφοράς των δραστηριοτήτων με το Γραφείο Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης (OEM)

που δημιούργησε Βασικά Στοιχεία Πληροφοριών για ηφαιστειακές εκρήξεις για το DOI και τη FEMA. Ο συντονιστής διαχείρισης έκτακτης ανάγκης συντόνισε τη διαδικασία, τη διαχείριση και την εφαρμογή των αναθέσεων αποστολών της FEMA που σχετίζονται με την έκρηξη και διεξήγαγε αρκετές συναντήσεις της εκτελεστικής επιτροπής για την αντιμετώπιση κινδύνων (HREC) για να παράσχει στην ηγεσία του USGS επίγνωση της κατάστασης και να συντονίσει τις ενέργειες αντιμετώπισης και ανάκαμψης.

Ειδικός επίγειας διαχείρισης έκτακτης ανάγκης: Το άτομο σε αυτόν τον ρόλο υπηρέτησε ως συντονιστής του σχεδίου συνεχόμενων επιχειρήσεων (COOP) και ως σύνδεσμος με τα NPS, HAVO, IMT, και FEMA για την αντιμετώπιση των κινδύνων και την αποκατάσταση, και τη προστασία των πολιτών της κομητείας της Χαβάης. Με περιφερειακή καθοδήγηση και καθοδήγηση από την εκτελεστική επιτροπή HREC, το COOP παρείχε τη συνολική εκτέλεση απομάκρυνσης επικίνδυνων αποβλήτων των HVO/PIERC και του χημικού καθαρισμού. Επίσης παρείχε υποστήριξη διαχείρισης των drone και συντονισμό των αερομεταφορών για αποστολές ανίχνευσης ρύπων με την τεχνική LIDAR και συντονίστηκε μαζί με άλλους φορείς για την αντιμετώπιση αναδυόμενων ζητημάτων.

Εκτελεστική Επιτροπή για την Αντιμετώπιση Κινδύνου (HREC): Αυτή η ομάδα παρείχε εκτελεστική καθοδήγηση, επίβλεψη και υποστήριξη σε διευθυντές του USGS κατά την έκρηξη του Kilauea χωρίς να παρεμβαίνει στις δραστηριότητες των ομάδων προγραμματισμού ή απόκρισης.

Γραφείο Προγραμμάτων Ηφαιστειακών Κινδύνων (VHP): Ο Συντονιστής Προγράμματος Κινδύνων, ο Συντονιστής Συνεργατών Προγράμματος, και ένας επιστημονικός βοηθός υπηρέτησαν ως εμπειρογνώμονες για θέματα ηφαιστειών στα Κεντρικά Γραφεία της USGS και στο DOI, καθώς και σε άλλες σχετικές ομοσπονδιακές υπηρεσίες σε εθνικό επίπεδο. Το γραφείο του VHP παρείχε ενημερώσεις υψηλού επιπέδου στον γραμματέα του DOI, στον βοηθό γραμματέα για τα Ύδατα και τις Επιστήμες, το Εθνικό Συμβούλιο Ασφαλείας, το Προεδρικό Γραφείο Επιστήμης και Τεχνολογίας, την Ομοσπονδιακή υποεπιτροπή για το περιορισμό των καταστροφών και την έδρα της FEMA. Το προσωπικό του Γραφείου του VHP βοήθησε επίσης στο συντονισμό της αξιοποίησης ή της παρακολούθησης των αγαθών της NASA και των Κύριων Ερευνητών που χρηματοδοτούνταν από το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών και πραγματοποίησε επιπλέον ζωντανές συνεντεύξεις σε εθνικά μέσα ενημέρωσης και απάντησε σε ερωτήσεις των μέσων ενημέρωσης μέσω email.

Ομάδα Drone των USGS / DOI: Αυτή η ομάδα ανέπτυξε μια ποικιλία από μη επανδρωμένα αεροπορικά συστήματα, Unmanned Aircraft Systems (UAS), και αισθητήρες για την υποστήριξη της απόκτησης δεδομένων τηλεπισκόπησης που απαιτείται για την παρακολούθηση της δραστηριότητας στη κορυφή του ηφαιστείου Kilauea και στη LERZ. Παρείχαν επιστημονικές πληροφορίες και πληροφορίες για την διάσωση πολιτών στο Κέντρο Επιχειρήσεων Έκτακτης Ανάγκης (EOC) της Πολιτικής Προστασίας της κομητείας της Χαβάης (HCCD), στο Κέντρο Επιχειρήσεων Έκτακτης Ανάγκης της πολιτείας της Χαβάης, στην υπηρεσία FEMA, στο κέντρο εσωτερικών επιχειρήσεων του DOI και σε άλλους εσωτερικούς συνεργάτες της USGS.

Κέντρο προηγμένων συστημάτων της USGS: Αυτή η ομάδα ήταν ο κόμβος των λειτουργιών του Εθνικού Προγράμματος Πολιτικών Εφαρμογών, το οποίο προέβλεπε την λήψη, τη μεταφορά και τη χρήση των συστημάτων και των δεδομένων τηλεανίχνευσης για την υποστήριξη των αρμοδιοτήτων των αποστολών για τη διαχείριση της γης και των πόρων, συμπεριλαμβανομένης της αντιμετώπισης κινδύνων και φυσικών καταστροφών. Αυτή η ομάδα παρείχε επίσης υψηλής ποιότητας, αρχεία shapefiles της ροής της λάβας με τη μορφή και τη συχνότητα που ευνοούν την επιχειρησιακή παρακολούθηση και γενικότερα βοήθησαν στην αντιστάθμιση της έλλειψης προσωπικού που χειρίζεται τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) στο HVO.

Ομάδα απόκρισης γεωχωρικών πληροφοριών (GIRT): Η υπηρεσία USGS δημιούργησε την GIRT στο Εθνικό Γεωχωρικό Πρόγραμμα για να διασφαλίσει ότι τα απαραίτητα γεωχωρικά δεδομένα είναι διαθέσιμα για χρήση από τους ανταποκριτές έκτακτης ανάγκης και τους διαχειριστές γης και πόρων αλλά και για επιστημονική ανάλυση κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος καταστροφής. Αυτή η ομάδα παρείχε τον χάρτη συμβάντων, συντόνιζε τη συλλογή εικόνων από δορυφόρους και UAS κατά τη διάρκεια καθημερινών κλήσεων και διευκόλυνε την πρόσβαση σε δεδομένα που έχουν αρχειοθετηθεί στο Σύστημα Διανομής Δεδομένων Κινδύνων.

Γραφείο Υπηρεσιών Διαχείρισης (OMS): Αυτή η ομάδα βοήθησε στην αξιολόγηση της δομικής

ακεραιότητας της κατεστραμμένης εγκατάστασης του HVO και στη διαχείριση αναζήτησης και εξασφάλισης νέων εγκαταστάσεων και της μεταφοράς του εξοπλισμού σε περιστασιακές και μόνιμες τοποθεσίες. Το αναπτυσσόμενο σχέδιο για την επανεγκατάσταση των γραφείων του USGS στο HAVO μέσω κοινόχρηστου χώρου και υπηρεσιών μεταξύ HVO και PIERC αναμένεται να απαιτήσει 3 χρόνια για την ολοκλήρωση του σχεδιασμού και της κατασκευής.

Γραφείο επιχείρησης πληροφοριών (OEI): Αυτή η ομάδα παρείχε την απαιτούμενη διαχείριση πληροφοριών και τεχνολογίας για την επιστημονική αποστολή του USGS. Διαχειρίστηκε λύσεις για την αποθήκευση δεδομένων, εφαρμογές λογισμικού, υποδομή ιστού, υπηρεσίες SharePoint® και cloudhosting, διάθεση ομοσπονδιακών αρχείων και άλλες κρίσιμες πληροφορίες. Αυτή η ομάδα έπαιξε ζωτικό ρόλο στη διατήρηση της συνέχειας των λειτουργιών για τη ροή και αποθήκευση δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια της καταστροφής και της μεταφοράς των εγκαταστάσεων.

Γραφείο Διοίκησης: Αυτή η ομάδα παρείχε καθοδήγηση σχετικά με τη διοίκηση επιχειρήσεων, τη χρηματοοικονομική λογιστική και τις υπηρεσίες γενικής υποστήριξης. Αυτή η ομάδα κατέστησε δυνατή την ταχεία κινητοποίηση του "εκτεταμένου HVO" τόσο εντός όσο και εκτός της Χαβάης με ελεγχόμενο, αλλά αποτελεσματικό τρόπο. Αυτή η ομάδα βοήθησε επίσης στην αντιμετώπιση πολλών λογιστικών επιπλοκών που σχετίζονται με ταξίδια, ασφάλεια, αγορές και υπερωρίες.

Εκτός από το USGS, υπήρχαν πολλοί φορείς που έπαιξαν βασικούς ρόλους στη διαχείριση έκτακτης ανάγκης στην έκρηξη του Kilauea. Ένα σχήμα που δείχνει τη διαμόρφωση της δομής της διαχείρισης έκτακτης ανάγκης για την έκρηξη Kilauea, παρέχεται στο σχήμα 6.4.

Περιγραφή των ευθυνών των φορέων εκτός της USGS

Κρατική υπηρεσία διαχείρισης έκτακτης ανάγκης της Χαβάης (HiEMA)

Αποκρίθηκε σε αιτήματα βοήθειας της Πολιτείας της Χαβάης. Όταν η πολιτεία δεν μπορούσε να υποστηρίξει πλήρως το αίτημα βοήθειας, η HiEMA συνέστησε στον κυβερνήτη να κηρύξει τη πολιτεία σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Η USGS στελέχωσε έναν γεωλόγο ως επιστημονικό σύνδεσμο της Πολιτειακής και Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης (FEMA) στο κέντρο επιχειρήσεων (EOC) της HiEMA για βάρδιες 12 ωρών από τις 18 Μαΐου έως τις 22 Ιουνίου.

Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Εκτάκτων Αναγκών (FEMA)

Η Εθνική Ομάδα Βοήθειας Διαχείρισης Συμβάντων (IMAT) των δυτικών πολιτειών αρχικά εστάλη στο κέντρο της HiEMA στη Χονολουλού από την FEMA. Τελικά όμως έστειλε μόνο ορισμένα μέλη της ομάδας στο κέντρο επιχειρήσεων της πολιτικής προστασίας της Χαβάης. Η ομάδα βελτίωσε τον συντονισμό στις συνολικές προσπάθειες αντιμετώπισης της φυσικής καταστροφής. Κατά την επιστροφή της IMAT West, η αποστολή της FEMA παραδόθηκε στις αρχές συντονισμού FEMA της περιφέρειας IX. Ο ομοσπονδιακός αξιωματικός συντονισμού της FEMA (FCO) και οι αναπληρωτές αξιωματικοί από την περιφέρεια IX ήταν αναπόσπαστο μέρος της αξιολόγησης των συνολικών αναγκών λόγω της καταστροφής και υποστήριξαν την κομητεία και το κράτος κατά την εφαρμογή των προσπαθειών αποκατάστασης. Ο FCO δημιούργησε ένα γραφείο επίγειων καταστροφών στο Hilo.

Εθνικό Πάρκο Ηφαιστειών Χαβάης (HAVO)

Η Υπηρεσία του Εθνικού Πάρκου (NPS) είχε τη διοίκηση και τον έλεγχο όλων των στοιχείων εντός των ορίων του πάρκου.

Ομάδα διαχείρισης συμβάντων (IMT) τύπου 2 του NPS: Η ομάδα διαχείρισης συμβάντων (IMT) είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής για να αναφέρεται σε μια ομάδα εκπαιδευμένου προσωπικού που ανταποκρίνεται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Οι

ομάδες διαχείρισης συμβάντων χωρίζονται σε 5 τύπους ανάλογα με το μέγεθος, το εύρος και την πολυπλοκότητα της έκτακτης ανάγκης για την οποία κινητοποιούνται αλλά και βάσει της εκπαίδευσης και εμπειρίας των μελών τους. Όσο μεγαλύτερο και πολυπλοκότερο είναι το συμβάν τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός του τύπου της ομάδας IMT που κινητοποιείται και αντίστοιχα το ίδιο ισχύει και για την εκπαίδευση των μελών.

Αυτή η ομάδα αποτελούνταν από κύριες θέσεις του Συστήματος Διοίκησης Περιστατικών (υπεύθυνοι τμημάτων επιχειρήσεων, χρηματοοικονομικών και εφοδιασμού, μαζί με 2–4 αξιωματικούς ασφαλείας). Η ομάδα IMT εφάρμοσε το πρωτόκολλο λογοδοσίας για το προσωπικό του HVO για την είσοδο και έξοδο από τις εγκαταστάσεις και την αξιολόγηση του εξοπλισμού ατομικής προστασίας (PPE) στο κέντρο επιχειρήσεων του ηφαιστείου στο HAVO. Το NPS ήταν επίσης υπεύθυνο για την αναζήτηση και τη διάσωση. Η υπηρεσία NPS επίσης διαθέτει στελέχη εκπαιδευμένα για την διαχείριση άγχους λόγω περιστατικών κρίσης (CISM). Κατόπιν αιτήματος του επιστημονικού υπευθύνου λόγω της διάρκειας της ηφαιστειακής δραστηριότητας, η υπηρεσία NPS ανέπτυξε δύο μέλη της ομάδας CISM δύο φορές στο HAVO και το HVO για να ανταποκριθεί στις ανάγκες του προσωπικού. Η ομάδα CISM είναι μια εξαιρετικά δομημένη, επαγγελματικά αναγνωρισμένη μορφή ομότιμης υποστήριξης για την μείωση των ψυχολογικών επιπτώσεων σε καταστάσεις κρίσης.

Πολιτική προστασία της κομητείας της Χαβάης (HCCD),

Η HCCD χρησιμοποίησε την κύρια έδρα του ως κέντρο επιχειρήσεων κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής έκρηξης. Ο δήμαρχος Kim πραγματοποιούσε μια καθημερινή συνολική ενημέρωση στις 07:00, ακολουθούμενη από μια συνάντηση της επιχειρησιακής και διεπιστημονικής ομάδας του HCCD στις 08:30. Η USGS στελέχωσε μια θέση γεωλόγου στο κέντρο επιχειρήσεων για τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας, σε δύο βάρδιες των 12 ωρών και αργότερα σε τρεις βάρδιες των 8 ωρών, για ολοήμερη παροχή βοήθειας και υπηρεσιών κατά τη διάρκεια του μεγαλύτερου μέρους της αντιμετώπισης της κρίσης. Αυτό αποδείχθηκε μια τεράστια υπηρεσία για την HCCD, τη FEMA και άλλους συνεργάτες. Στα πρώτα στάδια της ηφαιστειακής δραστηριότητας στην κάτω Puna, η HCCD χρησιμοποίησε την Πυροσβεστική Υπηρεσία της Pāhoehoe ως βάση για την αρχική ομάδα αντιμετώπισης. Χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο του προσωπικού μέσα και έξω από τις απαγορευμένες ζώνες, ως άμεσος κόμβος πληροφόρησης, και μια τοποθεσία για σίτιση και αποθήκευση του εξοπλισμού για αστυνομικούς και πυροσβέστες. Καθώς η ηφαιστειακή δραστηριότητα αυξήθηκε και άρχισε η διάνοιξη των ρωγμών στη περιοχή Leilani, η πολιτική προστασία και ο δήμαρχος Kim ανέπτυξαν μια καθορισμένη εμπρόσθια λειτουργική βάση στον αυτοκινητόδρομο 130 και εγκατέλειψαν την πυροσβεστική εγκατάσταση (Σχήμα 6.4). Καθώς η ηφαιστειακή δραστηριότητα άρχισε να αποκτά μεγαλύτερες διαστάσεις, ο δήμαρχος Kim και η HCCD κάλεσαν μια ομάδα IMT τύπου 3 από την κομητεία Maui. Ο ρόλος τους ήταν η ομαλή μετάβαση του κέντρου επιχειρήσεων από το πυροσβεστικό τμήμα της στο νέα βάση. Μετά από το μεταβατικό στάδιο 2 εβδομάδων, η HCCD χρησιμοποίησε την εθνική ομάδα επιχειρήσεων IMT για να στελεχώσει τις ομάδες IMT τύπου 2 με στελέχη προερχόμενα από τις Ηνωμένες Πολιτείες της ηπειρωτικής Αμερικής έως ότου το συμβάν κηρύχθηκε λήξαν.

Υπηρεσίες Υποστήριξης:

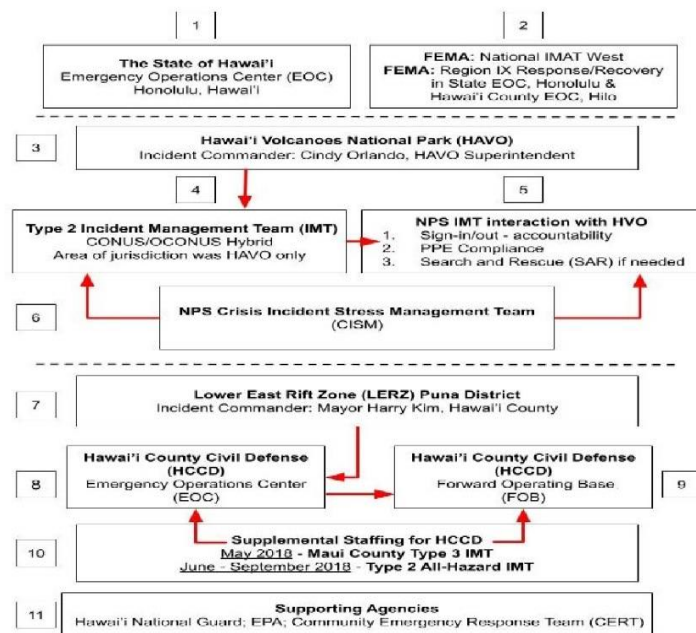
- Εθνική Φρουρά της Χαβάης (HING): Υπεύθυνη για τη διατήρηση των ζωνών εκκένωσης και των σημείων ελέγχου επάνδρωσης. Η HING επίσης στελέχωσε ελικόπτερο σε ομάδες έρευνας και διάσωσης στο αεροδρόμιο Hilo πραγματοποίησε επίγειες μετρήσεις της συγκέντρωσης SO₂ κατόπιν αιτήματος, και ολοκλήρωσε μερικές νυχτερινές πτήσεις που, με πιο προηγμένο συντονισμό, μπορούσαν ενδεχομένως να παρέχουν χρήσιμα πλάνα.
- Οργανισμός προστασίας του περιβάλλοντος (EPA): Υπεύθυνος για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε πραγματικό χρόνο για το κοινό. Ο EPA βοήθησε επίσης στην απομάκρυνση

επικίνδυνων αποβλήτων των PIERC και HVO από το HAVO.

- Κοινοτική ομάδα αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης (CERT): Ομάδα εκπαιδευμένων εθελοντών που εντάχθηκαν σε πρόγραμμα της FEMA, υπεύθυνοι για την περιπολία των κτηρίων στη Leilani και την παροχή βοήθειας στην HING με καθήκοντα ελέγχου. Επίσης απασχολούνταν με το συντονισμό και τη διάδοση πληροφοριών από και προς τους κατοίκους που δεν μπορούν να παρευρεθούν αυτοπροσώπως σε δημόσιες συναντήσεις. Η ομάδα του CERT πήγε από πόρτα σε πόρτα σε ορισμένες περιοχές για να διασφαλίσει ότι οι κάτοικοι γνώριζαν την κατάσταση, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που δεν μπορούσαν να επικοινωνήσουν μέσω Διαδικτύου ή κινητού τηλεφώνου.



Σχήμα 6.4 Φωτογραφία που δείχνει τον σταθμό ελέγχου εισόδου της βάσης της πολιτικής προστασίας της κομητείας της Χαβάης στη περιοχή Puna, στις 14 Ιουνίου 2018 (φωτογραφία από τον Brett Walker, εθελοντή του HVO).



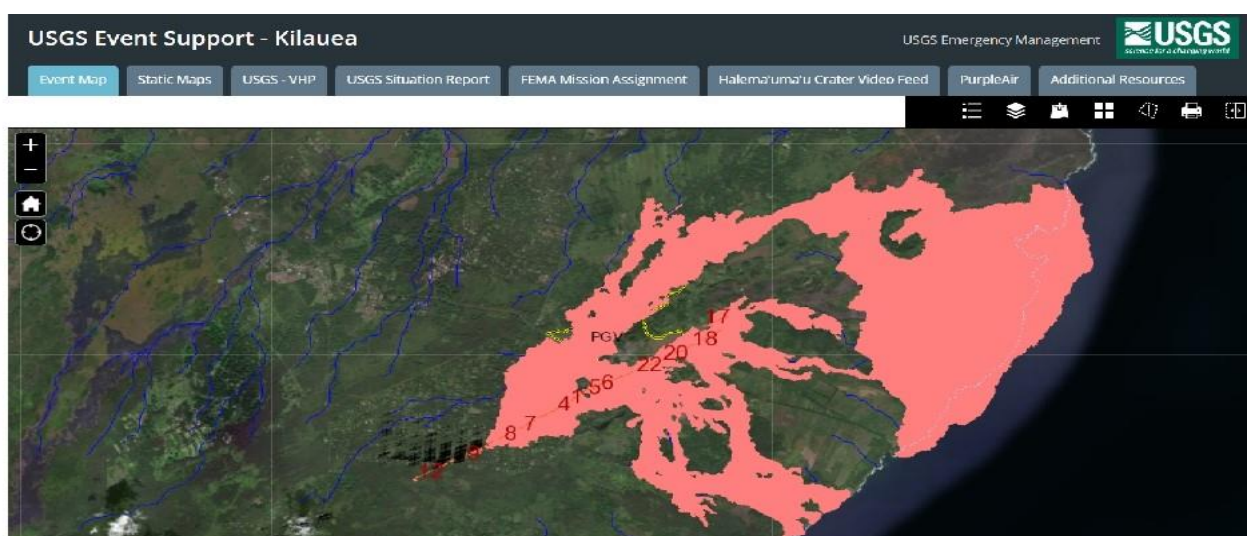
Σχήμα 6.5 Σχηματική προβολή της διαμόρφωσης της δομής διαχείρισης έκτακτης ανάγκης για την έκρηξη του ηφαιστείου Kilauea το 2018, συμπεριλαμβανομένων σύντομων περιγραφών για τις διάφορες ευθύνες των βασικών ρόλων 1–11. Το 1 αντιστοιχεί στο Κέντρο Επιχειρήσεων Έκτακτης Ανάγκης της Πολιτείας της Χαβάης, το 2 στην Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Έκτακτης Ανάγκης, το 3 στο Εθνικό Πάρκο Ηφαιστείων της Χαβάης, το 4 στην Ομάδα Διαχείρισης Συμβάντων Τύπου 2, το 5 στην Ομάδα Διαχείρισης Συμβάντων που υπάγεται στην Υπηρεσία του Εθνικού Πάρκου, το 6 στην Ομάδα διαχείρισης άγχους λόγω περιστατικών κρίσης, το 7 στον δήμαρχο της Κομητείας της Χαβάης, το 8 στα στελέχη της Πολιτικής Προστασίας της Κομητείας της Χαβάης στο Κέντρο Επιχειρήσεων Έκτακτης Ανάγκης, το 9 στα στελέχη της Πολιτικής Προστασίας της Κομητείας της Χαβάης στην Εμπρόσθια Λειτουργική Βάση, το 10 στο επιπρόσθετο προσωπικό της Πολιτικής Προστασίας που ανήκει στις Ομάδες Διαχείρισης Συμβάντων Τύπου 2 και 3 και το 11 στις Υπηρεσίες Υποστήριξης (Williams et al., 2020).

6.3 Σύνοψη Επιτευγμάτων Διαχείρισης της Κρίσης του 2018

Γενική αντιμετώπιση

Το HVO και ολόκληρο το VSC απέδωσαν εξαιρετικά καλά στην αντιμετώπιση μιας δύσκολης και αβέβαιης κατάστασης. Η επιτυχία οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως οι εξής:

- Το προσωπικό του HVO εργάστηκε ακατάπαυστα διεκπεραιώνοντας όλες τις εργασίες του παρά τα προβλήματα που προέκυψαν, όπως η εκκένωση των εγκαταστάσεων του παρατηρητηρίου. Επιπλέον, οι σχέσεις που είχε δημιουργήσει το προσωπικό του HVO με την κοινότητα της Χαβάης και άλλες ομοσπονδιακές υπηρεσίες κατά τις προηγούμενες δεκαετίες καθιέρωσαν έναν πρωταρχικό λόγο για την επιτυχή αντιμετώπιση.
- Η επιτυχής ένταξη του προσωπικού του VSC εκτός του HVO δείχνοντας ότι το προσωπικό του VSC διατηρεί καλή κατανόηση των υποχρεώσεων του αλλά και πως να τις φέρει εις πέρας να με επαγγελματικό τρόπο. Έδειξε επίσης καλή εξοικείωση μεταξύ των παρατηρητηρίων που προέκυψε από προηγούμενες ανταλλαγές μελών με το HVO, καθώς και λόγω των προσπαθειών του Διευθυντή του VSC να βελτιώσει τη διαλειτουργικότητα συγκεντρώνοντας τις λειτουργίες του VSC και σχηματίζοντας ευρείες ομάδες εργασίας από ολόκληρο το VSC για την αντιμετώπιση διαφόρων θεμάτων που επηρεάζουν όλα τα παρατηρητήρια. Έδειξε επίσης μια πιο αποτελεσματική διαδικασία ενσωμάτωσης των μελών του η οποία επιτεύχθηκε μέσω εγγράφων καθοδήγησης που παρέχονται από το VSC, το HVO και άλλες ομάδες, καθώς και την επιτόπια καθοδήγηση από το έμπειρο προσωπικό.
- Η ταχεία και καθολική υιοθέτηση του εργαλείου ανταλλαγής μηνυμάτων / δεδομένων ανοιχτού κώδικα, Mattermost® (που υλοποιήθηκε με τη βοήθεια του Παρατηρητηρίου του Ηφαιστείου της Αλάσκας), ως πρωταρχικό εργαλείο επικοινωνίας μεταξύ των παρατηρητών ήταν ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της αντιμετώπισης. Το Mattermost® έκανε εξαιρετικά απλή την ενημέρωση για την εξέλιξη της ηφαιστειακής δραστηριότητας για το προσωπικό του HVO που εργάζεται από το σπίτι και στο πεδίο, και το προσωπικό του VSC που εργάζεται σε πέντε διαφορετικές τοποθεσίες γραφείων και στην ηπειρωτική χώρα.
- Ο χάρτης υποστήριξης συμβάντων (ESM) παρείχε σημαντικά δεδομένα ενημέρωσης για την κατάσταση και χρησιμοποιήθηκε από διαχειριστές πόρων στο γραφείο και στο πεδίο (Σχήμα 6.6). Ο ESM κινητοποιείται από την ομάδα GIRT για μεγάλα γεγονότα καταστροφών και χρησιμοποιείται για την παροχή συντονισμού και επικοινωνίας για τις ομάδες της USGS. Ο ESM είναι μια σελίδα για χωρικά δεδομένα, εφαρμογές, αναφορές και άλλες υπηρεσιακές πληροφορίες που είναι εύκολα προσβάσιμες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης.



Σχήμα 6.6 Ιστοσελίδα του χάρτη υποστήριξης συμβάντων της υπηρεσίας Γεωλογικής Έρευνας των ΗΠΑ για χωρικά δεδομένα, εφαρμογές, σημειώσεις ομάδας, αναφορές και άλλες πληροφορίες διαχείρισης της κρίσης.

Εφαρμογή Συστήματος Διοίκησης ICS

Τα μέλη του VSC εφάρμοσαν με επιτυχία το ICS που δημιουργήθηκε την πρώτη εβδομάδα της έκρηξης. Αυτό οφείλεται στις εξαιρετικές επιδόσεις αυτών που εργάστηκαν στα διάφορα EOC που αλληλεπιδράσαν με τους εργαζομένους του ICS και την ικανότητα του προσωπικού της USGS να αντιδρά γρήγορα και να προσαρμόζεται σε ταχέως μεταβαλλόμενες καταστάσεις. Πολλοί από τους υπαλλήλους του VSC είχαν εκπαίδευση στο ICS και ήταν εξοικειωμένοι με τη δομή του. Το Mattermost® διευκόλυνε τους επιστήμονες του USGS σε πολλές τοποθεσίες ICS να συντονίσουν τις προσπάθειές τους. Οι ισχυρές σχέσεις που αναπτύχθηκαν μεταξύ του HVO και των τοπικών υπηρεσιών διαχείρισης κρίσεων, συμπεριλαμβανομένου του κέντρου επιχειρήσεων έκτακτης ανάγκης του Hilo και της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας της Pahoa, έθεσαν όλους τους επιστήμονες του USGS σε μια θέση όπου είχαν την εμπιστοσύνη όλων των τοπικών ανταποκριτών έκτακτης ανάγκης.

Σχεδιασμός και οργάνωση για ασφαλή επιστημονική έρευνα

Η ασφάλεια του προσωπικού κατά την διεκπεραίωση των επιστημονικών μελετών ήταν σε πολύ καλό επίπεδο αν αναλογιστεί κανείς της ώρες εργασίας στο πεδίο και τη μετάβαση του προσωπικού από κατεστραμμένους δρόμους και υποδομές καθώς και τις πολλές πτήσεις ελικοπτέρων με πιλότους μη εξοικειωμένους με τον εναέριο χώρο της Χαβάης. Η επιτυχία της επιστημονικής απόκρισης μπορεί να αποδοθεί εν μέρει στο ρόλο των ανώτερων επιστημόνων με δεκαετίες γεωλογικής εμπειρίας στο Kilauea, στην αποδοχή και χρήση της διαδικασίας ανάλυσης του δέντρου συμβάντων/σεναρίων από τα μέλη της ομάδας απόκρισης, στην ανταλλαγή πληροφοριών και στη διαχείριση των αλλαγών του προσωπικού που εργαζόταν στο πεδίο. Η παρακολούθηση μέσω υπερήχων, η εφαρμογή των UAS (Σχήμα 6.7) στη συλλογή δεδομένων και ο γενναιόδωρος προϋπολογισμός για πτήσεις με ελικόπτερα, αύξησαν σε μεγάλο βαθμό την πυκνότητα λήψης δεδομένων από παρακολούθηση και άλλων.

Απόκτηση και διαχείριση δεδομένων

Υπήρχαν αρκετά αξιοσημείωτα επιτεύγματα κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας σχετικά με τα δεδομένα. Η χρήση του Mattermost®, το οποίο παρείχε τη δυνατότητα ενημέρωσης πολλών χρηστών από πολλές συσκευές, λειτούργησε πολύ καλά. Η γρήγορη υιοθέτηση του Mattermost® έδειξε μια προσαρμογή στην ικανότητά μεταφοράς πληροφοριών στο προσωπικό του παρατηρητηρίου, στους διαχειριστές έκτακτης ανάγκης και στα κοινωνικά μέσα. Το Mattermost® επιτρέπει τη μεταφόρτωση εικόνων και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, συμπεριλαμβανομένης της λήψης αναφορών καιρού από ομάδες άλλων πεδίων. Το VSC δημιούργησε επίσης μια ειδική υπηρεσία για την κοινή χρήση προκαταρκτικών δεδομένων χάρτη στο Διαδίκτυο που θα μπορούσαν να έχουν πρόσβαση και να χρησιμοποιηθούν σε γεωχωρικό λογισμικό ή άλλα διαδικτυακά εργαλεία. Η συνεχής παρακολούθηση μέσω γεωφυσικών δεδομένων ήταν επίσης αξιοσημείωτη. Το γραφείο ΟΕΙ ενέτεινε και βοήθησε το τεχνικό προσωπικό του HVO να αποφύγει οποιαδήποτε διακοπή στην παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο. Η τεχνική ομάδα πέτυχε επίσης γρήγορες και κρίσιμες εγκαταστάσεις και αναβαθμίσεις για να επιτρέψει την βελτίωση της παρακολούθησης της LERZ. Η επιτυχία οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως η συνεργασία του γραφείου ΟΕΙ με την Amazon Web Services για την παροχή εφεδρικών συσκευών για τη μεταφορά δεδομένων από το HVO σε υπηρεσίες cloud, τη μεγάλη εμπειρία του προσωπικού του HVO σχετικά με τις παρατεταμένες ταυτόχρονες εκρήξεις και με την επίμονη κατάσταση κρίσης χαμηλού επιπέδου από την έναρξη της δραστηριότητας του 2008 και τη συνεργασία του HVO με πολύ ειδικευμένους πιλότους που είχαν προηγούμενη εξοικείωση με τις απαιτήσεις παρακολούθησης. Επίσης το HVO επωφελήθηκε από τη σταδιακή βελτίωση των μεθόδων επικοινωνίας με το κοινό σχετικά με τις απειλητικές ροές λάβας.

Εφαρμογή της τεχνολογίας UAS

Τα UAS αποδείχθηκαν ένα εξαιρετικά πολύτιμο εργαλείο κατά τη διάρκεια της έκρηξης σε τέτοιο βαθμό που το VSC πιθανότατα θα πρέπει να αναπτύξει τη δική του αποκλειστική ομάδα drone. Οι επιχειρήσεις της UAS διαδραμάτισαν κρίσιμο ρόλο στην παροχή επιστημονικών δεδομένων σχεδόν σε πραγματικό χρόνο και της επίγνωσης της κατάστασης σε διαχειριστές έκτακτης ανάγκης και συνέβαλαν αποδεδειγμένα στη δημόσια ασφάλεια με άμεσους τρόπους. Το προσωπικό των UAS και HVO αποδείχθηκε εξαιρετικά προσαρμόσιμο ενώ λειτουργούσε σε ένα πεδίο ασταθούς κατάστασης. Συνολικά 38 διαφορετικοί χειριστές UAS και επεξεργαστές δεδομένων σε τρεις υπηρεσίες του τμήματος απέδειξαν ότι μπορούσαν να λειτουργήσουν με ασφάλεια και να συνεργαστούν καλά. Η ασφάλεια ήταν υψηλή προτεραιότητα για όλους τους εμπλεκόμενους. Η ομάδα ήταν πολύ μεθοδική στον σχεδιασμό και την εκτέλεση αποστολών μέσω ενός αποτελεσματικού τρόπου με αργά βήματα και πολλές δοκιμές. Η ομάδα δημιούργησε καλές τοποθεσίες εκκίνησης και ανάκτησης των drones, σε τακτική βάση, για την αποτελεσματική χαρτογράφηση των περιοχών που έχουν πληγεί.



Σχήμα 6.7 Μη επανδρωμένο αεροσκάφος πετά πάνω από το κανάλι λάβας της σχισμής 8 για τη λήψη βίντεο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του ρυθμού έκχυσης λάβας (USGS).

Επικοινωνία

Η υπηρεσία USGS παρέχει εμπειρογνωμοσύνη, δεδομένα και πληροφορίες μέσω διαφόρων δημόσιων μέσων κατά τη διάρκεια φυσικών κινδύνων. Αυτές οι πληροφορίες πρέπει να είναι προσβάσιμες και κατανοητές και να κοινοποιούνται έγκαιρα, σε τοπικό πολιτειακό και εθνικό επίπεδο. Το HVO σε συνεργασία με το OCAP ενημέρωσε τους ανθρώπους για το τι θα μπορούσε να συμβεί, τι συνέβαινε και για αναμενόμενα συμβάντα. Το VSC συγκέντρωνε και παρέδιδε ψηφιακά καθημερινές αναφορές κατάστασης, πριν από τις πρωινές ενημερώσεις της διαχείρισης της USGS και του DOI. Το Γραφείο του VHP αναφέρθηκε σε αυτές τις αναφορές κατάστασης όταν υπέβαλε αναφορά στο Συμβούλιο Εθνικής Ασφάλειας του Λευκού Οίκου, στο Γραφείο Πολιτικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, στο Κογκρέσο και στην ανώτατη διοίκηση του DOI. Οι καθημερινές ενημερώσεις των τηλεπικοινωνιακών μέσων κατάφεραν επίσης να διατηρήσουν τα μέσα ενημέρωσης ενήμερα για τη κατάσταση. Η παροχή ενημερωμένων εικόνων, βίντεο και γραφικών για τις μεταβολές της δραστηριότητας κέρδισε την εμπιστοσύνη του κοινού ότι η USGS γνώριζε τι έκανε, οδηγώντας ταυτόχρονα την κυβερνητική απόκριση σε έναν ανεξέλεγκτο φυσικό κίνδυνο. Επίσης τακτικές κλήσεις εσωτερικού συντονισμού μεταξύ διαφόρων γραφείων της USGS εκτός Χαβάης, με επικεφαλής τη διοίκηση της Περιφέρειας της Αλάσκας, υποστήριζαν άμεσα την απόκριση στην ηφαιστειακή δραστηριότητα. Στους συμμετέχοντες περιλαμβάνονταν η ανώτερη διοίκηση του UAS, του VSC (αλλά όχι του HVO), του γραφείου VHP, του γραφείου Διοίκησης, του OCAP, του OEI, του NCAC, του Εθνικού Γεωχωρικού Προγράμματος (NGP), του Εθνικού Κέντρου Πληροφόρησης για Σεισμούς, της Διαχείρισης Έκτακτης Ανάγκης και Ασφάλειας κ.α. . Αυτές οι συναντήσεις ενίσχυσαν

τη συνεργασία, μείωσαν την επανάληψη των προσπαθειών σε διάφορα ζητήματα και αποκάλυψαν πόσο ευρεία ήταν η διαχείριση της κρίσης όσο αφορά τα γραφεία που υπάγονται στη USGS. Το SSG συνέβαλε επίσης στις δραστηριότητες του DOI και στην προσέγγιση της κοινότητας συντονίζοντας ταξίδια, διοργανώνοντας τοπικά εργαστήρια και συναντήσεις με τα ενδιαφερόμενα μέρη και τεκμηριώνοντας αυτές τις αλληλεπιδράσεις σε συνεργάτες με αναφορές.

6.4 Προβλήματα Διαχείρισης της Κρίσης

Κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας εμφανίστηκαν προβλήματα που αφορούσαν το σχεδιασμό της αντιμετώπισης αυτού του συμβάντος, την επικοινωνία μεταξύ των μελών των διαφορετικών φορέων, την εκπαίδευσή τους και τη διαχείριση των πόρων και του εξοπλισμού.

Προβλήματα σχεδιασμού και επικοινωνίας

Η έλλειψη ενός σχεδίου διαχείρισης κρίσης αποτέλεσε πρόβλημα στον προσδιορισμό των ρόλων και των αρμοδιοτήτων του προσωπικού των HVO και VSC οδηγώντας σε σύγχυση και διαμάχες μεταξύ των μελών σε διαφορετικά στάδια της απόκρισης. Αυτό το ζήτημα αντιμετωπίστηκε μερικώς με τον προσδιορισμό των άμεσων αναγκών και των ενεργειών που πρέπει να γίνουν για την κάλυψή τους. Προβλήματα δημιουργήθηκαν και κατά την ένταξη του προσωπικού του VSC λόγω της έλλειψης επικοινωνίας για την τοποθέτηση των ατόμων με τις κατάλληλες γνώσεις και ικανότητες στις σωστές θέσεις αλλά και λόγω του χρόνου που απαιτούνταν για τη περεταίρω εκπαίδευση τους από τα μέλη του HVO. Η επικοινωνία με τη FEMA ήταν αρχικά μια πρόκληση λόγω της περιορισμένης κατανόησης των μελών της USGS για τις διοικητικές λειτουργίες σε ένα ICS, ιδιαίτερα από οικονομικής πλευράς. Επιπλέον, πολλά άτομα που έφερε η FEMA είχαν ελάχιστη ή καθόλου εμπειρία με την αντιμετώπιση μιας ηφαιστειακής δραστηριότητας, διότι μεγάλο μέρος της εμπειρίας τους ήταν με πυρκαγιές. Επιπλέον, κατά καιρούς υπήρχε σύγχυση μεταξύ του προσωπικού της USGS που είναι ενσωματωμένο στα κέντρα επιχειρήσεων της κομητείας και της πολιτείας όσον αφορά τις επικοινωνίες. Για παράδειγμα, δεν ήταν σαφές πότε ήταν ή δεν ήταν κατάλληλο να υποβάλλονται αιτήματα για λήψη πληροφοριών μέσω του Mattermost®. Οι προτεραιότητες για επικοινωνία με τρίτους δεν ήταν πάντοτε σαφείς και οι ενημερώσεις σε επίπεδο Πολιτείας και κομητείας δεν ήταν απαραίτητα συγχρονισμένες. Για παράδειγμα, η HiEMA πραγματοποίησε τις δικές της ενημερώσεις, συμπεριλαμβανομένης μιας παρουσίασης από τον σύνδεσμο της USGS, τις οποίες δεν παρακολούθησε το HCCD.

Προβλήματα διαχείρισης

Η διοίκηση του HVO ανέθεσε εξωτερικά το ρόλο του καθορισμού των βαρδιών κατά την ένταξη του προσωπικού του VSC. Ωστόσο, αυτή η ανάθεση δημιούργησε διαχειριστικές προκλήσεις όσο αφορά τη γνώση της διαθεσιμότητας των δεξιοτήτων των μελών και το βαθμό ενδιαφέροντος τους για τη παροχή βοήθειας στην διαχείριση της έκρηξης. Δημιούργησε επίσης διαχειριστικές προκλήσεις για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς. Επίσης υπήρχαν ζητήματα σε σχέση με την σωστή εφαρμογή του κανονισμού για τις υπερωρίες αλλά και με την καθοδήγηση των νεότερων μελών που ακόμα δεν είχαν πλήρη επίγνωση των υποχρεώσεων τους όπως στην περίπτωση της ομάδας χειριστών UAS, όπου ήταν εμφανές ότι απαιτούνταν ένας συντονιστής της ομάδας και ένας διαχειριστής δεδομένων για τη σωστή λειτουργία της.

Προβλήματα ασφάλειας

Σημαντικό ζήτημα ήταν επίσης η ενίσχυση των πρωτοκόλλων ασφαλείας. Το HVO δεν είχε έναν υπεύθυνο ασφαλείας στην αρχή της δραστηριότητας. Τα μέλη του προσωπικού ήταν υπεύθυνα για

την απόκτηση του προσωπικού τους προστατευτικού εξοπλισμού (PPE), ωστόσο οι οδηγίες για αυτό τον δεν ήταν πάντοτε σαφείς ειδικά για τα νέα μέλη. Η ανάλυση κινδύνου εργασίας για τη LERZ ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο. Η προκύπτουσα ανάλυση κάλυπτε περισσότερες από 20 δραστηριότητες και παρείχε βήματα μείωσης κάθε κινδύνου, τα οποία βελτίωσαν σημαντικά τα πρωτόκολλα και τις διαδικασίες ασφαλείας κατά το υπόλοιπο της δραστηριότητας. Οι επιστήμονες της USGS δεν είχαν δικαίωμα πρόσβασης για έρευνα πεδίου στη κορυφή του ηφαιστείου και στη LERZ λόγω ανησυχιών για την ασφάλεια. Στη κορυφή, δεν υπήρχε πρόσβαση για τη διεξαγωγή επιτόπιων εργασιών στην καλδέρα έως τις 5 Ιουνίου και στη συνέχεια η πρόσβαση ήταν περιορισμένη. Μεγάλο μέρος της συλλογής δεδομένων διεξήχθη εξ αποστάσεως. Στη LERZ, ιδιαίτερα τους τελευταίους μήνες της έκρηξης, το προσωπικό της βάσης επιχειρήσεων έδειξε ιδιαίτερη ανησυχία για το υψηλό ρίσκο των εργασιών πεδίου που εκτελούσε το προσωπικό της USGS. Από τη μία πλευρά, αυτό οφειλόταν σε μεγάλο βαθμό στο προσωπικό της FOB που δεν είχε εμπειρία ή γνώση των ηφαιστειακών κινδύνων και στηριζόταν σε αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές. Αντίθετα το HVO έκανε έκκληση για καλή κρίση αντί να καθορίσει αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές (Σχήμα 6.8).



Σχήμα 6.8 Φωτογραφία που δείχνει γεωλόγο του Παρατηρητηρίου Ηφαιστείου της Χαβάης, HVO, να λαμβάνει μέτρηση θερμοκρασίας 103 βαθμών Κελσίου σε ρωγμή στη περιοχή Leilani στις 9 Μαΐου 2018 (USGS).

Προβλήματα απόκτησης δεδομένων

Μερικοί επιστήμονες εξέφρασαν την απογοήτευσή τους για την έλλειψη πρόσβασης σε ευκαιρίες πάνω στην εργασία πεδίου. Ωστόσο, αρκετοί επιστήμονες πίστευαν ότι η διαχείριση της USGS ήταν πολύ αποτελεσματική από την άποψη της διαχείρισης κρίσεων και της επιστημονικής επικοινωνίας, αλλά λιγότερο από την προοπτική της λήψης δεδομένων κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας. Στην κορυφή, υπήρχε μικρή επίγεια παρακολούθηση των ρωγμών. Στη LERZ, δεν υπήρχε συστηματική προσέγγιση σε δραστηριότητες όπως η λήψη μετρήσεων θερμοκρασίας σε ρωγμές, ούτε υπήρχε συστηματικός τρόπος καταγραφής τέτοιων μετρήσεων, εκτός από τα σημειωματάρια πεδίου και τις ειδικές αναφορές στο Mattermost®. Επίσης δεν υπήρχαν συστηματικά σχέδια για τη συλλογή και την τεκμηρίωση του πάχους των αποθέσεων τέφρας σε κάθε τοποθεσία. Αυτό δείχνει πιθανώς την αρχική μεγάλη έμφαση στην παρακολούθηση των σημαντικών μεταβολών κατά τα αρχικά στάδια της δραστηριότητας, καθώς και σε θέματα ασφαλείας. Μια άλλη άποψη είναι ότι η διοίκηση του HVO εξέτασε εάν θα πρέπει να αποκτήσει τέτοια δεδομένα, αλλά τελικά έλαβε απόφαση ότι αυτή η συλλογή δεδομένων δεν δικαιολογούσε τον κίνδυνο ασφαλείας ή τα γενικά έξοδα.

Προβλήματα εκπαίδευσης

Τα διαφορετικά επίπεδα και είδη εκπαίδευσης του προσωπικού του USGS αποτέλεσαν ένα ακόμη πρόβλημα. Αν και ορισμένοι έφεραν υπάρχοντα σύνολα δεξιοτήτων (πρωτόκολλα αποθήκευσης αρχείων, δέντρα συμβάντων VDP) και σχέσεις με άτομα σε ανώτερες θέσεις, άλλοι έπρεπε να εκπαιδευτούν γρήγορα για τους ρόλους τους. Το τελευταίο μπορούσε να παρεμποδιστεί στην αρχή της δραστηριότητας λόγω της έλλειψης εκπαιδευτικών εγγράφων που προσδιορίζουν τους σαφείς ρόλους και τις ευθύνες. Η εκπαίδευση πεδίου τείνει να κυμαίνεται από την πρόσβαση σε υλικό ανάγνωσης, τη καθοδήγηση από πιο έμπειρα μέλη του προσωπικού για μικρό χρονικό διάστημα ή τη συζήτηση με το προσωπικό που έχει ήδη εμπλακεί στην αντιμετώπιση αυτού του είδους κρίσεων. Τα σταθερά συστήματα, πρωτόκολλα και εργαλεία αναφοράς που μοιράζονται όλα τα παρατηρητήρια, η επαγγελματική εμπειρία του HVO και η ατομική πρωτοβουλία βοήθησε το προσωπικό του VSC να βελτιωθεί γρήγορα.

Προβλήματα διαχείρισης δεδομένων

Η συνοχή των δεδομένων και ο ποιοτικός έλεγχος τους αποτέλεσε ένα ακόμη πρόβλημα. Υπήρξε υπερβολική μεταβλητότητα στον τύπο των παρατηρήσεων και στην ποσότητα των δεδομένων που αποθηκεύτηκαν σε διάφορα αρχεία καταγραφής. Παρόλο που μερικοί γεωλόγοι χρησιμοποιούσαν κάποιο κινητό GIS στο πεδίο, δεν υπήρχε συστηματική προσπάθεια οργάνωσης και αποθήκευσης όλων των χωρικών δεδομένων που δημιουργούνται από τα πληρώματα του πεδίου. Επιπλέον, δεν υπήρχε καλό ενιαίο σύστημα για υπολογισμούς, αποθήκευση δεδομένων, δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και μεταφόρτωση, κυρίως επειδή οι άνθρωποι βασίζονταν σε προσωπικές τους συσκευές χρησιμοποιώντας εναλλακτικούς λογαριασμούς email, επειδή το εταιρικό σύστημα απαγόρευε σε ορισμένους συμμετέχοντες να έχουν πρόσβαση σε σημαντικά αρχεία και κοινόχρηστους φακέλους. Δεν υπήρχε επίσης καθορισμένη μέθοδος για τη γρήγορη μεταφορά γεωχωρικών δεδομένων σε συνεργάτες διαχείρισης έκτακτης ανάγκης, και λόγω χρόνιας έλλειψης προσωπικού στο HVO, δεν υπήρχε κανείς στο HVO που να είχε ως καθήκον τη συλλογή δεδομένων. Παρά την επίγνωση αυτής της ανάγκης, δεν υπήρχε ειδική θέση GIS στο HVO, αναγκάζοντας μερικούς αφοσιωμένους υπαλλήλους να γεμίσουν το κενό και να προσαρμοστούν σε ηγετικό ρόλο στο GIS κατά τη διάρκεια της απόκρισης στην ηφαιστειακή δραστηριότητα. Το Mattermost®, αν και εξυπηρετεί μια ζωτική λειτουργία ως ένα εξαιρετικό εργαλείο επικοινωνίας, έγινε για μερικούς ανθρώπους η μόνη διαδρομή μέσω της οποίας ανέφεραν παρατηρήσεις. Αυτό έχει αποδειχθεί προβληματικό για τη μακροπρόθεσμη τήρηση αρχείων λόγω ανεπαρκών λειτουργιών αρχειοθέτησης και επειδή η χρήση του λογισμικού ως υπηρεσίας απαιτεί τεκμηρίωση για την «αρχή λειτουργίας». Ο προσδιορισμός των μεταδεδωμένων είναι μια απαίτηση διαχείρισης αρχείων που πρέπει να διατηρηθεί ακόμη και σε περίπτωση κρίσης. Σε μια κρίση, υπάρχει συχνά μόνο χρόνος για την υποβολή μιας λεπτομερούς έκθεσης, επομένως θα πρέπει να εξεταστεί περισσότερο πώς οι επιστήμονες αναφέρουν τις παρατηρήσεις και τις κωδικοποιούν. Επίμονες προκλήσεις προέκυψαν από το συνεχές άγχος της κάλυψης των κενών λόγω έλλειψης προσωπικού και των εξαιρετικά μεγάλων βαρδιών. Η ομάδα του USGS αναγκάστηκε να καλύψει πολλούς ρόλους για μεγάλα χρονικά διαστήματα, έχοντας άμεση επίδραση στην ικανότητά τους να αποδίδουν. Τέλος υπήρξε ανησυχία για την μη σωστή απογραφή και αποθήκευση του εξοπλισμού ασφαλείας που θα μπορούσε να οδηγήσει σε τυχόν ελλείψεις στη διανομή.

6.5 Προτάσεις Επίλυσης Προβλημάτων και Βελτίωσης της Διαχείρισης

Τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν όσο αφορά τη διαχείριση της κρίσης λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας στο Kilauea το 2018 αποτέλεσαν αντικείμενο συζήτησης στην κοινότητα USGS μεταγενέστερα. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε περίπτωση ενός μεγαλύτερου και πιο καταστροφικού

συμβάντος οι υπηρεσίες που υπάγονται στη USGS και οι εξωτερικοί συνεργάτες δεν θα μπορούσαν να ανταποκριθούν επιτυχώς στη παρακολούθηση του συμβάντος και στην λήψη μέτρων αντιμετώπισης. Για αυτό συλλέχθηκαν και καταγράφηκαν προτάσεις για τη βελτίωση της λειτουργίας και επικοινωνίας των υπηρεσιών, της περεταίρω εκπαίδευσης του προσωπικού και την επίλυση προβλημάτων που προέκυψαν κατά την δραστηριότητα του 2018 που ενδεχομένως μπορούν να εμφανιστούν σε παρόμοιες καταστάσεις. Αυτές παρατίθενται παρακάτω:

Σχεδιασμός

Η ανάπτυξη πιο εμπεριστατωμένων εγγράφων σχεδιασμού που περιλαμβάνει την ανανέωση του σχεδιασμού COOP για τη διαχείριση των εγκαταστάσεων και της επικοινωνίας αλλά και για το σχεδιασμό εσωτερικής απόκρισης σε συμβάντα από τους επιστημονικούς υπευθύνους μαζί με το περιφερειακό διαχειριστή ασφάλειας, το γραφείο OMS, το γραφείο OEI και το κέντρο επιστήμης των ηφαιστειών VSC. Σε κάθε σχέδιο COOP πρέπει να προσδιορίζεται με σαφήνεια ποιος έχει την ευθύνη λήψης των αποφάσεων και πώς θα ληφθούν οι αποφάσεις. Να συμπεριλαμβάνεται μια στρατηγική για εξασφάλιση νέων προσωρινών εγκαταστάσεων και για τη μετεγκατάσταση ή αντικατάσταση του ζωτικού εξοπλισμού, έτσι ώστε κάθε παρατηρητήριο να μπορεί να εγκαταλείψει μια εγκατάσταση κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης, αλλά να λειτουργεί επαρκώς. Να ληφθούν υπόψη όλα τα απαιτούμενα μέσα για την μεταφορά και μετεγκατάσταση του προσωπικού σε ένα κέντρο επιχειρήσεων. Να δίδεται προσοχή στο σωρευτικό αποτέλεσμα των πολλαπλών σχεδίων COOP που χρησιμοποιούν τους ίδιους εφεδρικούς πόρους κατά τη διάρκεια μιας κρίσης. Ένα σχέδιο εσωτερικής αντιμετώπισης συμβάντος που δημιουργείται με σκοπό την επίλυση προβλημάτων όπως εξασφάλιση εφεδρικής ενέργειας, προμήθειας καυσίμων και εξοπλισμού επικοινωνίας, καταμέτρηση του προσωπικού, διασφάλιση επικίνδυνων υλικών κ. α.

Σχεδιασμός ενός πιο προσαρμοσμένου συστήματος διοίκησης συμβάντος ICS με περισσότερο προσωπικό VSC να εκπαιδεύεται στο ICS και με τη δημιουργία στενότερων δεσμών με την κοινότητα των ομάδων IMT. Πρέπει να καθιερωθεί η στελέχωση πολλών ειδικών θέσεων που συνδέουν τις υπηρεσίες στην αρχή μιας κρίσης και να προσδιοριστεί ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ του προσωπικού σε διαφορετικά πόστα. Επίσης πρέπει να προσδιοριστούν τα κριτήρια μετακίνησης του προσωπικού στις βάσεις επιχειρήσεων EOC. Τέλος πρέπει να ορίζεται ένας διαχειριστής γεωχωρικών δεδομένων για την άμεση αξιοποίησή τους.

Εγκαθίδρυση ενός περιφερειακού συντονιστή κινδύνων ώστε να υπάρχει διασύνδεση μεταξύ των φορέων αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης κατά τη διάρκεια μιας κρίσης.

Απαιτείται η πρώιμη έναρξη της επιστημονικής ηγεσίας που στηρίζεται στη καθιέρωση ενός σχεδίου για τον ταχύ προσδιορισμό των επιστημονικών προτεραιοτήτων για την αντιμετώπιση ενός συμβάντος και την καθιέρωση μιας πιο σκόπιμης διαδικασίας για την αξιολόγηση και τη διευκόλυνση της εξωτερικής έρευνας. Επίσης προτείνεται η ενσωμάτωση του σχεδιασμού βάσει συγκεκριμένων σεναρίων για την ταχύτερη και πιο μεθοδική απόκριση σε κατάσταση κρίσης.

Πρέπει να δίδεται προτεραιότητα στην ασφάλεια σε όλες τις επιχειρήσεις αντιμετώπισης μιας κρίσης με λήψη μέτρων από το VSC και το εκάστοτε παρατηρητήριο. Πρέπει να ορίζεται ένας ειδικός υπάλληλος ασφαλείας πλήρους απασχόλησης κατά τη διάρκεια της αντιμετώπισης ενός συμβάντος, ο οποίος εργάζεται για το προσδιορισμό των κινδύνων εργασίας για τις δραστηριότητες πεδίου, τη διαχείριση του εξοπλισμού, τη διασφάλιση εκπαίδευσης του προσωπικού που συμμετέχει σε δραστηριότητες πεδίου και για το προσδιορισμό των ανώτερων επιτρεπτών ορίων έκθεσης σε SO₂. Προτείνεται επίσης να οριστεί ένας υπεύθυνος ασφαλείας για τα UAS και (ή) ένας εμπειρογνώμονας συντονισμού του εναέριου χώρου. Πρέπει να υπάρξει περαιτέρω ανάπτυξη της στρατηγικής

αντιμετώπισης κινδύνων λόγω τέφρας. Τέλος συνιστάται η τακτική απογραφή και ανανέωση του εξοπλισμού ασφαλείας.

Εκπαίδευση

Πρέπει να υπάρξει επισημοποίηση του πρωτοκόλλου εκπαίδευσης απόκρισης συμβάντων με την ενσωμάτωση του σχεδίου εσωτερικής απόκρισης σε κάποιο συμβάν. Αυτή ακολουθείται από τη διεξαγωγή κοινών εκπαιδευτικών ασκήσεων των NPS / HCCD / HVO για την καλύτερη εφαρμογή του ICS. Πρέπει στα αρχικά στάδια ενός συμβάντος να παρέχεται η απαραίτητη εκπαίδευση στο προσωπικό για την ασφάλεια κατά την εργασία πεδίου στη βάση επιχειρήσεων. Πρέπει σε κάθε παρατηρητήριο να έχει ενσωματωθεί και εφαρμοστεί μια διαδικασία που θα διασφαλίζει τη απαραίτητη εκπαίδευση όλου του προσωπικού για την αντιμετώπιση καταστάσεων κρίσης χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξοπλισμό. Συνιστάται κάθε παρατηρητήριο να αναπτύξει ένα ειδικό ενημερωτικό έγγραφο «βέλτιστων πρακτικών» το οποίο καλύπτει θέματα όπως η ασφάλεια δίπλα σε ένα ηφαίστειο, η συμπεριφορά στην εργασία στο πεδίο, πολιτισμικές ευαισθησίες ανάλογα με τη περιοχή κ.α.. Σε περίπτωση που απαιτηθεί εκκένωση των εγκαταστάσεων πρέπει να έχει προηγηθεί εκπαίδευση ICS για τη διαχείριση των εγκαταστάσεων.

Σημαντική είναι επίσης η βελτίωση της διαλειτουργικότητας του VSC. Αυτή επιτυγχάνεται με αύξηση της εκπαίδευσης και διαλειτουργικότητας μεταξύ του προσωπικού των δικτύων γεωφυσικής παρακολούθησης. Θα ήταν θετικό επίσης να αναπτυχθεί χρήσιμο εκπαιδευτικό υλικό για κάθε ρόλο σε ένα κέντρο διαχείρισης έκτακτης ανάγκης EOC. Συνιστάται επίσης να δίδονται περισσότερες ευκαιρίες εκμάθησης μεταξύ των μελών του προσωπικού τοποθετώντας τα σε κοινές βάρδιες για ορισμένα χρονικά διαστήματα.

Επικοινωνία

Η καθιέρωση σχεδίου επικοινωνίας για την αντιμετώπιση των κινδύνων είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό του καλύτερου τρόπου προσέγγισης διαφορετικών ειδών κοινού. Πρέπει επίσης να το σχέδιο αυτό να περιγράφει με λεπτομέρεια τους ρόλους, τις αρμοδιότητες και τα πρωτόκολλα βάσει του Εθνικού Συστήματος Διαχείρισης Συμβάντων. Συνιστάται επίσης η δημιουργία ενός εγγράφου συχνών ερωτήσεων για την απάντηση ερωτημάτων σε σχέση με τον κίνδυνο και την ανταπόκριση. Βασικό επίσης είναι να παρέχεται εστιασμένη εκπαίδευση σε ειδικούς για την απόκριση στα μέσα ενημέρωσης και την ενημέρωση των εγγράφων. Τέλος το σχέδιο αυτό πρέπει να προσδιορίζει προκαθορισμένους κανόνες για την άμεση ανάπτυξη μιας ισχυρής ομάδας για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών.

Η βελτίωση της επίγνωσης της κατάστασης σε ολόκληρο το VSC είναι αναγκαία για ταχύτερη κινητοποίηση. Ένας από τους τρόπους βελτίωσης είναι η έναρξη των εσωτερικών κλήσεων συντονισμού αμέσως μόλις αρχίσουν να λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπιση της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Οι συμμετέχοντες στην κλήση πρέπει να βρίσκονται στη λίστα αλληλογραφίας για ειδικές καθημερινές εσωτερικές αναφορές. Συνιστάται επίσης να αναφέρονται οι ονομασίες των γραφείων που συμμετέχουν σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την αντιμετώπιση συμβάντων ώστε να καταγράφεται η συνεισφορά τους. Πρέπει επίσης να πραγματοποιούνται διασκέψεις που θα λαμβάνει μέρος όλο το VSC κατά την αντιμετώπιση καταστροφών. Οι αναφορές κατάστασης πρέπει να κοινοποιούνται σε όλο το προσωπικό του VSC.

Η πρόωπη εκκίνηση των διαδικαστικών οδηγιών προς τα μέσα ενημέρωσης που οδηγεί στον έγκαιρο έλεγχο των αλληλεπιδράσεων με τα μέσα υπαγορεύοντας συγκεκριμένες διαδικασίες συντελεί στην σωστή ενημέρωση του κοινού και στην αποφυγή σύγχυσης. Η δημιουργία ενός κοινού κέντρου πληροφοριών θα διευκόλυνε την συμμετοχή των μέσων ενημέρωσης κατά τις ενημερώσεις του

USGS. Επίσης η επένδυση στην αποστολή πιο σύνθετων μηνυμάτων ανά γεωγραφική περιοχή θα διευκόλυνε το έργο του προσωπικού ενός παρατηρητηρίου.

Βάσει των εμπειριών του 2018 πρέπει να υπάρξει καλύτερη προσέγγιση όσο αφορά την ενημέρωση της κοινότητας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη ντοκιμαντέρ για τη γνωστοποίηση των ηφαιστειακών κινδύνων στο ευρύ κοινό. Επίσης ο καλύτερος συντονισμός του παρατηρητηρίου με τη πολιτική προστασία θα διασφαλίσει ότι τα μελλοντικά μηνύματα κινδύνου θα είναι στοχευμένα, δηλαδή θα αφορούν συγκεκριμένες τοποθεσίες. Επίσης συνιστάται η βελτίωση της χρησιμότητας οπτικού υλικού για να είναι δυνατή η δημόσια χρήση του.

Εξοπλισμός και Πόροι

Η εξασφάλιση πρόσβασης στις εγκαταστάσεις και ο καλύτερος συντονισμός με την υπηρεσία NPS αποτελούν επίσης βασικά στοιχεία για την ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης δομής ανταπόκρισης που πρέπει να ακολουθείται κατά την εκδήλωση ενός συμβάντος. Αυτά επιτυγχάνονται μέσω συμφωνίας χρήσης-πρόσβασης για τις εγκαταστάσεις στο πάρκο HAVO, με την ανάπτυξη ενός σχεδίου αλληλεπίδρασης μεταξύ USGS και NPS που θα συνοψίζει τα πρωτόκολλα κατά τη διάρκεια της αντιμετώπισης ενός συμβάντος, με το συντονισμό με το NPS για την απλοποίηση των συνδυασμών κλειδώματος και των χαρτών του HAVO και για τη βελτίωση των ραδιοεπικοινωνιών. Επίσης η κοινοποίηση μηνυμάτων εκτάκτου ανάγκης στο δίκτυο SENDWORDNOW θα επιταχύνει την επικοινωνία μεταξύ των δύο υπηρεσιών.

Η συλλογή και η μεταφορά των δεδομένων πεδίου πρέπει να βελτιωθεί ώστε δεδομένα από διαφορετικές πηγές να είναι προσβάσιμα από το προσωπικό που βρίσκεται σε διαφορετικές τοποθεσίες. Η συνεργασία μεταξύ του κέντρου VSC με το γραφείο ΟΕΙ είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη μιας πλατφόρμας επικοινωνίας GIS που όλοι θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν. Επίσης τα επιστημονικό προσωπικό του VSC πρέπει να αναπτύξει ένα μοντέλο ψύξης της ροής λάβας που θα παρέχει πληροφορίες στους διαχειριστές της κρίσης για το πότε πρέπει να επιτραπεί στους πολίτες να επιστρέψουν στις περιοχές από όπου διήλθαν ροές λάβας.

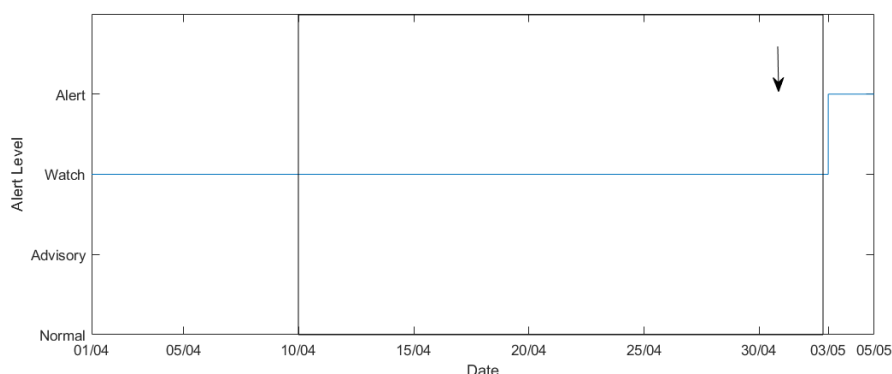
Προτείνεται η επέκταση της χρήσης UAS στο πρόγραμμα ηφαιστειακών κινδύνων με την ανάπτυξη μιας ειδικής ομάδας απόκρισης. Επίσης το VSC πρέπει να δημιουργήσει ένα κατάλογο με το τι μπορεί να επιτευχθεί με το υλικό που λαμβάνεται από τα συστήματα UAS.

Πρέπει να υπάρξει ενίσχυση της ευέλικτης διαχείρισης ανθρώπινων πόρων κατά τη διάρκεια καταστροφών με την υιοθέτηση πιο αποτελεσματικών μεθόδων για τη μεταφορά χρηματικών ποσών μεταξύ υπηρεσιών κατά τη διάρκεια έκτακτης ανάγκης και τη βελτίωση της ικανότητας παρακολούθησης και αναφοράς του προσωπικού αλλά και της διαχείρισης της διανομής και της χρήσης του εξοπλισμού ασφαλείας. Επίσης οι επόπτες πρέπει να κατανοούν τους κανόνες σχετικά με τις υπερφορτίες.

6.6 Συμβολή Συντελεστή Q στην Διαχείριση της Ηφαιστειακής Κρίσης

Το HVO εξέδιδε προειδοποιήσεις για επερχόμενη ηφαιστειακή δραστηριότητα βάσει παρατηρήσεων της σεισμικότητας, της εδαφικής παραμόρφωσης και των εκπομπών αερίων. Σε αυτή τη μελέτη προσπαθήσαμε να εκτιμήσουμε τον συντελεστή Q με σκοπό την παρατήρηση σημαντικών μεταβολών του με το χρόνο, που θα μπορούσαν να αποτελέσουν πρόδρομα φαινόμενα μιας ηφαιστειακής έκρηξης. Όπως παρατηρήσαμε στα διαγράμματα χρονικής κατανομής Q_0 , ο συντελεστής μεταβάλλεται διαφορετικά από σταθμό σε σταθμό. Αυτό το πρόβλημα της χρονικής κατανομής του συντελεστή απόσβεσης επιλύεται μερικώς με την κατασκευή χαρτών χωρικής

κατανομής του. Τα αποτελέσματα αυτών των χαρτών δείχνουν την σταδιακή συσσώρευση μάγματος στην καλδέρα του Kilauea και στον κώνο Pu'u'Ō'ο τον Απρίλιο και την μετανάστευση του μάγματος προς την περιοχή Leilani στις αρχές Μαΐου. Η κατανομή του Q συμπίπτει σε μεγάλο βαθμό με τις παρατηρήσεις σεισμικότητας και εδαφικής παραμόρφωσης της USGS. Ο συντελεστής συχνοτικής εξάρτησης ν παρουσιάζει επίσης σημαντική αύξηση σε όλους τους σταθμούς κατά την απομάκρυνση του μάγματος από την καλδέρα του ηφαιστείου λίγες ημέρες πριν από την έναρξη των γραμμικών εκρήξεων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή τη προσπάθεια εκτίμησης του συντελεστή απόσβεσης ήταν αρκετά θετικά. Όμως η εφαρμογή αυτής της μεθόδου έχει κάποιους περιορισμούς. Βασικότερος από αυτούς είναι ότι για να θεωρηθεί αξιόπιστη η εκτίμηση του συντελεστή Q απαιτείται ένα μεγάλο σετ δεδομένων, δηλαδή ένα σημαντικό πλήθος σεισμικών καταγραφών. Για αυτό απαιτείται ένα αρκετά πυκνό δίκτυο σταθμών έτσι ώστε και ο αριθμός των καταγραφών να είναι υψηλός και να υπάρχει σημαντική κάλυψη της περιοχής μελέτης. Στην περίπτωση της Χαβάης οι καταγραφές για την εκτίμηση του συντελεστή Q επαρκούσαν μετά τις 10 Απριλίου (Σχήμα 6.9). Ένα άλλο ζήτημα είναι ότι απαιτείται ο προσδιορισμός των εστιακών παραμέτρων των σεισμών που θα χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση του συντελεστή. Αυτή η ανάλυση θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο απασχόλησης μελών του προσωπικού ενός παρατηρητηρίου. Ακόμη δεν έχει προσδιοριστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων εκτίμησης του συντελεστή με χρήση αυτόματων λύσεων, αλλά πρέπει να μας απασχολήσει στη συνέχεια για την ταχύτερη εφαρμογή της μεθόδου με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της απαιτούμενης εργασίας του προσωπικού.



Σχήμα 6.9 Διάγραμμα μεταβολής των επιπέδων συναγερμού κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα του Kilauea στη Χαβάη την περίοδο 1 Απριλίου – 5 Μαΐου. Το βέλος αντιπροσωπεύει τη μεταβολή του συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης πριν από την έναρξη των εκρήξεων και το ορθογώνιο την περίοδο κατά την οποία υπήρχαν επαρκή δεδομένα για την εκτίμηση του συντελεστή απόσβεσης.

6.7 Διαχείριση Ηφαιστειακής Κρίσης στον Ελλαδικό Χώρο

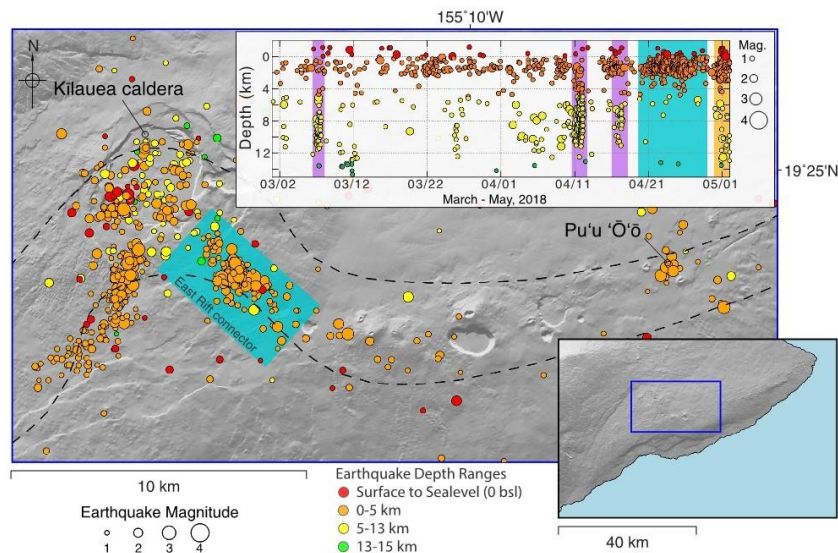
Ο ηφαιστειακός κίνδυνος στον Ελλαδικό χώρο περιορίζεται στα ενεργά ηφαιστειακά κέντρα των Μεθάνων, Μήλου, Σαντορίνης και Νισύρου και σε ακτίνα μερικών δεκάδων χιλιομέτρων από αυτά. Σε σχέση με τις υπόλοιπες ηφαιστειακές ζώνες στον πλανήτη, η διακινδύνευση είναι μικρή, όμως υπαρκτή. Τα τελευταία έτη πραγματοποιήθηκαν θετικά βήματα από την πολιτεία όσον αφορά τη διαχείριση της ηφαιστειακής κρίσης. Βασικότερο από αυτά ήταν η ανάπτυξη σχεδίου αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών για την πιθανή εκδήλωση ηφαιστειακής δραστηριότητας στο ηφαιστειακό σύμπλεγμα της Σαντορίνης. Το σχέδιο αυτό ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα διαχείρισης κρίσεων με καθορισμό των ρόλων όλων των εμπλεκόμενων φορέων σε όλα τα στάδια της διαχείρισης. Παρ' όλα αυτά το σχέδιο αυτό δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα και είναι πιθανό να παρουσιαστούν ζητήματα.

Η επιστημονική αντιμετώπιση για μια πιθανή ηφαιστειακή δραστηριότητα, αν και είναι επαρκής, έχει ακόμα περιθώρια βελτίωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ήταν η παρακολούθηση του ηφαιστειακού

συμπλέγματος της Σαντορίνης την περίοδο 2011-2012, όπου τα αποτελέσματα του επαναπροσδιορισμού των εστιακών παραμέτρων των σεισμών, του προσδιορισμού του μηχανισμού γένεσης πολλών σεισμικών συμβάντων, της χρονικής μεταβολής των παραμέτρων σχάσης των εγκαρσίων κυμάτων και τα αποτελέσματα της σεισμικής τομογραφίας οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι το ηφαίστειο δεν θα έφτανε στο στάδιο της έκρηξης. Η αύξηση των σταθμών των σειсмоγραφικών και γεωδαιτικών δικτύων στα ενεργά ηφαιστειακά κέντρα, η συστηματική παρακολούθηση των εκπομπών αερίων μέσω δειγματοληψίας και άλλων τεχνικών (πχ. LIDAR) και η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών για τη λήψη οπτικοακουστικού υλικού κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας αποτελούν βασικές προτάσεις για τη βελτίωση της παρακολούθησης των ηφαιστειών. Η λήψη περισσότερων δεδομένων παρακολούθησης δεν συμβάλλει μόνο στην έγκαιρη πρόγνωση της ηφαιστειακής δραστηριότητας και την επιτυχή διαχείριση της κρίσης αλλά και στην ανάπτυξη πιο ρεαλιστικών σεναρίων ηφαιστειακής δραστηριότητας. Πρέπει να αναπτυχθεί μια ανάλυση κινδύνου εργασίας που θα αφορά την εργασία πεδίου του επιστημονικού προσωπικού βασιζόμενη στα πιθανά σενάρια έκρηξης του κάθε ηφαιστείου. Όλα τα μέλη του προσωπικού που είναι πιθανό να συμμετέχουν σε εργασίες πεδίου πρέπει να έχουν ολοκληρώσει επιτυχώς την απαραίτητη εκπαίδευση για την ασφάλεια κατά τις εργασίες αυτές. Τέλος πρέπει να καθιερωθεί η χρήση προγραμμάτων για την ταχύτερη μεταφορά και κοινοποίηση δεδομένων μεταξύ των στελεχών του επιστημονικού προσωπικού διαφορετικών φορέων. Η υιοθέτηση αυτών των προγραμμάτων θα συμβάλει στην καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των στελεχών κατά τη διαχείριση της κρίσης.

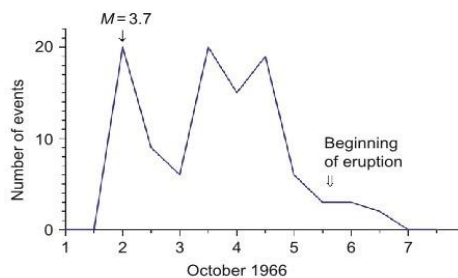
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Ο προσδιορισμός των χωρικών και χρονικών παραμέτρων των σεισμικών γεγονότων που συνέβησαν μεταξύ 1 Απριλίου και 30 Μαΐου οδήγησε στο να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Αρχικά το σύνολο των σεισμικών γεγονότων που προέκυψε από τη δική μας ανάλυση είναι μικρότερο σε σχέση με αυτό της αυτόματης λύσης του παρατηρητηρίου. Αυτό οφείλεται κυρίως στα κριτήρια που χρησιμοποιήσαμε για τον προσδιορισμό των αποδεκτών σημάτων, έτσι ώστε οι παράμετροι των γεγονότων που γίνονται αποδεκτά να είναι αξιόπιστα. Βάσει αυτών των αποτελεσμάτων έγιναν κάποιες παρατηρήσεις όπως η αύξηση των σεισμικών συμβάντων τη χρονική περίοδο μεταξύ Απριλίου-Μαΐου, που είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική. Από τα διαγράμματα χρονικής κατανομής των συμβάντων παρατηρήθηκαν σμήνη σεισμών τις περιόδους 11-12 Απριλίου, 16 Απριλίου 20-27 Απριλίου και 1 Μαΐου. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασαν και οι Flinders et al. (2020) στην εργασία τους (Σχήμα 7.1). Χαρακτηριστική είναι επίσης η μείωση των σεισμικών συμβάντων κατά τις περιόδους που μεσολάβησαν μεταξύ των σμηνών όπως την περίοδο 28-30 Απριλίου και 2-3 Μαΐου λίγο πριν την έναρξη της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Παρόμοιο μοτίβο χρονικής κατανομής των συμβάντων λίγο πριν την έκρηξη έχει παρατηρηθεί και σε άλλα βασάλτικα ηφαίστεια όπως η έκρηξη του κώνου Piip στο ηφαίστειο Klyuchevskoy το 1966 και το επεισόδιο διάνοιξης στο ηφαίστειο Dabbahu το 2005 (Σχήμα 7.2). Όσο αφορά την κατανομή των σεισμικών γεγονότων στον χώρο είναι εμφανές ότι μέχρι τις 30 Απριλίου συγκεντρώνονται στη περιοχή του Kilauea, γύρω από τον κρατήρα Halema'uma'u έως και τον κρατήρα Pu'u'O'o. Στη συνέχεια η σεισμικότητα μεταναστεύει ανατολικά προς την κατώτερη ανατολική ρηξιγενή ζώνη (LERZ) στην οποία συνέβησαν οι γραμμικές εκρήξεις. Το μέγεθος των σεισμικών συμβάντων επίσης παρουσιάζει αύξηση καθώς πλησιάζουμε στην έναρξη της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Μέχρι τις 15 Απριλίου ελάχιστοι σεισμοί είχαν μέγεθος $M > 2$, όμως μεταξύ 16 και 30 Απριλίου αρχίζουν να εμφανίζονται περισσότερα συμβάντα με μεγέθη $M > 2$. Τον Μάιο μέχρι και πριν τη έκρηξη συνέβησαν σεισμοί με μεγέθη $M > 3$ R καθώς και ένας σεισμός μεγέθους M 5.1. Μεγάλο πλήθος σεισμών μικρού μεγέθους ακολούθησε τη έναρξη των γραμμικών εκρήξεων. Ανάμεσα σε αυτούς συνέβησαν και σεισμικά γεγονότα μεγέθους $M > 4$ και $M > 5$. Χαρακτηριστικός είναι ο σεισμός μεγέθους M_w 6.9 που συνέβη στις 4 Μαΐου στη ζώνη επαφής των ηφαιστειακών πετρωμάτων και του ωκεάνιου φλοιού.

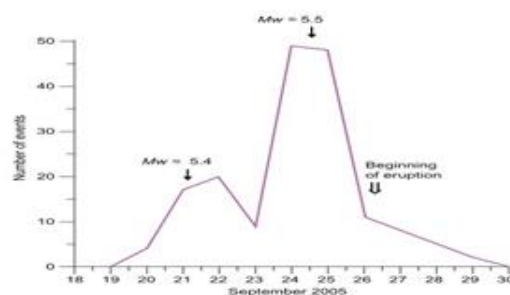


Σχήμα 7.1 Σεισμικότητα στην καλδέρα του Kilauea και στην ανατολική ρηξιγενή ζώνη για χρονικό διάστημα 2 μηνών πριν από την έκρηξη της 3ης Μαΐου 2018. Στην κύρια εικόνα παρουσιάζεται η σεισμικότητα από την 1η Απριλίου έως τις 2 Μαΐου 2018. Απεικονίζονται μόνο σεισμοί μικρότερου που συνέβησαν σε βάθος μικρότερο των 15 km με μεγέθη μεγαλύτερα από 1.0. Τα μεγέθη των συμβόλων των σεισμών κλιμακώνονται κατά μέγεθος και χρωματίζονται κατά βάθος. Το σμήνος σεισμών του Απριλίου που συνέβη στη σύνδεση μεταξύ της κορυφής και της άνω ανατολικής ρηξιγενούς ζώνης, συγχρόνως με την υπερχείλιση της λίμνης λάβας στον Halema 'uma 'u, επισημαίνεται με τirkουάζ χρώμα. Η κατά προσέγγιση έκταση των δύο ρηξιγενών ζωνών δίνεται από τις διακεκομμένες γραμμές. Η εικόνα πάνω δεξιά δείχνει την σεισμικότητα συναρτήσει του χρόνου και του βάθους. Οι επισημασμένες περιοχές υποδηλώνουν τα τρία σμήνη σεισμών πριν από την έκρηξη (μώβ χρώμα), το σμήνος σεισμών του Απριλίου (τirkουάζ) και το σμήνος σεισμών την περίοδο της κατάρρευσης του Pu 'u 'Ō'ō (πορτοκαλί), (Flinders et al., 2020).

A)

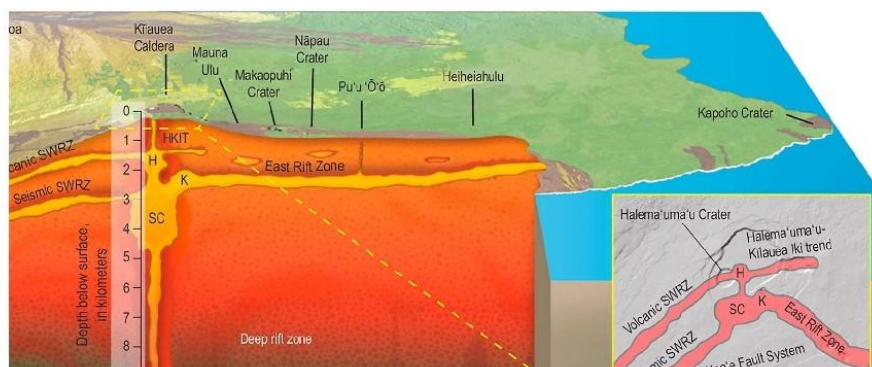


B)



Σχήμα 7.2 A) Χρονική κατανομή των σεισμών που συνέβησαν εντός δωδεκαώρου πριν από την έκρηξη του κώνου Piip στο ηφαίστειο Klyuchevskoy στις 6 Οκτωβρίου 1966 B) Χρονική κατανομή των σεισμών πριν από την έκρηξη στις 26 Σεπτεμβρίου 2005 κατά το επεισόδιο διάνοιξης στο ηφαίστειο Dabbahu στην Αιθιοπία (Zobin, 1981)

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Seisan υπολογίσαμε τις τιμές του Q για τους σταθμούς, που παρείχαν τα καλύτερης ποιότητας δεδομένα, και κατασκευάσαμε διαγράμματα χρονικής μεταβολής του συντελεστή απόσβεσης Q και του συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης ν . Από αυτά πραγματοποιήθηκαν κάποιες παρατηρήσεις. Οι εκτιμώμενες τιμές Q φαίνεται να επηρεάζονται από τη θέση του εκάστου σταθμού διότι παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει απόλυτη ομοιομορφία στις καμπύλες χρονικής μεταβολής. Παρ' όλα αυτά μπορούν να διακριθούν ορισμένες ομοιότητες όπως ότι οι τιμές του Q στα μέσα Απριλίου είναι μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές που εκτιμώνται για τις αρχές Μαΐου για όλους τους σταθμούς, ενώ οι χαμηλότερες τιμές Q παρατηρούνται στην περίοδο 21-30 Απριλίου στους περισσότερους σταθμούς. Επίσης οι σταθμοί BYL και PUHI που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τους μαγματικούς θαλάμους του Halema'uma'u και του Keanakāko'i αντίστοιχα, βάσει των σχημάτων 5.3 και 7.3, παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές Q και παρόμοιες καμπύλες χρονικής μεταβολής. Οι τιμές του συντελεστή ν παρουσιάζουν παρόμοιες μεταβολές με τις χαμηλότερες τιμές να παρουσιάζονται την ίδια περίοδο με αυτές των τιμών Q με τη σημαντική διαφορά όμως, ότι μετά τις 30 Απριλίου παρουσιάζουν αυξητική τάση σε όλους τους σταθμούς. Κατά τη διάρκεια του Απριλίου παρουσιάστηκε εδαφική παραμόρφωση με τις μέγιστες τιμές της να καταγράφονται την περίοδο 21-30 Απριλίου (inflation). Στη συνέχεια οι τιμές αυτές με την κατάρρευση του Pu'u 'Ō'ō άρχισαν να μειώνονται, ειδικά στην περιοχή της καλδέρας (deflation). Οι Neal et al., (2019) υποστήριξαν ότι αυτή η εδαφική παραμόρφωση οφείλεται στην άνοδο και συσσώρευση μάγματος στην περιοχή της καλδέρας, που οδήγησε και στην εκχύλιση της λίμνης λάβας. Οι τιμές Q επηρεάζονται από τα χαρακτηριστικά των πετρωμάτων αλλά και από την παρουσία ρευστών φάσεων υψηλών θερμοκρασιών. Οι χαμηλές τιμές Q σχετίζονται με τεκτονικά ενεργές περιοχές και με την παρουσία των προαναφερθέντων ρευστών. Αντίθετα οι υψηλές τιμές Q σχετίζονται με ψυχρά συμπαγή πετρώματα. Αυτός πιθανώς είναι ο κύριος λόγος που εμφανίζονται χαμηλές τιμές Q την περίοδο αυτή. Οι τιμές ν παρουσιάζουν καλύτερη συσχέτιση με την εδαφική παραμόρφωση αφού την περίοδο διόγκωσης των πετρωμάτων στην περιοχή της καλδέρας παρατηρήθηκαν χαμηλές τιμές, ενώ κατά το στάδιο της αποσυμπίεσης οι τιμές του ν ήταν μεγαλύτερες. Παρόμοια αποτελέσματα έλαβαν και οι Moncayo et al., (2004) με τις τιμές του συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης να μειώνονται πριν τις εκρήξεις του ηφαιστείου Galeras και να αυξάνονται μετά από αυτές. Οι Fehler et al., (1988) υποστήριξαν ότι αυτή η μικρή συχνοτική εξάρτηση οφείλεται στην επικράτηση της εγγενούς απόσβεσης, η οποία δεν εξαρτάται από τη συχνότητα, σε αντίθεση με την απόσβεση σκέδασης η οποία παρουσιάζει συχνοτική εξάρτηση. Η επικράτηση της εγγενούς απόσβεσης πιθανώς σχετίζεται με την παρουσία ρευστών υψηλών θερμοκρασιών, στην οποία οφείλεται η διόγκωση των πετρωμάτων. Παρόμοια μεταβολή στις τιμές του Q στις αρχές Μαΐου δεν παρατηρήθηκε σε όλους τους σταθμούς.

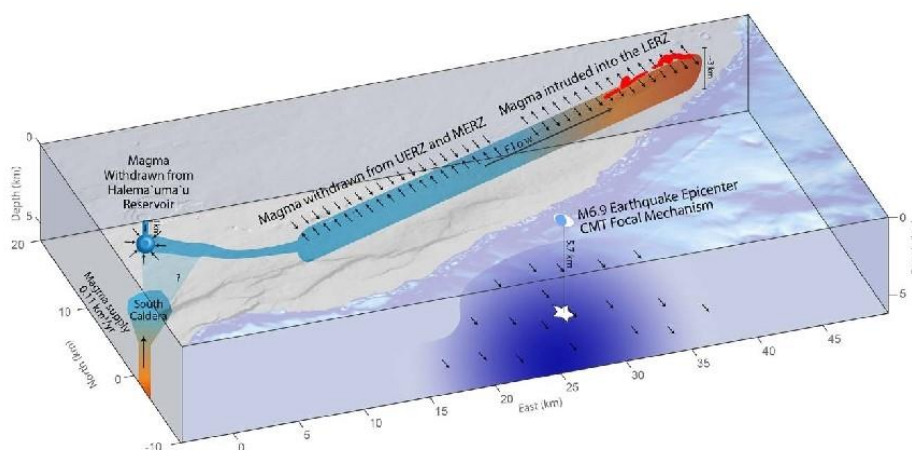


Σχήμα 7.3 Απεικόνιση σε κάθετη τομή και κάτοψη του συστήματος τροφοδοσίας του ηφαιστείου Kilauea. Απεικονίζονται οι μαγματικοί θάλαμοι του Halema'uma'u (H), του Keanakāko'i (K) και της Νότιας Καλδέρας (SC), η Νοτιοδυτική Ρηξιγενής Ζώνη (SWRZ) και η Ανατολική Ρηξιγενής Ζώνη. Οι δίοδοι μάγματος δεν παρουσιάζονται στις πραγματικές τους διαστάσεις για λόγους σαφήνειας (Poland et al., 2014).

Περίοδος	Q^{-1}	η
Πριν από την έκρηξη του Ιουλίου 1992	2.8290 ± 1.32	0.8229 ± 0.12
Μετά από την έκρηξη του Ιουλίου 1992	3.2837 ± 1.31	1.4565 ± 0.44
Πριν από την έκρηξη της 16ης Απριλίου 1993	5.4490 ± 1.43	0.8541 ± 0.15
Μετά από την έκρηξη της 16ης Απριλίου 1993	6.0613 ± 2.60	0.9271 ± 0.15
Πριν από την έκρηξη του Ιουνίου 1993	5.2673 ± 1.98	0.9840 ± 0.13
Μετά από την έκρηξη του Ιουνίου 1993	6.0890 ± 1.67	1.2225 ± 0.10

Σχήμα 7.4 Πίνακας τιμών συντελεστή απόσβεσης Q^{-1} και συντελεστή συχνοτικής εξάρτησης η πριν και μετά από εκρήξεις του ηφαιστείου Galeras, που συνέβησαν τον Ιούλιο 1992, τον Απρίλιο 1993 και τον Ιούνιο 1993. Οι τιμές των Q^{-1} και η είναι μικρότερες πριν από την έναρξη των εκρήξεων και μεγαλύτερες μετά από αυτή (Moncayo et al., 2004).

Η χωρική μεταβολή του Q μελετήθηκε περαιτέρω με την κατασκευή αντίστοιχων χαρτών για διαφορετικές συχνότητες, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από όλους τους σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν. Παρά τις διαφορές τους οι χάρτες απεικονίζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Τη περίοδο 11-20 Απριλίου οι χαμηλές τιμές καταλαμβάνουν την περιοχή νότια και νοτιοανατολικά της καλδέρας δηλαδή στην περιοχή πάνω από τον μαγματικό θάλαμο αλλά και τμήμα της ανατολικής ρηξιγενούς ζώνης. Την περίοδο 21-30 Απριλίου οι χαμηλές τιμές καταλαμβάνουν τις ίδιες περιοχές αλλά και μεγάλο μέρος της καλδέρας. Στις αρχές Μαΐου οι χαμηλές τιμές περιορίστηκαν στην περιοχή της καλδέρας και μετατοπίστηκαν ανατολικά αυτής. Στους χάρτες μεγαλύτερης κλίμακας μπορεί επίσης να παρατηρηθεί η μετανάστευση των χαμηλών τιμών προς τα ανατολικά και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή που συνέβησαν οι γραμμικές εκρήξεις στις 3 Μαΐου. Αν λάβουμε υπόψη και τη σχηματική αναπαράσταση της κατανομής του μάγματος όπως απεικονίζεται στο σχήμα 7.5 μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι οι χαμηλές τιμές Q πιθανώς να αντιπροσωπεύουν την παρουσία ρευστών υψηλών θερμοκρασιών σε μικρά βάθη και επιτρέπουν τη μερική χαρτογράφηση της υπεδαφικής μετανάστευσης του μάγματος από τη περιοχή της καλδέρας του Halema'uma'u στην περιοχή Leilani. Όσο περισσότερα δεδομένα υπάρχουν τόσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια αυτής της απεικόνισης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η προηγούμενη σύγκριση των χαρτών που κατασκευάστηκαν βάσει των τιμών Q για συχνότητες 4 και 10 Hz. Οι χάρτες για συχνότητα 4 Hz κατασκευάστηκαν από ένα αρκετά μεγάλο πλήθος τιμών και απεικονίζουν ικανοποιητικά τη μετανάστευση του μάγματος σε αντίθεση με τους χάρτες για συχνότητα 10 Hz που κατασκευάστηκαν από ένα αρκετά μικρότερο πλήθος τιμών.



Σχήμα 7.5 Σχηματική αναπαράσταση της υποεπιφανειακής κατανομής του μάγματος κατά τη διάρκεια της έκρηξης του Kilauea το 2018. Τα πορτοκαλί χρώματα απεικονίζουν περιοχές στις οποίες παρουσιάζεται διόγκωση λόγω συσσώρευσης μάγματος ενώ το τirkουάζ υποδεικνύει περιοχές από τις οποίες αποσύρθηκε το μάγμα. Με αστέρι παρουσιάζεται το επίκεντρο του σεισμού μεγέθους 6.9 R και η περιοχή με μπλε χρώμα δείχνει την περιοχή ολίσθησης κατά τον σεισμό αυτό. Τα βέλη δείχνουν τη διεύθυνση της ολίσθησης των ηφαιστειακών πετρωμάτων πάνω στα πετρώματα του ωκεάνιου φλοιού (Neal et al., 2019).

Κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα του Kilauea το 2018 το προσωπικό του HVO σε συνεργασία με το VSC, την πολιτική προστασία και τις τοπικές υπηρεσίες διαχείρισης κρίσεων κατόρθωσε να φέρει εις πέρας όλες τις απαιτούμενες εργασίες για την αντιμετώπιση της κρίσης. Η ακατάπαυστη εργασία των μελών, η καλή επικοινωνία μεταξύ των στελεχών διαφορετικών φορέων αλλά και με το κοινωνικό σύνολο και η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών (UAS) έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην επιτυχή διαχείριση. Τα μέλη του VSC με την προγενέστερη εκπαίδευση τους και με τη βοήθεια ενημερωτικών εγγράφων, την εφαρμογή του συστήματος ICS, και την καθοδήγηση των μελών του HVO με πολυετή εμπειρία προσαρμόστηκαν γρήγορα στους νέους τους ρόλους. Η υιοθέτηση προγραμμάτων όπως το Mattermost® διευκόλυναν τη μεταφορά πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ των μελών του προσωπικού και των φορέων της διαχείρισης της κρίσης αλλά συνέβαλαν και στην ταχεία ενημέρωση του κοινωνικού συνόλου. Στην επικοινωνία συγκαταλέγονται επίσης οι καθημερινές ενημερώσεις των τηλεπικοινωνιακών μέσων και η παράδοση καθημερινών ψηφιακών αναφορών κατάστασης από το VSC. Η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών σε συνδυασμό με τις πολλαπλές πτήσεις ελικοπτέρων προσέφεραν μεγάλο όγκο οπτικού υλικού από περιοχές δυσπρόσιτες, δίνοντας πληροφορίες για την εξέλιξη της δραστηριότητας σε πραγματικό χρόνο.

Η έλλειψη ενός σχεδίου διαχείρισης της κρίσης κατά τις αρχές της δραστηριότητας αποτέλεσε σημαντικό πρόβλημα της διαχείρισης καθώς τα νέα μέλη από το VSC δεν γνώριζαν τους ρόλους και τις αρμοδιότητές τους. Η επικοινωνία με τα μέλη της FEMA υπήρξε προβληματική λόγω της περιορισμένης κατανόησης των μελών της υπηρεσίας USGS σε ότι αφορά τις διοικητικές λειτουργίες, ενώ αρκετές φορές υπήρξε σύγχυση κατά την επικοινωνία των μελών της USGS στα κέντρα επιχειρήσεων. Επίσης οι προτεραιότητες για επικοινωνία με τρίτους δεν ήταν πάντα σαφείς ή συγχρονισμένες. Όσο αφορά την ασφάλεια, δεν υπήρχε υπεύθυνος ασφαλείας ενώ τα μέλη του προσωπικού ήταν υπεύθυνα για το δικό τους προστατευτικό εξοπλισμό. Η λήψη δεδομένων πεδίου ήταν περιορισμένη λόγω των πολύ αυστηρών μέτρων ασφαλείας που επέβαλε η πολιτική προστασία ενώ η διαχείριση όσων συλλέχθηκαν υπήρξε προβληματική λόγω μη συστηματικής οργάνωσης και αποθήκευσής τους. Η ελλιπής εκπαίδευση των νέων μελών αποτέλεσε ένα ακόμη ζήτημα καθώς απαιτούνταν επιπλέον χρόνος και ανθρώπινο δυναμικό για την ολοκλήρωσή της.

Για την επίλυση αυτών των ζητημάτων και για τη βελτίωση της διαχείρισης υπήρξαν κάποιες προτάσεις από τα μέλη της USGS. Ανάμεσα σε αυτές ήταν η ανάπτυξη πιο εμπειρισματομένων εγγράφων σχεδιασμού για την καλύτερη διαχείριση εγκαταστάσεων, πόρων και την καλύτερη εσωτερική διαχείριση, η οποία περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των αρμοδιοτήτων των μελών και των καλύτερο τρόπο επικοινωνίας μεταξύ αυτών. Ένας από τους κύριους στόχους πρέπει να είναι η καθιέρωση του συστήματος διοίκησης ICS και η εκπαίδευση του προσωπικού σε αυτό. Επίσης το προσωπικό πρέπει να εκπαιδεύεται για τη διαχείριση κρίσεων και για τη σωστή λήψη μέτρων ασφαλείας βάσει εφαρμοσμένων πρακτικών όπως τις ορίζουν τα παρατηρητήρια ηφαιστειών. Η επικοινωνία τόσο με την κοινότητα όσο με τους φορείς έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση της κρίσης. Πρέπει να υπάρξει μέριμνα για την ανάπτυξη κατάλληλων σχεδίων επικοινωνίας για την ταχύτατη ενημέρωση του VSC (εσωτερικές κλήσεις συντονισμού) και των υπόλοιπων φορέων και το κατάλληλο τρόπο προσέγγισης των μέσων μαζικής ενημέρωσης και της κοινότητας (έγγραφο συχνών ερωτήσεων, παρουσίαση οπτικοακουστικού υλικού κ.α.). Επίσης συνίσταται η καλύτερη συνεργασία του παρατηρητηρίου με την πολιτική προστασία έτσι ώστε τα μηνύματα κινδύνου να είναι πιο χωρικά στοχευμένα. Οι διαδικασίες συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης δεδομένων πρέπει να βελτιωθούν σημαντικά έτσι ώστε να μπορούν να έχουν πρόσβαση όλα τα μέλη που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες. Η σημαντική συνεισφορά των μη επανδρωμένων αεροσκαφών στη λήψη οπτικοακουστικού υλικού κατά τη δραστηριότητα αποτελεί σημαντικό λόγο για τη περαιτέρω χρήση τους σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Τέλος πρέπει να υπάρξει βελτίωση στη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού αλλά και των διαθέσιμων πόρων με καλύτερη εποπτεία του προσωπικού, καλύτερη διαχείριση του εξοπλισμού ασφαλείας και καλύτερες μεθόδους χρηματικών συναλλαγών.

Όσον αφορά τον Ελλαδικό χώρο η ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης ηφαιστειακών κρίσεων αποτελεί ένα σημαντικό επίτευγμα. Όμως πρέπει να δοθεί η απαιτούμενη προσοχή και στην επιστημονική

αντιμετώπιση ηφαιστειακών κρίσεων με την λήψη μέτρων για τη βελτίωση της και την επίλυση πιθανών ζητημάτων που μπορεί να προκύψουν κατά την ηφαιστειακή κρίση.

Βιβλιογραφία

Aki, K., Attenuation of shear-waves in the lithosphere for frequencies from 0.05 to 25 Hz, Phys. Earth Planet. Inter. 21, 50–60, 1980a

Aki, K (1980) Scattering and attenuation of shear waves in the lithosphere. J Geophys Res, 85, 6496–6504

Aki, K., Scattering and attenuation, Bull. Seismol. Soc. Am. 72, S319–S330, 1982.

Aki, K, Chouet B (1975) Origin of coda waves: source, attenuation and scattering effects. J Geophys Res, 80, 3322–3342

Aki, K., and Richards, P. G. (1980). "Quantitative Seismology," 2 vols. Freeman, San Francisco.

Baskoutas, I., Dependence of coda attenuation on frequency and lapse time in central Greece, Pure Appl. Geophys. 147, 483–496, 1996.

Baskoutas, I. and Sato H., Coda attenuation QC -1 for 4 to 64 Hz signals in the shallow crust measured at Ashio, Japan, Boll. Geof. Teor. Appl. 21, 277–283, 1989.

Bianco, F., M. Castellano, E. Del Pezzo, and J. M. Ibáñez (1999). Attenuation of short-period seismic waves at Mt. Vesuvius, Italy, Geophys. J.Int. 138, 67–76

Biswas, N. N. and Aki K., Characteristics of coda waves: Central and south central Alaska, Bull. Seismol. Soc. Am. 74, 493–507, 1984.

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2020, May 22). Kilauea. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/place/Kilauea>

Carvalho, A., C. Reis, and D. Vales (2015). Source and high-frequency decay parameters for the Azores region for stochastic finite-fault ground motion simulations, Bull. Earthq. Eng. doi:10.1007/s10518-015-9842-y.

Coastal Geology Group, (2013), DEM Imagery for the island of Hawaii, University of Hawai'i. <http://www.soest.hawaii.edu/coasts/data/hawaii/dem.html>

Del Pezzo, E., De Natale G., Scarcella G., and Zollo A., QC of three component seismograms of volcanic microearthquakes at Campi Flegrei volcanic area - Southern Italy, Pure Appl. Geophys. 123, 683–696, 1985.

Diefenbach, A., (2018), DOI Unmanned Aircraft System (UAS) Kīlauea Eruption Response, U.S. Department of the Interior. <https://eros.usgs.gov/doi-remote-sensing-activities/2018/usgs/doi-unmanned-aircraft-system-uas-kilauea-eruption-response>

Dobrynina, A. A., (2011), Coda-wave attenuation in the Baikal rift system lithosphere (2011), Phys. Earth Planet. In. 188, 121–126

- Farrokhi, M., Hamzehloo H., Rahimi H., and Allamehzadeh M., (2015), Estimation of coda-wave attenuation in the central and eastern Alborz, Iran, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 105, 1756–1757
- Fehler, M., Roberts P., Fairbanks T., (1988), A Temporal Change in Coda Wave Attenuation Observed During an Eruption of Mount St. Helens, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 93 (B5), 4367–4373
- Flinders, A. F., Caudron C., Johanson I. A., Taira T. Shiro B., Haney M., (2020), Seismic velocity variations associated with the 2018 lower East Rift Zone eruption of Kīlauea, Hawai‘i, *Bulletin of Volcanology* 82 (47), <https://doi.org/10.1007/s00445-020-01380-w>
- Ford, S. R., Dreger D. S., Mayeda K., Walter W. R., Malagnini L., and Phillips W. S., (2008), Regional attenuation in northern California: A comparison of five 1D Qmethods, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 98, 2033–2046
- Fowler C. M. R., (2013), *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*, Cambridge University Press, pp. 100-140
- Global Volcanism Program, 2013. Kilauea (332010) in *Volcanoes of the World*, v. 4.10.1 (29 Jun 2021). Venzke, E (ed.). Smithsonian Institution. Downloaded 10 Aug 2021 (<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=332010>). <https://doi.org/10.5479/si.GVP.VOTW4-2013>
- Godano, C., Der Pezzo E., and Martino S. D., Dependence of the apparent seismic quality factor on epicentral distance: An interpretation in terms of fractal structure of the seismic medium, *Phys. Earth Planet. Inter.* 82, 271–276, 1994.
- Görich, U. and Müller G., Apparent and intrinsic Q: One-dimensional case, *J. Geophys.* 61, 46–54, 1987.
- Havskov, J., and Ottemöller L., (2010), *Routine Data Processing in Earthquake Seismology*, Springer, The Netherlands, 347 pp
- Havskov, J., Kvamme L., and Bungum H., (1986), Attenuation of seismic waves in the Jan Mayen Island area, *Geophys. Res.* 8, 39–47.
- Havskov, J., Sørensen M. B., Vales D., Özyazıcıoğlu M., Sánchez G. Li B., (2016), Coda Q in Different Tectonic Areas, Influence of Processing Parameters, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 106 (3), 956–970, doi: 10.1785/0120150359
- Herraiz, M., Espinosa A. F., (1987) , Coda Waves a Review , *PAGEOPH*, 125 (4) , 500-510
- Huang, Z., Wyss M., (1988), CODA Q BEFORE THE 1983 HAWAII ($M_s = 6.6$) EARTHQUAKE, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 78 (3), 1279-1296
- Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS), Data services; <https://ds.iris.edu/>.
- Jannaud, L. R., Adler P. M., and Jacquin G. G., Frequency dependence of the Q factor in random media, *J. Geophys. Res.* 96, 18233–18243, 1991b.
- Jin, A., Cao T., and Aki K., Regional change of coda Q in the oceanic lithosphere, *J. Geophys. Res.* 90, 8651–8659, 1985.

- Jin, A. and Aki K., Temporal change in coda Q before the Tangshan earthquake of 1976 and the Haicheng earthquake of 1975, *J. Geophys. Res.* 91, 665–673, 1986.
- Jin, A. and Aki K., Spatial and temporal correlation between coda Q and seismicity in China, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 78, 741–769, 1988.
- Jin, A. and Aki K., Spatial and temporal correlation between coda Q–1 and seismicity and its physical mechanism, *J. Geophys. Res.* 94, 14041–14059, 1989.
- Jin, A. and Aki K., Observational and physical basis for coda precursor, in *Evaluation of Proposed Earthquake Precursors* (ed. M. Wyss), pp. 33–46, AGU, Washington, D. C., 1991.
- Jin, A. and Aki K., Temporal correlation between coda Q–1 and seismicity: Evidence for a structural unit in the brittle-ductile transition zone, *J. Geodyn.* 17, 95–119, 1993.
- Khan, P. K., Bhukta K., and Tarafder G., (2015). Coda Q in eastern Indian shield, *Acta Geod. Geophys.* 1–14, doi: 10.1007/s40328-015-0129-1.
- Kinoshita, S., Frequency-dependent attenuation of shear waves in the crust of the southern Kanto, Japan, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 84, 1387–1396, 1994.
- Klein, F.W., 1989. HYPOINVERSE, a program for VAX computers to solve for earthquake locations and magnitudes. U.S. Geological Survey Open-File Report: 89-314.
- Klein, F.W., 2002. User's Guide to HYPOINVERSE-2000, a Fortran Program to Solve for Earthquake Locations and Magnitudes. U.S. Geological Survey Open-File Report: 02-171
- Klein, F.W., and Koyanagi R.Y., (1989), The seismicity and tectonics of Hawaii, in *The Eastern Pacific Ocean and Hawaii*, Volume N of the Decade of North American Geology, edited by J. Winterer, D. Hussong, and R. Decker, pp. 238–252, Geol. Soc. of Am., Boulder, Colo.
- Klein, F.W., Koyanagi R. Y., Nakata J. S., and Tanigawa W.R. (1987), The seismicity of Kilauea's magma system, in *Volcanism of Hawaii*, U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., vol. 1350, chap. 43, edited by R. W. Decker, T. L. Wright, and P. H. Stauffer, pp. 1019–1186, U.S. Geol. Surv., Reston Va.
- Klein, F. W. (2016), Lithospheric flexure under the Hawaiian volcanic load: Internal stresses and a broken plate revealed by earthquakes, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 121, 2400 –2428, doi:10.1002/2015JB01274 6.
- Klein, F. W., and Wright T. L., (1998), The recurrence of large flank earthquakes on Hawaiian Volcanoes, abs., *Eos Trans. AGU*, 79, 45F585.
- Kvamme, L. B. and Havskov J., Q in southern Norway, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 79, 1575–1588, 1989.
- Lay T., Wallace T. C., (1995), *Modern Global Seismology*, Academic Press, International Geophysics Series, 58, pp. 91-115
- Mayeda, K., Koyanagi S., Hoshiba M., Aki K., Zeng Y., (1992), A COMPARATIVE STUDY OF SCATTERING, INTRINSIC AND CODA Q⁻¹ FOR HAWAII, LONG VALLEY AND CENTRAL CALIFORNIA BETWEEN 1.5 AND 15.0 HZ, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 97

(B5), 6643-665

Moncayo, E., Vargas C., Durán J., (2004), TEMPORAL VARIATION OF CODA-Q AT GALERAS VOLCANO, COLOMBIA, *Earth Sci. Res. J.*, 8, (1), 19 – 24.

Moore, R. B., Trusdell F. A., (1993), GEOLOGY OF KILAUEA VOLCANO, *Geothermics*, 22 (4), 243-254

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. Volcanic Eruptions and Their Repose, Unrest, Precursors, and Timing. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/24650>.

Neal, C. A. et al., 2019. The 2018 rift eruption and summit collapse of Kīlauea Volcano, *Science*, Vol. 363, Issue 6425, pp. 367-374 DOI: 10.1126/science.aav7046

Novelo–Casanova, D. A., E. Berg, V. Hsu, and E. Helsley, Time-space variations of seismic Swave coda attenuation Q_c^{-1} and magnitude distribution (b-value) for the Petatlan earthquake. *Geophys. Res. Lett.* 12, 789–792, 1985.

Obara, K. and Sato H., (1995), Regional differences of random inhomogeneities around the volcanic front in the Kanto-Tokai area, Japan, revealed from the broadening of S wave seismogram envelopes, *J. Geophys. Res.* 100, 2103–2121.

Olivier, G., Brenguier, F., Carey, R., Okubo, P., & Donaldson, C. (2019). Decrease in seismic velocity observed prior to the 2018 eruption of Kilauea volcano with ambient seismic noise interferometry. *Geophysical Research Letters*, 46, 3734–3744.
<https://doi.org/10.1029/2018GL081609>

Ottmoller, Voss and Havskov, SEISAN EARTHQUAKE ANALYSIS SOFTWARE FOR WINDOWS, SOLARIS, LINUX and MACOSX, 2016.

Papadimitriou, P., et al., The Santorini Volcanic Complex: A detailed multi-parameter seismological approach with emphasis on the 2011–2012 unrest period. *J. Geodyn.* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jog.2014.12.004>

Parfitt, E. A., Peacock D. C. P., (2001), Faulting in the South Flank of Kilauea Volcano, Hawai'i , *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 106 , 265-284.

Peng, J. Y., Spatial and temporal variation of coda Q_c^{-1} in California, Ph. D. Thesis, Univ. Southern California, Los Angeles, 1989.

Rautian, T. G., Khalturin V. I., Zakirov M. S, Zemchova A. G., Proskurin A. P., Pustovitenko B. G., Pustovitenko A. N., Sinelinikova L. G., Filina A. G., and Tchengel'ia I. S., *Experimental Studies of Seismic Coda* , Nauka, Moscow, 1981.

Rodriguez, M., Havskov J., and Singh S. K., Q from coda waves near Petatlan, Gurrero, Mexico, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 73, 321–326, 1983.

Sato, H., Single isotropic scattering model including wave conversions: Simple theoretical model of the short period body wave propagation, *J. Phys. Earth* 25, 163–176, 1977b.

Sato, H., Attenuation of S waves in the lithosphere due to scattering by its random velocity structure,

J. Geophys. Res. 87, 7779–7785, 1982b.

Sato, H., A precursorlike change in coda excitation before the western Nagano earthquake ($M_s=6.8$) of 1984 in central Japan, J. Geophys. Res. 92, 1356–1360, 1987.

Sato, H., Is the single scattering model invalid for the coda excitation at long lapse time?, Pure Appl. Geophys. 128, 43–47, 1988a.

Sato, H., ed., Scattering and attenuation of seismic waves, Phys. Earth Planet. Inter. 67, 1–210, 1991b.

Sato, H., Fehler M. C., (2009), *SEISMIC WAVE PROPAGATION AND SCATTERING IN THE HETEROGENEOUS EARTH*, Springer, Modern Acoustics and Signal Processing, pp. 29-84, DOI 10.1007/978-3-540-89623-4

Shapiro, S. A. and Kneib G., Seismic attenuation by scattering: Theory and numerical results, Geophys. J. Int. 114, 373–391, 1993.

Shearer, Peter M. (2009). *Introduction to Seismology*. Cambridge University Press.

Sherrod, David R., Sinton, John M., Watkins, Sarah E., Brunt, Kelly M., (2007), Geologic map of the State of Hawai‘i: U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1089 [<http://pubs.usgs.gov/of/2007/1089/>].

Singh, S. and Herrmann R. B., Regionalization of crustal coda Q in the continental United States, J. Geophys. Res. 88, 527–538, 1983.

Singh, S., Srinivasa Bharathi V.K., Chadha R.K., (2012), Lapse time and frequency-dependent attenuation characteristics of Kumaun Himalaya, Journal of Asian Earth Sciences, 54-55, 64-71

Takahara, M., Yomogida, K., 1992, Estimation of codaQ using the maximum likelihood method. *PAGEOPH* 139, 255–268. <https://doi.org/10.1007/BF00876330>

Tilling, R.I., Heliker, C., and Swanson D.A., 2010, Eruptions of Hawaiian volcanoes—past, present, and future: U.S. Geological Survey General Information Product 117, 63 p.

Tokarev, P.I. (1971). Forecasting volcanic eruptions from seismic data. Bull. Volcanol. 35, 243-250.

Tokarev, P.I., Shirokov V.A., and Zobin V.M., (1968). Seismic events associated with the Piip lateral eruption in October - December, 1966. Bull. Volcanol. St 44, 30-41, (in Russian).

U.S. Geological Services, USGS comprehensive catalog; <https://earthquake.usgs.gov/>.

USGS Hawaiian Volcano Observatory (HVO) (1956): Hawaiian Volcano Observatory Network. International Federation of Digital Seismograph Networks. Dataset /Seismic Network. 10.7914/SN/HV. <https://doi.org/10.7914/SN/HV>

Walker, G. P. L., (1990), Geology and Volcanology of the Hawaiian Islands, Pacific Science, 44 (4), 315-347.

Williams, D.M., Avery, V.F., Coombs, M.L., Cox, D.A., Horwitz, L.R., McBride, S.K., McClymont, R.J., Moran, S.C., 2020, U.S. Geological Survey 2018 Kīlauea Volcano eruption response in Hawai‘i— After-action review: U.S. Geological Survey Open-File Report 2020-1041, 56 p.,

<https://doi.org/10.3133/ofr20201041>.

Woodgold, C.R.D., 1994. Coda Q in the Charlevoix, Quebec region: lapse-time dependence and spatial and temporal comparison. Bull. Seismol. Soc. Am. 84, 1123–1131.

Wu, J.P., Jiao, W.J., Ming, Y.H., Su, W., 2006. Attenuation of coda waves at the changbaishan tianchi volcanic area in northeast china. Pure Appl. Geophys. 163, 1351–1368.

Wu, R. S. and Aki K., eds., Scattering and attenuation of seismic waves, Pure Appl. Geophys. 128, 1–447, 1988c; 131, 551–739, 1989; 132, 1–437, 1990.

Yavuz, E., Bariş S., 2019, DETERMINATION OF CODA WAVE ATTENUATION CHARACTERISTIC OF THE ARMUTLU PENINSULA AND ITS SURROUNDINGS (MIDDLE MARMARA REGION, TURKEY, Annals of Geophysics, 62, 6. doi: 10.4401/ag-7775

Zeng, Y., Su F., and Aki K., 1991, Scattering wave energy propagation in a random isotropic scattering medium 1. Theory, J. Geophys. Res. 96, 607–619.

Zobin, V.M., 2003. *Introduction to Volcanic Seismology*, Elsevier Science, pp 67-99.

Παράρτημα Α

Κατάλογος σεισμικών γεγονότων που συνέβησαν μεταξύ 1 Απριλίου και 5 Μαΐου του 2018 στην Χαβάη. Οι εστιακές παράμετροι των σεισμικών συμβάντων προσδιορίστηκαν με τη χρήση του προγράμματος Location.

Year	Month	Day	Hour	Min	sec	Lat	Long	Depth	Mag	DMIN	RMS	dx	dy	dz	NPHA	Gap	Sta
2018	4	1	2	54	35.940	19.3838	-155.2427	2.32	1.2	0.93	0.09	0.85	0.64	1.86	30	104	27
2018	4	1	4	21	8.910	19.3662	-155.2179	2.90	1.6	0.88	0.09	3.11	1.00	0.51	31	204	27
2018	4	1	6	59	2.750	19.3973	-155.2759	2.81	1.9	0.32	0.09	0.65	0.71	0.45	32	52	27
2018	4	1	8	26	5.320	19.3963	-155.2767	2.81	2.0	0.33	0.08	0.62	0.83	0.45	32	53	27
2018	4	1	9	13	53.350	19.4024	-154.9982	3.81	1.7	3.52	0.16	4.38	1.94	1.97	31	208	27
2018	4	1	12	32	20.240	19.3680	-155.2182	2.92	1.8	0.70	0.11	3.31	1.09	0.55	31	199	27
2018	4	1	22	19	36.220	19.4227	-155.0569	4.70	1.9	2.96	0.07	3.56	1.24	1.27	33	167	27
2018	4	2	0	3	11.080	19.3895	-155.2775	2.88	2.1	0.55	0.07	1.08	0.68	0.45	30	90	27
2018	4	2	5	15	57.560	19.3855	-155.2419	3.19	1.3	0.99	0.02	0.93	0.85	2.66	31	108	27
2018	4	2	6	8	16.790	19.2899	-155.3692	33.66	1.8	13.61	0.07	6.95	3.18	2.83	33	266	27
2018	4	2	13	6	32.460	19.3936	-155.2778	3.10	1.7	0.47	0.07	1.10	0.87	2.46	27	109	27
2018	4	2	13	8	17.160	19.3907	-155.2775	2.94	2.2	0.64	0.08	0.97	0.67	0.42	31	79	27
2018	4	2	15	3	6.910	19.3923	-155.2802	3.19	1.8	0.66	0.08	1.12	0.97	1.65	32	67	27
2018	4	2	21	51	11.460	19.3951	-155.2524	7.67	2.0	1.07	0.06	1.95	1.52	1.76	37	48	27
2018	4	2	23	2	9.370	19.2262	-155.4318	33.06	2.2	23.21	0.09	5.96	3.40	5.90	35	291	27
2018	4	3	0	37	52.070	19.3942	-155.2574	8.87	1.8	1.16	0.12	2.35	1.19	2.20	31	57	26
2018	4	3	1	41	42.770	19.1809	-155.4760	8.00	1.9	30.03	0.15	2.78	3.33	39.19	36	303	26
2018	4	3	16	24	6.640	19.2260	-155.4118	32.94	2.1	21.98	0.08	6.77	2.87	6.10	36	304	26
2018	4	3	19	27	4.470	19.3775	-155.2814	2.92	1.5	1.00	0.06	1.65	0.83	0.49	31	209	26
2018	4	3	22	50	42.030	19.3693	-155.2844	2.95	1.5	1.93	0.10	1.94	1.34	0.48	30	251	26
2018	4	4	8	54	57.490	19.5546	-155.0962	12.53	2.0	16.49	0.09	2.97	1.20	8.44	33	222	27
2018	4	4	19	41	21.520	19.3936	-155.0929	4.50	1.5	1.76	0.06	2.37	0.95	1.46	31	154	27
2018	4	5	2	46	29.800	19.4051	-155.2790	2.04	1.8	1.22	0.07	0.45	0.62	0.87	35	51	26
2018	4	5	3	0	47.810	19.3725	-155.2204	3.49	1.9	0.53	0.11	1.85	0.90	1.31	29	187	26
2018	4	5	6	27	10.110	19.3700	-155.2053	2.78	1.8	1.16	0.07	2.69	0.94	0.61	30	194	26
2018	4	5	8	4	17.790	19.3693	-155.2025	3.13	1.8	1.46	0.06	1.41	0.85	1.57	28	133	26
2018	4	5	13	36	45.810	19.3640	-155.1958	2.86	1.6	2.34	0.03	5.07	1.04	0.74	30	211	26
2018	4	6	0	31	54.090	19.3811	-155.2845	2.96	2.0	0.67	0.07	1.56	1.12	0.45	30	200	27
2018	4	6	2	50	18.120	19.3848	-155.2420	2.94	2.0	0.98	0.10	1.34	0.98	0.44	32	107	27

2018	4	6	4	19	20.390	19.3804	-155.2806	2.96	2.0	0.68	0.07	1.37	0.85	0.47	29	189	27	
2018	4	6	7	0	21.610	19.3401	-155.1923	8.07	2.4	4.46	0.09	2.30	0.98	3.06	30	164	27	
2018	4	6	13	50	4.930	19.3824	-155.2413	2.61	1.5	0.97	0.09	1.06	0.78	2.95	30	105	27	
2018	4	6	13	51	32.330	19.3831	-155.2414	1.58	1.2	1.05	0.07	0.79	0.67	1.67	29	105	27	
2018	4	6	13	51	43.820	19.3849	-155.2360	0.60	1.1	1.34	0.04	0.54	0.49	4.07	31	123	27	
2018	4	6	13	53	10.550	19.3831	-155.2448	2.12	1.6	0.73	0.08	0.64	0.67	1.36	31	98	27	
2018	4	6	22	5	15.890	19.3848	-155.2407	3.37	1.9	1.12	0.08	0.86	1.06	3.18	30	110	27	
2018	4	6	22	7	4.030	19.3834	-155.2429	2.80	1.6	0.92	0.07	1.03	0.82	0.58	34	103	27	
2018	4	7	0	12	43.860	19.3831	-155.2413	2.80	1.3	1.05	0.10	1.54	0.77	0.66	30	167	27	
2018	4	7	2	5	56.970	19.3673	-155.2869	3.53	2.0	2.20	0.08	1.89	1.10	3.14	31	240	27	
2018	4	7	3	40	44.030	19.3838	-155.2405	2.65	1.6	1.12	0.11	1.26	0.61	0.83	30	109	27	
2018	4	7	14	34	32.570	19.3782	-155.2818	2.90	1.5	0.92	0.10	1.58	1.00	0.62	30	206	27	
2018	4	7	18	49	34.870	19.3517	-155.1127	10.23	1.5	3.90	0.06	2.80	1.79	5.77	30	143	27	
2018	4	8	2	10	53.340	19.3676	-155.2072	2.96	1.5	1.11	0.09	2.25	1.18	0.56	31	204	27	
2018	4	8	5	1	29.370	19.3528	-155.1034	8.37	1.6	4.22	0.07	2.28	1.48	3.50	29	152	27	
2018	4	8	8	8	25.240	19.3275	-155.2120	5.99	1.6	5.14	0.04	2.30	1.19	0.93	30	192	27	
2018	4	8	8	44	54.280	19.3673	-155.1843	3.96	1.6	2.06	0.04	1.77	0.86	3.52	30	127	27	
2018	4	8	13	52	55.960	19.3319	-155.1362	7.75	1.6	5.15	0.09	2.01	1.28	5.25	30	121	27	
2018	4	9	5	25	22.740	19.3748	-155.2114	2.94	1.7	0.44	0.10	2.23	1.08	0.49	31	173	27	
2018	4	9	7	13	43.500	19.3383	-155.1375	7.74	1.6	5.30	0.05	1.93	1.31	5.19	31	129	27	
2018	4	9	7	29	36.460	19.3746	-155.2137	2.87	1.3	0.20	0.09	2.24	1.18	0.52	31	163	27	
2018	4	9	8	2	44.740	19.4320	-155.0295	5.46	1.8	2.63	0.06	3.87	1.15	1.15	33	171	27	
2018	4	9	8	50	7.830	19.3959	-155.1048	2.62	1.4	0.61	0.07	2.08	0.82	0.56	30	149	27	
2018	4	9	9	38	48.570	19.3473	-155.1738	8.10	1.7	3.58	0.10	2.29	1.00	3.84	30	141	27	
2018	4	9	9	47	14.470	19.3812	-155.2418	3.08	1.5	0.85	0.08	1.27	0.92	2.46	30	101	27	
2018	4	9	10	35	9.290	19.3850	-155.2788	2.67	1.3	0.34	0.07	1.19	0.65	0.57	31	158	27	
2018	4	9	12	37	53.970	19.3821	-155.2405	2.91	1.6	0.93	0.09	1.82	0.94	0.51	30	106	27	
2018	4	9	14	24	5.530	19.3720	-155.2950	2.94	1.5	1.99	0.08	1.81	1.56	0.65	29	235	27	
2018	4	9	22	30	30.440	19.3723	-155.2120	2.85	1.6	0.40	0.06	2.31	1.19	0.53	30	190	27	
2018	4	9	23	17	53.140	19.3725	-155.2843	3.26	2.0	1.57	0.09	1.65	1.05	2.70	30	230	27	
2018	4	9	23	18	58.640	19.3759	-155.2857	2.93	1.7	1.25	0.06	1.75	1.34	0.44	31	230	27	
2018	4	1	0	3	22	53.670	19.3855	-155.2441	2.81	1.5	0.76	0.09	0.99	0.78	0.50	28	103	25
2018	4	1	0	3	2.030	19.3751	-155.2236	2.31	1.6	0.86	0.05	1.36	0.79	2.09	27	166	25	
2018	4	1	0	7	21	47.980	19.3402	-155.0589	9.24	1.8	7.91	0.06	2.26	1.26	4.94	30	182	25
2018	4	1	0	7	28	45.640	19.3328	-155.1311	9.35	1.4	5.20	0.03	3.00	8.47	18.46	27	172	25
2018	4	1	0	10	49	8.440	19.3719	-155.2112	3.87	2.0	0.50	0.07	1.25	0.83	1.61	30	133	25
2018	4	1	0	13	39	42.770	19.3603	-155.2226	3.37	1.3	1.67	0.01	3.45	1.17	3.18	27	218	25
2018	4	1	0	17	8	37.130	19.3480	-155.1874	8.19	2.2	3.95	0.08	2.28	0.98	2.81	30	151	25
2018	4	1	0	17	36	8.840	19.3889	-155.2781	2.85	1.8	0.46	0.05	0.85	0.83	0.46	30	94	25
2018	4	1	1	7	3	42.800	19.3556	-155.1696	6.65	1.9	2.63	0.11	3.81	0.98	3.95	34	219	27
2018	4	1	1	8	23	3.090	19.4528	-155.2666	5.99	2.5	4.55	0.11	2.67	1.88	0.98	34	273	27
2018	4	1	1	8	58	52.890	19.3848	-155.2415	3.00	2.0	1.03	0.10	1.15	0.91	0.48	32	89	27
2018	4	1	1	9	11	48.480	19.3211	-155.3471	27.89	2.4	9.45	0.10	6.79	2.59	2.20	36	276	27
2018	4	1	1	9	47	7.960	19.4316	-155.2444	6.44	2.9	1.92	0.14	1.39	1.17	2.56	37	154	27
2018	4	1	1	10	46	7.940	19.4206	-155.2648	7.44	2.1	1.07	0.11	1.99	1.31	1.65	33	159	27
2018	4	1	1	11	18	16.260	19.4202	-155.2630	8.02	2.4	0.94	0.11	2.75	2.17	3.43	33	185	27
2018	4	1	1	11	28	24.440	19.4133	-155.2504	9.58	2.5	1.00	0.15	1.91	1.14	2.05	37	125	27
2018	4	1	1	11	49	24.120	19.3825	-155.2380	3.05	1.8	1.02	0.12	0.95	0.79	1.74	33	92	27
2018	4	1	1	12	23	15.040	19.4666	-155.2702	2.06	2.3	4.69	0.11	1.93	1.07	1.62	32	173	27
2018	4	1	1	12	53	58.520	19.4287	-155.2759	7.21	2.5	0.47	0.10	1.44	1.02	2.16	34	146	27
2018	4	1	1	13	1	33.150	19.4367	-155.2563	9.10	2.3	2.74	0.07	2.05	1.18	2.65	35	155	27
2018	4	1	1	13	29	33.400	19.4268	-155.2693	7.04	2.5	1.90	0.07	2.14	1.05	2.48	32	147	27
2018	4	1	1	13	49	57.640	19.4238	-155.2747	9.30	2.2	1.45	0.10	2.38	1.17	2.45	35	143	26
2018	4	1	1	14	5	13.060	19.4096	-155.2718	9.32	2.5	1.29	0.10	2.22	1.30	1.77	35	96	27
2018	4	1	1	14	13	47.660	19.4048	-155.2531	4.35	2.5	1.08	0.08	1.21	0.81	2.11	33	93	27
2018	4	1	1	14	31	58.810	19.4194	-155.2567	10.05	2.6	0.87	0.10	2.54	1.12	2.58	35	144	27
2018	4	1	1	14	45	12.130	19.4145	-155.2671	7.27	2.3	0.80	0.12	1.40	0.99	1.54	34	129	27
2018	4	1	1	14	53	35.530	19.4315	-155.2568	9.90	2.2	2.17	0.09	2.10	1.16	2.54	35	152	27
2018	4	1	1	15	3	53.800	19.4269	-155.2527	8.93	2.5	0.95	0.07	2.18	1.11	1.68	32	150	27
2018	4	1	1	15	22	40.880	19.4147	-155.2806	8.23	2.5	2.20	0.11	2.48	1.31	1.81	33	140	27
2018	4	1	1	15	37	18.000	19.4339	-155.2539	4.02	2.5	2.48	0.13	1.39	1.05	2.64	32	188	27
2018	4	1	1	16	9	36.360	19.4203	-155.2857	10.47	2.6	0.98	0.10	2.57	1.73	1.59	36	111	27
2018	4	1	1	16	30	22.590	19.4275	-155.2653	7.46	2.1	1.33	0.12	2.16	1.51	1.58	35	177	27
2018	4	1	1	16	33	59.870	19.4244	-155.2565	9.32	2.4	1.39	0.09	2.06	1.20	2.39	32	147	27
2018	4	1	1	16	53	46.080	19.4212	-155.2740	7.29	2.6	0.56	0.12	1.91	1.05	2.63	33	130	27
2018	4	1	1	17	9	6.890	19.3718	-155.3322	5.26	2.2	5.12	0.12	4.07	3.41	1.61	31	248	26
2018	4	1	1	17	21	2.470	19.4407	-155.2312	8.49	2.4	2.92	0.10	3.22	1.68	4.05	32	206	27
2018	4	1	1	17	23	20.610	19.3917	-155.2779	2.76	1.8	0.69	0.12	0.92	0.70	0.48	33	70	27
2018	4	1	1	17	37	4.470	19.4274	-155.2809	9.52	2.4	0.44	0.11	2.23	1.41	1.78	33	144	27
2018	4	1	1	18	0	28.140	19.3998	-155.2708	8.01	2.5	0.53	0.14	2.41	1.67	2.51	32	54	27
2018	4	1	1	18	45	6.850	19.4360	-155.2518	8.70	2.5	2.71	0.10	2.18	1.44	2.84	32	190	27
2018	4	1	1	19	2	34.170	19.4135	-155.2670	7.52	2.6	0.77	0.13	2.06	1.44	1.74	35	142	27
2018	4	1	1	19	40	25.060	19.4165	-155.2856	5.92	2.3	1.24	0.12	1.98	1.08	0.75	32	93	27
2018	4	1	1	20	12	3.790	19.4179	-155.2705	5.44	2.3	1.29	0.10	2.60	1.16	1.13	32	141	27
2018	4	1	1	20	41	35.050	19.4192	-155.2778	7.01	2.5	0.62	0.09	1.57	1.02	1.49	34	119	27
2018	4	1	1	21	39	27.540	19.4339	-155.2952	10.22	2.6	2.10	0.17	2.39	1.54	1.85	36	145	2

2018	4	1	1	22	1	3.270	19.3901	-155.2762	5.87	2.4	2.44	0.12	1.75	1.03	0.90	33	161	27
2018	4	1	1	22	23	2.140	19.4250	-155.2718	9.97	2.5	0.61	0.10	2.43	1.17	2.05	35	144	27
2018	4	1	1	23	17	46.060	19.3969	-155.2897	9.03	2.6	0.89	0.14	2.31	1.16	1.71	36	103	27
2018	4	1	1	23	41	43.640	19.4238	-155.2710	9.57	2.4	0.71	0.10	2.27	1.44	1.63	35	162	27
2018	4	1	2	0	30	19.530	19.4050	-155.2712	7.71	2.6	0.93	0.12	2.22	1.47	1.68	33	52	26
2018	4	1	2	1	25	19.390	19.4219	-155.2465	11.48	2.7	1.51	0.14	1.97	1.74	1.64	42	162	27
2018	4	1	2	1	51	57.780	19.4416	-155.2445	6.84	2.3	2.68	0.11	1.47	1.52	1.58	38	225	27
2018	4	1	2	2	14	14.600	19.4130	-155.2824	9.14	2.5	0.55	0.07	2.07	1.49	1.43	38	94	27
2018	4	1	2	2	29	17.470	19.4307	-155.2695	7.52	2.6	0.43	0.12	1.92	1.25	2.05	36	215	27
2018	4	1	2	2	40	44.410	19.4127	-155.2852	9.53	2.5	0.47	0.10	2.33	1.46	1.58	34	83	27
2018	4	1	2	2	51	27.850	19.4083	-155.2763	7.88	2.5	0.63	0.10	1.61	1.28	1.52	36	61	27
2018	4	1	2	3	0	51.770	19.4224	-155.2712	7.00	2.2	1.09	0.12	2.05	1.86	2.14	34	142	27
2018	4	1	2	3	10	48.490	19.4012	-155.2785	5.61	2.2	1.36	0.17	1.47	1.37	0.80	32	54	26
2018	4	1	2	3	43	40.260	19.4157	-155.2748	11.30	2.5	1.01	0.11	2.27	1.16	1.56	40	83	27
2018	4	1	2	3	52	23.040	19.4060	-155.2811	7.36	2.3	1.80	0.13	1.60	1.20	1.60	34	57	27
2018	4	1	2	3	57	37.150	19.4130	-155.2776	5.74	2.5	0.86	0.13	1.73	1.30	1.21	30	109	27
2018	4	1	2	4	9	4.710	19.4224	-155.2300	7.85	2.4	1.19	0.11	1.42	1.20	2.32	34	150	27
2018	4	1	2	4	16	38.580	19.4215	-155.2726	7.86	2.3	0.81	0.10	1.51	1.25	1.34	34	95	27
2018	4	1	2	4	23	8.610	19.4139	-155.2683	8.81	2.2	1.48	0.09	2.42	2.17	2.65	31	136	26
2018	4	1	2	4	30	25.260	19.3815	-155.2869	12.32	2.3	0.78	0.12	3.01	1.47	1.48	38	207	27
2018	4	1	2	4	36	9.850	19.3899	-155.2816	8.86	2.3	1.31	0.13	1.81	1.38	1.54	37	135	27
2018	4	1	2	4	43	15.270	19.4168	-155.2881	7.44	2.3	0.42	0.13	1.92	1.39	2.11	31	118	27
2018	4	1	2	4	51	41.630	19.4117	-155.2784	7.37	2.5	0.89	0.12	1.99	1.20	1.54	32	97	27
2018	4	1	2	4	59	3.670	19.4087	-155.2814	7.63	2.3	1.03	0.14	2.06	1.01	1.64	33	83	27
2018	4	1	2	5	2	40.740	19.4073	-155.2548	7.07	2.6	0.76	0.13	1.50	1.11	2.05	35	103	27
2018	4	1	2	5	8	19.670	19.4110	-155.2730	8.32	2.4	1.39	0.12	1.96	1.37	1.98	32	84	27
2018	4	1	2	5	13	13.160	19.4113	-155.2529	8.37	2.1	0.73	0.11	2.22	1.43	2.54	33	143	27
2018	4	1	2	5	24	0.580	19.4157	-155.2740	7.49	2.4	1.08	0.13	1.92	1.48	1.95	34	57	27
2018	4	1	2	5	29	20.770	19.4150	-155.2642	9.87	2.0	0.56	0.10	1.80	1.20	2.00	37	100	27
2018	4	1	2	5	35	13.750	19.3855	-155.2715	8.80	2.3	1.07	0.09	1.62	1.14	1.49	39	125	27
2018	4	1	2	5	42	11.450	19.4119	-155.2576	6.98	2.5	1.27	0.12	2.24	1.39	2.15	34	99	27
2018	4	1	2	5	51	19.660	19.3768	-155.2717	6.95	2.5	1.04	0.13	2.18	1.27	2.86	34	179	27
2018	4	1	2	5	55	27.440	19.4087	-155.2708	8.92	2.2	1.22	0.09	1.46	1.52	1.65	37	97	27
2018	4	1	2	5	58	36.140	19.4030	-155.2758	8.53	2.2	1.16	0.10	2.25	1.37	2.18	33	121	27
2018	4	1	2	6	2	48.650	19.3917	-155.2755	5.73	2.3	1.96	0.15	1.22	1.28	0.82	32	115	27
2018	4	1	2	6	9	9.950	19.4205	-155.2800	8.56	2.4	0.54	0.11	1.92	1.56	1.53	37	151	27
2018	4	1	2	6	23	26.730	19.3943	-155.2702	8.07	1.9	0.61	0.11	1.74	1.19	1.68	34	71	27
2018	4	1	2	6	31	43.040	19.3970	-155.2852	9.02	2.3	1.20	0.16	2.05	1.13	1.75	33	91	27
2018	4	1	2	6	40	21.990	19.4081	-155.2753	8.58	2.3	1.43	0.12	1.89	1.20	1.86	38	86	27
2018	4	1	2	6	43	52.030	19.4274	-155.2631	8.84	2.4	0.48	0.10	2.15	1.19	1.54	35	148	27
2018	4	1	2	6	47	45.150	19.4219	-155.2673	6.63	2.0	0.58	0.13	1.88	1.27	2.18	31	83	27
2018	4	1	2	6	54	35.410	19.4018	-155.2740	8.43	2.3	0.94	0.08	1.76	1.42	1.88	35	77	27
2018	4	1	2	7	1	19.470	19.4199	-155.2809	6.85	2.3	0.64	0.10	2.17	1.30	1.70	31	84	27
2018	4	1	2	7	3	9.810	19.4001	-155.2593	4.08	2.0	0.74	0.10	0.88	0.88	1.22	33	64	27
2018	4	1	2	7	8	59.010	19.4040	-155.2504	6.08	2.0	1.34	0.13	1.15	1.09	2.96	35	109	27
2018	4	1	2	7	20	17.530	19.4082	-155.2720	6.30	2.0	1.28	0.11	1.65	1.45	2.88	34	76	27
2018	4	1	2	7	28	14.780	19.4183	-155.2704	6.57	2.4	1.03	0.09	1.52	1.10	1.62	34	62	27
2018	4	1	2	7	42	12.720	19.4173	-155.2813	8.31	2.5	0.31	0.08	1.58	1.06	1.23	40	76	27
2018	4	1	2	7	53	33.570	19.4084	-155.2650	5.93	2.7	0.68	0.12	1.42	1.33	1.08	34	37	27
2018	4	1	2	7	57	18.170	19.3943	-155.2764	8.88	2.3	1.02	0.12	2.42	1.16	1.70	36	62	26
2018	4	1	2	8	24	54.920	19.3939	-155.2927	8.56	2.4	0.46	0.13	2.69	2.26	4.39	34	121	27
2018	4	1	2	8	31	34.850	19.4178	-155.2676	8.42	2.5	0.91	0.10	1.71	1.21	1.96	32	53	27
2018	4	1	2	8	37	47.600	19.4434	-155.3913	8.95	2.6	5.54	0.08	2.39	2.71	3.89	33	243	27
2018	4	1	2	8	46	58.350	19.4208	-155.2602	7.87	2.6	0.25	0.10	1.48	1.08	1.71	34	102	27
2018	4	1	2	8	54	37.540	19.4101	-155.2911	5.28	2.7	1.01	0.16	1.65	1.07	0.70	32	99	27
2018	4	1	2	8	56	31.030	19.4095	-155.2802	2.59	1.9	0.29	0.09	0.50	0.58	0.54	32	74	27
2018	4	1	2	9	5	26.750	19.4287	-155.2918	8.25	2.5	2.54	0.12	1.88	1.41	1.76	32	142	26
2018	4	1	2	9	17	39.090	19.3809	-155.2865	10.15	2.6	1.28	0.12	2.80	1.37	1.87	37	208	27
2018	4	1	2	9	20	58.210	19.4313	-155.2602	6.37	2.6	0.90	0.12	1.53	1.15	1.88	31	151	27
2018	4	1	2	9	34	10.060	19.4266	-155.2833	4.57	2.7	0.62	0.14	1.38	1.08	1.37	29	142	27
2018	4	1	2	9	57	54.610	19.3732	-155.2690	3.68	2.7	0.60	0.11	1.75	1.00	1.24	31	212	27
2018	4	1	2	10	22	43.670	19.4027	-155.2519	4.15	2.7	1.34	0.11	1.07	1.68	1.77	28	104	27
2018	4	1	2	10	35	50.200	19.3976	-155.2435	3.53	2.7	1.57	0.13	1.02	1.14	1.83	32	65	27
2018	4	1	2	10	51	41.340	19.4045	-155.2597	6.41	2.5	0.85	0.08	1.85	1.26	2.65	29	62	27
2018	4	1	2	10	55	38.450	19.4109	-155.2571	5.53	2.4	0.32	0.10	1.59	1.62	1.35	29	126	27
2018	4	1	2	11	39	41.210	19.4060	-155.2561	7.75	2.5	0.79	0.12	1.88	1.09	1.69	32	97	27
2018	4	1	2	12	1	57.470	19.4075	-155.2579	7.24	2.5	0.55	0.11	1.89	1.42	1.68	34	93	27
2018	4	1	2	12	8	39.090	19.4290	-155.2614	5.97	2.6	0.66	0.14	1.89	1.23	0.73	31	149	27
2018	4	1	2	12	15	59.160	19.4071	-155.2877	6.32	2.4	3.33	0.13	1.71	1.31	2.73	35	166	27
2018	4	1	2	14	3	40.780	19.3777	-155.2456	1.62	1.8	0.68	0.11	0.79	0.57	1.20	33	121	27
2018	4	1	3	5	40	48.890	19.3501	-155.2191	6.66	1.8	2.66	0.07	2.26	1.20	2.64	34	172	27
2018	4	1	3	8	28	30.540	19.3691	-155.2155	3.03	2.0	0.52	0.09	2.23	1.05	1.61	31	205	27
2018	4	1	3	14	56	28.020	19.3463	-155.1382	8.97	1.9	4.48	0.11	2.22	1.05	3.24	34	112	27
2018	4	1	3	18	59	15.080	19.4522	-155.2245	6.79	2.0	4.35	0.11	1.37	0.87	3.08	44	170	27
2018	4	1	3	21	57	31.180	19.3402	-155.1835	6.88	1.6	4.58	0.11	2.18	1.02	4.56	33	157	27
2018	4																	

2018	4	1	4	19	6	42.520	19.3745	-155.2468	2.37	1.9	0.65	0.10	0.85	0.53	0.47	37	162	27
2018	4	1	4	19	7	27.260	19.3747	-155.2445	2.58	2.1	0.42	0.11	1.00	0.71	0.36	39	155	27
2018	4	1	5	1	12	6.460	19.3707	-155.2163	2.93	1.1	0.36	0.11	2.66	1.06	0.49	31	200	27
2018	4	1	5	5	50	57.130	19.3826	-155.2401	2.70	1.7	0.99	0.05	0.89	0.66	1.41	31	107	27
2018	4	1	5	7	1	58.470	19.3684	-155.2148	3.02	1.7	0.61	0.10	1.92	0.96	1.56	32	200	27
2018	4	1	5	8	32	15.870	19.3647	-155.2006	2.88	1.8	1.86	0.06	4.76	1.39	0.72	28	214	26
2018	4	1	5	8	36	50.160	19.3794	-155.2148	2.34	1.9	0.62	0.08	0.93	0.82	1.76	30	122	27
2018	4	1	5	8	39	46.700	19.3784	-155.2026	2.43	0.9	1.44	0.08	1.07	0.78	2.03	30	162	27
2018	4	1	5	12	37	9.270	19.3778	-155.2233	2.21	1.7	0.93	0.05	0.92	0.71	2.01	31	138	27
2018	4	1	5	13	15	49.730	19.3690	-155.1980	2.82	1.3	1.92	0.08	2.52	1.13	0.57	32	204	27
2018	4	1	5	15	25	7.520	19.3775	-155.2276	2.08	1.0	1.34	0.07	0.83	0.71	1.70	32	146	27
2018	4	1	5	15	49	32.970	19.3822	-155.2365	1.96	1.7	1.05	0.08	1.59	0.70	1.32	31	188	27
2018	4	1	5	17	1	7.790	19.3924	-155.2447	3.57	2.9	1.04	0.07	0.86	0.64	1.58	34	75	27
2018	4	1	5	19	13	38.390	19.3882	-155.2779	2.88	2.0	0.44	0.07	0.79	0.66	0.41	36	105	27
2018	4	1	5	20	30	20.030	19.3738	-155.2204	2.99	1.7	0.51	0.06	1.82	1.02	0.43	33	179	27
2018	4	1	5	20	48	12.310	19.3719	-155.2218	2.92	2.3	0.70	0.08	1.98	1.01	0.46	32	189	27
2018	4	1	5	21	46	9.420	19.4164	-155.2685	2.28	2.3	1.08	0.07	0.56	0.41	0.78	35	49	27
2018	4	1	5	23	45	2.760	19.3491	-155.1918	7.96	2.4	3.69	0.08	2.05	0.82	3.21	35	153	27
2018	4	1	6	1	18	36.740	19.4056	-155.2902	2.82	1.9	1.04	0.13	0.88	1.08	0.45	39	83	26
2018	4	1	6	1	56	21.540	19.3895	-155.2523	2.19	2.0	0.46	0.11	0.51	0.84	1.49	30	87	26
2018	4	1	6	4	49	45.920	19.3851	-155.2417	2.92	1.9	1.01	0.09	1.19	0.96	0.43	29	108	26
2018	4	1	6	5	19	12.600	19.3764	-155.2349	2.92	0.0	0.67	0.09	2.38	0.86	0.72	30	147	26
2018	4	1	6	5	19	41.320	19.3910	-155.2421	2.13	1.6	1.15	0.12	0.51	0.58	1.71	33	116	26
2018	4	1	6	5	41	28.200	19.3836	-155.2381	1.98	1.7	1.14	0.09	0.75	0.59	1.74	31	114	26
2018	4	1	6	6	23	34.160	19.4028	-155.2828	2.88	2.1	1.04	0.11	0.80	1.07	0.45	29	72	26
2018	4	1	6	6	33	51.760	19.3404	-155.1234	8.61	2.5	4.93	0.10	2.09	1.06	3.27	33	136	26
2018	4	1	6	7	32	14.780	19.3799	-155.2325	1.87	1.6	1.10	0.07	0.76	0.67	1.76	31	122	26
2018	4	1	6	7	48	43.250	19.3716	-155.2242	2.91	2.1	0.95	0.11	2.00	0.95	0.44	33	190	26
2018	4	1	6	7	58	11.380	19.3783	-155.2232	2.36	1.6	0.95	0.08	0.79	0.72	1.70	30	142	26
2018	4	1	6	7	58	29.990	19.3715	-155.2218	2.91	1.5	0.71	0.09	2.32	1.08	0.51	30	190	26
2018	4	1	6	8	37	43.600	19.3855	-155.2410	2.16	1.4	1.08	0.09	0.69	0.60	1.82	32	111	26
2018	4	1	6	8	59	49.940	19.3863	-155.2800	2.15	1.4	0.18	0.08	1.06	0.52	1.69	33	143	26
2018	4	1	6	9	9	43.640	19.3860	-155.1743	3.23	1.4	0.90	0.12	2.02	0.94	2.82	30	155	26
2018	4	1	6	9	10	4.410	19.3719	-155.1754	3.58	1.4	1.04	0.11	1.74	0.98	3.48	30	120	26
2018	4	1	6	9	49	24.060	19.3722	-155.2133	2.81	1.3	0.29	0.12	2.84	1.19	0.53	30	194	26
2018	4	1	6	10	24	53.630	19.3748	-155.2208	2.83	1.7	0.57	0.09	2.01	0.88	0.50	30	165	26
2018	4	1	6	11	4	23.170	19.3413	-155.2415	8.75	2.8	3.58	0.07	3.34	1.84	2.44	30	198	26
2018	4	1	6	11	12	45.500	19.3781	-155.1956	3.82	2.1	2.14	0.12	1.81	0.75	3.40	31	171	26
2018	4	1	6	11	16	57.860	19.3934	-155.2545	1.98	2.2	0.94	0.09	0.46	0.37	0.83	39	64	26
2018	4	1	6	11	34	51.860	19.3825	-155.2344	2.10	1.8	1.18	0.11	0.76	0.50	1.61	33	121	26
2018	4	1	6	11	35	51.090	19.3686	-155.1944	3.01	1.8	2.29	0.08	1.52	0.73	30.06	31	130	26
2018	4	1	6	12	39	54.790	19.4169	-155.2634	2.86	2.0	0.64	0.08	0.94	0.73	0.41	35	73	26
2018	4	1	6	12	49	5.400	19.3783	-155.2255	1.92	1.7	1.16	0.06	0.78	0.63	1.83	30	138	26
2018	4	1	6	12	58	49.700	19.3666	-155.2178	3.41	1.5	0.84	0.09	7.76	1.13	2.05	29	203	26
2018	4	1	6	13	12	44.440	19.3873	-155.2407	2.99	2.0	1.13	0.08	1.09	0.76	0.49	32	92	26
2018	4	1	6	13	18	0.290	19.3856	-155.2406	1.78	1.2	1.13	0.12	1.03	0.59	2.37	30	178	26
2018	4	1	6	14	34	25.100	19.3736	-155.2039	4.30	2.3	1.22	0.09	1.88	0.89	1.45	34	128	26
2018	4	1	6	14	45	20.280	19.3656	-155.2014	2.62	1.4	1.74	0.11	2.59	0.90	0.58	30	211	26
2018	4	1	6	15	27	39.770	19.3660	-155.2054	2.78	2.0	1.37	0.11	2.58	0.93	0.55	31	208	26
2018	4	1	6	18	41	2.390	19.3860	-155.2849	5.03	2.5	0.35	0.09	1.65	1.45	0.81	33	171	26
2018	4	1	6	19	16	26.830	19.3679	-155.2019	2.78	1.7	1.57	0.07	2.49	0.85	0.57	30	198	26
2018	4	1	6	19	16	49.080	19.3843	-155.2510	7.84	2.2	0.13	0.11	2.42	1.19	1.99	32	91	26
2018	4	1	6	20	33	23.190	19.3878	-155.2456	2.30	1.8	0.65	0.10	0.55	0.64	1.23	36	102	26
2018	4	1	6	20	35	38.520	19.3897	-155.2540	2.24	1.8	0.55	0.08	0.55	0.67	0.71	32	139	26
2018	4	1	6	21	35	5.420	19.3854	-155.2792	2.87	1.8	0.29	0.05	1.21	0.79	0.62	29	156	26
2018	4	1	6	22	20	55.470	19.3944	-155.2570	5.75	2.1	1.15	0.10	1.71	1.78	1.25	33	107	26
2018	4	1	6	22	30	20.490	19.4159	-155.0617	4.36	1.4	2.06	0.11	2.95	1.02	1.13	32	146	26
2018	4	1	6	22	48	7.090	19.3963	-155.2771	2.82	1.8	0.37	0.07	0.78	0.82	0.53	30	53	26
2018	4	1	6	23	33	20.010	19.3843	-155.2425	2.07	0.7	0.94	0.08	0.95	0.68	1.54	31	170	26
2018	4	1	7	1	2	14.530	19.3875	-155.2788	7.98	2.2	1.62	0.12	1.74	1.57	1.96	37	143	27
2018	4	1	7	2	3	5.810	19.3868	-155.2436	1.81	1.4	0.83	0.08	0.67	0.80	1.58	31	106	27
2018	4	1	7	3	2	3.010	19.3953	-155.2768	2.79	2.1	0.33	0.07	0.63	0.75	0.48	32	57	27
2018	4	1	7	3	54	50.780	19.3927	-155.2543	1.80	1.7	0.86	0.09	0.42	0.57	0.70	37	76	27
2018	4	1	7	4	30	32.930	19.3447	-155.2898	12.27	2.4	4.07	0.10	3.04	1.50	1.90	37	258	27
2018	4	1	7	5	31	19.620	19.3758	-155.2846	3.00	1.8	1.23	0.08	1.43	0.88	3.05	35	227	27
2018	4	1	7	7	46	8.410	19.3836	-155.2852	4.01	2.0	0.50	0.08	1.18	0.83	2.16	36	188	27
2018	4	1	7	8	17	25.260	19.3904	-155.2798	2.76	1.8	0.47	0.07	0.69	0.89	0.46	32	65	27
2018	4	1	7	8	18	19.680	19.3667	-155.1825	3.00	1.6	1.97	0.09	1.54	0.68	42.39	34	127	27
2018	4	1	7	9	40	11.430	19.4140	-155.2711	6.89	2.7	1.21	0.08	1.33	1.04	1.63	33	43	27
2018	4	1	7	10	1	6.060	19.4123	-155.2696	6.65	2.8	1.03	0.12	1.32	1.12	1.93	33	68	27
2018	4	1	7	10	52	50.910	19.4056	-155.2654	8.68	2.4	0.83	0.13	2.42	1.14	2.17	34	47	27
2018	4	1	7	10	55	25.990	19.3203	-155.2144	7.21	2.0	5.93	0.06	2.71	1.07	4.74	31	204	27
2018	4	1	7	12	43	54.020	19.3474	-155.1284	8.89	1.6	4.16	0.10	2.30	1.19	4.65	33	128	27
2018	4	1	7	13	29	26.420	19.3948	-155.2480	2.54	1.4	1.09	0.09	0.48	0.58	0.84	35	77	27
2018	4	1	7	13	48	19.160	19.2938	-155.2900	26.69	2.0	9.05	0.09	4.29	1.62	2.16			

2018	4	1	7	16	2	27.900	19.3759	-155.2518	11.34	2.6	1.06	0.13	3.03	1.49	1.76	36	147	27
2018	4	1	7	16	8	38.150	19.3781	-155.2268	1.92	0.9	1.28	0.07	0.81	0.68	1.78	32	141	27
2018	4	1	7	16	58	53.300	19.4033	-155.2646	7.84	2.3	0.59	0.07	1.72	1.72	1.69	34	113	27
2018	4	1	7	17	33	59.700	19.4138	-155.2558	8.47	2.1	0.46	0.06	1.90	1.50	2.40	35	112	27
2018	4	1	7	17	46	29.450	19.4212	-155.2568	4.51	2.1	0.46	0.10	1.18	2.19	1.59	31	199	27
2018	4	1	7	18	8	36.270	19.4164	-155.2543	7.67	2.4	0.75	0.08	1.75	1.27	2.25	32	128	27
2018	4	1	7	18	12	50.510	19.4168	-155.2549	8.78	2.5	0.73	0.08	2.38	1.28	2.15	33	127	27
2018	4	1	7	18	17	22.160	19.3744	-155.1670	3.61	1.3	0.59	0.10	1.92	0.89	2.95	30	112	27
2018	4	1	7	18	20	53.710	19.4084	-155.2601	6.02	2.6	0.42	0.10	1.71	2.02	2.28	30	125	27
2018	4	1	7	18	36	48.700	19.4314	-155.2565	7.50	2.1	1.04	0.11	1.69	1.27	2.59	31	152	27
2018	4	1	7	19	4	36.830	19.3971	-155.2665	9.41	2.4	0.13	0.14	1.99	1.23	1.66	37	61	27
2018	4	1	7	19	13	42.630	19.3709	-155.2155	3.12	2.1	0.32	0.09	1.74	0.77	1.60	31	135	27
2018	4	1	7	19	25	22.960	19.3875	-155.2788	2.87	1.9	0.32	0.07	0.92	0.71	0.44	32	114	27
2018	4	1	7	19	41	19.820	19.2959	-155.2867	27.68	2.1	8.73	0.07	4.73	1.85	2.63	34	242	27
2018	4	1	7	23	34	27.240	19.3549	-155.0725	8.48	1.7	5.26	0.07	1.95	1.39	5.13	30	179	27
2018	4	1	8	3	38	49.580	19.3901	-155.2776	2.61	2.5	0.58	0.07	0.59	0.51	0.60	32	84	27
2018	4	1	8	10	36	26.820	19.3510	-155.2772	24.34	2.2	2.70	0.06	3.99	1.34	2.18	36	211	27
2018	4	1	8	11	18	50.940	19.3719	-155.2182	2.49	1.4	0.36	0.13	1.85	0.69	0.57	32	190	27
2018	4	1	8	12	58	27.530	19.3765	-155.2154	2.39	1.4	0.30	0.12	0.85	0.73	1.28	32	115	27
2018	4	1	8	18	42	58.910	19.3847	-155.2363	2.24	1.4	1.31	0.11	0.61	0.71	1.55	33	121	27
2018	4	1	8	22	48	42.840	19.3453	-155.1865	7.25	1.9	4.18	0.09	2.02	0.90	3.78	33	153	27
2018	4	1	9	3	29	28.410	19.3913	-155.2798	2.78	1.7	0.57	0.07	0.64	0.60	0.43	36	64	27
2018	4	1	9	11	29	53.040	19.3740	-155.2879	2.95	2.2	1.53	0.07	1.67	0.96	0.42	32	228	27
2018	4	1	9	18	39	9.000	19.3360	-155.1813	7.18	1.9	4.96	0.08	1.85	0.92	4.73	34	160	27
2018	4	1	9	20	2	47.770	19.3798	-155.2393	2.88	1.4	0.69	0.09	1.81	0.99	0.54	31	103	27
2018	4	1	9	20	33	37.570	19.3789	-155.2382	1.72	1.2	0.64	0.09	1.41	0.63	1.19	31	165	27
2018	4	2	0	2	25	12.750	19.3412	-155.1691	6.11	1.5	4.22	0.11	1.93	1.10	6.91	31	144	27
2018	4	2	0	4	52	36.680	19.3498	-155.1824	7.47	1.7	3.54	0.09	2.16	1.17	5.15	50	145	46
2018	4	2	0	7	2	54.810	19.3383	-155.1444	7.40	2.1	5.25	0.13	1.78	1.02	3.80	52	123	46
2018	4	2	0	11	8	28.980	19.3860	-155.2789	2.83	1.8	0.29	0.06	1.14	0.81	0.47	51	147	46
2018	4	2	0	12	5	46.300	19.3852	-155.2420	3.55	2.0	0.98	0.05	0.90	1.13	2.10	50	108	46
2018	4	2	0	18	15	7.010	19.3829	-155.2390	2.98	1.6	1.04	0.07	1.46	1.03	0.72	49	111	46
2018	4	2	0	18	18	34.670	19.3793	-155.2360	2.98	1.7	0.79	0.08	1.50	1.07	0.62	49	114	46
2018	4	2	0	18	21	16.860	19.3848	-155.2390	2.93	1.9	1.24	0.09	1.38	0.91	0.42	51	115	46
2018	4	2	0	19	6	31.950	19.3849	-155.2387	3.00	2.3	1.26	0.09	1.38	0.85	0.51	52	94	47
2018	4	2	0	20	33	13.920	19.3920	-155.2788	2.93	1.7	0.65	0.06	0.90	0.88	0.45	48	62	46
2018	4	2	0	22	1	10.590	19.3943	-155.2776	2.96	2.2	0.42	0.09	0.90	0.82	0.42	51	58	47
2018	4	2	0	22	53	17.090	19.3842	-155.2428	3.47	1.5	0.90	0.03	1.06	0.89	3.19	49	104	46
2018	4	2	0	22	56	59.750	19.3860	-155.2787	2.81	1.7	0.32	0.06	1.18	0.95	0.51	49	147	46
2018	4	2	0	23	31	14.120	19.3856	-155.2423	2.85	2.0	0.94	0.09	1.02	1.01	0.46	49	107	46
2018	4	2	0	23	47	20.150	19.3895	-155.0403	8.57	2.0	3.93	0.11	2.43	1.46	3.25	55	183	47
2018	4	2	0	23	57	50.320	19.3865	-155.2439	2.73	1.5	0.79	0.08	0.77	0.76	0.61	51	105	46
2018	4	2	1	0	8	57.470	19.3863	-155.2445	2.19	1.3	0.72	0.10	0.55	0.72	1.32	32	103	27
2018	4	2	1	0	55	30.520	19.3849	-155.2423	2.99	2.0	0.95	0.05	1.16	1.06	0.50	31	106	27
2018	4	2	1	3	51	28.220	19.3750	-155.1828	4.43	2.4	1.49	0.09	1.40	0.67	1.25	33	122	27
2018	4	2	1	6	31	36.660	19.3859	-155.2412	2.77	1.6	1.06	0.10	1.52	0.66	0.45	33	142	27
2018	4	2	1	8	26	38.440	19.3401	-155.2060	8.64	1.6	3.87	0.10	2.51	0.97	4.66	35	175	27
2018	4	2	1	10	13	6.840	19.3714	-155.2229	3.01	1.4	0.82	0.11	1.53	0.91	1.98	31	190	27
2018	4	2	1	10	30	50.800	19.4137	-155.2614	1.90	1.9	0.23	0.13	0.56	0.52	0.77	40	83	27
2018	4	2	1	13	2	35.370	19.1584	-155.3714	8.03	2.5	26.19	0.23	2.98	2.76	38.95	43	307	27
2018	4	2	1	13	41	49.720	19.3877	-155.2447	2.67	1.5	0.73	0.10	0.69	0.70	0.54	33	104	27
2018	4	2	1	13	53	35.100	19.3812	-155.2812	2.82	1.5	0.59	0.09	1.38	0.75	0.52	31	188	27
2018	4	2	1	14	8	4.890	19.3807	-155.2395	2.81	1.3	0.79	0.10	1.57	0.73	0.50	33	131	27
2018	4	2	1	14	8	56.850	19.3851	-155.2403	3.82	2.5	1.15	0.09	0.96	0.67	1.48	32	91	27
2018	4	2	1	14	39	12.850	19.3977	-155.2466	4.38	2.4	1.44	0.10	0.78	1.08	1.02	36	57	27
2018	4	2	1	15	11	52.270	19.3808	-155.2388	3.03	1.8	0.81	0.05	1.10	0.80	2.45	33	107	27
2018	4	2	1	15	36	12.650	19.3830	-155.2414	3.22	2.2	1.03	0.08	0.96	0.81	2.55	33	88	27
2018	4	2	1	18	40	2.200	19.3701	-155.1929	4.64	1.9	2.41	0.10	2.07	0.96	1.62	29	128	27
2018	4	2	1	19	48	13.200	19.3889	-155.2460	2.41	1.5	0.67	0.09	0.56	0.76	0.80	33	102	27
2018	4	2	1	21	9	34.390	19.3826	-155.2416	1.79	1.4	0.99	0.10	0.73	0.55	1.58	31	104	27
2018	4	2	1	21	21	44.750	19.3861	-155.2433	3.13	1.8	0.84	0.07	0.77	0.98	2.51	31	105	27
2018	4	2	1	21	51	26.730	19.3848	-155.2391	2.20	1.4	1.25	0.10	0.78	0.60	1.63	31	115	27
2018	4	2	1	22	15	37.030	19.3832	-155.2381	3.27	1.9	1.08	0.06	1.56	1.17	3.26	31	141	27
2018	4	2	1	22	21	40.180	19.3813	-155.2348	1.78	1.8	1.05	0.08	0.68	0.76	1.70	31	117	27
2018	4	2	2	1	19	36.880	19.3832	-155.2384	1.69	1.6	1.08	0.07	1.42	0.55	1.50	32	173	27
2018	4	2	2	1	26	3.170	19.4199	-155.0373	5.31	2.8	3.77	0.07	3.73	1.28	1.18	29	155	27
2018	4	2	2	1	40	38.430	19.4294	-155.0405	4.41	1.8	3.81	0.10	4.45	1.61	1.70	30	179	27
2018	4	2	2	2	7	53.500	19.3789	-155.2328	2.08	1.3	1.01	0.06	1.17	0.97	1.95	30	128	27
2018	4	2	2	3	58	14.150	19.4096	-155.2645	2.18	1.9	0.57	0.10	0.44	0.55	0.84	38	50	27
2018	4	2	2	4	34	45.170	19.3683	-155.2876	2.92	1.6	2.11	0.08	1.42	0.92	0.45	33	239	27
2018	4	2	2	4	57	33.740	19.3886	-155.2466	1.92	2.5	0.61	0.13	0.41	0.48	0.83	35	65	27
2018	4	2	2	5	4	8.620	19.3946	-155.2528	2.93	1.8	1.02	0.07	0.66	0.90	0.45	34	87	27
2018	4	2	2	5	7	54.740	19.3902	-155.2453	2.92	1.9	0.82	0.07	0.72	1.01	0.46	32	105	27
2018	4	2	2	7	30	34.480	19.3895	-155.2453	2.80	2.3	0.78	0.08	0.67	0.66	0.40	34	84	27
2018	4	2	2	7	42	19.850	19.3867	-155.2446	2.02	1.4	0.72	0.11	0.51	0.				

2018	4	2	2	7	55	21.400	19.3902	-155.2463	2.52	1.6	0.74	0.08	0.66	0.86	1.65	30	141	27
2018	4	2	2	7	58	43.390	19.3943	-155.2784	2.84	2.1	0.51	0.06	0.78	0.64	0.51	30	54	27
2018	4	2	2	7	59	47.060	19.3827	-155.2377	4.95	2.6	1.05	0.09	1.50	1.11	1.75	32	86	27
2018	4	2	2	9	21	28.060	19.3602	-155.2971	3.73	2.7	3.31	0.07	2.20	1.46	4.85	30	277	27
2018	4	2	2	10	24	7.990	19.4035	-155.2878	2.76	2.4	1.19	0.07	0.77	0.90	0.46	34	82	27
2018	4	2	2	10	37	17.120	19.3930	-155.2443	3.31	2.9	1.11	0.08	0.88	0.93	2.12	31	111	27
2018	4	2	2	11	20	26.410	19.4155	-155.2011	23.86	2.5	3.91	0.09	4.16	1.58	2.92	34	147	27
2018	4	2	2	12	35	54.460	19.3837	-155.2421	3.28	2.3	0.99	0.10	0.94	0.76	2.64	32	87	27
2018	4	2	2	14	13	15.900	19.3876	-155.2423	2.31	1.9	0.97	0.09	0.58	0.75	2.13	32	111	27
2018	4	2	2	14	53	14.890	19.3802	-155.2783	3.02	1.5	0.79	0.09	1.68	0.82	2.47	32	183	27
2018	4	2	2	14	58	55.110	19.4085	-155.2703	2.49	1.8	1.17	0.05	0.69	1.15	0.76	36	120	27
2018	4	2	2	16	0	35.080	19.3815	-155.2412	2.94	1.5	0.87	0.06	2.77	1.12	1.09	31	103	27
2018	4	2	2	16	24	34.270	19.3894	-155.0645	10.01	2.5	1.82	0.07	2.94	1.13	3.29	33	147	27
2018	4	2	2	17	29	46.190	19.3877	-155.2423	2.90	1.7	0.97	0.08	0.89	0.67	0.42	32	89	27
2018	4	2	2	17	30	23.300	19.3796	-155.2398	3.32	1.3	0.67	0.07	1.51	1.24	3.41	31	102	27
2018	4	2	2	17	33	30.370	19.3851	-155.2412	3.25	1.1	1.06	0.08	0.90	1.06	3.08	32	109	27
2018	4	2	2	17	35	6.570	19.3809	-155.2457	4.35	1.9	0.78	0.09	1.78	1.42	4.72	30	96	27
2018	4	2	2	17	43	31.500	19.3907	-155.2456	2.81	1.7	0.84	0.08	0.62	0.95	0.62	31	105	27
2018	4	2	2	17	54	29.060	19.4192	-155.2623	2.91	2.0	0.45	0.07	1.47	0.97	0.44	30	79	27
2018	4	2	2	18	2	31.870	19.3835	-155.2393	3.15	1.8	1.10	0.06	1.09	0.79	2.53	31	112	27
2018	4	2	2	18	4	53.390	19.3885	-155.2369	4.64	2.2	1.55	0.08	1.20	0.95	1.66	33	80	27
2018	4	2	2	18	58	50.880	19.5462	-155.0948	12.46	1.9	15.65	0.05	2.85	1.33	7.70	33	242	27
2018	4	2	2	20	17	56.770	19.3908	-155.2476	2.35	1.8	0.71	0.09	0.53	0.64	1.44	32	100	27
2018	4	2	2	21	22	21.640	19.3771	-155.2277	1.78	1.6	1.33	0.08	0.81	0.66	1.79	32	150	27
2018	4	2	2	23	29	0.920	19.3831	-155.2383	1.53	1.5	1.07	0.12	0.52	0.47	2.14	32	113	27
2018	4	2	2	23	53	30.380	19.3831	-155.2406	2.82	1.9	1.04	0.10	1.21	0.80	0.60	32	108	27
2018	4	2	2	23	56	37.750	19.4079	-155.2641	2.74	1.4	0.65	0.07	0.80	1.91	0.56	35	106	27
2018	4	2	3	0	36	12.720	19.3858	-155.2433	2.17	1.3	0.84	0.09	0.58	0.72	2.12	32	105	27
2018	4	2	3	1	15	57.110	19.4052	-155.2702	1.50	1.9	0.89	0.10	0.42	0.73	1.93	38	95	27
2018	4	2	3	2	42	9.910	19.3242	-155.2939	17.02	2.3	6.15	0.08	4.86	1.93	2.83	34	265	27
2018	4	2	3	2	50	31.250	19.3915	-155.2788	4.32	2.7	0.63	0.10	1.10	1.06	0.89	33	66	27
2018	4	2	3	2	56	24.790	19.3938	-155.2778	2.77	2.1	0.47	0.06	0.68	0.67	0.57	32	59	27
2018	4	2	3	3	18	20.620	19.3905	-155.2773	2.89	2.2	0.64	0.07	0.88	0.60	0.39	31	82	27
2018	4	2	3	3	27	29.660	19.4117	-155.2691	2.62	2.1	1.52	0.09	0.79	0.68	0.58	40	55	27
2018	4	2	3	3	38	51.150	19.3716	-155.2880	3.68	2.0	2.57	0.06	1.68	1.75	4.56	34	254	27
2018	4	2	3	4	38	9.140	19.3927	-155.2795	2.90	2.1	0.68	0.07	0.70	0.90	0.42	31	60	27
2018	4	2	3	5	15	7.260	19.4040	-155.2621	1.02	0.8	2.11	0.11	0.42	0.74	7.25	34	121	27
2018	4	2	3	6	32	38.660	19.3897	-155.2457	2.94	1.4	0.76	0.08	0.80	0.94	0.52	33	104	27
2018	4	2	3	6	40	19.270	19.3781	-155.1751	3.24	1.5	0.62	0.10	2.24	0.91	2.22	30	183	27
2018	4	2	3	8	21	23.400	19.3771	-155.1716	3.61	1.5	0.35	0.12	1.90	0.97	3.11	30	110	27
2018	4	2	3	8	41	11.690	19.3856	-155.2807	2.35	1.5	0.15	0.07	1.04	0.71	1.71	32	160	27
2018	4	2	3	8	59	29.510	19.3704	-155.2030	2.83	1.7	1.37	0.07	2.92	0.93	0.57	30	194	27
2018	4	2	3	9	18	58.590	19.3859	-155.2405	2.43	1.3	1.14	0.08	0.73	0.62	1.85	31	112	27
2018	4	2	3	9	37	31.550	19.3856	-155.2807	2.91	2.4	0.14	0.05	1.12	0.82	0.42	31	160	27
2018	4	2	3	10	22	55.610	19.3727	-155.2247	2.89	1.7	0.98	0.09	1.90	0.95	0.47	32	187	27
2018	4	2	3	10	44	10.730	19.4108	-155.2751	2.38	1.9	0.62	0.09	0.46	0.53	0.64	34	42	27
2018	4	2	3	11	23	40.750	19.3751	-155.2852	2.91	1.9	1.31	0.07	1.38	0.91	0.45	33	232	27
2018	4	2	3	11	32	52.690	19.3940	-155.2490	3.52	2.2	0.97	0.05	0.88	0.91	1.81	37	97	27
2018	4	2	3	11	38	11.870	19.3774	-155.2313	2.99	1.7	1.07	0.05	1.74	0.97	0.50	30	145	27
2018	4	2	3	11	38	28.850	19.3805	-155.2342	2.87	2.0	1.02	0.08	2.02	1.14	0.54	32	116	27
2018	4	2	3	11	58	54.120	19.3811	-155.2381	1.62	1.5	0.86	0.08	0.90	0.60	1.67	33	108	27
2018	4	2	3	12	0	50.450	19.3952	-155.2489	2.15	1.4	1.11	0.10	0.49	0.74	2.00	34	98	27
2018	4	2	3	12	1	32.190	19.3952	-155.2475	2.01	1.4	1.14	0.10	0.46	0.69	1.99	34	102	27
2018	4	2	3	12	43	57.990	19.3813	-155.2388	2.02	1.4	0.86	0.11	0.86	0.66	1.46	31	108	27
2018	4	2	3	13	26	32.540	19.3898	-155.2453	3.28	2.0	0.80	0.04	0.84	0.67	2.57	31	84	27
2018	4	2	3	13	42	27.940	19.3911	-155.2457	3.15	2.4	0.86	0.06	0.74	1.01	2.79	32	105	27
2018	4	2	3	14	18	20.890	19.3853	-155.2421	2.95	1.5	0.97	0.14	1.61	0.95	0.50	31	108	27
2018	4	2	3	16	19	15.850	19.3820	-155.2318	1.92	1.1	1.31	0.06	0.83	0.97	2.15	32	127	27
2018	4	2	3	16	38	37.140	19.3822	-155.2344	4.30	2.5	1.15	0.10	1.41	1.02	1.10	33	102	27
2018	4	2	3	16	40	14.370	19.3867	-155.2419	2.95	1.7	1.00	0.10	1.63	0.89	0.62	32	111	27
2018	4	2	3	16	40	43.860	19.3869	-155.2448	2.35	1.4	0.70	0.10	0.79	0.65	1.62	35	103	27
2018	4	2	3	16	44	30.810	19.3853	-155.2443	2.85	2.0	0.74	0.10	0.98	0.87	0.44	32	102	27
2018	4	2	3	16	45	4.000	19.3861	-155.2436	2.87	2.3	0.82	0.09	0.96	0.72	0.44	35	105	27
2018	4	2	3	16	59	53.640	19.3851	-155.2390	2.99	1.7	1.28	0.06	1.17	1.05	0.57	31	115	27
2018	4	2	3	17	5	35.110	19.3807	-155.2391	2.89	1.5	0.80	0.12	1.92	1.00	0.67	32	106	27
2018	4	2	3	17	13	1.110	19.3841	-155.2818	2.78	1.9	0.26	0.05	0.92	0.89	0.45	34	172	27
2018	4	2	3	17	34	58.520	19.3364	-155.1975	7.00	2.0	4.55	0.09	2.18	1.09	3.63	33	173	27
2018	4	2	3	17	39	12.030	19.3890	-155.2480	2.32	1.3	0.52	0.09	0.91	1.15	1.64	30	136	27
2018	4	2	3	19	11	40.030	19.3795	-155.2484	1.67	1.6	0.73	0.09	0.72	0.53	2.35	31	115	27
2018	4	2	3	20	31	12.240	19.3818	-155.2380	1.93	1.2	0.94	0.11	0.73	0.64	1.57	32	110	27
2018	4	2	3	21	11	8.590	19.3673	-155.2907	3.01	1.8	2.33	0.06	1.89	1.19	32.43	35	241	27
2018	4	2	3	22	49	56.710	19.4141	-155.2844	2.03	1.7	0.39	0.08	0.55	0.70	0.87	38	73	27
2018	4	2	3	23	10	10.130	19.3875	-155.2422	2.37	1.5	0.98	0.09	0.74	0.86	1.66	34	111	27
2018	4	2	4	0	57	59.970	19.3841	-155.2368	2.89	1.7	1.22	0.06	1.01	1.22	0.68	31	118	27
2018	4	2	4	2	40	50.700	19.3852	-155.2411	2.97	2.1	1.08	0.10	1.44					

2018	4	2	4	4	25	59.970	19.3872	-155.2356	1.64	0.0	1.59	0.10	0.56	0.59	3.29	32	130	27
2018	4	2	4	4	40	49.610	19.3843	-155.2354	2.99	2.3	1.30	0.09	1.49	0.98	0.48	31	99	27
2018	4	2	4	4	44	35.750	19.3867	-155.2439	2.92	2.0	0.79	0.05	0.94	0.71	0.40	33	105	27
2018	4	2	4	6	55	39.810	19.3756	-155.2466	2.59	2.5	1.83	0.09	0.93	0.66	0.42	39	164	27
2018	4	2	4	6	57	8.320	19.3782	-155.2493	2.48	2.0	0.83	0.10	0.92	0.64	0.50	37	126	27
2018	4	2	4	7	4	42.260	19.3849	-155.2387	3.20	2.2	1.26	0.07	1.00	0.77	2.68	32	94	27
2018	4	2	4	10	16	50.130	19.3787	-155.2382	2.88	1.6	0.61	0.06	1.80	0.87	0.49	31	103	27
2018	4	2	4	11	6	42.890	19.3762	-155.2331	3.61	1.6	0.85	0.03	1.64	1.08	2.98	30	153	27
2018	4	2	4	12	59	46.130	19.3864	-155.2440	3.17	1.3	0.78	0.04	0.77	1.03	2.65	31	104	27
2018	4	2	4	13	14	42.000	19.3813	-155.2335	1.26	1.3	1.13	0.08	0.71	0.81	2.37	30	120	27
2018	4	2	4	13	39	46.570	19.3884	-155.2435	3.21	1.6	0.89	0.07	0.96	1.28	3.25	31	108	27
2018	4	2	4	15	47	11.200	19.3687	-155.2118	2.88	1.4	0.69	0.08	2.43	1.06	0.51	31	199	27
2018	4	2	4	16	48	28.400	19.3859	-155.2804	2.59	1.1	0.14	0.07	0.96	0.65	0.58	33	157	27
2018	4	2	4	17	12	29.150	19.3794	-155.2344	1.67	1.4	0.91	0.10	0.95	0.65	1.78	31	120	27
2018	4	2	4	17	42	36.820	19.3843	-155.2402	1.77	1.8	1.17	0.09	0.53	0.68	1.70	32	110	27
2018	4	2	4	17	44	10.410	19.3834	-155.2418	1.83	1.8	1.03	0.10	0.51	0.53	1.35	36	105	27
2018	4	2	4	17	58	33.290	19.3841	-155.2410	2.06	1.7	1.10	0.11	0.55	0.59	1.47	33	108	27
2018	4	2	4	18	15	36.290	19.3832	-155.2419	2.29	1.3	1.02	0.11	0.77	0.98	1.68	33	104	27
2018	4	2	4	19	38	14.020	19.3823	-155.2357	2.74	1.2	1.09	0.08	3.92	1.15	1.74	30	143	27
2018	4	2	4	20	8	42.570	19.3800	-155.2345	1.19	1.1	0.95	0.08	1.44	0.62	2.00	31	178	27
2018	4	2	4	20	58	5.100	19.3806	-155.2393	1.20	1.3	0.78	0.07	1.13	0.63	1.60	30	172	27
2018	4	2	4	21	0	19.880	19.3852	-155.2418	1.75	1.4	1.00	0.10	0.76	0.73	1.73	31	108	27
2018	4	2	4	21	0	48.030	19.3819	-155.2405	2.74	1.1	0.91	0.05	2.81	1.15	1.22	30	133	27
2018	4	2	4	21	2	54.000	19.3847	-155.2427	2.41	1.8	0.91	0.08	0.60	0.67	0.94	32	105	27
2018	4	2	4	21	3	29.240	19.3828	-155.2432	2.14	1.2	0.90	0.08	0.83	0.62	2.07	33	100	27
2018	4	2	4	21	3	40.940	19.3848	-155.2424	2.19	1.4	0.95	0.09	0.62	0.69	2.47	32	106	27
2018	4	2	4	21	4	27.260	19.3840	-155.2431	2.03	1.3	0.88	0.09	0.71	0.57	1.39	32	103	27
2018	4	2	4	21	8	46.280	19.3829	-155.2409	1.57	1.3	1.02	0.10	0.82	0.52	1.61	33	106	27
2018	4	2	4	21	16	36.910	19.4073	-155.2563	3.64	1.9	0.66	0.10	0.83	1.23	2.00	30	80	27
2018	4	2	4	22	16	55.140	19.3871	-155.2460	2.22	1.6	0.59	0.09	0.48	0.61	1.30	33	100	27
2018	4	2	4	23	23	12.490	19.3703	-155.2066	4.77	2.3	1.02	0.08	1.58	0.94	1.81	32	134	27
2018	4	2	4	23	24	45.410	19.4050	-155.2410	3.41	2.0	1.16	0.08	1.00	0.75	2.73	33	87	27
2018	4	2	4	23	31	1.390	19.3712	-155.2085	2.80	1.7	0.79	0.09	2.32	0.89	0.51	33	191	27
2018	4	2	4	23	33	40.690	19.3693	-155.2138	3.44	1.8	0.53	0.04	2.44	1.21	2.46	30	197	27
2018	4	2	4	23	35	10.160	19.3918	-155.2438	2.69	1.2	1.06	0.08	0.60	1.71	0.76	30	158	27
2018	4	2	4	23	44	32.200	19.3743	-155.2133	2.59	1.8	0.24	0.10	2.28	0.81	0.53	31	174	27
2018	4	2	4	23	56	18.740	19.3936	-155.2462	2.13	1.6	1.05	0.11	0.51	0.82	1.95	34	105	27
2018	4	2	5	0	2	21.780	19.3727	-155.2176	2.85	1.6	0.25	0.11	2.32	1.08	0.54	30	188	27
2018	4	2	5	0	10	21.470	19.3744	-155.2195	2.85	1.4	0.42	0.10	2.04	0.94	0.50	32	169	27
2018	4	2	5	0	43	38.390	19.3880	-155.2483	2.03	2.5	0.43	0.14	0.42	0.49	0.70	37	69	27
2018	4	2	5	0	44	48.910	19.3901	-155.2444	2.56	2.1	0.89	0.11	0.59	0.86	0.84	32	107	27
2018	4	2	5	0	50	39.680	19.3890	-155.2464	2.29	1.4	0.64	0.11	0.84	0.65	1.56	31	101	27
2018	4	2	5	0	51	7.970	19.3860	-155.2447	2.14	1.6	0.70	0.10	0.67	0.64	1.39	31	102	27
2018	4	2	5	1	25	11.440	19.3872	-155.2439	3.09	1.6	0.80	0.04	0.74	1.03	2.49	32	106	27
2018	4	2	5	1	50	0.640	19.3815	-155.2366	3.23	1.5	0.97	0.08	1.71	1.09	4.16	31	112	27
2018	4	2	5	2	30	12.000	19.3860	-155.2420	3.02	1.7	0.98	0.02	0.87	0.86	2.31	31	109	27
2018	4	2	5	2	42	9.480	19.3853	-155.2433	1.33	1.6	0.84	0.06	0.95	0.68	1.60	31	136	27
2018	4	2	5	2	53	42.220	19.3870	-155.2430	2.92	1.5	0.89	0.07	1.11	0.90	0.58	31	108	27
2018	4	2	5	3	4	58.430	19.3940	-155.2759	3.60	2.6	0.28	0.07	0.91	0.90	1.52	32	83	27
2018	4	2	5	3	13	11.530	19.3875	-155.2450	2.10	1.8	0.70	0.11	0.59	0.74	1.43	32	104	27
2018	4	2	5	3	28	30.650	19.3843	-155.2438	1.27	1.8	0.80	0.05	0.68	0.71	1.56	33	102	27
2018	4	2	5	5	3	3.830	19.3918	-155.2481	2.00	1.6	0.77	0.11	0.53	0.67	1.51	33	99	27
2018	4	2	5	5	14	49.940	19.3660	-155.2122	3.06	1.3	0.93	0.12	2.63	1.16	1.97	31	215	27
2018	4	2	5	5	29	12.500	19.3821	-155.2352	2.99	1.6	1.10	0.06	2.13	1.42	0.68	31	118	27
2018	4	2	5	5	55	17.170	19.3660	-155.2286	1.59	1.2	1.52	0.00	7.60	1.21	5.75	27	223	27
2018	4	2	5	6	16	55.170	19.3876	-155.2458	2.30	1.8	0.63	0.09	0.67	0.56	1.89	32	101	27
2018	4	2	5	6	21	19.750	19.3808	-155.2359	1.57	1.4	0.94	0.11	1.07	0.59	2.23	31	112	27
2018	4	2	5	6	33	57.000	19.3870	-155.2440	3.29	2.0	0.79	0.03	0.75	0.99	2.84	32	105	27
2018	4	2	5	6	44	50.370	19.3750	-155.2301	2.69	1.2	1.12	0.07	1.61	1.12	0.88	31	169	27
2018	4	2	5	6	49	35.650	19.3921	-155.2770	2.93	2.1	0.50	0.06	0.91	0.66	0.42	33	71	27
2018	4	2	5	7	1	29.440	19.3877	-155.2463	2.43	1.7	0.58	0.10	0.70	0.59	1.38	34	100	27
2018	4	2	5	7	10	18.750	19.3893	-155.2437	3.22	2.1	0.90	0.05	0.76	1.04	2.95	34	108	27
2018	4	2	5	7	21	29.840	19.3339	-155.1817	6.70	1.6	5.19	0.06	2.09	1.56	5.52	31	163	27
2018	4	2	5	7	38	34.380	19.3799	-155.2315	2.96	1.5	1.19	0.07	1.91	1.46	0.68	31	124	27
2018	4	2	5	7	46	12.080	19.3866	-155.2439	2.90	1.6	0.79	0.10	0.95	0.73	0.50	32	105	27
2018	4	2	5	7	53	14.100	19.3984	-155.2455	3.58	2.6	1.55	0.10	0.99	0.66	2.35	31	75	27
2018	4	2	5	7	56	40.450	19.3801	-155.2355	1.75	1.6	0.90	0.11	0.84	0.58	1.44	32	112	27
2018	4	2	5	8	14	36.120	19.3856	-155.2400	2.94	2.3	1.19	0.09	1.43	1.06	0.42	33	113	27
2018	4	2	5	8	34	54.420	19.3862	-155.2455	2.61	1.4	0.62	0.09	0.76	0.62	0.86	33	100	27
2018	4	2	5	9	47	52.390	19.3898	-155.3014	2.93	2.0	0.77	0.11	1.90	1.47	0.55	33	218	27
2018	4	2	5	9	51	14.430	19.3843	-155.2823	2.71	1.8	0.25	0.04	0.97	0.87	0.49	33	173	27
2018	4	2	5	9	52	30.320	19.4170	-155.2648	3.00	2.0	0.75	0.07	0.98	0.88	2.22	29	62	27
2018	4	2	5	9	53	57.690	19.3819	-155.2806	2.61	1.7	0.52	0.06	1.23	0.82	0.89	34	181	27
2018	4	2	5	10	54	45.030	19.3797	-155.2330	1.81	1.4	1.04	0.05	1.37	0.72	2.41	29	122	27
2018	4	2	5	10	55	46.590	19.4169	-155.2635	2.98	2.0	0.65	0.07	1.13	0.82	0.40			

2018	4	2	5	11	34	28.710	19.4082	-155.2436	3.33	1.4	0.95	0.09	0.97	0.84	2.51	33	82	27
2018	4	2	5	12	22	27.330	19.3861	-155.2813	2.93	2.0	0.06	0.03	1.23	1.18	0.43	30	158	27
2018	4	2	5	12	31	19.750	19.3860	-155.2821	2.57	1.8	0.07	0.08	0.89	0.61	0.59	33	161	27
2018	4	2	5	12	32	10.570	19.3894	-155.2782	2.71	1.4	0.48	0.07	0.89	0.64	0.61	31	88	27
2018	4	2	5	12	39	25.340	19.3888	-155.2775	2.90	1.7	0.50	0.07	0.89	0.68	0.43	31	98	27
2018	4	2	5	12	43	23.880	19.3864	-155.2283	1.00	1.9	1.92	0.18	0.72	0.48	44.22	31	115	27
2018	4	2	5	13	2	0.150	19.3868	-155.2805	2.55	1.7	0.13	0.07	0.98	0.72	0.54	33	121	27
2018	4	2	5	13	19	38.600	19.3828	-155.2497	2.00	2.4	0.34	0.10	0.65	0.55	0.50	33	94	27
2018	4	2	5	14	20	14.930	19.4054	-155.2458	2.96	1.7	1.34	0.08	0.88	0.70	0.45	32	74	27
2018	4	2	5	17	2	5.150	19.3663	-155.2237	3.26	1.8	1.20	0.13	1.99	1.10	1.83	31	204	27
2018	4	2	5	17	4	0.820	19.4148	-155.2464	2.92	1.3	0.85	0.08	0.70	0.98	0.44	32	145	27
2018	4	2	5	17	8	50.080	19.4055	-155.2673	2.54	1.9	0.82	0.08	0.61	0.96	0.69	35	81	27
2018	4	2	5	17	31	31.520	19.4070	-155.2625	2.38	1.9	0.63	0.08	0.66	0.81	0.67	31	63	27
2018	4	2	5	18	18	23.100	19.4119	-155.2707	4.21	2.9	1.55	0.05	1.31	0.90	2.19	30	43	27
2018	4	2	5	18	21	13.520	19.4044	-155.2707	1.58	1.7	1.35	0.10	0.51	0.64	1.87	38	69	27
2018	4	2	5	18	38	42.790	19.4056	-155.2646	2.29	2.3	1.49	0.07	0.50	0.64	0.77	35	72	27
2018	4	2	5	18	55	6.940	19.4099	-155.2460	3.38	1.6	0.99	0.06	0.95	1.43	2.49	33	101	27
2018	4	2	5	19	9	1.150	19.3895	-155.2447	3.04	1.7	0.82	0.03	0.73	0.99	2.56	32	106	27
2018	4	2	5	20	7	43.110	19.4057	-155.2617	1.23	1.9	0.74	0.10	0.51	0.65	1.73	31	106	27
2018	4	2	5	21	5	48.200	19.3921	-155.2561	1.87	1.8	0.88	0.11	0.39	0.49	0.77	36	62	27
2018	4	2	5	21	26	21.470	19.4127	-155.2483	3.00	1.6	1.08	0.11	0.84	0.95	2.04	31	124	27
2018	4	2	5	22	30	21.970	19.3911	-155.2764	2.79	1.9	0.55	0.08	0.71	0.70	0.49	30	81	27
2018	4	2	5	22	39	27.360	19.3874	-155.2401	1.69	2.1	1.20	0.12	0.50	0.54	1.10	35	75	27
2018	4	2	5	22	57	45.420	19.4064	-155.2675	2.24	2.0	0.93	0.06	0.46	0.83	0.52	37	80	27
2018	4	2	5	23	4	19.370	19.4180	-155.2629	3.00	1.6	0.60	0.07	1.41	1.07	0.58	33	75	27
2018	4	2	5	23	17	0.050	19.4173	-155.2621	3.18	1.8	0.61	0.05	0.93	0.77	2.23	28	84	27
2018	4	2	5	23	33	16.510	19.4076	-155.2621	2.72	2.1	1.71	0.08	0.61	0.71	0.54	36	67	27
2018	4	2	5	23	37	9.800	19.4078	-155.2543	2.02	2.2	0.75	0.12	0.65	0.97	0.59	30	86	27
2018	4	2	6	2	37	0.440	19.3853	-155.2359	4.47	2.7	1.39	0.08	1.37	1.02	1.10	35	81	27
2018	4	2	6	2	42	4.170	19.3891	-155.2489	2.26	1.6	0.47	0.10	0.69	0.97	1.58	32	132	27
2018	4	2	6	3	48	50.630	19.4093	-155.2436	4.01	1.6	0.85	0.10	1.23	0.93	3.06	32	90	27
2018	4	2	6	3	52	45.310	19.3657	-155.2297	2.39	2.5	1.74	0.08	1.56	0.67	0.49	38	152	27
2018	4	2	6	5	25	3.600	19.4199	-155.3088	5.36	2.5	1.73	0.09	2.18	4.25	1.27	34	285	27
2018	4	2	6	6	26	6.760	19.3809	-155.2358	3.03	2.0	0.95	0.06	0.98	1.03	3.01	32	114	27
2018	4	2	6	6	29	18.200	19.4173	-155.2414	4.85	2.6	0.40	0.10	1.18	1.02	1.46	35	153	27
2018	4	2	6	6	32	44.180	19.3084	-155.4503	30.33	2.5	18.74	0.07	5.95	3.03	3.34	42	284	27
2018	4	2	6	6	46	15.860	19.3858	-155.2379	1.65	1.7	1.38	0.12	0.59	0.83	2.30	33	119	27
2018	4	2	6	7	15	20.020	19.3921	-155.2475	2.46	1.8	0.83	0.07	0.59	0.65	1.97	33	100	27
2018	4	2	6	7	32	6.370	19.4140	-155.2422	3.29	1.8	0.43	0.06	1.22	0.71	1.76	34	132	27
2018	4	2	6	8	9	35.440	19.3852	-155.2389	3.05	1.6	1.29	0.09	0.85	1.09	2.86	31	116	27
2018	4	2	6	8	18	22.460	19.3848	-155.2335	0.09	1.3	1.45	0.11	0.44	0.41	21.33	31	130	27
2018	4	2	6	8	24	20.650	19.3536	-155.1945	3.56	1.5	3.14	0.03	4.88	1.39	8.84	33	220	27
2018	4	2	6	8	42	53.840	19.3823	-155.2346	1.33	1.6	1.15	0.11	0.90	0.53	2.23	32	121	27
2018	4	2	6	10	32	58.640	19.3834	-155.2356	2.26	1.4	1.20	0.06	0.84	0.96	3.22	31	120	27
2018	4	2	6	10	54	22.920	19.3809	-155.2354	2.89	1.7	0.98	0.09	1.83	1.17	0.54	30	114	27
2018	4	2	6	11	21	53.750	19.3850	-155.2782	3.34	2.3	0.40	0.08	1.20	0.83	1.61	30	156	27
2018	4	2	6	11	47	12.200	19.3137	-155.2013	8.00	1.8	6.82	0.07	2.70	1.60	4.81	33	203	27
2018	4	2	6	12	10	34.530	19.3659	-155.2120	4.81	2.1	0.95	0.08	2.68	1.17	1.88	32	207	27
2018	4	2	6	12	23	47.850	19.3887	-155.2485	2.93	1.2	0.46	0.05	0.69	0.84	0.45	34	95	27
2018	4	2	6	12	23	57.860	19.3890	-155.2465	2.77	1.8	0.64	0.07	0.73	0.86	0.56	30	101	27
2018	4	2	6	13	12	51.610	19.3862	-155.2448	2.86	1.7	0.69	0.09	0.94	0.71	0.48	32	102	27
2018	4	2	6	13	47	44.410	19.3843	-155.2402	1.93	1.5	1.17	0.07	0.90	0.65	1.86	31	111	27
2018	4	2	6	18	46	25.090	19.3841	-155.2374	2.98	1.9	1.20	0.05	1.38	1.11	0.64	31	117	27
2018	4	2	6	19	37	11.170	19.3832	-155.2364	4.14	2.5	1.14	0.08	1.44	0.84	1.22	35	88	27
2018	4	2	6	19	44	40.000	19.3842	-155.2812	2.87	2.3	0.26	0.06	1.13	0.67	0.45	33	170	27
2018	4	2	6	19	46	41.200	19.3830	-155.2816	2.62	2.1	0.39	0.07	0.99	0.61	0.54	33	178	27
2018	4	2	6	19	49	18.270	19.3903	-155.2447	2.78	1.5	0.88	0.10	0.60	0.94	0.59	32	107	27
2018	4	2	6	19	53	2.310	19.3885	-155.2456	2.15	1.4	0.69	0.11	0.84	0.68	1.59	30	103	27
2018	4	2	6	20	56	40.010	19.3793	-155.2846	2.99	1.8	0.85	0.02	1.90	1.53	0.47	33	211	27
2018	4	2	6	22	33	56.710	19.3878	-155.2439	2.96	1.6	0.82	0.08	1.26	0.94	0.46	32	107	27
2018	4	2	6	23	2	27.260	19.3821	-155.2406	2.78	1.3	0.94	0.06	1.11	0.78	0.46	33	89	27
2018	4	2	6	23	4	47.750	19.3832	-155.2415	1.82	1.7	1.06	0.10	0.63	0.68	1.40	32	105	27
2018	4	2	6	23	8	24.200	19.3855	-155.2353	3.63	2.0	1.43	0.06	0.93	1.08	1.82	32	126	27
2018	4	2	6	23	12	58.290	19.3838	-155.2434	2.85	1.2	0.86	0.05	1.09	0.94	0.56	29	102	27
2018	4	2	6	23	16	6.790	19.3931	-155.2493	3.20	1.4	0.87	0.04	0.76	0.93	2.44	33	96	27
2018	4	2	6	23	20	56.730	19.3823	-155.2419	2.57	1.5	0.97	0.08	0.83	0.66	0.48	34	87	27
2018	4	2	6	23	26	57.500	19.3828	-155.2410	2.67	1.4	1.01	0.05	1.00	0.84	0.53	35	106	27
2018	4	2	6	23	36	49.670	19.3805	-155.2418	1.80	1.7	0.76	0.10	0.78	0.58	1.31	32	99	27
2018	4	2	6	23	47	9.790	19.3841	-155.2430	2.77	1.5	0.89	0.09	1.09	0.89	0.63	30	103	27
2018	4	2	6	23	49	42.100	19.3842	-155.2246	2.64	1.4	1.49	0.09	1.09	1.20	0.89	27	162	27
2018	4	2	7	0	13	23.410	19.3861	-155.2426	3.04	2.3	0.92	0.10	0.84	0.71	1.90	32	88	27
2018	4	2	7	1	1	13.200	19.3823	-155.2404	2.61	1.8	0.96	0.09	0.90	0.71	0.59	31	106	27
2018	4	2	7	1	7	43.200	19.3877	-155.2449	2.31	1.4	0.71	0.09	0.53	0.59	0.61	34	104	27
2018	4	2	7	1	14	55.130	19.3842	-155.2405	1.66	1.4	1.15	0.11	0.57	0.71	1.98	32	110	27
2018	4	2	7	1	17	19.860	19.3878	-155.2439	2.24	1.5	0.82	0.08	0.72	0.81	2.45			

2018	4	2	7	1	39	27.350	19.3874	-155.2445	3.08	1.8	0.75	0.07	0.77	1.04	2.73	30	105	27
2018	4	2	7	1	47	37.140	19.3920	-155.2464	3.30	1.8	0.89	0.07	0.78	1.15	2.97	32	103	27
2018	4	2	7	2	4	17.520	19.3790	-155.2318	2.91	1.8	1.11	0.09	2.02	0.89	0.49	32	130	27
2018	4	2	7	2	5	9.400	19.3816	-155.2343	2.88	1.7	1.10	0.08	2.04	1.17	0.59	31	119	27
2018	4	2	7	2	41	27.460	19.3887	-155.2423	3.26	2.0	1.01	0.08	0.92	0.72	2.77	30	89	27
2018	4	2	7	3	43	42.770	19.3910	-155.2484	2.78	1.9	0.68	0.09	0.60	0.78	0.58	33	97	27
2018	4	2	7	4	2	23.470	19.3824	-155.2490	1.48	1.9	0.42	0.08	0.50	0.46	1.63	34	96	27
2018	4	2	7	4	22	17.380	19.3630	-155.0664	9.46	2.4	4.45	0.07	2.01	1.11	2.77	31	162	27
2018	4	2	7	4	55	27.940	19.3849	-155.2430	2.82	1.6	0.88	0.07	0.96	0.93	0.51	32	105	27
2018	4	2	7	6	18	31.620	19.3813	-155.2362	1.79	1.5	0.97	0.08	0.98	0.67	1.76	30	113	27
2018	4	2	7	6	39	22.880	19.3896	-155.2483	2.40	1.5	0.55	0.10	0.64	0.68	2.14	33	96	27
2018	4	2	7	7	11	38.500	19.3833	-155.2342	4.80	2.4	1.26	0.08	1.68	0.95	1.12	32	95	27
2018	4	2	7	7	13	8.590	19.3826	-155.2408	2.90	1.7	0.99	0.10	1.36	0.93	0.43	32	106	27
2018	4	2	7	7	51	49.200	19.3692	-155.2161	2.88	1.3	0.52	0.07	3.05	1.11	0.53	30	197	27
2018	4	2	7	8	20	27.550	19.3850	-155.2421	2.89	1.4	0.97	0.08	1.19	0.78	0.66	30	107	27
2018	4	2	7	8	38	25.850	19.3741	-155.2312	2.95	1.5	0.99	0.07	2.21	1.04	0.53	30	175	27
2018	4	2	7	8	51	53.040	19.3815	-155.2328	1.71	1.5	1.20	0.09	1.07	0.59	2.46	30	123	27
2018	4	2	7	9	54	28.610	19.3770	-155.2266	2.18	1.4	1.22	0.06	0.82	0.67	1.96	30	150	27
2018	4	2	7	10	19	16.820	19.3720	-155.2204	2.79	2.0	0.55	0.07	2.67	1.00	0.56	29	189	27
2018	4	2	7	12	49	40.100	19.3704	-155.2292	2.36	1.8	1.26	0.10	1.20	0.79	0.58	32	192	27
2018	4	2	7	14	23	10.740	19.3815	-155.2467	1.22	1.9	0.65	0.10	0.51	0.68	1.75	34	96	27
2018	4	2	7	15	15	10.450	19.3812	-155.2483	1.56	1.8	0.57	0.09	0.89	0.66	1.82	30	101	27
2018	4	2	7	15	39	59.900	19.3745	-155.2307	2.74	1.8	1.06	0.11	3.46	0.96	1.07	30	173	27
2018	4	2	7	16	10	31.660	19.3821	-155.2410	2.86	1.9	0.94	0.09	1.12	0.92	0.56	31	104	27
2018	4	2	7	17	42	31.700	19.3825	-155.2491	1.65	2.1	0.41	0.09	0.49	0.53	1.11	34	95	27
2018	4	2	7	18	41	57.800	19.3844	-155.2361	1.70	1.5	1.28	0.12	0.71	0.47	2.09	32	97	27
2018	4	2	7	20	57	26.360	19.3797	-155.2342	2.36	2.0	1.91	0.08	1.02	0.52	0.47	36	146	27
2018	4	2	7	21	39	40.530	19.3714	-155.2240	2.94	1.5	0.94	0.07	2.75	1.17	0.54	29	190	27
2018	4	2	7	23	9	57.890	19.3756	-155.2258	2.26	1.4	1.10	0.04	1.74	0.88	2.06	29	163	27
2018	4	2	7	23	40	41.160	19.3184	-155.1986	10.57	2.4	6.39	0.05	2.17	1.25	2.93	36	193	27
2018	4	2	8	1	8	0.800	19.3130	-155.2000	11.05	2.5	6.93	0.06	2.26	1.29	2.96	33	199	27
2018	4	2	8	2	19	37.170	19.3523	-155.1941	7.10	2.4	3.28	0.09	1.84	1.13	2.07	32	150	27
2018	4	2	8	2	21	52.680	19.3523	-155.1929	7.42	1.7	3.36	0.07	1.98	1.17	2.23	30	150	27
2018	4	2	8	9	20	47.960	19.3778	-155.2823	2.87	1.8	0.97	0.07	1.27	0.74	0.42	34	210	27
2018	4	2	8	11	29	50.690	19.3830	-155.2500	2.06	2.3	0.31	0.11	0.59	0.47	0.47	37	93	27
2018	4	2	8	15	22	46.380	19.3795	-155.2345	2.99	1.7	0.91	0.05	1.92	0.95	0.46	30	118	27
2018	4	2	8	17	4	7.030	19.2905	-155.3562	33.74	2.6	12.80	0.08	6.16	2.26	2.16	39	262	27
2018	4	2	8	17	5	11.590	19.3785	-155.2400	1.60	1.8	0.54	0.08	0.91	0.55	1.35	30	99	27
2018	4	2	8	19	29	49.780	19.3631	-155.2936	5.30	2.0	2.88	0.10	3.23	2.08	1.04	31	245	27
2018	4	2	8	23	9	53.450	19.3823	-155.2511	1.78	2.1	0.35	0.08	0.55	0.50	0.90	35	97	27
2018	4	2	9	5	40	53.960	19.3881	-155.2447	1.56	2.2	0.75	0.08	0.49	0.77	2.08	31	105	27
2018	4	2	9	5	46	18.960	19.3878	-155.2456	3.13	1.6	0.65	0.15	0.84	0.99	4.01	34	101	27
2018	4	2	9	8	44	8.320	19.3864	-155.2418	1.73	2.2	1.01	0.10	0.42	0.45	0.93	33	89	27
2018	4	2	9	9	33	2.810	19.3895	-155.2769	2.87	2.1	0.60	0.06	0.99	0.68	0.45	30	93	27
2018	4	2	9	16	47	56.130	19.3080	-155.2209	9.27	2.1	7.31	0.07	2.89	1.54	4.48	32	216	27
2018	4	2	9	19	8	21.270	19.3779	-155.2305	2.16	1.4	1.17	0.04	0.74	0.65	1.97	31	141	27
2018	4	2	9	21	28	56.830	19.3823	-155.2404	1.43	1.6	0.96	0.11	0.72	0.78	1.99	30	106	27
2018	4	2	9	22	58	53.200	19.3114	-155.2029	7.87	2.2	7.03	0.10	2.65	1.09	4.58	31	203	27
2018	4	2	9	23	9	43.690	19.3911	-155.2471	1.98	1.4	0.76	0.09	0.58	0.76	1.52	31	100	27
2018	4	2	9	23	18	42.540	19.3885	-155.0911	4.22	2.0	2.01	0.09	2.17	1.00	0.87	31	139	27
2018	4	2	9	23	40	30.430	19.3819	-155.2362	3.20	2.2	1.02	0.10	1.19	0.65	1.52	30	95	27
2018	4	3	0	0	26	21.010	19.3825	-155.2352	2.01	1.4	1.13	0.12	0.82	0.53	0.82	31	97	27
2018	4	3	0	6	59	51.110	19.2755	-155.3990	35.18	1.9	16.80	0.09	7.43	2.81	3.86	33	276	27
2018	4	3	0	7	29	58.280	19.3959	-155.2544	2.96	1.7	1.20	0.06	0.76	0.89	0.41	32	82	27
2018	4	3	0	10	53	43.660	19.3521	-155.1193	9.00	1.7	3.68	0.08	2.09	1.11	3.29	32	136	27
2018	4	3	0	12	25	22.250	19.3331	-155.1930	5.95	1.6	5.09	0.06	2.34	1.11	0.95	31	173	27
2018	4	3	0	12	46	58.280	19.3819	-155.2336	2.13	1.4	1.18	0.04	1.10	0.75	2.37	30	122	27
2018	4	3	0	14	48	49.040	19.4045	-155.2312	25.39	2.0	1.40	0.08	4.30	1.61	2.46	38	112	27
2018	4	3	0	16	41	33.070	19.3851	-155.2815	2.89	1.5	0.15	0.07	1.22	0.84	0.46	32	165	27
2018	4	3	0	16	52	30.490	19.3639	-155.1316	8.81	2.4	2.41	0.10	2.24	1.01	2.80	33	119	27
2018	4	3	0	16	56	19.000	19.3947	-155.2405	4.37	1.7	1.53	0.09	0.95	0.82	1.80	32	75	27
2018	4	3	0	20	15	21.100	19.3957	-155.2522	2.62	1.6	1.13	0.08	0.62	0.71	0.96	32	67	27
2018	4	3	0	23	13	58.800	19.3752	-155.2334	2.93	1.6	0.78	0.09	2.28	0.88	0.50	30	164	27
2018	5	1	1	45	52.740	19.3886	-155.0851	4.84	1.5	1.85	0.06	2.16	0.79	0.83	28	137	26	
2018	5	1	1	52	49.240	19.3854	-155.0919	4.91	1.6	2.05	0.05	2.31	0.81	0.99	29	134	26	
2018	5	1	2	17	40.470	19.3955	-155.0788	4.94	1.7	0.85	0.05	2.95	1.44	1.29	27	143	26	
2018	5	1	2	33	16.700	19.4115	-155.0912	4.50	1.5	1.97	0.04	2.71	1.29	1.83	29	158	26	
2018	5	1	2	50	20.770	19.3941	-155.0941	4.07	1.5	1.64	0.11	2.63	1.40	1.83	28	144	26	
2018	5	1	2	59	25.750	19.4003	-155.1081	4.47	1.1	0.83	0.08	2.50	1.04	0.92	28	152	26	
2018	5	1	3	3	8.630	19.3978	-155.0359	4.39	1.6	4.16	0.06	3.33	1.54	1.89	29	157	26	
2018	5	1	3	15	49.850	19.4001	-155.1083	4.81	1.3	0.80	0.06	2.53	1.04	1.30	29	150	26	
2018	5	1	3	19	46.490	19.3983	-155.1120	2.62	1.6	0.64	0.08	2.20	1.23	0.49	30	164	26	
2018	5	1	3	32	37.910	19.4071	-155.0747	5.08	1.5	0.53	0.07	2.83	0.87	0.95	28	141	26	
2018	5	1	3	46	24.840	19.3947	-155.1092	4.47	1.2	0.19	0.06	2.36	1.05	0.88	28	146	26	
2018	5	1	3	50	30.410	19.4159	-155.0711	4.58	1.5	1.56	0.06	3.07	0.91	1.06	28	161	26	
2018	5	1	3	55	6.800													

2018	5	1	3	56	30.360	19.3497	-155.0575	6.01	1.6	6.12	0.06	2.35	1.28	41.97	29	176	26
2018	5	1	4	14	22.730	19.4196	-155.0546	4.68	1.5	2.88	0.07	3.49	1.21	1.30	29	161	26
2018	5	1	4	18	24.640	19.3970	-155.1012	4.81	1.6	0.99	0.11	2.49	1.60	0.87	28	147	26
2018	5	1	4	24	37.220	19.4153	-155.0557	4.52	1.6	2.50	0.08	3.23	1.15	1.19	32	159	26
2018	5	1	4	27	55.190	19.4117	-155.0565	4.02	1.2	2.22	0.07	3.49	1.59	1.55	29	159	26
2018	5	1	4	28	14.520	19.4194	-155.0593	4.26	1.7	2.52	0.06	3.52	1.39	1.62	28	165	26
2018	5	1	4	29	8.230	19.4026	-155.0500	2.92	1.7	2.64	0.05	3.32	1.44	0.88	31	147	26
2018	5	1	4	29	35.190	19.3982	-155.0487	2.83	1.5	2.82	0.07	2.54	1.17	0.73	30	150	26
2018	5	1	4	32	7.260	19.4124	-155.0590	4.89	1.6	2.03	0.08	3.02	1.00	1.04	31	161	26
2018	5	1	4	33	14.230	19.4209	-155.0591	4.63	1.6	2.66	0.05	3.05	1.00	1.12	28	163	26
2018	5	1	4	40	40.200	19.3499	-155.0603	10.91	2.8	6.01	0.05	3.16	1.40	4.25	26	175	26
2018	5	1	4	56	21.260	19.4226	-155.0537	4.90	1.5	3.18	0.07	3.12	1.04	1.10	34	163	26
2018	5	1	4	57	31.580	19.4170	-155.0515	5.13	1.6	2.97	0.08	3.40	1.16	1.28	30	159	26
2018	5	1	5	39	42.500	19.4277	-155.0453	5.00	1.6	4.21	0.07	3.53	1.15	1.10	34	169	26
2018	5	1	5	49	9.600	19.3575	-155.0650	9.67	2.7	5.08	0.06	3.06	1.14	4.04	28	167	26
2018	5	1	5	55	11.800	19.3918	-154.9961	1.69	1.7	4.72	0.09	3.35	1.66	2.95	27	182	26
2018	5	1	6	0	58.340	19.4152	-155.0376	4.91	2.0	4.04	0.07	3.78	1.50	2.47	27	146	26
2018	5	1	6	3	34.990	19.4222	-155.0440	5.00	1.6	3.94	0.07	4.07	1.39	1.55	27	164	26
2018	5	1	6	19	4.470	19.3884	-155.0065	8.27	0.0	5.01	0.03	3.51	2.04	6.65	27	178	26
2018	5	1	6	24	9.470	19.4270	-155.0496	2.69	1.5	3.83	0.10	3.58	1.12	1.04	27	174	26
2018	5	1	6	38	7.900	19.3539	-155.0609	9.83	1.5	5.57	0.06	3.08	1.40	4.48	28	171	26
2018	5	1	7	20	4.450	19.3913	-155.0805	4.19	1.5	1.34	0.04	2.42	0.98	1.52	28	137	26
2018	5	1	7	30	11.650	19.3954	-155.0128	1.42	1.2	4.33	0.26	2.41	1.54	1.92	28	170	26
2018	5	1	7	40	0.380	19.3742	-155.0290	6.02	1.6	8.73	0.12	6.76	1.51	42.92	31	218	26
2018	5	1	7	42	15.970	19.4325	-155.0187	4.74	1.6	1.50	0.07	3.44	1.31	1.20	29	167	26
2018	5	1	7	43	9.290	19.4215	-155.0120	3.64	1.5	1.56	0.06	3.55	1.28	1.49	31	152	26
2018	5	1	7	51	34.700	19.4403	-155.0199	4.30	1.6	1.77	0.04	3.46	1.48	1.40	30	165	26
2018	5	1	8	2	7.010	19.4356	-154.9959	4.71	1.5	0.93	0.09	3.74	1.29	1.50	31	157	26
2018	5	1	8	16	2.620	19.4480	-155.0200	4.40	1.5	2.28	0.08	3.70	1.40	1.82	31	181	26
2018	5	1	8	18	4.140	19.4311	-155.0504	4.81	1.8	4.83	0.08	3.33	0.97	1.86	31	169	26
2018	5	1	8	25	26.310	19.4459	-155.0193	4.18	1.6	2.06	0.06	3.91	1.39	1.82	27	178	26
2018	5	1	8	31	15.290	19.3930	-155.0020	1.18	1.5	4.51	0.15	3.24	1.99	2.83	27	178	26
2018	5	1	8	32	12.830	19.4461	-155.0188	3.94	1.3	2.04	0.05	4.56	1.66	1.90	27	185	26
2018	5	1	8	40	0.530	19.3836	-155.0378	4.19	1.4	6.55	0.09	3.42	4.10	5.01	28	165	26
2018	5	1	8	46	41.060	19.4376	-155.0195	3.20	1.3	1.63	0.05	3.95	1.67	1.74	31	169	26
2018	5	1	8	51	9.940	19.4391	-155.0222	5.33	1.4	1.95	0.09	3.70	1.31	1.90	29	164	26
2018	5	1	8	58	37.190	19.3721	-155.0423	8.31	1.8	4.81	0.10	2.59	1.22	4.06	31	170	26
2018	5	1	9	3	49.320	19.4321	-155.0150	4.49	1.5	1.12	0.06	3.43	1.36	1.43	31	159	26
2018	5	1	9	10	7.650	19.4457	-155.0223	3.94	1.3	2.30	0.07	3.27	1.53	2.07	30	168	26
2018	5	1	9	22	19.630	19.4363	-155.0124	4.58	1.5	0.88	0.06	3.91	1.56	1.50	31	161	26
2018	5	1	9	26	19.170	19.4393	-155.0151	4.29	1.2	1.28	0.08	3.51	1.45	1.34	29	163	26
2018	5	1	9	42	53.380	19.3633	-155.0568	7.58	2.7	4.74	0.06	2.11	2.02	4.26	30	246	26
2018	5	1	9	46	50.820	19.4379	-155.0173	3.28	1.4	1.42	0.09	3.80	1.41	1.51	31	175	26
2018	5	1	10	0	37.110	19.4477	-155.0117	4.39	1.3	1.73	0.08	4.34	1.45	1.50	28	179	26
2018	5	1	10	36	43.650	19.4416	-155.0119	4.22	0.8	1.18	0.07	3.97	1.41	1.38	28	174	26
2018	5	1	10	40	44.650	19.4281	-155.0483	5.21	1.2	4.01	0.08	2.85	1.40	1.27	32	172	26
2018	5	1	10	46	2.180	19.4389	-155.0151	3.62	1.3	1.25	0.06	3.93	1.62	1.50	29	163	26
2018	5	1	10	50	23.490	19.4475	-155.0223	3.33	1.1	2.42	0.07	3.31	1.37	2.32	28	171	26
2018	5	1	11	7	6.880	19.4367	-155.0121	3.81	1.5	0.86	0.07	4.09	1.66	1.37	27	162	26
2018	5	1	11	13	33.430	19.4376	-154.9977	5.16	1.3	0.84	0.09	3.96	1.24	1.27	29	159	26
2018	5	1	11	48	35.920	19.4087	-154.9830	4.42	1.2	3.57	0.13	4.60	1.39	2.47	28	177	26
2018	5	1	11	51	58.180	19.4394	-155.0022	4.37	1.6	0.67	0.08	3.86	1.26	1.22	31	161	26
2018	5	1	11	56	55.530	19.4372	-154.9982	4.85	1.2	0.77	0.07	4.01	1.46	1.54	28	159	26
2018	5	1	12	34	16.540	19.4461	-154.9943	4.20	1.6	1.74	0.07	4.69	1.84	1.26	28	166	26
2018	5	1	12	39	11.740	19.2842	-155.1060	5.69	3.8	2.44	0.09	3.40	0.96	2.02	34	229	26
2018	5	1	13	12	59.240	19.3725	-155.0294	10.51	2.9	5.83	0.06	3.37	1.12	2.61	33	177	26
2018	5	1	14	44	19.240	19.4388	-155.0536	4.98	1.5	4.62	0.07	3.57	1.81	2.27	31	190	26
2018	5	1	15	5	22.350	19.4318	-155.0505	4.77	1.3	4.17	0.09	3.02	1.61	1.62	30	182	26
2018	5	1	15	7	26.020	19.3858	-154.9478	0.91	1.6	7.97	0.16	1.76	0.89	2.37	28	238	26
2018	5	1	15	14	28.520	19.4355	-155.0261	5.01	1.4	2.27	0.06	4.47	2.54	2.08	28	190	26
2018	5	1	15	52	10.110	19.3742	-155.0343	9.95	3.2	5.30	0.07	2.55	1.25	2.84	28	173	26
2018	5	1	16	12	40.070	19.4101	-155.0345	4.78	1.6	4.10	0.21	3.37	2.08	2.29	28	166	26
2018	5	1	17	26	29.150	19.3807	-155.1374	3.08	1.4	1.34	0.09	1.89	0.90	2.98	28	139	26
2018	5	1	18	28	51.870	19.3526	-155.0592	9.72	2.2	5.75	0.05	2.97	1.15	4.15	29	173	26
2018	5	1	18	53	6.260	19.2687	-155.1038	6.25	2.5	3.27	0.06	2.55	2.49	4.49	32	313	26
2018	5	1	19	47	49.280	19.4616	-154.9560	4.45	2.1	4.01	0.09	4.43	1.78	1.55	31	169	26
2018	5	1	20	36	19.280	19.3735	-154.9533	9.59	2.3	8.56	0.05	3.41	2.63	7.36	36	281	26
2018	5	1	21	22	57.540	19.3906	-155.2783	2.95	2.5	0.58	0.06	0.76	0.97	0.44	30	75	26
2018	5	1	22	7	42.290	19.3601	-154.9927	10.15	3.2	8.24	0.06	2.74	2.07	4.94	34	205	26
2018	5	2	0	49	4.450	19.3959	-155.1116	2.57	1.5	0.38	0.08	2.12	1.86	0.57	28	227	24
2018	5	2	1	20	14.790	19.3923	-155.2786	2.87	1.8	0.62	0.08	0.67	0.87	0.44	27	62	24
2018	5	2	2	14	54.050	19.4576	-154.9596	4.08	1.8	4.34	0.06	4.76	1.36	2.32	29	187	24
2018	5	2	3	59	29.280	19.3015	-155.1176	7.31	1.7	2.12	0.07	1.63	1.56	4.40	35	212	24
2018	5	2	4	19	26.250	19.4119	-155.0556	1.09	1.7	5.88	0.11	6.42	2.57	1.08	29	183	24
2018	5	2	5	44	48.820	19.4509	-154.9496	4.97	1.8	3.33	0.08	11.62	3.03	2.09	30	175	24
2018	5	2	6	2	59.180	19.4631	-154.9354	5.06	1.9	1.97	0.06	5.91	3.40	2.18	29	210	24

2018	5	2	6	12	40.870	19.3873	-155.0327	10.83	1.9	5.93	0.06	3.40	2.01	4.09	32	193	24
2018	5	2	6	38	30.820	19.4616	-154.9603	4.28	1.7	4.45	0.07	4.41	1.45	2.13	26	194	24
2018	5	2	6	47	42.540	19.3373	-154.9187	17.18	2.2	13.96	0.08	5.17	2.55	2.91	33	296	24
2018	5	2	6	57	1.240	19.2677	-155.1042	6.23	1.7	3.30	0.08	5.17	3.09	4.85	26	314	24
2018	5	2	7	4	28.430	19.3986	-155.1064	2.31	1.9	0.70	0.09	2.38	1.18	0.56	26	152	24
2018	5	2	8	48	17.350	19.4559	-154.9626	3.95	1.7	4.65	0.07	4.54	1.34	1.68	30	185	24
2018	5	2	9	31	12.980	19.3544	-154.9927	10.19	2.7	8.86	0.12	2.81	3.65	5.48	30	251	24
2018	5	2	10	7	12.860	19.3507	-154.9908	3.74	2.3	9.30	0.09	2.81	4.80	1.88	30	252	24
2018	5	2	10	11	42.090	19.3763	-155.0314	2.99	2.2	6.96	0.06	2.04	2.36	4.40	25	202	24
2018	5	2	10	48	23.660	19.4096	-155.0895	2.24	1.6	2.81	0.09	2.62	1.30	0.74	27	160	24
2018	5	2	11	31	51.570	19.4601	-154.9644	3.61	1.7	4.86	0.07	4.68	1.38	2.52	30	191	24
2018	5	2	14	14	8.240	19.3540	-155.0134	10.29	1.9	8.87	0.05	2.79	2.73	5.31	26	233	24
2018	5	2	14	28	25.060	19.4682	-154.9462	3.47	1.9	3.24	0.06	5.03	1.05	3.24	26	212	24
2018	5	2	14	51	16.200	19.4519	-154.9439	4.70	2.1	2.71	0.07	5.55	2.25	2.20	27	176	24
2018	5	2	16	2	22.290	19.4643	-154.9465	4.83	1.8	3.11	0.06	6.13	2.64	2.32	26	204	24
2018	5	2	16	26	25.660	19.3760	-155.2398	2.70	2.1	0.27	0.10	1.55	0.92	0.53	28	105	24
2018	5	2	17	16	1.770	19.4547	-154.9472	4.10	1.8	3.03	0.06	5.64	1.43	1.74	26	182	24
2018	5	2	18	1	8.430	19.4549	-154.9599	4.35	2.1	4.37	0.09	5.20	1.45	1.54	25	183	24
2018	5	2	18	31	55.260	19.4716	-154.9520	3.27	2.0	3.95	0.05	5.47	1.39	4.20	25	215	24
2018	5	2	19	36	2.990	19.4669	-154.9503	3.63	2.2	3.59	0.06	5.16	1.29	2.79	25	207	24
2018	5	2	20	20	58.690	19.4719	-154.9527	3.85	2.2	4.03	0.05	5.25	1.58	3.01	25	214	24
2018	5	2	21	52	57.270	19.3994	-155.1047	2.41	1.8	0.89	0.07	2.11	0.96	0.62	27	150	24
2018	5	2	22	38	41.970	19.4701	-154.9505	3.44	2.1	3.74	0.06	5.04	1.28	3.63	25	213	24
2018	5	2	22	42	47.340	19.3986	-155.1065	2.13	1.9	0.70	0.08	2.42	1.22	0.66	27	152	24
2018	5	3	4	8	35.490	19.3884	-155.4023	11.01	2.3	10.93	0.08	3.91	3.04	5.61	49	273	45
2018	5	3	4	44	15.510	19.3690	-155.1951	2.87	1.8	2.21	0.07	3.62	1.13	0.62	48	206	45
2018	5	3	5	28	38.000	19.2615	-155.4208	34.94	2.3	19.49	0.09	6.21	3.39	4.56	55	284	45
2018	5	3	7	10	16.810	19.5067	-154.8412	6.40	2.3	9.88	0.07	5.62	4.23	30.90	50	333	45
2018	5	3	9	22	39.000	19.4133	-154.8737	11.71	3.4	6.63	0.09	4.99	2.75	1.80	37	299	29
2018	5	3	9	55	15.150	19.4747	-154.9521	3.93	2.2	4.12	0.03	5.12	2.03	2.88	47	218	45
2018	5	3	10	49	54.370	19.4643	-154.9570	3.55	2.0	4.17	0.07	5.01	1.30	2.78	46	200	45
2018	5	3	12	48	27.160	19.4528	-154.9634	3.63	1.9	4.74	0.10	4.65	1.34	1.79	46	181	45
2018	5	3	13	25	43.340	19.3836	-155.1708	3.30	1.7	0.50	0.09	2.80	1.21	2.77	47	151	45
2018	5	3	13	51	54.100	19.4667	-154.9504	3.71	2.0	3.58	0.06	5.43	1.40	2.75	46	206	45
2018	5	3	13	59	7.810	19.4635	-154.9488	4.61	1.6	3.32	0.06	5.13	1.51	1.44	46	201	45
2018	5	3	15	1	59.280	19.3447	-155.0809	9.29	1.6	6.41	0.08	2.61	1.33	6.15	47	179	45
2018	5	3	15	54	5.860	19.4611	-154.9548	3.73	2.3	3.87	0.07	5.25	1.40	1.97	48	194	45
2018	5	3	16	14	34.480	19.4650	-154.9493	3.66	2.3	3.41	0.06	5.80	1.39	2.36	47	205	45
2018	5	3	16	28	39.580	19.4055	-155.2733	2.66	1.7	1.08	0.08	0.57	0.59	0.50	52	46	45
2018	5	3	17	15	41.760	19.4589	-154.9474	4.56	1.9	3.07	0.05	4.97	2.19	2.14	46	191	45
2018	5	3	18	30	51.910	19.4637	-154.9431	4.52	1.9	2.75	0.07	4.75	1.60	1.39	47	205	45
2018	5	3	19	13	41.480	19.4072	-155.2788	2.40	2.6	1.29	0.07	0.59	0.75	0.61	55	51	45
2018	5	3	19	40	19.180	19.4566	-154.9579	4.02	1.9	4.16	0.07	5.89	1.34	2.13	48	189	45
2018	5	3	19	45	6.650	19.4575	-154.9555	3.57	2.1	3.90	0.07	5.90	1.63	2.17	46	190	45
2018	5	3	19	59	48.090	19.4014	-155.2791	2.35	1.9	0.89	0.07	0.50	0.71	0.53	52	54	45
2018	5	3	20	30	56.030	19.3526	-155.0681	9.04	4.2	5.55	0.06	2.57	1.25	3.93	28	167	25
2018	5	3	20	30	56.150	19.3606	-155.0633	10.65	3.4	4.79	0.07	3.31	2.63	5.41	47	183	45
2018	5	3	20	55	49.370	19.3480	-155.0615	9.74	2.6	6.19	0.06	2.42	1.36	3.30	47	175	45
2018	5	3	21	12	11.130	19.3518	-155.0515	11.07	2.5	6.12	0.07	3.21	1.29	4.00	48	179	45
2018	5	3	21	37	27.100	19.4631	-154.9388	5.00	2.6	2.30	0.07	4.95	1.93	1.14	48	206	45
2018	5	3	21	57	37.510	19.3601	-155.0548	8.70	2.4	5.14	0.06	2.35	1.97	3.96	46	192	45
2018	5	3	22	17	4.640	19.3665	-155.0622	9.04	2.4	4.20	0.05	2.19	1.48	3.03	48	180	45
2018	5	3	22	21	46.650	19.3717	-155.2014	2.74	1.7	1.50	0.08	2.99	1.10	0.63	48	195	45
2018	5	4	0	2	58.950	19.4692	-154.9614	3.97	2.1	4.76	0.08	5.86	1.10	2.13	46	207	45
2018	5	4	2	49	25.440	19.3615	-155.1977	2.71	1.8	2.31	0.09	1.98	0.93	0.63	48	141	44
2018	5	4	2	54	24.850	19.3731	-155.0460	8.61	1.9	4.46	0.09	2.39	1.36	4.53	48	190	44
2018	5	4	3	14	22.470	19.4621	-154.9524	3.97	2.0	3.65	0.04	4.82	1.24	1.88	45	197	44
2018	5	4	5	54	15.720	19.3559	-155.0795	8.86	1.7	5.16	0.06	2.31	1.49	3.58	47	172	45
2018	5	4	6	12	17.150	19.4744	-154.9409	4.47	2.1	3.15	0.06	5.31	1.87	2.25	47	229	45
2018	5	4	6	14	50.780	19.4622	-154.9551	3.83	2.0	3.92	0.06	5.63	1.45	1.91	47	197	45
2018	5	4	6	50	47.990	19.4565	-154.9661	3.91	2.0	4.76	0.08	5.41	1.39	2.07	47	186	45
2018	5	4	8	43	17.050	19.4578	-154.9529	4.31	2.1	3.63	0.06	4.70	1.30	1.25	48	188	45
2018	5	4	11	25	32.530	19.3734	-155.2006	2.67	1.5	1.56	0.08	3.19	1.07	0.66	48	191	45
2018	5	4	14	9	33.650	19.4696	-154.9445	4.31	1.9	3.15	0.06	5.25	1.60	2.06	46	216	45
2018	5	4	14	9	33.680	19.4655	-154.9435	4.43	2.1	2.86	0.06	5.12	1.63	1.58	47	209	45
2018	5	4	14	18	55.180	19.4529	-154.9581	4.47	1.9	4.19	0.11	5.18	1.43	1.41	48	180	45
2018	5	4	14	44	30.100	19.4745	-154.9369	3.45	1.8	2.85	0.09	5.82	1.51	2.86	46	235	45
2018	5	4	15	4	1.650	19.4009	-155.2639	1.39	2.1	0.38	0.10	0.49	0.56	0.62	51	82	45
2018	5	4	15	40	29.440	19.4071	-155.2857	2.44	1.5	0.74	0.07	0.78	0.82	0.69	57	71	45
2018	5	4	15	44	3.540	19.4653	-154.9414	5.41	1.8	2.65	0.06	5.71	1.76	1.19	47	209	45
2018	5	4	16	17	34.300	19.3439	-154.9537	6.19	2.3	11.28	0.20	2.81	3.40	43.03	48	279	45
2018	5	4	16	38	55.320	19.4565	-154.9523	4.07	1.9	3.57	0.05	5.13	1.35	1.51	46	186	45
2018	5	4	17	58	53.640	19.3915	-155.2542	2.51	1.4	0.73	0.07	0.64	0.95	2.35	52	112	45
2018	5	4	19	23	41.240	19.4693	-154.9507	4.39	2.0	3.72	0.07	5.47	1.41	2.13	46	211	45
2018	5	4	19	58	31.860	19.3946	-155.2359	2.08	2.0	1.90	0.09	3.10	1.06	1.95	48	167	45
2018	5	4	21	32	43.950	19.3666	-155.0320	8.37	4.5	6.02	0.07	2.90	1.58	4.78	32	179	26

2018	5	4	21	32	44.170	19.3767	-155.0399	11.11	3.8	4.66	0.08	3.13	1.64	3.75	48	168	45
2018	5	4	21	38	23.960	19.3578	-155.0267	7.85	3.6	7.09	0.10	2.59	1.29	5.49	29	188	25
2018	5	4	21	38	24.140	19.3741	-155.0317	9.68	3.8	5.54	0.07	2.49	1.39	3.83	50	175	45
2018	5	4	21	41	54.060	19.3468	-155.0073	12.16	3.5	9.42	0.08	3.04	2.12	2.72	47	206	45
2018	5	4	21	43	53.550	19.3684	-155.0249	9.87	3.6	6.48	0.09	3.52	1.35	4.45	31	182	27
2018	5	4	21	51	45.750	19.3859	-155.0303	10.15	2.6	5.05	0.07	2.72	2.20	3.61	48	197	45
2018	5	4	21	54	2.410	19.4064	-155.0675	9.29	2.4	0.93	0.09	2.60	1.53	2.26	47	149	45
2018	5	4	21	56	12.050	19.3647	-155.0146	9.84	2.1	7.60	0.07	3.39	1.45	4.93	50	190	45
2018	5	4	22	11	40.410	19.4130	-155.2968	3.25	2.0	0.78	0.09	1.49	2.25	2.50	50	187	45
2018	5	4	22	12	27.080	19.3651	-155.0355	8.21	2.2	5.87	0.05	2.25	1.59	5.54	49	206	45
2018	5	4	22	32	54.620	19.3585	-155.0159	7.97	5.1	7.89	0.10	2.31	1.22	6.46	63	193	51
2018	5	4	22	37	18.480	19.2791	-155.2581	7.93	2.9	7.72	0.05	3.67	1.80	8.38	28	264	26
2018	5	4	22	42	42.180	19.3192	-155.2238	9.44	3.7	6.11	0.07	2.27	1.08	3.66	30	173	26
2018	5	4	22	48	18.970	19.4352	-155.3302	6.40	1.8	5.21	0.09	2.65	3.51	6.09	49	308	45
2018	5	4	22	48	19.160	19.4217	-155.3108	5.33	3.7	2.01	0.09	1.11	1.33	0.84	29	143	25
2018	5	4	22	50	59.230	19.4231	-155.2970	5.20	2.5	0.65	0.10	1.92	2.25	1.33	51	266	45
2018	5	4	23	4	18.060	19.3411	-155.1965	8.09	2.9	4.14	0.07	2.74	1.23	3.37	46	166	45
2018	5	4	23	13	12.560	19.3085	-155.2448	8.95	1.9	7.23	0.05	4.17	1.93	5.23	51	270	45
2018	5	4	23	20	36.560	19.3923	-155.2790	3.34	1.7	0.65	0.07	0.80	0.94	2.29	49	60	45
2018	5	4	23	24	56.730	19.3242	-155.1034	6.73	1.8	5.04	0.04	1.84	1.78	8.03	47	195	45
2018	5	4	23	45	53.190	19.3242	-155.2162	8.94	2.3	5.49	0.04	2.80	1.55	3.48	48	198	45
2018	5	4	23	54	17.000	19.3181	-155.2028	7.23	1.9	6.31	0.05	2.62	1.13	5.12	52	196	45
2018	5	4	23	57	22.740	19.3705	-155.0101	9.42	2.3	7.02	0.07	2.72	1.91	4.56	49	189	45
2018	5	4	23	58	10.860	19.4431	-155.2217	4.43	2.0	4.68	0.05	3.94	3.36	3.62	49	260	45
2018	5	5	0	37	11.620	19.3146	-155.2882	6.22	4.1	2.70	0.11	3.06	2.47	5.31	32	230	25
2018	5	5	1	3	29.540	19.3379	-155.2870	4.88	2.4	4.48	0.08	4.65	2.54	2.70	48	241	45
2018	5	5	1	6	12.250	19.2946	-155.1123	6.52	2.2	2.03	0.04	3.10	1.77	5.37	49	224	45
2018	5	5	1	6	58.390	19.4206	-155.3160	5.53	2.6	2.28	0.08	1.47	1.85	0.95	48	173	45
2018	5	5	1	8	17.010	19.3182	-155.2871	9.53	1.8	6.41	0.08	4.62	2.69	3.79	47	230	45
2018	5	5	1	20	27.990	19.4374	-154.8231	18.07	3.8	10.21	0.06	6.80	2.74	1.33	30	321	25
2018	5	5	1	22	57.900	19.3813	-155.2815	2.87	2.6	0.58	0.08	1.45	0.86	0.43	51	188	45
2018	5	5	2	2	53.520	19.3460	-155.1087	9.29	2.6	4.64	0.06	2.33	1.25	3.24	48	150	45
2018	5	5	2	6	15.990	19.4047	-155.3090	5.95	2.0	0.97	0.07	1.68	2.96	0.79	50	271	45
2018	5	5	2	14	23.380	19.4211	-155.3087	5.15	2.5	1.84	0.08	1.36	1.62	2.60	48	160	45
2018	5	5	2	22	55.960	19.3710	-155.2708	1.07	2.3	0.77	0.12	0.60	0.86	1.24	48	189	45
2018	5	5	2	44	15.850	19.4239	-155.3151	3.50	2.3	2.48	0.04	1.40	1.31	3.49	49	167	45
2018	5	5	2	53	32.890	19.2159	-155.3353	5.50	2.2	6.96	0.06	1.47	1.25	1.29	57	186	45
2018	5	5	3	7	39.610	19.3712	-155.2453	2.43	2.1	1.70	0.06	1.40	0.76	0.67	49	188	45
2018	5	5	3	14	6.970	19.2216	-155.1676	14.91	2.5	8.17	0.08	2.41	2.25	4.69	52	228	45
2018	5	5	3	16	41.050	19.4217	-155.3103	4.67	1.8	1.99	0.08	1.51	1.27	2.44	48	162	45
2018	5	5	3	18	44.100	19.3466	-155.2892	2.72	2.1	3.88	0.05	2.64	1.21	0.94	50	283	45
2018	5	5	3	26	1.270	19.2217	-155.3273	4.87	2.1	7.59	0.09	1.74	0.89	1.35	54	185	45
2018	5	5	3	27	49.290	19.3791	-155.2820	2.92	2.5	0.82	0.06	1.60	0.97	0.54	49	202	45
2018	5	5	3	28	22.530	19.3442	-155.1015	8.27	2.0	4.40	0.08	2.07	1.13	2.99	47	160	45
2018	5	5	3	30	15.520	19.0612	-155.0588	8.01	4.0	25.94	0.07	3.76	2.68	35.86	37	307	29
2018	5	5	3	38	52.130	19.3018	-155.2125	10.51	2.0	7.98	0.04	3.88	2.46	4.05	50	218	45
2018	5	5	3	41	6.350	19.2667	-155.1788	5.86	2.3	5.63	0.05	3.70	2.73	4.53	51	217	45
2018	5	5	3	52	36.490	19.4182	-155.2359	2.82	2.0	0.42	0.07	1.24	0.80	0.41	53	194	45
2018	5	5	3	54	45.420	19.3572	-155.2710	2.52	2.6	1.78	0.08	2.07	1.18	0.68	48	249	45
2018	5	5	3	55	52.420	19.2111	-155.3303	5.21	2.4	7.65	0.08	2.05	1.05	2.65	49	192	45
2018	5	5	4	1	50.860	19.3558	-155.1070	9.10	2.4	3.17	0.06	2.62	2.74	5.48	46	165	45
2018	5	5	4	10	7.210	19.3649	-155.2706	2.51	2.3	1.05	0.05	2.48	1.30	0.61	50	275	45
2018	5	5	4	14	37.470	19.4247	-155.2368	2.67	1.9	1.06	0.06	1.36	0.95	0.51	50	195	45
2018	5	5	4	16	52.840	19.3385	-155.2418	9.02	2.9	3.89	0.08	3.09	1.13	2.73	47	201	45
2018	5	5	4	23	17.800	19.3302	-155.1667	7.52	2.3	5.44	0.08	1.82	2.12	7.27	46	106	45
2018	5	5	4	26	13.160	19.3209	-155.2806	8.80	2.7	5.90	0.06	2.94	2.36	4.80	51	227	45
2018	5	5	4	39	9.540	19.4025	-155.2691	2.49	2.3	0.58	0.08	0.71	0.77	0.50	56	41	45
2018	5	5	4	45	18.850	19.2587	-155.1938	4.43	2.2	4.09	0.09	2.02	1.33	1.26	49	242	45
2018	5	5	4	46	32.260	19.2621	-155.1855	4.83	2.2	6.48	0.10	2.19	1.40	1.47	49	238	45
2018	5	5	4	47	48.470	19.3299	-155.2348	9.01	2.6	4.89	0.07	3.25	1.78	4.69	47	204	45
2018	5	5	4	49	23.300	19.4348	-155.2224	2.51	2.1	2.74	0.08	2.34	0.96	0.51	51	218	45
2018	5	5	4	53	8.600	19.4225	-155.3223	2.79	2.2	2.92	0.09	1.27	1.10	0.50	49	136	45
2018	5	5	5	14	40.290	19.3524	-155.0220	5.15	3.2	7.86	0.06	2.86	1.31	1.37	48	194	45
2018	5	5	5	19	22.640	19.3258	-155.1978	5.98	1.9	5.63	0.07	1.57	1.61	1.21	48	97	45
2018	5	5	5	21	18.560	19.3369	-155.1337	8.19	1.9	5.37	0.05	2.17	1.50	5.43	48	135	45
2018	5	5	5	27	30.000	19.3183	-155.3117	9.50	2.9	7.78	0.05	3.46	2.81	4.95	48	239	45
2018	5	5	5	28	44.170	19.4387	-155.2185	2.35	2.3	3.33	0.06	2.00	0.85	0.59	48	224	45
2018	5	5	5	32	15.850	19.1879	-155.3558	5.56	2.4	7.03	0.07	2.74	1.74	2.46	49	200	45
2018	5	5	5	51	57.810	19.3985	-154.9792	5.82	2.4	4.71	0.13	3.71	1.70	1.93	47	187	45
2018	5	5	5	52	46.320	19.4227	-155.3111	5.62	2.2	2.10	0.05	1.98	1.72	1.09	47	162	45
2018	5	5	6	11	9.310	19.3896	-155.0038	9.90	3.7	4.88	0.07	2.74	1.47	3.17	38	179	32
2018	5	5	6	19	56.100	19.2762	-155.2079	5.11	2.4	1.84	0.08	1.77	1.20	1.02	50	206	46
2018	5	5	6	24	28.360	19.4067	-155.2846	2.20	2.2	0.71	0.08	0.54	0.59	0.88	50	66	46
2018	5	5	6	27	29.310	19.3721	-155.2535	2.42	2.1	1.05	0.08	0.89	0.56	0.45	51	142	46
2018	5	5	6	38	33.800	19.3650	-155.2458	2.67	2.1	1.10	0.12	2.26	0.88	0.63	50	220	46
2018	5	5	7	11	3.680	19.4156	-155.3060	6.03	2.6	1.17	0.08	1.55	1.53	1.57	50	160	46

2018	5	5	7	15	9.750	19.3540	-155.2025	7.70	2.2	2.58	0.07	2.48	1.14	3.71	47	153	46
2018	5	5	7	37	49.280	19.3231	-155.2235	9.81	2.0	5.68	0.06	2.72	1.48	3.12	49	204	46
2018	5	5	7	43	58.120	19.3884	-155.0339	8.07	2.2	4.61	0.05	3.13	1.73	4.25	50	164	46
2018	5	5	7	53	8.880	19.3392	-155.1976	7.86	2.9	4.27	0.06	2.84	1.15	4.03	48	169	46
2018	5	5	7	55	15.010	19.4066	-154.8753	16.41	3.4	7.07	0.08	5.30	5.18	4.31	37	283	30
2018	5	5	8	13	14.560	19.3342	-155.1587	7.75	2.2	5.12	0.05	2.67	3.09	5.07	46	161	45
2018	5	5	8	18	37.000	19.3571	-155.1180	8.73	2.1	3.16	0.07	2.15	2.69	5.91	46	148	45
2018	5	5	8	19	50.640	19.2741	-155.2070	4.97	2.3	2.02	0.10	2.24	1.29	1.25	47	213	45
2018	5	5	8	21	11.680	19.2742	-155.2099	4.98	2.3	1.73	0.09	1.49	1.66	1.03	49	216	45
2018	5	5	8	37	46.040	19.4391	-155.2227	2.63	1.9	3.12	0.07	2.36	1.21	0.57	47	225	45
2018	5	5	8	59	20.110	19.3230	-155.2151	9.15	3.3	5.62	0.08	2.38	1.22	3.56	50	198	45
2018	5	5	8	59	20.030	19.3223	-155.2135	8.56	3.3	5.70	0.06	1.95	1.04	4.50	37	131	33
2018	5	5	9	14	26.320	19.3294	-155.1902	7.18	2.4	5.59	0.06	1.58	1.04	4.94	47	89	45
2018	5	5	9	22	5.200	19.3222	-155.2145	8.08	2.4	5.72	0.05	2.60	1.30	4.06	47	198	45
2018	5	5	9	24	59.060	19.4369	-155.3009	6.46	2.7	2.03	0.07	1.57	1.31	2.03	50	154	45
2018	5	5	9	27	36.400	19.3125	-155.3105	5.86	2.2	1.82	0.08	2.63	2.21	1.62	50	170	45
2018	5	5	9	30	5.500	19.3092	-155.2118	5.91	2.8	3.38	0.07	1.56	0.90	1.13	46	113	45
2018	5	5	9	48	42.690	19.4264	-155.2395	2.61	2.5	1.25	0.09	0.76	0.71	0.37	51	174	45
2018	5	5	10	5	45.490	19.1226	-155.2147	15.57	3.3	17.59	0.08	4.08	1.60	7.85	50	238	45
2018	5	5	10	8	39.130	19.4302	-155.2278	2.54	1.7	2.00	0.09	1.49	0.80	0.45	55	175	45
2018	5	5	10	35	17.180	19.3382	-155.1846	7.64	2.9	4.83	0.09	1.74	1.26	5.20	48	82	45
2018	5	5	10	38	5.970	19.3002	-155.2339	5.53	2.0	8.09	0.08	2.38	1.36	1.08	49	202	45
2018	5	5	10	39	3.620	19.3120	-155.2160	5.93	2.0	3.54	0.06	1.15	1.21	0.95	50	88	45
2018	5	5	10	44	49.830	19.3608	-155.2655	2.38	2.1	1.22	0.08	2.16	0.76	0.51	50	240	45
2018	5	5	11	10	39.520	19.3150	-155.2125	5.77	2.2	3.95	0.06	1.45	1.32	1.01	47	116	45
2018	5	5	11	21	15.180	19.3306	-155.1784	7.30	1.9	5.48	0.06	1.78	1.15	5.81	46	89	45
2018	5	5	11	33	22.470	19.4240	-155.2281	2.87	2.0	1.46	0.08	2.04	0.89	0.48	51	213	45
2018	5	5	11	50	49.210	19.2489	-155.3352	5.89	2.5	6.00	0.09	2.39	1.04	1.39	49	188	45
2018	5	5	12	18	44.890	19.3397	-155.1773	6.72	1.8	4.46	0.10	2.16	1.23	4.88	46	161	45
2018	5	5	12	23	21.550	19.2850	-155.3018	5.12	2.5	1.39	0.06	2.16	2.23	1.14	49	246	45
2018	5	5	12	26	40.850	19.3579	-155.0236	5.58	2.8	7.31	0.09	2.69	1.18	1.47	48	190	45
2018	5	5	13	5	4.970	19.4258	-155.2250	3.03	2.0	1.82	0.09	1.87	1.19	4.18	48	207	45
2018	5	5	13	7	20.730	19.3753	-155.2834	2.97	2.0	1.25	0.06	2.04	1.13	0.51	47	221	45
2018	5	5	13	15	31.050	19.4313	-155.2236	2.90	2.5	2.36	0.07	1.89	0.88	0.68	49	184	45
2018	5	5	13	21	50.640	19.3913	-155.2654	1.74	1.9	0.77	0.07	0.50	0.49	1.14	50	79	45
2018	5	5	13	33	43.870	19.3455	-155.1755	7.10	2.1	3.80	0.07	2.46	1.29	3.92	46	145	45
2018	5	5	14	34	23.260	19.3137	-155.2951	5.84	1.8	2.52	0.07	2.56	1.70	1.33	46	236	45
2018	5	5	14	42	40.380	19.3890	-155.2461	2.80	2.0	0.68	0.07	0.75	0.97	0.54	48	102	45
2018	5	5	15	23	47.770	19.3906	-155.2653	1.95	2.3	0.84	0.09	0.49	0.38	0.67	53	82	45
2018	5	5	15	33	35.290	19.3078	-155.2444	5.70	2.2	3.60	0.10	1.49	1.12	1.14	49	154	45
2018	5	5	15	51	26.600	19.3331	-155.1470	5.93	2.6	5.55	0.08	1.23	1.03	1.28	46	116	45
2018	5	5	15	59	3.710	19.3881	-155.0690	8.89	2.4	1.70	0.07	2.75	1.79	3.15	49	157	45
2018	5	5	16	15	1.670	19.4027	-155.2428	2.22	2.1	1.46	0.09	0.73	0.72	1.02	48	90	45
2018	5	5	16	36	59.520	19.3378	-155.2393	7.78	2.4	3.98	0.05	2.82	1.23	2.30	47	200	45
2018	5	5	17	2	59.900	19.4273	-155.2228	2.49	2.1	2.11	0.07	1.63	0.81	0.57	50	173	45
2018	5	5	17	58	6.120	19.3292	-155.1672	6.80	2.2	5.56	0.08	1.51	0.96	6.07	50	90	45
2018	5	5	18	19	2.160	19.3717	-155.2417	2.42	2.5	1.83	0.07	1.57	0.65	0.56	48	185	45
2018	5	5	19	55	26.890	19.2695	-155.1758	5.10	2.0	5.22	0.07	3.30	2.64	2.64	48	252	45
2018	5	5	20	26	29.460	19.4049	-155.2794	1.68	2.2	1.22	0.09	0.47	0.53	0.91	50	53	45
2018	5	5	21	4	47.430	19.3353	-155.2458	8.21	2.4	4.28	0.05	2.40	1.09	2.46	49	206	45
2018	5	5	21	36	25.010	19.3718	-155.2274	2.34	2.0	1.27	0.08	1.13	0.78	0.61	47	188	45
2018	5	5	22	24	27.410	19.3292	-155.1915	5.87	2.4	5.55	0.02	2.97	1.45	1.07	46	185	45
2018	5	5	22	35	36.170	19.2951	-155.3221	6.51	2.5	1.54	0.06	2.61	1.85	4.07	47	245	45

Παράρτημα Β

Κατάλογος σεισμικών συμβάντων της USGS για την περίοδο 1 Απριλίου ως 5 Μαΐου στη Χαβάη.

time	latitude	longitude	depth	mag	gap	dmin	rms	horizontal Err	depth Err	mag Err	status
2018-04-01T06:52:12.630Z	19,1868	-155,4973	35,94	1,8	132	0,05	0,1	0,74	0,98	0,07	reviewed
2018-04-01T06:59:02.810Z	19,3943	-155,2775	1,38	1,3	41	0,00	0,09	0,16	0,12	0,18	reviewed
2018-04-01T08:09:00.750Z	19,4182	-155,2745	0,57	1,9	59	0,01	0,32	0,43	0,47	0,34	reviewed
2018-04-01T08:26:05.410Z	19,3933	-155,2780	1,34	1,2	42	0,00	0,09	0,15	0,13	0,17	reviewed
2018-04-01T09:19:37.820Z	19,8303	-155,9728	16,96	1,8	221	0,19	0,15	0,99	5,14	0,04	reviewed
2018-04-01T11:36:28.900Z	19,1868	-155,4652	30,7	1,7	107	0,03	0,11	0,64	1,04	0,11	reviewed
2018-04-01T15:47:32.030Z	18,9230	-155,3630	10,31	1,6	262	0,25	0,14	1,2	0,61	0,08	reviewed
2018-04-01T17:19:03.400Z	19,2030	-155,4043	34,82	2,0	158	0,03	0,12	0,5	0,66	0,18	reviewed
2018-04-01T18:37:58.680Z	19,1842	-155,4188	31,94	1,7	216	0,05	0,1	0,98	0,97	0,17	reviewed
2018-04-01T19:03:10.340Z	18,8808	-155,3333	10,53	2,4	272	0,30	0,12	0,91	0,64	0,16	reviewed
2018-04-01T19:43:58.460Z	18,9795	-155,3475	12,4	1,6	237	0,12	0,12	1,4	0,53	0,79	reviewed
2018-04-01T22:19:36.130Z	19,3847	-155,0440	0,41	1,5	161	0,03	0,2	0,53	0,71	0,13	reviewed
2018-04-02T01:26:12.240Z	19,2858	-155,3833	1,77	1,2	105	0,05	0,12	0,3	0,67	0,17	reviewed
2018-04-02T01:27:47.850Z	19,0688	-155,4842	38,41	2,3	189	0,09	0,17	1,26	2,31	0,28	automatic
2018-04-02T01:31:02.240Z	19,0422	-155,4857	39,86	2,0	197	0,08	0,14	1,51	1,45	0,06	reviewed

2018-04-02T02:36:39.210Z	19,1173	-155,4653	26,56	1,7	230	0,04	0,11	0,8	1,02	0,10	reviewed
2018-04-02T06:08:16.190Z	19,1960	-155,4143	33,77	1,8	158	0,04	0,12	0,53	0,72	0,12	reviewed
2018-04-02T07:26:45.370Z	19,1943	-155,4960	36,17	2,6	78	0,05	0,1	0,53	0,63	0,22	reviewed
2018-04-02T10:57:14.950Z	19,2027	-155,4042	32,81	1,7	165	0,04	0,11	0,73	0,94	0,09	reviewed
2018-04-02T13:06:32.550Z	19,3908	-155,2775	1,54	2,1	42	0,01	0,08	0,15	0,14	0,25	reviewed
2018-04-02T13:08:17.250Z	19,3875	-155,2778	1,64	2,1	44	0,00	0,08	0,15	0,16	0,21	reviewed
2018-04-02T20:55:37.560Z	19,2110	-155,5880	8,95	1,4	90	0,04	0,14	0,37	0,77	0,10	reviewed
2018-04-02T21:51:12.750Z	19,3953	-155,2787	4,73	1,9	75	0,01	0,42	0,69	0,86	0,24	reviewed
2018-04-02T23:02:08.940Z	19,1598	-155,4788	31,93	1,7	118	0,02	0,11	0,68	0,92	0,03	reviewed
2018-04-03T00:37:52.650Z	19,3872	-155,2588	8,5	2,0	69	0,01	0,29	0,57	0,53	0,21	reviewed
2018-04-03T01:41:41.960Z	19,1590	-155,4783	32,21	1,8	121	0,02	0,11	0,67	0,92	0,07	reviewed
2018-04-03T07:16:44.030Z	19,1912	-155,4938	35,26	1,7	79	0,05	0,1	0,74	0,98	0,04	reviewed
2018-04-03T11:55:35.620Z	19,1867	-155,4518	33,73	1,7	153	0,07	0,11	0,69	0,88	0,05	reviewed
2018-04-03T12:18:19.410Z	19,7940	-155,5702	13,37	2,1	83	0,05	0,17	0,56	0,4	0,08	reviewed
2018-04-03T16:24:06.190Z	19,1600	-155,4740	31,63	1,7	114	0,01	0,1	0,69	0,88	0,04	reviewed
2018-04-03T21:43:49.760Z	19,4267	-155,3015	4,34	1,8	237	0,01	0,31	1,93	1,27	0,22	automatic
2018-04-03T22:12:51.790Z	19,4218	-155,2630	10,13	2,0	76	0,00	0,17	0,5	0,4	0,44	automatic
2018-04-04T08:24:47.510Z	18,8928	-155,3583	11,08	3,1	271	0,26	0,13	0,89	0,58	0,18	reviewed
2018-04-04T08:54:57.440Z	19,5742	-155,0932	11,87	2,4	98	0,13	0,14	0,33	0,38	0,12	reviewed
2018-04-04T10:15:07.560Z	19,1118	-155,4488	27,94	2,3	178	0,05	0,13	0,52	0,89	0,15	reviewed
2018-04-04T15:16:09.200Z	19,1800	-155,4588	33,62	1,7	117	0,02	0,11	0,72	0,91	0,05	reviewed
2018-04-04T19:41:21.740Z	19,3778	-155,0920	1,75	1,4	146	0,01	0,11	0,49	0,21	0,17	reviewed
2018-04-04T23:55:16.640Z	19,1735	-155,4503	28,34	2,5	143	0,02	0,1	0,55	0,69	0,20	reviewed
2018-04-05T03:00:47.940Z	19,3697	-155,2258	1,29	1,3	77		0,12	0,3	0,2	0,32	reviewed
2018-04-05T17:43:58.410Z	19,4192	-155,2783	10,25	2,0	125	0,01	0,37	1,43	1,73	0,21	reviewed
2018-04-05T17:44:13.820Z	19,3808	-155,2858	2,88	1,9	72	0,01	0,17	0,31	0,44	0,17	reviewed
2018-04-05T22:02:43.970Z	18,9115	-155,5355	36,4	2,0	261	0,14	0,13	0,94	0,79	0,05	reviewed
2018-04-06T00:31:54.160Z	19,3765	-155,2830	1,6	1,2	76	0,01	0,09	0,18	0,24	0,20	reviewed
2018-04-06T02:50:18.260Z	19,3840	-155,2440	1,19	1,4	66		0,13	0,2	0,18	0,15	reviewed
2018-04-06T06:06:39.610Z	19,4077	-155,2740	7,96	2,2	32	0,01	0,44	0,73	0,56	0,22	reviewed
2018-04-06T07:00:21.830Z	19,3277	-155,1965	5,99	1,6	87		0,09	0,29	0,54	0,14	reviewed
2018-04-06T09:59:22.560Z	19,1727	-155,4625	32,19	1,7	115	0,02	0,09	0,8	1,15	0,05	reviewed
2018-04-06T10:37:49.610Z	19,6777	-156,0863	35,69	2,1	199		0,14	0,71	1,06	0,10	reviewed
2018-04-06T12:19:24.130Z	19,5735	-155,0937	11,64	1,5	98		0,14	0,29	0,48	0,12	reviewed
2018-04-06T21:17:30.880Z	19,3118	-155,4355	7,7	1,3	56		0,13	0,35	0,84	0,24	reviewed
2018-04-06T22:05:15.980Z	19,3827	-155,2413	1,72	1,8	88		0,08	0,23	0,2	0,13	reviewed
2018-04-06T23:30:57.490Z	19,2942	-155,3923	29,19	1,6	91	0,04	0,13	0,64	1,12	0,07	reviewed
2018-04-06T23:57:06.250Z	19,4008	-155,2823	7,38	2,1	31	0,01	0,16	0,3	0,24	0,11	reviewed
2018-04-07T04:13:20.150Z	19,0568	-155,1987	8,45	1,4	256		0,1	0,66	0,91	0,11	reviewed
2018-04-07T08:02:16.560Z	18,9267	-155,5312	36,38	2,2	246	0,14	0,13	0,56	0,84	0,09	reviewed
2018-04-07T12:37:55.020Z	19,2413	-155,4035	31,82	1,7	89	0,01	0,12	0,73	0,87	0,06	reviewed
2018-04-07T14:27:08.580Z	19,4130	-155,2642	9,06	2,0	50	0,01	0,33	0,74	0,67	0,16	automatic
2018-04-07T15:37:44.850Z	19,1922	-155,4543	32,89	1,7	119	0,04	0,11	0,78	1,16	0,08	reviewed
2018-04-07T15:56:48.980Z	19,2197	-155,2580	26,24	1,7	191	0,07	0,12	0,76	0,9	0,19	reviewed
2018-04-07T17:06:20.610Z	19,2085	-155,4558	34,22	1,7	116	0,05	0,13	0,81	0,89	0,05	reviewed
2018-04-07T19:53:18.800Z	19,0212	-155,2060	5,5	1,4	269		0,13	0,68	1,13	0,10	reviewed
2018-04-07T21:11:45.890Z	19,8333	-155,5383	18,19	1,8	151		0,1	0,68	0,9	0,08	reviewed
2018-04-07T22:25:16.580Z	18,9457	-155,5283	34,36	2,0	267		0,1	0,62	0,98	0,05	reviewed
2018-04-08T01:48:01.010Z	19,2302	-155,3783	31,04	1,7	175	0,02	0,1	0,71	0,88	0,08	reviewed
2018-04-08T01:53:19.930Z	19,2363	-155,3998	31,93	1,7	138	0,00	0,11	0,63	0,96	0,06	reviewed
2018-04-08T01:59:39.910Z	19,2867	-155,3872	1,84	1,2	100	0,05	0,09	0,33	0,67	0,17	reviewed
2018-04-08T09:22:42.990Z	19,9292	-155,4915	22,45	1,9	159	0,15	0,13	0,61	1,08	0,06	reviewed
2018-04-08T11:37:50.630Z	19,2415	-155,3827	30,98	1,7	143	0,01	0,12	0,52	0,89	0,12	reviewed
2018-04-08T21:34:35.910Z	19,4030	-155,2705	0,15	1,7	32	0,01	0,09	0,11	0,14	0,18	reviewed
2018-04-08T22:04:36.850Z	19,1593	-155,4698	32,68	1,7	154	0,01	0,1	0,82	1,13	0,02	reviewed
2018-04-08T22:22:08.930Z	19,3930	-155,2645	8,06	2,0	47	0,01	0,3	0,65	0,53	0,25	automatic
2018-04-09T02:34:04.520Z	18,9472	-155,3638	11,97	1,7	238	0,22	0,09	1,18	0,55	0,10	reviewed
2018-04-09T03:02:20.660Z	18,9352	-155,3460	9,74	1,5	261	0,25	0,15	1,01	1,09	0,07	reviewed
2018-04-09T06:22:02.660Z	19,8945	-155,5454	33,78	2,1	114	0,10	0,12	0,56	0,76	0,08	reviewed
2018-04-09T08:50:07.950Z	19,3907	-155,1050	0,88	2,2	127	0,00	0,11	0,42	0,15	0,17	reviewed
2018-04-09T09:38:48.830Z	19,3415	-155,1775	5,14	1,5	77		0,12	0,31	0,64	0,11	reviewed
2018-04-09T14:09:55.490Z	19,3922	-155,2675	10,27	2,1	60	0,01	0,22	0,69	0,43	0,23	automatic
2018-04-09T14:10:15.580Z	19,3920	-155,2722	11,17	2,1	54	0,00	0,29	0,82	0,5	0,30	automatic
2018-04-09T14:24:05.430Z	19,3622	-155,2962	1,67	1,9	58	0,03	0,09	0,18	0,24	0,13	reviewed
2018-04-09T14:29:05.890Z	19,2037	-155,4673	38,32	1,8	99	0,05	0,1	0,6	0,87	0,11	reviewed
2018-04-09T15:25:06.300Z	19,2125	-155,4622	-0,52	2,4	105	0,05	0,14	0,24	0,15	0,18	reviewed
2018-04-09T22:11:29.600Z	19,2180	-155,4500	35,67	1,7	114	0,05	0,11	0,7	0,82	0,04	reviewed
2018-04-09T23:17:53.190Z	19,3703	-155,2810	1,58	2,4	50	0,02	0,11	0,17	0,23	0,27	reviewed
2018-04-10T00:03:54.670Z	19,2168	-155,4513	35,22	1,7	113	0,05	0,1	0,74	0,84	0,07	reviewed
2018-04-10T00:49:56.020Z	19,2160	-155,4043	32,6	1,7	154	0,02	0,11	0,68	0,85	0,07	reviewed
2018-04-10T08:02:56.110Z	19,4938	-155,9117	10,44	2,6	106	0,01	0,17	0,42	0,32	0,16	reviewed
2018-04-10T08:18:57.590Z	19,1733	-155,4812	30,48	1,7	135	0,03	0,12	0,67	0,9	0,08	reviewed
2018-04-10T10:43:41.710Z	19,5215	-155,9465	10,02	1,6	240		0,17	0,95	0,45	0,07	reviewed
2018-04-10T12:50:05.170Z	19,4950	-155,0438	38,77	2,0	103	0,07	0,1	0,54	0,55	0,13	reviewed
2018-04-10T12:54:09.310Z	19,1985	-155,4130	31,56	1,7	157	0,04	0,09	0,7	0,97	0,08	reviewed
2018-04-10T12:55:29.450Z	19,2005	-155,4137	32,45	1,7	154	0,04	0,1	0,7	1,09	0,16	reviewed
2018-04-10T17:08:37.320Z	19,3332	-155,1918	6,55	2,2	83	0,05	0,11	0,3	0,45	0,12	reviewed
2018-04-10T17:37:50.080Z	19,1892	-155,4177	31,7	1,7	169	0,05	0,11	0,9	1,27	0,12	reviewed
2018-04-10T19:00:11.030Z	19,1890	-155,5005	35,55	1,8	133	0,05	0,1	0,66	0,92	0,05	reviewed
2018-04-11T00:48:07.340Z	19,4177	-155,2865	6,98	2,1	86	0,00	0,35	0,76	0,92	0,27	automatic
2018-04-11T06:55:35.580Z	19,0540	-155,3475	31,43	1,8	266	0,15	0,1	1,09	1,7	0,11	reviewed
2018-04-11T07:50:44.930Z	19,1912	-155,4055	32,31	1,8	175	0,05	0,1	0,65	0,9	0,19	reviewed
2018-04-11T09:11:47.650Z	19,2518	-155,3978	32,93	2,1	96	0,01	0,12	0,58	0,8	0,25	reviewed
2018-04-11T09:47:08.150Z	19,4038	-155,2807	10,44	1,8	82	0,01	0,28	0,6	0,55	2,38	automatic
2018-04-11T10:46:08.010Z	19,4165	-155,2780	9,88	1,8	39	0,01	0,19	0,43	0,52	0,29	automatic
2018-04-11T11:18:16.420Z	19,3840	-155,2950	10,4	1,8	75	0,01	0,29	0,97	0,51	0,10	automatic
2018-04-11T11:28:25.680Z	19,4137	-155,2732	6,52	1,9	37	0,01	0,28	0,49	0,51	2,09	automatic
2018-04-11T11:49:24.230Z	19,3822	-155,2387	1,92	1,8	88	0,01	0,09	0,18	0,18	0,15	reviewed
2018-04-11T11:53:20.420Z	19,4193	-155,2728	10,53	1,7	65	0,01	0,2	0,63	0,57	0,12	automatic
2018-04-11T12:01:57.090Z	19,2928	-155,8035	0,74	1,3	139		0,13	0,52	0,95	0,13	reviewed
2018-04-11T12:21:08.780Z	19,3360	-155,3072	9,66	2,2	306	0,05	0,22	1,86	2	0,02	reviewed
2018-04-11T12:53:58.880Z	19,3978	-155,2825	7,05	2,0	49	0,01	0,26				

2018-04-11T16:26:31.160Z	20,1640	-155,6933	25,7	2,5	152	0,09	0,11	0,56	0,65	0,05	reviewed
2018-04-11T16:30:22.950Z	19,4047	-155,2762	8,03	1,8	30	0,01	0,22	0,46	0,45	0,23	automatic
2018-04-11T16:34:00.580Z	19,3713	-155,2622	7,11	2,0	164	0,00	0,3	0,94	0,78	0,31	automatic
2018-04-11T16:34:03.000Z	19,4097	-155,2628	8,71	1,9	93	0,01	0,28	0,68	0,59	0,15	automatic
2018-04-11T16:53:46.340Z	19,3917	-155,2877	7,29	2,0	45	0,01	0,2	0,38	0,42	0,31	automatic
2018-04-11T17:09:08.130Z	19,3905	-155,2842	8,24	1,8	82	0,01	0,25	0,5	0,47	2,90	automatic
2018-04-11T17:21:03.830Z	19,4121	-155,2599	3,921	2,2	328	0,00	0,12	3,03	4,5	3,22	reviewed
2018-04-11T17:23:20.720Z	19,3885	-155,2785	1,24	2,1	57	0,00	0,1	0,14	0,15	0,17	reviewed
2018-04-11T18:00:28.650Z	19,3988	-155,2865	7,4	1,8	32	0,01	0,25	0,45	0,54	0,19	automatic
2018-04-11T18:23:24.860Z	19,3935	-155,2932	3,61	2,1	60	0,00	0,25	0,38	0,58	0,23	automatic
2018-04-11T18:45:07.150Z	19,4125	-155,2440	9,65	1,8	95	0,01	0,15	0,83	0,47	0,42	automatic
2018-04-11T19:02:34.590Z	19,3988	-155,2852	7,85	2,0	49	0,01	0,24	0,56	0,73	0,28	automatic
2018-04-11T19:40:25.630Z	19,3707	-155,3017	2,04	2,0	91	0,02	0,36	0,63	0,74	0,32	automatic
2018-04-11T20:12:04.220Z	19,3837	-155,2822	8,36	1,9	72	0,01	0,25	0,59	0,82	0,27	automatic
2018-04-11T20:41:35.440Z	19,3787	-155,2840	6,79	2,0	86	0,01	0,24	0,5	0,67	0,22	automatic
2018-04-11T20:59:53.450Z	19,4897	-155,4365	0,51	1,4	82	0,04	0,1	0,29	0,77	0,32	reviewed
2018-04-11T21:18:13.760Z	19,3823	-155,2877	6,57	2,1	78	0,01	0,15	0,4	0,77	0,33	automatic
2018-04-11T22:48:51.370Z	19,3953	-155,2707	9,53	1,8	37	0,01	0,21	0,55	0,78	0,19	automatic
2018-04-11T23:17:46.730Z	19,3943	-155,2832	7,32	2,1	69	0,01	0,3	0,63	0,48	0,28	automatic
2018-04-11T23:41:43.810Z	19,3953	-155,2715	9,58	2,0	38	0,00	0,23	0,55	0,64	0,10	reviewed
2018-04-11T23:54:30.630Z	18,8855	-155,3978	16,33	1,7	257	0,25	0,1	1,59	12,43	0,08	reviewed
2018-04-12T00:04:27.310Z	19,3902	-155,2893	3,42	2,0	64	0,00	0,31	0,45	0,62	0,23	automatic
2018-04-12T00:30:19.970Z	19,3907	-155,2808	7,3	1,9	51	0,00	0,24	0,46	0,46	1,80	automatic
2018-04-12T00:34:23.320Z	19,1902	-155,4038	31,94	1,6	177	0,05	0,11	0,76	1,06	0,04	reviewed
2018-04-12T00:56:03.070Z	19,3957	-155,2833	6,08	1,8	42	0,01	0,19	0,39	0,45	0,22	automatic
2018-04-12T01:36:33.490Z	19,4130	-155,2735	12,49	1,7	49	0,01	0,26	0,78	0,67	0,34	reviewed
2018-04-12T01:51:59.010Z	19,3912	-155,2820	3,68	2,1	41	0,00	0,22	0,33	0,49	0,32	automatic
2018-04-12T02:14:15.230Z	19,3952	-155,2742	5,42	2,0	42	0,00	0,23	0,48	0,67	0,31	automatic
2018-04-12T02:14:17.150Z	19,4030	-155,2807	7,33	2,0	46	0,01	0,27	0,46	0,42	0,22	automatic
2018-04-12T02:40:45.110Z	19,4107	-155,2815	6,09	2,0	25	0,00	0,23	0,43	0,4	0,22	reviewed
2018-04-12T02:51:28.410Z	19,4063	-155,2967	4,66	1,9	44	0,00	0,24	0,35	0,54	0,23	reviewed
2018-04-12T03:00:52.010Z	19,4180	-155,2723	9,38	1,9	39	0,01	0,32	0,7	0,57	0,24	reviewed
2018-04-12T03:10:48.780Z	19,4062	-155,2802	7,82	2,1	30	0,01	0,24	0,46	0,48	0,22	automatic
2018-04-12T03:21:09.900Z	19,3829	-155,2556	15,39	2,6	106	0,02	0,38	2,3	0,8	0,06	reviewed
2018-04-12T03:26:10.320Z	19,4018	-155,2742	9,75	1,9	45	0,01	0,26	0,84	0,93	0,19	reviewed
2018-04-12T03:52:23.380Z	19,3888	-155,2860	7	2,0	64	0,00	0,36	0,6	0,8	0,26	automatic
2018-04-12T03:52:25.700Z	19,3848	-155,2645	1,64	2,1	52	0,01	0,37	0,56	0,46	0,29	automatic
2018-04-12T03:57:37.240Z	19,4080	-155,2768	8,01	1,9	31	0,01	0,17	0,37	0,4	0,09	reviewed
2018-04-12T04:09:04.610Z	19,4227	-155,2593	9,28	2,2	186	0,00	0,07	0,87	0,87	0,16	reviewed
2018-04-12T04:23:09.110Z	19,4070	-155,2640	8,28	1,8	34	0,01	0,29	0,5	0,39	0,13	automatic
2018-04-12T04:36:10.390Z	19,3930	-155,2867	7,67	2,2	60	0,01	0,1	0,86	0,44	0,13	reviewed
2018-04-12T04:43:15.510Z	19,3985	-155,2793	7,78	1,4	41	0,01	0,11	0,56	0,7	0,07	reviewed
2018-04-12T04:51:41.760Z	19,4358	-155,2713	8,97	2,1	94	0,01	0,24	0,52	0,54	0,26	automatic
2018-04-12T04:59:03.910Z	19,3753	-155,2735	6,52	1,4	129	0,01	0,15	0,64	0,79	0,08	reviewed
2018-04-12T05:02:40.910Z	19,4105	-155,2635	9,06	2,1	90	0,02	0,19	0,79	0,62	0,20	automatic
2018-04-12T05:02:43.890Z	19,4098	-155,2810	8,53	2,0	44	0,01	0,27	0,55	0,68	0,28	automatic
2018-04-12T05:08:20.490Z	19,3733	-155,2888	3,79	2,2	104	0,01	0,39	0,67	0,93	0,23	automatic
2018-04-12T05:13:13.860Z	19,3952	-155,2758	6,47	1,9	44	0,01	0,27	0,56	0,7	0,14	automatic
2018-04-12T05:17:59.690Z	19,3925	-155,2903	6,57	1,8	61	0,00	0,28	0,53	0,61	0,35	automatic
2018-04-12T05:24:00.790Z	19,4107	-155,2708	7,03	2,1	42	0,01	0,21	0,35	0,32	0,11	reviewed
2018-04-12T05:29:21.470Z	19,4010	-155,2763	7,48	1,9	43	0,01	0,26	0,64	0,53	0,27	automatic
2018-04-12T05:32:14.030Z	19,4143	-155,2742	9,15	1,9	30	0,01	0,25	0,54	0,67	0,20	automatic
2018-04-12T05:35:14.290Z	19,3977	-155,2837	6,91	1,9	37	0,01	0,25	0,56	0,55	0,23	automatic
2018-04-12T05:38:45.970Z	19,4055	-155,2727	6,72	2,1	63	0,01	0,15	0,79	1,3	0,13	automatic
2018-04-12T05:42:11.270Z	19,4168	-155,2640	10,55	2,0	107	0,01	0,19	0,93	1,02	0,09	reviewed
2018-04-12T05:51:19.940Z	19,3803	-155,2738	7	2,0	79	0,01	0,27	0,48	0,43	0,30	automatic
2018-04-12T05:55:27.850Z	19,4068	-155,2815	7,42	1,9	27	0,01	0,16	0,37	0,39	0,20	automatic
2018-04-12T05:58:36.690Z	19,4060	-155,2887	6,66	1,8	34	0,01	0,26	0,44	0,53	0,25	automatic
2018-04-12T06:02:49.090Z	19,3887	-155,2862	7,06	1,9	65	0,00	0,35	0,59	0,63	0,21	automatic
2018-04-12T06:09:09.560Z	19,4620	-155,2305	10,11	2,1	140	0,04	0,32	0,87	0,98	0,27	automatic
2018-04-12T06:09:13.010Z	19,4013	-155,2752	7,15	1,9	37	0,01	0,34	0,63	0,71	0,31	automatic
2018-04-12T06:12:40.410Z	19,3870	-155,2752	9,33	1,7	62	0,01	0,31	1,05	0,63	0,32	automatic
2018-04-12T06:23:27.360Z	19,3938	-155,2760	5,36	1,9	47	0,00	0,33	0,47	0,52	0,16	automatic
2018-04-12T06:28:12.130Z	19,3948	-155,2627	7,63	1,7	67	0,00	0,25	0,71	0,53	0,47	automatic
2018-04-12T06:31:43.950Z	19,4005	-155,2837	6,32	2,0	28	0,01	0,16	0,34	0,55	0,14	automatic
2018-04-12T06:40:22.530Z	19,4125	-155,2868	7,31	1,8	33	0,01	0,21	0,4	0,44	0,13	automatic
2018-04-12T06:47:45.430Z	19,3982	-155,2785	8,39	1,9	43	0,01	0,21	0,49	0,52	0,19	automatic
2018-04-12T06:54:08.470Z	19,4967	-155,4733	2,12	2,6	127	0,04	0,07	0,53	2,08	0,21	automatic
2018-04-12T06:54:35.690Z	19,4077	-155,2780	8	1,9	29	0,01	0,13	0,33	0,31	0,13	reviewed
2018-04-12T06:54:35.740Z	19,4023	-155,2807	7,72	1,9	29	0,01	0,22	0,46	0,48	0,19	automatic
2018-04-12T06:57:24.910Z	19,3843	-155,2730	7,49	2,0	64	0,01	0,31	0,68	0,49	0,20	automatic
2018-04-12T07:01:21.420Z	19,4110	-155,2627	8,73	1,8	60	0,00	0,33	1,2	0,74	0,30	automatic
2018-04-12T07:03:10.090Z	19,4427	-155,2713	7,13	1,8	99	0,02	0,3	0,85	0,72	0,36	automatic
2018-04-12T07:08:59.080Z	19,3978	-155,2790	7,43	2,0	43	0,01	0,24	0,42	0,5	0,20	automatic
2018-04-12T07:20:17.840Z	19,3703	-155,2897	8,04	1,8	202	0,02	0,31	1,04	0,68	0,20	automatic
2018-04-12T07:28:15.050Z	19,4030	-155,2850	6,92	1,9	29	0,01	0,38	0,58	0,66	0,23	automatic
2018-04-12T07:36:51.480Z	19,4018	-155,2770	7,57	1,7	39	0,01	0,22	0,37	0,51	0,23	automatic
2018-04-12T07:42:13.000Z	19,4035	-155,2763	7,7	2,0	35	0,01	0,12	0,39	0,26	0,12	reviewed
2018-04-12T07:47:05.590Z	19,4173	-155,2790	9,33	1,8	50	0,00	0,24	0,58	0,64	0,14	automatic
2018-04-12T07:53:33.940Z	19,4182	-155,2767	4,5	1,9	39	0,01	0,32	0,53	0,43	0,26	automatic
2018-04-12T07:57:18.680Z	19,3983	-155,2782	7,67	1,9	44	0,01	0,17	0,4	0,4	0,25	automatic
2018-04-12T08:01:00.990Z	19,4097	-155,2703	10,57	1,8	42	0,01	0,25	0,67	0,62	0,18	automatic
2018-04-12T08:09:37.730Z	19,3980	-155,2832	6,77	1,8	37	0,01	0,32	0,65	0,49	0,21	automatic
2018-04-12T08:16:48.570Z	19,4218	-155,2780	8,1	1,8	53	0,00	0,27	0,51	0,58	0,15	automatic
2018-04-12T08:21:07.740Z	19,4123	-155,2802	5,82	1,9	28	0,01	0,29	0,51	0,74	0,21	automatic
2018-04-12T08:31:35.550Z	19,3960	-155,2832	4,58	1,8	42	0,01	0,26	0,44	0,59	0,30	automatic
2018-04-12T08:37:47.500Z	19,4317	-155,4032	0,57	2,5	34	0,06	0,15	0,25	0,4	0,17	reviewed
2018-04-12T08:43:00.130Z	19,1643	-155,4793	32,82	1,7	153	0,02	0,11	0,66	0,88	0,05	reviewed
2018-04-12T08:46:58.640Z	19,4060	-155,2822	6,59	2,0	27	0,01	0,38	0,51	0,51	0,21	automatic
2018-04-12T08:48:58.130Z	19,1580	-155,4798	33,35	1,8	174	0,02	0,12	0,74	0,96	0,09	reviewed
2018-04-12T08:50:28.780Z	19,3982	-155,2802	9	1,9	40	0,01	0,3	0,5	0,5	0,29	automatic
2018-04-12T08:54:38.350Z	19,3983	-155,2888	5,95	2,0	52	0,01	0,36	0,55	0,78	0,28	automatic
2018-04-12T08:56:31.45											

2018-04-12T10:51:41.900Z	19,3992	-155,2837	7,17	2,0	41	0,01	0,36	0,63	0,55	0,25	automatic
2018-04-12T11:13:05.500Z	19,3958	-155,2765	6,92	1,9	46	0,00	0,36	0,64	0,77	0,29	automatic
2018-04-12T11:39:41.680Z	19,4083	-155,2762	6,44	2,0	39	0,01	0,14	0,43	0,43	0,16	reviewed
2018-04-12T12:01:57.540Z	19,3968	-155,2782	8,6	1,9	45	0,00	0,17	0,45	0,45	0,16	automatic
2018-04-12T12:08:39.790Z	19,3852	-155,2682	5	2,2	48	0,01	0,32	0,44	0,53	0,16	automatic
2018-04-12T12:15:59.190Z	19,4068	-155,2790	9,24	1,8	41	0,01	0,15	0,43	0,49	0,07	reviewed
2018-04-12T12:42:42.440Z	19,1962	-155,4083	31,89	1,7	161	0,04	0,11	0,61	0,87	0,12	reviewed
2018-04-12T13:50:46.880Z	19,1685	-155,3852	2,72	1,3	237	0,13	0,11	1,56	12,91	0,06	reviewed
2018-04-12T14:57:23.440Z	19,1593	-155,4503	28,11	1,6	191	0,01	0,11	0,85	0,93	0,05	reviewed
2018-04-12T16:43:35.330Z	19,2525	-155,3975	32,15	1,7	101	0,01	0,11	0,73	1,04	0,05	reviewed
2018-04-13T04:37:46.720Z	19,3648	-155,3133	2,67	2,5	306	0,04	0,24	1,5	1,9	0,22	automatic
2018-04-13T18:25:37.700Z	19,4227	-155,4165	2,96	1,7	66	0,08	0,21	0,48	3,6	0,12	automatic
2018-04-14T07:06:26.210Z	19,3190	-155,2637	29,98	1,6	95	0,11	0,11	0,49	0,55	0,07	reviewed
2018-04-14T11:52:00.530Z	19,1682	-155,4718	31,8	1,7	81	0,02	0,1	0,6	0,88	0,04	reviewed
2018-04-14T19:06:43.500Z	19,3707	-155,2547	-0,1	2,2	213	0,01	0,17	0,77	0,49	4,15	automatic
2018-04-15T02:07:22.640Z	19,1588	-155,4705	30,71	1,7	190	0,01	0,11	1,09	1,34	0,10	reviewed
2018-04-15T04:58:23.210Z	19,4065	-155,2923	2,53	1,8	146	0,01	0,29	0,51	0,56	0,22	automatic
2018-04-15T07:45:57.170Z	19,1598	-155,4537	31,14	1,7	182	0,01	0,11	0,89	1,01	0,07	reviewed
2018-04-15T10:13:17.940Z	19,1995	-155,2605	44,31	2,0	237	0,09	0,09	0,93	0,6	0,10	reviewed
2018-04-15T14:29:47.550Z	19,3942	-155,2788	1,27	1,6	53	0,01	0,07	0,17	0,2	0,01	reviewed
2018-04-15T17:01:07.890Z	19,3892	-155,2462	1,44	2,7	44	0,01	0,12	0,18	0,17	0,15	reviewed
2018-04-15T23:45:02.860Z	19,3338	-155,1940	6,65	1,4	83	0,04	0,05	0,37	0,77	0,22	reviewed
2018-04-16T00:16:45.960Z	19,1902	-155,5003	33,18	1,7	131	0,05	0,1	0,67	0,91	0,07	reviewed
2018-04-16T00:31:52.400Z	19,1905	-155,5015	33,72	1,8	131	0,05	0,1	0,72	0,89	0,06	reviewed
2018-04-16T01:18:39.340Z	19,4032	-155,2847	1,03	2,0	31	0,01	0,1	0,18	0,22	0,15	automatic
2018-04-16T01:25:54.310Z	18,8930	-155,4162	11,68	1,7	292	0,01	0,1	1,36	0,57	0,11	reviewed
2018-04-16T04:19:38.120Z	19,4172	-155,2707	0,89	1,8	44	0,01	0,22	0,32	0,33	0,24	automatic
2018-04-16T04:49:46.030Z	19,3828	-155,2405	1,82	2,4	74	0,01	0,08	0,22	0,2	0,21	reviewed
2018-04-16T06:18:51.890Z	19,4467	-155,9035	12,5	1,4	174	0,04	0,11	1,07	0,48	0,11	reviewed
2018-04-16T06:33:52.050Z	19,3290	-155,1262	5,99	1,5	137	0,04	0,11	0,4	0,67	0,07	reviewed
2018-04-16T09:35:42.860Z	19,1647	-155,4660	31,8	1,7	113	0,01	0,11	0,83	1,12	0,06	reviewed
2018-04-16T11:16:57.850Z	19,3930	-155,2545	0,38	1,3	46	0,01	0,08	0,14	0,18	0,37	reviewed
2018-04-16T14:33:54.970Z	19,3965	-155,2912	0,36	2,1	291	0,02	0,08	0,5	0,55	0,43	automatic
2018-04-16T14:34:25.270Z	19,3702	-155,2120	1,93	2,2	104	0,00	0,11	0,3	0,24	0,17	reviewed
2018-04-16T18:10:12.650Z	19,3962	-155,2838	8,8	1,8	51	0,01	0,37	0,75	0,84	0,24	reviewed
2018-04-16T18:41:02.760Z	19,3900	-155,2773	1,47	2,6	42	0,01	0,09	0,16	0,12	0,21	reviewed
2018-04-16T21:43:58.200Z	19,7278	-154,9723	43,87	2,1	229	0,06	0,12	0,48	0,48	0,09	reviewed
2018-04-16T22:48:07.180Z	19,3910	-155,2785	1,23	1,2	72	0,01	0,04	0,23	0,31	0,24	reviewed
2018-04-16T23:45:01.370Z	19,4100	-155,2738	0,14	1,7	65	0,01	0,15	0,19	0,3	0,15	automatic
2018-04-17T00:34:38.920Z	19,4173	-155,2617	1,37	1,8	128	0,01	0,16	0,34	0,4	0,11	automatic
2018-04-17T01:02:15.020Z	19,3888	-155,2890	6,58	2,1	66	0,00	0,28	0,52	0,67	0,15	reviewed
2018-04-17T01:02:18.310Z	19,4358	-155,2617	9,88	1,9	99	0,01	0,26	1,22	0,55	0,38	automatic
2018-04-17T02:05:47.880Z	19,1978	-155,4020	31,68	1,7	171	0,04	0,11	0,63	0,85	0,17	reviewed
2018-04-17T04:30:34.460Z	19,4198	-155,2745	7,26	1,8	57	0,01	0,13	1,28	1,38	0,23	reviewed
2018-04-17T07:21:36.070Z	19,3990	-155,2822	9,94	1,9	55	0,01	0,1	0,91	0,69	0,09	reviewed
2018-04-17T07:46:08.520Z	19,3820	-155,2795	0,74	1,2	74	0,00	0,1	0,18	0,24	0,15	reviewed
2018-04-17T08:47:52.140Z	19,4193	-155,2610	10,43	1,8	86	0,00	0,29	0,71	0,34	0,19	automatic
2018-04-17T09:40:11.870Z	19,4207	-155,2908	6,84	2,2	29	0,00	0,36	0,59	0,67	1,98	automatic
2018-04-17T10:30:00.010Z	19,4140	-155,2678	8,35	2,0	85	0,01	0,38	0,79	0,86	0,19	automatic
2018-04-17T10:52:51.430Z	19,4190	-155,2858	8,43	2,0	41	0,00	0,33	0,67	0,63	0,27	automatic
2018-04-17T11:19:48.840Z	19,4058	-155,3012	7,19	1,8	55	0,02	0,25	0,51	0,87	0,38	automatic
2018-04-17T13:48:18.720Z	19,2268	-155,3235	27,16	2,3	161	0,07	0,12	0,64	0,83	0,11	reviewed
2018-04-17T16:02:26.910Z	19,3938	-155,2420	18,9	1,1	119	0,01	0,17	4,84	2,19	0,01	reviewed
2018-04-17T16:23:28.510Z	19,1703	-155,4678	31,64	1,7	109	0,02	0,1	0,69	0,99	0,09	reviewed
2018-04-17T17:33:59.990Z	19,3965	-155,2557	7,98	1,9	53	0,01	0,2	0,59	0,37	0,24	automatic
2018-04-17T17:58:15.100Z	19,4058	-155,2827	7,9	2,0	41	0,02	0,23	0,57	1,04	0,22	automatic
2018-04-17T18:08:37.090Z	19,4062	-155,2752	7,26	1,8	36	0,01	0,37	0,6	0,67	0,26	automatic
2018-04-17T18:12:51.230Z	19,3802	-155,2715	7,08	2,0	65	0,01	0,28	0,58	0,59	0,39	automatic
2018-04-17T18:36:49.310Z	19,3852	-155,2705	6,12	1,9	48	0,01	0,23	0,44	0,57	0,20	automatic
2018-04-17T18:43:16.100Z	19,3882	-155,2888	4,51	2,0	67	0,01	0,29	0,59	0,95	0,14	automatic
2018-04-17T19:04:37.490Z	19,4062	-155,2790	7,74	1,9	31	0,01	0,21	0,45	0,42	0,23	automatic
2018-04-17T19:13:42.710Z	19,3685	-155,2177	2,16	1,3	73	0,01	0,08	0,38	0,26	0,31	reviewed
2018-04-17T19:41:19.310Z	19,2240	-155,3202	28,35	2,0	163	0,07	0,11	0,51	0,6	0,10	reviewed
2018-04-17T23:14:55.820Z	18,9220	-155,4358	32,99	1,9	247	0,23	0,1	0,88	1,54	0,07	reviewed
2018-04-18T01:36:23.120Z	19,1925	-155,4190	32,04	1,6	173	0,05	0,11	0,87	1,05	0,02	reviewed
2018-04-18T02:00:30.960Z	18,9763	-155,2178	39,62	2,0	248	0,29	0,1	0,67	0,99	0,09	reviewed
2018-04-18T03:38:49.620Z	19,3882	-155,2787	1,38	2,0	58	0,00	0,09	0,15	0,14	0,19	reviewed
2018-04-18T03:56:09.390Z	19,2905	-155,3838	2,59	1,2	101	0,04	0,09	0,29	0,65	0,07	reviewed
2018-04-18T09:34:59.970Z	19,3603	-155,4610	6,86	1,5	45	0,08	0,1	0,26	0,65	0,19	reviewed
2018-04-18T10:36:26.270Z	19,2848	-155,3187	26,99	1,8	135	0,02	0,12	0,6	0,84	0,17	reviewed
2018-04-18T12:16:36.160Z	19,2237	-155,3772	31,77	1,7	162	0,02	0,11	0,7	0,76	0,14	reviewed
2018-04-19T02:36:23.680Z	19,3630	-155,4720	9,2	1,5	39	0,09	0,11	0,3	0,69	0,21	reviewed
2018-04-19T03:29:28.440Z	19,3892	-155,2795	1,54	1,2	57	0,00	0,07	0,16	0,2	0,34	reviewed
2018-04-19T07:49:50.030Z	19,2112	-155,4168	34,19	1,8	183	0,03	0,11	0,84	0,95	0,13	reviewed
2018-04-19T12:43:07.750Z	19,6583	-156,0863	39,59	2,2	201	0,14	0,14	0,87	1,01	0,09	reviewed
2018-04-19T13:26:30.490Z	19,3145	-155,8112	10,56	1,6	102	0,07	0,16	0,46	0,48	0,06	reviewed
2018-04-19T22:30:12.730Z	19,0908	-155,4655	25,49	1,7	182	0,06	0,1	0,67	1,01	0,05	reviewed
2018-04-19T22:47:55.160Z	19,2253	-155,5145	7,89	1,1	139	0,03	0,11	0,44	1,05	0,07	reviewed
2018-04-20T02:39:23.270Z	19,1963	-155,4060	35,41	1,8	162	0,04	0,11	0,79	1,1	0,10	reviewed
2018-04-20T05:19:39.760Z	18,9378	-155,3637	12,08	2,9	247	0,24	0,12	1,31	0,78	0,14	reviewed
2018-04-20T05:35:28.950Z	19,3418	-155,5010	6,21	1,5	51	0,08	0,11	0,26	0,87	0,24	reviewed
2018-04-20T07:02:55.070Z	19,3297	-155,1443	4,7	1,6	110	0,05	0,12	0,31	0,91	0,08	reviewed
2018-04-20T09:35:05.710Z	18,9793	-155,3818	12,55	1,6	245	0,11	0,11	1,12	0,61	0,09	reviewed
2018-04-20T11:08:29.040Z	19,3825	-155,2795	1,42	1,8	79	0,00	0,06	0,21	0,26	0,06	reviewed
2018-04-20T12:05:33.130Z	19,3858	-155,2480	1,51	1,5	94	0,00	0,05	0,27	0,29	0,23	reviewed
2018-04-20T12:05:46.500Z	19,3882	-155,2472	1,43	2,4	98	0,00	0,07	0,26	0,2	0,19	reviewed
2018-04-20T15:01:26.100Z	19,3590	-155,1628	2,44	1,3	89	0,02	0,1	0,3	0,41	0,20	reviewed
2018-04-20T19:06:24.040Z	19,3785	-155,2420	1,83	2,2	149	0,01	0,12	0,68	0,42	0,24	automatic
2018-04-20T19:06:32.100Z	19,3848	-155,2417	1,79	2,3	61	0,01	0,07	0,18	0,18	0,21	reviewed
2018-04-20T20:11:18.280Z	19,3807	-155,0873	2,05	1,9	147	0,01	0,06	0,79	0,4	0,08	reviewed
2018-04-20T20:33:14.040Z	19,3890	-155,2790	1,32	1,4	58	0,00	0,08	0,15	0,16	0,09	reviewed
2018-04-20T22:01:10.680Z	19,3897	-155,2775	1,56	1,2							

2018-04-21T15:36:12.710Z	19,3843	-155,2452	1,56	1,1	50		0,12	0,19	0,19	0,24	reviewed
2018-04-21T18:55:37.770Z	19,5335	-155,8740	11,61	1,5	216	0,06	0,14	1,32	0,47	0,07	reviewed
2018-04-21T23:31:31.850Z	19,4507	-155,8707	9,87	1,4	131	0,06	0,13	0,56	0,62	0,08	reviewed
2018-04-22T01:26:02.890Z	19,3867	-155,0253	0,36	1,5	170	0,05	0,15	0,52	0,25	0,20	reviewed
2018-04-22T03:01:26.030Z	19,1948	-155,4592	33,66	1,7	112	0,04	0,12	0,67	0,87	0,04	reviewed
2018-04-22T03:29:11.100Z	19,1932	-155,4585	34,78	1,7	113	0,04	0,12	0,74	0,94	0,05	reviewed
2018-04-22T04:57:33.650Z	19,3858	-155,2442	1,43	2,6	51	0,01	0,1	0,18	0,15	0,13	reviewed
2018-04-22T05:30:51.470Z	19,1995	-155,4117	31,45	1,7	156	0,04	0,11	0,64	0,95	0,11	reviewed
2018-04-22T06:27:04.060Z	19,2133	-155,4373	35,69	1,8	132	0,04	0,1	0,8	0,85	0,12	reviewed
2018-04-22T07:30:34.540Z	19,3888	-155,2455	1,89	2,9	64	0,01	0,08	0,17	0,18	0,20	reviewed
2018-04-22T07:54:41.690Z	19,3885	-155,2447	1,65	2,6	66	0,01	0,1	0,18	0,15	0,18	reviewed
2018-04-22T07:58:43.470Z	19,3947	-155,2770	1,26	2,1	41	0,00	0,1	0,14	0,17	0,24	reviewed
2018-04-22T07:59:47.360Z	19,3862	-155,2432	1,54	2,7	45	0,01	0,12	0,21	0,15	0,15	reviewed
2018-04-22T08:47:30.070Z	19,9342	-155,5978	44,34	2,2	128		0,12	0,56	0,88	0,06	reviewed
2018-04-22T09:21:02.370Z	19,4592	-155,8690	9,54	1,4	122	0,05	0,17	0,62	0,52	0,14	reviewed
2018-04-22T09:21:28.220Z	19,3583	-155,2923	1,35	1,2	54	0,02	0,12	0,18	0,27	0,12	reviewed
2018-04-22T10:24:08.070Z	19,4030	-155,2885	1,44	2,0	34	0,01	0,09	0,14	0,1	0,11	reviewed
2018-04-22T10:37:17.220Z	19,3928	-155,2463	1,6	2,4	44	0,01	0,07	0,14	0,17	0,19	reviewed
2018-04-22T11:20:26.340Z	19,3793	-155,2210	25,33	2,0	49		0,11	0,43	0,36	0,13	reviewed
2018-04-22T11:29:20.930Z	19,1895	-155,4565	33,5	1,7	224	0,07	0,11	1,31	0,91	0,07	reviewed
2018-04-22T11:42:33.480Z	19,2037	-155,4573	33,59	1,7	111	0,05	0,1	0,71	0,84	0,04	reviewed
2018-04-22T12:35:54.620Z	19,3835	-155,2450	1,31	1,3	46	0,01	0,11	0,17	0,13	0,12	reviewed
2018-04-22T12:55:48.680Z	18,9077	-155,3627	11,17	2,6	269	0,25	0,12	1,08	0,64	0,20	reviewed
2018-04-22T16:24:34.530Z	19,3612	-155,0573	6,13	2,0	169		0,14	0,49	0,57	0,10	reviewed
2018-04-22T17:29:46.300Z	19,3863	-155,2435	1,27	2,6	52	0,01	0,11	0,14	0,13	0,15	reviewed
2018-04-22T17:33:30.350Z	19,3840	-155,2370	0,6	1,8	95	0,01	0,18	0,24	0,36	0,27	automatic
2018-04-22T17:35:01.650Z	19,3855	-155,2457	1,39	1,8	99	0,01	0,05	0,24	0,33	0,27	reviewed
2018-04-22T17:35:04.690Z	19,3467	-155,0318	-0,31	1,2	207	0,07	0,13	2,55	11,82	0,18	reviewed
2018-04-22T17:35:06.870Z	19,3875	-155,2455	1,29	2,2	102	0,01	0,07	0,27	0,37	0,09	reviewed
2018-04-22T17:54:29.120Z	19,4155	-155,2617	1,54	1,8	87		0,11	0,2	0,14	0,16	reviewed
2018-04-22T18:04:53.660Z	19,3877	-155,2440	1,52	2,7	67	0,01	0,1	0,2	0,17	0,15	reviewed
2018-04-23T02:56:38.060Z	19,4052	-155,2648	0,09	1,7	73	0,01	0,08	0,19	0,27	0,28	automatic
2018-04-23T02:22:50.900Z	19,1893	-155,4662	32,64	1,7	100	0,03	0,11	0,56	0,82	0,04	reviewed
2018-04-23T02:42:12.680Z	19,3892	-155,2562	13,19	1,7	110	0,01	0,22	1,18	0,56	0,33	automatic
2018-04-23T02:50:31.460Z	19,3927	-155,2763	1,66	2,8	42	0,00	0,11	0,16	0,13	0,17	reviewed
2018-04-23T02:56:24.820Z	19,3890	-155,2780	1,58	2,0	43	0,00	0,1	0,14	0,12	0,16	reviewed
2018-04-23T03:18:20.680Z	19,3860	-155,2797	1,14	2,3	44	0,00	0,11	0,13	0,14	0,15	reviewed
2018-04-23T03:27:29.770Z	19,4068	-155,2705	0,25	2,2	33	0,01	0,09	0,12	0,15	0,16	reviewed
2018-04-23T04:38:09.200Z	19,3922	-155,2782	1,45	1,3	52		0,09	0,16	0,2	0,04	reviewed
2018-04-23T05:06:43.030Z	19,3767	-155,0892	1,49	1,1	140	0,01	0,12	0,41	0,16	0,15	reviewed
2018-04-23T05:49:40.690Z	19,2037	-155,4115	31,46	1,8	153	0,04	0,11	0,57	0,9	0,12	reviewed
2018-04-23T07:15:29.840Z	19,1823	-155,4710	32,67	1,7	105	0,03	0,11	0,9	1,05	0,08	reviewed
2018-04-23T07:18:26.120Z	19,1762	-155,4652	33,23	1,7	107	0,02	0,11	0,85	1	0,05	reviewed
2018-04-23T08:59:29.580Z	19,3677	-155,2065	1,95	1,5	84		0,1	0,34	0,26	0,11	reviewed
2018-04-23T09:37:31.630Z	19,3828	-155,2808	1,34	2,3	45	0,00	0,1	0,14	0,15	0,20	reviewed
2018-04-23T11:32:52.820Z	19,3930	-155,2513	1,45	2,5	51	0,01	0,08	0,12	0,11	0,13	reviewed
2018-04-23T13:26:32.630Z	19,3897	-155,2460	1,63	2,3	45	0,01	0,09	0,14	0,14	0,11	reviewed
2018-04-23T13:42:28.010Z	19,3887	-155,2457	1,62	2,0	63	0,01	0,08	0,2	0,2	0,16	reviewed
2018-04-23T16:38:37.420Z	19,3835	-155,2450	0,92	2,6	50	0,01	0,12	0,15	0,14	0,16	reviewed
2018-04-23T16:44:30.920Z	19,3848	-155,2457	1,22	2,0	77	0,01	0,1	0,17	0,14	0,14	reviewed
2018-04-23T16:45:04.060Z	19,3837	-155,2428	1,25	2,2	56	0,01	0,12	0,18	0,14	0,16	reviewed
2018-04-23T17:13:01.160Z	19,3825	-155,2810	0,81	1,0	80		0,1	0,15	0,19	0,25	reviewed
2018-04-23T17:34:58.670Z	19,3232	-155,1967	3,68	1,5	93		0,13	0,28	0,96	0,12	reviewed
2018-04-23T22:49:56.810Z	19,4103	-155,2832	-0,28	2,1	54	0,00	0,1	0,11	0,19	0,22	reviewed
2018-04-24T02:40:50.760Z	19,3825	-155,2397	1,76	2,2	50	0,01	0,1	0,2	0,18	0,08	reviewed
2018-04-24T02:53:57.360Z	19,3818	-155,2403	1,79	2,0	85	0,01	0,07	0,25	0,2	0,16	reviewed
2018-04-24T03:52:16.200Z	19,2057	-155,4615	32,98	1,7	191	0,06	0,09	0,78	0,92	0,04	reviewed
2018-04-24T04:40:49.700Z	19,3790	-155,2385	1,63	2,0	69	0,01	0,12	0,21	0,16	0,18	reviewed
2018-04-24T04:44:35.860Z	19,3885	-155,2465	1,58	1,5	80	0,01	0,06	0,19	0,25	0,12	reviewed
2018-04-24T06:55:39.900Z	19,3783	-155,2470	0,31	1,8	77	0,01	0,09	0,2	0,16	0,13	reviewed
2018-04-24T07:04:42.350Z	19,3835	-155,2417	1,63	2,3	60	0,01	0,09	0,21	0,21	0,12	reviewed
2018-04-24T11:37:39.540Z	19,8257	-155,8067	35,84	2,2	167	0,14	0,11	0,66	1,05	0,08	reviewed
2018-04-24T21:04:03.110Z	19,1840	-155,4760	29,53	1,7	128	0,03	0,12	0,64	0,98	0,16	reviewed
2018-04-24T21:16:37.040Z	19,4053	-155,2587	2,24	2,0	69	0,01	0,05	0,24	0,28	0,16	reviewed
2018-04-24T23:23:12.670Z	19,3697	-155,2142	2,09	2,7	89	0,00	0,09	0,24	0,19	0,24	reviewed
2018-04-25T00:43:38.320Z	19,3847	-155,2450	1,37	3,0	45	0,01	0,11	0,2	0,16	0,24	reviewed
2018-04-25T00:44:48.940Z	19,3845	-155,2455	1,45	2,8	60	0,01	0,11	0,27	0,21	0,15	reviewed
2018-04-25T03:04:58.530Z	19,3885	-155,2798	1,5	2,7	43	0,00	0,1	0,16	0,11	0,27	reviewed
2018-04-25T06:49:35.740Z	19,3893	-155,2792	1,48	2,0	57	0,00	0,08	0,15	0,17	0,18	reviewed
2018-04-25T06:49:36.430Z	19,3978	-155,2922	-0,24	1,9	138	0,02	0,1	1	1,2	0,31	automatic
2018-04-25T07:10:18.810Z	19,3867	-155,2457	1,69	1,9	82		0,09	0,21	0,18	0,13	reviewed
2018-04-25T07:53:14.300Z	19,4062	-155,2418	2,29	2,6	48	0,01	0,1	0,18	0,16	0,19	reviewed
2018-04-25T08:14:36.280Z	19,3840	-155,2457	1,45	2,6	53	0,01	0,1	0,16	0,15	0,15	reviewed
2018-04-25T09:47:55.070Z	19,3850	-155,2810	1,01	2,1	150	0,00	0,09	0,2	0,27	0,11	reviewed
2018-04-25T09:51:14.520Z	19,3835	-155,2818	1,03	1,6	44	0,00	0,09	0,14	0,16	0,11	reviewed
2018-04-25T09:52:30.410Z	19,4168	-155,2648	1,6	2,0	63	0,01	0,06	0,26	0,25	0,23	reviewed
2018-04-25T10:18:29.500Z	19,5832	-155,9063	33,14	2,0	117	0,10	0,13	0,63	0,98	0,11	reviewed
2018-04-25T10:55:46.690Z	19,4167	-155,2632	1,61	2,0	75	0,01	0,05	0,26	0,21	0,19	reviewed
2018-04-25T11:04:10.540Z	19,3302	-155,0512	6,81	3,0	195	0,07	0,11	0,45	0,3	0,15	reviewed
2018-04-25T12:22:27.390Z	19,3850	-155,2790	1,44	1,2	65		0,09	0,15	0,16	0,11	reviewed
2018-04-25T13:19:38.590Z	19,3843	-155,2497	0,23	2,9	45	0,00	0,09	0,14	0,11	0,21	reviewed
2018-04-25T13:29:50.910Z	18,9277	-155,3493	10,96	1,7	250	0,25	0,15	0,91	0,53	0,09	reviewed
2018-04-25T17:08:50.120Z	19,4032	-155,2673	0,2	1,9	89	0,01	0,07	0,15	0,18	0,15	reviewed
2018-04-25T17:31:31.520Z	19,4042	-155,2668	0,12	1,7	38	0,01	0,09	0,13	0,18	0,19	reviewed
2018-04-25T18:18:23.300Z	19,4032	-155,2685	0,12	2,6	34	0,01	0,07	0,13	0,14	0,20	reviewed
2018-04-25T18:21:13.460Z	19,4025	-155,2695	0,26	1,6	76	0,01	0,08	0,29	0,23	0,25	reviewed
2018-04-25T18:38:42.850Z	19,4025	-155,2663	0,09	1,8	40	0,00	0,11	0,16	0,16	0,13	reviewed
2018-04-25T18:50:39.400Z	19,4052	-155,2895	1,62	1,8	37		0,1	0,17	0,12	0,07	reviewed
2018-04-25T20:07:42.920Z	19,4013	-155,2650	0,04	1,9	42	0,00	0,13	0,14	0,2	0,14	reviewed
2018-04-25T20:58:19.520Z	19,4043	-155,2602	-0,16	1,9	104	0,01	0,06	0,16	0,19	0,12	reviewed
2018-04-25T22:30:22.000Z	19,3870	-155,2797	1,25	2,0	44		0,11	0,15	0,15	0,08	reviewed
2018-04-25T22:39:27.180Z	19,3833	-155,2358	1,81	2,1	86	0,01	0,07	0,17	0,18	0,13	reviewed

2018-04-26T07:25:59.240Z	19,5170	-156,3018	16,32	2,1	231	0,30	0,27	1,09	22,46	0,10	reviewed
2018-04-26T09:50:49.850Z	19,4108	-155,3035	2,28	1,6	91	0,01	0,06	0,32	0,28	0,07	reviewed
2018-04-26T10:13:26.030Z	19,1310	-155,5253	29,95	1,7	212	0,06	0,07	0,9	1,15	0,11	reviewed
2018-04-26T10:21:55.110Z	19,5273	-155,8192	8,44	1,3	188		0,12	0,61	0,8	0,10	reviewed
2018-04-26T11:21:53.840Z	19,3820	-155,2782	1,26	2,6	45	0,01	0,11	0,14	0,16	0,20	reviewed
2018-04-26T12:23:47.900Z	19,3863	-155,2477	1,54	1,2	74		0,11	0,19	0,15	0,23	reviewed
2018-04-26T14:52:21.230Z	19,1910	-155,4623	35,25	1,8	111	0,04	0,1	0,62	0,91	0,05	reviewed
2018-04-26T18:46:25.310Z	19,3858	-155,2447	1,22	1,7	102	0,01	0,05	0,23	0,33	0,10	reviewed
2018-04-26T19:37:11.450Z	19,3887	-155,2453	1,56	2,6	45	0,01	0,11	0,18	0,15	0,26	reviewed
2018-04-26T19:44:40.050Z	19,3790	-155,2818	1,24	2,1	54	0,01	0,07	0,16	0,18	0,11	reviewed
2018-04-26T19:46:41.220Z	19,3795	-155,2822	1,35	1,9	52		0,09	0,17	0,24	0,08	reviewed
2018-04-26T20:06:51.070Z	19,4713	-155,4598	5,41	1,5	58		0,13	0,34	0,76	0,16	reviewed
2018-04-26T23:08:24.330Z	19,3843	-155,2395	1,83	3,2	44	0,01	0,1	0,17	0,17	0,16	reviewed
2018-04-27T00:00:59.390Z	19,3870	-155,2480	1,66	1,9	59		0,09	0,19	0,15	0,14	reviewed
2018-04-27T00:13:23.530Z	19,3845	-155,2442	1,58	2,5	46	0,01	0,09	0,19	0,15	0,10	reviewed
2018-04-27T04:22:16.850Z	19,3183	-155,0530	0,68	2,2	216	0,08	0,11	0,74	0,44	0,21	reviewed
2018-04-27T04:40:49.750Z	19,4928	-155,7685	7,72	1,5	85		0,19	0,52	0,76	0,08	reviewed
2018-04-27T07:11:38.810Z	19,3817	-155,2418	1,71	2,4	45	0,01	0,1	0,19	0,15	0,19	reviewed
2018-04-27T09:11:14.930Z	19,2417	-155,3788	31,43	1,7	144	0,02	0,12	0,67	0,77	0,07	reviewed
2018-04-27T09:14:00.950Z	19,2367	-155,3808	31,01	1,7	146		0,11	0,54	0,8	0,11	reviewed
2018-04-27T12:50:28.990Z	19,7597	-156,0958	10,81	1,8	258	0,13	0,18	1,38	0,61	0,10	reviewed
2018-04-27T16:10:31.720Z	19,3785	-155,2420	1,55	1,4	66		0,11	0,26	0,16	0,10	reviewed
2018-04-27T17:42:31.690Z	19,3848	-155,2522	0,43	1,8	46		0,12	0,15	0,13	0,21	reviewed
2018-04-27T20:51:38.020Z	19,6818	-155,2430	37,06	1,9	161	0,22	0,12	0,67	0,96	0,08	reviewed
2018-04-27T20:55:54.920Z	19,3793	-155,2327	0,18	1,5	94	0,01	0,11	0,17	0,14	0,19	reviewed
2018-04-27T20:57:26.400Z	19,3800	-155,2335	0,3	1,1	94	0,01	0,1	0,15	0,13	0,16	reviewed
2018-04-27T23:40:41.170Z	19,2872	-155,2082	8,72	1,7	152	0,02	0,12	0,29	0,39	0,17	reviewed
2018-04-28T01:08:01.090Z	19,2963	-155,2117	5,71	1,6	123		0,1	0,29	0,61	0,17	reviewed
2018-04-28T02:19:37.340Z	19,3433	-155,1907	5,4	2,4	74	0,04	0,12	0,28	0,48	0,20	reviewed
2018-04-28T02:44:27.170Z	19,2190	-155,5137	7,34	1,4	66		0,14	0,36	0,78	0,23	reviewed
2018-04-28T04:29:39.440Z	19,3535	-155,2943	27,3	1,6	56		0,12	0,63	0,86	0,10	reviewed
2018-04-28T05:01:39.030Z	19,4935	-155,4455	3,4	1,2	105		0,12	0,36	0,84	0,14	reviewed
2018-04-28T06:11:32.350Z	18,8853	-155,3928	16,38	1,8	252	0,25	0,09	1,41	31,61	0,13	reviewed
2018-04-28T11:29:50.700Z	19,3823	-155,2490	0,27	2,1	65	0,00	0,1	0,13	0,13	0,08	reviewed
2018-04-28T13:06:03.740Z	19,2235	-155,3860	31,77	1,8	158	0,02	0,1	0,64	1,14	0,11	reviewed
2018-04-28T17:03:46.430Z	19,1890	-155,3972	32,04	1,7	176	0,05	0,1	0,55	0,93	0,09	reviewed
2018-04-28T17:04:06.650Z	19,2042	-155,4010	31,93	2,7	157	0,03	0,12	0,42	0,61	0,20	reviewed
2018-04-28T19:29:49.710Z	19,3523	-155,3083	2,48	1,1	53		0,09	0,25	0,43	0,16	reviewed
2018-04-28T22:11:34.910Z	19,2452	-155,5078	6,26	1,3	61		0,19	0,36	0,9	0,20	reviewed
2018-04-28T23:09:53.430Z	19,3832	-155,2510	0,27	2,1	72	0,00	0,09	0,14	0,12	0,21	reviewed
2018-04-29T04:58:53.300Z	19,5007	-155,4375	3,74	1,2	117		0,12	0,32	0,88	0,20	reviewed
2018-04-29T05:35:43.820Z	19,1592	-155,6880	7,74	2,5	103	0,06	0,21	0,65	1,15	0,18	reviewed
2018-04-29T05:46:18.950Z	19,3865	-155,2440	0,23	1,9	74	0,01	0,09	0,12	0,15	0,11	reviewed
2018-04-29T08:55:14.660Z	19,4465	-155,8603	7,42	1,6	125		0,16	0,42	0,38	0,10	reviewed
2018-04-29T09:33:02.850Z	19,3835	-155,2800	1,39	2,0	45	0,00	0,09	0,16	0,19	0,13	reviewed
2018-04-29T14:46:19.900Z	19,7623	-155,5753	6,42	1,6	91		0,17	0,42	0,48	0,11	reviewed
2018-04-29T20:23:19.190Z	19,2067	-155,4560	36,8	1,8	112	0,05	0,08	0,74	0,99	0,05	reviewed
2018-04-29T22:58:53.200Z	19,2947	-155,2063	6,09	1,5	137		0,12	0,3	0,59	0,13	reviewed
2018-04-29T23:18:42.700Z	19,3772	-155,0912	1,73	1,0	138	0,01	0,08	0,46	0,2	0,06	reviewed
2018-04-29T23:40:30.580Z	19,3818	-155,2387	1,94	2,3	82	0,01	0,09	0,16	0,15	0,19	reviewed
2018-04-30T02:30:14.450Z	19,1973	-155,4105	31,73	1,6	159	0,04	0,08	0,8	1,13	0,10	reviewed
2018-04-30T06:48:30.160Z	19,1920	-155,4593	34,3	1,7	112	0,04	0,09	0,83	1,27	0,04	reviewed
2018-04-30T06:51:25.850Z	19,4232	-155,6162	-2,56	1,5	107	0,02	0,12	0,29	0,25	0,30	reviewed
2018-04-30T06:53:53.740Z	19,1870	-155,4648	35,26	1,8	103	0,03	0,11	0,93	1,17	0,06	reviewed
2018-04-30T06:59:50.580Z	19,1903	-155,4583	34,2	1,7	114	0,03	0,11	0,68	0,97	0,04	reviewed
2018-04-30T14:48:48.510Z	19,3413	-155,2602	30,19	1,8	76	0,03	0,12	0,48	0,53	0,17	reviewed
2018-04-30T16:52:30.740Z	19,3515	-155,1308	7,31	2,1	116	0,03	0,1	0,35	0,42	0,19	reviewed
2018-04-30T23:51:55.450Z	19,1700	-155,6415	-0,56	1,9	94	0,08	0,22	0,49	0,32	0,19	automatic
2018-05-01T01:17:51.170Z	19,3880	-155,1073	1,08	1,0	130	0,01	0,08	0,69	0,21	0,15	reviewed
2018-05-01T01:40:24.040Z	19,3843	-155,1067	1,41	1,2	99	0,00	0,11	0,46	0,15	0,23	reviewed
2018-05-01T01:45:52.930Z	19,3752	-155,0882	1,85	2,8	141	0,02	0,12	0,35	0,15	0,22	reviewed
2018-05-01T01:52:49.490Z	19,3793	-155,0962	2,53	2,6	134	0,01	0,08	0,47	0,15	0,11	reviewed
2018-05-01T02:00:46.350Z	19,3698	-155,0815	2,46	2,4	149	0,02	0,26	0,62	0,5	0,43	automatic
2018-05-01T02:10:43.110Z	19,3755	-155,0975	2,1	1,5	143	0,01	0,07	0,58	0,23	0,12	reviewed
2018-05-01T02:12:57.590Z	19,3937	-155,0955	2,41	1,0	133	0,01	0,06	0,69	0,22	0,02	reviewed
2018-05-01T02:17:40.640Z	19,3702	-155,0660	1,4	2,3	174	0,03	0,3	0,86	0,49	0,32	automatic
2018-05-01T02:33:17.300Z	19,3967	-155,0933	2,92	2,4	127	0,01	0,32	0,82	0,43	0,50	automatic
2018-05-01T02:59:26.220Z	19,3867	-155,1017	5,86	2,1	116	0,00	0,16	0,76	1,1	0,31	automatic
2018-05-01T03:19:46.640Z	19,3848	-155,1085	1,54	2,5	96	0,01	0,11	0,54	0,16	0,25	reviewed
2018-05-01T03:21:48.810Z	19,3705	-155,0627	-0,22	2,4	176	0,03	0,2	0,55	0,36	0,23	reviewed
2018-05-01T03:28:20.950Z	19,3823	-155,1118	2,32	2,2	110	0,01	0,2	0,67	0,29	0,10	automatic
2018-05-01T03:46:25.110Z	19,3818	-155,1115	2,38	2,2	113	0,01	0,12	0,37	0,17	0,18	reviewed
2018-05-01T03:50:30.750Z	19,3930	-155,0707	2,66	2,7	142	0,01	0,12	0,52	0,4	0,15	reviewed
2018-05-01T03:55:06.350Z	19,4803	-155,3740	21,95	2,6	70	0,02	0,12	0,5	0,67	0,19	reviewed
2018-05-01T03:57:59.050Z	19,3902	-155,1055	2,43	1,9	135	0,00	0,11	0,78	0,26	0,11	automatic
2018-05-01T04:10:52.490Z	19,3688	-155,1275	2,33	2,4	124	0,02	0,13	0,48	0,56	0,30	automatic
2018-05-01T04:18:24.930Z	19,3833	-155,0948	2,77	2,1	133	0,01	0,08	0,73	0,26	0,11	reviewed
2018-05-01T04:22:50.550Z	19,3837	-155,1027	2,2	2,2	122	0,00	0,21	0,7	0,25	0,17	reviewed
2018-05-01T04:24:37.410Z	19,3923	-155,0497	1,53	2,6	154	0,03	0,16	0,66	0,57	0,19	reviewed
2018-05-01T04:28:15.170Z	19,3932	-154,9805	12,67	2,2	206	0,05	0,17	1,86	0,73	0,12	automatic
2018-05-01T04:33:14.250Z	19,3875	-155,0495	0,93	2,7	156	0,03	0,22	0,63	0,59	0,17	reviewed
2018-05-01T04:40:05.770Z	19,3897	-155,0455	0,76	2,4	157	0,03	0,19	0,56	0,52	0,15	reviewed
2018-05-01T04:40:50.560Z	19,3385	-155,0623	7,61	3,0	182	0,06	0,11	0,57	0,83	0,14	reviewed
2018-05-01T04:51:19.010Z	19,4058	-155,0568	2,95	1,4	141	0,02	0,09	0,89	0,61	0,21	reviewed
2018-05-01T04:56:21.740Z	19,4038	-155,0440	2,73	2,1	149	0,03	0,34	0,81	1,03	0,24	automatic
2018-05-01T05:39:42.600Z	19,3953	-155,0357	1,54	2,4	159	0,04	0,17	0,42	0,39	0,19	reviewed
2018-05-01T05:49:09.500Z	19,3253	-155,0578	1,71	3,1	195	0,07	0,13	0,48	0,79	0,15	reviewed
2018-05-01T06:03:34.990Z	19,3915	-155,0232	0,87	2,1	167	0,05	0,39	1,39	0,85	0,32	automatic
2018-05-01T06:10:00.520Z	19,3792	-155,0462	0,18	1,8	218	0,04	0,13	0,82	0,42	0,47	automatic
2018-05-01T06:24:09.290Z	19,3912	-155,0222	-0,09	2,3	224	0,05	0,22	1,04	0,44	0,33	automatic
2018-05-01T06:26:44.750Z	19,3852	-155,0002	-0,17	3,0	183	0,05	0,16	0,67	0,44	0,20	reviewed
2018-05-01T06:34:32.670Z	19,3878	-155,2910	1,81	1,8	156	0,00	0,13	0,72	0,47	0,33	automatic

2018-05-01T08:02:07.510Z	19,3967	-155,0163	1,49	2,6	226	0,06	0,19	0,67	0,4	0,16	reviewed
2018-05-01T08:16:02.210Z	19,3947	-154,9968	-0,12	2,3	180	0,04	0,23	0,8	0,52	0,16	reviewed
2018-05-01T08:18:05.150Z	19,3822	-155,0698	5,28	2,0	204	0,02	0,24	0,93	1,01	0,25	automatic
2018-05-01T08:19:35.630Z	19,4038	-154,9932	-0,64	1,3	207	0,03	0,26	0,66	0,42	0,22	reviewed
2018-05-01T08:25:26.700Z	19,4165	-155,0203	2,13	2,6	152	0,02	0,15	0,49	0,34	0,21	reviewed
2018-05-01T08:34:54.190Z	19,3535	-155,0323	-0,53	2,5	187	0,06	0,2	0,62	0,19	0,20	reviewed
2018-05-01T08:34:59.820Z	19,4058	-155,0183	1,01	2,2	230	0,03	0,11	1,12	0,85	0,28	reviewed
2018-05-01T08:40:01.010Z	19,3640	-155,0132	2,7	2,0	191	0,07	0,23	0,99	1,4	0,20	automatic
2018-05-01T08:51:10.150Z	19,4190	-155,0143	2,56	2,4	152	0,02	0,08	0,8	0,37	0,26	reviewed
2018-05-01T08:58:36.900Z	19,3510	-155,0395	-0,6	2,4	231	0,06	0,39	1,05	0,4	0,12	automatic
2018-05-01T09:03:24.950Z	19,4042	-155,0422	2,18	1,1	165	0,03	0,09	0,46	0,36	0,16	reviewed
2018-05-01T09:03:49.530Z	19,4107	-155,0037	2,67	2,4	164	0,02	0,1	0,65	0,45	0,24	reviewed
2018-05-01T09:09:55.440Z	19,4020	-154,9970	3,98	1,2	174	0,03	0,12	1,06	1,4	0,14	reviewed
2018-05-01T09:10:07.980Z	19,4183	-155,0088	2,87	2,2	155	0,02	0,07	1,3	0,63	0,18	reviewed
2018-05-01T09:13:13.610Z	19,4027	-154,9887	-0,57	2,5	178	0,03	0,22	0,63	0,44	0,15	reviewed
2018-05-01T09:17:12.110Z	19,4082	-154,9862	-0,43	1,4	175	0,03	0,34	0,83	0,56	0,16	reviewed
2018-05-01T09:22:19.300Z	19,3993	-154,9945	0,26	2,6	178	0,04	0,16	0,45	0,28	0,21	reviewed
2018-05-01T09:25:23.850Z	19,4017	-155,0847	5,04	1,0	117	0,01	0,13	0,73	31,61	0,07	reviewed
2018-05-01T09:26:19.340Z	19,4075	-155,0020	2,06	2,5	167	0,03	0,17	0,43	0,5	0,23	reviewed
2018-05-01T09:27:56.650Z	19,4032	-154,9923	-0,44	1,4	175	0,03	0,3	1,04	0,6	0,17	reviewed
2018-05-01T09:31:47.790Z	19,4020	-154,9927	-0,61	1,9	177	0,03	0,27	0,81	0,41	0,04	reviewed
2018-05-01T09:32:12.070Z	19,4078	-154,9998	2,3	1,5	182	0,03	0,08	1,32	1,12	0,20	reviewed
2018-05-01T09:37:00.420Z	19,3978	-154,9845	-0,46	2,3	184	0,04	0,35	1	0,54	0,38	automatic
2018-05-01T09:39:30.820Z	19,4060	-154,9783	-0,51	1,6	183	0,04	0,18	0,56	0,37	0,20	reviewed
2018-05-01T09:40:55.350Z	19,4050	-155,1112	0,51	1,9	79	0,02	0,35	0,79	0,84	0,20	automatic
2018-05-01T09:41:46.150Z	19,3895	-155,1058	1,17	3,0	113	0,00	0,09	0,91	0,19	0,41	automatic
2018-05-01T09:42:32.240Z	19,4030	-154,9872	-0,59	2,4	178	0,03	0,31	0,79	0,52	0,21	reviewed
2018-05-01T09:42:52.700Z	19,3507	-155,0287	0,44	2,8	192	0,07	0,17	0,54	0,32	0,16	reviewed
2018-05-01T09:46:50.290Z	19,3997	-154,9935	-0,44	2,5	178	0,04	0,22	0,64	0,34	0,22	reviewed
2018-05-01T09:50:35.040Z	19,4118	-154,9868	1,77	2,2	173	0,03	0,19	0,61	0,66	0,10	reviewed
2018-05-01T10:00:36.730Z	19,4013	-154,9907	-0,16	2,5	178	0,03	0,18	0,6	0,52	0,19	reviewed
2018-05-01T10:08:29.400Z	19,4078	-154,9850	-0,6	2,5	177	0,03	0,3	0,62	0,39	0,24	reviewed
2018-05-01T10:24:03.950Z	19,3957	-154,9715	-0,49	1,3	192	0,05	0,22	0,65	0,29	0,13	reviewed
2018-05-01T10:25:31.810Z	19,4137	-155,2092	1,73	2,2	146	0,03	0,25	0,7	1,08	0,14	automatic
2018-05-01T10:40:45.580Z	19,3842	-155,0633	3,38	1,9	207	0,02	0,24	0,71	0,96	0,33	automatic
2018-05-01T10:42:42.480Z	19,3343	-154,9363	-0,63	1,8	268	0,19	0,2	1,84	0,49	0,18	automatic
2018-05-01T10:46:02.500Z	19,4170	-155,0033	2,9	2,6	159	0,02	0,12	0,79	31,61	0,20	reviewed
2018-05-01T11:07:06.290Z	19,3948	-154,9840	-0,48	2,5	186	0,04	0,19	0,5	0,23	0,17	reviewed
2018-05-01T11:13:33.630Z	19,4108	-154,9855	2,78	2,8	174	0,03	0,08	0,76	0,74	0,18	reviewed
2018-05-01T11:37:43.360Z	19,3448	-154,9705	3,72	1,9	257	0,16	0,25	0,95	1,2	0,18	automatic
2018-05-01T11:44:20.310Z	19,4365	-155,2325	1,35	2,2	177	0,03	0,2	1,15	0,92	0,31	automatic
2018-05-01T11:47:46.940Z	19,4140	-154,9777	-0,23	1,3	176	0,03	0,27	0,55	0,42	0,09	reviewed
2018-05-01T11:50:32.630Z	19,4115	-155,2027	-1,04	2,0	213	0,04	0,23	0,91	0,76	0,50	automatic
2018-05-01T11:54:56.680Z	19,4062	-154,9692	-0,45	1,3	188	0,04	0,14	0,55	0,28	0,06	reviewed
2018-05-01T11:57:00.060Z	19,4390	-155,2433	1,85	2,1	168	0,02	0,24	1,19	0,75	0,27	automatic
2018-05-01T12:38:19.980Z	19,3610	-155,0050	-0,21	1,5	196	0,12	0,1	1,1	0,49	0,07	reviewed
2018-05-01T12:39:11.860Z	19,2705	-155,0968	5,9	4,2	209	0,03	0,11	0,53	1,17	0,22	reviewed
2018-05-01T12:42:43.660Z	19,4003	-155,1013	1,48	1,9	155	0,01	0,08	1,22	0,5	0,13	automatic
2018-05-01T12:47:16.920Z	19,2822	-155,0680	5,24	1,6	261	0,06	0,12	0,79	1,07	0,06	reviewed
2018-05-01T12:50:55.080Z	19,3678	-154,9143	-0,32	1,5	243	0,09	0,21	2,83	0,78	0,04	reviewed
2018-05-01T12:57:54.720Z	19,4158	-154,9878	-0,39	1,3	168	0,02	0,08	0,46	0,3	0,05	reviewed
2018-05-01T12:59:39.900Z	19,4265	-154,9772	3,48	1,5	164	0,03	0,11	1,06	0,84	0,28	reviewed
2018-05-01T13:10:47.280Z	19,4083	-154,9687	0,24	1,2	186	0,04	0,16	0,5	0,78	0,05	reviewed
2018-05-01T13:12:59.140Z	19,3402	-155,0182	1,08	3,3	204	0,08	0,12	0,84	0,95	0,12	reviewed
2018-05-01T13:30:29.410Z	19,4267	-154,9685	2,5	1,3	170	0,03	0,08	0,8	1,1	0,17	reviewed
2018-05-01T13:50:11.260Z	19,2825	-155,0727	0,99	1,1	319	0,05	0,12	2,25	0,85	0,05	reviewed
2018-05-01T13:54:51.070Z	19,3648	-154,9865	0,05	1,9	246	0,16	0,19	1,57	0,7	0,19	automatic
2018-05-01T13:57:51.280Z	19,3782	-154,9980	-0,66	1,3	202	0,06	0,19	1,49	1,31	0,05	reviewed
2018-05-01T14:15:24.810Z	19,3948	-155,0817	2,57	2,1	164	0,01	0,34	1,39	1,46	0,48	automatic
2018-05-01T14:36:46.690Z	19,3952	-154,9523	3,55	2,3	215	0,06	0,17	1,08	4,52	0,15	reviewed
2018-05-01T14:57:50.380Z	19,3575	-154,9008	2,27	2,0	265	0,10	0,18	2,04	1,48	0,32	automatic
2018-05-01T15:03:57.770Z	19,4318	-154,9358	0,06	1,5	200	0,03	0,15	0,9	0,32	0,18	reviewed
2018-05-01T15:07:25.820Z	19,3787	-154,9307	-0,33	2,5	223	0,08	0,11	1,46	0,4	0,16	reviewed
2018-05-01T15:18:42.330Z	19,3508	-155,0472	-0,18	1,9	228	0,06	0,29	1,33	0,48	0,18	automatic
2018-05-01T15:52:09.550Z	19,3427	-155,0237	-0,02	3,5	199	0,08	0,16	0,76	0,34	0,12	reviewed
2018-05-01T15:52:09.860Z	19,3387	-155,0190	1,05	3,5	203	0,08	0,11	0,72	0,92	0,12	reviewed
2018-05-01T15:55:01.680Z	19,3023	-154,9342	0,87	1,8	257	0,15	0,25	2,97	1,55	0,25	automatic
2018-05-01T16:12:40.420Z	19,4113	-155,0328	2,59	1,9	167	0,03	0,19	0,77	0,9	0,13	automatic
2018-05-01T16:43:14.780Z	19,3695	-155,0323	3,97	1,7	206	0,07	0,3	0,89	2,31	0,08	automatic
2018-05-01T16:50:00.730Z	19,3320	-154,9737	0,69	2,0	230	0,11	0,12	1,17	0,75	0,01	reviewed
2018-05-01T16:58:47.030Z	19,3005	-154,9582	0,46	2,1	252	0,16	0,23	1,98	0,83	0,13	automatic
2018-05-01T17:38:32.670Z	19,3463	-155,0057	1,08	1,5	243	0,09	0,12	1,45	1,49	0,13	reviewed
2018-05-01T17:56:09.470Z	19,3513	-154,9608	-0,33	1,8	220	0,11	0,31	2,06	0,71	0,11	automatic
2018-05-01T18:28:51.320Z	19,3308	-155,0502	-0,2	2,6				0,9	0,35	0,20	reviewed
2018-05-01T18:37:48.830Z	19,4138	-154,9323	-0,05	1,3	204	0,04	0,14	1,05	0,33	0,06	reviewed
2018-05-01T18:53:06.500Z	19,2732	-155,0983	2,71	2,5	235	0,03	0,12	1,17	0,66	0,23	reviewed
2018-05-01T19:34:27.480Z	19,4043	-154,8962	1,09	1,3	237	0,06	0,25	2,85	1,2	0,05	reviewed
2018-05-01T19:47:49.540Z	19,4385	-154,9407	3,73	2,6	180	0,03	0,07	0,76	1,13	0,20	reviewed
2018-05-01T20:36:19.710Z	19,3565	-155,0003	1,32	1,9	242	0,08	0,16	1,77	2,9	0,08	reviewed
2018-05-01T21:22:57.630Z	19,3850	-155,2790	1,25	2,5	44	0,00	0,11	0,13	0,14	0,21	reviewed
2018-05-01T22:00:35.670Z	19,4335	-154,9395	-0,36	1,4	204	0,03	0,24	1,77	0,64	0,11	reviewed
2018-05-01T22:02:50.320Z	19,3418	-154,8643	8,02	1,7	329	0,26	0,19	1,7	1,25	0,02	automatic
2018-05-01T22:07:42.130Z	19,3375	-154,9907	0,81	3,7	215	0,10	0,14	1,27	0,93	0,20	reviewed
2018-05-01T22:12:49.130Z	19,3470	-155,0233	13,87	2,6	196	0,07	0,3	2,21	0,86	0,32	reviewed
2018-05-01T22:12:56.350Z	19,4272	-155,2197	2,88	1,9	147	0,02	0,39	1,32	2,15	0,44	automatic
2018-05-01T22:18:16.450Z	19,4472	-154,9550	-0,21	1,8	173	0,04	0,29	3,46	2,41	0,49	automatic
2018-05-01T22:41:38.170Z	19,4140	-154,9053	1,46	1,4	240	0,04	0,1	1,41	0,83	0,06	reviewed
2018-05-01T23:02:16.970Z	19,4542	-154,9395	2,79	1,5	161	0,02	0,11	1,5	0,92	0,28	reviewed
2018-05-01T23:07:18.500Z	19,4295	-154,9320	3,41	2,4	220	0,03	0,09	1,03	31,61	0,15	reviewed
2018-05-02T00:12:23.970Z	19,4352	-154,9282	4,02	2,2	218	0,02	0,09	1,5	0,83	0,08	reviewed
2018-05-02T00:19:48.530Z	19,2445	-155,3787	32,79	1,6	170	0,02	0,1	0,72	0,81	0,04	reviewed
2018-05-02T00:49:04.480Z	19,3862	-155,1045	1,14	2							

2018-05-02T03:32:22.420Z	19,4318	-154,8912	1,58	2,4	270	0,04	0,19	1,31	0,54	0,33	automatic
2018-05-02T03:33:45.560Z	19,3393	-154,9452	-0,66	2,6	265	0,14	0,14	1,79	0,64	4,38	automatic
2018-05-02T03:47:29.320Z	19,3467	-154,9030	1,93	2,5	250	0,11	0,11	2,3	1,95	0,26	reviewed
2018-05-02T03:58:45.190Z	19,3068	-155,7820	-1,33	1,5	146	0,09	0,18	0,55	0,39	0,12	reviewed
2018-05-02T03:59:29.480Z	19,3153	-155,1317	0,66	2,7	130	0,03	0,11	0,56	0,76	0,14	reviewed
2018-05-02T04:00:04.970Z	19,3082	-154,9737	8,43	3,4	237	0,13	0,11	1,14	2,31	0,18	reviewed
2018-05-02T04:19:27.630Z	19,3980	-155,1023	0,9	1,2	162	0,01	0,09	0,81	0,25	0,03	reviewed
2018-05-02T05:08:08.500Z	18,9787	-155,3372	14,85	1,9	268	0,21	0,35	4,02	2,33	0,12	automatic
2018-05-02T05:20:48.570Z	19,4365	-154,8883	4,85	1,8	245	0,03	0,24	0,96	0,66	0,14	automatic
2018-05-02T05:34:20.220Z	19,4483	-154,9215	3,84	1,9	216	0,01	0,1	1,8	0,55	0,09	reviewed
2018-05-02T05:35:24.990Z	19,4398	-154,9038	1,93	2,0	224	0,02	0,18	0,96	0,4	0,51	automatic
2018-05-02T05:44:48.510Z	19,4113	-154,9197	2,61	2,3	248	0,04	0,11	0,98	0,97	0,19	reviewed
2018-05-02T05:50:30.670Z	19,4333	-154,9183	3,49	1,6	240	0,02	0,19	1,74	0,88	0,12	reviewed
2018-05-02T06:01:57.140Z	19,4283	-154,9223	3,41	1,2	243	0,03	0,09	1,62	0,75	0,05	reviewed
2018-05-02T06:02:59.350Z	19,4468	-154,9202	3,96	1,3	190	0,01	0,06	1,14	0,55	0,08	reviewed
2018-05-02T06:04:53.880Z	19,4072	-154,8872	1,54	1,7	249	0,06	0,23	1,63	0,99	0,30	automatic
2018-05-02T06:12:40.510Z	19,3393	-155,0137	0,67	2,3	208	0,09	0,1	1,39	0,81	0,09	reviewed
2018-05-02T06:38:30.360Z	19,4218	-154,9332	0,26	2,5	199	0,04	0,14	0,64	0,35	0,24	reviewed
2018-05-02T06:45:02.850Z	19,4035	-155,0730	16,75	2,0	269	0,09	0,34	3,09	3,06	0,35	automatic
2018-05-02T06:47:43.070Z	19,3333	-154,9807	-0,6	3,1	222	0,10	0,12	1,16	0,35	0,16	reviewed
2018-05-02T07:04:01.490Z	19,4538	-154,9378	2,63	1,9	154	0,02	0,24	1,88	1,17	0,12	reviewed
2018-05-02T07:56:30.200Z	19,4285	-155,1730	10,49	2,0	234	0,05	0,16	1,68	0,8	0,41	automatic
2018-05-02T07:59:04.660Z	19,4425	-154,8882	0,2	1,4	244	0,03	0,31	0,77	0,52	0,14	reviewed
2018-05-02T08:07:13.170Z	19,4372	-154,8552	4,13	2,3	291	0,05	0,1	1,41	31,61	0,11	reviewed
2018-05-02T08:19:53.860Z	19,3035	-154,9243	5,41	1,7	275	0,19	0,21	1,23	2,1	0,14	automatic
2018-05-02T08:22:34.660Z	19,4518	-154,8697	1,52	2,0	267	0,03	0,35	1,51	0,62	0,38	automatic
2018-05-02T08:42:28.930Z	19,4330	-154,9193	3,69	2,2	228	0,02	0,08	1,09	0,64	0,11	reviewed
2018-05-02T09:11:18.890Z	19,3077	-154,9687	8,62	1,8	307	0,14	0,32	2,13	1,61	1,03	automatic
2018-05-02T09:25:51.330Z	19,4115	-155,2858	0,88	1,9	126	0,00	0,1	0,29	0,58	1,04	automatic
2018-05-02T09:28:59.400Z	19,4553	-154,9543	-0,19	1,9	136	0,03	0,31	0,94	0,39	0,24	automatic
2018-05-02T09:31:12.320Z	19,3128	-154,9645	1,06	3,0	269	0,13	0,11	1,45	31,61	0,15	reviewed
2018-05-02T09:33:29.550Z	19,4318	-154,8918	-0,4	2,1	249	0,03	0,34	1,96	0,39	5,36	automatic
2018-05-02T09:38:33.130Z	19,4495	-154,9033	1,05	2,5	209	0,02	0,18	0,71	0,23	4,65	automatic
2018-05-02T09:38:41.060Z	19,3847	-155,0858	11,87	1,9	299	0,12	0,08	5,42	1,49	0,07	automatic
2018-05-02T10:07:12.970Z	19,3417	-155,0012	8,98	2,9	247	0,09	0,01	2,68	2,05	0,16	reviewed
2018-05-02T10:11:41.480Z	19,3393	-155,0035	10,71	2,9	246	0,09	0,09	2,75	31,61	0,14	reviewed
2018-05-02T10:17:35.490Z	19,4480	-154,8742	0,48	2,5	259	0,03	0,34	1,65	0,47	4,81	automatic
2018-05-02T10:17:45.570Z	19,3820	-155,2205	12,64	2,4	217	0,01	0,13	1,85	0,7	0,40	automatic
2018-05-02T10:21:13.600Z	19,4495	-154,8690	0,4	1,8	267	0,04	0,24	1,07	0,32	0,22	automatic
2018-05-02T10:29:32.480Z	19,4345	-154,9245	3,26	1,4	197	0,02	0,08	1,01	0,61	0,19	reviewed
2018-05-02T10:36:23.840Z	19,4655	-154,9192	-0,31	1,7	252	0,09	0,36	4,52	1,29	0,15	automatic
2018-05-02T10:43:08.510Z	19,3763	-155,0900	1,79	2,1	175	0,01	0,08	0,68	0,42	0,26	automatic
2018-05-02T10:48:24.210Z	19,3890	-155,1075	0,96	2,5	91	0,00	0,13	0,46	0,15	0,12	reviewed
2018-05-02T11:07:45.060Z	19,4678	-154,9015	-0,15	2,1	186	0,02	0,22	1,42	0,39	0,23	automatic
2018-05-02T11:19:27.180Z	19,3080	-154,9317	7,97	2,2	272	0,14	0,2	0,94	0,61	0,29	automatic
2018-05-02T11:23:54.460Z	19,4312	-154,9305	3,77	2,4	234	0,03	0,04	2,37	1,09	0,18	reviewed
2018-05-02T11:26:56.130Z	19,4553	-154,8870	-0,14	2,2	245	0,02	0,18	1,01	0,24	0,16	automatic
2018-05-02T11:28:43.720Z	19,2882	-154,9477	10,39	2,3	304	0,26	0,08	1,78	0,86	0,62	automatic
2018-05-02T11:38:04.580Z	19,4628	-154,8972	2,5	1,2	226	0,02	0,02	2,35	0,43	0,20	reviewed
2018-05-02T11:41:08.580Z	19,4700	-154,8685	1,97	2,3	278	0,13	0,15	3,05	2,87	0,12	automatic
2018-05-02T12:27:46.580Z	19,4360	-154,9440	-0,39	2,0	190	0,03	0,35	1,57	0,55	0,19	automatic
2018-05-02T12:39:24.180Z	19,5067	-154,8460	43,71	2,1	285	0,25	0,07	3,39	2,9	0,12	reviewed
2018-05-02T12:40:40.580Z	19,4633	-154,9133	2,78	2,2	159	0,01	0,11	0,91	0,44	0,15	reviewed
2018-05-02T12:49:56.090Z	19,4522	-154,8845	0,11	2,4	262	0,03	0,14	0,4	0,34	0,16	reviewed
2018-05-02T12:54:14.370Z	19,4528	-154,8853	1,46	1,6	249	0,03	0,13	0,54	0,31	0,09	reviewed
2018-05-02T13:00:21.390Z	19,3527	-155,1103	-0,68	2,2	182	0,07	0,31	3,69	2,5	0,55	automatic
2018-05-02T13:00:29.450Z	19,4348	-154,8492	9,03	2,8	282	0,06	0,37	1,93	0,81	0,22	automatic
2018-05-02T13:03:09.810Z	19,4482	-154,8452	-0,33	2,7	274	0,05	0,23	1,31	0,33	0,33	automatic
2018-05-02T13:06:46.730Z	19,4525	-154,8940	0,59	2,1	224	0,02	0,16	0,71	0,25	5,60	automatic
2018-05-02T13:21:28.260Z	19,4353	-154,9338	2,82	1,3	197	0,02	0,1	1,06	0,96	0,05	reviewed
2018-05-02T13:21:32.780Z	19,4060	-155,1832	5,99	2,3	133	0,03	0,33	1,06	1,36	5,91	automatic
2018-05-02T13:36:58.490Z	19,4193	-154,8412	2,42	2,0	281	0,08	0,23	1,86	1,11	0,22	automatic
2018-05-02T13:40:51.120Z	19,4520	-154,8655	-0,21	2,1	268	0,04	0,22	1,22	0,3	0,18	automatic
2018-05-02T13:55:13.990Z	19,3933	-154,8297	4,55	2,9	290	0,10	0,36	2,02	3,1	0,40	automatic
2018-05-02T14:04:19.060Z	19,4375	-154,9090	-0,51	2,0	211	0,02	0,2	0,68	0,21	0,04	automatic
2018-05-02T14:14:08.450Z	19,3320	-155,0172	8,4	2,8	241	0,09	0,01	2,28	1,85	0,13	reviewed
2018-05-02T14:19:47.050Z	19,4407	-154,8897	-0,36	2,1	270	0,03	0,27	1,1	0,36	0,03	automatic
2018-05-02T14:29:41.650Z	19,4805	-154,9172	-0,05	1,4	114	0,02	0,11	0,24	0,4	0,07	reviewed
2018-05-02T14:31:40.060Z	19,4518	-154,8590	0,11	1,7	276	0,04	0,16	0,92	0,26	0,31	automatic
2018-05-02T14:41:59.470Z	19,4623	-154,9133	3,35	1,5	165	0,01	0,07	1,83	0,57	0,22	reviewed
2018-05-02T14:51:16.430Z	19,4352	-154,9295	3,38	1,6	192	0,02	0,04	1,86	0,99	0,15	reviewed
2018-05-02T14:57:12.550Z	19,4292	-154,8872	0,65	1,7	240	0,04	0,25	1,34	0,42	0,07	automatic
2018-05-02T15:00:52.770Z	19,4173	-154,8755	5,7	1,8	274	0,06	0,27	1,05	0,9	0,31	automatic
2018-05-02T15:05:03.800Z	19,4537	-154,8842	-0,14	2,6	243	0,03	0,21	0,53	0,22	0,19	reviewed
2018-05-02T15:25:59.950Z	19,4600	-154,8645	0,67	1,3	287	0,03	0,2	0,97	0,38	0,07	reviewed
2018-05-02T15:28:08.380Z	19,4462	-154,8657	4,45	2,3	275	0,04	0,29	1,59	1,27	5,61	automatic
2018-05-02T15:40:31.790Z	19,4610	-154,9112	3,56	1,2	182	0,01	0,1	0,81	0,37	0,05	reviewed
2018-05-02T15:46:04.360Z	19,3358	-154,9757	3,06	1,4	291	0,10	0,11	1,74	31,61	0,12	reviewed
2018-05-02T15:57:21.740Z	19,4498	-154,8395	-0,12	1,7	275	0,06	0,27	3,72	1,05	0,05	automatic
2018-05-02T16:01:53.440Z	19,4632	-154,8868	2,5	1,3	238	0,02	0,01	1,5	0,46	0,00	reviewed
2018-05-02T16:02:26.700Z	19,4190	-155,1797	7,57	2,2	182	0,04	0,23	1,21	0,83	0,21	automatic
2018-05-02T16:12:41.080Z	19,4207	-154,8733	1,92	1,8	254	0,06	0,27	1,45	0,87	0,33	automatic
2018-05-02T16:22:32.480Z	19,4482	-154,9010	2,95	2,5	214	0,02	0,09	0,73	0,3	0,20	reviewed
2018-05-02T16:26:25.940Z	19,3813	-155,2387	0,42	1,8	91	0,01	0,13	0,28	0,26	0,23	automatic
2018-05-02T16:30:49.760Z	19,4653	-154,8950	0,32	2,1	210	0,02	0,09	0,68	0,24	0,11	reviewed
2018-05-02T16:51:45.890Z	19,5028	-155,4712	6,09	2,2	83	0,03	0,25	0,66	1,22	5,24	automatic
2018-05-02T17:03:00.240Z	19,4553	-154,8705	0,83	2,7	266	0,03	0,09	0,89	0,52	0,24	reviewed
2018-05-02T17:16:01.870Z	19,4372	-154,9232	3,18	2,5	196	0,02	0,11	0,81	0,46	0,19	reviewed
2018-05-02T18:01:08.260Z	19,4172	-154,9387	1,05	2,5	199	0,04	0,13	0,76	0,65	0,24	reviewed
2018-05-02T18:12:15.120Z	19,3970	-155,1435	9,88	1,3	194	0,07	0,11	0,71	0,65	0,16	reviewed
2018-05-02T18:12:39.330Z	19,4813	-154,9205	-0,26	1,4	115	0,03	0,15	0,32	0,46	0,07	reviewed
2018-05-02T18:28:44.080Z	19,4627	-154,90									

2018-05-02T20:59:41.450Z	19,4667	-154,8942	-0.5	1,8	259	0,11	0,26	3,51	0,74	0,44	automatic
2018-05-02T21:09:47.430Z	19,4322	-155,0923	-0.84	1,4	73	0,03	0,19	0,37	0,5	0,17	reviewed
2018-05-02T21:09:51.190Z	19,4512	-154,8852	1,89	2,5	241	0,03	0,17	0,49	0,25	0,12	reviewed
2018-05-02T21:27:19.720Z	19,4475	-154,8917	1,88	2,5	237	0,03	0,16	0,48	0,26	0,12	reviewed
2018-05-02T21:29:21.580Z	19,4570	-154,9675	-0,1	1,2	146	0,04	0,18	0,92	0,77	0,35	reviewed
2018-05-02T21:32:31.650Z	19,3498	-154,9733	-0.64	1,4	254	0,16	0,13	2,69	0,64	0,05	reviewed
2018-05-02T22:01:46.970Z	19,4545	-154,9125	3,21	2,2	208	0,01	0,02	2,04	0,65	0,15	reviewed
2018-05-02T22:07:12.070Z	19,4592	-154,9668	-0.45	2,9	141	0,04	0,23	0,78	0,4	0,46	automatic
2018-05-02T22:08:45.860Z	19,4433	-154,9683	-0,2	2,1	169	0,04	0,19	1,54	0,81	5,37	automatic
2018-05-02T22:19:39.650Z	19,4418	-154,8353	3,53	2,3	275	0,06	0,27	0,87	1,09	5,53	automatic
2018-05-02T22:38:42.180Z	19,4500	-154,9268	3,93	2,5	176	0,01	0,09	1,22	0,71	0,17	reviewed
2018-05-02T22:47:19.210Z	19,4502	-154,9050	2,97	2,7	206	0,01	0,09	1,15	0,49	0,13	reviewed
2018-05-02T23:25:12.280Z	19,4558	-154,9410	3,68	2,1	160	0,02	0,14	0,77	1,15	0,12	reviewed
2018-05-02T23:28:32.040Z	19,4378	-154,9030	2,87	2,3	229	0,02	0,17	0,97	0,46	0,18	reviewed
2018-05-02T23:40:49.620Z	19,4558	-154,9125	3,46	2,2	189	0,01	0,04	1,69	0,52	0,19	reviewed
2018-05-03T00:18:55.360Z	19,4188	-154,8875	1,23	1,8	247	0,05	0,23	1,34	0,65	0,57	automatic
2018-05-03T00:43:46.790Z	19,4447	-154,8937	2,91	1,6	258	0,03	0,05	0,99	0,45	0,29	reviewed
2018-05-03T00:45:44.010Z	19,4373	-155,0326	5	2,1	298	0,18	0,33	1,5	2	0,07	reviewed
2018-05-03T01:02:16.850Z	19,4385	-154,9430	4,27	2,2	177	0,03	0,14	0,71	0,96	0,12	reviewed
2018-05-03T01:10:51.710Z	19,4313	-154,9340	-0.58	1,9	201	0,03	0,38	1,61	0,46	0,14	automatic
2018-05-03T01:20:28.890Z	19,5162	-154,8997	5,21	1,5	195	0,04	0,15	0,67	1,61	0,17	reviewed
2018-05-03T01:46:18.790Z	19,3102	-154,9445	7,22	2,7	244	0,14	0,19	0,53	0,41	0,19	reviewed
2018-05-03T01:46:19.840Z	19,3512	-155,0155	4,86	2,6	197	0,08	0,15	0,56	1,93	0,13	reviewed
2018-05-03T01:47:15.440Z	19,4220	-154,8925	8,3	2,5	261	0,04	0,15	1,74	31,61	0,08	reviewed
2018-05-03T01:54:11.030Z	19,3248	-154,9543	0,04	2,1	267	0,12	0,24	2,3	0,8	5,20	automatic
2018-05-03T01:59:07.570Z	19,4247	-155,0742	8,35	1,8	226	0,10	0,25	2,85	1,05	0,32	automatic
2018-05-03T01:59:53.010Z	19,3862	-155,0923	12,13	1,8	155	0,01	0,13	0,94	0,39	0,07	automatic
2018-05-03T02:02:38.270Z	19,3895	-154,9030	8,29	1,7	279	0,30	0,15	1,47	0,81	4,98	automatic
2018-05-03T02:08:18.710Z	19,4465	-154,9218	2,82	1,6	205	0,01	0,03	2,55	0,52	0,11	reviewed
2018-05-03T02:45:38.520Z	19,4835	-154,9198	-0.21	1,4	120	0,03	0,11	0,49	0,82	0,09	reviewed
2018-05-03T03:07:54.460Z	19,4203	-154,8303	4,6	2,7	278	0,08	0,31	1,2	0,82	0,53	automatic
2018-05-03T03:35:36.830Z	19,4238	-154,9138	2,66	2,2	240	0,03	0,13	1,24	0,78	0,04	reviewed
2018-05-03T03:36:17.030Z	19,4692	-154,8755	2,13	2,3	264	0,02	0,05	1,38	0,27	0,08	reviewed
2018-05-03T04:04:23.510Z	19,4242	-154,9153	3,76	2,3	238	0,03	0,08	1,15	0,94	0,09	reviewed
2018-05-03T04:06:43.940Z	19,4543	-154,9048	3,14	2,0	202	0,01	0,05	1,46	0,74	0,20	reviewed
2018-05-03T04:08:35.420Z	19,3882	-155,4343	8,34	2,3	53	0,07	0,14	0,33	0,78	3,27	automatic
2018-05-03T04:12:52.340Z	19,4332	-154,9447	-0,4	2,0	193	0,03	0,34	1,32	0,32	5,42	automatic
2018-05-03T04:26:17.660Z	19,4732	-154,8817	2,3	2,3	262	0,01	0,03	3,02	0,39	0,24	reviewed
2018-05-03T04:28:37.980Z	19,4670	-154,9018	1,69	1,4	188	0,02	0,11	0,92	0,39	0,11	reviewed
2018-05-03T04:42:56.350Z	19,4180	-155,1420	10,16	2,1	231	0,05	0,3	2,21	0,74	0,48	automatic
2018-05-03T04:46:55.440Z	19,2903	-154,9365	5,15	2,0	272	0,17	0,3	1,41	0,95	0,18	automatic
2018-05-03T04:49:33.990Z	19,4480	-154,9235	3,75	2,4	207	0,01	0,02	1,89	1,07	0,27	reviewed
2018-05-03T04:59:41.420Z	19,4687	-154,9138	3,22	2,1	135	0,01	0,14	1,04	0,86	0,12	reviewed
2018-05-03T05:14:15.740Z	19,4430	-154,9425	2,13	1,8	193	0,03	0,11	1,22	31,61	0,11	reviewed
2018-05-03T05:18:09.150Z	19,4507	-154,8313	2,95	1,9	276	0,06	0,36	1,57	1,34	0,29	automatic
2018-05-03T05:28:37.790Z	19,1835	-155,4623	31,47	2,4	113	0,03	0,1	0,7	1,16	0,17	reviewed
2018-05-03T05:38:54.080Z	19,4525	-154,9028	2,23	1,6	258	0,02	0,05	1,51	0,34	0,13	reviewed
2018-05-03T05:39:59.530Z	19,4472	-154,9410	2,77	1,6	183	0,02	0,07	1,38	31,61	0,12	reviewed
2018-05-03T05:50:50.870Z	19,4460	-154,8898	0,3	1,8	234	0,03	0,21	0,83	0,26	0,35	automatic
2018-05-03T06:01:41.370Z	19,4577	-154,9130	3,38	1,3	186	0,01	0,02	1,75	0,54	0,02	reviewed
2018-05-03T06:57:58.510Z	19,4290	-154,9063	3,01	2,2	233	0,03	0,24	1,79	1,17	0,25	reviewed
2018-05-03T07:10:18.140Z	19,4483	-154,8967	3,17	2,1	221	0,02	0,06	1,13	0,49	0,33	reviewed
2018-05-03T07:12:22.010Z	19,4042	-155,2873	-0.16	2,1	81	0,01	0,1	0,17	0,26	0,20	reviewed
2018-05-03T07:17:24.160Z	19,4413	-154,8935	2,66	1,2	230	0,03	0,15	1,29	0,63	0,02	reviewed
2018-05-03T07:26:01.760Z	19,4285	-154,8162	5,19	1,8	286	0,09	0,24	1,54	1	0,42	automatic
2018-05-03T07:54:22.330Z	19,4032	-154,8410	7,08	2,2	282	0,09	0,24	0,82	0,68	0,48	automatic
2018-05-03T08:45:38.470Z	19,4413	-154,8827	2,01	1,8	252	0,04	0,31	1,4	0,68	0,24	automatic
2018-05-03T09:06:22.150Z	19,2913	-154,9127	8,45	1,7	258	0,19	0,15	0,61	0,62	0,24	automatic
2018-05-03T09:22:39.110Z	19,3758	-154,8558	9,37	3,6	267	0,10	0,1	0,93	0,62	0,15	reviewed
2018-05-03T09:22:50.010Z	19,3813	-155,2225	1,3	3,1	162	0,01	0,17	0,73	0,85	0,12	reviewed
2018-05-03T09:55:15.430Z	19,4437	-154,9330	3,99	2,3	181	0,02	0,13	0,98	1,11	0,13	reviewed
2018-05-03T10:45:48.350Z	19,4380	-154,8753	-0.32	1,8	261	0,04	0,35	1,53	0,41	0,26	automatic
2018-05-03T10:49:54.650Z	19,4412	-154,9393	3,21	2,2	177	0,02	0,05	0,99	1,25	0,13	reviewed
2018-05-03T11:08:48.530Z	19,4512	-155,1793	4,2	2,4	200	0,08	0,18	1,68	15,92	0,43	automatic
2018-05-03T11:12:18.670Z	19,4517	-154,8438	1,37	1,7	273	0,05	0,21	1,04	0,44	0,17	automatic
2018-05-03T11:26:48.890Z	19,4325	-154,9072	4,34	2,2	216	0,03	0,1	1,02	1,53	0,15	reviewed
2018-05-03T11:33:51.780Z	19,4330	-154,8677	9,29	2,2	304	0,29	0,34	3,33	1,14	4,66	automatic
2018-05-03T12:00:37.450Z	19,4438	-154,8913	2,84	2,4	253	0,03	0,07	1,18	0,47	0,16	reviewed
2018-05-03T12:13:25.130Z	19,4055	-155,2910	2,53	2,0	156	0,01	0,38	1,23	1,5	0,12	reviewed
2018-05-03T12:25:38.540Z	19,1917	-155,4545	33,35	1,7	125	0,04	0,1	1,09	1,64	0,10	reviewed
2018-05-03T12:53:58.030Z	19,4377	-154,9430	1,68	2,0	202	0,03	0,1	0,98	0,82	0,25	reviewed
2018-05-03T12:56:57.050Z	19,4193	-154,8815	0,68	1,5	247	0,05	0,17	1,25	0,41	0,17	reviewed
2018-05-03T13:03:09.310Z	19,4470	-154,9252	4,03	2,4	185	0,01	0,06	1,92	0,95	0,21	reviewed
2018-05-03T13:13:56.740Z	19,4228	-154,8965	3,68	1,3	232	0,04	0,08	1,96	1,81	0,03	reviewed
2018-05-03T13:36:13.830Z	19,4072	-155,2778	-0.9	1,8	61	0,01	0,16	0,15	0,53	0,11	automatic
2018-05-03T13:51:54.300Z	19,4452	-154,9223	4,03	2,1	189	0,01	0,04	1,3	0,75	0,10	reviewed
2018-05-03T13:59:12.550Z	19,4088	-155,2125	2,1	1,7	177	0,03	0,32	1,02	1,21	0,30	automatic
2018-05-03T14:38:29.490Z	19,4500	-154,9527	-0.59	1,4	299	0,30	0,08	9,66	3,56	0,08	reviewed
2018-05-03T14:49:04.730Z	19,4457	-154,9427	2,12	2,3	162	0,02	0,21	0,71	0,73	0,19	reviewed
2018-05-03T14:58:45.200Z	19,4535	-154,9000	3,73	1,4	238	0,02	0,04	2,46	0,64	0,05	reviewed
2018-05-03T15:01:59.640Z	19,3370	-155,0835	6,61	1,4	184	0,05	0,06	1	1,78	0,23	reviewed
2018-05-03T15:03:29.930Z	19,4087	-155,2968	1,98	2,1	144	0,00	0,22	0,61	0,58	0,49	automatic
2018-05-03T15:23:32.770Z	19,4460	-154,8893	-0.38	2,0	234	0,03	0,29	0,96	0,33	5,54	automatic
2018-05-03T15:54:06.070Z	19,4460	-154,9380	3,72	2,5	167	0,02	0,11	1,01	1,23	0,14	reviewed
2018-05-03T16:14:34.690Z	19,4470	-154,9263	3,65	2,5	184	0,01	0,06	1,29	0,69	0,20	reviewed
2018-05-03T17:17:48.820Z	19,4498	-154,9047	3,5	1,6	228	0,01	0,05	2,79	0,69	0,14	reviewed
2018-05-03T17:19:58.710Z	19,2745	-154,8767	11,42	1,4	294	0,18	0,1	4	11,11	0,16	reviewed
2018-05-03T17:22:52.920Z	19,4680	-154,8615	-0.23	1,4	268	0,03	0,18	1,28	0,52	0,11	reviewed
2018-05-03T17:44:59.560Z	19,4532	-154,9018	3,39	2,4	209	0,02	0,04	1,61	0,57	0,18	reviewed
2018-05-03T17:46:28.400Z	19,3130	-155,4223	47,78	1,9	63	0,04	0,12	0,79	1,13	0,03	reviewed
2018-05-03T17:49:54.270Z	19,4257	-154,8953	-0.11	2,0	240	0,04	0,37	1,49	0,48	5,31	automatic
2018-05-03T17:52:09.400Z	19,4242	-154,91									

2018-05-03T20:30:56.470Z	19,3388	-155,0707	6,47	5,1	176	0,05	0,11	0,37	0,31		reviewed
2018-05-03T20:36:04.000Z	19,3303	-155,0695	3,82	2,8	202	0,06	0,06	0,61	4,08	0,13	reviewed
2018-05-03T20:55:49.700Z	19,3328	-155,0523	5,6	2,8	193	0,07	0,06	0,78	2,63	0,15	reviewed
2018-05-03T21:12:11.400Z	19,3442	-155,0538	8,67	2,8	183	0,06	0,09	0,45	0,71	0,19	reviewed
2018-05-03T21:37:27.160Z	19,4343	-154,9097	4,48	2,7	212	0,02	0,1	1	1,31	0,24	reviewed
2018-05-03T21:41:34.540Z	19,4478	-154,8972	3,39	2,4	220	0,02	0,11	1,7	0,8	0,09	reviewed
2018-05-03T21:57:37.430Z	19,3310	-155,0447	2,6	2,6	197	0,08	0,13	0,51	0,88	0,11	reviewed
2018-05-03T22:16:57.640Z	19,4297	-154,9258	3,53	2,4	200	0,03	0,11	0,77	0,7	0,06	reviewed
2018-05-03T22:17:04.460Z	19,3330	-155,0538	1,37	2,7	213	0,07	0,12	0,56	0,86	0,13	reviewed
2018-05-03T22:39:40.060Z	19,4692	-154,9117	1,81	1,6	143	0,01	0,18	0,86	0,48	0,13	reviewed
2018-05-03T22:58:31.620Z	19,4555	-154,9113	3,53	2,2	211	0,01	0,02	1,81	0,67	0,12	reviewed
2018-05-03T23:03:32.460Z	19,4520	-154,8972	3,31	1,3	238	0,02	0,04	1,54	0,53	0,07	reviewed
2018-05-03T23:06:31.430Z	19,4400	-154,8850	4,66	1,5	263	0,04	0,06	1,92	31,61	0,22	reviewed
2018-05-03T23:08:27.360Z	19,3462	-155,0415	0,52	2,0	233	0,06	0,27	0,94	0,64	0,27	automatic
2018-05-03T23:39:54.290Z	19,4160	-154,9288	-0,39	1,8	219	0,04	0,32	3,16	0,99	0,33	automatic
2018-05-03T23:59:34.540Z	19,4038	-155,2818	-0,75	1,7	143	0,01	0,11	0,15	0,45	0,08	automatic
2018-05-04T00:10:25.410Z	19,3522	-155,0118	1,03	2,5	242	0,08	0,35	1,65	0,99	2,90	automatic
2018-05-04T00:15:29.460Z	19,4045	-155,2815	-1,02	1,3	67	0,01	0,1	0,12	0,24	0,05	reviewed
2018-05-04T00:20:24.190Z	19,4375	-154,8792	2,64	2,4	249	0,04	0,16	0,77	0,52	0,20	reviewed
2018-05-04T00:44:16.090Z	19,1952	-155,4155	32,8	1,7	165	0,05	0,1	0,76	1,18	0,09	reviewed
2018-05-04T01:18:49.050Z	19,4490	-154,8975	3,02	2,4	242	0,02	0,07	1,38	0,47	0,19	reviewed
2018-05-04T01:22:58.620Z	19,3440	-155,0313	1,82	1,8	195	0,07	0,3	1,17	1,56	0,11	automatic
2018-05-04T01:38:22.600Z	19,2898	-154,9417	5,99	2,9	248	0,15	0,19	0,69	0,87	0,11	reviewed
2018-05-04T01:49:30.310Z	19,3307	-155,0085	3,87	2,7	307	0,10	0,17	1,19	1,27	0,48	automatic
2018-05-04T01:50:21.190Z	19,4282	-154,8883	0,82	2,3	246	0,04	0,29	1,43	0,56	5,28	automatic
2018-05-04T02:03:35.100Z	19,3650	-155,0267	0,2	2,0	214	0,06	0,24	0,95	0,44	0,18	automatic
2018-05-04T02:08:19.260Z	19,3673	-155,3305	7,64	2,2	152	0,06	0,12	0,85	1,93	0,20	automatic
2018-05-04T02:10:32.420Z	19,4080	-155,2788	-1,1	2,2	160	0,00	0,13	0,24	0,82	0,51	automatic
2018-05-04T02:26:33.260Z	19,2972	-155,0103	5,92	1,9	259	0,11	0,28	1,63	1,07	0,14	automatic
2018-05-04T02:32:37.080Z	19,4063	-155,2095	4,52	1,9	177	0,03	0,28	1,01	1,55	0,56	automatic
2018-05-04T03:05:23.350Z	19,3993	-155,1955	4,09	1,8	112	0,03	0,28	1,4	4,41	0,18	automatic
2018-05-04T03:14:22.630Z	19,4330	-154,9267	3,49	2,3	196	0,02	0,07	1,5	0,91	0,10	reviewed
2018-05-04T03:17:33.170Z	19,4578	-154,9102	3,38	2,3	209	0,01	0,04	1,64	0,62	0,13	reviewed
2018-05-04T03:24:19.950Z	19,3330	-154,8123	-0,43	1,8	289	0,16	0,28	4,28	1,14	0,18	automatic
2018-05-04T03:26:27.900Z	19,4467	-154,8925	3,37	1,3	250	0,03	0,05	1,51	0,62	0,04	reviewed
2018-05-04T03:42:36.230Z	19,4038	-155,2803	0,62	1,7	51	0,01	0,08	0,15	0,21	0,15	automatic
2018-05-04T03:43:44.400Z	19,4035	-155,2957	0,97	1,8	56	0,01	0,27	0,3	0,27	0,17	automatic
2018-05-04T04:18:46.170Z	19,4053	-155,2837	0,44	2,2	60	0,01	0,17	0,18	0,24	0,29	automatic
2018-05-04T04:48:19.940Z	19,4277	-154,9057	1,28	1,8	228	0,03	0,36	1,87	0,77	0,35	automatic
2018-05-04T05:37:56.790Z	19,4227	-155,2637	2,21	2,2	120	0,00	0,35	0,72	0,41	1,91	automatic
2018-05-04T05:38:01.620Z	19,4410	-154,8877	2,99	2,7	237	0,03	0,12	1,34	0,76	0,18	reviewed
2018-05-04T06:12:22.000Z	19,3868	-155,1977	9,97	1,9	130	0,02	0,38	1,54	1,01	0,09	automatic
2018-05-04T06:14:51.020Z	19,4427	-154,9328	3,67	1,2	182	0,02	0,05	1,13	0,63	0,07	reviewed
2018-05-04T06:43:55.390Z	19,4052	-155,2857	-0,94	1,9	89	0,01	0,09	0,21	0,56	0,16	reviewed
2018-05-04T06:50:47.950Z	19,4173	-154,9310	2,23	1,2	204	0,04	0,13	0,91	0,67	0,08	reviewed
2018-05-04T07:29:50.300Z	19,4447	-154,8972	3,43	2,4	222	0,02	0,07	1,27	0,55	0,09	reviewed
2018-05-04T07:35:09.480Z	19,4142	-154,9107	3,58	1,2	222	0,04	0,1	0,98	1,38	0,07	reviewed
2018-05-04T07:54:21.720Z	19,4232	-154,9137	3,43	1,3	255	0,03	0,06	1,87	1,06	0,03	reviewed
2018-05-04T07:58:34.960Z	19,4372	-154,9368	4,64	1,2	185	0,03	0,06	1	1,02	0,19	reviewed
2018-05-04T07:59:27.050Z	19,4082	-155,2773	-0,14	2,3	58	0,01	0,23	0,19	0,32	1,72	automatic
2018-05-04T08:00:37.250Z	19,4298	-154,9090	3,18	2,8	215	0,03	0,08	1,28	0,84	0,22	reviewed
2018-05-04T08:43:17.140Z	19,4280	-154,9217	4,15	2,3	229	0,03	0,09	1,16	1,06	0,14	reviewed
2018-05-04T09:31:33.940Z	19,4562	-154,9005	3,07	1,3	233	0,02	0,13	2,24	0,49	0,02	reviewed
2018-05-04T09:56:18.080Z	19,4287	-154,8673	-0,39	2,4	268	0,06	0,25	1,67	0,38	5,38	automatic
2018-05-04T10:12:51.740Z	19,4098	-155,2820	-0,55	2,2	78	0,00	0,39	0,28	0,3	2,60	automatic
2018-05-04T10:34:10.690Z	19,4492	-154,9072	3,48	1,3	232	0,01	0,03	1,85	0,46	0,03	reviewed
2018-05-04T10:48:40.380Z	19,4325	-154,9212	4,04	1,5	239	0,02	0,06	1,38	0,97	0,22	reviewed
2018-05-04T11:16:44.860Z	19,4317	-154,9285	4,46	1,2	196	0,03	0,07	1,06	0,75	0,06	reviewed
2018-05-04T11:17:00.530Z	19,4275	-154,9237	4,28	1,2	203	0,03	0,05	1,07	0,85	0,12	reviewed
2018-05-04T11:17:31.200Z	19,4048	-155,2770	-0,9	1,9	67	0,01	0,26	0,2	0,51	0,23	automatic
2018-05-04T11:43:27.780Z	19,4480	-154,9000	2,98	1,2	216	0,02	0,13	1,89	0,68	0,01	reviewed
2018-05-04T11:58:53.250Z	19,4448	-154,8933	3,15	1,3	228	0,03	0,1	1,53	0,69	0,02	reviewed
2018-05-04T12:15:53.160Z	19,4372	-154,9342	3,51	2,3	209	0,02	0,08	1,23	1,16	0,11	reviewed
2018-05-04T12:24:05.490Z	19,4387	-154,9373	4,06	1,3	183	0,02	0,04	1,4	0,82	0,12	reviewed
2018-05-04T13:17:48.730Z	19,4018	-155,2865	0,44	1,8	56	0,01	0,16	0,16	0,33	0,18	automatic
2018-05-04T13:27:05.690Z	19,4408	-154,8908	2,94	1,3	233	0,03	0,13	1,69	0,78	0,02	reviewed
2018-05-04T13:27:32.640Z	19,2562	-155,1022	10,47	1,8	294	0,12	0,1	6,2	3,75	0,11	automatic
2018-05-04T13:31:04.820Z	19,4202	-154,8993	3,4	1,6	269	0,04	0,11	1,45	1,14	0,32	reviewed
2018-05-04T13:32:44.690Z	19,4050	-155,2813	0,68	1,8	54	0,01	0,12	0,17	0,21	0,25	automatic
2018-05-04T13:35:01.280Z	19,3328	-155,3160	4,52	2,5	322	0,06	0,22	17,35	7,46	0,53	automatic
2018-05-04T13:56:42.900Z	19,3925	-155,2927	1,99	1,8	165	0,01	0,26	0,72	0,62	0,20	automatic
2018-05-04T14:09:33.800Z	19,4455	-154,9190	4,81	2,3	214	0,01	0,07	1,46	31,61	0,21	reviewed
2018-05-04T14:18:59.120Z	19,4043	-155,1415	10,69	1,8	234	0,04	0,14	1,65	0,67	0,01	automatic
2018-05-04T14:34:01.200Z	19,3158	-154,9418	4,31	1,7	270	0,13	0,25	0,79	0,81	0,13	automatic
2018-05-04T14:37:13.970Z	19,3997	-155,2885	1	2,0	94	0,01	0,18	0,28	0,47	0,41	automatic
2018-05-04T14:44:29.660Z	19,4287	-154,8388	2,86	2,7	276	0,07	0,33	1,25	1,38	4,05	automatic
2018-05-04T14:57:46.420Z	19,3728	-154,9577	4,23	1,7	262	0,07	0,23	0,87	2,27	0,15	automatic
2018-05-04T15:04:01.750Z	19,4005	-155,2605	1,01	1,9	52	0,01	0,17	0,22	0,29	1,01	automatic
2018-05-04T15:04:49.360Z	19,4443	-154,8905	2,96	2,4	263	0,03	0,06	1,67	0,65	0,10	reviewed
2018-05-04T15:35:10.080Z	19,4420	-154,8492	3,97	1,8	272	0,05	0,32	1,09	1,12	0,31	automatic
2018-05-04T15:40:29.750Z	19,4022	-155,2853	0,85	1,9	34	0,01	0,13	0,18	0,22	0,33	automatic
2018-05-04T15:44:03.760Z	19,4332	-154,9208	3,62	2,6	201	0,02	0,07	1	0,72	0,33	reviewed
2018-05-04T15:45:56.670Z	19,4392	-154,9160	4,05	2,1	235	0,02	0,05	1,72	0,82	0,13	reviewed
2018-05-04T16:02:19.310Z	19,4547	-154,9043	3,62	2,5	228	0,01	0,02	1,58	0,43	0,18	reviewed
2018-05-04T16:07:06.240Z	19,4073	-155,2770	-1,04	2,2	59	0,01	0,26	0,17	0,26	0,25	automatic
2018-05-04T16:17:33.650Z	19,3212	-154,9772	-0,58	2,5	230	0,11	0,12	1,65	0,51	0,17	reviewed
2018-05-04T16:38:55.630Z	19,4357	-154,9552	0,46	2,4	168	0,04	0,33	1,22	0,45	2,88	automatic
2018-05-04T17:20:23.900Z	19,4443	-154,8947	3,63	2,2	256	0,03	0,06	1,47	0,62	0,13	reviewed
2018-05-04T17:29:45.230Z	19,4150	-155,2892	-1,06	2,2	141	0,01	0,33	0,29	0,4	0,27	automatic
2018-05-04T17:31:15.040Z	19,4190	-155,2948	3,76	2,4	200	0,00	0,27	1,26	0,79	0,27	automatic
2018-05-04T17:43:14.120Z	19,4403	-154,9172	4,2	1,2	199	0,02	0,07	1,12	0,68	0,04	reviewed
2018-05-04T18:01:45.510Z	19,3962	-155,2645	-0,16	1,5							

2018-05-04T21:20:00.060Z	19,4058	-155,2767	-0,13	2,5	45	0,01	0,2	0,17	0,3	0,28	automatic
2018-05-04T21:22:59.140Z	19,3920	-155,2718	1,43	2,4	143	0,00	0,11	0,22	0,29	0,03	reviewed
2018-05-04T21:23:33.170Z	19,4033	-155,2733	1,63	2,8	49	0,01	0,2	0,28	0,28	0,45	automatic
2018-05-04T21:32:44.060Z	19,3303	-155,0175	6,48	5,7	202	0,09	0,12	0,46	0,3	0,15	reviewed
2018-05-04T21:38:23.880Z	19,3378	-155,0215	1,32	4,4	205	0,08	0,14	0,68	0,66	0,15	reviewed
2018-05-04T21:41:53.640Z	19,3293	-154,9803	0,19	3,7	256	0,11	0,25	2,21	0,79	0,14	reviewed
2018-05-04T21:43:53.780Z	19,3323	-155,0200	5,66	3,8	205	0,09	0,11	0,45	0,35	0,12	reviewed
2018-05-04T21:51:45.300Z	19,3282	-155,0053	12,33	3,0	251	0,10	0,09	1,94	2,37	0,12	reviewed
2018-05-04T21:53:06.910Z	19,3637	-155,0105	-0,92	2,4	261	0,09	0,38	3,45	0,91	0,36	automatic
2018-05-04T21:54:02.860Z	19,3768	-155,0745	6,66	3,5	149	0,03	0,12	0,41	0,37	0,16	reviewed
2018-05-04T22:00:44.770Z	19,3833	-155,0297	-0,7	1,8	217	0,05	0,16	1,02	0,29	0,18	automatic
2018-05-04T22:01:38.110Z	19,3520	-154,9865	0,07	1,8	249	0,08	0,23	1,7	0,61	0,06	automatic
2018-05-04T22:04:38.830Z	19,3123	-154,9170	-0,62	1,8	268	0,15	0,22	2,33	0,44	0,27	automatic
2018-05-04T22:11:40.590Z	19,4050	-155,2940	2,18	2,3	34	0,01	0,22	0,3	0,3	1,75	automatic
2018-05-04T22:12:26.950Z	19,3698	-155,0265	-0,08	2,2	225	0,06	0,22	0,85	0,34	3,34	automatic
2018-05-04T22:21:16.340Z	19,3583	-155,0043	-0,38	1,8	242	0,12	0,15	1,29	0,32	0,23	automatic
2018-05-04T22:24:37.930Z	19,3238	-154,9520	4,98	1,9	269	0,17	0,25	0,88	0,94	0,13	automatic
2018-05-04T22:29:16.880Z	19,3512	-154,9773	-0,89	1,7	261	0,23	0,21	2,11	0,7	0,26	automatic
2018-05-04T22:32:54.650Z	19,3182	-154,9997	5,81	6,9	210	0,11	0,11	0,52	0,31		reviewed
2018-05-04T22:37:18.600Z	19,2728	-155,2447	7,91	4,6	158	0,02	0,1	0,39	0,48	0,16	reviewed
2018-05-04T22:39:31.510Z	19,3880	-155,2545	-0,05	4,0	58	0,00	0,1	0,14	0,16	0,13	reviewed
2018-05-04T22:42:42.500Z	19,3103	-155,2173	7,74	4,6	88	0,03	0,11	0,29	0,43	0,12	reviewed
2018-05-04T22:45:37.760Z	19,4160	-155,3097	2,92	2,9	107	0,01	0,04	0,36	0,44	0,03	reviewed
2018-05-04T22:48:19.500Z	19,4128	-155,3158	2,64	4,7	31	0,02	0,12	0,2	0,28	0,25	reviewed
2018-05-04T22:50:59.310Z	19,4120	-155,3142	3,72	3,6	84	0,01	0,08	0,27	0,59	0,14	reviewed
2018-05-04T22:54:52.940Z	19,3648	-155,2597	0,65	2,6	81	0,01	0,08	0,2	0,24	0,05	reviewed
2018-05-04T22:55:51.370Z	19,3327	-154,9458	3,91	2,9	269	0,11	0,11	1,4	11,14	0,24	reviewed
2018-05-04T22:56:07.430Z	19,3928	-155,2768	1,36	2,0	53	0,00	0,1	0,17	0,25	0,04	reviewed
2018-05-04T22:56:50.450Z	19,3118	-155,2515	6,43	2,0	114	0,04	0,07	0,29	0,73	0,07	reviewed
2018-05-04T22:59:05.140Z	19,4088	-155,3223	4,6	2,9	38	0,02	0,1	0,28	0,57	0,22	reviewed
2018-05-04T22:59:42.460Z	19,3773	-155,2927	5,67	2,7	146	0,01	0,09	0,98	1,03	0,20	automatic
2018-05-04T23:01:41.620Z	19,3132	-155,2098	6,06	3,4	95	0,03	0,06	0,32	0,75	0,15	reviewed
2018-05-04T23:04:18.220Z	19,3288	-155,2007	6,59	3,7	84	0,05	0,07	0,3	0,45	0,17	reviewed
2018-05-04T23:08:18.710Z	19,3838	-154,9943	-0,71	2,5	260	0,05	0,35	1,74	0,42	0,20	automatic
2018-05-04T23:10:06.960Z	19,4157	-155,3290	3,3	2,6	239	0,02	0,08	0,74	1,12	0,22	reviewed
2018-05-04T23:11:09.540Z	19,4063	-155,3252	3,89	3,0	57	0,01	0,09	0,26	0,58	0,19	reviewed
2018-05-04T23:13:12.710Z	19,2918	-155,2503	4,93	2,8	122	0,03	0,11	0,31	0,84	0,14	reviewed
2018-05-04T23:16:35.880Z	19,3333	-155,0785	0,59	2,8	219	0,05	0,12	0,86	31,61	0,13	reviewed
2018-05-04T23:17:04.330Z	19,4523	-155,2965	0,59	2,8	195	0,03	0,24	0,67	1	0,62	automatic
2018-05-04T23:17:36.550Z	19,3058	-155,2030	6,82	1,7	115	0,03	0,07	0,56	1,39	0,16	reviewed
2018-05-04T23:18:02.520Z	19,4242	-155,3160	4,54	3,4	47	0,02	0,19	0,31	0,61	1,71	automatic
2018-05-04T23:20:36.680Z	19,3910	-155,2775	1,74	2,8	42	0,01	0,09	0,18	0,2	0,23	reviewed
2018-05-04T23:21:22.660Z	19,3523	-154,8340	6,76	3,2	278	0,13	0,07	1,68	2,61	0,15	reviewed
2018-05-04T23:22:53.460Z	19,2125	-154,8598	9,18	3,4	266	0,25	0,14	1,39	0,52	0,14	reviewed
2018-05-04T23:24:56.820Z	19,3177	-155,1002	2,57	3,0	183	0,04	0,11	0,55	0,8	0,14	reviewed
2018-05-04T23:26:20.160Z	19,4230	-155,3085	5,02	2,9	126	0,02	0,08	0,35	0,52	0,21	reviewed
2018-05-04T23:29:15.280Z	19,4197	-155,3193	3,01	2,6	103	0,02	0,11	0,3	0,39	0,21	reviewed
2018-05-04T23:30:46.410Z	19,3360	-155,1082	28,28	1,6	146	0,05	0,14	2,87	3,18	0,15	reviewed
2018-05-04T23:31:41.940Z	19,2578	-155,3820	6,66	1,9	135	0,02	0,11	0,57	1,04	0,13	reviewed
2018-05-04T23:32:10.720Z	19,4307	-155,2967	1,35	2,7	206	0,01	0,28	0,79	0,8	0,25	automatic
2018-05-04T23:32:28.590Z	19,3703	-154,9105	8,29	1,7	263	0,09	0,1	1,08	1,55	0,10	reviewed
2018-05-04T23:32:37.440Z	19,4007	-155,3318	3,14	2,7	106	0,01	0,19	0,52	1,1	0,52	automatic
2018-05-04T23:33:56.710Z	19,3487	-155,0225	3,52	2,7	197	0,07	0,14	1,21	31,61	0,12	reviewed
2018-05-04T23:34:36.520Z	19,4123	-155,3187	4,36	2,9	88	0,02	0,09	0,41	0,57	0,19	reviewed
2018-05-04T23:37:20.730Z	19,4123	-155,3200	3,84	2,6	43	0,02	0,09	0,23	0,42	0,15	reviewed
2018-05-04T23:37:58.100Z	19,4110	-155,3168	3,79	3,1	76	0,02	0,09	0,24	0,42	0,10	reviewed
2018-05-04T23:40:08.580Z	19,4048	-155,3230	6,44	2,7	73	0,01	0,14	0,44	0,83	0,19	automatic
2018-05-04T23:41:02.730Z	19,4372	-155,3117	1,33	2,7	100	0,03	0,21	0,5	0,71	0,29	automatic
2018-05-04T23:45:53.330Z	19,2967	-155,2087	5,57	2,6	202	0,02	0,16	0,63	0,91	0,25	automatic
2018-05-04T23:47:54.690Z	19,4123	-155,3103	4,17	3,7	37	0,01	0,11	0,23	0,38	0,19	reviewed
2018-05-04T23:50:52.460Z	19,2902	-155,2487	7	2,7	122	0,02	0,11	0,3	0,29	0,09	reviewed
2018-05-04T23:52:42.370Z	19,3445	-155,1238	-0,61	2,5	147	0,04	0,37	0,98	0,48	0,51	automatic
2018-05-04T23:54:16.880Z	19,3072	-155,2087	0,24	2,7	159	0,03	0,1	0,44	0,4	2,64	automatic
2018-05-04T23:54:55.850Z	19,3620	-154,9572	1,59	3,1	225	0,08	0,11	1,13	1,52	0,15	reviewed
2018-05-04T23:57:22.770Z	19,3417	-155,0040	7,24	3,3	207	0,09	0,12	0,57	1,25	0,17	reviewed
2018-05-04T23:58:11.330Z	19,4207	-155,2338	1,68	2,8	153	0,01	0,11	0,25	0,27	0,15	reviewed
2018-05-04T23:59:34.950Z	19,4112	-155,3200	4,23	2,4	77	0,02	0,07	0,25	0,49	0,14	reviewed
2018-05-04T23:59:58.580Z	19,4195	-155,2412	1,39	3,0	117	0,01	0,16	0,49	0,33	0,16	reviewed
2018-05-05T00:02:50.530Z	19,3805	-155,2827	1,43	2,3	86	0,01	0,09	0,36	0,42	0,21	automatic
2018-05-05T00:03:11.730Z	19,3982	-155,3317	7,15	2,7	98	0,04	0,3	0,75	1,57	0,34	automatic
2018-05-05T00:04:36.470Z	19,2663	-155,2078	3,93	2,4	171	0,02	0,24	0,77	1,51	0,26	automatic
2018-05-05T00:06:44.420Z	19,4203	-155,2990	4,4	1,9	92	0,01	0,13	0,56	0,99	0,17	automatic
2018-05-05T00:08:02.700Z	19,3838	-155,2798	1,01	1,9	167	0,00	0,11	0,3	0,47	0,38	automatic
2018-05-05T00:10:56.740Z	19,3292	-155,1575	-0,34	2,8	112	0,05	0,19	0,48	0,29	0,10	automatic
2018-05-05T00:12:28.390Z	19,2788	-155,1942	-0,62	2,1	162	0,03	0,23	0,97	0,27	0,22	automatic
2018-05-05T00:13:30.520Z	19,4178	-155,3250	4,76	2,6	49	0,03	0,24	0,69	1,69	0,52	automatic
2018-05-05T00:14:04.130Z	19,3593	-154,8715	8,73	3,3	308	0,11	0,08	1,23	1,66	0,21	reviewed
2018-05-05T00:16:47.130Z	19,2870	-155,2563	6,69	1,9	238	0,10	0,23	1,41	2,12	0,55	automatic
2018-05-05T00:19:20.980Z	19,2822	-155,2132	9,21	3,1	149	0,01	0,12	0,35	0,46	0,21	reviewed
2018-05-05T00:20:39.090Z	19,4178	-155,3080	3,26	2,7	105	0,01	0,07	0,46	0,57	0,13	reviewed
2018-05-05T00:21:36.350Z	19,3128	-154,8965	6,01	2,6	278	0,14	0,2	1,2	1,5	0,13	automatic
2018-05-05T00:22:40.390Z	19,3337	-155,0927	-0,6	3,2	203	0,05	0,15	0,97	0,54	0,14	reviewed
2018-05-05T00:25:14.140Z	19,3340	-155,1862	5,44	2,0	84	0,05	0,16	0,77	1,95	0,16	automatic
2018-05-05T00:28:39.230Z	19,2152	-155,3450	0,68	2,4	219	0,05	0,24	1,25	0,77	0,14	automatic
2018-05-05T00:29:46.470Z	19,2538	-155,3680	1,93	2,0	142	0,03	0,38	0,92	1,27	0,29	automatic
2018-05-05T00:31:52.890Z	19,4075	-155,3275	3,89	2,4	47	0,02	0,16	0,31	0,73	0,26	automatic
2018-05-05T00:32:37.660Z	19,3473	-155,3205	-0,05	2,6	212	0,05	0,22	1,21	1,42	0,67	automatic
2018-05-05T00:33:43.530Z	19,4105	-155,3175	3,94	2,9	40	0,02	0,2	0,32	0,57	1,73	automatic
2018-05-05T00:35:50.070Z	19,4233	-155,3073	3,82	2,8	70	0,02	0,21	0,33	0,53	0,35	automatic
2018-05-05T00:35:51.210Z	19,4272	-155,2805	0,55	2,5	94	0,01	0,12	0,29	0,18	1,54	automatic
2018-05-05T00:37:10.680Z	19,2150	-155,3168	9,29	4,9	167	0,08	0,16	0,34	0,36	0,19	reviewed
2018-05-05T00:42:10.080Z	19,4317	-155,2200	0,35	2,3	236	0,02	0				

2018-05-05T01:06:12.250Z	19,2778	-155,0988	4,58	1,9	241	0,03	0,12	0,42	0,64	0,16	reviewed
2018-05-05T01:06:58.720Z	19,4118	-155,3197	3,01	3,0	43	0,02	0,27	0,37	0,69	2,74	automatic
2018-05-05T01:11:51.250Z	19,3255	-155,1843	2,31	2,8	94	0,06	0,25	0,34	0,69	2,67	automatic
2018-05-05T01:13:11.780Z	19,2288	-155,3188	0,01	2,7	162	0,07	0,12	0,41	0,2	0,12	reviewed
2018-05-05T01:13:20.150Z	19,2315	-155,3368	-0,11	3,1	158	0,06	0,26	0,67	0,22	3,36	automatic
2018-05-05T01:15:12.510Z	19,4307	-155,3305	-0,33	2,4	149	0,04	0,2	0,57	0,45	0,25	automatic
2018-05-05T01:16:15.070Z	19,3610	-155,2673	0,05	2,6	75	0,01	0,24	0,27	0,35	0,28	automatic
2018-05-05T01:17:38.850Z	19,4158	-155,3358	4,19	2,5	56	0,03	0,24	0,55	1,96	0,53	automatic
2018-05-05T01:19:14.480Z	19,3517	-155,0268	4,06	2,5	264	0,07	0,08	1,14	5,27	0,12	reviewed
2018-05-05T01:19:39.020Z	19,2688	-155,2010	1,22	2,5	191	0,03	0,11	0,68	0,43	4,34	automatic
2018-05-05T01:19:51.810Z	19,3760	-155,2805	0,71	2,9	221	0,01	0,18	0,64	0,53	3,65	automatic
2018-05-05T01:20:27.840Z	19,3163	-154,7797	10,55	4,8	280	0,19	0,13	0,63	0,33	0,15	reviewed
2018-05-05T01:22:57.970Z	19,3680	-155,2865	0,67	2,2	119	0,02	0,08	0,26	0,36	0,22	automatic
2018-05-05T01:23:27.680Z	19,2693	-155,3737	1,03	2,6	150	0,04	0,11	0,42	0,76	0,31	automatic
2018-05-05T01:25:37.480Z	19,3833	-155,2818	1,31	2,8	81	0,00	0,13	0,23	0,31	2,45	automatic
2018-05-05T01:25:38.310Z	19,3927	-155,2875	0,57	2,7	109	0,01	0,2	0,58	0,38	2,41	automatic
2018-05-05T01:28:15.720Z	19,1547	-154,6188	0,37	3,2	318	0,41	0,12	4,92	5,19	0,12	reviewed
2018-05-05T01:28:38.150Z	19,3365	-154,9878	1	3,4	232	0,10	0,18	1,98	1,35	0,17	reviewed
2018-05-05T01:31:53.470Z	19,2972	-155,2177	4,77	1,8	106	0,02	0,15	0,52	1,37	0,25	automatic
2018-05-05T01:32:53.730Z	19,3312	-155,1775	2,84	2,5	88	0,05	0,13	0,31	0,67	2,08	automatic
2018-05-05T01:33:20.910Z	19,3195	-155,1867	2,14	2,6	103	0,05	0,18	0,31	0,68	0,29	automatic
2018-05-05T01:34:46.770Z	19,2157	-155,3130	-0,56	2,8	206	0,08	0,2	0,74	0,17	1,66	automatic
2018-05-05T01:37:08.440Z	19,3938	-155,2612	0,24	1,9	147	0,01	0,11	0,5	0,63	0,28	automatic
2018-05-05T01:38:16.700Z	19,2515	-154,8933	9,35	2,5	282	0,20	0,12	0,64	0,67	0,13	reviewed
2018-05-05T01:40:20.340Z	19,2010	-155,3243	-0,57	2,3	207	0,08	0,27	0,86	0,26	4,16	automatic
2018-05-05T01:41:21.290Z	19,2007	-155,3265	-0,44	2,9	177	0,08	0,24	0,94	0,28	2,69	automatic
2018-05-05T01:44:45.160Z	19,4118	-155,3008	2,2	2,4	42	0,01	0,26	0,36	0,34	1,29	automatic
2018-05-05T01:44:46.430Z	19,4098	-155,3005	0,03	2,4	105	0,00	0,17	0,41	0,32	1,52	automatic
2018-05-05T01:45:47.790Z	19,3903	-155,0030	0,59	1,2	230	0,04	0,2	1,72	1,5	0,24	reviewed
2018-05-05T01:49:49.010Z	19,4093	-155,3345	3,9	2,7	45	0,02	0,27	0,39	1,4	2,62	automatic
2018-05-05T01:53:32.500Z	19,3207	-155,2527	0,77	2,2	85	0,05	0,24	0,38	0,57	0,30	automatic
2018-05-05T01:55:25.860Z	19,3405	-155,1030	7,28	3,2	149	0,04	0,07	0,53	0,74	0,20	reviewed
2018-05-05T01:57:23.670Z	19,3852	-155,2803	0,99	1,7	161	0,00	0,04	0,29	0,41	0,11	reviewed
2018-05-05T01:58:03.780Z	19,3297	-155,1182	0,37	2,7	165	0,04	0,27	0,81	0,46	2,34	automatic
2018-05-05T02:01:16.540Z	19,3207	-155,1943	3,18	2,5	97	0,05	0,16	0,6	1,49	0,38	automatic
2018-05-05T02:01:31.550Z	19,4148	-155,3210	4,31	2,3	104	0,02	0,12	0,69	2,19	0,28	automatic
2018-05-05T02:01:51.090Z	19,4023	-155,3343	5,38	2,5	101	0,01	0,13	0,42	1,18	0,15	automatic
2018-05-05T02:02:54.070Z	19,3318	-155,1090	5,54	2,9	159	0,05	0,26	0,57	0,63	2,99	automatic
2018-05-05T02:06:16.210Z	19,4118	-155,3247	4,26	2,0	57	0,02	0,14	0,31	0,65	0,32	automatic
2018-05-05T02:07:31.320Z	19,2422	-155,3262	1,27	2,2	170	0,06	0,14	0,86	1,08	0,35	automatic
2018-05-05T02:11:13.830Z	19,2955	-155,2000	-0,46	2,4	137	0,03	0,18	0,34	0,17	0,21	automatic
2018-05-05T02:14:23.720Z	19,4078	-155,3222	3,32	2,9	42	0,02	0,2	0,33	0,64	1,84	automatic
2018-05-05T02:17:03.700Z	19,2625	-155,1807	4,5	2,8	268	0,05	0,09	0,9	1,67	2,62	automatic
2018-05-05T02:21:57.380Z	19,3100	-155,2563	1,52	2,4	97	0,04	0,2	0,34	0,52	0,20	automatic
2018-05-05T02:25:17.310Z	19,3520	-155,2755	0,35	2,3	167	0,02	0,1	0,33	0,61	3,24	automatic
2018-05-05T02:26:51.880Z	19,1905	-155,2732	9,37	2,7	266	0,10	0,32	1,64	1,07	2,44	automatic
2018-05-05T02:27:20.600Z	19,1630	-155,2937	5,91	2,7	218	0,12	0,3	0,73	1,05	3,51	automatic
2018-05-05T02:29:46.320Z	19,3253	-155,1815	2,69	1,9	95	0,06	0,13	0,41	0,93	0,14	reviewed
2018-05-05T02:30:34.460Z	19,3992	-155,2653	-0,05	2,8	37	0,00	0,11	0,13	0,11	0,18	reviewed
2018-05-05T02:32:53.540Z	19,3103	-155,1532	7,48	2,0	199	0,03	0,11	0,78	0,57	0,27	automatic
2018-05-05T02:35:06.840Z	19,4933	-155,2383	23,67	2,4	105	0,05	0,1	0,72	0,59	0,15	reviewed
2018-05-05T02:36:46.250Z	19,3270	-155,1835	2,1	1,9	93	0,05	0,12	0,38	0,68	0,21	automatic
2018-05-05T02:38:04.650Z	19,3388	-155,1148	-0,2	2,7	180	0,05	0,3	0,78	0,29	2,83	automatic
2018-05-05T02:43:21.190Z	19,3437	-154,9105	11	2,3	308	0,11	0,06	1	1,19	0,17	reviewed
2018-05-05T02:44:16.060Z	19,4277	-155,3177	1,2	2,4	95	0,03	0,34	0,58	0,62	0,29	automatic
2018-05-05T02:44:58.090Z	19,3120	-155,2010	-0,75	2,7	151	0,06	0,11	0,5	0,35	0,26	automatic
2018-05-05T02:48:48.920Z	19,4120	-155,3053	2,72	1,7	92	0,01	0,14	0,34	0,38	0,32	automatic
2018-05-05T02:49:47.950Z	19,3217	-155,1545	5,3	2,4	123	0,04	0,12	0,58	0,94	0,29	automatic
2018-05-05T02:52:30.030Z	19,2600	-155,6078	2,27	1,2	185	0,02	0,17	2,8	2,48	0,02	reviewed
2018-05-05T02:52:49.490Z	19,4195	-155,3268	3,51	2,7	148	0,03	0,1	0,53	1,26	4,56	automatic
2018-05-05T02:53:32.440Z	19,2147	-155,3182	-0,6	2,8	182	0,08	0,18	0,58	0,2	2,63	automatic
2018-05-05T02:54:06.720Z	19,4282	-155,3175	1,34	2,5	221	0,03	0,14	0,48	0,65	2,03	automatic
2018-05-05T02:55:27.040Z	19,1892	-155,3370	6,07	2,4	216	0,07	0,36	1,35	2,06	0,18	automatic
2018-05-05T02:55:57.830Z	19,2347	-155,3062	-0,8	2,5	207	0,06	0,13	0,7	0,27	3,26	automatic
2018-05-05T02:56:30.410Z	19,3355	-155,1207	-0,59	2,6	170	0,05	0,3	0,8	0,27	2,87	automatic
2018-05-05T02:57:32.630Z	19,4185	-155,3113	3,51	2,5	82	0,02	0,17	0,4	0,66	0,36	automatic
2018-05-05T02:57:33.010Z	19,4338	-155,3232	0,02	2,5	104	0,03	0,23	0,58	0,72	0,39	automatic
2018-05-05T02:59:08.450Z	19,3458	-155,1308	5,79	3,0	135	0,04	0,13	0,43	0,57	0,16	reviewed
2018-05-05T03:01:41.510Z	19,2862	-154,9143	-0,36	3,3	249	0,17	0,35	2,35	0,73	1,74	automatic
2018-05-05T03:03:54.300Z	19,4120	-155,3235	3,51	2,5	84	0,02	0,18	0,44	0,91	0,31	automatic
2018-05-05T03:05:44.450Z	19,5082	-155,3583	-0,28	2,0	197	0,03	0,07	0,61	0,43	0,28	automatic
2018-05-05T03:06:41.810Z	19,2853	-155,1723	12,45	1,7	247	0,05	0,3	1,63	0,68	0,41	automatic
2018-05-05T03:07:39.830Z	19,3710	-155,2472	0,63	1,8	189	0,01	0,15	0,32	0,32	0,18	automatic
2018-05-05T03:10:43.640Z	19,4073	-155,3045	3,41	2,0	58	0,00	0,2	0,46	0,76	0,23	automatic
2018-05-05T03:11:12.490Z	19,3618	-155,2918	1,49	1,9	157	0,03	0,07	0,66	1,03	2,81	automatic
2018-05-05T03:14:06.530Z	19,2157	-155,1815	-0,56	2,3	223	0,08	0,13	1,06	0,37	0,27	reviewed
2018-05-05T03:16:41.170Z	19,4068	-155,3255	3,27	2,2	42	0,02	0,16	0,32	0,65	0,15	automatic
2018-05-05T03:19:52.370Z	19,4153	-155,3142	4,07	1,8	79	0,02	0,16	0,55	1	0,12	automatic
2018-05-05T03:26:00.750Z	19,2092	-155,3163	-0,6	2,6	170	0,08	0,24	0,69	0,21	2,73	automatic
2018-05-05T03:27:49.030Z	19,2258	-155,3287	-0,6	2,7	161	0,07	0,28	0,86	0,24	3,21	automatic
2018-05-05T03:28:22.450Z	19,3338	-155,1035	-0,11	2,7	186	0,05	0,23	0,73	0,31	2,93	automatic
2018-05-05T03:30:15.740Z	19,0588	-155,0412	7,82	4,4	245	0,24	0,12	0,46	0,53	0,18	reviewed
2018-05-05T03:32:46.990Z	19,3327	-155,0015	-0,67	2,7	217	0,10	0,18	1,65	0,52	0,04	reviewed
2018-05-05T03:35:14.060Z	19,4695	-155,3822	0,72	2,7	103	0,02	0,1	0,33	0,4	0,18	reviewed
2018-05-05T03:36:14.990Z	19,2412	-155,3548	1,3	2,5	191	0,04	0,08	0,67	0,74	0,10	reviewed
2018-05-05T03:38:51.930Z	19,2552	-155,2003	7,41	2,4	275	0,03	0,14	1,08	1,03	0,17	automatic
2018-05-05T03:41:06.720Z	19,2683	-155,1657	4,28	2,7	176	0,04	0,23	0,57	1,25	1,78	automatic
2018-05-05T03:43:36.350Z	19,4273	-155,3152	3,35	2,4	93	0,02	0,14	0,43	0,66	1,98	automatic
2018-05-05T03:47:24.830Z	19,3865	-155,0522	4,61	2,2	197	0,03	0,3	0,78	0,62	0,25	automatic
2018-05-05T03:48:09.650Z	19,3108	-155,2022	7,5	2,2	107	0,04	0,08	0,68	2,82	0,09	automatic
2018-05-05T03:51:49.080Z	19,4267	-155,3120	3,2	2,3	115	0,02	0,14	0,46	0,81	0,37	automatic
2018-05-05T03:52:13.150Z	19,2372	-154,9498	2,26	2,9	279	0,18	0,39	2,2	1,62	0,28	

2018-05-05T04:16:52.680Z	19,2674	-155,2488	5	3,3	216	0,06	0,19	1,5	2	0,06	reviewed
2018-05-05T04:19:15.710Z	19,3688	-154,9592	5,4	2,2	220	0,08	0,09	1,24	3,45	0,14	reviewed
2018-05-05T04:23:17.930Z	19,3213	-155,1722	1,2	2,2	102	0,05	0,16	0,32	0,58	0,22	automatic
2018-05-05T04:26:11.180Z	19,2188	-155,3265	0,1	3,0	196	0,07	0,09	0,71	0,73	0,18	reviewed
2018-05-05T04:30:53.530Z	19,2723	-155,3753	-0,39	2,5	143	0,04	0,21	0,4	0,3	0,50	automatic
2018-05-05T04:33:09.800Z	19,3473	-155,2787	0,38	2,3	176	0,02	0,13	0,37	0,39	0,31	automatic
2018-05-05T04:34:39.630Z	19,0315	-155,1867	6,61	2,6	252	0,25	0,24	0,93	1,13	0,17	automatic
2018-05-05T04:35:58.250Z	19,2252	-155,3058	-0,31	2,2	192	0,07	0,11	0,65	0,27	0,35	automatic
2018-05-05T04:37:46.440Z	19,2542	-155,3603	2,72	1,8	144	0,04	0,35	0,84	1,92	0,25	automatic
2018-05-05T04:39:09.810Z	19,4012	-155,2722	0,38	2,7	32	0,01	0,16	0,19	0,24	2,29	automatic
2018-05-05T04:39:38.730Z	19,2320	-155,3668	2,79	2,7	154	0,03	0,2	0,46	0,95	3,41	automatic
2018-05-05T04:45:18.570Z	19,2795	-155,1537	-0,57	2,3	256	0,02	0,29	2,53	0,85	0,25	automatic
2018-05-05T04:46:32.270Z	19,2760	-155,1907	-0,62	2,7	165	0,03	0,3	0,68	0,26	2,38	automatic
2018-05-05T04:47:48.580Z	19,3012	-155,2545	1,55	2,7	106	0,03	0,26	0,33	0,56	3,34	automatic
2018-05-05T04:50:12.350Z	19,3082	-154,9153	9,56	1,7	319	0,15	0,08	1,34	1,93	0,13	reviewed
2018-05-05T04:52:44.910Z	19,3208	-155,1295	4,4	2,5	133	0,03	0,17	0,68	1,26	0,36	automatic
2018-05-05T04:53:08.770Z	19,4277	-155,3250	0,76	2,1	95	0,03	0,32	0,53	0,73	0,33	automatic
2018-05-05T04:55:40.520Z	19,3937	-155,2798	1,38	1,7	61	0,01	0,13	0,23	0,32	0,27	automatic
2018-05-05T04:59:45.100Z	19,4292	-155,3147	7,67	2,3	80	0,02	0,39	0,69	1,02	0,37	automatic
2018-05-05T04:59:58.070Z	19,2138	-155,3283	1,09	2,3	205	0,07	0,34	1,28	1,14	0,28	automatic
2018-05-05T05:03:49.860Z	19,2302	-155,3145	6,04	2,5	162	0,07	0,3	0,89	3,55	4,77	automatic
2018-05-05T05:06:54.890Z	19,3187	-155,2093	1,12	2,4	208	0,04	0,15	1,93	1,47	0,28	automatic
2018-05-05T05:07:02.480Z	19,4197	-155,3107	3,02	1,9	96	0,02	0,13	0,39	0,47	0,16	automatic
2018-05-05T05:12:40.730Z	19,4327	-154,9340	4,26	2,2	229	0,03	0,12	1,54	1,37	0,44	reviewed
2018-05-05T05:14:40.520Z	19,3475	-155,0212	6,17	3,3	199	0,07	0,05	1,11	2,12	0,22	reviewed
2018-05-05T05:16:50.490Z	19,2620	-155,3570	-0,76	2,3	141	0,05	0,28	0,82	0,39	0,34	automatic
2018-05-05T05:19:23.100Z	19,3328	-155,1917	1,64	2,5	104	0,05	0,26	0,54	0,91	0,27	automatic
2018-05-05T05:21:18.960Z	19,3292	-155,1220	4,28	2,6	175	0,04	0,29	0,97	2,26	0,26	automatic
2018-05-05T05:24:09.590Z	19,3323	-154,9765	4,71	2,1	272	0,10	0,28	1,83	10,93	0,14	reviewed
2018-05-05T05:26:16.060Z	19,3270	-155,0822	5,07	2,1	220	0,06	0,29	0,87	0,9	0,55	automatic
2018-05-05T05:27:28.140Z	19,1942	-155,3642	9,63	3,1	192	0,05	0,09	1,02	1,63	0,21	reviewed
2018-05-05T05:29:44.240Z	19,2972	-155,2085	7,37	2,5	126	0,02	0,25	1,24	1,81	0,29	automatic
2018-05-05T05:32:15.980Z	19,1690	-155,3719	5	2,9	239	0,14	0,14	2,5	2	0,05	reviewed
2018-05-05T05:38:21.860Z	19,4095	-155,2728	-1,11	1,3	104	0,01	0,24	0,23	1,52	0,16	reviewed
2018-05-05T05:39:30.550Z	19,3163	-155,0845	5,25	1,8	248	0,05	0,2	0,9	0,59	0,26	automatic
2018-05-05T05:40:50.490Z	19,2938	-155,2343	9,1	2,8	176	0,07	0,22	0,68	0,4	3,63	automatic
2018-05-05T05:43:31.330Z	19,3282	-154,8303	6,84	1,6	322	0,15	0,02	1,71	3,43	0,05	reviewed
2018-05-05T05:43:53.480Z	19,2505	-155,3290	-0,58	2,5	151	0,05	0,37	0,91	0,33	3,72	automatic
2018-05-05T05:45:29.800Z	19,2400	-155,3427	0,05	1,0	165	0,05	0,12	0,54	0,28	0,11	reviewed
2018-05-05T05:45:32.340Z	19,3315	-155,0073	1,58	2,1	215	0,10	0,18	1,14	1,36	0,14	reviewed
2018-05-05T05:46:27.780Z	19,2800	-155,2000	1,17	2,0	159	0,02	0,2	0,63	0,46	0,29	automatic
2018-05-05T05:49:38.500Z	19,2438	-155,3357	-0,59	2,6	154	0,06	0,3	0,67	0,24	2,83	automatic
2018-05-05T05:50:26.600Z	19,4027	-155,2690	-1,03	2,2	105	0,01	0,22	0,39	0,91	0,32	automatic
2018-05-05T05:51:23.450Z	19,3410	-155,3210	5,98	2,5	262	0,05	0,26	1,57	1,19	2,65	automatic
2018-05-05T05:51:58.040Z	19,3843	-154,9815	7,57	2,6	196	0,05	0,12	1,07	1,32	0,15	reviewed
2018-05-05T05:52:46.520Z	19,4210	-155,3148	3,34	2,4	205	0,02	0,05	0,52	0,4	0,13	reviewed
2018-05-05T06:01:24.600Z	19,3273	-155,0973	3,52	2,1	206	0,05	0,2	0,77	1,58	0,48	automatic
2018-05-05T06:01:42.860Z	19,2550	-155,3693	-0,25	2,4	143	0,03	0,3	0,72	0,34	0,34	automatic
2018-05-05T06:04:17.260Z	19,3593	-154,9250	-0,75	2,7	300	0,21	0,19	2,23	0,74	0,14	automatic
2018-05-05T06:08:01.850Z	19,3132	-155,2547	1,47	2,7	92	0,04	0,19	0,32	0,6	2,69	automatic
2018-05-05T06:10:45.110Z	19,3835	-155,0728	7,82	2,6	157	0,02	0,11	0,92	0,68	0,08	reviewed
2018-05-05T06:11:08.990Z	19,3205	-154,9758	2,35	4,1	261	0,12	0,08	2,2	3,4	0,13	reviewed
2018-05-05T06:18:12.300Z	19,0823	-154,9885	0,55	2,4	282	0,24	0,12	2,66	0,71	0,23	automatic
2018-05-05T06:19:56.290Z	19,2812	-155,1963	0,94	2,2	152	0,03	0,17	0,52	0,37	0,34	automatic
2018-05-05T06:22:15.650Z	19,2175	-155,3245	-0,56	2,2	201	0,07	0,32	0,89	0,31	3,65	automatic
2018-05-05T06:23:54.640Z	19,3775	-154,9610	-0,46	2,6	216	0,07	0,13	0,57	0,49	0,17	reviewed
2018-05-05T06:24:28.610Z	19,4102	-155,2857	0,97	2,6	79	0,00	0,12	0,18	0,2	0,25	automatic
2018-05-05T06:26:51.540Z	19,3267	-155,1668	2,96	1,4	93	0,05	0,14	0,3	0,99	0,13	reviewed
2018-05-05T06:27:29.400Z	19,3715	-155,2558	0,86	2,8	75	0,01	0,08	0,15	0,14	0,15	reviewed
2018-05-05T06:31:48.100Z	19,3183	-155,2057	0,68	2,3	92	0,04	0,21	0,46	0,5	4,46	automatic
2018-05-05T06:34:31.930Z	19,4002	-155,3160	3,89	2,3	107	0,01	0,11	0,59	0,79	0,44	automatic
2018-05-05T06:38:34.160Z	19,3708	-155,2433	0,93	1,8	137	0,00	0,12	0,35	0,17	0,69	automatic
2018-05-05T06:39:19.310Z	19,2712	-155,1805	6,34	1,8	194	0,04	0,27	1,03	1,32	0,17	automatic
2018-05-05T06:41:12.910Z	19,2302	-155,1935	-0,45	1,9	207	0,06	0,11	0,7	0,34	0,13	reviewed
2018-05-05T06:43:10.500Z	19,2702	-155,1985	0,64	2,3	161	0,03	0,21	0,6	0,33	4,80	automatic
2018-05-05T06:45:08.080Z	19,2470	-155,3402	-0,6	2,0	158	0,05	0,14	0,66	0,28	0,37	automatic
2018-05-05T06:51:49.430Z	19,2995	-155,2443	4,67	2,5	165	0,07	0,12	0,6	3,78	2,96	automatic
2018-05-05T06:53:15.670Z	19,1558	-155,3452	-0,43	2,6	184	0,10	0,3	1,27	0,43	0,19	automatic
2018-05-05T06:55:19.690Z	19,2493	-155,3657	3,07	2,2	145	0,07	0,29	0,78	3,68	0,36	automatic
2018-05-05T07:03:26.930Z	19,2643	-155,3390	-0,42	2,5	147	0,04	0,34	0,7	0,32	0,47	automatic
2018-05-05T07:04:00.730Z	19,4062	-155,2790	-1,09	2,2	52	0,01	0,34	0,3	0,82	2,49	automatic
2018-05-05T07:04:32.190Z	19,2947	-155,2533	7,32	2,5	116	0,03	0,22	0,45	0,36	0,19	automatic
2018-05-05T07:07:39.810Z	19,3575	-155,2665	0,3	2,2	166	0,01	0,14	0,27	0,24	0,18	automatic
2018-05-05T07:09:13.600Z	19,2735	-155,1932	6,49	1,8	257	0,03	0,1	0,59	0,83	0,11	automatic
2018-05-05T07:11:03.890Z	19,4145	-155,3172	4,16	2,5	80	0,02	0,06	0,55	1,18	0,18	reviewed
2018-05-05T07:11:04.000Z	19,4127	-155,3205	3,75	2,5	46	0,02	0,21	0,31	0,62	0,26	automatic
2018-05-05T07:13:58.370Z	19,3458	-155,2788	-1,05	2,1	175	0,03	0,33	1,9	2,76	0,33	automatic
2018-05-05T07:14:21.180Z	19,2505	-155,3402	-0,18	2,2	151	0,06	0,16	0,53	0,33	0,21	automatic
2018-05-05T07:15:10.070Z	19,3415	-155,2020	6,75	2,2	72	0,03	0,16	0,38	0,44	0,21	automatic
2018-05-05T07:20:37.980Z	19,2397	-155,3655	0,59	2,3	150	0,03	0,38	1	0,61	4,20	automatic
2018-05-05T07:23:23.820Z	19,1940	-155,4267	31,06	1,8	165	0,05	0,14	0,99	1,34	0,09	reviewed
2018-05-05T07:24:24.840Z	19,2248	-155,3227	-0,59	2,8	163	0,07	0,27	0,72	0,24	3,10	automatic
2018-05-05T07:27:44.440Z	19,2540	-155,3417	0	2,0	149	0,05	0,18	0,77	0,39	0,13	automatic
2018-05-05T07:34:56.960Z	19,2695	-154,8810	9,56	2,8	250	0,19	0,21	0,85	0,66	0,28	automatic
2018-05-05T07:37:12.930Z	19,4310	-154,9273	4,22	1,7	237	0,03	0,09	1,93	0,93	0,41	reviewed
2018-05-05T07:37:49.590Z	19,2965	-155,2285	4,39	2,2	87	0,02	0,13	0,5	1,61	0,16	automatic
2018-05-05T07:43:58.220Z	19,3702	-155,0303	8,2	2,1	178	0,05	0,06	0,93	1,75	0,26	reviewed
2018-05-05T07:47:18.350Z	19,2340	-155,3395	-0,56	1,7	178	0,05	0,33	1,14	0,4	0,36	automatic
2018-05-05T07:49:46.660Z	19,2728	-155,3833	3,62	2,5	115	0,04	0,33	0,57	2,75	2,83	automatic
2018-05-05T07:50:16.780Z	19,3802	-154,8502	1,74	1,8	270	0,10	0,13	3,03	2,34	0,20	reviewed
2018-05-05T07:53:09.100Z	19,3132	-155,2003	7,27	2,5	104	0,04	0,19	0,39	0,32	1,86	automatic
2018-05-05T07:55:13.410Z	19,2672	-154,7553	10,55	3,7	302	0,24	0,1	0,77	0,47		

2018-05-05T08:21:11.740Z	19,2793	-155,1968	0,42	2,4	160	0,03	0,24	0,73	0,45	0,40	automatic
2018-05-05T08:31:14.780Z	19,2807	-155,2547	-0,05	2,0	149	0,03	0,22	0,69	0,47	0,30	automatic
2018-05-05T08:32:13.640Z	19,4118	-155,3208	5,29	2,5	73	0,02	0,15	0,42	0,64	3,41	automatic
2018-05-05T08:32:54.570Z	19,2942	-154,9080	1,03	2,9	242	0,16	0,31	3,26	1,19	0,32	automatic
2018-05-05T08:34:06.730Z	19,4447	-154,9317	4,02	1,3	181	0,02	0,04	1,18	0,7	0,08	reviewed
2018-05-05T08:35:16.250Z	19,1877	-155,3355	-0,44	1,9	174	0,08	0,32	0,91	0,33	0,17	automatic
2018-05-05T08:36:46.330Z	19,4213	-155,3308	2,96	1,8	50	0,03	0,23	0,39	1	0,36	automatic
2018-05-05T08:37:46.370Z	19,4222	-155,2237	1,56	1,4	86	0,02	0,1	0,35	0,39	0,21	reviewed
2018-05-05T08:40:07.010Z	19,4213	-155,3062	5,53	2,3	58	0,01	0,26	0,55	0,59	5,34	automatic
2018-05-05T08:51:19.660Z	19,3628	-155,5677	-1,9	1,9	68	0,05	0,38	0,68	0,86	0,16	automatic
2018-05-05T08:51:43.990Z	19,2547	-155,1975	6,85	2,7	300	0,04	0,1	1,24	1,82	3,09	automatic
2018-05-05T08:52:26.340Z	19,3572	-155,5560	-0,98	2,5	111	0,06	0,09	0,47	1,27	0,12	reviewed
2018-05-05T08:55:37.660Z	19,4187	-155,3170	3,61	1,8	177	0,02	0,13	0,67	1,22	0,11	automatic
2018-05-05T08:58:58.290Z	19,3105	-155,2105	6,71	2,3	98	0,03	0,06	0,44	1,04	0,25	reviewed
2018-05-05T08:59:20.150Z	19,3042	-155,2128	8,27	3,6	105	0,03	0,1	0,34	0,7	0,20	reviewed
2018-05-05T09:02:56.230Z	19,3333	-155,1410	2,28	2,1	130	0,05	0,19	0,54	0,89	0,18	automatic
2018-05-05T09:09:40.720Z	19,2908	-155,2090	6,26	2,2	181	0,08	0,14	0,85	1,55	0,11	automatic
2018-05-05T09:10:21.660Z	19,3225	-155,1878	2,2	2,4	98	0,05	0,2	0,33	0,66	2,53	automatic
2018-05-05T09:12:26.410Z	19,3272	-155,0368	-0,59	2,8	244	0,08	0,32	2,12	0,61	0,07	reviewed
2018-05-05T09:14:26.780Z	19,3200	-155,1937	3,05	2,5	99	0,05	0,21	0,46	1,42	0,17	automatic
2018-05-05T09:18:51.830Z	19,2570	-155,1487	7,32	2,3	248	0,03	0,24	0,89	1,01	3,37	automatic
2018-05-05T09:22:04.900Z	19,2993	-155,2282	0,22	2,3	135	0,02	0,2	0,37	0,22	0,25	automatic
2018-05-05T09:24:59.160Z	19,4270	-155,3213	4,88	2,8	47	0,03	0,26	0,37	0,65	2,12	automatic
2018-05-05T09:27:35.280Z	19,2140	-155,3505	5,79	2,5	162	0,05	0,29	0,69	0,94	2,32	automatic
2018-05-05T09:30:05.760Z	19,2922	-155,2193	6,7	2,4	111	0,01	0,23	0,52	0,64	0,22	automatic
2018-05-05T09:32:44.310Z	19,4150	-155,3270	3,67	2,4	46	0,02	0,16	0,38	0,71	3,23	automatic
2018-05-05T09:32:49.330Z	19,4382	-155,5480	-3,25	1,8	90	0,02	0,17	0,46	1,02	0,24	automatic
2018-05-05T09:34:53.270Z	19,3733	-154,9610	5,12	2,2	216	0,07	0,12	0,99	2,48	0,15	reviewed
2018-05-05T09:39:27.280Z	19,3030	-155,2112	8,13	2,5	109	0,03	0,3	0,68	0,38	0,17	automatic
2018-05-05T09:45:14.650Z	19,1188	-155,6272	0,11	1,3	180	0,12	0,24	1,78	4,13	0,07	reviewed
2018-05-05T09:46:05.440Z	19,0695	-155,1985	10,41	3,5	225	0,21	0,12	1,2	0,6	0,16	reviewed
2018-05-05T09:48:42.750Z	19,4297	-155,2377	1,1	2,3	85	0,01	0,08	0,34	0,23	0,13	reviewed
2018-05-05T09:49:22.270Z	19,1967	-155,3808	-0,54	1,8	208	0,04	0,18	0,89	0,32	0,34	automatic
2018-05-05T09:51:26.200Z	19,2248	-155,2898	6,22	2,7	184	0,07	0,16	0,81	2,11	0,52	automatic
2018-05-05T09:52:01.140Z	19,4142	-155,3240	3,91	2,4	55	0,02	0,31	0,51	1,03	0,57	automatic
2018-05-05T09:52:19.700Z	19,3085	-155,1750	14,77	2,6	220	0,05	0,33	5,24	2,7	0,36	automatic
2018-05-05T09:53:26.860Z	19,4255	-155,3235	1,78	2,4	86	0,03	0,22	0,43	0,77	0,30	automatic
2018-05-05T09:55:31.530Z	19,3052	-155,2102	6,24	1,9	106	0,03	0,2	0,53	0,7	0,25	automatic
2018-05-05T09:57:38.030Z	19,4367	-155,2825	0,05	2,3	154	0,01	0,22	0,28	0,55	0,19	automatic
2018-05-05T09:59:45.970Z	19,3485	-155,2745	0,43	2,2	146	0,03	0,15	0,36	0,42	0,32	automatic
2018-05-05T09:59:59.080Z	19,4278	-155,2228	1,21	2,4	171	0,02	0,08	0,39	0,38	0,08	reviewed
2018-05-05T10:02:11.620Z	19,3237	-155,1142	4,86	2,8	176	0,04	0,21	0,45	0,54	2,79	automatic
2018-05-05T10:02:15.120Z	19,3610	-155,1790	13,68	2,7	208	0,09	0,38	1,67	0,87	3,16	automatic
2018-05-05T10:05:45.060Z	19,0682	-155,2060	9,49	3,7	224	0,21	0,12	0,74	0,55	0,18	reviewed
2018-05-05T10:15:53.550Z	19,2485	-155,3748	1,25	1,8	169	0,02	0,22	0,72	0,57	0,29	automatic
2018-05-05T10:24:03.600Z	19,3223	-155,2630	-0,66	2,2	101	0,04	0,37	0,72	0,41	0,24	automatic
2018-05-05T10:24:46.870Z	19,2382	-155,3302	-0,57	1,7	157	0,06	0,33	1,25	0,44	0,22	automatic
2018-05-05T10:27:57.900Z	19,3137	-155,1845	6,98	2,0	113	0,05	0,16	0,45	0,4	0,29	automatic
2018-05-05T10:35:17.340Z	19,3123	-155,1885	6,6	2,7	113	0,05	0,19	0,42	0,57	2,57	automatic
2018-05-05T10:38:05.900Z	19,2920	-155,2390	0,7	1,9	146	0,02	0,12	0,63	0,63	0,10	automatic
2018-05-05T10:39:03.810Z	19,3018	-155,2055	7,96	2,2	120	0,03	0,22	0,57	0,55	0,40	automatic
2018-05-05T10:44:50.200Z	19,3668	-155,2647	0,39	2,3	208	0,00	0,12	0,26	0,31	4,72	automatic
2018-05-05T10:46:33.200Z	19,3693	-154,9663	7,05	2,2	215	0,07	0,07	1,39	1,57	0,10	reviewed
2018-05-05T10:51:17.980Z	19,3603	-154,9478	3,94	2,3	259	0,09	0,2	0,78	1	0,14	automatic
2018-05-05T10:59:36.690Z	19,3748	-154,9352	7,49	1,7	269	0,09	0,34	2,04	0,85	0,09	automatic
2018-05-05T11:02:31.360Z	19,3905	-155,2470	1,03	2,1	101	0,01	0,1	0,31	0,5	4,31	automatic
2018-05-05T11:03:39.850Z	19,3508	-155,1073	6,18	3,1	139	0,03	0,09	0,31	0,28	0,12	reviewed
2018-05-05T11:06:26.090Z	19,4207	-155,3127	5,47	2,3	44	0,02	0,24	0,43	0,84	2,04	automatic
2018-05-05T11:08:31.910Z	19,3397	-155,1240	2,15	2,1	161	0,04	0,19	0,87	1,33	0,07	automatic
2018-05-05T11:10:39.690Z	19,3030	-155,2063	7,46	2,0	116	0,03	0,17	0,44	0,29	0,39	automatic
2018-05-05T11:14:45.330Z	19,1923	-155,2863	7,4	2,3	183	0,11	0,23	0,71	0,9	0,14	automatic
2018-05-05T11:15:46.000Z	19,4020	-155,2808	-0,35	1,9	93	0,01	0,13	0,14	0,45	0,23	automatic
2018-05-05T11:21:15.370Z	19,3203	-155,1788	5,97	2,5	103	0,06	0,05	0,39	1,46	0,22	reviewed
2018-05-05T11:22:27.820Z	19,4087	-155,3182	2,78	2,3	102	0,02	0,1	0,38	0,5	0,30	automatic
2018-05-05T11:26:52.950Z	19,4473	-154,9255	4,15	1,2	185	0,01	0,06	1,63	0,85	0,04	reviewed
2018-05-05T11:32:54.760Z	19,3288	-155,1790	1,98	2,5	91	0,05	0,27	0,54	1,03	0,45	automatic
2018-05-05T11:33:23.240Z	19,4367	-155,2408	0,37	2,2	227	0,02	0,27	0,42	0,51	0,21	automatic
2018-05-05T11:34:08.670Z	19,3355	-155,0972	1,37	1,9	242	0,05	0,2	1,22	0,85	0,03	automatic
2018-05-05T11:40:44.060Z	19,1952	-155,3093	7,7	2,1	229	0,09	0,34	2,1	1,36	0,14	automatic
2018-05-05T11:43:57.470Z	19,3772	-155,2840	-1,07	2,6	117	0,01	0,37	0,97	1,04	0,31	automatic
2018-05-05T11:44:09.460Z	19,1903	-155,4122	32,45	2,6	160	0,05	0,12	0,77	1,07	0,16	reviewed
2018-05-05T11:49:53.140Z	19,1763	-155,2820	9,05	2,1	215	0,12	0,34	1,3	1,15	0,26	automatic
2018-05-05T11:50:48.640Z	19,2425	-155,3362	-0,49	2,3	154	0,06	0,18	0,59	0,23	0,25	automatic
2018-05-05T11:55:07.080Z	19,2520	-155,3647	2,08	1,6	165	0,03	0,14	0,74	1,33	0,06	reviewed
2018-05-05T11:58:10.040Z	19,4025	-155,2798	0,69	2,0	58	0,01	0,07	0,14	0,26	0,31	automatic
2018-05-05T12:00:51.560Z	19,2335	-155,3250	-0,75	1,9	159	0,06	0,27	0,87	0,31	0,27	automatic
2018-05-05T12:03:43.500Z	19,4643	-155,3353	10,04	2,1	139	0,06	0,16	0,83	0,98	4,87	automatic
2018-05-05T12:04:27.610Z	19,4155	-155,4943	21,66	2,5	109	0,05	0,29	1,88	3,28	0,41	automatic
2018-05-05T12:04:56.500Z	19,1822	-155,3303	-0,44	2,7	177	0,08	0,33	1,08	0,34	2,27	automatic
2018-05-05T12:09:17.310Z	19,3844	-155,2051	5	1,8	263	0,01	0,72	3,2	1,5	0,07	reviewed
2018-05-05T12:14:38.680Z	19,1988	-155,3288	-0,44	2,6	187	0,08	0,35	1,09	0,4	2,82	automatic
2018-05-05T12:18:45.310Z	19,3452	-155,1740	5,63	1,7	84	0,03	0,2	0,41	0,6	0,19	automatic
2018-05-05T12:23:19.480Z	19,3137	-155,3298	11,12	2,6	90	0,03	0,37	1,05	1,15	2,34	automatic
2018-05-05T12:26:33.480Z	19,4310	-155,2852	1,53	2,8	153	0,01	0,16	0,5	0,35	2,52	automatic
2018-05-05T12:31:40.930Z	19,3208	-154,8652	-0,47	2,4	270	0,14	0,16	3,74	1,26	0,20	reviewed
2018-05-05T12:33:16.460Z	19,3448	-155,0320	8,55	2,4	286	0,10	0,22	1,58	0,78	0,37	automatic
2018-05-05T12:33:38.560Z	19,3657	-155,2583	0,42	2,3	136	0,01	0,12	0,21	0,27	3,09	automatic
2018-05-05T12:40:02.490Z	19,4378	-154,9277	4,16	1,2	215	0,02	0,02	1,96	0,86	0,08	reviewed
2018-05-05T12:40:43.330Z	19,3915	-155,2662	0,04	2,3	126	0,01	0,09	0,2	0,27	0,66	automatic
2018-05-05T12:42:05.390Z	19,2493	-154,8647	9,51	1,7	294	0,34	0,21	1,91	1,66	0,01	automatic
2018-05-05T12:48:44.740Z	19,1195	-154,9233	7,34	2,6	300	0,26	0,18	1,16	0,68	4,67	automatic
2018-05-05T12:49:11.910Z	19,4327	-154,9273	4,12	2,7	234	0,02	0,1	1,96	0		

2018-05-05T13:21:51.540Z	19,3910	-155,2620	-1,08	1,8	156	0,01	0,22	0,43	0,24	0,27	automatic
2018-05-05T13:24:27.800Z	19,2595	-155,3510	-0,6	2,6	162	0,05	0,17	0,77	0,42	0,37	automatic
2018-05-05T13:31:52.760Z	19,2355	-155,3323	0,45	1,8	162	0,06	0,19	0,66	0,49	0,18	automatic
2018-05-05T13:33:44.090Z	19,3312	-155,1797	2,11	2,6	88	0,05	0,2	0,35	0,64	3,60	automatic
2018-05-05T13:35:53.320Z	19,4060	-154,8692	1,18	1,3	258	0,07	0,14	1,51	1,31	0,06	reviewed
2018-05-05T13:36:17.500Z	19,0570	-155,3958	28,17	2,3	216	0,12	0,13	0,84	1,06	0,12	automatic
2018-05-05T13:47:35.480Z	19,3383	-155,1733	2,1	2,6	193	0,04	0,24	1,28	0,89	0,19	automatic
2018-05-05T14:07:10.730Z	19,4010	-155,2815	0,25	2,0	161	0,01	0,15	0,41	0,77	0,17	automatic
2018-05-05T14:09:03.410Z	19,2378	-155,3323	5,53	2,2	165	0,06	0,25	0,68	1,44	0,21	automatic
2018-05-05T14:14:23.420Z	19,2357	-154,6975	16,3	2,3	311	0,30	0,22	2,67	21,47	0,14	reviewed
2018-05-05T14:14:56.230Z	19,3922	-154,8937	0,66	1,4	242	0,07	0,09	1,57	0,58	0,03	reviewed
2018-05-05T14:19:13.480Z	19,2478	-155,3238	6,96	2,2	157	0,05	0,22	0,75	1,07	0,38	automatic
2018-05-05T14:28:47.070Z	19,2532	-155,3198	6,21	1,8	152	0,04	0,25	0,83	0,96	0,46	automatic
2018-05-05T14:30:35.250Z	19,3880	-155,2848	0,68	1,9	169	0,00	0,1	0,44	0,29	0,21	automatic
2018-05-05T14:32:43.790Z	19,2510	-155,3268	6,12	2,6	186	0,05	0,18	0,91	1,81	0,27	automatic
2018-05-05T14:33:20.390Z	19,4060	-155,2817	0,68	2,0	56	0,01	0,12	0,18	0,32	0,11	automatic
2018-05-05T14:34:21.210Z	19,2205	-155,3212	-0,59	2,4	178	0,07	0,25	0,81	0,28	0,25	automatic
2018-05-05T14:42:40.750Z	19,3892	-155,2483	1,9	2,0	96	0,00	0,2	0,86	0,98	0,30	automatic
2018-05-05T14:44:04.790Z	19,2613	-155,3752	5,43	2,5	136	0,03	0,21	0,51	1,24	0,23	automatic
2018-05-05T14:44:39.400Z	19,2730	-155,3727	-0,41	1,8	130	0,06	0,16	0,52	0,54	0,12	automatic
2018-05-05T14:48:04.150Z	19,4068	-155,2658	0,77	1,8	74	0,01	0,2	0,31	0,5	0,32	automatic
2018-05-05T14:49:40.350Z	19,4063	-155,2775	-0,09	1,9	79	0,01	0,1	0,16	0,24	0,15	reviewed
2018-05-05T14:50:12.040Z	19,3247	-155,1608	2,85	1,9	113	0,05	0,28	0,8	2,41	0,20	automatic
2018-05-05T14:50:17.440Z	19,3310	-155,2108	-0,8	1,7	133	0,04	0,31	0,49	0,25	0,21	automatic
2018-05-05T15:03:03.660Z	19,4210	-155,4695	8,81	1,7	81	0,06	0,19	0,54	1,04	0,04	automatic
2018-05-05T15:03:57.800Z	19,2172	-155,3615	-0,55	1,8	159	0,04	0,28	0,77	0,37	0,27	automatic
2018-05-05T15:16:48.220Z	19,3345	-154,9957	-0,68	2,5	254	0,10	0,39	2,88	0,67	0,29	automatic
2018-05-05T15:21:36.970Z	19,2923	-155,3868	4,09	2,0	113	0,04	0,1	0,49	1,57	0,22	reviewed
2018-05-05T15:23:47.970Z	19,3912	-155,2643	0,76	2,6	49	0,01	0,12	0,21	0,32	0,35	automatic
2018-05-05T15:23:48.930Z	19,4023	-155,2713	0,55	2,6	98	0,01	0,16	0,26	0,26	0,39	automatic
2018-05-05T15:24:25.930Z	19,3670	-154,9950	0,31	2,7	242	0,08	0,09	1,54	0,58	0,30	automatic
2018-05-05T15:26:13.350Z	19,2552	-155,3777	5,34	2,8	137	0,03	0,34	0,92	1,59	0,50	automatic
2018-05-05T15:29:32.290Z	19,3623	-155,0275	0,03	2,7	215	0,06	0,39	1,19	0,55	2,34	automatic
2018-05-05T15:32:07.190Z	19,2175	-155,3013	-0,57	2,3	200	0,08	0,32	1,64	0,47	0,23	automatic
2018-05-05T15:33:35.060Z	19,2718	-155,2238	6,91	2,4	213	0,01	0,14	0,72	0,54	0,17	automatic
2018-05-05T15:44:37.850Z	18,9633	-155,3853	12	1,7	248	0,20	0,11	1,91	0,67	0,07	reviewed
2018-05-05T15:48:22.390Z	19,3290	-155,1275	2,33	2,1	159	0,04	0,17	1,18	1,98	0,23	automatic
2018-05-05T15:50:56.610Z	19,4230	-155,2157	1,33	1,1	99	0,02	0,09	0,47	0,52	0,26	reviewed
2018-05-05T15:51:26.800Z	19,3103	-155,1385	7,52	2,1	127	0,03	0,24	0,69	0,6	0,22	automatic
2018-05-05T15:55:41.700Z	19,3628	-155,2593	0,52	2,3	140	0,01	0,13	0,21	0,27	0,44	automatic
2018-05-05T15:58:21.530Z	19,4140	-155,2607	1,12	2,6	87	0,00	0,11	0,43	0,7	0,22	automatic
2018-05-05T15:58:28.000Z	19,3245	-155,1908	6,3	2,6	94	0,05	0,3	0,66	0,93	0,15	automatic
2018-05-05T15:58:33.900Z	19,3627	-155,2947	-0,01	2,5	123	0,03	0,16	0,3	0,82	3,29	automatic
2018-05-05T15:59:03.960Z	19,3775	-155,0763	7,74	1,9	159	0,02	0,06	0,9	0,62	0,03	reviewed
2018-05-05T16:15:01.810Z	19,3985	-155,2443	0,42	1,9	78	0,01	0,18	0,23	0,39	0,26	automatic
2018-05-05T16:28:16.480Z	19,2122	-155,3673	-0,55	2,8	160	0,04	0,24	0,53	0,22	0,32	automatic
2018-05-05T16:29:54.380Z	19,4042	-155,2838	-1,08	2,2	83	0,01	0,16	0,14	0,36	0,26	automatic
2018-05-05T16:36:59.490Z	19,3143	-155,2408	7,62	2,4	76	0,04	0,19	0,39	0,44	2,46	automatic
2018-05-05T16:40:52.610Z	19,4383	-155,2715	0,58	2,5	130	0,01	0,27	0,45	0,41	0,44	automatic
2018-05-05T16:42:00.450Z	19,4437	-155,2697	0,53	2,5	141	0,02	0,24	0,33	0,46	0,44	automatic
2018-05-05T16:48:08.260Z	19,3150	-155,0268	13,96	1,2	244	0,10	0,13	2,43	0,76	0,03	reviewed
2018-05-05T16:52:14.560Z	19,2513	-154,9683	5	3,2	313	0,18	1,01	3,3	2	0,06	reviewed
2018-05-05T16:53:35.000Z	19,2690	-155,2672	8,01	1,8	275	0,05	0,28	1,63	1,71	0,56	automatic
2018-05-05T16:57:11.540Z	19,4030	-155,2810	0,61	2,5	31	0,01	0,12	0,23	0,26	0,37	automatic
2018-05-05T17:04:03.690Z	19,4212	-155,2278	1,5	1,9	83	0,01	0,07	0,35	0,21	0,09	reviewed
2018-05-05T17:06:10.070Z	19,0685	-155,1673	8,02	3,3	248	0,22	0,13	0,47	0,42	0,17	reviewed
2018-05-05T17:09:02.600Z	19,3683	-155,0265	4,88	2,4	213	0,06	0,39	1,06	0,88	3,23	automatic
2018-05-05T17:09:58.070Z	19,3217	-155,1865	1,17	1,8	150	0,05	0,11	0,51	0,65	0,08	automatic
2018-05-05T17:11:21.080Z	19,4247	-155,2288	1,49	2,6	86	0,01	0,12	0,46	0,41	0,20	reviewed
2018-05-05T17:15:08.930Z	19,2683	-155,3717	-0,74	1,7	153	0,04	0,2	0,63	0,48	0,14	automatic
2018-05-05T17:16:51.420Z	19,4202	-155,3247	3,9	1,8	87	0,03	0,19	0,53	1,32	0,29	automatic
2018-05-05T17:24:17.640Z	19,3088	-155,2303	1,59	1,7	78	0,03	0,27	0,71	1,18	0,44	automatic
2018-05-05T17:27:14.050Z	19,3698	-155,0148	6,04	2,0	266	0,06	0,13	1,18	0,63	0,18	automatic
2018-05-05T17:30:01.210Z	19,3358	-155,0970	5,56	2,8	171	0,05	0,27	0,58	0,67	2,48	automatic
2018-05-05T17:35:52.880Z	19,3688	-155,0288	-0,99	2,9	250	0,09	0,23	1,94	0,53	0,13	automatic
2018-05-05T17:44:12.910Z	19,4373	-154,9173	3,66	2,5	202	0,02	0,06	1,3	0,79	0,12	reviewed
2018-05-05T17:50:11.970Z	19,2088	-155,3182	-0,6	2,3	170	0,08	0,25	0,86	0,26	0,11	automatic
2018-05-05T17:50:25.650Z	19,3172	-155,1388	7,19	1,9	136	0,03	0,12	0,63	0,45	0,06	automatic
2018-05-05T17:55:20.170Z	19,4028	-154,8667	1,23	1,4	259	0,07	0,04	1,99	1,11	0,13	reviewed
2018-05-05T17:58:06.290Z	19,3222	-155,1662	1,44	1,8	99	0,05	0,22	0,46	0,66	0,24	automatic
2018-05-05T18:01:37.750Z	19,3080	-155,2108	6,91	2,8	179	0,03	0,21	1,09	0,67	2,58	automatic
2018-05-05T18:09:30.420Z	19,4040	-155,2610	1,13	2,0	132	0,01	0,07	0,38	0,28	0,57	automatic
2018-05-05T18:12:04.690Z	19,4413	-154,9300	4,33	2,2	186	0,02	0,05	0,93	0,94	0,11	reviewed
2018-05-05T18:12:19.460Z	19,3923	-155,2458	-0,32	1,9	96	0,01	0,14	0,18	0,33	0,41	automatic
2018-05-05T18:15:07.090Z	19,3310	-154,8955	-0,33	1,9	257	0,13	0,13	1,94	0,63	0,09	automatic
2018-05-05T18:16:22.470Z	19,3743	-155,0293	2,23	2,5	207	0,05	0,35	1,18	1,42	0,25	automatic
2018-05-05T18:18:39.460Z	19,4188	-155,3210	4,54	2,5	48	0,02	0,19	0,4	0,79	0,56	automatic
2018-05-05T18:19:02.630Z	19,3740	-155,2300	1,34	2,6	94	0,01	0,25	0,52	0,56	0,41	automatic
2018-05-05T18:25:43.480Z	19,3977	-155,2460	0,4	2,9	66	0,01	0,13	0,17	0,22	0,22	reviewed
2018-05-05T18:30:22.080Z	19,4243	-154,8947	2,94	2,5	233	0,04	0,12	1,48	1,22	0,36	reviewed
2018-05-05T18:36:07.990Z	19,4127	-155,3307	4,29	2,2	57	0,02	0,23	0,49	1,44	0,24	automatic
2018-05-05T18:38:01.010Z	19,3275	-155,1407	6,44	1,8	132	0,04	0,26	0,97	1,95	0,43	automatic
2018-05-05T18:41:57.670Z	19,3765	-155,2868	1,08	1,9	134	0,01	0,2	0,48	0,5	0,23	automatic
2018-05-05T18:50:44.850Z	19,3352	-155,1268	2,05	3,0	157	0,05	0,09	0,51	0,89	0,46	automatic
2018-05-05T19:10:29.260Z	19,2187	-155,3380	0,29	1,8	183	0,06	0,12	0,73	0,39	0,36	automatic
2018-05-05T19:12:08.370Z	19,3213	-155,1953	1,91	1,9	96	0,05	0,23	0,48	0,8	0,15	automatic
2018-05-05T19:13:29.100Z	19,4302	-155,2692	-0,47	1,8	126	0,00	0,1	0,21	0,3	0,33	automatic
2018-05-05T19:25:45.440Z	19,3555	-155,0262	5,49	2,1	221	0,07	0,33	0,96	0,91	0,24	automatic
2018-05-05T19:30:00.670Z	19,2102	-155,3192	0,72	2,7	198	0,08	0,26	1,21	0,79	2,86	automatic
2018-05-05T19:30:19.180Z	19,3648	-155,0213	3,86	2,4	186	0,06	0,33	0,79	0,88	3,21	automatic
2018-05-05T19:32:55.190Z	19,4038	-155,2827	-0,29	1,9	62	0,01	0,19	0,18	0,86	0,22	automatic
2018-05-05T19:35:15.590Z	19,4137	-155,0610	3,45	2,1	158	0,02	0,06	1,13	0,77		

2018-05-05T20:45:00.160Z	19,0440	-155,1750	10,83	2,2	279	0,24	0,27	1,5	0,69	0,19	automatic
2018-05-05T20:48:48.570Z	19,4202	-155,3100	4,04	2,3	110	0,02	0,32	0,93	1,61	2,32	automatic
2018-05-05T20:48:53.440Z	19,0765	-155,2020	9,66	2,8	253	0,20	0,35	0,89	0,81	2,42	automatic
2018-05-05T20:50:42.990Z	19,2478	-155,2772	0,81	2,0	169	0,06	0,3	0,95	0,81	0,28	automatic
2018-05-05T20:52:18.070Z	19,3148	-155,2117	0,31	2,2	91	0,04	0,21	0,33	0,42	0,24	automatic
2018-05-05T20:55:21.010Z	19,2267	-155,3433	-0,51	1,7	193	0,05	0,17	0,69	0,2	0,35	automatic
2018-05-05T21:04:47.400Z	19,3068	-155,2525	7,78	2,5	99	0,04	0,21	0,45	0,56	3,51	automatic
2018-05-05T21:17:40.370Z	19,3960	-154,9275	0,52	1,6	275	0,06	0,09	1,77	0,51	0,29	reviewed
2018-05-05T21:17:54.140Z	19,3693	-154,9572	2,64	2,4	213	0,08	0,05	0,72	1,7	0,13	reviewed
2018-05-05T21:27:35.710Z	19,4045	-155,2712	0,44	1,7	69	0,01	0,16	0,27	0,45	0,17	automatic
2018-05-05T21:36:24.840Z	19,3662	-155,2293	-0,52	2,3	100	0,01	0,17	0,22	0,24	0,22	automatic
2018-05-05T21:48:30.590Z	19,3863	-155,0985	2,48	1,7	179	0,00	0,04	1,26	0,71	0,15	reviewed
2018-05-05T21:48:49.660Z	19,4012	-155,2770	0,5	2,0	41	0,01	0,15	0,18	0,25	1,97	automatic
2018-05-05T21:52:28.510Z	19,4060	-154,8540	4,18	2,2	304	0,08	0,12	2,51	10,12	0,05	reviewed
2018-05-05T21:59:27.850Z	19,2532	-155,3628	-0,59	1,9	168	0,04	0,33	1,79	0,82	0,34	automatic
2018-05-05T22:13:55.360Z	19,3243	-154,8448	0,89	1,4	276	0,15	0,04	4,22	2,83	0,05	reviewed
2018-05-05T22:14:50.340Z	19,4038	-155,2772	0,37	2,5	45	0,01	0,16	0,2	0,26	0,37	automatic
2018-05-05T22:14:51.670Z	19,4092	-155,3000	0,23	2,4	89	0,00	0,25	0,8	0,4	0,33	automatic
2018-05-05T22:23:02.680Z	19,3997	-155,2898	1,28	1,8	51	0,01	0,12	0,2	0,24	0,29	automatic
2018-05-05T22:24:27.380Z	19,3158	-155,1883	1,18	1,8	121	0,06	0,22	0,34	0,6	0,11	automatic
2018-05-05T22:28:58.730Z	19,3162	-155,2078	4,06	2,1	119	0,04	0,17	0,69	2,66	0,50	automatic
2018-05-05T22:34:42.820Z	19,4152	-155,3100	3,66	1,9	185	0,01	0,04	0,77	0,57	0,10	reviewed
2018-05-05T22:46:07.680Z	19,2603	-155,1978	5,38	1,9	201	0,03	0,28	1,31	3,35	0,27	automatic
2018-05-05T22:57:11.890Z	19,3887	-155,2625	0,32	2,3	81	0,01	0,11	0,17	0,28	0,61	automatic
2018-05-05T22:57:48.990Z	19,3840	-154,9958	5,43	2,2	188	0,05	0,32	1,06	0,86	3,71	automatic
2018-05-05T22:59:58.150Z	19,3160	-154,9468	4,32	2,7	277	0,13	0,08	1,52	11,86	0,18	reviewed
2018-05-05T23:01:55.850Z	19,3178	-155,1797	9,12	2,9	107	0,06	0,12	0,81	1,09	0,47	automatic
2018-05-05T23:03:09.430Z	19,1962	-155,2843	7,06	1,7	263	0,10	0,19	1,18	1,73	0,18	automatic
2018-05-05T23:11:32.250Z	19,4102	-155,2750	-0,82	1,9	66	0,01	0,17	0,14	0,28	0,26	automatic
2018-05-05T23:16:33.450Z	19,2333	-155,1745	6,95	1,7	256	0,07	0,14	0,94	0,5	0,19	automatic
2018-05-05T23:23:23.530Z	19,4378	-154,9298	3,99	2,5	190	0,02	0,07	0,76	0,89	0,13	reviewed
2018-05-05T23:28:56.640Z	19,2310	-155,3625	-0,57	2,7	164	0,03	0,32	1,2	0,27	0,40	automatic
2018-05-05T23:29:04.200Z	19,3940	-155,2505	1,66	2,2	178	0,02	0,15	0,79	0,48	0,38	automatic
2018-05-05T23:29:29.200Z	19,3842	-155,2672	0,52	2,1	114	0,01	0,13	0,18	0,27	0,43	automatic
2018-05-05T23:32:36.150Z	19,3953	-155,2802	1,67	2,3	79	0,01	0,24	0,33	0,4	0,47	automatic
2018-05-05T23:44:55.800Z	19,3603	-155,0085	1,3	2,0	235	0,07	0,1	1,44	1,25	0,15	reviewed
2018-05-05T23:46:56.460Z	19,3148	-155,2488	1,67	2,4	107	0,04	0,1	0,48	0,81	0,27	automatic
2018-05-05T23:47:09.000Z	19,4213	-155,3155	3,25	2,5	46	0,02	0,27	0,48	0,78	0,24	automatic

Παράρτημα Γ

Αποτελέσματα υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα SEISAN. Τα αποτελέσματα έχουν την ίδια μορφή με τα αρχεία εξόδου codaq1.out.

11-15 Απριλίου

```

start in s-times and Vp/Vs ratio (optional)      2.00
absolute start time (sec)                        0.00
window length (sec)                             20.00
spreading parameter                              0.50
constant v in q = q0*f**v                        1.00
minimum signal to noise ratio                    2.00
noise window in front of signal and length       15.00      5.00
minimum correlation coefficient                   0.70
maximum counts to use                           50000000
PAUD PAUD PAUD PUHI PUHI PUHI DEVL DEVL DEVL BYL BYL BYL HAT HAT HAT NAHU
NAHU NAHU AHUD AHUD AHUD
H  N H  Z H  E H  N H  Z H  E H  N H  Z H  E H  N H  Z H  E H  N H  Z H  E E  N
E  Z E  E E  N E  Z E  E

```

Freq	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00					
Band	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00					
AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD					
NT= 1033	N= 170	N= 220	N= 261	N= 228	N= 154	N=				
q	135	44	190	56	214	54	225	63	240	74
1/q	121	42	172	60	199	60	208	62	218	73
f:1/q	127	11	164	14	191	16	212	18	230	19

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 114.6 10.0 229.8 20.0

q cq0= 38 sd= 17 q0=111 sd= 8 v= 0.35 sd= 0.04 cor= 0.98

1/q cq0= 34 sd= 15 q0= 99 sd= 9 v= 0.37 sd= 0.05 cor= 0.98

Corr: 0.83 0.07 0.82 0.07 0.84 0.07 0.86 0.07 0.86 0.07

Average lapse time with sd 6.9884601 1.5908300

***** Channel PAUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 208	N= 22		N= 41		N= 58		N= 49		N= 38		N=
q	146	48	194	49	219	50	218	52	244	78	
1/q	131	42	180	55	206	59	205	55	220	73	
f:1/q	141	15	173	18	195	20	213	22	227	24	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 129.8 13.9 227.1 24.3

q	cq0= 39	sd= 20	q0=126	sd= 11	v= 0.29	sd= 0.05	cor= 0.96
1/q	cq0= 36	sd= 18	q0=115	sd= 12	v= 0.29	sd= 0.06	cor= 0.95

***** Channel PUHI

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 187	N= 36		N= 46		N= 45		N= 41		N= 19		N=
q	122	40	168	46	191	43	218	55	228	76	
1/q	111	34	156	44	180	46	202	60	201	75	
f:1/q	114	7	151	9	178	11	199	13	218	14	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 101.8 6.7 218.1 14.5

q	cq0= 35	sd= 15	q0= 95	sd= 3	v= 0.40	sd= 0.02	cor= 1.00
1/q	cq0= 32	sd= 14	q0= 86	sd= 6	v= 0.40	sd= 0.04	cor= 0.99

***** Channel DEVL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 149	N= 24		N= 28		N= 40		N= 35		N= 22		N=
q	149	50	193	75	202	53	211	74	226	70	
1/q	130	53	161	73	185	65	190	62	202	73	
f:1/q	132	5	160	7	179	7	194	8	206	9	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 122.3 5.4 205.8 9.0

q	cq0= 37	sd= 21	q0=131	sd= 8	v= 0.24	sd= 0.03	cor= 0.97
1/q	cq0= 33	sd= 18	q0=109	sd= 5	v= 0.27	sd= 0.02	cor= 0.99

***** Channel BYL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 27	N= 7		N= 6		N= 7		N= 5		N= 2		N=
q	116	60	154	64	212	84	197	79	157	16	
1/q	97	39	134	52	184	74	176	60	156	16	
f:1/q	100	18	135	24	161	29	182	33	200	36	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 88.8 16.6 199.9 37.3

q	cq0= 31	sd= 16	q0= 94	sd= 22	v= 0.36	sd= 0.13	cor= 0.85
1/q	cq0= 28	sd= 12	q0= 75	sd= 14	v= 0.43	sd= 0.10	cor= 0.92

***** Channel HAT

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 107	N= 20		N= 28		N= 24		N= 21		N= 14		N=
q	138	50	207	63	230	67	243	60	246	57	
1/q	121	47	184	75	206	78	223	78	227	78	
f:1/q	129	14	170	19	201	22	225	25	246	27	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 115.1 12.9 246.1 27.6

q	cq0= 40	sd= 18	q0=115	sd= 14	v= 0.37	sd= 0.07	cor= 0.95
1/q	cq0= 36	sd= 15	q0= 98	sd= 11	v= 0.40	sd= 0.06	cor= 0.97

***** Channel NAHU

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 146	N= 34		N= 38		N= 35		N= 24		N= 15		N=
q	133	39	196	49	222	57	247	89	280	101	
1/q	122	38	183	51	209	52	222	69	245	94	
f:1/q	128	10	172	13	205	16	232	18	255	20	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 112.8 9.1 255.0 20.5

q	cq0= 40	sd= 16	q0=101	sd= 6	v= 0.45	sd= 0.03	cor= 0.99
1/q	cq0= 37	sd= 15	q0= 95	sd= 8	v= 0.43	sd= 0.05	cor= 0.98

***** Channel AHUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 209	N= 27		N= 33		N= 52		N= 53		N= 44		N=
q	136	32	200	48	224	46	232	49	238	59	
1/q	127	37	187	51	213	52	221	52	225	55	
f:1/q	138	17	175	22	201	25	222	28	240	30	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 124.6 16.1 239.9 31.1

q	cq0= 39	sd= 18	q0=116	sd= 14	v= 0.34	sd= 0.06	cor= 0.95
1/q	cq0= 37	sd= 16	q0=108	sd= 14	v= 0.35	sd= 0.07	cor= 0.95

16-20 Απριλίου

start in s-times and Vp/Vs ratio (optional)	2.00	
absolute start time (sec)	0.00	
window length (sec)	20.00	
spreading parameter	0.50	
constant v in q = q0*f**v	1.00	
minimum signal to noise ratio	2.00	
noise window in front of signal and length	15.00	5.00
minimum correlation coefficient	0.70	
maximum counts to use	50000000	
PAUD PAUD PAUD PUHI PUHI PUHI DEVL DEVL DEVL BYL BYL BYL HAT HAT HAT NAHU		

NAHU NAHU AHUD AHUD AHUD

H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E E N
E Z E E E N E Z E E

Freq	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
Band	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 909	N= 134		N= 222		N= 235		N= 192		N= 126		N=
q	126	38	158	49	175	55	192	67	210	85	
1/q	116	32	144	41	162	42	175	47	189	51	
f:1/q	116	1	143	1	162	1	176	1	189	1	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 106.9 1.1 188.5 1.9

q	cq0= 33	sd= 17	q0=102	sd= 2	v= 0.31	sd= 0.01	cor= 1.00
1/q	cq0= 30	sd= 16	q0= 95	sd= 1	v= 0.30	sd= 0.01	cor= 1.00

Corr: 0.86 0.07 0.88 0.07 0.89 0.06 0.89 0.07 0.88 0.07

Average lapse time with sd 6.3316689 2.4285018

***** Channel PAUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 155	N= 20		N= 42		N= 40		N= 32		N= 21		N=
q	116	38	161	51	176	53	195	61	216	87	
1/q	105	31	147	42	163	41	180	45	194	53	
f:1/q	110	6	141	8	164	9	182	10	197	11	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 99.2 5.9 197.1 11.7

q	cq0= 32	sd= 15	q0= 94	sd= 6	v= 0.36	sd= 0.03	cor= 0.99
1/q	cq0= 30	sd= 13	q0= 86	sd= 5	v= 0.36	sd= 0.03	cor= 0.99

***** Channel PUHI

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 172	N= 28		N= 39		N= 42		N= 37		N= 26		N=
q	132	44	130	37	164	63	172	58	176	56	
1/q	118	39	120	31	148	42	158	42	164	38	
f:1/q	112	11	131	12	144	14	154	15	163	16	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 104.4 10.3 162.7 16.1

q	cq0= 29	sd= 19	q0=107	sd= 13	v= 0.22	sd= 0.07	cor= 0.88
1/q	cq0= 27	sd= 17	q0= 95	sd= 9	v= 0.23	sd= 0.05	cor= 0.93

***** Channel DEVL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 153	N= 22		N= 43		N= 43		N= 30		N= 15		N=
q	122	39	162	57	165	55	192	88	231	124	

1/q	114	26	146	43	152	40	166	50	189	67
f:1/q	116	8	140	9	157	10	169	11	180	12

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 107.5 7.4 180.1 12.4

q	cq0= 33	sd= 16	q0= 98	sd= 11	v= 0.33	sd= 0.06	cor= 0.95
1/q	cq0= 29	sd= 16	q0= 96	sd= 7	v= 0.27	sd= 0.04	cor= 0.97

***** Channel HAT

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 87	N= 9		N= 23		N= 26		N= 20		N= 9		N=
q	127	35	160	39	169	41	183	47	210	54	
1/q	119	32	152	36	161	34	173	37	200	42	
f:1/q	121	8	147	10	164	11	178	12	189	13	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 111.8 8.1 189.3 13.6

q	cq0= 32	sd= 18	q0=107	sd= 8	v= 0.27	sd= 0.04	cor= 0.97
1/q	cq0= 30	sd= 16	q0=100	sd= 7	v= 0.28	sd= 0.04	cor= 0.97

***** Channel AHUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 217	N= 29		N= 40		N= 48		N= 53		N= 47		N=
q	125	33	169	50	186	40	204	62	209	74	
1/q	118	29	157	42	178	38	190	44	195	43	
f:1/q	123	7	152	9	173	10	189	12	202	12	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 112.1 7.1 202.5 12.9

q	cq0= 34	sd= 17	q0=105	sd= 6	v= 0.31	sd= 0.03	cor= 0.98
1/q	cq0= 32	sd= 16	q0= 99	sd= 6	v= 0.31	sd= 0.03	cor= 0.98

***** Channel NAHU

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 115	N= 25		N= 32		N= 33		N= 17		N= 8		N=
q	131	34	166	42	192	68	212	83	272	116	
1/q	123	30	155	39	176	45	190	54	240	76	
f:1/q	122	8	155	10	179	12	198	13	214	14	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 110.0 7.4 213.7 14.4

q	cq0= 36	sd= 16	q0= 98	sd= 7	v= 0.39	sd= 0.04	cor= 0.98
1/q	cq0= 33	sd= 16	q0= 95	sd= 6	v= 0.35	sd= 0.04	cor= 0.98

***** Channel BYL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 10	N= 1		N= 3		N= 3		N= 3		N= 0		N=
q	97	0	138	15	143	5	161	15	0	0	
1/q	97	0	137	14	142	6	160	15	0	0	

f:1/q 104 13 129 17 147 19 161 21 173 23

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 94.6 12.8 173.0 23.5

q cq0= 30 sd= 13 q0= 83 sd= 12 v= 0.32 sd= 0.08 cor= 0.94
1/q cq0= 30 sd= 13 q0= 83 sd= 11 v= 0.32 sd= 0.07 cor= 0.95

21-25 Απριλίου

start in s-times and Vp/Vs ratio (optional) 2.00
absolute start time (sec) 0.00
window length (sec) 20.00
spreading parameter 0.50
constant v in q = q0*f**v 1.00
minimum signal to noise ratio 2.00
noise window in front of signal and length 15.00 5.00
minimum correlation coefficient 0.70
maximum counts to use 50000000
PAUD PAUD PAUD PUHI PUHI PUHI DEVL DEVL DEVL BYL BYL BYL HAT HAT HAT NAHU
NAHU NAHU AHUD AHUD AHUD
H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E E N
E Z E E E N E Z E E

Freq 2.00 4.00 6.00 8.00 10.00
Band 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 2102 N=	395		N= 478		N= 483		N= 433		N= 313		N=
q	111	33	132	40	146	40	159	52	178	77	
1/q	103	27	124	28	139	28	149	31	161	38	
f:1/q	103	1	124	1	139	1	150	1	160	1	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 95.3 1.0 159.6 1.7

q cq0= 28 sd= 15 q0= 91 sd= 3 v= 0.28 sd= 0.02 cor= 0.99
1/q cq0= 26 sd= 14 q0= 85 sd= 1 v= 0.27 sd= 0.01 cor= 1.00

Corr: 0.88 0.07 0.90 0.06 0.90 0.06 0.91 0.06 0.91 0.07

Average lapse time with sd 5.5764651 2.6327515

***** Channel PAUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 411 N=	83		N= 93		N= 92		N= 81		N= 62		N=
q	110	31	135	40	147	38	160	47	182	72	
1/q	103	24	127	28	141	26	151	29	166	39	
f:1/q	104	1	126	2	141	2	153	2	163	2	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 95.5 1.6 163.2 2.7

q cq0= 28 sd= 15 q0= 90 sd= 4 v= 0.29 sd= 0.02 cor= 0.99
1/q cq0= 26 sd= 14 q0= 85 sd= 1 v= 0.28 sd= 0.01 cor= 1.00

***** Channel PUHI

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 396	N= 68		N= 87		N= 89		N= 85		N= 67		N=
q	110	30	115	33	134	38	149	52	167	71	
1/q	103	27	110	21	127	24	139	28	152	36	
f:1/q	98	7	116	8	129	9	139	10	147	10	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 91.0 6.8 146.7 11.0

q	cq0= 26	sd= 16	q0= 86	sd= 9	v= 0.26	sd= 0.05	cor= 0.94
1/q	cq0= 24	sd= 15	q0= 82	sd= 6	v= 0.25	sd= 0.04	cor= 0.96

***** Channel DEVL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 382	N= 67		N= 83		N= 90		N= 84		N= 58		N=
q	102	26	125	49	138	45	153	63	180	107	
1/q	96	23	116	25	130	26	141	30	152	43	
f:1/q	96	1	116	1	130	1	141	1	151	1	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 88.1 0.9 150.6 1.6

q	cq0= 26	sd= 14	q0= 80	sd= 5	v= 0.32	sd= 0.03	cor= 0.98
1/q	cq0= 24	sd= 13	q0= 79	sd= 1	v= 0.28	sd= 0.01	cor= 1.00

***** Channel BYL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 56	N= 10		N= 12		N= 16		N= 13		N= 5		N=
q	90	21	126	27	146	20	162	18	189	26	
1/q	86	18	121	23	143	21	160	17	186	24	
f:1/q	87	2	119	3	143	4	163	4	181	5	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 76.1 2.3 180.5 5.4

q	cq0= 27	sd= 11	q0= 68	sd= 3	v= 0.43	sd= 0.02	cor= 1.00
1/q	cq0= 26	sd= 10	q0= 63	sd= 2	v= 0.46	sd= 0.02	cor= 1.00

***** Channel HAT

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 275	N= 51		N= 67		N= 68		N= 57		N= 32		N=
q	109	34	141	46	157	40	166	52	196	89	
1/q	101	25	131	32	149	31	156	31	177	42	
f:1/q	103	3	129	4	147	5	162	5	174	6	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 93.3 3.4 173.8 6.2

q	cq0= 29	sd= 14	q0= 88	sd= 5	v= 0.33	sd= 0.03	cor= 0.99
1/q	cq0= 27	sd= 13	q0= 82	sd= 3	v= 0.33	sd= 0.02	cor= 0.99

***** Channel NAHU

AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD
------	----	------	----	------	----	------	----	------	----

NT= 233	N= 60	N= 61	N= 51	N= 39	N= 22	N=
q 122	35	138	27	157	42	170
1/q 113	29	133	23	149	29	159
f:1/q 113	1	134	2	147	2	158

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 105.9 1.6 166.6 2.6

q	cq0= 29	sd= 17	q0=101	sd= 3	v= 0.25	sd= 0.02	cor= 0.99
1/q	cq0= 27	sd= 16	q0= 96	sd= 1	v= 0.24	sd= 0.01	cor= 1.00

***** Channel AHUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD
NT= 349	N= 56	N= 75	N= 77	N= 74	N= 67	N=				
q 121	40	144	36	153	35	165				
1/q 111	32	137	29	147	26	158				
f:1/q 113	3	134	3	148	4	159				

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 104.8 2.9 167.5 4.7

q	cq0= 29	sd= 18	q0=105	sd= 2	v= 0.21	sd= 0.01	cor= 1.00
1/q	cq0= 27	sd= 16	q0= 95	sd= 3	v= 0.25	sd= 0.02	cor= 0.99

26-30 Απριλίου

```

start in s-times and Vp/Vs ratio (optional)          2.00
absolute start time (sec)                             0.00
window length (sec)                                  20.00
spreading parameter                                   0.50
constant v in q = q0*f**v                             1.00
minimum signal to noise ratio                         2.00
noise window in front of signal and length            15.00      5.00
minimum correlation coefficient                       0.70
maximum counts to use                                50000000
PAUD PAUD PAUD PUHI PUHI PUHI DEVL DEVL DEVL BYL BYL BYL HAT HAT HAT NAHU
NAHU NAHU AHUD AHUD AHUD
H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E E N
E Z E E E N E Z E E

```

Freq	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
Band	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD
NT= 1340	N= 225	N= 319	N= 312	N= 281	N= 203	N=				
q 114	46	142	50	154	55	166				
1/q 102	33	129	37	142	35	153				
f:1/q 103	2	127	3	144	4	156				

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 94.0 2.7 167.0 4.8

q	cq0= 29	sd= 16	q0= 95	sd= 3	v= 0.28	sd= 0.02	cor= 0.99
1/q	cq0= 26	sd= 14	q0= 83	sd= 2	v= 0.30	sd= 0.02	cor= 1.00

Corr: 0.87 0.07 0.89 0.06 0.90 0.06 0.91 0.06 0.91 0.06

Average lapse time with sd 6.0858259 2.4235942

***** Channel PAUD

	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	
NT= 291	N=	51		N=	73		N=	68		N=	56		N=
q	134	53		155	49		157	40		169	47		198
1/q	118	41		143	40		149	32		159	35		181
f:1/q	118	6		139	7		153	8		164	9		173

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 110.7 6.3 172.8 9.8

q	cq0= 31	sd= 20	q0=116	sd= 10	v= 0.20	sd= 0.05	cor= 0.92
1/q	cq0= 29	sd= 17	q0=101	sd= 6	v= 0.23	sd= 0.03	cor= 0.97

***** Channel PUHI

	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	
NT= 253	N=	35		N=	56		N=	59		N=	55		N=
q	105	32		121	39		138	60		155	73		179
1/q	97	27		112	27		126	30		139	35		156
f:1/q	93	5		114	6		129	7		140	8		150

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 85.8 5.1 149.7 8.8

q	cq0= 26	sd= 14	q0= 80	sd= 7	v= 0.33	sd= 0.04	cor= 0.97
1/q	cq0= 24	sd= 13	q0= 76	sd= 4	v= 0.29	sd= 0.03	cor= 0.98

***** Channel DEVL

	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	
NT= 230	N=	44		N=	54		N=	54		N=	49		N=
q	110	34		129	55		145	56		159	71		180
1/q	102	26		118	27		133	31		143	35		157
f:1/q	100	2		120	3		133	3		144	4		152

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 92.8 2.7 152.2 4.4

q	cq0= 27	sd= 15	q0= 88	sd= 4	v= 0.29	sd= 0.03	cor= 0.99
1/q	cq0= 25	sd= 14	q0= 84	sd= 2	v= 0.26	sd= 0.02	cor= 0.99

***** Channel BYL

	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	AV	Q	SD	
NT= 27	N=	6		N=	7		N=	6		N=	7		N=
q	85	40		125	35		150	30		166	26		156
1/q	72	28		117	34		145	35		162	28		156
f:1/q	75	6		111	10		140	12		165	15		187

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 64.1 6.0 186.8 17.4

q	cq0= 26	sd= 10	q0= 63	sd= 5	v= 0.47	sd= 0.05	cor= 0.98
1/q	cq0= 24	sd= 8	q0= 51	sd= 5	v= 0.56	sd= 0.05	cor= 0.99

***** Channel HAT

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD
NT= 112	N= 18		N= 30		N= 28		N= 25		N= 11	N=
q	113	55	150	52	158	45	161	36	162	20
1/q	93	37	134	46	147	39	154	31	160	17
f:1/q	100	10	125	12	143	14	158	15	170	17

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 90.6 9.2 169.9 17.2

q	cq0= 28	sd= 16	q0=103	sd= 11	v= 0.23	sd= 0.06	cor= 0.92
1/q	cq0= 26	sd= 12	q0= 79	sd= 8	v= 0.33	sd= 0.06	cor= 0.96

***** Channel NAHU

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD
NT= 156	N= 31		N= 44		N= 37		N= 29		N= 15	N=
q	107	34	155	58	169	72	184	71	213	86
1/q	98	26	140	39	154	37	167	40	191	51
f:1/q	101	7	133	9	155	10	173	12	189	13

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 90.6 6.3 189.1 13.1

q	cq0= 31	sd= 13	q0= 84	sd= 7	v= 0.39	sd= 0.05	cor= 0.98
1/q	cq0= 28	sd= 12	q0= 77	sd= 5	v= 0.39	sd= 0.04	cor= 0.98

***** Channel AHUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD
NT= 271	N= 40		N= 55		N= 60		N= 60		N= 56	N=
q	113	52	147	41	165	50	172	37	184	37
1/q	101	30	137	37	155	36	165	31	178	32
f:1/q	104	5	132	6	152	7	168	8	181	9

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 94.4 4.9 181.0 9.4

q	cq0= 30	sd= 15	q0= 95	sd= 5	v= 0.29	sd= 0.03	cor= 0.99
1/q	cq0= 28	sd= 13	q0= 82	sd= 4	v= 0.34	sd= 0.03	cor= 0.99

1-5 Μαΐου

start in s-times and Vp/Vs ratio (optional)	2.00
absolute start time (sec)	0.00
window length (sec)	20.00
spreading parameter	0.50
constant v in $q = q0*f**v$	1.00
minimum signal to noise ratio	2.00
noise window in front of signal and length	15.00 5.00
minimum correlation coefficient	0.70
maximum counts to use	50000000
PAUD PAUD PAUD PUHI PUHI PUHI DEVL DEVL DEVL BYL BYL BYL HAT HAT HAT NAHU	
NAHU NAHU AHUD AHUD AHUD	
H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E H N H Z H E E N	
E Z E E E N E Z E E	

Freq	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	
Band	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 2513	N= 398		N= 624		N= 616		N= 490		N= 385		N=
q	130	49	181	63	222	75	262	90	319	99	
1/q	113	42	161	58	196	73	230	91	282	118	
f:1/q	111	6	162	9	201	11	235	13	266	15	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 95.1 5.6 265.7 15.5

q	cq0= 41	sd= 14	q0= 87	sd= 5	v= 0.54	sd= 0.03	cor= 0.99
1/q	cq0= 36	sd= 12	q0= 76	sd= 4	v= 0.54	sd= 0.03	cor= 0.99

Corr: 0.85 0.07 0.86 0.07 0.87 0.07 0.88 0.06 0.88 0.06

Average lapse time with sd 11.322977 6.0573802

***** Channel PAUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 429	N= 60		N= 121		N= 113		N= 75		N= 60		N=
q	144	51	193	54	227	63	268	68	329	70	
1/q	130	40	179	49	210	57	253	62	314	71	
f:1/q	125	11	179	16	221	20	257	23	288	26	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 108.0 9.9 288.4 26.4

q	cq0= 43	sd= 16	q0= 99	sd= 8	v= 0.49	sd= 0.05	cor= 0.99
1/q	cq0= 40	sd= 14	q0= 88	sd= 8	v= 0.52	sd= 0.05	cor= 0.99

***** Channel PUHI

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 416	N= 70		N= 110		N= 92		N= 80		N= 64		N=
q	118	42	171	68	197	68	237	88	305	101	
1/q	105	34	148	55	174	63	205	79	263	120	
f:1/q	102	9	148	13	183	16	213	19	240	22	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 88.0 8.2 240.1 22.3

q	cq0= 38	sd= 12	q0= 79	sd= 8	v= 0.55	sd= 0.06	cor= 0.98
1/q	cq0= 33	sd= 11	q0= 71	sd= 7	v= 0.53	sd= 0.05	cor= 0.99

***** Channel DEVL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 416	N= 72		N= 104		N= 98		N= 80		N= 62		N=
q	136	54	172	58	209	74	243	83	299	93	
1/q	116	48	153	56	183	69	213	84	265	108	
f:1/q	111	9	156	13	190	16	219	18	244	20	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 96.8 8.2 243.8 20.8

q	cq0= 39	sd= 16	q0= 94	sd= 9	v= 0.47	sd= 0.05	cor= 0.98
1/q	cq0= 34	sd= 13	q0= 80	sd= 7	v= 0.49	sd= 0.05	cor= 0.99

***** Channel BYL

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 171	N= 39		N= 41		N= 42		N= 27		N= 22		N=
q	121	41	177	67	228	73	285	80	364	65	
1/q	108	37	156	54	202	77	256	100	350	77	
f:1/q	103	12	164	20	215	27	261	33	304	38	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 84.6 10.8 303.6 38.7

q	cq0= 42	sd= 10	q0= 75	sd= 6	v= 0.65	sd= 0.05	cor= 0.99
1/q	cq0= 38	sd= 9	q0= 64	sd= 8	v= 0.67	sd= 0.07	cor= 0.98

***** Channel HAT

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 312	N= 52		N= 80		N= 74		N= 60		N= 46		N=
q	126	36	181	64	227	75	286	89	360	82	
1/q	117	32	163	49	202	71	254	100	338	101	
f:1/q	110	15	169	23	217	29	259	35	298	40	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 91.6 12.7 297.9 41.3

q	cq0= 43	sd= 12	q0= 78	sd= 8	v= 0.63	sd= 0.05	cor= 0.99
1/q	cq0= 39	sd= 11	q0= 71	sd= 10	v= 0.62	sd= 0.07	cor= 0.98

***** Channel NAHU

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 281	N= 42		N= 67		N= 75		N= 54		N= 43		N=
q	136	53	203	64	260	82	306	98	364	103	
1/q	114	52	179	71	230	93	268	116	324	136	
f:1/q	114	3	178	5	229	7	275	8	317	9	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 95.4 3.0 317.0 9.9

q	cq0= 46	sd= 13	q0= 89	sd= 2	v= 0.60	sd= 0.01	cor= 1.00
1/q	cq0= 40	sd= 10	q0= 74	sd= 2	v= 0.63	sd= 0.02	cor= 1.00

***** Channel AHUD

	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	AV Q	SD	
NT= 488	N= 63		N= 101		N= 122		N= 114		N= 88		N=
q	128	54	176	62	220	79	252	97	282	108	
1/q	108	43	156	57	192	75	216	88	240	102	
f:1/q	110	2	154	3	189	4	218	5	243	6	

Q at 1.5 and 10 Hz with sd 95.1 2.4 242.9 6.1

q	cq0= 39	sd= 14	q0= 90	sd= 1	v= 0.50	sd= 0.01	cor= 1.00
1/q	cq0= 34	sd= 12	q0= 78	sd= 2	v= 0.49	sd= 0.01	cor= 1.00