



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης

Master Thesis

Περίεργη συμπεριφορά των ζώων πριν την εκδήλωση σεισμού

Strange behavior of animals before the earthquake

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΝΤΟΥΡΟΣ/ DIMITRIOS NTOUROS

A.M. / R.N. : 14061

Ειδικές Εκδόσεις / Special Publications:

2022087

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

Athens, October 2020



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ & ΚΡΙΣΕΩΝ

POST GRADUATE PROGRAM
ENVIRONMENTAL, DISASTER & CRISES MANAGEMENT STRATEGIES

Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
Master Thesis

Περίεργη συμπεριφορά των ζώων πριν την εκδήλωση σεισμού

Strange behavior of animals before the earthquake

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΝΤΟΥΡΟΣ/ DIMITRIOS NTOUROS

A.M. / R.N. : 14061

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. «Επιβλέπων_1ο_Μέλος»,
ΝΤΡΙΝΙΑ Χ. (ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ)

Δρ. «Μ_2ο_Μέλος_Τριμελούς»,
ΛΕΚΚΑΣ Ε. (ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ)

Δρ. «Μ_3ο_Μέλος_Τριμελούς»,
ΛΟΖΙΟΣ Σ. (ΑΝ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ)

«Ειδική_Επ_Καθοδήγηση»

«Διδάσκων»

Ειδικές Εκδόσεις / Special
Publications:

2022087

Αθήνα,
Οκτώβριος
2020

		Athens, October 2020
--	--	----------------------



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Ντούρος Δημήτριος του Χρήστου

Α.Μ :14061

Τμήμα Γεωλογίας Ε.Κ.Π.Α

Π.Μ.Σ Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ (ΧΑΡΑ) ΝΤΡΙΝΙΑ

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
2. ΕΚΠΛΗΚΤΙΚΕΣ ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΤΩΝ ΖΩΩΝ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
<u>2.1</u> ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΕΙΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΕΠΕΡΧΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΟ ..	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
<u>2.2</u> ΣΕΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΠΡΟΒΛΕΦΘΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΖΩΩΝ	10
3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	11
<u>3.1</u> ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ	11
<u>3.2</u> ΝΕΟΤΕΡΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	11
3.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	
4. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΕ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	16
4.1 ΒΑΤΡΑΧΟΙ ΔΙΑΣΘΑΝΟΝΤΑΙ ΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ.....	12
4.2 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΟΥΛΙΩΝ.....	15

4.3ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΑ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΑ.....	15
4.3.1 ΚΟΛΠΟΣ ΤΟΥ SAN FRANCISCO.....	16
5. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	21
5.1 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ, ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΑ,ΖΩΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΚΑ - ΣΕΙΣΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ.....	18
5.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΩΝ ΜΕ ΟΖΟΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΘΡΑΥΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΖΩΑ.....	18
5.3ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΩΝ ΑΠΟ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΑ ΙΟΝΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗ ΤΗΣ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑΣ Ή ΤΗΝ ΘΡΑΥΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΡΩΚΤΙΚΑ Ή ΆΛΛΑ ΕΙΔΗ.....	18
5.4 ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΠΟΥ ΠΑΡΗΓΑΓΑΝ ΟΙ ΑΓΕΛΑΔΕΣ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ ΤΩΝ 9 ΡΙΧΤΕΡ ΤΟ 2011.....	19
6. ΟΙ ΕΙΔΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ	24
6.1 Ηλεκτροεντοπισμός.....	20
6.1.1 Ηχοεντοπισμός.....	20
6.1.2 Υπέρυθρες ακτίνες.....	20
6.1.3 Υπεριώδης ακτινοβολία.....	20
6.2 Μαγνητικό πεδίο.....	21
6.3 Πόλωση.....	21
6.4 Αισθητηριακή ασπίδα.....	21
6.5Εντοπισμός μέσω γεύσης.....	21
6.6 Τυφλό φως.....	21
6.7 Μάτι-κανονάκι σάρωσης.....	21
7. Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΗΜΕΡΑ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ.....	26
7.1 ΔΙΕΠΑΦΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΓΙΑ ΤΑ ΖΩΑ	27
7.1.1 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ.....	23
7.1.2 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ CLOUD COMPUTING	24
7.2 ΔΙΚΤΥΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΙ E- MAIL.....	24
8. ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	29
8.1 Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.....	26

8.2 Η στρέψη διπόλων στους κρυστάλλους.....	27
8.3 Η μετανάστευση οπών υπεροξειδίου (OO) σε ορυκτά.....	28
8.4 Το ηλεκτροκινητικό φαινόμενο.....	28
8.5 Πρόδρομα γεωχημικά φαινόμενα που σχετίζονται με την αύξηση της θερμότητας και την εκπομπή ραδονίου.....	29
8.6 Αναφορές για περίεργη συμπεριφορά ζώων κατά την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους και παραγωγής αέριων.....	29
9. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ	33
<u>9.1</u> ΔΙΑΦΥΓΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ	30
9.2 ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	31
9.3 ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	31
9.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	32
10. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	36
10.1 ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ.....	36
11. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ	37
11.1 Μια ανασκόπηση.....	36
12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41

ΣΚΟΠΟΣ-ΣΤΟΧΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη της σύνδεσης των ιδιαίτερων ικανοτήτων των ζώων με την έγκαιρη πρόγνωση φυσικών φαινομένων και καταστροφών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1. Ιστορική αναδρομή σε αναφορές και παραδείγματα όπου συμπεριφορές ζώων σηματοδότησαν την έλευση ενός φυσικού φαινομένου.
2. Πρόδρομα φαινόμενα σεισμών που μελετάει η φυσική.
3. Ειδικές ικανότητες των ζώων γενικότερα.
4. Επιστημονικές μελέτες που αναφέρονται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ζώων.
5. Γενικές αρχές παρακολούθησης των συμπεριφορών των ζώων και αλληλεπίδρασης των πολιτών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ανάδειξη του διεπιστημονικού τομέα που συσχετίζει τις συμπεριφορές των ζώων με την πρόγνωση φυσικών φαινομένων. Επίσης, παρουσίαση μέρους των αποτελεσμάτων που έχουν εξαχθεί μέχρι σήμερα. Τέλος, συμπεράσματα που προκύπτουν για τη πρόβλεψη των φαινομένων αλλά και για άλλους επιστημονικούς τομείς.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Πρόγνωση σεισμού είναι η έγκυρη και έγκαιρη πρόβλεψη ότι με μεγάλη πιθανότητα θα εκδηλωθεί σεισμός σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο. Μια τέτοια είδους πρόγνωση που αφορά σεισμό στον γήινο φλοιό δεν έχει γίνει δυνατή στις μέρες μας, παρά τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί από επιστήμονες όλων των κλάδων των θετικών επιστημών. Η μόνη επιτυχία έχει να κάνει για μακροπρόθεσμες προβλέψεις, η σκοπιμότητα των οποίων δείχνει να είναι ανώφελη. Η προσπάθεια για πρόβλεψη σεισμού στο άμεσο μέλλον έχει επικεντρωθεί σε αξιοποίηση στατιστικών δεδομένων, πρόδρομων σεισμικών φαινομένων, ακτινοβολίες και φυσικές και χημικές μεταβολές. Συσχέτιση ενός σεισμού με φαινόμενα που παρατηρούνται με παρόμοιο τρόπο :
- Τα ηλεκτρικά προσεισμικά σήματα
- Η μέθοδος που ανέπτυξε η Ομάδα ΒΑΝ (Βαρώτσος 1982)
- Τα ηλεκτρομαγνητικά προσεισμικά σήματα
- Η αλλαγή κατακόρυφης ταχύτητας της διάδοσης διαφόρων ελαστικών κυμάτων
- Η διαταραχή ενός ημερήσιου κύκλου ιονόσφαιρας
- Ο έλεγχος απόκλισης αναμενόμενης θερμοκρασίας ενός εδάφους μέσω δορυφόρων
- Η χαρτογράφηση της παραμόρφωσης ενός εδάφους μέσω δορυφόρων
- Η αύξηση συγκεντρώσεων του χημικού στοιχείου Ραδονίου
- Τέλος, εμφάνιση παράξενης συμπεριφοράς των ζώων και συγκεκριμένα ψαριών, πουλιών, ερπετών, εντόμων πριν από σεισμό.

Οι σεισμοί είναι ένα ξαφνικό φαινόμενο. Οι σεισμολόγοι δεν έχουν πολλές δυνατότητες να γνωρίζουν ακριβώς πότε ή πού θα χτυπήσει ο επόμενος . Υπολογίζεται ότι περίπου 500.000 ανιχνεύσιμοι σεισμοί συμβαίνουν κάθε χρόνο. Από αυτούς, 100.000 μπορούν να γίνουν αισθητοί από τον άνθρωπο και 100 να προκαλέσουν καταστροφές.

1.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρχικά, παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή περιστατικών όπου ζώα προέβλεψαν μέσω της ασυνήθιστης συμπεριφοράς τους επερχόμενες φυσικές καταστροφές. Στη συνέχεια, αναφέρεται πως συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ζώων έχουν μελετηθεί ως προς την πρόγνωση του σεισμού. Ειδικότερα, επισημαίνονται γεωλογικές και περιβαλλοντικές αλλαγές που συμβαίνουν πριν την εκδήλωση ενός σεισμού. Παράλληλα, αναλύονται οι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό τη συσχέτιση των παραπάνω φαινομένων και των συμπεριφορών των ζώων μέσω βιομετρικών αναλύσεων. Καταλήγοντας, η καταγραφή της ασυνήθιστης συμπεριφοράς των ζώων, ανεξαρτήτου είδους, δύναται να καταστεί σημαντική για την αποτροπή μαζικών θανάτων συνέπεια φυσικών φαινομένων και εν συνεχεία για τη βελτίωση της ανθρώπινης ζωής.

First, a historical review of incidents where animals predicted upcoming natural disasters through their unusual behavior is presented. Then, it is mentioned that specific characteristics of animals have been studied in terms of earthquake prognosis. In particular, geological and environmental changes that occur before the occurrence of an earthquake are highlighted. At the same time, the technologies that have been developed with the aim of correlating the above phenomena and animal behaviors through biometric analyzes are analyzed. In conclusion, recording the unusual behavior of animals, regardless of species, can become important for preventing mass deaths as a result of natural phenomena and subsequently for the improvement of human life.

2. ΕΚΠΛΗΚΤΙΚΕΣ ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

Μια από τις πιο σεισμογενείς χώρες του κόσμου είναι η Ιαπωνία, όπου έχουν χαθεί αμέτρητες ζωές και έχουν προκληθεί τεράστιες υλικές ζημιές. Ερευνητές μελετούν τα ζώα, με την ελπίδα να ανακαλύψουν τι ακούν ή τι αισθάνονται πριν τον επερχόμενο σεισμό για να χρησιμοποιήσουν αυτή την αίσθηση ως εργαλείο πρόβλεψης. Τα ζώα θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν ένα σεισμό πριν από τους ανθρώπους, αφού σύμφωνα με τους ερευνητές, οι γάτες και τα σκυλιά έχουν ένα ευρύτερο φάσμα ακοής και καλύτερη ανίχνευση μυρωδιάς από τους ανθρώπους. Οι αισθήσεις τους κατανοούν αλλαγές στην ατμοσφαιρική πίεση, στη βαρύτητα, στην παραμόρφωση του εδάφους, τα ηχητικά σήματα και τις δονήσεις λόγω της παραγωγής των πολύ μικρών ρωγμών, τις αλλαγές στο επίπεδο των υπογείων υδάτων και την παραγωγή αερίων και χημικών ουσιών.

Τα ανεπίσημα στοιχεία που παρουσιάζουν παράξενη συμπεριφορά που εμφανίζουν ζώα, ψάρια, πουλιά, ερπετά, έντομα πριν από έναν σεισμό, αφθονούν. Τα σημεία εμφάνισης όπως και ο χρόνος εμφάνισης ποικίλουν. Ωστόσο, συνεπή και αξιόπιστη συμπεριφορά πριν από σεισμικά γεγονότα, και ένα μηχανισμό που εξηγεί πώς θα μπορούσε να λειτουργήσει, εξακολουθεί να μας διαφεύγει. Οι περισσότεροι επιστήμονες που επιδιώκουν να εξηγήσουν αυτό το μυστήριο είναι στην η Κίνα ή την Ιαπωνία.

Μπορούμε να εξηγήσουμε εύκολα την αιτία της ασυνήθιστης συμπεριφοράς των ζώων δευτερόλεπτα πριν ένας άνθρωπος αισθανθεί τον σεισμό. Πολλά ζώα με πιο έντονες αισθήσεις είναι σε θέση να αισθανθούν το κύμα P δευτερόλεπτα πριν την άφιξη του κύματος S. Όσο για την αίσθηση ενός επικείμενου σεισμού ημέρες ή εβδομάδες πριν συμβεί κάτι τέτοιο, αυτό είναι μια διαφορετική ιστορία. (Βαρώτσος 1997)

Μια ευρεία ποικιλία σπονδυλωτών εκφράσει ήδη συμπεριφορές "έγκαιρης προειδοποίησης" με τις οποίες αντιλαμβανόμαστε άλλους τύπους γεγονότων, οπότε είναι πιθανό ότι θα μπορούσε να έχει εξελιχθεί ένα σύστημα πρόγνωσης σεισμών από την ήδη υπάρχουσα γενετική προδιάθεση. Μια ενστικτώδης αντίδραση μετά από ένα κύμα P δευτερόλεπτα πριν από ένα μεγαλύτερο κύμα S δεν είναι ένα «τεράστιο άλμα», , όμως αν υπάρχουν άλλες πρόδρομες ουσίες που μπορεί να παραχθούν ημέρες ή εβδομάδες πριν από έναν σεισμό που ακόμα δεν γνωρίζουμε, θα ήταν ευεργετικό για την πρόβλεψη ενός σεισμού μεγάλης κλίμακας.

Συχνά γίνεται λόγος για την πολύ σημαντική εξέλιξη των αισθητήριων οργάνων των ζώων, που βασίζεται στην έκτη αίσθηση που έχουν τα ζώα. Όμως επιστήμονες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει τίποτα το υπερφυσικό. Έτσι, αφού καταφέρουμε να ξεπεράσουμε τον μύθο του υπερφυσικού, καταλήγουμε στο ότι ένα σύνολο ειδικών βιολογικών μηχανισμών είναι υπεύθυνο για την έκτη αίσθηση.

Λέγεται πως οι γάτες έχουν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη την έκτη αίσθηση. Υπάρχει σίγουρα ένας αέρας μυστηρίου γύρω από την προσωπικότητα και τη συμπεριφορά αυτών των ζώων. Έτσι, μια χαμένη γάτα για μεγάλο χρονικό διάστημα και αρκετές δεκάδες χιλιόμετρα μακριά από το σπίτι της, βρίσκει το δρόμο της επιστροφής με τη βοήθεια του μαγνητικού πεδίου της γης. Αυτό γίνεται χάρη σε μικρά σωματίδια σιδήρου που βρίσκεται στον εγκέφαλο της, δηλαδή κάτι σαν ένα είδος εσωτερικής βιολογικής πυξίδας.

Υπάρχουν έρευνες που αποδεικνύουν ότι ζώα όπως τα πουλιά, οι χελώνες και ο σολομός μεταναστεύουν χρησιμοποιώντας την εσωτερική βιολογική πυξίδα, μια αίσθηση μαγνητικής κατεύθυνσης. Αλλά, και τα μικρά θηλαστικά, όπως τα τρωκτικά και ένα είδος νυχτερίδας έχουν επίσης αυτό το είδος βιολογικής - μαγνητικής πυξίδας.

Γνωστές είναι και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη του καιρού από τις κινήσεις και την συμπεριφορά των ζώων. Επίσης αντιδρούν στις μεταπτώσεις του καιρού, είτε πρόκειται για βροχή είτε για ήλιο. Όπως τα μυρμήγκια και άλλα έντομα ή αμφίβια όπως οι βάτραχοι.

2.1 ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΕΙΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΕΠΕΡΧΟΜΕΝΟ ΣΕΙΣΜΟ

Τα μεγαλόσωμα θηλαστικά πανικοβάλλονται πριν και κατά την διάρκεια του σεισμικού φαινομένου. Τα άλογα, για παράδειγμα χλιμντρίζουν χωρίς λόγο, καλπάζουν μακριά από τα ενδιαυτήματά τους σε τυχαίες κατευθύνσεις και αναζητούν ασφαλέστερα σημεία που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο. Όσον αφορά τις γάτες, τινάζονται χωρίς προφανή αιτία και αναζητούν μέρος για να κρυφτούν. Από την άλλη, οι σκύλοι σκάβουν προσπαθώντας να βάλουν το πρόσωπο τους μέσα στη γη, ενώ τα γουρούνια προξενούν ήχους ασυνήθιστους και δαγκώνουν το ένα το άλλο. Σχεδόν το σύνολο το θηλαστικών εγκαταλείπουν τις φωλιές τους ομαδικά μαζί με τους απογόνους τους.

Τα πουλιά επίσης τινάζονται ξαφνικά όλα μαζί και πετούν ψηλά, αφήνοντας τις φωλιές τους χωρίς όμως θόρυβο. Οι χήνες ανεβαίνουν στα δένδρα. (Ανδριόπουλος 2004)

Έχει παρατηρηθεί ότι τα ψάρια κολυμπούν χωρίς προφανή λόγο επιφανειακά και μερικά πηδούν έξω από την επιφάνεια του νερού. Ένα εντυπωσιακό περιστατικό έλαβε χώρα το

2009, στο Σαν Ντιέγκο της Καλιφόρνια. Λίγο πριν την εκδήλωση μεγάλου σεισμού οι κάτοικοι είδαν έκπληκτοι να βγαίνουν στις ακτές μεγάλο αριθμό από καλαμάρια που ζουν σε μεγάλο βάθος (200-600 μέτρων). Οι Ιάπωνες, στην άλλη άκρη του Ατλαντικού, αναζητούν από το 2004 τον αλγόριθμο για την κατανόηση της υψηλής ευαισθησίας των γατόψαρων στη μεταβολή των ηλεκτρικών πεδίων. Τέλος, από τα ιστορικά στοιχεία οι Ρωμαίοι ανέφεραν ότι τα θαλασσοπούλια σταματούν να πετούν πριν από έναν σεισμό, ενώ οι Ινδιάνοι αναφέρουν ότι οι κροκόδειλοι έβγαζαν παράξενες κραυγές λίγο πριν γίνει ένας σεισμός.

Πολλά τρωκτικά και ερπετά όπως ποντίκια, σαύρες και τα φίδια, φανερώνονται ξαφνικά στην γήινη επιφάνεια, εκκενώνοντας τις υπόγειες φωλιές τους. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα με το περιστατικό που σημειώθηκε το 1975 στην πόλη Χαιτσένγκ στην Κίνα το 1975, όπου έναν μήνα περίπου πριν από τον ισχυρό σεισμό των 7,3 Ρίχτερ οι κάτοικοι παρατήρησαν φίδια να απομακρύνονται μαζικά από τις φωλιές τους.

Τα αρθρόποδα που ζουν κάτω από τη γη ανέρχονται στην επιφάνεια. Οι μέλισσες και οι σφήκες εξέρχονται μαζικά από τη φωλιά τους και σε πολλές περιπτώσεις συγκεντρώνονται σε τεράστια σμήνη κοντά στις ακτές. Τα τζιτζίκια το καλοκαίρι, πριν το σεισμό, σταματούν να παράγουν τον χαρακτηριστικό τους ήχο, ενώ τα κουνούπια δεν τσιμπούν.

Τέτοιου είδους αντιδράσεις παρατηρούνται 2 έως και 5 λεπτά νωρίτερα από τον σεισμό, με εξαίρεση τα κουνούπια και τα υπόλοιπα έντομα όπου η αλλαγή στη συμπεριφορά τους μπορεί να συμβεί πολλές ώρες νωρίτερα. Όταν ακολουθεί μετασεισμός, όλα τα ζώα παραμένουν έξω από τις φωλιές τους και αναζητούν νέο ασφαλέστερο καταφύγιο. Οι σκύλοι και οι γάτες περπατούν αργά, προσεχτικά και σχεδόν έρπουν.

Ερευνητές σε όλο τον κόσμο συνεχίζουν να προωθούν την ιδέα. Τον Σεπτέμβριο του 2003 ένας γιατρός στην Ιαπωνία έγινε πρωτοσέλιδο με μια μελέτη που έδειξε ότι η ακανόνιστη συμπεριφορά στους σκύλους, όπως το υπερβολικό γάβγισμα ή το δάγκωμα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των σεισμών.

2.2 ΣΕΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΠΡΟΒΛΕΦΘΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

Τη νύχτα του καταστροφικού σεισμού στην Κεφαλονιά το 1953, ένα μεγαλόσωμο λυκόσκυλο γαύγιζε ασταμάτητα. Στη συνέχεια άλλοι σκύλοι του νησιού άρχισαν να τρέχουν αναστατωμένοι προς την στην ύπαιθρο. Στην πρωτοφανή αυτή απόδραση προστέθηκαν οι γάτες, πρόβατα, αγελάδες και άλλα οικόσιτα ζώα. Οι κάτοικοι δεν κατάφεραν να κατανοήσουν αυτή την περίεργη συμπεριφορά των ζώων μέχρι και την εκδήλωση του φονικού σεισμού.

Ένας από τους πρώτους σεισμούς που έγινε εφικτό να προβλεφθεί από την συμπεριφορά των ζώων ήταν ο σεισμός στο Φρίουλι της Ιταλίας τον Μάιο του 1976. Το μέγεθος του σεισμού είχε τιμή 6,7 R και παρατηρήθηκε πως λίγες ώρες πριν το σεισμό οι οικόσιτες γάτες εγκατέλειψαν τις οικίες ενώ πληθώρα ποντικών εμφανίστηκαν στους δρόμους της πόλης. Στην περίπτωση της Ελλάδας, στο σεισμό που έγινε στην Καλαμάτα τον Σεπτέμβριο του 1986 παρατηρήθηκε έντονη κινητικότητα των σκυλιών τα οποία κινούνταν άναρχα και εκδήλωναν επιθετική συμπεριφορά.

Τα τελευταία χρόνια στο φονικό τσουνάμι της Ινδονησίας η διαίσθηση των ζώων φάνηκε σωτήρια για αυτά για μια ακόμη φορά. Στις 26 Δεκεμβρίου του 2004 οι κάτοικοι της Ινδονησίας έγιναν μάρτυρες του βιβλικού τσουνάμι στο οποίο έχασαν την ζωή τους χιλιάδες άνθρωποι. Ωστόσο οι επικεφαλής των τμημάτων που ήταν υπεύθυνοι για την προστασία των άγριων ζώων στη Σρι Λάνκα ανέφεραν πως δεν βρέθηκαν νεκρά ζώα από τα τεράστια κύματα που προκάλεσαν τον θάνατο δεκάδων χιλιάδων ανθρώπων στη συγκεκριμένη περιοχή. «Δεν υπήρχαν νεκροί ελέφαντες, αλλά και ούτε ένας νεκρός λαγός ή σκίουρος. Πιστεύω ότι τα ζώα έχουν την αίσθηση της καταστροφής. Έχουν δηλαδή αυτό που λέμε «έκτη αίσθηση». Τα ζώα μυρίζονται το κακό που πρόκειται να συμβεί», ανέφερε στο πρακτορείο Ασοσιέιτεντ Πρες ο Χαϊντ Ρατναγιάκε, αναπληρωτής καθηγητής του Τμήματος για την Προστασία της Άγριας Ζωής.

3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

3.1 ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

ΣΠΑΡΤΗ 550 Π.Χ.

Στη Σπάρτη, το έτος 550 π.Χ, ο Στράβωνας περιγράφει περιστατικό όπου μια αλεπού μπαίνει μέσα σε ένα γυμναστήριο γεμάτο κόσμο. Ο Αναξίμανδρος που βρισκόταν στην Σπάρτη, σύμφωνα με τον ιστοριογράφο, εξήγησε το γεγονός και προέβλεψε μεγάλο σεισμό. Λίγο καιρό μετά η πόλη ισοπεδώνεται από μια ισχυρή δόνηση.

Ο Θουκυδίδης καταγράφει ότι το 373 π.Χ. τα ζώα, συμπεριλαμβανομένων των ποντικών και φιδιών, εγκατέλειψαν την ελληνική πόλη της Ελίκης μαζικά λίγες μόλις ημέρες πριν τον καταστροφικό σεισμό. Ο ισχυρός σεισμός χτύπησε την πόλη και την κατέστρεψε και δεν επέζησε κανένας από τους κατοίκους που είχαν παραμείνει. Στη συνέχεια έφτασε ένα μεγάλο κύμα το οποίο χτύπησε τη πόλη. Λίγες ημέρες πριν την εκδήλωση του φονικού σεισμού είχαν παρατηρηθεί παράξενα φαινόμενα, όπως η υπερβολική ζέστη τον χειμώνα, μείωση της παροχής του νερού των πηγών και τα ζώα να έχουν εγκαταλείψει τις φωλιές τους που βρίσκονταν στην περιοχή. Σύμφωνα με τον Στράβωνα, οι Αχαιοί έστειλαν για βοήθεια περίπου 2.000 άντρες αλλά το μόνο που κατάφεραν ήταν να περισυλλέξουν νεκρούς.

3.2 ΝΕΟΤΕΡΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Σαντορίνη 1650

Το ηφαίστειο Κολούμπο βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και η κορυφή του απέχει 18μέτρα από αυτή. Βρίσκεται στο τεκτονικά ενεργό ΝΔ-ΒΑ σύστημα ρηγμάτων της Σαντορίνης το οποίο περιλαμβάνει τα περισσότερα ηφαίστεια της περιοχής των τελευταίων 500.000 χρόνων. Η τελευταία έκρηξη του αναφέρεται τον Σεπτέμβρη του 1650 και ενώ προηγουμένως εκδηλώνονταν σεισμοί για ένα πολύ μεγάλο διάστημα. Μετά την έκρηξη προκλήθηκε ένα καταστροφικό τσουνάμι. Τα τοξικά αέρια που προκλήθηκαν ήταν υπεύθυνα για τον θάνατο περίπου 70 ανθρώπων και εκατοντάδων αιγοπροβάτων που πέθαναν από ασφυξία (πιθανώς Υδρόθειο).

Μαρτινίκα 1920

Το 1920 πολλά ερπετά στη Μαρτινίκα έφυγαν ξαφνικά από τις φωλιές και τα άλογα εγκατέλειψαν τους στάβλους και άρχισαν να κατευθύνονται προς τη θάλασσα. Κάποια μπήκαν στο νερό και πνίγηκαν. Η σκέψη των κατοίκων πήγε στο ηφαίστειο το οποίο ήταν ενεργό εκείνη την περίοδο, όμως οι περισσότεροι βιάστηκαν να κάνουν λόγο για δεισδιαιμονίες. Οι σειсмоγράφοι της περιοχής δεν κατέγραψαν καμία ταλάντωση. Όμως, τρεις ημέρες αργότερα το ηφαίστειο εξερράγη και 30.000 άτομα έχασαν τη ζωή τους.

Κομητεία Haiyuan, επαρχία Ningshia 1920

Ο μεγαλύτερος σεισμός που χτύπησε την Κίνα με μέγεθος 8.5 ρίχτερ συνέβη στην κομητεία Haiyuan, επαρχία Ningshia. Σύμφωνα με αναφορές αυτοπτών μαρτύρων, πριν από το σεισμό, είχαν δει λύκους σε αγέλες να τρέχουν, οι σκύλοι γάβγιζαν ασυνήθιστα και τα σπουργίτια πετούσαν νευρικά.

Τόκυο 1920

Πριν τον σεισμό στο Τόκυο παρατηρήθηκε ότι τα γατόψαρα βρίσκονταν στην επιφάνεια της θάλασσας και όχι κοντά στο βυθό όπου ζουν φυσιολογικά. Εκεί κολυμπούσαν άσκοπα, χωρίς να ακολουθούν μία συγκεκριμένη κατεύθυνση ή να αναζητούν τροφή

3.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Hsingtai county, επαρχία Hopei 1966

Έχει αναφερθεί ότι πριν από το σεισμό μεγέθους 6,8 ρίχτερ ο 1966 στην Hsingtai County, επαρχία Hopei, της Βόρειας Κίνας, όλα τα σκυλιά σε ένα χωριό κοντά στο επίκεντρο εγκατέλειψαν τον τόπο διαμονής τους κι έτσι επέζησαν της καταστροφής

Pohai sea 1969

Πριν από το σεισμό της 18 του Ιούλη 1969, με μέγεθος 7,4 ρίχτερ στο pohai SEA, παρατηρήθηκε ασυνήθιστη συμπεριφορά σε γλάρους, καρχαρίες, και πέντε διαφορετικά είδη ψαριών.

Χαϊτσένγκ 1975

Στην Χαϊτσένγκ της Κίνας, το 1975, μέχρι και ένα μήνα πριν συμβεί ένας μεγάλος σεισμός, οι κάτοικοι παρατήρησαν τα φίδια να ξετρυπώνουν μόνα τους από τις φωλιές τους και μάλιστα μέσα στον χειμώνα, δηλαδή στο μέσο της χειμερινής νάρκης τους, αψηφώντας θερμοκρασίες κάτω του μηδενός, παρόλο που κάτι τέτοιο ήταν σχεδόν αυτοκτονία για τα ψυχρόαιμα ερπετά. Επίσης οι γάτες και τα σκυλιά μετέφεραν τα νεογνά τους έξω από τα σπίτια, τα ποντίκια εγκατέλειπαν τις φωλιές τους και τα γουρούνια ξεφώνιζαν παράξενα. Στην ιστορία της σεισμολογίας, μόνο αυτή η πρόβλεψη ήταν επιτυχής: πρόκειται για το σεισμό ισχύος 7,3 Ρίχτερ, ο οποίος είχε προβλεφθεί μία ημέρα πιο πριν. Κινέζοι αξιωματούχοι διέταξαν την εκκένωση της πόλης με ένα εκατομμύριο ανθρώπους,. Μόνο ένα μικρό μέρος του πληθυσμού τραυματίστηκε ή σκοτώθηκε. Αν η πόλη δεν είχε εκκενωθεί, εκτιμάται ότι ο αριθμός των θανάτων και των τραυματισμών θα μπορούσαν να έχουν υπερβεί 150.000 . Ωστόσο, ένα χρόνο μετά, ένας σεισμός 7,8 Ρίχτερ έπληξε την κοντινή Τανγκσάν, για τον οποίο κανείς δεν είχε προβλέψει τίποτα.

Το περιστατικό της Χαϊτσενγκ είναι αυτό που έδωσε στους ανθρώπους την ελπίδα ότι οι σεισμοί μπορεί να είναι προβλέψιμοι και ώθησε τις μελέτες συμπεριφοράς σε ζώα με το USGS.

Tangshan 1976

Ένας κτηνοτρόφος στη βόρεια Κίνα φρόντισε για τη διατροφή των ζώων του πριν από την αυγή στις 28 Ιουλίου, 1976, στην περιοχή της Kaokechuan. Όμως λίγο αργότερα αναφέρθηκε ότι τα άλογα και τα μουλάρια αντί της κατανάλωσης της τροφής τους, βρίσκονταν περίπου 40 χιλιόμετρα μακριά από την πόλη της Tangshan, όπου έτρεχαν αλλόφρονα. Λίγα δευτερόλεπτα αργότερα, ένα εκθαμβωτικό λευκό φως φώτισε τον ουρανό και ακούστηκαν υπόκωφοι θόρυβοι καθώς ένας σεισμός μεγέθους 7,8 έπληξε την περιοχή Tangshan. Ο συγκεκριμένος σεισμός αποτελεί τον πιο φονικό σεισμό των τελευταίων 400 ετών και τον δεύτερο φονικότερο όλων των εποχών.

Μια ομάδα επιστημόνων, στην οποία συμμετείχαν βιολόγοι, γεωφυσικοί, χημικοί, μετεωρολόγοι, και βιοφυσικοί πραγματοποίησε έρευνα μετά το σεισμό του 1976 στην περιοχή Tangshan. Οι επιστήμονες επισκέφθηκαν μια σειρά από θέσεις που επλήγησαν και

από άλλους καταστροφικούς σεισμούς και μέσα από συνεντεύξεις και συζητήσεις με τους ντόπιους, συνέλεξαν πληροφορίες για πάνω από 2.000 περιπτώσεις ασυνήθιστης συμπεριφοράς των ζώων που παρατηρούνται πριν από ένα σεισμό. Η πλειοψηφία των εκθέσεων αφορούσε τα κατοικίδια ζώα. Με βάση αυτή την έρευνα εκπονήθηκε από τους Κινέζους συντάχθηκε έκθεση με τον εντοπισμό 58 ειδών κατοικίδιων και άγριων ζώων που επέδειξαν ασυνήθιστη συμπεριφορά.

Κως 1993

Είναι στατιστικά τεκμηριωμένο ότι πριν από τους μεγάλους σεισμούς που συμβαίνουν στο νησί της Κω, δεν έχει παρατηρηθεί προσεισμική δραστηριότητα. Τα φαινόμενα αυτά όμως συνοδεύονται από άλλα πρόδρομα φαινόμενα, όπως η μετακίνηση των νερών και το στέρεμα των πηγών, η αλλαγή στην συγκέντρωση του ραδονίου, η εκπομπή αερίων από τον πυθμένα της θάλασσας και η μεταβολή στην ένταση του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Όμως, τους σεισμούς της περιοχής τους αισθάνονται και οι άνθρωποι και τα ζώα της περιοχής που παρουσιάζουν μια περίεργη συμπεριφορά που αποδίδεται σε μεταβολές του μαγνητικού πεδίου της περιοχής είτε σε απελευθέρωση Υδροθείου από την εστία του σεισμού. Οι αγελάδες, α σκυλιά, τα φίδια, , τα ψάρια αντιλαμβάνονται τον σεισμό πριν εκδηλωθεί, συνήθως σε χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από κάποιες ημέρες έως και 12 ώρες πριν κατά μέσο όρο.

Northridge Καλιφόρνια 1994, Αθηνά και Κωνσταντινούπολη 1999

ο Rupert Sheldrake, βιολόγος και συγγραφέας βιβλίων, έκανε τη δική του μελέτη κοιτάζοντας τις αντιδράσεις των ζώων πριν από τις σεισμικές δονήσεις, στο Northridge, Καλιφόρνια το 1994, στην Αθήνα και την Κωνσταντινούπολη το 1999.

Σε όλες τις περιπτώσεις υπήρξαν αναφορές για περίεργη συμπεριφορά προηγουμένως, όπως μυστηριώδη ουρλιαχτά των σκύλων μέσα στη νύχτα, τα ωδικά πτηνά ήταν ανήσυχα και νευρικά, ενώ οι γάτες κρύβονταν.

Λ' Ακουίλα 2009

Στην περίπτωση της Λ' Ακουίλα, ερευνητές παρουσίασαν στο Journal of Zoology μελέτη στην οποία αναφέρεται μαζική απομάκρυνση βατράχων από τους τόπους γέννησής τους.

Shingian 2011

Σύμφωνα με υπαλλήλους του ζωολογικού κήπου στην Ουάσιγκτον τα ζώα αισθάνθηκαν τις δονήσεις. Μερικά από τα ζώα στο Εθνικό Ζωολογικό του Smithsonian Park φώναζαν, ακόμη πριν από τον σεισμό ή έτρεξαν στα δέντρα δευτερόλεπτα πριν οι άνθρωποι αισθανθούν τον σεισμό. Περίπου 5 έως 10 δευτερόλεπτα πριν από τον σεισμό, ουρακοτάγκος που ονομάζεται Kyle και γορίλλας με το όνομα Kojo, εγκατέλειψαν την τροφή τους και ανέβηκαν στην κορυφή του δένδρου.

Fukushima 2011

Μαζικός ξεβρασμός για περισσότερες από 100 φάλαινες στις Ιαπωνικές ακτές βορειοανατολικά του Τόκιο πυροδότησε φόβους για επικείμενο σεισμό. Αυτό συνέβη έξι ημέρες πριν από τον καταστροφικό υποθαλάσσιο σεισμό του 2011 που δημιούργησε ένα φονικό τσουνάμι και άφησε 19.000 νεκρούς. Το Εθνικό Ίδρυμα Θαλάσσιων Ερευνών της Ιαπωνίας είχε πει αρχικά ότι, ήταν δυνατό τα δελφίνια να έχουν φοβηθεί από διαταραχές στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της Γης που προκαλείται από την κίνηση των τεκτονικών πλακών.

Κανταμανα 2011

Στο Περού τα τρωκτικά, τα πούμα και διάφορα εξωτικά πτηνά, έτρεχαν να προστατευτούν αρκετές μέρες πριν από το σεισμό. Τα δεδομένα έδειξαν πως οι σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά των ζώων ξεκίνησαν 23 ημέρες πριν από το σεισμό έντασης 7R που έπληξε την περιοχή γύρω από την πόλη Κονταμάνα το 2011. Τα τρωκτικά ήταν η πιο ευαίσθητη ομάδα ζώων και εξαφανίστηκαν παντελώς οκτώ ημέρες πριν από το σεισμό. Ενώ λίγες μέρες πριν τον σεισμό παρατηρήθηκε μείωση της δραστηριότητας των ζώων που είχαν απομείνει.

Emilia 2013

Οι έρευνες στους χώρους του σεισμού της Emilia έδειξε νεκρά ψάρια και ποντίκια, εξαιτίας του μεθανίου. Το νερό έγινε μαύρο, το έδαφος θερμάνθηκε και στα χωράφια τα καλαμπόκια τριπλασίασαν το ύψος τους. Από το τέλος του Απριλίου, το νερό είχε γίνει καυτό.



δημαρχείο της πόλης
μετά τον σεισμό



ο μισός πύργος του ρολογιού κατέρρευσε

4. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΕ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η παρατήρηση της συμπεριφοράς των ζώων δεν έχει παραμείνει μόνο σε ιστορικές αναφορές και διηγήσεις. Αρκεί να τονιστεί ότι το πρώτο επιστημονικό ίδρυμα για την μελέτη της αλλαγής της συμπεριφοράς των ζώων λίγο πριν από ένα σεισμό ιδρύθηκε στην Κίνα το 1968 και εξετάζει μεγάλο όγκο βιολογικών παρατηρήσεων. Στη συνέχεια, μεγάλος αριθμός από αντίστοιχα κέντρα παρακολούθησης έχουν εγκατασταθεί σε όλη την Κίνα. Άλλοι παρόμοιοι σταθμοί δημιουργήθηκαν το 1971 στην επαρχία Aksu, Sinkiang, όπου ανέμεναν να συμβούν σεισμοί μεγάλου μεγέθους. Από το 1971, οι Κινέζοι έχουν δημιουργήσει ένα λειτουργικό δίκτυο σε διάφορες κοινότητες ή χώρες. Όποτε συμβαίνουν ασυνήθιστα γεγονότα και αναφέρονται από πολλούς παρατηρητές, αυτές αξιολογούνται ως τρόπος πρόβλεψης σεισμών. Μέχρι στιγμής, με τα υπάρχοντα μέσα, έχουν προβλεφθεί δύο σημαντικοί σεισμοί. Αυτού του είδους η μελέτη είναι εύκολη για τους Κινέζους, αφού το 80 τοις εκατό του πληθυσμού ζει σε αγροτικές περιοχές που βρίσκονται σε στενή συνεργασία με ζώα και κάθε αξιόλογη μεταβολή στην συμπεριφορά τους μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα. Είναι, όμως, λίγο πιο δύσκολο για τους ανθρώπους που ζουν σε αστικές περιοχές να παρατηρήσουν παρόμοια συμπεριφορά των ζώων.

Κάποια από τα κέντρα αυτά έχουν εγκατασταθεί κοντά σε ζωολογικούς κήπους για να έχουν την δυνατότητα οι επιστήμονες να προσέχουν και τη συμπεριφορά των αγρίων ζώων. Οι Κινέζοι χρησιμοποίησαν σαν κύριο πειραματόζωο το περιστέρι, το οποίο έχει εξαιρετικά ανεπτυγμένο νευρικό σύστημα.

Η συγκεκριμένη μέθοδος επεκτάθηκε στην Αμερική , όπου τον Σεπτέμβριο του 1976 συγκλήθηκε ειδικό συνέδριο αλλαγής της συμπεριφοράς των ζώων σε σχέση με επερχόμενο σεισμό και αποφασίστηκε να τοποθετηθούν κατά μήκος του μεγάλου ρήγματος του Αγίου Ανδρέα κλωβοί με ποντίκια, των οποίων μελετάται συνεχώς η συμπεριφορά.

4.1 ΒΑΤΡΑΧΟΙ ΔΙΑΣΘΑΝΟΝΤΑΙ ΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ

Στοιχεία που εξηγούν τη συμπεριφορά των ζώων πριν την εκδήλωση σεισμού, έφεραν στην επιφάνεια επιστήμονες από τη NASA και το Ανοιχτό Πανεπιστήμιο του Ηνωμένου Βασιλείου. Ειδικότερα, στη μελέτη τους, που δημοσιεύτηκε στη Διεθνή Επιθεώρηση για την Περιβαλλοντική Έρευνα και τη Δημόσια Υγεία [*Ground water chemistry changes before major earthquakes and possible effects on animals – International journal of environmental research and public health 8 (6),1936-1956, 2011*], οι επιστήμονες συνδέουν τη συμπεριφορά των ζώων με την πρόβλεψη σεισμών και υποστηρίζουν ότι διαισθάνονται τις χημικές μεταβολές στα υπόγεια ύδατα λίγο πριν τη σεισμική δόνηση.

Η έρευνα άρχισε όταν παρατηρήθηκε μια αποικία βατράχων να εγκαταλείπει τη λίμνη στη Λ' Ακουίλα της Ιταλίας, λίγες ημέρες πριν το χτύπημα του φονικού σεισμού το 2009. Στην έκθεσή τους οι επιστήμονες αναφέρουν αναλυτικά τη διαδικασία μέσω της οποίας τα πετρώματα δέχονται μεγάλες πιέσεις και με αυτό τον τρόπο να απελευθερώνονται φορτισμένα σωματίδια που επηρεάζουν τα υπόγεια ρεύματα. Τα ζώα που ζουν εκεί παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στις χημικές μεταβολές, οπότε είναι ικανά να διαισθανθούν τον κίνδυνο λίγες μέρες πριν την εκδήλωση σεισμού. Αυτή η συμπεριφορά θα ήταν δυνατό να αποτελέσει ένδειξη που θα υποδηλώνει την έναρξη της επικείμενης σεισμικής δραστηριότητας. Στο παράδειγμα των 100 περίπου βατράχων της Λ' Ακουίλα, η κοινότητά τους εγκατέλειψε την λίμνη περίπου τρεις μέρες πριν το σεισμό. Οι ερευνητές έκαναν εργαστηριακά πειράματα και επιβεβαίωσαν ότι οι τεκτονικές δυνάμεις μεταβάλλουν την χημική σύνθεση των γήινων υδάτων. (Thierry Henry,2006) Τα ελεύθερα ιόντα που προκύπτουν από πετρώματα που πιέζονται λίγο πριν από ένα σεισμό, μεταφέρονται και στα γειτονικά πετρώματα και με αυτό τον τρόπο καταλήγουν στον στερεό φλοιό της Γης και αλληλοεπιδρούν με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Αυτά τα κατιόντα, όπως έχει αναφερθεί σε παλαιότερες ιατρικές μελέτες προκαλούν κεφαλαλγίες και ζάλη στους ανθρώπους και αυξάνουν στο αίμα των ζώων η συγκέντρωση της σεροτονίνης, της ορμόνης του στρες, κάνοντάς έτσι πιο ανήσυχα και φοβισμένα. Παράλληλα, τα ιόντα αυτά αντιδρούν με το νερό, μετατρέποντάς το σε υπεροξείδιο του υδρογόνου. Αυτή η χημική αλυσίδα συμβάντων μπορεί να μετατρέψει τις αβλαβείς οργανικές ύλες μίας λιμνούλας ή της θάλασσας σε τοξικές ουσίες, αναγκάζοντας τα υδρόβια ζώα να σπεύσουν να φύγουν από τη συγκεκριμένη περιοχή. Πρόκειται για ένα πολύπλοκο μηχανισμό που, σύμφωνα με τους επιστήμονες, πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω, ώστε να κατανοηθεί καλύτερα.

Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η μελέτη τους φέρνει στο φως για πρώτη φορά με επιστημονικό τρόπο ένα πιθανό γεωλογικό, χημικό και βιολογικό μηχανισμό που, μέσα από διάφορες

αλληλεπιδράσεις, τελικά αλλάζει τη συμπεριφορά πολλών ζώων πριν τους σεισμούς, βοηθώντας έτσι στην πρόγνωση αυτών των καταστροφικών φυσικών φαινομένων. Οι ερευνητές στη δημοσίευση της έρευνάς τους στο *International Journal of Environmental Research and Public Health* πιστεύουν ότι οι αναφορές της έρευνας τους θα ωθήσουν βιολόγους, γεωλόγους και άλλους επιστημονικούς κλάδους να συνεργαστούν, ώστε να αντιληφθούν τον τρόπο με τον οποίο τα ζώα αντιλαμβάνονται τον επερχόμενο σεισμό.



«Σοφοί» αποδεικνύονται οι νωχελικοί φρύνοι όταν πρόκειται για την πρόβλεψη σεισμικών δονήσεων, εκτιμούν οι επιστήμονες.

4.2 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΟΥΛΙΩΝ

Ο Γερμανικός Οργανισμός Αεροδιαστημικής, τον Δεκέμβριο του 2013, ανακοίνωσε το πλάνο επένδυσης περίπου 19εκατ. ευρώ στην πρωτοβουλία ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space) - μια κοινοπραξία με τη Ρωσική Υπηρεσία Διαστήματος, η οποία έχει ως στόχο να αποκαλύψει νέες πτυχές της ζωής πάνω στη Γη: τις μεταναστευτικές οδούς των πτηνών.

Με την εκκίνηση του προγράμματος ICARUS ένα σμήνος από 1000 πουλιά και νυχτερίδες θα εφοδιαστεί με εξειδικευμένες συσκευές παρακολούθησης. Οι συσκευές θα παρακολουθούν τις κινήσεις των πτηνών στον χωροχρόνο και μέσω της χρήσης ραδιοσυχνοτήτων θα συνδέεται με όργανα του Διεθνή Διαστημικού Σταθμού.

Ταυτόχρονα με την παρακολούθηση της θέσης το σύστημα ICARUS θα χρησιμοποιηθεί ακόμα για να ψάξει κινήσεις των ζώων εκτός του βιότοπου στον οποίο κινούνται. Ο Martin Wikelski, καθηγητής ορνιθολογίας που ασχολείται με το έργο, εξηγεί ότι το ICARUS θα δοκιμάσει για πρώτη φορά αν τα πουλιά και νυχτερίδες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως «ευφυείς αισθητήρες» για επικείμενους σεισμούς. Πουλιά και νυχτερίδες είναι δυνατόν να ανταποκριθούν σε αυτόν το εγχείρημα, εξαιτίας της ικανότητάς τους να αντιλαμβάνονται μαγνητικά πεδία. Η συγκεκριμένη αίσθηση βοηθά τα πλάσματα να πλοηγούνται, αλλά τους επιτρέπει, ταυτόχρονα, να αισθάνονται σεισμούς πριν γίνουν. Το πρόγραμμα εφαρμόζει ελαφριές συσκευές (radio tags) σε άγρια ζώα, που μετά

απελευθερώνονται. Οι συσκευές καταγράφουν τη θέση του ζώου και την κατάστασή του με επιταχυνσιόμετρο, μαγνητόμετρο, και όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης (βαρόμετρο), θερμοκρασίας(θερμόμετρο) και υγρασίας (υγρόμετρο). Οι θέσεις και τα δεδομένα των συσκευών καταγράφονται μέσω κεραίας η οποία είναι τοποθετημένη στον Διεθνή Διαστημικό σταθμό, όπου σαρώνεται το έδαφος 16 φορές την ημέρα. Τα δεδομένα αποστέλλονται πίσω στην επιστημονική ομάδα για μελέτη.

Τα τελευταία 30 χρόνια έχει γίνει αποδεκτό ότι συμβαίνουν μεταβολές στο μαγνητικό πεδίο της Γης λίγες μέρες από μεγάλους σεισμούς. Το αίτιο, όμως, δεν είχε εξηγηθεί από τους σεισμολόγους μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 2000, όταν διαπιστώθηκε ότι η αιτία της εκδήλωσης των σεισμών ήταν η αύξηση της πίεσης στα πετρώματα του υπεδάφους και η απότομη εκδήλωση της.

Σε πειράματα που έγιναν το 2002 στα εργαστήρια της NASA από τον καθηγητή Friedemann Freund, έδειξαν ότι οι τάσεις μπορεί να ανιχνευθούν ηλεκτρομαγνητικά. Ο Freund συμπέρανε πως υπάρχουν ατέλειες στα άτομα που συγκροτούν το κρύσταλλο των ορυκτών δημιουργούνται «σύννεφα» θετικού ηλεκτρικού φορτίο, όταν δέχονται υψηλές πιέσεις. (Τα εν λόγω σύννεφα λέγεται ότι ευθύνονται για το εντυπωσιακό φαινόμενο των «σεισμικών φώτων», που αποτελεί είδος πολύχρωμου φαινομένου στον ουρανό και είναι ορατό μερικές φορές στον αέρα λίγο πριν από σεισμικά γεγονότα).

Λίγο πριν από την εκδήλωση ενός σεισμού το θετικό φορτίο δημιουργεί ισχυρά μαγνητικά πεδία στην επιφάνεια της Γης (τα οποία το πρόγραμμα ICARUS έχει σκοπό να καταδείξει εντοπίζοντας τις μεταβολές στη συμπεριφορά των πουλιών και νυχτερίδων που θα ακολουθήσει). Μέχρι σήμερα, οι μοναδικές ενδείξεις μέσω των οποίων τα πτηνά μπορούν να νιώσουν τη μαγνητική διαταραχή που παρατηρείται πριν από τους σεισμούς δεν έχει λάβει επίσημο χαρακτήρα.

Τα τελευταία δέκα χρόνια, εργαζόμενοι του ζωολογικού πάρκου στην Κίνα και τις ΗΠΑ έχουν αναφέρει ότι παγώνια και φλαμίνγκο παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά πριν από σεισμούς. Οι παρατηρήσεις αυτές ήταν μεμονωμένες και ανοργάνωτες. Το ICARUS, όμως, παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο εκατοντάδες ομάδες πουλιών σε όλη την υδρόγειο, συνέχεια και με ακρίβεια.

Η μέση τιμή σεισμών μεγέθους μεγαλύτερων των 6 R που εκδηλώνονται στην Γη ετησίως ξεπερνάει τους 100, οπότε θεωρούμε ότι είναι μεγάλη η πιθανότητα τα ελεγχόμενα πτηνά να πετούν κοντά στο επίκεντρο του σεισμού την στιγμή της εκδήλωσης του και να παρατηρηθεί η συμπεριφορά τους μέσω της κίνησης τους.

4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΑ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΑ

Βιολογικές μελέτες που σχετίζονται με τα περιστέρια κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν εκατό μικροσκοπικές νευρικές μονάδες μεταξύ της κνήμης και της περόνης στο πόδι του περιστεριού. Αυτές οι νευρικές μονάδες είναι συνδεδεμένες με το κέντρο του νευρικού συστήματος και είναι πολύ ευαίσθητες στις δονήσεις. (Robert Pires, 2001) Οι επιστήμονες παρατήρησαν ότι πριν από ένα σεισμό μεγέθους 4,0, που συνέβη στην περιοχή της μελέτης, πενήντα περιστέρια στα οποία είχαν διακόψει την σύνδεση των

νευρικών μονάδων κνήμης και περόνης με τα νευρικά κέντρα, παρέμειναν ήρεμα πριν από τον σεισμό, ενώ εκείνα με κανονική σύνδεση τρόμαξαν και πέταξαν μακριά.

4.3.1 ΚΟΛΠΟΣ ΤΟΥ SAN FRANCISCO

Ο Rand B. Schaal, Γεωλόγος από το Τμήμα Γεωλογίας στο Πανεπιστήμιο Davis της Καλιφόρνια, παρουσίασε μία αναφορά που περιέχει συμπεράσματα από στατιστικές βασισμένες σε μελέτες που έγιναν ανάμεσα σε 41.717 κατοικίδια που χάθηκαν και 224 σεισμούς στην βιομηχανική περιοχή του San Francisco κατά την χρονική περίοδο από το 1983 μέχρι το 1985.

Για δώδεκα χρόνια παρατηρήθηκε ότι όταν αναφέρονται πολλές εξαφανίσεις και ευρέσεις κατοικιδίων στην στήλη των San Jose Mercury News για το νότιο τμήμα του κόλπου του San Francisco, τότε η πιθανότητα ενός σεισμού στην περιοχή αυξάνει σημαντικά. Αυτές οι προβλέψεις, αφορούν σεισμούς μεγέθους 3,5 με 5,5 της κλίμακας ρίχτερ και σε ακτίνα 70 μιλίων από το κέντρο της πόλης του San Jose και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και η επιτυχία τους προσεγγίζει το 80% στα 12 χρόνια παρατηρήσεων.

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να προσδιορίσει αν υπάρχει θετική χρονική συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας των χαμένων και ευρεθέντων κατοικιδίων ζώων και των σεισμικών γεγονότων. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση αυτής της συσχέτισης είναι να συγκρίνουν τις ημερήσιες ποσότητες χαμένων και ευρεθέντων κατοικιδίων ζώων που αναφέρονται στο San Jose Mercury News με τις ημερομηνίες των γεγονότων σεισμού στην περιοχή του Κόλπου του Σαν Φρανσίσκο σε μια στατιστικά σημαντική χρονική περίοδο και συγκεκριμένα στην τριετή περίοδο από την 1 Γενάρη 1983 έως 31η Δεκεμβρίου του 1985.

Τα δεδομένα και οι περιορισμοί που χρησιμοποιούνται σε αυτό το άρθρο είναι τα ίδια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί η αρχική υπόθεση. Η βάση δεδομένων αποτελείται από τις εκθέσεις των αδέσποτων ζώων συντροφιάς, όπως αναφέρεται στην στήλη των χαμένων και ευρεθέντων κατοικιδίων ζώων στο San Jose Mercury News (ημερήσια κυκλοφορία: 500.000) και σε ένα ευρύ φάσμα σεισμικών γεγονότων που λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα μελέτη: όλες οι σεισμικές δονήσεις μεγέθους μεγαλύτερου των 2,5 ρίχτερ σε ακτίνα 70 χιλιομέτρων από το κέντρο της πόλης του Σαν Χοσέ. Σεισμοί με μέγεθος μικρότερο από 2,5 ρίχτερ δεν έχουν ληφθεί υπόψη στη μελέτη αυτή, επειδή δεν είναι ιδιαίτερα αισθητοί και οι συνέπειές τους είναι ασήμαντες για τη μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων. Για παράδειγμα, από τις 24 του Απρίλη 1984 μέχρι τις 26 Απρίλη 1984, οι σειсмоγράφοι κατέγραψαν περίπου 300 τέτοιους σεισμούς. Η ακριβής πρόβλεψη σεισμών σε μια αστική περιοχή, όπως το South San Francisco Bay μπορεί να μειώσει τους κινδύνους σεισμού. Ο πληθυσμός σε αυτόν τον τομέα, συμπεριλαμβανομένης της Σάντα Κλάρα County και άλλες κομητείες στα βόρεια (Alameda και San Mateo), ήταν 3.156.900 την 1η Ιουλίου 1984

Η θεωρία για την πρόβλεψη σεισμών υποθέτει ότι τα κατοικίδια ζώα εγκαταλείπουν τα σπίτια τους, συνήθως για ασφαλείς περιοχές, προκειμένου να ξεφύγουν από μια διαταραχή ή κίνδυνο στο περιβάλλον τους λίγο πριν από ένα σεισμό. Στην πράξη, η θεωρία αυτή βασίζεται στην υπόθεση ότι περισσότερα κατοικίδια ζώα τρέχουν μακριά από το σπίτι που φιλοξενούνται σε μια τέτοια περίοδο παρά από ό, τι σε οποιαδήποτε άλλη στιγμή. Η

υπόθεση δηλώνει ότι, όταν οι ποσότητες που λείπουν κατοικίδια αυξάνουν εξαιρετικά, υπάρχει μια αξιοσημείωτη αύξηση στην πιθανότητα ενός επερχόμενου σεισμού.

Οι ποσότητες των απολεσθέντων και ευρεθέντων σκύλων είναι στατιστικά τα πιο σημαντικά δεδομένα. Εκθέσεις που λείπουν τα σκυλιά είναι πιο πολυάριθμες και έτσι είναι ο καλύτερος δείκτης για τον εντοπισμό των τάσεων. Οι αριθμοί τους φτάνουν στις εκατοντάδες ανά εβδομάδα, ενώ οι γάτες αριθμούν λιγότερα από 100 την εβδομάδα, και τα πουλιά και άλλα κατοικίδια ζώα κάτω των 35 ανά εβδομάδα. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται στην ανάλυση μόνο αναφορές σκύλων που λείπουν.

Η θετική συσχέτιση έδειξε ότι τις εβδομάδες χωρίς σεισμούς η ποσότητα των κατοικίδιων ζώων που έφυγε από το σπίτι είναι χαμηλότερη όταν δεν συμβαίνουν σεισμοί. Τελικά όμως η μελέτη δείχνει ότι δεν υπάρχει μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της συμπεριφοράς των ζώων συντροφιάς στην περιοχή Σαν Χοσέ και την εμφάνιση των σεισμών στην ίδια περιοχή κατά την τριετή περίοδο από τον Ιανουάριο του 1983 μέχρι το Δεκέμβριο του 1985. Με βάση αυτή την τυχαία εξαφάνιση κατοικίδιων ζώων σε σχέση με τους σεισμούς, δεν φαίνεται πιθανό κανένα σύστημα να προβλέψουν τους σεισμούς χρησιμοποιώντας δημοσιεύματα εφημερίδων για τα κατοικίδια ζώα που εξαφανίζονται.

5. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.1 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ, ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΑ, ΖΩΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΚΑ - ΣΕΙΣΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Ερευνητές της κινεζικής κυβέρνησης χρησιμοποιούν τα κοτόπουλα, τα ψάρια, τα φίδια και τα βατράχια με τα οποία προσπαθούν να προβλέψουν τους σεισμούς, σύμφωνα με δημοσιεύματα ΜΜΕ. Το Σεισμολογικό Γραφείο στην ανατολική πόλη της Nanjing έχει μετατρέψει επτά κτηνοτροφικές μονάδες σε σεισμικούς σταθμούς, σύμφωνα με την εφημερίδα China Daily. Οι κτηνοτρόφοι στις εκμεταλλεύσεις πρέπει να ενημερώνουν σχετικά με τη συμπεριφορά των ζώων δύο φορές την ημέρα, ανέφερε η έκθεση. (Bastian Schweinsteiger, 2011) Αν η συμπεριφορά των ζώων μεταβληθεί θα ήταν δυνατό να υποδείξει τον χρόνο και τον χώρο του επικείμενου σεισμού. Το πρόβλημα όμως που προκύπτει είναι ότι οι κτηνοτρόφοι δεν συνεργάζονται με το επιχείρημα ότι τα ζώα αλλάζουν τις συνήθειες τους όταν έρχονται σε επαφή με τους επισκέπτες. Επίσης, εμπόδιο αποτελούν οι φιλοζωικές οργανώσεις που ενίστανται ότι καταπνύονται τα δικαιώματα των ζώων όταν μελετάται παρατεταμένα η καθημερινότητα τους με την χρήση οργάνων.

Οι Κινέζοι έχουν ξεχωρίσει τα φίδια και θεωρούν ότι είναι τα πλέον ευαίσθητα στους σεισμούς. Τα φίδια αισθάνονται τους σεισμούς σε αποστάσεις έως και 120 χιλιόμετρα μακριά, δύο με τρία 24 ωρα πριν εκδηλωθούν και αντιδρούν με ασυνήθιστες συμπεριφορές. Πριν από τον σεισμό, τα φίδια απομακρύνονται από τις φωλιές τους, ακόμα

και μέσα στο χειμώνα, είναι δυνατόν ακόμα και να πέφτουν πάνω στους τοίχους προσπαθώντας να απομακρυνθούν. Το γεωδυναμικό ινστιτούτο της Νανίνγκ, στα νότια της χώρας, έχει εγκαταστήσει βιντεοκάμερες στα εκτροφεία φιδιών της περιοχής. Η εικόνα μεταδίδεται ζωντανά στο εργαστήριο μέσω ευρυζωνικής διαδικτυακής σύνδεσης, ώστε σε κάθε περίπτωση αν αντιληφθούν κάτι το ασύνηθες να πάρουν τα μέτρα τους.

5.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΩΝ ΜΕ ΟΖΟΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΘΡΑΥΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΖΩΑ

Έρευνες που δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό Applied Physics Letters δείχνουν ότι η θραύση πετρωμάτων εκπέμπει αέρια όζοντος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη σεισμικής δόνησης.

Το όζον παράγεται ταυτόχρονα με τις ηλεκτρικές εκκενώσεις στην ατμόσφαιρα για διάφορους λόγους, όπως από κεραυνό, ή από την θραύση πετρωμάτων, μετά από έντονες πιέσεις. Οι επιστήμονες στο εργαστήριο του Raúl A. Baragiola, καθηγητή μηχανικής και φυσικής στο Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια στην Σχολή Μηχανικής και Εφαρμοσμένων Επιστημών, που έχει συσταθεί για πειράματα που σχετίζονται με την μέτρηση του όζοντος που παράγεται από τη σύνθλιψη ή διάτρηση σε διαφορετικά πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα, όπως γρανίτη, βασάλτη, γνεύσιος, ρυόλιθο και χαλαζίτη. Είναι χαρακτηριστικό ότι κάθε πέτρωμα παράγει διαφορετική ποσότητα όζοντος με την μεγαλύτερη να παράγεται από τον ρυόλιθο.

Με το πέρασμα του χρόνου οι πιέσεις συσσωρεύονται στο υπέδαφος της Γης, οπότε προκαλείται θραύση πετρωμάτων και παραγωγή αερίου όζοντος σε ποσότητα ικανή να παρατηρηθεί. Στο πρόβλημα που ανέκυψε για το αν η προέλευση του όζοντος είναι από μεταβολές της ατμόσφαιρας ή από μεταβολές στην πίεση των πετρωμάτων. Η απάντηση που δόθηκε είναι ότι το όζον που παράγεται από θραύση πετρωμάτων μόνο σε συνθήκες που περιέχουν άτομα οξυγόνου, όπως ο αέρας, το διοξείδιο του άνθρακα και καθαρό μόρια οξυγόνου, που δείχνει ξεκάθαρα ότι προήλθε από τις αντιδράσεις του φυσικού αερίου. Αυτό υποδηλώνει ότι το σπάσιμο πετρώματος μπορεί να ανιχνευθεί με τη μέτρηση του όζοντος.

Ο Baragiola ξεκίνησε να μελετάει τα ζώα, τα οποία μπορεί να είναι ευαίσθητα στην αλλαγή τις συγκέντρωσης του όζοντος, και για αυτό αντιδρούν ποικιλοτρόπως πριν την εκδήλωση σεισμού. Συμπέρανε ότι το όζον που παράγεται από την διάρρηξη των πετρωμάτων μπορεί να ανιχνευτεί από κατάλληλες συσκευές οι οποίες να ενημερώνουν για την έλευση νέου σεισμού. "Εάν η έρευνα δείχνει υψηλά επίπεδα όζοντος στο έδαφος κοντά σε γεωλογικά ρήγματα, μια σειρά από ανιχνευτές όζοντος θα μπορούσαν να παρακολουθούν την απελευθέρωση του από υπόγεια και επιφανειακά ρήγματα », είπε. Το σημαντικό στην έρευνα του Baragiola είναι η σύνδεση της ανίχνευσης του παραγόμενου αερίου όζοντος με

την πρόβλεψη καταστροφών στην εκσκαφή σήραγγας, σε κατολισθήσεις και σε υπόγεια ορυχεία.

5.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΩΝ ΑΠΟ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΑ ΙΟΝΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗ ΤΗΣ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑΣ Ή ΤΗΝ ΘΡΑΥΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΡΩΚΤΙΚΑ Ή ΆΛΛΑ ΕΙΔΗ

Ερευνητική ομάδα παρατήρησε πως διάφορα ζώα στο Περού, όπως τα πούμα και διάφορα εξωτικά πτηνά, έτρεχαν να προστατευτούν ακόμα και μέρες πριν από το σεισμό. Η συμπεριφορά αυτή αποδίδεται από τους επιστήμονες σε αερομεταφερόμενα ιόντα. Τα δεδομένα έδειξαν πως οι σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά των ζώων ξεκίνησαν 23 ημέρες πριν από το σεισμό έντασης 7R που έπληξε την περιοχή γύρω από την πόλη Κονταμάνα το 2011. Τα τρωκτικά ήταν η πιο ευαίσθητη ομάδα ζώων και εξαφανίστηκαν παντελώς οκτώ ημέρες πριν από το σεισμό. Οι επιστήμονες κατέγραψαν την αντανάκλαση ραδιοκυμάτων πολύ χαμηλής συχνότητας (VLF) στην ευρύτερη περιοχή που εκτείνεται γύρω από το επίκεντρο του σεισμού, καθώς και διαταράξεις στην ιονόσφαιρα. Η ιονόσφαιρα αποτελεί τμήμα της γήινης ατμόσφαιρας που χαρακτηρίζεται από υψηλή συγκέντρωση ιόντων και ελεύθερων ηλεκτρονίων, το οποίο έχει τη δυνατότητα αντανάκλασης ραδιοκυμάτων. Οι μεταβολές αυτές άρχισαν να φαίνονται δέκα ημέρες πριν από το σεισμό, ενώ η μεγαλύτερη διακύμανση παρατηρήθηκε έξι ημέρες πριν το σεισμό και συνέπεσε με τη δεύτερη μεγάλη μείωση δραστηριότητας των ζώων. Αυτές οι παρατηρήσεις ενίσχυσαν την άποψη που υποστηρίζει πως η παράξενη συμπεριφορά των ζώων οφείλεται στην παρουσία θετικών ιόντων στον αέρα, τα οποία όμως προκύπτουν ότι παράγονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στην επιφάνεια της Γης τη στιγμή που πραγματοποιείται θραύση των πετρωμάτων στο υπέδαφος. Η διεπιστημονική έρευνα έδειξε ότι αυτά τα ιόντα αυτά προκαλούν αύξηση στα επίπεδα σεροτονίνης στο αίμα, που είναι υπεύθυνη για συμπτώματα όπως φόβος, υπερδιέγερση, κινητικότητα και σύγχυση, κυρίως σε θηλαστικά και πτηνά.

5.4 ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΠΟΥ ΠΑΡΗΓΑΓΑΝ ΟΙ ΑΓΕΛΑΔΕΣ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ ΤΩΝ 9 ΡΙΧΤΕΡ ΤΟ 2011

Οι επιστήμονες εκμεταλλεύτηκαν τα υπάρχοντα δεδομένα σχετικά με την ποσότητα του γάλακτος που παράγεται από αγελάδες γαλακτοπαραγωγής. Η ποσότητα του γάλακτος που παρέχει κάθε μέρα μία αγελάδα καταγράφεται αυτόματα στις εγκαταστάσεις αρμέγματος. Ογδόντα έξι αγελάδες γαλακτοπαραγωγής Holstein χρησιμοποιήθηκαν σε τρεις διαφορετικές θέσεις: Ibaraki Prefecture (340 χιλιόμετρα από το επίκεντρο), στην Kanagawa και στην Shizuoka (μακρύτερα). Εξετάστηκε η παραγωγή γάλακτος για κάθε ημέρα από την 1η Ιανουαρίου 2011, μέχρι τις 31 Μαρτίου 2011.

Το σκεπτικό είναι ότι, αν οι αγελάδες είναι σε θέση να προβλέψουν έναν σεισμό, θα πρέπει να αγχώνονται πριν να γίνει και να παράγουν τελικά λιγότερο γάλα. Η ανάλυση έλαβε

υπόψη της το χρονικό διάστημα από τον τοκετό, τη θερμοκρασία και την υγρασία, διότι όπως είναι γνωστό αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την απόδοση σε γάλα.

Από τα δεδομένα προέκυψε ότι στις πόλεις Kanagawa και Shizuoka ,που βρίσκονται μακριά από το επίκεντρο, δεν υπήρξαν αλλαγές στην παραγωγή γάλακτος στο χρονικό διάστημα μέχρι το σεισμό. Ωστόσο, στο Ibaraki Prefecture, οι αγελάδες παρήγαγαν σημαντικά λιγότερο γάλα στις 11 Φεβρουαρίου, και στο 5ο, 6ο, 7ο, 8ο και ημέρες του Μαρτίου.

Συγκεκριμένα η εγκατάσταση στο Ibaraki έδειξε μειωμένη παραγωγή γάλακτος τουλάχιστον 6 ημέρες πριν τον σεισμό. Η μείωση στην παραγωγή γάλακτος συνεχίστηκε για τέσσερις ημέρες. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή το Ibaraki ήταν η πιο κοντινή γαλακτοπαραγωγική μονάδα στο επίκεντρο. Αν τα παραπάνω συμπεράσματα είναι βέβαια τότε η απόδοση γάλακτος μπορεί να είναι χρήσιμη ως πρόδρομος σεισμού.

Σημαντική παράμετρος που πρέπει να εξεταστεί είναι ότι αυτές οι μειωμένες ποσότητες του γάλακτος πιθανώς δεν προκλήθηκαν από τον φόβο προσεισμών και φαινομένων που τους συνοδεύουν, επειδή κοντά στην τοποθεσία του ινστιτούτου στο Ibaraki Prefecture δεν καταγράφηκε καμία δόνηση από τις 5 έως 8 Μαρτίου του 2011 .Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μπορεί να είναι δυνατό για τα ζώα να ανιχνεύσουν έναν επικείμενο σεισμό αλλά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να επιβεβαιωθεί αυτό και να κατανοήσουμε το μηχανισμό με τον οποίο αυτό συμβαίνει.

Ωστόσο, το πρωτοποριακό του εγχειρήματος της μέτρησης της μεταβολής της ποσότητας του γάλακτος έγκειται στο ότι μελετάται η αντίδραση των ζώων χωρίς παρεμβατικές μεθόδους όπως εισαγωγή αισθητήρων, που μπορούν να αποτελούν πρόσθετο παράγοντα που να επηρεάσει τον οργανισμό του.

6. ΟΙ ΕΙΔΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

6.1 Ηλεκτροεντοπισμός

ο πλατύπους τρέφεται με μικρά ασπόνδυλα που ζουν στον βυθό ποταμών και λιμνών, κι όταν καταδύεται στο νερό τα μάτια, τα αυτιά και τα ρουθούνια του κλείνουν αεροστεγώς. Αισθάνεται τη λεία του με το ρύγχος του, το οποίο φέρει αισθητήρια ικανά να εντοπίζουν ακόμα και μικρές μεταβολές στο ηλεκτρικό πεδίο - όπως και κάθε διατάραξη του νερού- που προκαλείται από την κίνηση των ζωντανών οργανισμών. Ο ηλεκτροεντοπισμός τον κάνει μάλιστα εξαιρετικό θηρευτή που αλιεύει με μεγάλη ακρίβεια.

6.1.1 Ηχοεντοπισμός

Οι νυχτερίδες διαθέτουν μικρά μάτια και αδύναμη όραση, όμως έχουν αναπτύξει την ικανότητα να κυνηγούν με τη βοήθεια του ήχου.(Dr.Junichi Inamoto,2007) Εντοπίζουν

λοιπόν τους υψηλής συχνότητας παλμούς και την ηχώ τους, αποκωδικοποιώντας έτσι την απόσταση και τη διεύθυνση κίνησης των αντικειμένων του περιβάλλοντός τους. Μέχρι και την ταχύτητα κίνησης του εντόμου συλλαμβάνουν με τον ηχοεντοπισμό.

6.1.2 Υπέρυθρες ακτίνες

Πολλά είδη που ανήκουν στην οικογένεια των ερπετών, που κυνηγούν θερμόαιμες λείες, διαθέτουν κατάλληλη εγκεφαλική δομή που επιτρέπει στα φίδια να προσλαμβάνουν την υπέρυθρη ακτινοβολία και να τη χρησιμοποιούν για την εύρεση της τροφής τους. Ακόμα και φίδια που έχουν υποστεί τύφλωση κατορθώνουν να κυνηγούν με μεγάλη ευχέρεια χάρη στις υπέρυθρες ακτίνες, κι αυτό διότι το φάσμα συχνοτήτων πρόσληψης των υπερύθρων είναι τελείως διαφορετικό από το αντίστοιχο του ορατού ηλιακού φωτός, γεγονός που καταδεικνύει ότι οι δύο μηχανισμοί έχουν εξελιχθεί με διαφορετικό τρόπο.

6.1.3 Υπεριώδης ακτινοβολία

Τα έντονα χρώματα των λουλουδιών αποτελούν τον καλύτερο τρόπο να προσελκύσουν τα έντομα, που θα συμβάλουν στη διαδικασία γονιμοποίησής τους. Τα λουλούδια, τα οποία γονιμοποιούνται από τη δράση των μελισσών όταν παρατηρηθούν στο υπεριώδες φάσμα, αποτυπώνουν μοτίβα κατάλληλα σχεδιασμένα να τραβούν τις μέλισσες, διότι στο οπτικό φάσμα των μελισσών υπάρχουν μια σειρά από κύτταρα κατάλληλα να μπορούν να συλλάβουν την υπεριώδη ακτινοβολία.

6.2 Μαγνητικό πεδίο

Οι μέλισσες διαθέτουν κι άλλη αισθητηριακή ειδική ικανότητα που τους δίνει την δυνατότητα να επιστρέψουν στο μελίσσι τους και για να μπορούν να εντοπίσουν τα σημεία που βρίσκονται τα αποθέματα τροφής. Εκτός από τα αισθητηριακά δεδομένα που χρησιμοποιεί η μέλισσα για να κατευθυνθεί στον χώρο, διαθέτει ακόμα έναν μικρό δακτύλιο από μαγνητικά σωματίδια (μαγνητικοί κόκκοι σιδήρου δηλαδή) που δίνει την δυνατότητα στη μέλισσα να αντιλαμβάνεται το μαγνητικό πεδίο της Γης και να καθορίζει μέσω αυτού να προσδιορίζει με ακρίβεια τη θέση της.

6.3 Πόλωση

Οι άνθρωποι δεν μπορούν να διακρίνουν με γυμνό οφθαλμό την πόλωση του ηλιακού φωτός δηλαδή τη σταδιακή μείωση της έντασης της ακτινοβολίας του φωτός κατά την ανάκλαση ή τη διάθλασή τους. Αυτό επιτυγχάνεται διότι τα φωτοευαίσθητα κύτταρα που έχουν στα μάτια μας δεν είναι τοποθετημένα με κατάλληλο τρόπο. Τα χταπόδια όμως διαθέτουν τα αντίστοιχα κύτταρα κατάλληλα προσανατολισμένα, επιτρέποντάς τους να βλέπουν το πολωτικό φως ευθυγραμμίζοντας τα φωτοευαίσθητα κύτταρα. Διαθέτοντας αυτή την ικανότητα ανταποκρίνονται στις ανάγκες για το κυνήγι της λείας τους, όταν πρόκειται για διαφανείς οργανισμούς. Έτσι, το φως που περνάει κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας διαθλάται και αποκτά έναν πολωτικό παράγοντα, τον οποίο και διακρίνουν πολλά είδη χταποδιών.

6.4 Αισθητηριακή ασπίδα

Ο άνθρωπος μπορεί να αισθανθεί όλα τα μέρη του σώματός του, μέσω των κυττάρων της επιδερμίδας, που είναι ευαίσθητα σε απτικά ερεθίσματα. Αν όμως το ανθρώπινο σώμα καλυφθεί με πανοπλία, το μεγαλύτερο μέρος της ευαισθησίας αυτής θα χαθεί. Οι αράχνες, όπως και πολλά άλλα αρθρόποδα, διαθέτουν φυσική πανοπλία που προστατεύει το σώμα τους. Παρόλα αυτά διατηρούν την αίσθησή τους μέσω μικρών σχισμών στην «πανοπλία» τους, οι οποίες υπολογίζουν το μέτρο της πίεσης που δέχονται από εξωτερικά ερεθίσματα.

6.5 Εντοπισμός μέσω γεύσης

Στον ανθρώπινο οργανισμό η γεύση είναι μια αίσθηση περιορισμένη στον βαθμό των ερεθισμάτων που μπορεί να εντοπίσει. Στα γατόψαρα. Όμως είναι η κυρίαρχη αίσθηση, καθώς όλο τους το σώμα είναι καλυμμένο με γευστικούς κάλυκες. Διαθέτουν περισσότερους από 175.000 γευστικούς υποδοχείς και μπορούν να γευτούν σε όλες τις δυνατές διευθύνσεις. Αυτή η ικανότητα δίνει στο γατόψαρο την μοναδική ικανότητα να εντοπίζει τη λεία του από μεγάλη απόσταση, αλλά και να καταλαβαίνει την κατεύθυνση της κίνησης.

6.6 Τυφλό φως

Τα ζώα που αναπτύσσονται και συνεχίζουν να ζουν σε σκοτεινά περιβάλλοντα είτε διαθέτουν υποτυπώδη όραση είτε είναι εντελώς τυφλά. Το ψάρι *Astyanax Mexicanus* ζει σε σκοτεινά υποθαλάσσια σπήλαια έχει χάσει τελείως την όρασή του. Ωστόσο δεν είναι τυφλό, διότι έχει αναπτύξει μια μέθοδο εντοπισμού ακόμα και των πιο ανεπαίσθητων αλλαγών στη μείωση του φωτός. Μετρά δηλαδή τους διαφορετικούς βαθμούς απουσίας του φωτός, ικανότητα που τους επιτρέπει τόσο να αποφεύγει τους θηρευτές του όσο και να συλλαμβάνει τη λεία του.

6.7 Μάτι-κανονάκι σάρωσης

Στη φύση υπάρχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία από σχηματισμούς ματιών. Οι τρόποι δε που προσλαμβάνουν και αποκωδικοποιούν τα είδωλά τους είναι ακόμα περισσότεροι. Ένα συνηθισμένο οπτικό σύστημα των έμβιων οργανισμών αποτελούνται από έναν φακό και μια βάση από φωτοευαίσθητα κύτταρα πάνω στα οποία αποτυπώνεται το είδωλο του προβαλλόμενου κόσμου. Για να εστιάσει στην εικόνα, ο φακός μπορεί να αλλάξει σχήμα, όπως στους ανθρώπους, να μετακινηθεί μπρος-πίσω, όπως στα χταπόδια. Εντύπωση, προκαλεί ωστόσο η μελέτη του τρόπου που βλέπει τον κόσμο ένα είδος οστρακόδερμου, το *Copilia Quadrata*, καθώς τα μάτια του διαθέτουν δύο σταθερούς φακούς και ένα κινητό φωτοευαίσθητο σημείο. Μετακινεί τα κύτταρα-ανιχνευτές και «χτίζει» το είδωλο σαν μια σειρά από φωτεινές κουκκίδες, μετρώντας τα επίπεδα του φωτός σε μια σειρά από θέσεις.

7. Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΗΜΕΡΑ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ

Στην ομάδα τριών επιστημόνων απονεμήθηκε το βραβείο Νόμπελ Ιατρικής και Φυσιολογίας για το έτος 2014. Οι επιστήμονες Τζον Ο' Κιφ και οι Μεί Μπριτ Μόζερ και Εντβαντ Μόζερ τιμήθηκαν με την ανώτατη διάκριση της ιατρικής επιστήμης επειδή με τις εργασίες τους κατάφεραν να αποκρυπτογραφήσουν τους μηχανισμούς του εγκέφαλου με τους οποίους αντιλαμβάνομαστε τη θέση μας και ότι έχουμε την δυνατότητα να

μετακινηθούμε από ένα σημείο στο άλλο, μέσα από πειράματα στον εγκέφαλο ποντικών. Οι βραβευθέντες ανακάλυψαν τα κύτταρα που μας επιτρέπουν να προσανατολιζόμαστε και να αξιολογούμε τις αποστάσεις.

Μάλιστα τα συμπεράσματά τους μπορεί να βοηθήσουν ώστε να αντιληφθούμε γιατί οι πάσχοντες από τη νόσο του Αλτσχάιμερ δεν αναγνωρίζουν το περιβάλλον τους. Όπως αναφέρει η έκθεση της επιτροπής του βραβείου Νομπέλ «οι ανακαλύψεις τους μπορεί να επέλυσαν ένα πρόβλημα το οποίο απασχολούσε επί αιώνες, φιλοσόφους και επιστήμονες».

Το 1971 ο καθηγητής Τζον Ο' Κιφ του University College του Λονδίνου ανακάλυψε το πρώτο μέρος του εσωτερικού συστήματος προσδιορισμού θέσης του εγκεφάλου. Απέδειξε με τα πειράματά του ότι μία ομάδα εγκεφαλικών κυττάρων ποντικίου δραστηριοποιούνταν κάθε φορά που το πειραματόζωο βρισκόταν σε συγκεκριμένο σημείο μέσα στο δωμάτιο, ενώ όταν το ποντίκι βρισκόταν σε διαφορετική τοποθεσία, πάντα μέσα στο δωμάτιο, ενεργοποιείτο μία διαφορετική ομάδα εγκεφαλικών κυττάρων. Ο καθηγητής Ο' Κιφ υποστήριζε ότι αυτά τα λεγόμενα «κύτταρα τοποθεσίας», τα οποία βρίσκονται στον ιππόκαμπο, δημιουργούν στο εσωτερικό του εγκεφάλου ένα είδος χάρτη.

Το 2005, τα ζεύγη Μέι - Μπριτ και Εντβαρντ Μόζερ ανακάλυψαν μία διαφορετική περιοχή του εγκεφάλου που λειτουργεί σαν ναυτικός χάρτης. Τα «κύτταρα πλέγματος» που αποτελούν την περιοχή είναι παρόμοια με τις γραμμές του γεωγραφικού μήκους και πλάτους και επιτρέπουν στον εγκέφαλο να ορίσει τη θέση του μέσα στον χώρο και να οριοθετήσει τις αποστάσεις.

7.1 ΔΙΕΠΑΦΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΓΙΑ ΤΑ ΖΩΑ

7.1.1 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Το μεγαλύτερο ερώτημα είναι το πώς να καταγράψει τα δεδομένα από μεγάλες ομάδες ζώων, αξιοποιώντας τις εξελίξεις στην τεχνολογία, χωρίς να επηρεάζουν την καλή διαβίωση των ζώων και χωρίς να παρεμβαίνει στη φυσική τους συμπεριφορά.

Η έρευνα έχει δείξει ότι η τοποθέτηση αισθητήρων όπως συσκευές biotelemetric σε ζώα μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες για την ευημερία τους, να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους και, με τον τρόπο αυτό, να ακυρώσει οποιαδήποτε δεδομένα συλλέγονται.

Μια καλύτερη επιλογή θα ήταν να παρακολουθούνται οι αλλαγές στη συμπεριφορά των ζώων γύρω από τα ενδιαυτήματά τους μέσω αισθητήρων περιβάλλοντος, όπως ανιχνευτές κίνησης. Τα δεδομένα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνεύσουμε αυτόματα τυχόν απόκλιση από τα κανονικά σχέδια συμπεριφοράς.

7.2.2 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ CLOUD COMPUTING

Η σοφία του πλήθους έχει τεθεί σε χρήση μέσω της πρακτικής της crowdsourcing, όπου το Διαδίκτυο χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει ένα μεγάλο και ευρύ φάσμα χρηστών, προκειμένου να αναλάβει μια συγκεκριμένη εργασία. Για παράδειγμα, η ανάλυση των εγγράφων Wikipedia, η διεξαγωγή επιστημονικών έργων από πολίτες, ή δημιουργία ταμειακών ροών μέσω πλήθους, με προμήθεια.

Αυτό είναι ακριβώς αυτό το είδος της έννοιας θα πρέπει να επεκταθεί και σε ζώα, προκειμένου να παρακολουθήσουν συλλογικές αλλαγές στη συμπεριφορά τους. Η τεχνολογία του cloud computing, η οποία απαιτείται για ένα τέτοιο έργο, είναι ήδη διαθέσιμη στο εμπόριο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ελαστική κλίμακα για το μέγεθος του δείγματος που απαιτείται.

Η προκαταρκτική εργασία για το είδος του συστήματος που χρειαζόμαστε έχει πραγματοποιηθεί ως μέρος ενός συνεχιζόμενου προγράμματος έρευνας για την ασφάλεια. Το έργο αυτό σχεδιάζει συστήματα λογισμικού που βασίζονται σε σύννεφο για να αναγνωρίσουν αλλαγές που μπορεί να έχουν συνέπειες για την προστασία και την ασφάλεια και να προσαρμοστούν σε αυτές.

Το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αισθητήρες για την ανίχνευση μεγάλων ομάδων ζώων σε συγκεκριμένες περιοχές, να παρακολουθεί την ταχύτητα και το είδος της κίνησής τους, ή ανιχνεύουν μεταβολές σε ήχους ή κραυγές τους. Βεβαίως, θα πρέπει να καταστήσει τα δεδομένα ασφαλή, έτσι ώστε για παράδειγμα, δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να προκαλέσει βλάβη στα ζώα (για παράδειγμα, μέσω της λαθροθηρίας).

Θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε εργαλεία που χρησιμοποιούνται συνήθως για τις διεπαφές ανθρώπου-υπολογιστή, για τα ζώα. Η χρήση αυτών των διεπαφών για τα ζώα θα μπορούσε να εξηγήσει το πώς μπορούν να προβλέψουν τους σεισμούς. Επίσης θα μπορούσαν να δείξουν ότι υπάρχουν πολλά άλλα πράγματα που μπορούμε να μάθουμε από τα ζώα.

Συμπεραίνοντας, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία του cloud computing ώστε κάθε πολίτης και κάθε ερευνητική ομάδα να μπορεί να δώσει ή να συλλέξει δεδομένα που παρατηρούνται από αυτόπτες μάρτυρες ή από αισθητήρες.

Αν τα παραπάνω μπορούν να συνδυαστούν με την ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού που θα χρησιμοποιεί αυτές τις διεπαφές με τα ζώα, τότε θα συλλέξουμε πλήθος πληροφοριών χρήσιμες για την πρόβλεψη σεσμικών γεγονότων, μετεωρολογικών μεταβολών και ίσως και πληροφοριών που δεν έχουμε φανταστεί.

7.3 ΔΙΚΤΥΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΙ E-MAIL

Απαιτείται περισσότερη έρευνα και έχει ήδη καθυστερήσει πολύ, είπε ο Sheldrake, ο οποίος προτείνει μια ειδική τηλεφωνική γραμμή ή μία τοποθεσία Web, όπου οι άνθρωποι θα μπορούν να καλέσουν ή να γράψουν αν έβλεπαν παράξενη συμπεριφορά στα ζώα τους. Ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής θα αναλύει τα εισερχόμενα μηνύματα με σκοπό να προσδιοριστεί η προέλευσή τους. Μια ξαφνική αύξηση των κλήσεων ή των e-mail από μια συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να σημαίνει ότι ένας σεισμός επίκειται.

Οι πληροφορίες θα πρέπει να ελέγχονται για να βεβαιωθεί ότι οι παρατηρήσεις δεν προκλήθηκαν από άλλες περιστάσεις που είναι γνωστό ότι επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζώων, όπως πυροτεχνήματα, ή αλλαγές στις καιρικές συνθήκες, ώστε να αποφευχθεί η έκδοση ψευδούς προειδοποίησης. Εννοείται πως αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες συσκευές παρακολούθησης, όπως σεισμολογικές μετρήσεις.

Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα κινητοποιήσει την προσοχή και την σκέψη εκατομμυρίων ανθρώπων, θα ενθαρρύνει τη συμμετοχή του κοινού σε μία μεγάλη κλίμακα έρευνα και θα ήταν εποικοδομητικό. Ο λόγος της καθυστέρησης αυτής της έρευνας δεν είναι οι απαιτούμενοι οικονομικοί πόροι, αλλά ο δογματισμός και η στενοκεφαλιά.

8. ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Λόγω της επιτυχίας στην παρακολούθηση της ασυνήθιστης συμπεριφοράς των ζώων για την πρόβλεψη ορισμένων σεισμών, οι Κινέζοι, οι οποίοι έχουν πρωτοπορήσει σε αυτό τον τομέα, έχουν εξετάσει τρόπους για να κατασκευάσουν μέσα και όργανα μέτρησης που αντιγράφουν τα αισθητήρια όργανα των ζώων. Με αυτά θα είναι σε θέση να παρακολουθούν τις αισθήσεις και τα ερεθίσματα που προκαλούνται πριν από έναν σεισμό.

Φυσικά ερεθίσματα προέρχονται από τη γη πριν από έναν σεισμό και αυτά πρέπει να είναι ερεθίσματα που τα ζώα μπορούν να αισθανθούν. Έτσι, η συμπεριφορά του ζώου μπορεί να

διαφοροποιείται όταν αυτό αντιλαμβάνεται μεταβολές του μαγνητικού πεδίου που συμβαίνουν πριν ένα μεγάλο σεισμό.

Πριν την εκδήλωση ενός σεισμού παράγονται ηλεκτρικά σήματα . Οι συχνότητες αυτών των ηλεκτρικών διαταραχών είναι πολύ χαμηλές, μικρότερες από 10Hz κι είναι γνωστά ως ULF στη σχετική βιβλιογραφία. Οι μετρήσεις ULF αφορούν μέτρο σύγκρισης ηλεκτρικών μεταβολών. Κάθε μεταβολή του ηλεκτρικού πεδίου, όμως προκαλεί στη συνέχεια μεταβολή του αντίστοιχου μαγνητικού πεδίου, οπότε γίνεται μέτρηση της μαγνητικής συνιστώσας η οποία επάγεται από την ηλεκτρική μεταβολή. Οι επικρατέστεροι μηχανισμοί ερμηνείας για την εμφάνιση των ULF ηλεκτρικών προσεισμικών διαταραχών είναι το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, η στρέψη διπόλων στους κρυστάλλους, η μετανάστευση οπών υπεροξειδίου σε ορυκτά και το ηλεκτροκινητικό φαινόμενο.

8.1 Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο

Όταν ένα υλικό υποστεί κρυστάλλωση και πάρει ασύμμετρη κρυσταλλική δομή έχει την ιδιότητα του πιεζοηλεκτρισμού. Η τάση για παραμόρφωση ενός κρυστάλλου αυτού του είδους έχει ως αποτέλεσμα, λόγω της ασυμμετρίας του, την μετακίνηση ηλεκτρικού φορτίου από το κρυσταλλικό πλέγμα προς τα άκρα του και στη συνέχεια στον γήινο φλοιό. Με αυτό τον τρόπο στα άκρα του κρυστάλλου εμφανίζεται ηλεκτρική διαφορά δυναμικού.

8.2 Η στρέψη διπόλων στους κρυστάλλους

Μέσα στο κρυσταλλικό πλέγμα των υλικών, γύρω από τα σημεία συνήθως που υπάρχουν προσμείξεις ξένων υλικών, εμφανίζονται πλεγματικές ατέλειες, σημεία δηλαδή παραμόρφωσης του κρυσταλλικού πλέγματος (Dr.Shinji Kagawa,2010). Σε αυτά τα σημεία η παραμόρφωση προκαλεί τη δημιουργία ηλεκτρικών διπόλων που υπό συνθήκες ισχυρών πιέσεων που ασκούνται στον κρύσταλλο στρέφονται με τάση την εναρμόνιση της κρυσταλλικής συμμετρίας. Μετά την υπέρβαση μιας κρίσιμης τιμής της πίεσης τα ηλεκτρικά δίπολα στρέφονται ομαδικά με τάση να αποκτήσουν κοινό προσανατολισμό. Με αυτό τον τρόπο αναδύεται ηλεκτρικό σήμα η διάρκεια του οποίου ταυτίζεται με τη διάρκεια στρέψης τους.

8.3 Η μετανάστευση οπών υπεροξειδίου (OO) σε ορυκτά

Τα πυριγενή ορυκτά που έχουν υποστεί υψηλού βαθμού μεταμορφώσεις εμφανίζουν ως θεμελιώδη πλεγματική ατέλεια ένα επιπλέον οξυγόνο . Η συγκεκριμένη ατέλεια του ζεύγους των οξυγόνων αποτελεί μία λανθάνουσα θετική οπή που είναι παγιδευμένη στο πέτρωμα. Όταν το πέτρωμα υπόκειται πιέσεις, τότε οι δεσμοί ανάμεσα στα δύο άτομα του οξυγόνου σπάνε και τότε εμφανίζονται οι οπές ως φορείς θετικού φορτίου και υπό αυτή την πίεση κινούνται με ταχύτητα περίπου 200 μέτρων ανά δευτερόλεπτο. Έτσι διατρέχουν εύκολα το νωπό έδαφος και διανύουν ταχύτατα αποστάσεις χιλιομέτρων.

8.4 Το ηλεκτροκινητικό φαινόμενο

Η αύξηση της πίεσης στα πετρώματα με πορώδη υλικά που περιέχουν νερό δεν είναι συμμετρική και ομογενής. Αυτή η ανομοιογενής κατανομή των πιέσεων προκαλεί

την ωσμωτική κίνηση του νερού εντός του πορώδους υλικού και προκαλεί διαφορά ηλεκτρικών δυναμικών κατά μήκος της ωσμωτικής ροής. Με αυτό τον τρόπο εξηγούνται τα ηλεκτρικά ρεύματα που διαρρέουν τα γειτονικά πετρώματα μαζικά και μπορούν να ανιχνεύονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Βιβλιογραφικά φαίνεται πως αρκετές χώρες διενεργούν μετρήσεις ULF και προσπαθούν να συνδυάσουν τις διαταραχές που εντοπίζουν με σεισμούς που τις ακολουθούν. Ταυτόχρονα με την ομάδα BAN που ερευνά τις ηλεκτρικές προσεισμικές διαταραχές στον ελλαδικό χώρο γίνεται αντίστοιχη έρευνα στο Μεξικό, την Ιαπωνία, την Αρμενία, την Ινδονησία, τη Ρωσία και την Ιταλία.

Τα ηλεκτρικά προσεισμικά σήματα που διερευνώνται με τη μέθοδο BAN ονομάζονται SES κι εξηγούνται με τα πρώτα δύο μοντέλα. Η κατεύθυνση των ηλεκτρικών προσεισμικών σημάτων είναι διαφορετική μέχρι να φτάσουν στην επιφάνεια όπου και ανιχνεύονται με τον τρόπο που ακολουθεί το κάθε μοντέλο. Τα SES μετά την ανάδυσή τους στην επιφάνεια πιθανολογείται ότι μεταφέρονται μέσω διαδοχικών εσωτερικών ανακλάσεων και κυματοδηγών που σχηματίζονται στα ρήγματα με την παρουσία νερού και ιόντων. Τα SES είναι πολωμένα και προερχόμενα από διαφορετικά ρήγματα αποκτούν και διαφορετικό προσανατολισμό. Τα ρεύματα οπών έχουν την ιδιότητα να ανεβαίνουν απευθείας στην επιφάνεια, για ρηχούς σεισμούς. Οι μαγνητικές συνιστώσες των ULF διαταραχών έχουν την ιδιότητα να διαδίδονται σε περιοχές που οι ηλεκτρικές αδυνατούν, όπως στην περίπτωση που προκύπτουν μέσα από τη θάλασσα.

Τέτοιες αλλαγές γίνονται αισθητές από την μεταφορά ενέργειας στα ηλεκτρόνια, τα οποία προκαλούν αλλαγές στην κυτταρική συμπεριφορά ή απόκριση. Το ζωντανό κύτταρο είναι ουσιαστικά μια ηλεκτρική συσκευή και τα αισθητήρια όργανα είναι όλα διασυνδεδεμένα. Ηλεκτρομηχανικές αλλαγές που συμβαίνουν πριν από την έλευση ενός μεγάλου σεισμού μπορεί να ανιχνεύεται από ορισμένα ζώα, να υφίστανται επεξεργασία και στη συνέχεια ενστικτωδώς να ερμηνεύονται. Επομένως, τα ζώα μπορούν να έχουν τα μέσα και την ευαισθησία να διακρίνουν τα πρόδρομα απειλητικά σήματα ενός επικείμενου σεισμού, ενεργοποιώντας έτσι ένα πρότυπο συμπεριφοράς για την επιβίωση. Τα πειράματα που γίνονται με νέα μέσα και ηλεκτρονικούς αισθητήρες στερεάς κατάστασης, χρησιμοποιώντας μικροσκοπικά κρύσταλλα του μαγνητίτη που ενσωματώνονται σε αισθητήρια όργανα στα κεφάλια τους, έχουν σκοπό να προσδιορίσουν με ακρίβεια τον μηχανισμό της ανταπόκρισης των ζώων στα επικείμενα καταστροφικά γεγονότα.

Το όφελος από μια τέτοια ανακάλυψη θα ήταν η αντιγραφή του μηχανισμού των αισθητήριων αποκρίσεων των ζώων που θα οδηγήσει στην κατασκευή εξίσου ευαίσθητων οργάνων που να μπορούν να καταγράψουν και να παρακολουθήσουν αυτές τις πρόδρομες μεταβολές. Έτσι, η παρατήρηση και η μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων θα μπορούσε να οδηγήσει σε κατασκευή οργάνων που προβλέπουν τον σεισμό.

Ωστόσο οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι είναι πολύ δύσκολο να κατανοήσουμε τον μηχανισμό απόκρισης στα ερεθίσματα που προκύπτουν, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι ανέφικτο. Η συνεχής μελέτη σε συνδυασμό με τα νέα μέσα και τους πιο σύγχρονους

αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι λόγοι που μας επιτρέπουν να αισιοδοξούμε.

8.5 Πρόδρομα γεωχημικά φαινόμενα που σχετίζονται με την αύξηση της θερμότητας και την εκπομπή ραδονίου

Ήδη σε πολλές περιοχές ανά τον πλανήτη είναι εγκατεστημένα δίκτυα και σταθμοί που παρακολουθούν παραμέτρους του εδάφους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Εκεί γίνεται ανάλυση των πρόδρομων χημικών ουσιών, της θερμοκρασίας του νερού και του εδάφους.

Συγκεκριμένα μία μέθοδος ανίχνευσης της κινητικότητας των τεκτονικών τάσεων είναι ο εντοπισμός της τοπικής αύξησης της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φλοιού και μετριέται από δορυφόρους. Στον ισχυρό σεισμό της Αθήνας τον Σεπτέμβριο του 1999 για παράδειγμα, ο χώρος που παρατηρείται η συγκέντρωση των τάσεων είναι το λεκανοπέδιο της Αττικής. Σε μια νέα προσπάθεια ερμηνείας του φαινομένου, ο Friedmann Freund της NASA θεωρεί πως η υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπεται και στη συνέχεια συλλαμβάνεται από τους δορυφόρους, δεν οφείλεται σε πραγματική αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του φλοιού. Σύμφωνα με αυτή την ερμηνεία, η εκπομπή είναι συνέπεια της κβαντικής αποδιέγερσης που γίνεται κατά τη χημική επανασύνδεση φορέων θετικού φορτίου (οπών) που προέρχονται από τα πιο βαθιά στρώματα μέχρι την επιφάνεια του φλοιού με ταχύτητα 200 μέτρων το δευτερόλεπτο. Τα φορτία προκύπτουν ως αποτέλεσμα της αύξησης των τεκτονικών τάσεων, γεγονός που δίνει ενδείξεις για επερχόμενο σεισμό. Αυτή η εκπομπή εξαπλώνεται επιφανειακά σε έκταση ως και 500 x 500 τετραγωνικών χιλιομέτρων για πολύ μεγάλα σεισμικά γεγονότα και σταματά σχεδόν άμεσα μετά τον σεισμό και τους μετασεισμούς. (Τσελέντης, 1997)

Σε κάποιους σεισμούς εμφανίζεται το ραδιενεργό στοιχείο ραδόνιο πριν τον σεισμό αλλά και σε μικρότερες ποσότητες μετά τον σεισμό. Το ραδόνιο ανήκει στην ομάδα των ευγενών αερίων και δεν συμμετέχει στον σχηματισμό χημικών ενώσεων. Επίσης είναι ραδιενεργό και έχει χρόνο ημιζωής 3,8 ημέρες. Αυτός είναι ο λόγος που ανιχνεύεται εύκολα και εμφανίζεται στην αλυσίδα μετάπτωσης του ραδιενεργού ουρανίου εντός των πετρωμάτων. Εκεί παραμένει εγκλωβισμένο για μερικές ημέρες ώσπου να διασπαστεί ραδιενεργά ή να ελευθερωθεί ταυτόχρονα με τις θραύσεις των υλικών. Η έκλυση του ραδονίου παρατηρείται σε περιοχές σε όλη την υφήλιο πριν από σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα και είναι δείκτης υποκείμενων ρηγμάτων. Το ραδόνιο ανιχνεύεται σε αναθυμιάσεις αερίων από το έδαφος, σε θερμές πηγές και υπόγεια νερά. Για την ανίχνευση έχουν αναπτυχθεί δύο τύπων μεθοδολογίες και με αντίστοιχα προτεινόμενα μοντέλα μπορούμε να έχουμε πληροφορίες για το χρόνο έλευσης, την απόσταση του επικέντρου και το μέγεθος του σεισμού που προετοιμάζεται. Έχει παρατηρηθεί πως ως αποτέλεσμα της αύξησης των τάσεων κατά τα στάδια προετοιμασίας της σεισμικής ακολουθίας η συγκέντρωση του ουρανίου που απεγκλωβίζεται και παρασύρεται στα υπόγεια νερά αυξάνεται παροδικά και έτσι οι συγκεντρώσεις του ραδονίου που ελευθερώνεται εμφανίζονται για ένα ακόμη λόγο μεγαλύτερες πριν από το σεισμό.

ο Dr. Friedemann Freund από τη NASA παρατήρησε και την έντονη αλληλεπίδραση του ραδονίου με τις οργανικές ενώσεις. Έτσι προέκυψε η αντίληψη ότι τα ερπετά που εφάπτονται του γήινου φλοιού ενοχλούνται και δηλητηριάζονται από το τοξικό αέριο με αποτέλεσμα να απομακρύνονται από τις φωλιές τους και χτυπιούνται φαινομενικά αναίτια. Με τον ίδιο τρόπο εξηγούνται και οι συμπεριφορές τρωκτικών που επιλέγουν για φωλιά τα φυσικά κοιλώματα και τις υπόγειες σπηλιές.

8.6 Αναφορές για περίεργη συμπεριφορά ζώων κατά την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους και παραγωγής αέριων

Στην Medola, η θερμοκρασία του εδάφους είχε φτάσει τους 50 βαθμούς κελσίου αμέσως μετά τον πρώτο σεισμό της 20ης Μαΐου. "Οι αγρότες, λέει ο Quattrocchi (διευθυντής ερευνών του Εθνικού Ινστιτούτου Γεωφυσικής και Ηφαιστειολογίας της Ιταλίας INGV), έχουν δει την ανάπτυξη του καλαμποκιού με εντυπωσιακούς ρυθμούς για λίγες ημέρες πριν από το σεισμό. Στη συνέχεια, τα φυτά πέθαναν και μετά δημιουργήθηκαν κύκλοι γύρω από την βλάστηση. Σε αυτή την περιοχή μετρήσαμε τις εκπομπές μεθανίου και ήταν έως και 100 φορές υψηλότερες από τις κανονικές." Η αυξημένη εκπομπή τοξικών αερίων από τα υπόγεια και η μεγάλη διακύμανση στην θερμοκρασία του εδάφους καθώς και τα νεκρά ψάρια στις λίμνες και στα κανάλια παρατηρήθηκαν σε όλη την έκταση της περιοχής που επλήγησαν από το σεισμικό σμήνος. Υπέφεραν κυρίως η πέρκα και το γατόψαρο, τα οποία ζουν κοντά στο βυθό.

Ακόμα, παρατηρήθηκαν χελώνες να φεύγουν από τη λίμνη λίγο πριν το σεισμό. Ένας αγρότης είπε εντυπωσιασμένος: "Τρεις μέρες πριν από την 20η του Μαΐου όλα τα κοτόπουλα ξαφνικά σταμάτησαν να κάνουν αυγά. Δεν είχε συμβεί ποτέ πριν." Σε πολλές περιοχές που χτυπήθηκαν από τον σεισμό οι ερευνητές έχουν συλλέξει στοιχεία από την αλλαγή του επίπεδου νερού στα πηγάδια. "Μερικά είχαν ανέβει ακόμη και 1,5 ή 2 μέτρα" λέει ο Quattrocchi. "Ήταν ένα σημάδι που έδειχνε ότι κάτω από την επιφάνεια είχαμε συμπίεση των ρηγμάτων, που έκανε το έδαφος να αυξηθεί κατά 15 εκατοστά στην Mirandola, όπως παρατηρήθηκε από τους δορυφόρους." Κάποια από αυτά τα σήματα θα ήταν προφανώς επαρκή για να προβλέψουμε ένα σεισμό, και εκκενώσουμε την περιοχή.

Στη δημιουργία αυτού του δικτύου κρίνεται σημαντική η παρατήρηση της συμπεριφοράς των ζώων και άλλων παραμέτρων που πιθανότατα να σημαίνει ότι ήδη έχουν τελεστεί μεταβολές στον ηπειρωτικό ή ωκεάνιο φλοιό που να σηματοδοτούν έναν επικείμενο σεισμό. Η σημασία της σήμερα είναι ακόμα πιο μεγάλη καθώς σε συνθήκες οικονομικής επιβράδυνσης είναι δυσκολότερο να βρεθούν οι πόροι για εξοπλισμούς που θα τοποθετηθούν μόνιμα και επί μακρόν σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Αν συνυπολογίσουμε και το πλήθος των σειсмоγενών περιοχών και την έκταση τους, τότε το κόστος μόνιμης εγκατάστασης γίνεται δυσβάσταχτο. Έτσι ο μηχανισμός -παρατήρηση της αλλαγής της συμπεριφοράς των ζώων, εγκατάσταση δικτύου σταθμών παρακολούθησης πρόδρομων γεωχημικών φαινομένων, μελέτη και ανάλυσή τους, πρόβλεψη επερχόμενου σεισμού- να είναι ένας οικονομικός και ταυτόχρονα αποδοτικός τρόπος αντιμετώπισης.

9. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ

9.1 ΔΙΑΦΥΓΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

Το πετρέλαιο και τα περισσότερα προϊόντα του έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα ότι μεταφέρονται εύκολα. Ο γρηγορότερος και ευκολότερος τρόπος είναι με τους πετρελαιοαγωγούς, με τους οποίους συνήθως μεταφέρεται αργό πετρέλαιο και διυλισμένα προϊόντα. Σε διάφορα σημεία του δικτύου των αγωγών υπάρχουν αντλίες που χρησιμεύουν στη διακίνηση των υγρών προϊόντων μέσα από τους αγωγούς. Έτσι κατά την διέλευση του σεισμικού κύματος παρατηρούνται μετατοπίσεις τεμαχών, εδαφικές διαρρήξεις, παραμορφώσεις και ρευστοποιήσεις, που έχουν σαν αποτέλεσμα την παραμόρφωση και θραύση των αγωγών και τελικά την ρύπανση των υδάτων και του υπεδάφους. Αν αναλογιστούμε ότι η διαρροή των τοξικών ουσιών λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια ενός καταστροφικού σεισμού με ανθρώπους εγκλωβισμένους σε ερείπια, γίνεται κατανοητό ότι προέχει η προστασία των κατοίκων από τις αρχές και οι ενέργειες απορρύπανσης καθυστερούν με αποτέλεσμα η ρύπανση να εξαπλώνεται σε ευρύτερες περιοχές.

9.2 ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Μετά την εκδήλωση ενός καταστροφικού σεισμού εκδηλώνεται συνήθως ένας σημαντικός αριθμός κατάρρευσης κάθε είδους κτιρίου με αποτέλεσμα την συσσώρευση μεγάλης ποσότητας υλικών. Σ' αυτά συμπεριλαμβάνονται τα οικοδομικά υλικά (που προκύπτουν από τα κτίρια που κατάρρευσαν άμεσα ή δεν κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού αλλά κρίνονται στην συνέχεια κατεδαφιστέα) καθώς και βιομηχανικά υλικά που προκύπτουν από κατάρρευση βιομηχανικών μονάδων και από πυρκαγιές που εκδηλώνονται λόγω τριβών ή ηλεκτρικών σπινθήρων σε εύφλεκτα υλικά .

Από τα στερεά απορρίμματα προκαλείται ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων καθώς και μεταφέρονται τοξικές ουσίες. Άλλος τρόπος ρύπανσης είναι η μεταφορά στερεών απορριμμάτων σε λίμνες και θάλασσες. Επίσης, κατά την κατάρρευση των κτηρίων προκαλείται ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς παράγεται σκόνη και οξείδια του θείου και του αζώτου που περιέχονται στα οικοδομικά υλικά. Τα πτώματα ανθρώπων και ζώων αποσυντίθενται και αποτελούν πρόσθετη εστία ρύπανσης.

9.3 ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ένα πυρηνικό ατύχημα μπορεί να συμβεί σ' έναν αντιδραστήρα με το εξής σενάριο : μετά από έναν καταστροφικό σεισμό ή το τσουνάμι που θα ακολουθήσει ένας κύριος ψυκτικός σωλήνας του πυρηνικού αντιδραστήρα ραγίζει και διαφεύγει ψυκτικό μέσο με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας στην καρδιά του αντιδραστήρα . Λόγω της μεγάλης θερμοκρασίας τήκεται ο αντιδραστήρας που περιέχει ραδιενεργά μεγάλης θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να προκαλούνται εκρήξεις ατμού ενώ ταυτόχρονα λιωμένο ουράνιο εξακολουθεί να καίγεται προχωρώντας σε βάθος μέσα στη γη. Τα αέρια που

παράγονται εξασκούν μεγάλες τάσεις και οι εκρήξεις που προκαλούνται μπορούν να ανατινάξουν ολόκληρη την εργοστασιακή μονάδα.

Η ραδιενέργεια θα εξαπλωθεί γρήγορα σε μεγάλες αποστάσεις και θα μολύνει το σύνολο της βιόσφαιρας (έδαφος, καλλιέργειες, τον υδροφόρο ορίζοντα, τη θάλασσα και μεγάλο μέρος της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής). Υπάρχουν πολλές μετρήσεις ραδιενέργειας σε δείγματα από γρασίδι που έδειξαν τιμές μέχρι και 160% μεγαλύτερες από τις φυσιολογικές παρόμοιες μετρήσεις έχουν γίνει και στο γάλα. Γενικά, έχουν μετρηθεί κατ' επανάληψη υψηλές τιμές ραδιενέργειας σε αγροτικά προϊόντα όπως ρύζι, σιτάρι, πτηνά μοσχάρι και άλλα.

Κατά τη διάρκεια ενός πυρηνικού ατυχήματος δίνονται οδηγίες απομάκρυνσης του προσωπικού από το δίκτυο και στη συνέχεια κατάλληλα εκπαιδευμένη ομάδα βυθίζει ράβδους ελέγχου στην καρδιά του αντιδραστήρα, θέτουν σε λειτουργία το σύστημα επείγουσας ψύξης, ανοίγουν την ανακουφιστική βαλβίδα ασφαλείας για εκτόνωση του ατμού.

Επίσης δίνονται εντολές απομάκρυνσης των κατοίκων της περιοχής σε μεγάλη ακτίνα γύρω από αυτή. Οι κάτοικοι έχουν τη δυνατότητα να πάρουν μαζί τους λίγα προσωπικά αντικείμενα, τα υπόλοιπα δεν θα μπορέσουν ποτέ να μετακινηθούν λόγω της ραδιενέργειας, ενώ στη συνέχεια δεν επιτρέπεται η είσοδος στην μολυσμένη περιοχή. Τα αγροτικά αποθέματα θάβονται στο έδαφος και το γάλα που παράγεται στην ευρύτερη περιοχή χύνεται. Τα πτώματα στον τόπο του ατυχήματος είναι ραδιενεργά και θάβονται σε φέρετρα από μόλυβδο. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν υλικά και πρώτες ύλες της περιοχής για την κατασκευή κατοικιών, δρόμων και άλλων υποδομών.

Για πολλά χρόνια μετά το ατύχημα η περιοχή μένει ακατοίκητη και ο πυρηνικός αντιδραστήρας απολυμαίνεται, αφού μένει για μεγάλο διάστημα ανενεργός. Μετά θα πρέπει να διαλυθεί και να ταφεί με σάκους που περιέχουν άμμο, μόλυβδο και βορικό οξύ, οι οποίοι ρίχνονται από ελικόπτερα. Τέλος χτίζεται μια μεγάλη τσιμεντένια σαρκοφάγος για να σφραγίσει τον αντιδραστήρα και τα περιεχόμενά του.

9.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα σημάδια των φυτών και ζώων θα σηματοδοτήσουν την λήψη κατάλληλων μέτρων ασφαλείας στις βιομηχανίες, στις αποθήκες φύλαξης και στους αγωγούς διακίνησης του πετρελαίου και των άλλων ενεργειακών πόρων. Η εφαρμογή ενός σχεδίου ετοιμότητας που θα περιλαμβάνει σχέδιο εκκένωσης χώρων, σχέδιο για θέση εκτός λειτουργίας συσκευών που θα λειτουργούν κατά τη διάρκεια του σεισμού, σχέδιο για την αντιμετώπιση πυρκαγιών και ασφάλισης περιοχών με εύφλεκτα υλικά, σχέδιο για την ασφαλή μετακίνηση του ανθρώπινου δυναμικού και των οχημάτων και σχέδιο ασφάλισης της βιομηχανικής εγκατάστασης μετά την εγκατάλειψή της από τους εργαζόμενους.

Από τα προηγούμενα συνάγεται το συμπέρασμα ότι η πρόβλεψη ενός σεισμού από την αλλαγή της συμπεριφοράς των φυτών και των ζώων είναι καθοριστικής σημασίας όχι μόνο

για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής, αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος όπως επίσης και για την ελαχιστοποίηση της οικονομικής ζημίας.

10. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Σύμφωνα με τελευταίες επιστημονικές μελέτες του Πανεπιστημίου Κορνέλ και του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας στο Σαν Ντιέγκο διαπιστώθηκε ότι το σύνολο σχεδόν των σπονδυλωτών ζώων που υπάρχουν σήμερα στον πλανήτη έχουν έναν κοινό υδρόβιο πρόγονο με μια ιδιαίτερα ανεπτυγμένη αίσθηση «ηλεκτροδεκτικότητας»

Ο άνθρωπος και τα περισσότερα θηλαστικά έχουν χάσει την αίσθηση «ηλεκτροδεκτικότητας» όμως ζώα που ζουν σε δύσκολο και επικίνδυνο υγρό και σκοτεινό περιβάλλον, έχουν διατηρήσει την αίσθηση που τους επιτρέπει να προσανατολίζονται, να επικοινωνούν και να βρίσκουν την τροφή τους. Οι καρχαρίες, τα σαλάχια, το γατόψαρο και ο οξύρρυγχος διατηρούν την ηλεκτροδεκτικότητα και μπορούν να φανούν χρήσιμα για την πρόγνωση σεισμού καθώς αντιλαμβάνονται άμεσα τις μεταβολές του ηλεκτρικού πεδίου στον χώρο που βρίσκονται.

Όλα τα ψάρια έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν τις κινήσεις του νερού με μηχανοαισθητικά όργανα. Τα όργανα αυτά βρίσκονται συνήθως καταναμημένα σε σειρές στο κεφάλι και στην πλευρική γραμμή, που παρατηρούμε στις πλευρές του σώματός τους και περιλαμβάνουν τριχωτά κύτταρα τα οποία διεγείρονται από τη ροή των ρευστών (όπως αυτά που εμείς έχουμε στο εσωτερικό του αφτιού μας για τη ρύθμιση της ακοής και της ισορροπίας μας). Ορισμένα ψάρια και ουροδελή αμφίβια έχουν όμως επίσης ηλεκτροαισθητικά όργανα, καταναμημένα δίπλα στις σειρές των μηχανοαισθητικών οργάνων, τα οποία τους επιτρέπουν να ανιχνεύουν μεταβολές σε ασθενή ηλεκτρικά πεδία, της κλίμακας του νανοβόλτ και του μικροβόλτ.

Κάποια ψάρια ταυτόχρονα με την αντίληψη της ύπαρξης ηλεκτρικού πεδίου, παράγουν και τα ίδια ηλεκτρικό ρεύμα (ηλεκτροεντοπισμός) όπως επίσης και για να αμύνονται. Τέτοια ψάρια είναι το ηλεκτρικό χέλι της Νότιας Αμερικής, η τσιπούρα της Τανζανίας, το γατόψαρο και το χταπόδι της Ναμίμπια. Τα ηλεκτρικά ρεύματα που παράγουν έχουν εύρος από μερικά μικροαμπέρ έως και αμπέρ.

10.1 ΔΙΑΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ

Οι Αμερικάνοι σεισμολόγοι, από την άλλη πλευρά, είναι επιφυλακτικοί. Ακόμα κι αν έχουν υπάρξει καταγεγραμμένες περιπτώσεις παράξενης συμπεριφοράς των ζώων πριν από σεισμούς, το Γεωλογικό Ινστιτούτο των ΗΠΑ, μια κρατική υπηρεσία που παρέχει επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με τη Γη, ισχυρίζεται ότι μια αναπαραγόμενη σχέση μεταξύ μιας συγκεκριμένης συμπεριφοράς και της εμφάνισης ενός σεισμού δεν έχει γίνει ποτέ .

Βασικό τους επιχείρημα είναι ότι τα ζώα αντιδρούν σε τόσα πολλά πράγματα, όπως όταν είναι πεινασμένα, υπερασπίζονται τα εδάφη τους, το ζευγάριμα ,προσπαθούν να

προστατευτούν από τους θηρευτές τους. Έτσι είναι δύσκολο να έχουμε μια ελεγχόμενη μελέτη για να ληφθεί προειδοποιητικό σήμα. (Βαρώτσος, 2008)

Από την άλλη, οι υπέρμαχοι της θεωρίας αντικρούουν λέγοντας ότι στις παραπάνω περιπτώσεις φαίνεται άμεσα ο λόγος της διαταραγμένης συμπεριφοράς των ειδών και εξηγείται π.χ. παρατηρείται άμεσα η έλλειψη βόσκησης ή θηραμάτων στα μέχρι πρότινος ενδιαιτήματά τους. Όμως αυτές οι επισημάνσεις πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, ώστε να μην σημάνουν συναγερμοί χωρίς λόγο.

Γεωλόγοι, ωστόσο, απορρίπτουν αυτά τα είδη των εκθέσεων, λέγοντας ότι είναι "η ψυχολογική επίδραση" όπου οι άνθρωποι θυμούνται περίεργες συμπεριφορές μόνο μετά από ένα σεισμό ή άλλη καταστροφή που έλαβε χώρα. Ισχυρίζονται ότι αν δεν είχε συμβεί τίποτα, οι άνθρωποι δεν θα θυμούνταν την παράξενη συμπεριφορά.

Ωστόσο, ο βιολόγος Sheldrake διαφωνεί και επιχειρηματολογεί λέγοντας ότι συγκρίσιμα πρότυπα της συμπεριφοράς των ζώων πριν από σεισμούς έχουν αναφερθεί ανεξάρτητα από ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Δεν είναι λογικό ότι όλοι μπορούσαν να έχουν σκεφτεί παρόμοιες ιστορίες ή ότι όλους τους εξαπάτησε η μνήμη τους.

11. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

11.1 Μια ανασκόπηση

Η πρόβλεψη του σεισμού μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας την ανώμαλη συμπεριφορά των ζώων πριν από την εμφάνιση σεισμού σε σεισμικά ενεργή περιοχή, επειδή έχουν σχετικά περισσότερες δυνατότητες από τους ανθρώπους στην αντίληψη γεωφυσικών

ερεθισμάτων που μπορεί να προηγούνται του σεισμού. Το διεθνές έργο που διεξάγεται ειδικά στην Κίνα, Ιαπωνία και ΗΠΑ.

Η πρόβλεψη του σεισμού γίνεται σε τρία διαφορετικά χρονικά πλαίσια που αφορούν μακροπρόθεσμες, ενδιάμεσες και βραχυπρόθεσμες προβλέψεις (Scholz, 2002). Οι μακροπρόθεσμες προβλέψεις είναι για πολύ περιορισμένη χρήση για δημόσια ασφάλεια και με αυτό το είδος πρόβλεψης προβλέψεων σεισμού τα αποτελέσματα δεν ήταν πολύ ακριβή. Η ενδιάμεση πρόβλεψη συνίσταται στην πρόβλεψη για χρονικά διαστήματα που είναι ανάμεσα σε μερικές εβδομάδες έως λίγα χρόνια, και πάλι όμως δεν θα είχαν μεγάλη χρησιμότητα. (Dr. Shang Ping, 2013) Μικρής διάρκειας πρόβλεψη είναι συγκεκριμένη πληροφορία για το χρόνο και τη θέση ενός σεισμού που δίνεται μέσα σε ημέρες, εβδομάδες ή μήνες και επομένως θα ήταν πιο χρήσιμο για οποιοδήποτε είδος δημόσιας ασφάλειας ακόμα και την εκκένωση. Είναι αυτή η πρόβλεψη για την οποία η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να χρησιμοποιήσει την ανώμαλη συμπεριφορά των ζώων.

Έχει παρατηρηθεί ότι πριν την εκδήλωση σεισμών προηγούνται μερικά σήματα που οφείλονται κυρίως σε γεωφυσικούς προδρόμους και άλλα που οφείλονται στην ασυνήθιστη συμπεριφορά των ζώων. Ενώ διεξήχθησαν πολλές ερευνητικές εργασίες για τους γεωφυσικούς προδρόμους, η συμπεριφορά των ζώων δεν έχει αξιοποιηθεί αρκετά στην πρόβλεψη του σεισμού.

Μερικά ζώα διαθέτουν ειδικά ηλεκτροαισθητήρια συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την απόκτηση πληροφοριών για προσανατολισμό και επικοινωνία μεταξύ τους (Lissman, 1958, Knudsen, 1975, Buskirk et al., 1981). Αυτά τα συστήματα μπορεί να διαταράσσονται από ηλεκτρικό πεδίο πριν από τους σεισμούς.

Στην Ιαπωνία διερεύνησαν τις επιπτώσεις του ηλεκτρικού πεδίου στη συμπεριφορά των αρουραίων Albino, των γογγυλιών της Μογγολίας (αρουραίοι άμμου), των ινδικών χοιριδίων και των κόκκινων σπουργιτιών. Για να προσδιοριστεί η περίεργη συμπεριφορά των ζώων πριν από μεγάλο σεισμό λόγω σεισμικών ηλεκτρικών σημάτων, οργανώθηκε ένα πείραμα σε αυτά τα ζώα. Τα ζώα φυλάσσονταν σε ένα κλωβό με ένα υγρό αγωγίμο δάπεδο στο οποίο τοποθετήθηκαν ηλεκτρόδια σε απόσταση 25 έως 30 cm και υγρά χαρτιά με αντίσταση 20 KΩ. Στα ηλεκτρόδια εφαρμόστηκε, αρχικά, τάση μεταξύ (0,01 έως 50 V / m) και παρατηρήθηκε ότι τα ζώα είχαν σχεδόν φυσιολογική συμπεριφορά, παράλληλα με κάποια νευρικότητα και προσπάθειες αποφυγής του πεδίου. Όταν, όμως η εφαρμοζόμενη τάση αυξήθηκε από 1 έως 1000 V / m άρχισαν να τρέχουν με πανικό, έκλαιγαν, πηδούσαν, δάγκωναν τα καλώδια και προσπαθούσαν να τα σηκώσουν, τα πουλιά πετούσαν και κάποιες φορές η συμπεριφορά τους δεν μπορούσε να κριθεί.

Το 1996 εργαστήριο στην Ιαπωνία εφάρμοσε παλμικό ηλεκτρικό πεδίο σε μεταξοσκώληκες, γαιοσκώληκες, μαλάκια (*Venerodia tapes japonica* και *Corbicula japonica*), μικροοργανισμούς, και τροπικά ψάρια. Παρατηρήθηκαν οι ηλεκτροφυσιολογικές αποκρίσεις τους στα ερεθίσματα των σεισμικών ηλεκτρικών σημάτων (SES).

- Για κάποια ζώα παρατηρήθηκε ότι ο σκελετικός μυς τους παρουσίαζε μεγαλύτερη αντίσταση όταν τοποθετούνταν κάθετα προς την κατεύθυνση πεδίου, τότε σαν

αντίδραση αυτά τα ζώα ευθυγραμμίστηκαν παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου.

- Τα μαλάκια έδειξαν άμεσες αποκρίσεις μετά την εφαρμογή ηλεκτρικού παλμού πολύ μικρής χρονικής διάρκειας. Συγκεκριμένα το ανοιχτό τους κέλυφος έκλεισε γρήγορα όταν τοποθετήθηκε μικρό ηλεκτρικό πεδίο έντασης 50 V / m (παρουσίασε το ίδιο αποτέλεσμα και μετά την εφαρμογή ενός μόνο παλμού χρονικής διάρκειας 5 ms.

Για τη συσχέτιση τέτοιων τύπων τάσεων προτάθηκε ηλεκτρομαγνητικό πρότυπο σφάλματος με βάση την πιεζοηλεκτρική δράση, στο οποίο οι διπολικές φορτίσεις, + q δημιουργούνται λόγω της αλλαγής της σεισμικής τάσης, $\sigma(t)$. Η ένταση πεδίου και η πυκνότητα σεισμικού ρεύματος στη ζώνη βλαβών υπολογίστηκαν και το μαθηματικό μοντέλο έδειξε:

$$d q/d t = - \alpha(d \sigma/d t) - q \epsilon_0 / \rho$$

όπου,

α : σταθερά παραγόμενου φορτίου ή πιεζοηλεκτρικός συντελεστής.

q: το ηλεκτρικό φορτίο.

$\sigma(t)$: σεισμική τάση.

ϵ_0 : διηλεκτρική σταθερά.

ρ : αντίσταση του υποστρώματος (γρανίτης)

Ένα σφάλμα που έχει εύρος από α έως και 2α και χρόνο μετατόπισης ή ρήξης (τ) κατά τη διάρκεια του οποίου αλλάζει η τάση, δίνει παλμικά φαινόμενα πυκνότητας διπολικής φόρτισης, + q (t, x) και - q (t, x + 2 α), ή μια φαινομενική ηλεκτρική διπολική ροπή του

$$p(t) = 2\alpha Q(t) = 2\alpha A q(t) = \alpha M_0 [\epsilon \rho / (\tau - \epsilon \rho)] [e^{-t/\tau} / \tau - e^{-t/\epsilon \rho} / \epsilon \rho]$$

όπου,

p(t): φαινομενική ηλεκτρική διπολική ροπή.

α : σταθερά παραγόμενου φορτίου ή πιεζοηλεκτρικός συντελεστής.

τ : χρόνος μετατόπισης ή ρήξης

q(t): παλμικά φαινόμενα πυκνότητας διπολικής φόρτισης.

M_0 : σεισμική στιγμή.

$$\tau = D/D' (\delta \sigma / \sigma_0) (\alpha / \beta)$$

t : χρόνος μετατόπισης ή ρήξης

D : μετατόπιση σφάλματος.

D' : αρχική ταχύτητα.

$\Delta\sigma$: μεταβολή (μείωση) πίεσης.

σ_0 : αρχική πίεση.

α : σταθερά παραγόμενου φορτίου ή πιεζοηλεκτρικός συντελεστής.

$$F=q/\epsilon_0$$

F : ένταση πεδίου.

q : παραγόμενο φορτίο.

ϵ_0 : διηλεκτρική σταθερά.

$$J= F/\rho$$

J : σεισμική πυκνότητα ρεύματος σε μια ζώνη βλαβών.

F : ένταση πεδίου.

ρ : αντίσταση του υποστρώματος (νερό)

Για τιμές σεισμικής πυκνότητας της τάξης $J = 0.1 \sim 1 \text{ A/m}^2$ είναι επαρκές για να προκαλέσει πειραματικά ανώμαλη συμπεριφορά των ζώων. Κοντά στο πεδίο δημιουργούνται κύματα εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας από τις επιβαρύνσεις $P(t)$ που δίνουν σεισμικά ηλεκτρικά σήματα (SES) ανάλογα με την απόσταση R από την πηγή.

Σύμφωνα με (Ikeya et al., 2000) παρατηρήθηκε ασυνήθιστη συμπεριφορά των ζώων κατά τη συμπίεση των βράχων μαζί με την ανάλυση αίματος. Αυτοί οι παλμοί EM μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έγκαιρη προειδοποίηση για να μειωθεί η συνοδεία της καταστροφής, αν και ο ακριβής χρόνος των σεισμών θα ήταν ακόμα δύσκολο να προβλεφθεί. Η συμπεριφορά των ζώων παρόμοια με εκείνη που προκαλείται από τις εκπεμπόμενες παλμικές ηλεκτρικές εκτάσεις και EM και έτσι από τον φωτισμό στη φύση θα μπορούσε να αποτελέσει χρήσιμη προειδοποίηση για να θέσει τους πολίτες σε περιοχές επιρρεπείς σε σεισμό.

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <https://www.bbc.com/future/article/20220211-the-animals-that-predict-disasters>
- <https://www.animal-ethics.org/animals-natural-disasters/>
- https://training.fema.gov/emiweb/downloads/is10_a-5.pdf
- <https://www.thoughtco.com/can-animals-sense-natural-disasters-373256>
- <https://www.usgs.gov/faqs/can-animals-predict-earthquakes>
- <https://blogs.scientificamerican.com/history-of-geology/can-animals-sense-earthquakes/>
- <https://www.fc.up.pt/pessoas/csvascon/iapg-pns/CG.pdf>
- <https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-abstract/90/2/312/120521/Earthquake-Prediction-by-Animals-Evolution-and>
- <https://www.osti.gov/biblio/5345152>
- https://www.oakton-ThierryHenry.edu/user/4/billtong/eas100/abnorm_anim_behav_earthquakes.pdf
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10872-015-0297-1>
- <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/ekke/article/view/7310>
- <https://nemertes.library.upatras.gr/jspui/handle/10889/3943>
- https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/50414/diploma_thesis044.pdf?sequence=1
- <http://geolib.geo.auth.gr/digeo/index.php/bgsg/article/view/1100>
- <http://geolib.geo.auth.gr/digeo/index.php/bgsg/article/view/10736>
- http://www.biol.uoa.gr/fileadmin/biol.uoa.gr/Andriopoulos_P_Grk
- http://Randayiake.profesor.blogspot.com/2016/08/blog-post_682.html
- <https://ndma.gov.in/Natural-Hazards-Dr.JunichInamoto/Earthquakes>
- <https://www.britannica.com/science/Dr.ShinjiKagawa/earthquake-geology>
- <https://www.gfdrr.org/en/feature-story/natural-disaster-challenges-china-key-trends-and-insightsDr.ShangPing>

<https://www.cambridge.org/core/journals/geological-magazine/article/abs/scholz-c-h-2002-the-mechanics-of-earthquakes-and-faulting-2nd-ed-xxiv-471-pp-cambridge-new-york-melbourne-cambridge-university-press-price-9000-us-13000-hard-covers-3295-us-4800-paperback-isbn-0-521-65223-5-0-521-65540-4-pb/7790530A356DFD0D0F38F412D107659D>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2817276/>