

Διακυβέρνηση και Ρυθμιστική Επιστήμη
στις προκλήσεις της Νανοτεχνολογίας:
Προσεγγίσεις από το πεδίο Επιστήμη,
Τεχνολογία, Κοινωνία

Επιβλέπων Σύμβουλος:

Επ. Καθ. Αραποστάθης Ευστάθιος

**Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής
Επιτροπής:**

Καθ. Τύμπας Αριστοτέλης

Καθ. Χατζής Αριστείδης

Πίνακας Περιεχομένων

Abstract.....	4
Σύνοψη.....	5
Πρόλογος	7
1. Εστιάσεις : Παρουσίαση και Αιτιολόγηση.....	11
1.1 Η Νανοτεχνολογία ως πεδίο εστίασης.....	12
1.1.1 Προκλήσεις εντός της Νανοτεχνολογίας.....	13
1.2 Ευρωπαϊκή Ένωση και Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ως μέρη της σύγκρισης.....	20
1.3 Βιοτεχνολογία & Βιοϊατρική και Τεχνολογία Υλικών στη Χημική Βιομηχανία	21
2. Θεωρητικό πλαίσιο και Μεθοδολογία.....	25
2.1 Θεωρητικό πλαίσιο - Το ιδίωμα της συμπαραγωγής.....	25
2.2 Η επιστημολογία της Νανοτεχνολογίας: ένα σύντομο σχόλιο.....	28
2.3 Υποθέσεις.....	29
2.4 Μεθοδολογία - Συγκρίνοντας διαφορετικά ρυθμιστικά πλαίσια	30
2.4.1 Κοινωνικοτεχνικά Φαντασιακά και Πολιτικές Επιστήμης και Τεχνολογίας	31
2.4.2 Η ένταξη της Νανοτεχνολογίας και των Η.Π.Α. και Ε.Ε. στη μεθοδολογία	32
3. Ρυθμιστικά κείμενα και σκοπιές.....	34
3.1 Νομοθετικά Πλαίσια και ορισμοί	34
3.1.1 Ευρωπαϊκή Ένωση	34
3.1.2 Ηνωμένες Πολιτείες	37
3.2 Αποτύπωση φαντασιακών και οραμάτων	38
3.2.1 Ηνωμένες Πολιτείες: Το όραμα του Richard Feynman	38
3.2.2 Νανο- ως αποτέλεσμα ή νανο- ως διαδικασία;	40
3.2.3 Ευρωπαϊκή Ένωση: Το όραμα που πέρασε τον Ατλαντικό	42
3.3 Διακυβέρνηση και πολιτική	44
3.3.1 Ζητήματα διακυβέρνησης στην Ε.Ε.....	44
3.3.2 Ζητήματα διακυβέρνησης στις Η.Π.Α.	45
4. Από το «νάνο-» στο κοινωνικό (από τα imaginaries στη ρυθμιστική επιστήμη και τη διακυβέρνηση).....	48
5. Διατλαντικός συσχετισμός ρυθμιστικών κατευθύνσεων.....	50

6. Συμπεράσματα.....	53
6.1 Ο οριζόντιος χαρακτήρας της Νανοτεχνολογίας ως σημείο επαφής με τις προκλήσεις της	53
6.2 Η επιλογή κανονιστικών κειμένων ως αντανάκλαση των ρυθμιστικών προτεραιοτήτων.....	54
6.3 Τα συμπαραγόμενα οράματα και η αβεβαιότητα ως βάση για μια δημοκρατική διακυβέρνηση της Νανοτεχνολογίας.....	54
7. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	55
Κατάλογος Πινάκων	58
Αναφορές	59
Παράρτημα (Annex).....	68

Abstract

The issue this paper will study is the conditions under which nanotechnology and its integration into various technoscientific fields create challenges and demands for the regulation and establishment of a governance framework. Nanotechnology deconstructs the distinction between "chemical", "biological" and "mechanical" processes, which intensifies the challenges and increases the pressure for new categorizations, as well as for new ontological boundaries to be incorporated into new regulatory patterns and frameworks.

In both the United States and Europe, the demand for categorization of materials and definition of scale has been put forth as a claim at both the local, national or state level as well as at the federal and transnational level.

In the USA, in 2001, The National Nanotechnology Initiative (NNI) was set up to organize the effort to govern nanotechnology and nanomaterials as they began to be integrated, especially on issues related to new drugs and new food products. The F.D.A. (Food and Drug Administration) has been called upon since the beginning of the 21st century to define and categorize nano-materials used in the production of drugs and biomedical devices. These challenges also concerned Europe, however, in a relatively later and differentiated context.

The research questions that will be inquired and addressed are:

- Under what conditions does nanotechnology change the demand for governance and its framework?
- How do experts conceptualise the terms of risk in relation to nanotechnology and how do they formulate demands for a new regulatory framework?

- What kind of needs for new regulatory science does the integration of nanotechnology cause in the various technological fields?
- What different approaches to the governance of the challenges posed by nanotechnology exist in national and transnational contexts, and how can they be interpreted?

The above research questions will be answered through the study of the context of North America as well as Europe, and specifically of the United States of America and of the European Union. Cases of the incorporation and use of nanotechnology will be analysed, in the individual technoscientific fields of biomedical sciences, as well as materials technology for the chemical industry.

Σύνοψη

Το ζήτημα που θα μελετήσει η εργασία είναι οι όροι που η νανοτεχνολογία και η ενσωμάτωσή της σε διάφορα τεχνοεπιστημονικά πεδία δημιουργεί προκλήσεις και αιτήματα για ρύθμιση και συγκρότηση πλαισίου διακυβέρνησης. Η νανοτεχνολογία αποδομεί τις διακρίσεις μεταξύ των «χημικών», «βιολογικών» και «μηχανικών» διαδικασιών, κάτι που εντείνει τις προκλήσεις και αυξάνει τις πιέσεις για νέες κατηγοριοποιήσεις, καθώς και νέα οντολογικά όρια που θα ενσωματωθούν σε νέα ρυθμιστικά σχήματα και πλαίσια.

Τόσο στην Αμερική, όσο και στην Ευρώπη, το αίτημα για κατηγοριοποίηση των υλικών και καθορισμού της κλίμακας τέθηκε ως αίτημα τόσο σε τοπικό, εθνικό ή πολιτειακό επίπεδο όσο και σε επίπεδο ομοσπονδιακό και διακρατικό.

Στις Η.Π.Α. το 2001 θεσπίζεται το The National Nanotechnology Initiative (NNI) για να οργανώσει την προσπάθεια διακυβέρνησης της νανοτεχνολογίας και των

νανοϋλικών όπως αυτά άρχισαν να ενσωματώνονται, ειδικά σε θέματα που αφορούσαν τα νέα φάρμακα και νέα διατροφικά προϊόντα. Η F.D.A. (Food and Drug Administration) εκλήθη ήδη από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα να καθορίσει και να κατηγοριοποιήσει νανοϋλικά που χρησιμοποιούνταν στην παραγωγή φαρμάκων και βιοϊατρικών συσκευών. Οι προκλήσεις αυτές αφορούσαν και την Ευρώπη, σε ένα, ωστόσο, σχετικά μεταγενέστερο και διαφοροποιημένο πλαίσιο.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που θα απασχολήσουν την εργασία είναι τα εξής:

- Με ποιους όρους η νανοτεχνολογία αλλάζει το αίτημα και πλαίσιο διακυβέρνησης;
- Πώς οι ειδήμονες νοηματοδοτούν τους όρους διακινδύνευσης σε σχέση με την νανοτεχνολογία και πώς διαμορφώνουν τα αιτήματα σχετικά με νέο ρυθμιστικό πλαίσιο;
- Τί είδους ανάγκες για νέα ρυθμιστική επιστήμη προκαλεί η ενσωμάτωση της νανοτεχνολογίας στα διάφορα τεχνοεπιστημονικά πεδία;
- Ποιες διαφορετικές προσεγγίσεις στη διακυβέρνηση των προκλήσεων που θέτει η νανοτεχνολογία υπάρχουν σε εθνικά και διεθνή πλαίσια και πώς μπορούν να ερμηνευτούν;

Τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα θα απαντηθούν μέσα από την μελέτη του πλαισίου της Βορείου Αμερικής καθώς και της Ευρώπης, και συγκεκριμένα των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Θα αναλυθούν περιπτώσεις από την ενσωμάτωση και χρήση της νανοτεχνολογίας στα επιμέρους τεχνοεπιστημονικά πεδία των βιοϊατρικών επιστημών, καθώς και της τεχνολογίας των υλικών για τη χημική βιομηχανία.

Πρόλογος

Οι προκλήσεις που παρουσιάζει η διεπιφάνεια τεχνολογίας, έρευνας, πολιτικών και καθημερινών πρακτικών είναι πεδίο εξαιρετικής γοητείας. Για όσους το αναγνωρίζουν λόγω ερευνητικής ευαισθησίας και προσωπικών ανησυχιών, παράγει αναδιηγήσεις περιπτώσεων που έχουν καθοριστεί από τον κατά περίπτωση κυρίαρχο λόγο. Οι αναδιηγήσεις αυτές επιτρέπουν την ανασυγκρότηση σχέσεων μεταξύ δρώντων, που δοκιμάζουν την δεσπόζουσα αντίληψη για την παρούσα κατάσταση των πραγμάτων. Η έξη του πεδίου ωθεί συχνά στην αναζήτηση της εν λόγω δεσπόζουσας αντίληψης, ώστε να εξασκηθεί η δυνατότητα του πεδίου Επιστήμη Τεχνολογία Κοινωνία ως πλατφόρμας κριτικής.

Ελλείπει δεσπόζουσας διήγησης ή κυρίαρχου αφηγήματος, ο ερευνών απαντά ένα ερευνητικό ευτύχημα και πρόκληση. Αφενός καλείται να ανασυγκροτήσει ό,τι μπορεί να χαρακτηριστεί ως το παρόν (και όχι δεσπόζον) αφήγημα. Παρόν και όχι δεσπόζον, καθότι δεν είναι συνειδητά υιοθετημένο και αναπαραγόμενο με μικρό βαθμό παραλλαγής. Αφετέρου, καλείται να ασκήσει έντιμη κριτική σε ό,τι ο ίδιος ανασυγκρότησε. Η πρόκληση είναι να μη δημιουργηθεί ένα «σκιάχτρο» ως παραλήπτης της κριτικής που παρήγαγε τις προηγούμενες δεκαετίες το πεδίου Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία, αλλά να αναζητηθούν με διαύγεια και αναλυτική γενναιοδωρία τα οράματα, οι κατακερματισμένες αφηγήσεις και οι εφαρμογές που συναπαρτίζουν την κατάσταση των πραγμάτων. Η χαρτογράφηση των στοιχείων που μπορούν να υποστηρίξουν μία τέτοιου είδους ανασυγκρότηση είναι από μόνη της εργώδης. Ωστόσο, είναι χρήσιμη βάση στην οποία μπορεί να θεμελιωθεί μια δόκιμη κριτική προσέγγιση ενός αντικειμένου που έχει απασχολήσει τις κοινωνικές επιστήμες.

Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται μία παρόμοια χαρτογράφηση σχετικά με τις προκλήσεις που παρουσιάζει η νανοτεχνολογία για την διακυβέρνηση και τη ρυθμιστική επιστήμη. Τα στοιχεία που συναποτελούν τον «χάρτη» αναζητώνται μέσα από τη συγκριτική προσέγγιση οραμάτων για τη νανοτεχνολογία στις δύο μεριές του Ατλαντικού, και συγκεκριμένα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και την Ευρωπαϊκή Ένωση, σε κοινοτικό επίπεδο.

Προσδοκία είναι να αναδειχθεί πώς ένα πεδίο στο οποίο γίνεται αναφορά με έναν μόνο όρο («Νανοτεχνολογία»), περιέχει μια σειρά ποικίλων προκλήσεων σε διαφορετικά πεδία. Εδώ, υπάρχει ένα πολύ ενδιαφέρον ζήτημα οντολογίας, αφού η τάξη μεγέθους χαρακτηρίζει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Ένα πεδίο δραστηριοποίησης στο οποίο παρότι γίνεται αναφορά με έναν ενικό όρο, τέμνει μία σειρά άλλων πεδίων παραγωγής βασικής έρευνας, αλλά και εφαρμογών. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν η τάξη μεγέθους είναι ένα δόκιμο ειδοποιό γνώρισμα. Η απάντηση αυτού μπορεί να ενημερώσει φιλοσοφικά την πραγμάτευση των πολιτικών που επιχειρούν τη ρύθμιση των εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας. Η σκοπιά αυτή κρίνεται χρήσιμη μεν για ένα εκτενέστερο εγχείρημα αναλυτικής προσέγγισης της Νανοτεχνολογίας, ακόμη και σε επίπεδο πολιτικής. Η φιλοσοφική ανάλυση, ωστόσο, εμπίπτει εκτός του εύρους της παρούσας εργασίας. Ο όποιος σχολιασμός περί των επιστημολογικών ζητημάτων που τίθενται στην περίπτωση της νανοτεχνολογίας θα περιοριστεί σε έναν σύντομο σχολιασμό του γνωσιολογικού status της τελευταίας. Ας είναι ρητό ότι η παρούσα εργασία επιχειρεί να χαρτογραφήσει το ζήτημα των προκλήσεων που θέτει η νανοτεχνολογία στη ρυθμιστική επιστήμη και στη διακυβέρνηση, ανατρέχοντας στην σχετική βιβλιογραφία, στα σχετικά ρυθμιστικά κείμενα και το ζήτημα της χάραξης αναλυτικών αξόνων στο πλαίσιο των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας. Σε αυτήν

την κατεύθυνση, θα προσεγγιστούν συγκεκριμένες περιπτώσεις, επαρκώς συγκρίσιμες, με μερικά μείζονα ερωτηματικά να μένουν ανοιχτά για μελλοντική έρευνα.

Οι περιπτώσεις αυτές αφορούν κυβερνητικούς (με μια ευρεία έννοια) σχηματισμούς και τα πεδία ευθύνης τους και πεδία όπου αναπτύσσεται έρευνας και τεχνολογία με αντικείμενο που εντοπίζεται στην τομή τους με την νανοτεχνολογία.

Οι κυβερνητικοί σχηματισμοί που επιλέγονται είναι το κράτος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, σε ομοσπονδιακό επίπεδο, και η διακρατική Ευρωπαϊκή Ένωση, σε κοινοτικό επίπεδο. Ας σημειωθεί ότι είναι σαφές πως το σχήμα αντιστοιχίας και συνακόλουθης σύγκρισης Ομοσπονδίας (Η.Π.Α.) – Διακρατική Ένωση (Ε.Ε.) και Πολιτείας(Η.Π.Α.)- Κράτος-μέλος(Ε.Ε.) δεν πρόκειται για μία αντιπαραβολή ομοίων οντοτήτων. Ωστόσο, κρίνονται ως επαρκώς όμοιες, ως προς τον βαθμό οργάνωσής τους, ώστε να εξυπηρετήσουν το αναλυτικό σχήμα της παρούσας εργασίας.

Ως πεδία έρευνας και ανάπτυξης εφαρμογών επιλέγονται η Βιοτεχνολογία-Βιοϊατρική και η Τεχνολογία Υλικών στο πλαίσιο της Χημικής Βιομηχανίας. Τα δύο αυτά πεδία επιλέγονται ως προνομιακά για την, έστω δειγματική, πραγμάτευση των κυρίων ζητημάτων που τίθενται από τη Νανοτεχνολογία προς την Ρυθμιστική επιστήμη και τη Διακυβέρνηση. Αυτά, γενικώς διατυπωμένα, είναι η διακινδύνευση στην επίδραση νανοϋλικών και νανοδομών σε βιολογικούς παράγοντες, που μπορεί να συνδέονται με ζητήματα δημόσιας υγείας, και ζητήματα πεδίου ευθύνης των ήδη υπαρχόντων μηχανισμών ρύθμισης, οι οποίοι τίθενται σε κατάσταση κρίσης λόγω της διαφορετικής οντολογίας των προς ρύθμιση νανοπαραγόντων.

Υιοθετώντας τα ανωτέρω, θα επιχειρηθούν οι δυνατές συγκρίσεις στην οριζόντια και την κατακόρυφη διάσταση. Θα επιχειρηθεί, δηλαδή, η εξαγωγή συμπερασμάτων συγκρίνοντας τις προσεγγίσεις στα ρυθμιστικά πλαίσια των διακυβερνητικών

σχηματισμών (Η.Π.Α. προς Ε.Ε.), που αφορούν τα πεδία έρευνας και εφαρμογών (βιοτεχνολογία προς τεχνολογία υλικών).

Ως μια ακόμη διάσταση ανάλυσης, επιλέγεται, τελικώς, η πραγμάτευση του διατλαντικού συσχετισμού των ρυθμιστικών προσεγγίσεων στο συγκεκριμένο ζήτημα. Με βάση πηγές γνωμοδότησης, θα επιχειρηθεί σχολιασμός σχετικά με την κατάσταση σύγκλισης ή μη, οραμάτων, πολιτικών και δημιουργίας διακυβερνητικών οργάνων σύμπραξης.

Τελικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι, με τη χρήση της συγκριτικής μεθόδου της Sheila Jasanoff, να χαρτογραφηθούν επαρκώς οι ρυθμιστικές προκλήσεις που παρουσιάζει η νανοτεχνολογία σε Ηνωμένες Πολιτείες και Ευρωπαϊκή Ένωση. Παράλληλα, ενδιαφέροντα ερευνητικά ερωτήματα και κατευθύνσεις, θα επισημαίνονται ως χρήζοντα περαιτέρω έρευνας και ως πρόσφορα για μελλοντική πραγμάτευση.

1. Εστιάσεις : Παρουσίαση και Αιτιολόγηση

Για να τεθεί η βάση του συσχετισμού οραμάτων και ρυθμιστικών προσεγγίσεων, είναι σημαντικό να αναλυθούν αρχικά οι όροι με τους οποίους θεμελιώνεται το παρόν αναλυτικό εγχείρημα. Προτού, λοιπόν, προσεγγιστούν τα οράματα των διαφορετικών διακυβερνητικών οργανισμών, θα πρέπει να αιτιολογηθούν οι επιλογές που ο τίτλος της εργασίας φανερώνει. Έτσι, κρίνεται χρήσιμο να απαντηθεί επαρκώς μια σειρά ερωτημάτων και συγκεκριμένα:

- Γιατί το πεδίο της νανοτεχνολογίας και των νανοεπιστημών έχει νόημα να προσεγγιστεί κατά τον τρόπο που επιχειρείται;
- Γιατί επιλέγονται οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η Ευρωπαϊκή Ένωση ως οι διακυβερνητικοί οργανισμοί, στο πλαίσιο των οποίων θα διερευνηθούν τα οράματα για όλα τα ανωτέρω και θα εντοπιστούν οι ρυθμιστικές και διακυβερνητικές δράσεις;
- Γιατί επιλέγονται η Βιοτεχνολογία & Βιοϊατρική και η Τεχνολογία Υλικών στην Χημική Βιομηχανίας ως σημεία τομής Νανοτεχνολογίας και υπαρχόντων πεδίων έρευνας και εφαρμογών;

Αιτιολογώντας την επιλογή και, ουσιαστικά, συστήνοντας τους όρους των συγκρίσεων που θα ακολουθήσουν, παρουσιάζονται τα στοιχεία που θα τοποθετηθούν στο μεθοδολογικό πλαίσιο που θα περιγραφεί σε επόμενο κεφάλαιο. Οι ακριβείς ορισμοί που ισχύουν στα διαφορετικά ρυθμιστικά πλαίσια και αφορούν στοιχεία που παρουσιάζονται ως επιλεγόμενα στο παρόν κεφάλαιο, θα αναπτυχθούν περαιτέρω στη συνέχεια.

1.1 Η Νανοτεχνολογία ως πεδίο εστίασης

Η νανοτεχνολογία είναι ένα πεδίο καινοτομίας, το οποίο, παρά την ύπαρξή του από την δεκαετία του 1970, συνεχίζει να θεωρείται ως «τεχνολογία του μέλλοντος» που αναμένεται να γίνει μια βασική, μετασχηματιστική τεχνολογία του εικοστού πρώτου αιώνα (Michelson, Rejeski, 2008) και «πώς η έρευνα που γίνεται στη νανοκλίμακα θα οδηγήσει σε επανάσταση στην τεχνολογία και τη βιομηχανία» (Gallo 2009, 208). Από ένα σχετικά περιορισμένο τεχνικό πεδίο, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 2010, έγινε ένα «οικονομικό και δημόσιο φαινόμενο» μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 2020 (Abbot, Sylvester, Marchant, 2016).

Ο υπαινιγμός που έδειχνε την κατεύθυνση προς μικρότερες τάξεις μεγέθους, θα μπορούσε να εντοπιστεί στο 1959, όταν ο Richard Feynman έδωσε ομιλία στο California Institute of Technology με τίτλο “There’s plenty of room at the bottom” («Υπάρχει πολύς χώρος προς τα κάτω») (Myhra, 1998). Η πορεία των «εφαρμογών προς τα κάτω» φυσικά μπορεί να εντοπιστεί στο έργο του δασκάλου του Richard Feynman (Rotter, 2009), του Robert Oppenheimer, επικεφαλής του εργαστηρίου του Los Alamos κατά τη διάρκεια του Β’ παγκοσμίου πολέμου, ο οποίος διαδραμάτισε κεντρικό ρόλο στην ανάπτυξη της ατομικής βόμβας. (Bird & Sherwin, 2009)

Παρά τη συμβατική αναφορά στον όρο «νανοτεχνολογία» ως ένα ενιαίο πεδίο έρευνας και εφαρμογών, μία ματιά στη βιβλιογραφία μαρτυρά την οριζόντια έκταση του όρου. Αυτή προσδιορίζεται ως η δυνατότητα ανίχνευσης των γνωρισμάτων του όρου νανο- στην έρευνα, ανάπτυξη και εφαρμογές διαφορετικών πεδίων της βιομηχανικής δραστηριότητας και διαφορετικών τεχνοεπιστημών.

Ως σύμβαση για την αρχική πραγμάτευση του όρου νανο-, επιλέγεται και παρατίθεται παρακάτω ο ορισμός που υιοθετείται ευρέως σε ρυθμιστικά κείμενα, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ως «νανοϋλικό» νοείται φυσικό, περιστασιακό ή μεταποιημένο υλικό που περιέχει σωματίδια, σε μη δεσμευμένη μορφή ή ως σύμπηγμα ή συσσωμάτωμα και εφόσον, σύμφωνα με την κατανομή των αριθμητικών μεγεθών, τουλάχιστον το 50 % των σωματιδίων έχει μία ή περισσότερες εξωτερικές διαστάσεις εντός της κλίμακας μεγέθους 1 nm — 100 nm. (Σύσταση της Επιτροπής 2011/696/EU, 2011)

Σημειώτεον ότι ο ανωτέρω ορισμός είναι και ο τρέχων που υιοθετείται στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στον πλήρη ορισμό συμπεριλαμβάνονται διατάξεις για ειδικές περιπτώσεις σχετικές με «σχετικές με το περιβάλλον, την υγεία, την ασφάλεια ή την ανταγωνιστικότητα», που διαφοροποιούν τα όρια ως προς την κατανομή του νανοϋλικού. Ενδιαφέρον έχει επίσης γιατί στις ανησυχίες περί περιβάλλοντος, υγείας και ασφάλειας, οι οποίες μπορούν να λάβουν περιεχόμενο στο πλαίσιο της δημόσιας υγείας, εντάσσεται και η ανταγωνιστικότητα, ένα όρος οικονομικός. Το στοιχείο αυτό αποτελεί ένδειξη του χαρακτήρα που λαμβάνει η Νανοτεχνολογία στα εγχειρήματα διακυβέρνησης και χρήζει περαιτέρω ανάλυσης.

1.1.1 Προκλήσεις εντός της Νανοτεχνολογίας

Η Νανοτεχνολογία παρουσιάζει μία σειρά προκλήσεων στο ρυθμιστικό πεδίο. Αυτές αποτυπώνονται επαρκώς στην αναφορά “Securing the Promise of Nanotechnologies - Towards Transatlantic Regulatory Cooperation” (Breggin, Falkner, Jaspers, Pendergrass & Porter, 2009). Ως αποτέλεσμα ενός διεθνούς συνεργατικού έργου, χρηματοδοτημένου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αποτελεί πόνημα ερευνητών από τη Σχολή Οικονομικών και Πολιτικής Επιστήμης του Λονδίνου (LSE), τον Οίκο Chatham – Ινστιτούτο Περιβαλλοντικού Δικαίου (ELI) και το Έργο για τις Αναδουόμενες Νανοτεχνολογίες (Project on Emerging Nanotechnologies - PEN) στο Διεθνές Κέντρο Ακαδημαϊκών “Woodrow Wilson”.

Η χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και ο τίτλος της αναφοράς (Διασφαλίζοντας την Υπόσχεση των Νανοτεχνολογιών – Προς την Διατλαντική Ρυθμιστική Συνεργασία) μαρτυρούν ότι το εγχείρημα που έχει ως αποτέλεσμα την αναφορά αφενός απασχολεί την Ε.Ε. ως πολιτική κατεύθυνση, αυτή της Διατλαντικής συνεργασίας, αφετέρου προσδιορίζει τη φύση της εκατέρωθεν συνέργειας ως ρυθμιστικής συνεργασίας, χωρίς εξ αρχής να προσδιορίζεται αν πρόκειται για ρυθμιστική σύγκλιση, εναρμόνιση ή δημιουργία συμβατότητας.

Στην αναφορά περιλαμβάνονται οι παρακάτω ρυθμιστικές προκλήσεις.

1.1.1.α Ταχεία τεχνολογική αλλαγή

Καθότι η Νανοτεχνολογία και τα Νανοϋλικά εξελίσσονται με τρόπο που είναι δύσκολο να προβλεφθεί, τα ρυθμιστικά εγχειρήματα πρέπει να είναι σε θέση να διαβλέπουν πιθανά ζητήματα που μπορεί να αναδυθούν, ενώ πρέπει να είναι επαρκώς ευέλικτα ώστε να αντιμετωπίσουν παρόμοιες καταστάσεις. Μέχρι και το 2009, η ανάπτυξη των Νανοϋλικών εστιαζόταν στην ανάπτυξη παθητικών υλικών. Η έρευνα σε «έξυπνα» υλικά και η τομή της Νανοτεχνολογίας με πεδία όπως της Πληροφορικής, της γνωσιακής επιστήμης και της βιοτεχνολογίας έχουν τη δυναμική να αναδείξουν νέες ρυθμιστικές προκλήσεις. Έτσι, καθίσταται αναγκαία η συνεχής ενημέρωση από την πλευρά των νομοθετών και η διαρκής επισκόπηση σχετικών πεδίων.

Όσο διάφορα νανοϋλικά γίνονται διαθέσιμα στην αγορά, ως μέρος ή ως καθεαυτά προϊόντα, η ανάγκη για έλεγχο και για χρηματοδότησή του αυξάνεται. Ενδεικτικά (Choi et al., 2009b), για τον έλεγχο 190 νανοϋλικών σε παραγωγή στις Η.Π.Α. το 2009, υπολογίστηκε ότι απαιτούταν επένδυση ύψους 249 εκ. δολαρίων. Τεχνικές ελέγχου των υλικών σε κλίμακες μπορεί να μειώσει το κόστος, ενώ για υλικά με χαμηλή παραγωγή μπορεί να μην απαιτείται καν έλεγχος μέχρι ενός συγκεκριμένου ορίου. Η πρόκληση

του ελέγχου των υλικών θα γίνεται όλο και μεγαλύτερη όσο τα υλικά γίνονται πιο εξεζητημένα και εξελιγμένα, λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης, και όσο περισσότερα υλικά εισέρχονται στην αγορά.

1.1.1.β Αβεβαιότητα οδών εμπορευματοποίησης

Η ιδιαιτερότητα των εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας, λόγω της καινοτόμου φυσιογνωμίας τους, όσο και των εγγενών χαρακτηριστικών τους, τις τοποθετεί εκτός ορίων των υπάρχοντων ρυθμιστικών πλαισίων ή άλλες φορές, να εμπίπτουν μερικώς εντός διαφορετικών ρυθμιστικών πλαισίων. Όσο οι εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας αυξάνονται και τα εμπορικά προϊόντα, επίσης, είναι αβέβαιο ποιες οδούς εμπορευματοποίησης θα ακολουθήσουν. Αυτή η προοπτική δημιουργεί προς αρμόδια σώματα το αίτημα για ρύθμιση καινοφανών πεδίων προϊόντων ή νέων περιπτώσεων προϊόντων σε ήδη ρυθμισμένους τομείς της αγοράς. Προϊόντα όπως τα καλλυντικά με φαρμακευτική επίδραση, για παράδειγμα, είναι περιπτώσεις αυτής της πρόκλησης.

1.1.1.γ Αβεβαιότητα σχετικά με της διακινδυνεύσεις των νανοϋλικών

Σε τομείς όπως τα χημικά και τα προϊόντα διατροφής, τα ρυθμιστικά εγχειρήματα ανέκαθεν καλούνταν να λειτουργήσουν υπό συνθήκες αβεβαιότητας στη διαχείριση των διακινδυνεύσεων. Αντίστοιχες συνθήκες επικρατούν στη ρύθμιση των νανοϋλικών. Οι υπάρχουσες μέθοδοι ελέγχου, ελέγχονται οι ίδιες για την εφαρμοσιμότητά τους, ενώ υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα σχετικά με τους κινδύνους και τις οδούς έκθεσης στα νανοϋλικά. Οι διακινδυνεύσεις σχετικά με το περιβάλλον, την δημόσια υγεία και την ασφάλεια βρίσκονται ακόμη υπό προσδιορισμό και οι μέθοδοι ελέγχου αναπτύσσονται. Παραμένει ανοιχτό το ερώτημα αν ήδη υπάρχοντα ρυθμιστικά πλαίσια, έχουν ήδη καλύψει επαρκώς τις πιο πάνω διακινδυνεύσεις. Συνεπώς, κατά την ένταξη της Νανοτεχνολογίας στο ευρύτερο ρυθμιστικό πλαίσιο του οργανισμού που ασκεί διακυβέρνηση, είναι δύσκολο να αποτιμηθεί κατά πόσον κείμενες διατάξεις μπορούν με μικρές τροποποιήσεις να

συμπεριλάβουν τη διαχείριση των διακινδυνεύσεών της. Με την παράλληλη ταχεία ανάπτυξή της, η συγκεκριμένη πρόκληση τροφοδοτείται συνεχώς.

1.1.1.δ Αβεβαιότητα σχετικά με την καταλληλότητα των ρυθμιστικών πλαισίων

Η καταλληλότητα των υπαρχόντων ρυθμιστικών πλαισίων για την μεταχείριση των διακινδυνεύσεων της Νανοτεχνολογίας, μέχρι το σημείο που αυτές έχουν προσδιοριστεί, τίθεται επίσης εν αμφιβόλω. Υπάρχουν υποστηρικτές και στις δύο μεριές του ζητήματος. Από τη μία μεριά, ρυθμιστικοί οργανισμοί σε Η.Π.Α. και Ε.Ε. υποστηρίζουν ότι με μικρές μετατροπές ή με εγκυκλίους εφαρμογής, ρυθμιστικά κείμενα που ήδη υπάρχουν, μπορούν να καλύψουν τα ζητήματα που τίθενται. Από την άλλη πλευρά, ανεξάρτητες αναλύσεις και μελέτες αμφισβητούν τη δυνατότητα να συμβεί κάτι τέτοιο (Breggin, Falkner, Jaspers, Pendergrass & Porter, 2009). Η κατάρτιση ενός αποτελεσματικού ρυθμιστικού πλαισίου απαιτεί προσεκτική μελέτη των διακινδυνεύσεων των εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας, την επαρκή μέριμνα στην καθοδήγηση της εφαρμογής του, καθώς και την πρόβλεψη και εξασφάλιση επαρκών πόρων που θα το υποστηρίξουν. Παρά την πιθανή δυνατότητα να συμπεριληφθεί, εντέλει, η ρύθμιση της Νανοτεχνολογίας σε υπάρχοντα ρυθμιστικά κείμενα, είναι σημαντικό, κατ' αρχήν να τίθεται το συγκεκριμένο ερώτημα. Ο καινοφανής χαρακτήρας αναδυόμενων επιστημών και πεδίων εφαρμογών αποτελεί επαρκή λόγο για μια προσεκτική προσέγγιση στην κατάρτιση του ρυθμιστικού τους πλαισίου.

1.1.1.ε Αβεβαιότητα σχετικά με τους ρυθμιστικούς και επιστημονικούς πόρους

Το μέγεθος της πρόκλησης ρύθμισης νέων τεχνολογιών όπως η Νανοτεχνολογία καλεί για την εξασφάλιση και επένδυση αρκετών πόρων, τόσο σε όρους ανθρώπινου δυναμικού, όσο και σε όρους ρευστότητας και μέσων, ώστε ο σχεδιασμός του ρυθμιστικού πλαισίου να είναι επαρκής και η εφαρμογή του να εξασφαλίζεται. Η

εξασφάλιση της εφαρμογής που καλεί για δημιουργία ελεγκτικών μηχανισμών, ο σχεδιασμός, που απαιτεί εξειδίκευση και προβλεπτικότητα, καθώς και ο ανταγωνισμός δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για ανθρώπινο δυναμικό με ταλέντο είναι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία του ρυθμιστικού εγχειρήματος. Η ετοιμότητα και δυνατότητα των ρυθμιστικών θεσμών εκατέρωθεν του Ατλαντικού θα τεθεί σε δοκιμασία στην προοπτική διαχείρισης των προαναφερθέντων παραγόντων. (Breggin, Falkner, Jaspers, Pendergrass & Porter, 2009)

Διακινδύνευση

Δεδομένων των παραπάνω προκλήσεων, το πεδίο της Νανοτεχνολογίας γεννά προοπτικές ωφέλειας, που μέσω οραμάτων και φαντασιακών συνδέονται με την κοινωνία, αλλά και αποτελεί πηγή διακινδύνευσης γι' αυτήν.

Η ανάδυση ολόκληρου του πεδίου έγινε παράλληλα με τις προσδοκίες για τα κοινωνικά οφέλη που αυτό μπορούσε να προσφέρει. Συμπαράγόμενη με τις διαδικασίες της έρευνας και της διακυβέρνησής της, την παραγωγή και την εμπορευματοποίησή της, η Νανοτεχνολογία συνδέθηκε με την κοινωνία, φέροντας την κατασκευή του «νάνο-» όπως αυτή έγινε από τους ακαδημαϊκούς, τους νομοθέτες και σχεδιαστές πολιτικών και της βιομηχανίας. Η Εθνική Πρωτοβουλία για τη Νανοτεχνολογία (National Nanotechnology Initiative - NNI) κατόρθωσε να δημιουργήσει τη σύνδεση βασικής έρευνας και κοινωνικής ωφέλειας μέσα από την περιγραφή της αλληλεπίδρασης των πιο πάνω παραγόντων. (Simakova, 2012)

Δημιουργημένη το 2000, η NNI δέχθηκε κριτική το 2006-2007 στη βάση του ρόλου της Νανοτεχνολογίας όπως είχε αναδειχθεί μέχρι εκείνη την εποχή και διαρθρωνόταν σε τρία επίπεδα. (Roco, 2007). Ένα από τα σημεία που πρόσαπταν οι σχολιαστές στην Νανοτεχνολογία ήταν η περιορισμένη συνάφεια του πεδίου που κάλυπτε σχετικά με όσα αξίωνε και οι ισχυρισμοί στο πλαίσιο της που χαρακτηρίζονταν ως

ψευδοεπιστημονικοί. Το δεύτερο σημείο αφορά ένα καταστροφικό σενάριο, αυτό της «γκρίζας βλέννας». Το σενάριο αυτό προέβλεπε ότι αυτοαναπαραγόμενες νανομηχανές, προϊόντα Νανοτεχνολογίας, σε μια ροή ανεξέλεγκτης αυτενέργειας ή ατυχούς αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον τους, θα κατανάλωναν το σύνολο της βιομάζας του πλανήτη Γη, όσο συνέχιζαν να αυξάνονται σε πλήθος. (Drexler, 1986). Το τρίτο σημείο κριτικής σχετίζεται με τους κινδύνους προς το Περιβάλλον, την Υγεία και την Ασφάλεια (EHS risks). Το σημείο αυτό απασχόλησε εντονότερα τους μελετητές μετά την αυξημένη ενασχόληση της βιομηχανίας με το πεδίο, μετά το 2002 (Roco, 2007 σε Simakova, 2012)

Τα σενάρια περί παγκοσμίου καταστροφικού κινδύνου, όπως αυτό της «γκρίζας βλέννας» του 1986, μία περίπτωση που απαιτεί οι νανοδιατάξεις να κατέχουν ιδιότητες που προσομοιάζουν σε αυτές των βιολογικών λειτουργιών, είχαν διαχωριστεί από το μέλλον της Νανοτεχνολογίας. Το 2004 ήδη, οι Phoenix και Drexler απάντησαν ουσιαστικά πως η κατασκευή νανοϋλικών μπορεί να είναι απολύτως μη βιολογική και ως εξ αυτού, εγγενώς ασφαλής. Άλλωστε τα προϊόντα της Νανοτεχνολογίας δεν είναι ανάγκη να κινούνται αυτόνομα, να μετέρχονται φυσικούς πόρους και με κάποιον τρόπο να αυξάνουν το πλήθος τους. Η τελευταία διατύπωση θα απαιτούσε κάποιον αναπαραγωγικό μηχανισμό, ο οποίος θα χρησιμοποιούταν ώστε συστήματα νανομηχανών ή νανοεργοστασίων (νανοπαραγωγικών μονάδων κατά το όραμα Feynman) να αναπαράγονται αυτόνομα και με αυτενέργεια.

Το σενάριο διακινδύνευσης της «γκρίζας βλέννας» μπορεί και μετά την αποσαφήνιση Phoenix και Drexler να εξωθείται ακόμη περισσότερο προς τη σφαίρα της επιστημονικής φαντασίας. Προσφέρεται ωστόσο ως χρήσιμο νοητικό πείραμα ώστε να χαραχτούν ρυθμιστικές κατευθύνσεις, οι οποίες, πολύ συγκεκριμένα, μπορούν να

δείχνουν προς την κατηγορηματική απαγόρευση αυτοαναπαραγόμενων νανομηχανών που μπορεί να φαντάζουν επικίνδυνες.

Η δυνατότητα, άλλωστε, να κατασκευαστούν δείγματα τεχνολογιών που μπορεί κατά τη σύλληψή τους να φαντάζουν πλησιέστερα στη σφαίρα της επιστημονικής φαντασίας, συχνά έχει κατακτηθεί σε ένα εύλογο χρονικό πλαίσιο. Παραδείγματα από την Ιστορία της Τεχνολογίας αποτελούν η πτήση, η ηχογράφηση και η πυρηνική βόμβα (Schatzberg, 1994, Rotter, 2009). Το τελευταίο, ωστόσο, παράδειγμα δεν αναφέρεται τυχαία, καθώς δείχνει προς την κατεύθυνση των στρατιωτικών χρήσεων. Μπορεί, λοιπόν, η δυνατότητα, σε τεχνικό επίπεδο, για την κατασκευή νανομηχανών όπως αυτές που αναφέρθηκαν λίγο παραπάνω να κατακτηθεί σχετικά σύντομα. Μία τέτοια εφαρμογή, φαντάζει εξόχως ελκυστική για στρατιωτικές εφαρμογές, είτε για τακτική χρήση, είτε για στρατηγική χρήση. Δεδομένου ότι τα οπλικά συστήματα, εν γένει, κατασκευάζονται ευκολότερα λόγω της καταστρεπτικής τους επιδίωξης και είναι πιο πιθανό να αντλήσουν επενδύσεις, η δυναμική τέτοιων επικίνδυνων συστημάτων μπορεί καλύτερα να εξεταστεί στο πλαίσιο του στρατιωτικού ανταγωνισμού και του ελέγχου των εξοπλισμών. (Phoenix, Drexler, 2004)

Είναι κατανοητό πως η προοπτική της «γκρίζας βλέννας» ως ένα νέο δυστοπικό όραμα «πυρηνικού αφανισμού» εντάσσεται στο πεδίο της διακινδύνευσης της Νανοτεχνολογίας και αποτελεί δόκιμη πρόκληση για τη ρύθμιση και τη διακυβέρνησή της, χωρίς να περιοριστεί αποκλειστικά σε συζητήσεις σε επίπεδο εξοπλισμών.

Κλίμακα

Η τάξη μεγέθους την οποία αφορά η Νανοτεχνολογία παρουσιάζει ορισμένες διαφοροποιήσεις στη συμπεριφορά της ύλης όπως αυτή είναι αντιληπτή στην καθημερινή εμπειρία, σε τάξεις μεγέθους που μετρώνται με χιλιόμετρα, μέτρα ή εκατοστά. Οι φυσικές ιδιότητες των υλικών αλλάζουν στην ατομική κλίμακα, κάτι που

δίνει την ευκαιρία για δημιουργία νέων υλικών, αλλά αποτελεί πρόκληση κατά την μεταχείριση υπαρχόντων υλικών, λόγω της διαφορετικής τους συμπεριφοράς. Παράδειγμα αποτελεί ο στοιχειακός χρυσός, ο οποίος είναι αδρανής ως ευγενές μέταλλο, στη μακροκλίμακα και την μικροκλίμακα. Η μεταχείρισή του στη νανοκλίμακα δείχνει πώς ο χρυσός είναι ισχυρά αντιδραστικός λόγω των νέων του ιδιοτήτων στη συγκεκριμένη τάξη μεγέθους, αλλά και λόγω διαφορετικών δομικής σύνθεσης στη νανοκλίμακα. (Mavrikakis, Stoltze & Norskov, 2000). Τέτοια φαινόμενα δίνουν την δυνατότητα να κατασκευάζονται νέα υλικά «από τα κάτω», από τη στοιχειώδη δομή τους. Έτσι, ωστόσο, εντείνονται ζητήματα μέτρησης. Πώς εντοπίζονται τέτοιου είδους υλικά; Πώς τυποποιούνται; Πώς περιορίζονται από το περιβάλλον τους; Η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα είναι εξόχως σημαντική, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι οι ιδιότητες τέτοιων υλικών μπορούν να τις καταστήσουν τοξικές ή ικανές να εντίθενται και συνδέονται με βιολογικούς ιστούς (Wienroth, 2010). Τα πιο πάνω δημιουργούν μια σειρά ζητημάτων για τη ρύθμιση και τη διακυβέρνηση της έρευνας και των εφαρμογών των Νανοεπιστημών και της Νανοτεχνολογίας, ως προς τις ερευνητικές πρακτικές, την μεταχείρισή τους στη βιομηχανία, την επίδρασή τους στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

1.2 Ευρωπαϊκή Ένωση και Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ως μέρη της σύγκρισης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής είναι οι δύο μείζονες υπερτοπικές διοικητικές οντότητες με χαρακτηριστικά δημοκρατιών δυτικού τύπου και νομοθετικές και πολιτικές παραδόσεις που κατά σημεία εφάπτονται. Η επαφή στα σημεία αυτά επιτρέπει την συγκριτική προσέγγιση με μία απλοποιημένη εφαρμογή της μεθοδολογίας που προτείνει η Sheila Jasanoff (Jasanoff et al., 2007).

Ένας πρόσθετος λόγος της επιλογής Ε.Ε. και Η.Π.Α. είναι το εγχείρημα διατλαντικής εναρμόνισης της ρύθμισης της νανοτεχνολογίας. Αυτό είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον ερευνητικά για δύο λόγους:

1. Η δημοκρατική παράδοση εκατέρωθεν του Ατλαντικού με την παράλληλη παρουσία διαφορετικών νομοθετικών προσεγγίσεων παρέχει μια εξαιρετικά αδρή εικόνα που προσομοιάζει σε πειραματική διάταξη. Με τη μία διοικητική οντότητα (ομοσπονδία ή ένωση) να αποτελεί την ομάδα ελέγχου, η έτερη μπορεί να αντιμετωπιστεί ως η πειραματική ομάδα. Το ερευνητικό ερώτημα μπορεί να θεωρηθεί κατά περίπτωση η εφαρμογή διαφορετικής ρύθμισης των περιπτώσεων. Ό,τι περιγράφεται παραπάνω ωστόσο δεν σκοπεύει να υποκαταστήσει ένα καλώς ορισμένο πείραμα, αλλά μονάχα να παράσχει διανοητικές σκοπιές και διαισθήσεις προς ενημέρωση των ερευνητικών ερωτημάτων σχετικών με τη ρυθμιστική επιστήμη.
2. Η οριζόντια φύση της νανοτεχνολογίας και το όποιο εγχείρημα διατλαντικής ρυθμιστικής σύγκλισης μπορεί να αποτελεί φορέα συγκαλυμμένης ή ασυνείδητης ενσωμάτωσης ρυθμιστικών κατευθύνσεων. Αυτές είναι δυνατό να συντελέσουν στην αλλαγή του βαθμού ελευθερίας που το εκάστοτε κυβερνητικό σώμα έχει στη διάθεσή του.

1.3 Βιοτεχνολογία & Βιοϊατρική και Τεχνολογία Υλικών στη Χημική Βιομηχανία

Όπως αναφέρθηκε, η Νανοτεχνολογία αποτελεί ένα πεδίο δραστηριότητας το οποίο απλώνεται ταυτόχρονα οριζόντια, τέμνοντας πεδία ερευνητικής και βιομηχανικής δραστηριότητας, αλλά και κάθετα, με την μεταχείριση της μικρότερης κλίμακας να υποθάλλει τις δικές της προκλήσεις.

Το πεδίο της βιοτεχνολογίας και της βιοϊατρικής για τη βιολογία και το πεδίο της τεχνολογίας υλικών για τη χημεία αποτελούν τα αντίστοιχα σημεία τομής της νανοτεχνολογίας και των διαφόρων πεδίων έρευνας και εφαρμογών.

Τα δύο αυτά πεδία επιλέγονται ως πεδία αναφοράς, χάρη στην πληθώρα περιπτώσεων που μπορούν να ανασυρθούν και αναλυθούν υπό το πρίσμα των προκλήσεων της νανοκλίμακας ως προς την ρύθμιση των σχετικών ζητημάτων και την διακυβέρνηση που απευθύνεται στο συγκεκριμένο πεδίο. Έτσι, επιλέγονται με σημείο εκκίνησης το πεδίο της βασικής έρευνας και των τεχνολογικών εφαρμογών, χωρίς να εξετάζονται οι διαιρέσεις που έχουν χαραχτεί στο πεδίο της ρύθμισης και της διακυβέρνησης.

Πέραν του πλήθους τους, ωστόσο, οι περιπτώσεις αυτές διακρίνονται από ειδικά γνωρίσματα που ενδυναμώνουν το επιχείρημα που βασίζει την επιλογή τους. Ας τα προσεγγίσουμε κατά μόνας.

Το πεδίο της βιοτεχνολογίας συνδέει τη νανοκλίμακα με τη ζωή ως γνώρισμα της ύλης. Η φύση των εγχειρημάτων του πεδίου ακουμπούν σε ζητήματα ηθικά όσον αφορά τη διακυβέρνηση και σε ζητήματα οντολογίας της ζωής, όσον αφορά τη ρύθμιση. Καθότι οι φιλοσοφικές όψεις των νανοεφαρμογών της βιοτεχνολογίας μπορούν να θεραπευτούν έστω μερικώς από τον εξαιρετικά εμβριθή στοχασμό της φιλοσοφίας της βιολογίας, και οι ρυθμιστικές όψεις ενημερώνονται από τα πορίσματα της εφαρμοσμένης ηθικής και βιοηθικής, η ανάλυση συναντά την επόμενη πρόκλησή της. Αυτή είναι, με ένα συνεκτικό υπόβαθρο φιλοσοφικής πραγμάτευσης, να ενημερωθεί το εγχείρημα ρύθμισης και με ιστορικά στοιχεία, με ενδιάμεσο στόχο την ανάδειξη των ιδιαιτεροτήτων που θέτει η νανοκλίμακα και απώτερο την ενημέρωση της σχεδιαζόμενων πολιτικών από την προηγηθείσα πραγμάτευση.

Ένας άλλος τρόπος να ιδωθεί η κρισιμότητα της ενασχόλησης με περιπτώσεις της βιοτεχνολογίας είναι αποτιμώντας το ρίσκο του πεδίου. Καθότι οι εφαρμογές της βιοτεχνολογίας, εφόσον έχουν την δυναμική να επηρεάσουν τη ζωή άμεσα και λογικά πιθανώς ανεξέλεγκτα, η μελέτη της υπαγορεύεται από μια υγιή ποσότητα ερωτηματικών αυτοσυντήρησης.

Το πεδίο της τεχνολογίας υλικών, συνδεδεμένο με την χημεία, αποτελεί προνομιακό πεδίο για κριτική στην εννοιολόγηση της εφαρμοσμένης επιστήμης, λόγω ζητημάτων που προκύπτουν από την επαφή υλικών με τρόφιμα και τον χαρακτηρισμό τους ως «έξυπνα». Συνοδεύεται, δε, από σημαντικά οντολογικά ερωτήματα, τα οποία είναι δυνατόν να παραβλεφθούν, αν το αφήγημα της απογυμνωμένης από βασική έρευνα εφαρμογής γίνει αποδεκτό.

Ιστορικά, οι περίοδοι μεταβάσεων τεχνολογικών προτύπων με χαρακτηριστικό γνώρισμά τους το βασικό υλικό κατασκευής (ξύλινα και μεταλλικά αεροπλάνα) (Schatzberg, 1994), στήνουν το σκηνικό αδρών εξιστορήσεων διαμαχών, τις οποίες πλαισιώνουν δίκτυα δρώντων, ρητορικές επιλογές και προσεγγίσεις της δημόσιας εικόνας που διαμορφωνόταν κατά περίπτωση.

Επιπλέον, η επιδίωξη του ανθρώπου να αναζητά πρώτες ύλες που δεν βρίσκονται πρωτογενώς στο περιβάλλον υποστηρίζει την δραστηριότητα πεδίων έρευνας και παραγωγής υλικών ξένων ή πρωτόγνωρων στο φυσικά περιβάλλον. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ειδικών σημείων τριβής τεχνητού και φυσικού, με την επίδραση των εν λόγω τεχνητών υλικών να χρήζει προσεκτικής ανάλυσης και επιμελούς ρύθμισης.

Η άδηλη αλλά σημαντική θεματική στο υπόβαθρο αμφοτέρων είναι η επίδραση στη δημόσια υγεία. Εφαρμογές και υλικά των οποίων η κλίμακα μπορεί να επηρεάσει τα βασικά στοιχεία της ζωής (αμινοξέα, πρωτεΐνες, κύτταρα) θέτουν ζητήματα

διαχείρισης ρίσκου λόγω πιθανής τοξικότητας ή άλλου παράγοντα κινδύνου που προκύπτει από συγκέντρωση ή έκθεση.

Τέτοια ζητήματα θα προσεγγιστούν ακροθιγώς, περιοριζόμενα σε αναφορά ή κατευθύνσεις που μπορεί να λάβει κάποιο μελλοντικό ερευνητικό εγχείρημα. Κρίνεται ωστόσο ότι η χαρτογράφηση του ζητήματος θα αποτελεί ικανοποιητική βάση για την περαιτέρω διερεύνηση του ζητήματος.

2. Θεωρητικό πλαίσιο και Μεθοδολογία

2.1 Θεωρητικό πλαίσιο - Το ιδίωμα της συμπαράγωγής

Σύμφωνα με το ιδίωμα της συμπαράγωγής, όπως το αναπτύσσει η Sheila Jasanoff, η θεώρηση του φυσικού και του κοινωνικού ως να παράγονται μαζί, σε τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, είτε στο παρόν, είτε στο παρελθόν, μας προσφέρει ερμηνευτική ισχύ. Η ερμηνευτική ισχύς αυτή απορρέει από την δυνατότητα να διαφωτίζονται επίπεδα ανάλυσης και να εντοπίζονται αιτιακές σχέσεις που αλλιώς είτε απορρίπτονται, είτε αγνοούνται.

Έτσι, όσο ό,τι μας περιβάλλει, μας διαμορφώνει, κι εμείς επηρεάζουμε ό,τι μας περιβάλλει.

Οι τρόποι με τους οποίους γνωρίζουμε και αναπαριστούμε τον κόσμο (αμφότερες τη φύση και την κοινωνία) είναι αδιαχώριστοι από τους τρόπους με τους οποίους επιλέγουμε να ζήσουμε μέσα στον κόσμο. (Jasanoff, 2004)

Η κοινωνική ζωή δέχεται την επίδραση της γνώσης, η οποία δεν δημιουργείται στο κενό, αλλά εμποτίζεται από το κοινωνικό περιβάλλον που περιβάλλει την παραγωγή της.

Η γνώση και οι υλοποιήσεις της είναι ταυτοχρόνως αποτέλεσμα κοινωνικής εργασίας και καταστατικές για τις εκφάνσεις της κοινωνικής ζωής. Η κοινωνία δεν μπορεί να λειτουργήσει χωρίς τη γνώση, όπως και η γνώση δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς την κατάλληλη κοινωνική υποστήριξη. Πιο συγκεκριμένα, η επιστημονική γνώση ενσωματώνει στοιχεία, αλλά ενσωματώνεται και η ίδια σε κοινωνικές πρακτικές, σε ταυτότητες, σε κανόνες, σε συμβάσεις, σε «λόγους», σε εργαλεία και σε θεσμούς,

δηλαδή σε όλα τα δομικά στοιχεία αυτού που δηλώνουμε με τον όρο «κοινωνικό». Το ίδιο μπορεί να ειπωθεί, ακόμη πιο έντονα, και για την Τεχνολογία. (Jasanoff, 2004)

Τα οργανωμένα σώματα γνώσεις που χαρακτηρίζονται από τη συστηματικότητα της επιστημονικής δραστηριότητας και τα χαρακτηριστικά της τεχνολογικής επινόησης περιέχουν το αποτύπωμα της κοινωνικής ζωής που τα είχε ως αποτέλεσμα. Την ίδια στιγμή αυτά παράγουν μορφές κοινωνικότητας (π.χ. εργασία, κατανάλωση) κατά την πραγμάτωσή τους.

Τοποθετήσεις στο πλαίσιο της συμπαραγωγής διαφεύγουν από έναν τύπο ανάλυσης που θα μπορούσε να κατηγορηθεί για ντετερμινισμό, φυσικό ή κοινωνικό, που απασχόλησαν παλαιότερα διενέξεις εντός του πεδίου Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία, συμπεριλαμβανομένου του «Πολέμου της Επιστήμης». (Jasanoff, 2004)

Προσεγγίσεις ρεαλιστικού τύπου, οι οποίες έδιναν αναλυτική προτεραιότητα στη φύση ή στην κοινωνία και διαιρούν με αυστηρότητα τομείς της φύσης, της κοινωνίας και της γνώσης, αντιμετωπίζονται κριτικά από το ιδίωμα της συμπαραγωγής. Σχολιάζοντας τις διαιρέσεις που χαράσσονται από τέτοιες προσεγγίσεις, δεν επιδιώκεται στο πλαίσιο του η θεωρητική ισοπέδωση και ο άκρατος σχετικισμός, αλλά η ανάδειξη των δυναμικών που δημιουργούνται κατά τη διαδικασία γέννησης νέων πεδίων γνώσεων και εφαρμογών.

Οι ανθρωπιστικές επιστήμες και οι επιστήμες ζωής είναι εξαιρετικά πρόσφορες για την εφαρμογή του ιδιώματος της συμπαραγωγής, καθώς συχνά παρουσιάζονται διαδικασίες ανάδυσης, αμφισβήτησης, τυποποίησης και ένταξης στο πολιτισμικό περιβάλλον (Jasanoff, 2004). Αυτό, ωστόσο, δεν σημαίνει ότι δεν βρίσκει εφαρμογή στο πεδίο των κοινωνικών επιστημών.

Το ιδίωμα της συμπαραγωγής έρχεται σε επαφή με τις κοινωνικές και τις ανθρωπιστικές επιστήμες με διάφορους τρόπους. Προσφέρει την δυνατότητα να επισημανθούν διαστάσεις νοήματος, «λόγων» και διατυπώσεων. Επιτρέπει την ανάπτυξη αναλυτικών προσεγγίσεων σε περισσότερα του ενός επίπεδα, συσχετίζοντας τις ανασυγκροτήσεις με τις υλικότητες.

Στο πλαίσιο της πολιτικής επιστήμης, συμπληρώνει το έργο των μεταδομιστών, προσφέροντας νέες διαστάσεις στη μεταχείριση της ισχύος, μέσα από την έμφαση στις διαφορετικές γνώσεις, την ειδημοσύνη, τις τεχνικές πρακτικές και τις υλικότητες που διαμορφώνουν, συντηρούν, ανατρέπουν και μετασχηματίζουν σχέσεις εξουσίας. Στο πλαίσιο της κοινωνιολογίας των κοινωνικών θεωρήσεων, η συμπαραγωγή αναδεικνύει τις διασυνδέσεις μεταξύ του μάκρο και του μικρο επιπέδου, μεταξύ ανάδυσης και σταθεροποίησης και μεταξύ γνώσης και πρακτικής, προσφέροντας πολυσχιδείς τρόπους εννοιολόγησης κοινωνικών δομών και κατηγοριών. (Jasanoff, 2004)

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η οποία προσεγγίζει ένα αντικείμενο που η πολιτική επιστήμη μπορεί να θεωρήσει εντός του πεδίου που θεραπεύει, όπως και η κοινωνιολογία, η συμπαραγωγή επιλέγεται ως θεωρητική σκοπιά λόγω της προσέγγισης της Νανοτεχνολογίας σε πολλαπλά επίπεδα. Οι προκλήσεις που αυτή θέτει στη διακυβέρνησή της και το αίτημα για ρύθμισή της και η συμμετοχή σε αυτή τη διαδικασία θεσμών ρύθμισης, της βιομηχανίας, της ακαδημίας και της κοινωνίας συνθέτουν ένα πεδίο όπου αναπτύσσονται σχέσεις πολλών κατευθύνσεων. Η αναλυτική προσέγγιση τέτοιων δυναμικών σχέσεων μπορεί να γίνει διαυγέστερα κατανοητή υπό το πρίσμα μιας θεώρησης που μπορεί να τις διαχειριστεί. Το ιδίωμα της συμπαραγωγής, με καταστατική του αρχή τη αμφίδρομη δυναμική φυσικού και κοινωνικού ή/και τεχνολογικού ενδείκνυται για το συγκεκριμένο εγχείρημα.

2.2 Η επιστημολογία της Νανοτεχνολογίας: ένα σύντομο σχόλιο

Η πολυεπίπεδη ανάγνωση της Νανοτεχνολογίας μέσα από το ιδίωμα της συμπαραγωγής αναδεικνύει ζητήματα με κοινωνικό πρόσημα. Το περιεχόμενό τους σχετίζεται με τον λόγο των ειδημόνων, την κατασκευή του όρου «νάνο-», της σημασίας του για την κοινωνία, στοιχεία που συνθέτουν τα οράματα για τη Νανοτεχνολογία και δημιουργούν κατευθύνσεις ρύθμισης και πρακτικές διακυβέρνησης. Η επιστημολογία, ελέγχοντας τι μπορεί να είναι γνωστό και τι αξιώσεις παραγωγής γνώσης μπορεί να έχει κάθε πεδίο, μπορεί να αναλύσει και τους ισχυρισμούς που διατυπώνονται στο πλαίσιο της Νανοτεχνολογίας.

Έτσι, η επιστημολογική ανάλυση μπορεί να «καταπολεμήσει την αφελή τεχνολογιοδοξία, που θέλει την τεχνική πρόοδο να οδηγεί αναγκαία σε κοινωνική πρόοδο» (Kaldis, 2010). Ελέγχοντας τι είναι δυνατόν να γίνει γνωστό, κατά πόσον ισχυρισμοί δυναμικού προόδου της Νανοτεχνολογίας είναι αιτιολογημένοι, αλλά και ποιες ανησυχίες είναι λογικά ευσταθείς, δημιουργεί μια λογικά θεμιτή και επιστημικά νόμιμη βάση, όπου μπορεί να δομηθεί ένα αντίστοιχα λογικά νόμιμο ρυθμιστικό εγχείρημα.

Το ζήτημα της εννοιολόγησης του «νάνο-», που το ιδίωμα της συμπαραγωγής επίσης δόκιμα εξετάζει, σχετίζεται με την υφή που θεωρείται ότι έχει και το είδος γνώσης που εκτιμάται ότι περιέχει. Για παράδειγμα, είναι το «νάνο-» μια κατηγορία με ειδοποιό γνώρισμα απλά την τάξη μεγέθους, ευθέως συγκρίσιμο με τα «μίκρο-» και «μάκρο-», ή προκύπτουν πρόσθετα ζητήματα διαφορετικών ιδιοτήτων περίπλοκων συστημάτων που αποκαλύπτουν μη γραμμική διαφοροποίηση όσο η ύλη αλλάζει τάξη μεγέθους;

Ένα άλλο ζήτημα με κοινωνικές προεκτάσεις που άπτεται της επιστημολογίας εντοπίζεται στην τεχνική γνώση και τις πρακτικές που υιοθετούνται στο πλαίσιο της

ανάπτυξης εφαρμογών. Αυτές, εγγράφουν επιστημολογικές αρχές και γνωσιολογικά όρια. Αν αυτές αγνοηθούν και η τεχνική γνώση χρησιμοποιηθεί ως σημείο εκκίνησης για την εξαγωγή πορισμάτων σχετικά με την επιστημολογία της Νανοτεχνολογίας, τότε η επιχειρηματολογία είναι στην ουσία της κυκλική. Με συναίσθηση των γνωσιολογικών ορίων των τεχνικών πρακτικών στο πλαίσιο της Νανοτεχνολογίας, όπως για παράδειγμα η επίγνωση του τι εντοπίζει μια τεχνική ηλεκτρονικού μικροσκοπίου ή άλλες μέθοδοι παρατήρησης του μικροκόσμου, που ερμηνεύει ως εικόνα, ενδυναμώνεται, και πάλι, η αναλυτική διαδικασία που θέτει το πλαίσιο ρύθμισης του συγκεκριμένου πεδίου.

2.3 Υποθέσεις

Η Νανοτεχνολογία αποτελεί πεδίο έρευνας και εφαρμογών, η ρητορική γύρω από την οποία προσομοιάζει σε αυτή των περισσότερων πεδίων που θεωρήθηκαν «τεχνολογίες του μέλλοντος ή τεχνολογίες αιχμής και υπεροχής». Η πίστη των νομοθετούντων σε αυτές είναι τεχνικά αδικαιολόγητα ισχυρή, ενώ ελέγχονται για την υπεροχή τους σε σχέση με εναλλακτικές σύγχρονές τους και για τις διακινδυνεύσεις τις οποίες συνεπάγονται.

Τα οράματα ενημερώνουν τις ρυθμιστικές δράσεις, χωρίς να ενημερώνονται εξ αρχής από τις διακινδυνεύσεις, αλλά αντιμετωπίζοντάς τις ως δευτερογενή ζητήματα, τα οποία χρήζουν διόρθωσης για να διασωθεί το ιδεώδες της εξέχουσας επιστήμης και όχι διαχείρισης, ως στοιχεία εγγενή της επιλογής συγκεκριμένων εφαρμογών.

Κάποιες συμβατότητες στην μεταχείριση της Νανοτεχνολογίας διατλανικά υπάρχουν χάρη στην εγγύτητα των οραμάτων γι' αυτήν, αλλά ο όποιος συσχετισμός των ρυθμιστικών εγχειρημάτων εξαρτάται από εσωτερικές πολιτικές δυναμικές και τις νομοθετικές κουλτούρες.

Για τον έλεγχο των παραπάνω υποθέσεων, με τους όρους που τίθενται, την παρούσα εργασία θα απασχολήσουν τα παρακάτω ερωτήματα:

- Με ποιους όρους η νανοτεχνολογία αλλάζει το αίτημα και πλαίσιο διακυβέρνησης;
- Πώς οι ειδήμονες νοσηματοδοτούν τους όρους διακινδύνευσης σε σχέση με την νανοτεχνολογία και πώς διαμορφώνουν τα αιτήματα σχετικά με νέο ρυθμιστικό πλαίσιο;
- Τί είδους ανάγκες για νέα ρυθμιστική επιστήμη προκαλεί η ενσωμάτωση της νανοτεχνολογίας στα διάφορα τεχνοεπιστημονικά πεδία;
- Ποιες διαφορετικές προσεγγίσεις στη διακυβέρνηση των προκλήσεων που θέτει η νανοτεχνολογία υπάρχουν σε εθνικά και διεθνή πλαίσια και πώς μπορούν να ερμηνευτούν;

2.4 Μεθοδολογία - Συγκρίνοντας διαφορετικά ρυθμιστικά πλαίσια

Όπως αναφέρεται και πιο πάνω, η μεθοδολογική προσέγγιση του ζητήματος των προκλήσεων που θέτει η νανοτεχνολογία στη ρυθμιστική επιστήμη και στη διακυβέρνηση εδράζεται στη σύγκριση. Με την επιλογή της Ε.Ε. και των Η.Π.Α. ως υπερτοπικών κυβερνητικών σχηματισμών εστίασης και της βιοτεχνολογίας και της τεχνολογίας υλικών στη χημική βιομηχανία ως ειδικότερα πεδία εφαρμογών νανοτεχνολογίας, τίθεται ένα πεδίο πρόσφορο για συγκρίσεις. Σε κάθε περίπτωση από αυτές, οι προκλήσεις μεταβάλλονται ως έναν βαθμό, ενώ με τα διαφορετικά παραδείγματα που η κατά περίπτωση βιομηχανία εφαρμογής υπηρετεί, προσφέρεται για συγκριτική πραγμάτευση.

Η μεθοδολογία αυτή επιλέγεται κατά το παράδειγμα των Jasanoff et al., 2007. Επιδιώκοντας μια μακρο-προσέγγιση για να προσδιορίσουν τους τρόπους με τους οποίους τρεις δημοκρατικές πολιτικές κουλτούρες, των Η.Π.Α., της Γερμανίας και της Νότιας Κορέας, «πλαισιώνουν τους στόχους, τις διακινδυνεύσεις και τα οφέλη της τεχνολογικής καινοτομίας, και πώς ανταποκρίνονται τις συνακόλουθες προκλήσεις της δημοκρατικής συμπερίληψης, της συμβουλής των ειδημόνων, της ηθικής και της απόδοσης ευθυνών» (Jasanoff et al., 2007).

Εν προκειμένω, με ζητούμενο τη χαρτογράφηση των κοινωνικοτεχνικών φαντασιακών και των οραμάτων της ρυθμιστικής επιστήμης, όπως αυτά αποτυπώνονται στα ρυθμιστικά κείμενα που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διακυβέρνηση, επελέγη η προσέγγιση σε μακρο-επίπεδο. Έτσι, καθίσταται εφικτή η ενημέρωση του ερευνητικού ερωτήματος μέσα από ρυθμιστικά κείμενα και σχετική αρθρογραφία. Το αντίθετο θα ήταν δύσκολο να επιτευχθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, καθότι δεν υπάρχει ένα περιορισμένο και αντιπροσωπευτικό δείγμα περιπτώσεων που θα επέτρεπαν την ασφαλή γενίκευση των πορισμάτων της πραγμάτευσής τους. Η συγκριτική προσέγγιση των επιλεγέντων πεδίων επιτρέπει την χάραξη κατευθύνσεων που μια πιο ενδελεχής μελέτη του ζητήματος θα μπορούσε να θέσει ως αρχικό πλαίσιο.

2.4.1 Κοινωνικοτεχνικά Φαντασιακά και Πολιτικές Επιστήμης και Τεχνολογίας

Καθότι η προσέγγιση των προκλήσεων της ρύθμισης και διακυβέρνησης της Νανοτεχνολογίας επιχειρείται στη βάση της δυναμικής σχέσης της κοινωνίας και της γνώσης, είτε στο πεδίο της επιστήμης, είτε στο πεδίο της τεχνολογίας, απαιτείται ένα αναλυτικό πλαίσιο το οποίο χωρά και αναδεικνύει τέτοιου είδους δυναμικές. Προσεγγίζοντας βασικά ζητήματα της σχέσης των πολιτικών επιστήμης και τεχνολογίας και της κοινωνίας, η έννοια των κοινωνικοτεχνικών φαντασιακών

αναδεικνύει τον ρόλο της κοινωνίας στην συμπαράγωγή διαφορετικών πορειών προς το μέλλον, όπως αυτές έχουν συλληφθεί.

«Ο όρος από μόνος του είναι υβριδικός, διασκελίζοντας τις ανθρωπιστικές επιστήμες (φαντασιακά), τις κοινωνικές επιστήμες (κοινωνικο-) και την Επιστήμη και την Τεχνολογία (τεχνικά). Έτσι, προσφέρει ένα επαρκώς διασταλτικό ερμηνευτικό πλαίσιο εντός του οποίου απαντώνται ερωτήματα σχετικά με το νόημα των τεχνολογικών εξελίξεων, την σύνδεσή τους με κοινωνικούς και πολιτικούς θεσμούς και τις επιπτώσεις της κοινωνικής ενσωμάτωσης της τεχνολογίας για την υπεύθυνη καθολική διακυβέρνηση αμφοτέρων της γνώσης και της τεχνολογίας. (Jasanoff et al., 2007)

Βάση του παραπάνω γίνεται εμφανές πώς τα κοινωνικοτεχνικά φαντασιακά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αναλυτική προσέγγιση για την ανασυγκρότηση της δυναμικής μεταξύ κοινωνίας και θεσμών που ρυθμίζουν επιστήμη και τεχνολογία.

Χρησιμοποιώντας τα κοινωνικοτεχνικά φαντασιακά κατά μία συγκριτική προσέγγιση διαφορετικών εθνικών ή υπερεθνικών σχηματισμών που ασκούν εξουσία, είναι δυνατό να απαντηθούν ερωτήματα σε σχέση με τις προτεραιότητες των σχηματισμών αυτών, τις εννοιολογήσεις των διακινδυνεύσεων, της υφή του πολιτεύματος δημοκρατικών κρατών ή υπερκρατικών σχηματισμών, την βαρύτητα της παρέμβασης των ειδημόνων και τον συσχετισμό των ρυθμιστικών τους προσεγγίσεων.

2.4.2 Η ένταξη της Νανοτεχνολογίας και των Η.Π.Α. και Ε.Ε. στη μεθοδολογία

Δεδομένης της παρουσίας των Η.Π.Α. και της Γερμανίας στην μέθοδο Jasanoff, καλύπτονται δύο συγκεκριμένοι χαρακτηριστικοί παράγοντες που αφορούν τη σύγκριση που η εργασία επιχειρεί. Η μεταχείριση των Η.Π.Α. στο πλαίσιο Jasanoff καλύπτει την επαναπραγμάτευση του συγκεκριμένου κράτους, αλλά καλύπτει και την

παρουσία ενός γεωγραφικά ευρύ διακυβερνητικού σχηματισμού, με ισχυρή εσωτερική οργάνωση (ομοσπονδία πολιτειών). Η παρουσία της Γερμανίας μαρτυρά την συμβατότητα του θεωρητικού εργαλείου με το ευρωπαϊκό πλαίσιο διακυβέρνησης. Σημειωτέον δε, ότι και η Γερμανία, ως διακυβερνητικός σχηματισμός, παρουσιάζει επίσης αυξημένη εσωτερική οργάνωση με χαρακτηριστικά ισχυρής τοπικής διακυβέρνησης, καθότι αποτελεί μια Ομοσπονδιακή Δημοκρατία.

Σχετικά με τη Νανοτεχνολογία ως εστίαση, ήδη οι Jasanoff et al. επιλέγουν (Jasanoff et al., 2007) την συμπερίληψή της στο συγκριτικό τους σχήμα, μαζί με την πυρηνική ενέργεια και την έρευνα στα βλαστοκύτταρα και την θεραπευτική κλωνοποίηση. Οι τρεις αυτές τεχνολογίες τοποθετούνται ως καινοφανής (Νανοτεχνολογία), τρέχουσα (βλαστοκύτταρα και θεραπευτική κλωνοποίηση) και παλαιά (πυρηνική ενέργεια). Εντός της πρότασης γίνονται νύξεις για το παρελθόν των δύο τελευταίων και πώς αυτό επηρεάζει τις στάσεις προς τη Νανοτεχνολογία. Οι αρνητικές εμπειρίες των δύο τεχνολογιών έχουν συντελέσει σε μια «νηφάλια προσοχή», στο εγχείρημα ρύθμισης της Νανοτεχνολογίας. Η ανάλυση των προκλήσεων και των διακινδυνεύσεων στο πλαίσιο της δίνει βάση στην προσεκτική προσέγγιση των ρυθμιστικών εγχειρημάτων. Συγκεκριμένα, ζητήματα αυτοαναπαραγωγής και στρατιωτικής χρήσης, αλλά και επίδρασης στη δημόσια υγεία, αποτελούν τομείς διακινδύνευσης με υψηλό πιθανό αντίκτυπο.

3. Ρυθμιστικά κείμενα και σκοπιές

3.1 Νομοθετικά Πλαίσια και ορισμοί

Έχοντας θέσει το θεωρητικό πλαίσιο και έχοντας αναφερθεί στις προκλήσεις που θέτει η Νανοτεχνολογία για τη ρυθμιστική επιστήμη, στη συνέχεια εξετάζονται τα ρυθμιστικά πλαίσια των Η.Π.Α. και της Ε.Ε. μέσα από ρυθμιστικά κείμενα και σκοπιές του ζητήματος μέσα από δευτερογενείς πηγές.

3.1.1 Ευρωπαϊκή Ένωση

Στις ιδιαιτερότητες της Νανοτεχνολογίας ως πεδίου εφαρμογής βρίσκεται και ο συσχετισμός της με άλλα, ήδη ανεπτυγμένα πεδία έρευνας και ανάπτυξης εφαρμογών. Αυτός έγκειται στην έκταση των δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της Νανοτεχνολογίας, η οποία τέμνει άλλα πεδία, αναπτύσσοντας, σχηματικά, μία οριζόντια διάσταση.

Η οριζόντια διάσταση της Νανοτεχνολογίας αποτυπώνεται στους σχετικούς κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως συνοψίζονται στον Πίνακα 1. Τα πεδία όπου εντοπίζονται εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας εμφανίζονται στους τίτλους Κανονισμών και Πρότασης Κανονισμού, ως γραμμές του πίνακα, με χρονολογίες επικύρωσης που ξεκινούν από το 2006 και εκτείνονται μέχρι και το 2017. Τα πεδία αυτά είναι τα χημικά προϊόντα, τα βιοκτόνα, τα καλλυντικά προϊόντα, τα νέα τρόφιμα, τα πρόσθετα τροφίμων, πλαστικά υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα, ομοίως για ενεργά και νοήμονα υλικά, η παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές και τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα.

Ως στήλες του πίνακα, εκτός από τις ονομασίες των ρυθμιστικών πλαισίων, εμφανίζονται και είδη περιεχομένου των κανονισμών (Ορισμός, Διαδικασία Έγκρισης, Εκτίμηση ασφαλείας, Επισήμανση, Καθοδήγηση) τα οποία ρυθμίζουν διάφορες πλευρές της κάθε βιομηχανίας ή πεδίου εφαρμογών. Έτσι, στον πίνακα σημειώνεται με

Χ το είδος του περιεχομένου του κάθε Κανονισμού. Για παράδειγμα, ο Κανονισμός 1907/2006 για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH), συμπεριλαμβάνει σχετική καθοδήγηση αποκλειστικά και φαίνεται να απευθύνεται κατά κύριο λόγο στη συγκεκριμένη βιομηχανία και τους δρώντες γύρω από αυτήν. Ένα ακόμη παράδειγμα, ο Κανονισμός 1169/2011, σχετικά με την παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές, συμπεριλαμβάνει ορισμό της Νανοτεχνολογίας και ρυθμίζει ζητήματα σχετικά με τις επισημάνσεις που εμφανίζονται στα προϊόντα που φτάνουν στους καταναλωτές. Φαίνεται πως πρόκειται για έναν κανονισμό που αφορά τη σχέση βιομηχανίας και καταναλωτικού κοινού. Μια σειρά άλλων Κανονισμών (528/2012, 1223/2009, 2015/2283) περιέχουν διατάξεις για ένα μεγαλύτερο εύρος ζητημάτων, συμπεριλαμβάνοντας ορισμούς, διατάξεις για την διαδικασία έγκρισης, εκτιμήσεις ασφαλείας που συνδέονται με μορφές διακινδύνευσης κατά τη χρήση των προϊόντων, επισήμανση για παροχή πληροφοριών και, κατά περίπτωση, σχετική καθοδήγηση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι διατάξεις σχετικές με Εκτίμηση ασφαλείας συμπεριλαμβάνεται 8 από τα 9 συνολικά ρυθμιστικά πλαίσια του Πίνακα 1, σε περισσότερα δηλαδή από τις άλλες κατηγορίες διατάξεων.

Πίνακας 1 – Επισκόπηση επιλεγμένων ρυθμιστικών πλαισίων της Ε.Ε., σχετικών με νανοϋλικά. Η ένδειξη «X» σημειώνει την ύπαρξη συγκεκριμένης πρόβλεψης για νανοϋλικά στον κανονισμό. Βασισμένος στο Rauscher, H., Rasmussen, K., & Sokull-Klüttgen, B. (2017). Regulatory Aspects of Nanomaterials in the EU. Chemie Ingenieur Technik, 89(3), 224–231. Μετάφραση και επικαιροποίηση, ίδια.

Ρυθμιστικό Πλαίσιο	Ορισμός	Διαδικασία Έγκρισης	Εκτίμηση ασφαλείας	Επισήμανση	Καθοδήγηση
Κανονισμός (ΕΚ) για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) αριθ. 1907/2006					X
Κανονισμός (ΕΕ) σχετικά με τη διάθεση στην αγορά και τη χρήση βιοκτόνων αριθ. 528/2012	X	X	X	X	
Κανονισμός (ΕΚ) για τα καλλυντικά προϊόντα αριθ. 1223/2009	X	X	X	X	X
Κανονισμός (ΕΕ) σχετικά με τα νέα τρόφιμα 2015/2283	X	X	X	X	X
Κανονισμός (ΕΚ) που αφορά τα πρόσθετα τροφίμων αριθ. 1333/2008			X	X	X
Κανονισμός (ΕΕ) για τα πλαστικά υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα αριθ. 10/2011		X	X		
Κανονισμός σχετικά με τα ενεργά και νοήμονα υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα αριθ. 450/2009		X	X		
Κανονισμός (ΕΕ) σχετικά με την παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές αριθ. 1169/2011	X			X	
Κανονισμός (ΕΕ) για τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα αριθμ. 2017/745	X	X	X	X	

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υιοθετήσει έναν ορισμό βασισμένο στο μέγεθος που έχουν τα στοιχειώδη μέρη κάποιου υλικού και όχι στην διακινδύνευση που αυτό συνεπάγεται κατά την παραγωγή, χρήση ή απόρριψη.

Ο ορισμός του νανοϋλικού που ισχύει στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης δημοσιεύτηκε υπό τη μορφή σύστασης το 2011.

Η Σύσταση της Επιτροπής, της 18ης Οκτωβρίου 2011, για τον ορισμό των νανοϋλικών ορίζει το «νανοϋλικό» ως «φυσικό, περιστασιακό ή μεταποιημένο υλικό που περιέχει σωματίδια, σε μη δεσμευμένη μορφή ή ως σύμπηγμα ή συσσωμάτωμα και εφόσον, σύμφωνα με την κατανομή των αριθμητικών μεγεθών, τουλάχιστον το 50 % των σωματιδίων έχει μία ή περισσότερες εξωτερικές διαστάσεις εντός της κλίμακας μεγέθους 1 nm — 100 nm.» (2011/696/ΕΕ)

Αποτιμώντας τον ορισμό της Ε.Ε., φαίνεται ο περιορισμός στη φυσική περιγραφή του υλικού να αποτελεί και περιορισμό ως προς τη ρυθμιστική προσέγγιση (Regulation – ECHA, n.d.). Ο πιθανός αντίκτυπος στο κοινωνικό, φυσικό και τεχνητό περιβάλλον δεν αντιμετωπίζεται ως ειδοποιός. Αντ' αυτού, η προσέγγιση που προτιμάται είναι ορισμού που προσομοιάζει σε μηχανικές διατάξεις, όπου οι φυσικές διαστάσεις και οι λειτουργίες καθορίζουν το προς περιγραφή, και όχι οι ιδιότητες που απορρέουν από τη μικροσκοπική τάξη μεγέθους. Η μεταχείριση του ορισμού της νανοτεχνολογίας, με την εστίαση στις φυσικές ιδιότητες του νανοϋλικού, παραβλέπει την ειδική μεταχείριση που ενδεχομένως να χρειάζονται υλικά τέτοιων μεγεθών. Η κοινωνική διάσταση δεν αναφέρεται, ενώ δεν υπάρχουν γενικότερες συστημικές προσεγγίσεις, αλλά κατά πεδίο περιγράφονται και διαφορετικές αρχές.

3.1.2 Ηνωμένες Πολιτείες

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα νανοϋλικά και τα προϊόντα νανοτεχνολογίας δεν ρυθμίζονται από νομοθετικά κείμενα που εστιάζουν αποκλειστικά σε αυτά. Εμπίπτουν στα χημικά, που ρυθμίζονται από δύο κυρίως νόμους: την Πράξη Ελέγχου Τοξικών Ουσιών (Toxic Substances Control Act - TSCA) και την Ομοσπονδιακή Πράξη Εντομοκτόνων, Μυκητοκτόνων και Μυοκτόνων (Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act - FIFRA), ενώ τα σώματα που ασκούν την διακυβέρνηση και ελέγχουν

τη ρύθμιση είναι η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (Environmental Protection Agency-EPA) και ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων (Food and Drug Administration-FDA)

Βάσει της Πράξης Ελέγχου Τοξικών Ουσιών, τα νανοϋλικά εμπίπτουν στο πεδίο ρύθμισης της πράξης αυτής, ως χημικά και καλούν τους κατασκευαστές να υποβάλουν στην Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας υπομνήματα προτού τα κατασκευάσουν ή τα εισάγουν. Σχετικά με την Πράξη Ελέγχου Τοξικών Ουσιών, η ρύθμιση που προβλέπει εστιάζεται συγκεκριμένα στα φυτοφάρμακα.

Το πλαίσιο των Η.Π.Α. δεν παρουσιάζει κάποιον αυστηρό ορισμό του νανοϋλικού. Προτιμάται μία προσέγγιση που υπολογίζει ειδικές ιδιότητες των διάφορων νανοϋλικών. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων, για παράδειγμα, «υποστηρίζει ότι όπως και με άλλες αναδύομενες τεχνολογίες, έτσι και οι εξελίξεις στη βασική και την προηγμένη Νανοτεχνολογία μπορεί να είναι απρόβλεπτες, ταχείες και άνισα κατανεμημένες μεταξύ προϊόντων εφαρμογών και εργαλείων διαχείρισης διακινδυνεύσεων». (Miettinen, 2016)

3.2 Αποτύπωση φαντασιακών και οραμάτων

3.2.1 Ηνωμένες Πολιτείες: Το όραμα του Richard Feynman

Θεμελιώδης για το πεδίο της Νανοτεχνολογίας στις Η.Π.Α. ήταν η προσέγγιση του Richard Feynman. Η προγραμματική του θέση ότι «υπάρχει πολύς χώρος προς τα κάτω», με αναφορά στην τάξη μεγέθους όπου θα εστίαζε η βασική έρευνα αλλά και οι τεχνικές εφαρμογές, ήταν εμπεδωμένη.

Την τοποθέτηση του αυτή, ακολούθησε και ο οραματισμός του σε σχέση με τους προγραμματικούς στόχους της Νανοτεχνολογίας. Αναφερόμενος στον τρόπο που θα

λειτουργούσε μία διαδικασία παραγωγής στο πεδίο της νανοτεχνολογίας, αναφερόταν σε δυσθεώρητα πλήθη μικροσκοπικών (ή μάλλον «νανοσκοπικών») παραγωγικών μονάδων, οι οποίες φαίνεται ότι θα δρουν όπως εργάτες στις γραμμές παραγωγής.

“I want to build a billion tiny factories, models of each other, which are manufacturing simultaneously, drilling holes, stamping parts, and so on.” (Feynman, 1961)

Ο ίδιος, ως φυσικός, οραματιζόταν την ύλη στο μοριακό επίπεδο, να καθίσταται προσβάσιμη και διαχειρίσιμη, ώστε να εξυπηρετήσει την τεχνική παραγωγή με βιομηχανικούς όρους.

Το όραμα του Feynman και η ρητορική που το ακολουθούσε υπήρξε η απαρχή της Εθνικής Πρωτοβουλίας για τη Νανοτεχνολογία ή National Nanotechnology Initiative (NNI), θεσμό κεντρικό στην ανάπτυξη και τη ρύθμιση της Νανοτεχνολογίας στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Έγγραφα και προωθητικό υλικό της N.N.I. περιείχαν το όραμα αυτό και περιέγραφαν ρητά τις στοχεύσεις για τη Νανοτεχνολογία. Σε ένα από τα έγγραφα της πρώιμης δραστηριότητας της N.N.I. σημειωνόταν σχετικά με τον προσδιορισμό της Νανοτεχνολογίας πως «η ουσία της Νανοτεχνολογίας είναι η δυνατότητά της να δουλεύει στο μοριακό επίπεδο, άτομο προς άτομο, να δημιουργεί μεγάλες δομές με θεμελιωδώς νέα μοριακή οργάνωση» (National Science & Technology Council [NSTC], 2000). Σχετικά με το προωθητικό υλικό, σε φυλλάδιο της πρώιμης εποχής της N.N.I. (NSTC, 1999), γινόταν αναφορά στο «όραμα του Feynman για πλήρη έλεγχο στη νανοκλίμακα» ως «το αυθεντικό όραμα της Νανοτεχνολογίας». (Drexler, 2004)

3.2.2 Νανο- ως αποτέλεσμα ή νανο- ως διαδικασία;

Ένα ζήτημα που τέθηκε στο πλαίσιο του οράματος του Feynman, υπογράμμισε τις αμφισημίες ή μάλλον, το ευμεγέθες ερμηνευτικό περιθώριο της αναφοράς της Νανοτεχνολογίας.

3.2.2.α Η Νανοτεχνολογία ως νανο-Διαδικασία

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τη διατύπωση περί δισεκατομμυρίων εργοστασίων που θα «παράγουν ταυτόχρονα, θα τρυπούν, θα σημαδεύουν», περιγράφεται ένα περιβάλλον παραγωγής, παρόμοιο του οποίου η βιολογία μας δειγματίζει εύκολα. Δεν φαίνεται να είναι μεγάλο άλμα να θεωρήσουμε την λειτουργία των κυττάρων μια διαδικασία ανάλογη με αυτή που αναφέρει ο Feynman. Τα κύτταρα, προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά, φυτικά ή ζωικά, σε πολυκύτταρους ή μονοκύτταρους οργανισμούς, αποτελούν μικρές μονάδες δραστηριότητας. Εντός αυτών, λόγω της κυτταρικής τους οργάνωσης, δραστηριοποιούνται οργανίδια, τα οποία κάλλιστα μπορούν να θεωρηθούν μονάδες παραγωγής ή επεξεργασίας στη νανοκλίμακα. Για παράδειγμα, τα ριβοσώματα με διάμετρο περί τα 20 nm ή 200 Å πραγματοποιούν την πρωτεϊνσύνθεση, αντλώντας πληροφορία από το αγγελιαφόρο RNA (mRNA), πλάτους λιγότερο από 2nm, συνθέτοντας πρωτεΐνες με πλάτος –αναφερόμενο καταχρηστικά, καθώς η ποσοτικοποίηση του μεγέθους του γίνεται σε Dalton (da)- μεταξύ 3 και 6 nm. (Milo & Philips, n.d.).

Η διαδικασία της πρωτεϊνσύνθεσης κινείται εκατέρωθεν του μεταιχμίου των μεγεθών της Νανοτεχνολογίας, βάσει τουλάχιστον του ορισμού που υιοθετείται εν γένει στην Ε.Ε., με το κατώφλι να βρίσκεται στα 100 nm.

Λαμβάνοντας ως παράδειγμα μια άλλη διαδικασία βιοσύνθεσης, μπορούμε να κατανοήσουμε ευκρινέστερα τη διάζευξη ανάμεσα σε τάξη μεγέθους παραγωγής και τάξη μεγέθους προϊόντος. Η διαδικασία αυτή είναι η αναπαραγωγή πολυκύτταρων

οργανισμών. Διεργασίες στο κυτταρικό επίπεδο, έχουν ως τελικό προϊόν έναν οργανισμό που ποσοτικοποιείται σε τάξη μεγέθους σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή των διαδικασιών που τον παρήγαγαν. Είναι, λοιπόν, η Νανοτεχνολογία, μία διαδικασία, στον ορισμό της οποίας εμπεριέχεται μία σχέση τάξης μεγέθους παραγωγής και προϊόντος, αντίστοιχη αυτής της βιολογικής αναπαραγωγής, δηλαδή μικρής τάξης μεγέθους της παραγωγής και σημαντικά μεγαλύτερης του προϊόντος της;

3.2.2.β Η Νανοτεχνολογία ως νανο-αποτέλεσμα

Συμπληρωματικός της παραπάνω περίπτωσης είναι ο καθορισμός της νανοτεχνολογίας βάσει της τάξης μεγέθους του προϊόντος της. Μια τεχνική παραγωγής έχει ως αποτέλεσμα τελικά προϊόντα σε νανοκλίμακα, και όχι νανοσωματίδια που συναπαρτίζουν ένα τελικό προϊόν μεγαλύτερης κλίμακας. Η περίπτωση αυτή σχετίζεται στενά με πιθανές εφαρμογές της νανοτεχνολογίας σε συνδυασμό με τη βιοτεχνολογία. Πιο συγκεκριμένα, αναφορά γίνεται στο πεδίο της νανοβιοτεχνολογίας, στο οποίο επιδιώκεται η παραγωγή νανοϋλικών ή νανοσυσκευών για την περαιτέρω ανάπτυξη βιοτεχνολογικών και βιοϊατρικών εφαρμογών.

Πεδίο που επίσης βρίσκεται στην τομή νανοτεχνολογίας και βιοτεχνολογίας, η βιονανοτεχνολογία διαφοροποιείται από την νανοβιοτεχνολογία, καθώς η πρακτική παραγωγής της είναι κατά κάποιον τρόπο αντίστροφη. Με τη χρήση βιολογικών οντοτήτων, επιδιώκεται (θεωρητικά έστω) η παραγωγή συσκευών ή υλικών στη νανοκλίμακα. (*Yousef Haik, 2010*)

Οι ανωτέρω περιπτώσεις αναφέρονται σε διαδικασίες αυξημένης πολυπλοκότητας σε σχέση με τις περιπτώσεις του προηγούμενου υποκεφαλαίου. Η εμπλοκή, ειδικά, βιολογικών παραγόντων για νανοτεχνολογική παραγωγή συνδέεται άμεσα με την διακινδύνευση περί διακινδυνεύσεων στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Η

ανίχνευση και η απομόνωση, στην περίπτωση αυτή, καθίστανται ζητήματα υψηλής προτεραιότητας.

3.2.3 Ευρωπαϊκή Ένωση: Το όραμα που πέρασε τον Ατλαντικό

Ακολουθώντας την θεσμική γενεαλογία του ορισμού βάσει της Σύστασης (2011/696/ΕΕ), καταλήγει κανείς στη Γνώμη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής (2005/С157/03), αναφερόμενη στην Ανακοίνωση της Επιτροπής «Προς μία ευρωπαϊκή στρατηγική για τη νανοτεχνολογία» (COM(2004) 338 τελικό).

Η συγκεκριμένη Γνώμη είναι αποκαλυπτική όσον αφορά τους ορισμούς και προσδιορισμούς που ενημερώνουν την μετέπειτα πραγμάτευση του ζητήματος από την Ένωση. Παράλληλα, η Γνώμη αυτή καταγράφει με εξαιρετική σαφήνεια το όραμα του θεσμού για την Νανοτεχνολογία, με τη χρήση μίας παρομοίωσης, στο εδάφιο 2.9, στην επίσημη μετάφρασή του στα Ελληνικά.

«Για τον ποσοτικό υπολογισμό της επαναστατικής εμβέλειας της νανοτεχνολογίας μπορούμε να φαντασθούμε κάτι αντίστοιχο με την ανακάλυψη ενός νέου περιοδικού πίνακα των στοιχείων, αλλά εκτενέστερου και πολυπλοκότερου από αυτόν που γνωρίζουμε και ότι οι περιορισμοί που επιβάλλονται από τα διαγράμματα φάσεως (για παράδειγμα δυνατότητα αναμείξεως δύο υλικών) μπορούν να αρθούν.»

Η πρωτότυπη διατύπωση στα Αγγλικά ακολουθεί:

“To give an idea of the revolutionary impact of nanotechnology, it is equivalent to discovering a new periodic table of elements that is much bigger and more complicated than the previous one, and to finding that the

limitations imposed by phase diagrams (for instance the possibilities of mixing two materials) can be overcome.”

Η παράθεση του εδαφίου στο πρωτότυπο κείμενο στα Αγγλικά και το μεταφρασμένο κείμενο στα Ελληνικά επιλέγεται για έναν σύντομο σχολιασμό της διαφοράς των δύο. Η διατύπωση “To give an idea of the revolutionary impact of nanotechnology” μεταφράζεται ως «Για τον ποσοτικό υπολογισμό της επαναστατικής εμβέλειας της νανοτεχνολογίας». Μία ποιοτική κρίση που εκφράζεται με την αναλογία προς τον νέο περιοδικό πίνακα των στοιχείων που μόλις ανακαλύφθηκε (η νανοτεχνολογία κατ’ αναλογία), μετατρέπεται σε ποσοτική απόκριση «ποσοτικού υπολογισμού της επαναστατικής εμβέλειας». Η διαφοροποίηση αυτή μαρτυρά την αναλυτική εγρήγορση στην οποία βρίσκονται (ή όχι) οι μεταφραστές των οργάνων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρότι δεν αποτελεί ικανό δείγμα για να συμπεραθεί ότι οι μεταφράσεις των κειμένων έχουν ως αποτέλεσμα αναλυτικά σημαντικές διαφοροποιήσεις των διατυπώσεων, είναι αρκετή ώστε να καλέσει την προσοχή του ερευνητή σε πιθανή επανάληψη αντίστοιχων παρατηρήσεων. Ειδικά σε κείμενα που περιέχουν ορισμούς και καθορίζουν το κοινοτικό όραμα, παρόμοιες διαφοροποιήσεις είναι ικανές να ενημερώσουν λάθος επόμενα ερευνητικά πορίσματα ή αξιολογικές κρίσεις. Αν και μία έρευνα σε αυτήν την κατεύθυνση ξεπερνά τα όρια της παρούσας εργασίας, καθότι η σχολαστική συγκριτική μελέτη νομικών κειμένων είναι εργώδης και ταυτόχρονα απαιτεί σχετική εμπειρία, η πρακτική του γράφοντος είναι η μελέτη των εκδόσεων αμφοτέρων των γλωσσών για τα σημαντικά εδάφια που η εργασία μεταχειρίζεται.

Η αναλογία αυτή αποκαλύπτει αδρά τη δυναμική της νανοτεχνολογίας, όπως αυτή γίνεται κατανοητή από την συγκεκριμένη Επιτροπή. Επίσης η παραπάνω διατύπωση μαρτυρά πού θεωρείται ότι εστιάζεται το ρηξικέλευθο της νανοεπιστήμης και νανοτεχνολογίας. Αυτό τοποθετείται στο πεδίο δράσης και ευθύνης βάσει

ειδημοσύνης) της χημείας. Να σημειωθεί ότι αυτή η θεώρηση στοιχειοθετεί και την επιλογή της βιοτεχνολογίας και της τεχνολογίας υλικών ως πεδίων Έρευνας και Εφαρμογών πρόσφορων για τη συγκριτική προσέγγιση που επιχειρείται στην παρούσα εργασία.

Η αναλογία με έναν νέο περιοδικό πίνακα δεν φαίνεται να κατατείνει στην συστηματοποίηση που επέφερε η επινόηση του Mendeleev και η υιοθέτησή της ως στάνταρ του ορθόδοξου παραδείγματος της χημείας. Η αναλογία είναι πολύ ισχυρότερη στην φαντασιακή της διάσταση, καθώς φαίνεται να αναφέρεται στην ανακάλυψη άλλων 111 στοιχείων (όσα ο IUPAC είχε συμπεριλάβει επίσημα στον περιοδικό πίνακα μέχρι τον Ιανουάριο του 2015, βλ. Παράρτημα)

3.3 Διακυβέρνηση και πολιτική

3.3.1 Ζητήματα διακυβέρνησης στην Ε.Ε.

Η ευρεία διάδοση των νανοτεχνολογιών σε παγκόσμια κλίμακα, στην Αμερική, στην Ασία και στην Ωκεανία, καταδεικνύει ότι είναι επιτέλους καιρός να αναληφθεί μία συνολική και συντονισμένη ευρωπαϊκή δράση με στόχο, αφενός, τη διασφάλιση της αναγκαίας χρηματοδότησης για τη βασική και την εφαρμοσμένη έρευνα σε κοινοτικό και σε εθνικό επίπεδο και, αφετέρου, την ταχεία μεταφορά των τεχνολογιών αυτών σε νέα προϊόντα, διεργασίες και υπηρεσίες (Γνωμοδότηση 2005/C 157/03 της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής)

Το ανωτέρω εδάφιο μαρτυρά ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρεί ότι η ίδια ακολουθεί τις εξελίξεις που έχουν ήδη καταλυθεί με εκρηκτικό χαρακτήρα παγκοσμίως, στην Αμερική, στην Ασία, όπως και στην Ωκεανία. Έτσι, ακολουθεί πίσω από τους

πρωτοπόρους του πεδίου, ενώ η Ε.Ε. δεν είναι από όσους ξεκίνησαν σχετικά νωρίς το ρυθμιστικό τους εγχείρημα. Αυτή η κατάσταση, μπορεί να σημαίνει, σε όρους Έρευνας και Ανάπτυξης Εφαρμογών του πεδίου και εθνικών ρυθμιστικών πλαισίων, μία κατάσταση «άγριας δύσης» σχετικά με τις Νανοεπιστήμες και τις Νανοτεχνολογίες ή μια αυθεντικά καθυστερημένη ανάπτυξη του πεδίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Σχετικά με το πρώτο από τα δύο, ένα αρρυθμιστο πεδίο έρευνας και ανάπτυξης εφαρμογών, όπου θεμελιώνονται διακινδυνεύσεις ιδιαίτερες και ενδεχομένως χαρακτηριστικές του πεδίου, μπορεί να σημαίνει είτε ότι οι ερευνητικές πρακτικές πασχίζουν να βρουν το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο το οποίο να ακολουθήσουν, κι έτσι να καθυστερούν να εξελιχθούν, ή ότι λειτουργούν μέσα από ρυθμιστικά «παραθυράκια», αβλεψίες και ανεπάρκειες του ρυθμιστικού πλαισίου, με αμφίβολα αποτελέσματα για το δημόσιο συμφέρον.

Σε αμφότερες τις περιπτώσεις η διακυβέρνηση έχει να αναμετρηθεί με την πρόκληση να διαχειριστεί διακινδυνεύσεις που δεν έχουν προσδιοριστεί ακόμη επαρκώς, χωρίς να θυσιάσει τις πολιτικές προτεραιότητες όπως αυτές έχουν τεθεί σε κοινοτικό επίπεδο. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, πιο πάνω, οι προτεραιότητες αυτές αποτυπώθηκαν στα ρυθμιστικά κείμενα, προβλέποντας στην πλειοψηφία τους διαδικασίες για την εκτίμηση ασφαλείας και διαδικασίες έγκρισης νέων προϊόντων και σκευασμάτων. Αυτό μαρτυρά τη μέριμνα της Ε.Ε. για την προστασία του Περιβάλλοντος, της Δημόσιας Υγείας και της Ασφάλειας, σε μια γενικότερη κατεύθυνση προστασίας του καταναλωτή.

3.3.2 Ζητήματα διακυβέρνησης στις Η.Π.Α.

Στην περίπτωση των Η.Π.Α., η ομοσπονδιακή κυβέρνηση έχει την ευθύνη της άσκησης πολιτικής για το περιβάλλον και την δημόσια υγεία. Αυτό σημαίνει ότι, παρά τον σημαντικό ρόλο της τοπικής διοίκησης και των πολιτειακών κυβερνήσεων στη ρύθμιση

της Νανοτεχνολογίας, ο κύριος ρόλος ανήκει στην κεντρική εξουσία. Τούτου δοθέντος, τα σώματα που ασκούν την διοίκηση συνεργάζονται κάθετα για την εφαρμογή του εθνικού νομικού πλαισίου για το περιβάλλον. Όσον αφορά την εποπτεία από τις Ομοσπονδιακές υπηρεσίες, αυτές αναθέτουν τα αντίστοιχα καθήκοντα στις κατά πολιτεία ομόλογες αρχές τους, ώστε να συλλέγουν στοιχεία για την τήρηση των κατά περίπτωση προδιαγραφών.

Πίνακας 2 – Δυνατότητα της νομικής εξουσίας του FDA να επιτύχει τους πρωτεύοντες στόχους της ρυθμιστικής εποπτείας για τα προϊόντα Νανοτεχνολογίας. Από το Taylor, M. R. (2006). *Regulating the products of nanotechnology: does FDA have the tools it needs?* Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars, Project on Emerging Nanotechnologies. Μετάφραση ίδια.

Δυνατότητα της νομικής εξουσίας του FDA να επιτύχει τους πρωτεύοντες στόχους της ρυθμιστικής εποπτείας για τα προϊόντα Νανοτεχνολογίας									
	Καλλυντικό Συστατικό	Ολόκληρο τρόφιμο	Διατροφικό συμπλήρωμα	Συστατικά τροφίμων, Γενικός Αναγνωρισμένα ως Ασφαλή (GRAS)	Πρόσθετο τροφίμων	Συσκευασία Τροφίμων	Ιατρική συσκευή	Φάρμακα που χορηγούνται άνευ συνταγής ιατρού	Νέο φάρμακο
Πριν την έξοδο στην Αγορά									
Συλλογή Πρώτων Πληροφοριών σχετικά με τον αγωγό	Καμία	Καμία	Καμία	Ασθενής	Ασθενής	Ασθενής	Μέτρια	Ασθενής	Μέτρια
Επιβολή Προδιαγραφών Ασφαλείας και Δοκιμής	Ασθενής	Καμία	Ασθενής	Μέτρια	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή
Τοποθέτηση του Βάρους της Απόδειξης στον Χορηγό	Ασθενής	Καμία	Ασθενής	Μέτρια	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή
Επισκόπηση ασφαλείας πριν την έξοδο στην αγορά	Καμία	Καμία	Ασθενής	Ασθενής	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή	Μέτρια	Ισχυρή
Μετά την έξοδο στην Αγορά									
Απαίτηση της αναγκαίας εποπτείας και δοκιμών	Ασθενής	Καμία	Καμία	Καμία	Ασθενής	Καμία	Ισχυρή	Ασθενής	Μέτρια
Απαίτηση έγκαιρης αναφοράς αντίξων περιστατικών	Καμία	Καμία	Καμία	Καμία	Ασθενής	Καμία	Ισχυρή	Καμία	Ισχυρή
Επιθεώρηση Εγκαταστάσεων και Μέτρωσης Ασφαλείας	Ασθενής	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή
Απόσυρση Επισφαλών Προϊόντων από την Αγορά	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Ισχυρή	Μέτρια	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή	Ισχυρή

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν, στη διαδικασία αυτή, η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) και η Διοίκηση Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA). Οι συγκεκριμένες υπηρεσίες συμμετέχουν στην εποπτεία των προϊόντων πριν την έξοδο στην αγορά, ώστε να εξασφαλίζεται ότι αυτά είναι ασφαλή για το καταναλωτικό κοινό

και ότι η εμπιστοσύνη του κοινού στην ουδετερότητα των κρατικών ελέγχων συντηρείται ακέραια.

Σε περίπτωση που ο έλεγχος των προϊόντων δεν πραγματοποιούταν από κάποιον κρατικό φορέα, η διαδικασία αυτή θα εναπόκειταν στον ίδιο τον παραγωγό του εκάστοτε προϊόντος και την κρίση της κάθε εταιρείας που τα εμπορεύεται και αντλεί συμφέρον από τη διαφήμιση και πώλησή τους (Taylor,2006). Συμπληρώνοντας τον έλεγχο πριν την έξοδο στην αγορά, η επίβλεψη των προϊόντων εντός της αγοράς είναι εξίσου σημαντικός για την προστασία του καταναλωτικού κοινού και τη διασφάλιση της δημόσιας υγείας. Δεδομένων των αβεβαιοτήτων που ενέχουν τα προϊόντα που ρυθμίζονται, υπάρχει πάντοτε η πιθανότητα ζητημάτων ασφαλείας που ήταν αδύνατο να προβλεφθούν.

Ένας ακόμη θεσμός, εξαιρετικά σημαντικός για τη ρύθμιση και τη διακυβέρνηση της Νανοτεχνολογίας είναι η Εθνική Πρωτοβουλία για τη Νανοτεχνολογία (Ε.Π.Ν. ή National Nanotechnology Initiative – N.N.I.). Δημιουργημένη το 2000, αποτελεί θεσμό-ομπρέλα, ο οποίος σκεπάζει μια σειρά εθνικών υπηρεσιών και ερευνητικών θεσμών, επιχειρώντας να συντονίσει την έρευνα και ανάπτυξη του πεδίου, να ενημερώσει το κρατικό προϋπολογισμό και εν γένει να εναρμονίσει στόχους και επιδιώξεις σχετικούς με τη Νανοτεχνολογία εντός των Υπηρεσιών που συμμετέχουν.

Η Ε.Π.Ν., παρότι δεν αποτελεί αυτόνομη κρατική υπηρεσία, διατυπώνει το δικό της όραμα για τη Νανοτεχνολογία και επιδιώκει την πραγμάτωσή του.

Η Εθνική Πρωτοβουλία για τη Νανοτεχνολογία οραματίζεται ένα μέλλον στο οποίο εφαρμογές της νανοτεχνολογίας θα οδηγήσουν σε μία επανάσταση στην τεχνολογία και στη βιομηχανία που ωφελεί την κοινωνία. Οι συνιστώσες περιοχές του Προγράμματος είναι οι κύριες θεματικές περιοχές υπό τις οποίες η

Ε.Π.Ν. ομαδοποιεί τα σχετικά έργα και δραστηριότητες Έρευνας και Ανάπτυξης.

(από την ιστοσελίδα της Ν.Ν.Ι. , <https://www.nano.gov/about-nni/what>)

Είναι σαφές ότι το συγκεκριμένο όραμα, το οποίο τοποθετείται ως καταστατική αρχή της Ε.Π.Ν. διατρέχεται από τεχνολογικό ντετερμινισμό και άκρατη αισιοδοξία σχετικά με τον ρόλο της Νανοτεχνολογίας. Επίσης συνδέει την βιομηχανία άμεσα με την ωφέλεια της κοινωνία, μαρτυρώντας ότι θεωρεί την αγορά την προνομιακή οδό μεταφοράς ωφέλειας προς την κοινωνία. Οι δύο αυτές θέσεις είναι καθοριστικές για τη ρυθμιστική κατεύθυνση και τις πρακτικές διακυβέρνησης των Η.Π.Α.

4. Από το «νάνο-» στο κοινωνικό (από τα *imaginaries* στη ρυθμιστική επιστήμη και τη διακυβέρνηση)

Η σχέση του οραματισμού με το ρυθμιστικό πλαίσιο είναι μια διαδικασία δυναμική. Ο τρόπος με τον οποίον το ένα πεδίο επηρεάζει το άλλο δεν είναι ούτε αυτονόητος, ούτε πάγιος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το όραμα της Νανοτεχνολογίας ξεκινά από τον ακαδημαϊκό χώρο και περνά μέσω της αγοράς στη θεσμική ρύθμισή του. Οι θεσμοί φαίνεται να ακολουθούν πίσω από τις εξελίξεις, αφού φαίνεται η Νανοτεχνολογία να αναδύεται αρχικά ως πεδίο εφαρμογής.

Ο χαρακτήρας της Νανοτεχνολογίας ως αναδυόμενου πεδίου Έρευνας και Εφαρμογών, τουλάχιστον ως προς τα ρυθμιστικά εγχειρήματα, επιτρέπει την ψηλάφηση των οραμάτων περί αυτής στα καταστατικά ή τουλάχιστον στα χρονικά προγενέστερα ρυθμιστικά κείμενα που διέπουν το εγχείρημα. Έτσι, αν εξαιρέσουμε το όραμα Feynman, τα οράματα περί της Νανοτεχνολογίας αφορούν την αντιμετώπισή της ως ενός πεδίου αιχμής στην Έρευνας και Ανάπτυξη εφαρμογών και την εκμετάλλευσή της για την παραγωγή πλούτου. Η αξίωση να προσεγγιστεί ως πεδίου αιχμής Έρευνας και

Ανάπτυξης ταιριάζει στη φυσιογνωμία που χαρακτηρίζει μια τεχνοεπιστήμη, με κύριο πεδίο πραγμάτωσής της το δίκτυο μεταξύ ακαδημίας και βιομηχανίας. Η εκμετάλλευσή της για την παραγωγή πλούτου εντοπίζεται και σε κείμενα της Ε.Ε. όπου διατυπώνονται με σαφήνεια οι προθέσεις που έχει η ένωση μέσα από τα όργανά της.

Ο συσχετισμός αυτών των καταστατικών κειμένων, τα οποία εμπεριέχουν τους ορισμούς που υιοθετούνται και στα επόμενα ρυθμιστικά κείμενα που αφορούν εξειδικευμένα πεδία εφαρμογών, όπως τα καλλυντικά, οι συσκευασίες τροφίμων κ.ά., μπορεί να παρέχει την κατανόηση πώς τα οράματα που εγγράφονται στα πρώτα, ενημερώνουν την διαχείριση της ρύθμισης εξειδικευμένων πεδίων, τα οποία τελικώς αφορούν το ευρύτερο κοινό.

Με τη χρήση του ιδιώματος της συμπαραγωγής και την αναλυτική σκοπιά των κοινωνικοτεχνικών φαντασιακών, η πιο πάνω γραμμική παράθεση ανασυγκροτείται σε περισσότερες διαστάσεις, οι οποίες αντανακλούν την δυναμική σχέση ανάμεσα στην γνώση και την κοινωνία. Έτσι, η Νανοτεχνολογία, η ρύθμισή της, η διακυβέρνησή της και η κοινωνία, βρίσκονται σε μία σχέση όπου παράγουν και παράγονται διαρκώς. Γνώση, κανονισμός και βούληση αλληλεπιδρούν ενημερώνοντας τα οράματα μιας ενός αναδυόμενου πεδίου, μεταβάλλοντας τα ρυθμιστικά κείμενα και επηρεάζοντας τις δημόσιες στάσεις.

5. Διατλαντικός συσχετισμός ρυθμιστικών κατευθύνσεων

Εκατέρωθεν του Ατλαντικού, φαίνεται πως έχουν υπάρξει προσπάθειες ώστε διαφοροποιήσεις ως προς τη γνώση του πεδίου και σχετικές αβεβαιότητες να μειωθούν. Καθότι τα ρυθμιστικά πλαίσια σε Η.Π.Α. και Ε.Ε. που βρίσκονται ήδη σε εφαρμογή έχουν τη δική τους ιδιαίτερη φυσιογνωμία, το οποίο εγχείρημα των ρυθμιστικών αρχών για ρυθμιστική σύγκλιση, παρότι αναζητάται ενεργά, συναντά κωλύματα. (Breggin, Falkner, Jaspers, Pendergrass & Porter, 2009)

Η όποια σύγκλιση ή απόκλιση πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια διαδικασία, παρά ως αποτέλεσμα. Στο πλαίσιο μίας τέτοιας διαδικασίας συμπεριλαμβάνονται διαφορετικοί μηχανισμοί και επίπεδα μιας προοδευτικής εξομοίωσης (“growing alike”) των ρυθμιστικών δομών και διαδικασιών. (Breggin, Falkner, Jaspers, Pendergrass, Porter, 2009). Τα εγχειρήματα ρύθμισης σε Η.Π.Α. και Ε.Ε. που ξεκίνησαν ουσιαστικά το 2001 και 2005 αντίστοιχα, συνέβησαν σε χρονική απόσταση όχι αμελητέα, αλλά σίγουρα όχι δυσθεώρητη. Η παραίνεση η ευρωπαϊκή Έρευνα και Ανάπτυξη Εφαρμογών να συντελέσει στη δημιουργία πλούτου διατυπώθηκε ρητά στα πρώτα κείμενα που μπορούν να αντιμετωπιστούν ως καταστατικά το ευρωπαϊκού ρυθμιστικού πλαισίου (2005/C 157/03). Αναφορές σε εφαρμογές στη βιομηχανία και τις ένοπλες δυνάμεις έγιναν επίσης ρητά, κάτι το οποίο μπορεί να ανιχνευτεί και στην περίπτωση των Η.Π.Α.

Η εγγύτητα των οραμάτων θα μπορούσε να ήταν ισχυρή ένδειξη για τον συσχετισμό των ρυθμιστικών κατευθύνσεων στα δύο πλαίσια. Δεν αποτελεί ωστόσο μοναδικό καθοριστικό παράγοντα, καθώς πρόσθετοι παράγοντες όπως στάσεις των πολιτών, οικονομικά συμφέροντα, ομάδες πίεσης, η εσωτερική πολιτική και το ρυθμιστικό ύφος

του κάθε ρυθμιστικού σχηματισμού, είναι σημαντικοί στον καθορισμό της ρυθμιστικής κατεύθυνσης που θα ακολουθηθεί. (Justo-Hanani & Dayan, 2014).

Τα ρυθμιστικά εγχειρήματα εκκίνησαν από ένα κοινό όραμα, αλλά λόγω του θεσμικού τους περιβάλλοντος διέγραψαν διαφορετικές πορείες, οι οποίες ποτέ δεν ήταν ριζικά αποκλίνουσες. Το 2010, γινόταν η εκτίμηση ότι παρά τις διαφορές των αντίστοιχων ρυθμιστικών πλαισίων, υπήρχε η διάθεση να γίνουν κινήσεις στην κατεύθυνση του εναρμονισμού, αν όχι βραχυπρόθεσμα, τότε σίγουρα μακροπρόθεσμα. Παρότι δεν φαινόταν ένα διεθνές ρυθμιστικό καθεστώς να υιοθετούταν σύντομα, ηπιότερες και πιο άτυπες μορφές ρύθμισης, όπως νομοθετικές πρωτοβουλίες από κυβερνητικούς και μη-κυβερνητικούς εθνικούς δρώντες, όπως και από κάποιες επιμέρους διαπολιτειακές ή διακρατικές πρωτοβουλίες, θεωρούνταν πιθανότερο να υπάρξουν στα επόμενα χρόνια. (Abbott, Marchant, Sylvester, 2010)

Η επιδίωξη για διατλαντικό συντονισμό και συνεργασία επιδιωκόταν από τα ρυθμιστικά σώματα, με σημαντικούς περιορισμούς να τίθενται ισχυρά από τις ιδιαιτερότητες των νομικών περιβαλλόντων και των κανονιστικών πλαισίων. Η πλήρης εναρμόνιση, ωστόσο, ήταν εκτός στόχευσης. Έτσι, ο συντονισμός επιδιωκόταν, αλλά μια εις βάθος εναρμόνιση φάνταζε απίθανη. (Breggin, Falkner, Jaspers, Pendergrass & Porter, 2009) Η νομοθέτηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα επόμενα χρόνια έγινε με αυστηρές προσαρμογές των νομοθεσιών που είχαν θεσπιστεί από το 2005 μέχρι και το 2015, ενώ στις Η.Π.Α., η προσαρμογή των ρυθμιστικών πλαισίων ήταν πολύ πιο περιορισμένη (Justo-Hanani & Dayan, 2016). Η διαφορά αυτή φαίνεται, μέχρι το 2016, να έχει οδηγήσει σε διατλαντική απόκλιση ως προς τη ρύθμιση της Νανοτεχνολογίας.

Για την κατανόηση αυτής της διαφοράς προσέγγισης, πιθανές εξηγήσεις μπορούν να αναζητηθούν (α) στις διαφορετικές συμπεριφορές των πολιτών, (β) στα διαφορετικά

οικονομικά συμφέροντα, (γ) στη δράση των ομάδων πίεσης, (δ) στην επίδραση της εσωτερικής πολιτικής και (στ) στο ύφος χάραξης πολιτικών. (Justo-Hanani & Dayan, 2016). Τα στοιχεία αυτά ενημερώνουν αναλυτικά την εκτίμηση των κοινωνικοτεχνικών φαντασιακών, αποκαλύπτοντας τις διαφορετικές πλευρές που συμπαράγουν την ρύθμιση της νανοτεχνολογίας.

Καταληκτικά, μπορούν να εντοπιστούν συγκεκριμένες αρχές, οι οποίες εντοπίζονται διάχυτες στα ρυθμιστικά εγχειρήματα Ε.Ε. και Η.Π.Α. Στην περίπτωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου «αναγνωρίζεται η πιθανότητα επιβλαβών επιδράσεων στην υγεία αλλά η επιστημονική αβεβαιότητα εμμένει, μπορούν να θεσπιστούν προσωρινά μέτρα διαχείρισης κινδύνου εν αναμονή περαιτέρω επιστημονικών πληροφοριών» (Miettinen, 2016), περιγράφεται ουσιαστικά η χρήση της αρχής της προφύλαξης. Επίσης, η Ε.Ε. έχει επιδιώξει για φιλόδοξες και περιεκτικές ρυθμιστικές πολιτικές, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα των κανονιστικών της κειμένων και να συντηρεί την θέση της ως εξαγωγέα κανονισμών σε παγκόσμιο επίπεδο. (Justo-Hanani & Dayan, 2016). Στην περίπτωση των Ηνωμένων Πολιτειών, στο πλαίσιο της εκτίμησης των διακινδυνεύσεων, απαιτούνται καταφατικές διαπιστώσεις (Miettinen, 2016) για την ασφάλεια των προϊόντων, ενώ ειδοποιήσεις απαιτούνται για νέες ουσίες ή σημαντικά διαφορετικές χρήσεις άλλων.

6. Συμπεράσματα

Παρότι το όραμα του Richard Feynman, ότι «υπάρχει πολύς χώρος προς τα κάτω», διατυπώθηκε στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, τη δεκαετία του 1960, τα εγχειρήματα ρύθμισης ήρθαν πολύ αργότερα. Με την εξαίρεση της Ιαπωνίας, στην οποία υπήρξε χρηματοδότηση της έρευνας ήδη από το 1985 (Bowman,2010), τα εγχειρήματα ρύθμισης μέσω θεσμών στη Δύση εμφανίστηκαν με την αρχή του 21^{ου} αιώνα. Ξεκινώντας από τις Η.Π.Α., με μια σειρά άλλων χωρών να έπονται, η Ε.Ε. ακολούθησε το 2004. Χαρακτηριστική είναι η διατύπωση εντός της γνώμης (Γνώμη της Επιτροπής 2005/C157/03), εντός της οποίας τα ίδια τα όργανα της Ένωσης προσδιορίζουν τη τότε θέση της ως να οφείλει να ακολουθήσει άλλα κράτη που έχουν ήδη προπορευθεί στο εγχείρημα ρύθμισης της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας. Η οριζόντια φύση της Νανοτεχνολογίας, που τέμνει πεδία της βιομηχανίας όπως η βιοτεχνολογία, η δημιουργία φαρμάκων, η τεχνολογία υλικών, η χημεία γενικότερα, καθώς και τα σχετικά βραδέα ρυθμιστικά αντανακλαστικά σε σχέση με την πραγμάτευσή της από την έρευνα συνετέλεσαν ώστε η βιομηχανία να προπορεύεται σημαντικά σε ένα πεδίο σχετικά αρρύθμιστο.

6.1 Ο οριζόντιος χαρακτήρας της Νανοτεχνολογίας ως σημείο επαφής με τις προκλήσεις της

Η τομή του πεδίου δράσης της Νανοτεχνολογίας με το πεδίο δράσης άλλων Επιστημών και Τεχνολογιών καθορίζει την απάντηση στις προκλήσεις που παρουσιάζει κατά τη ρύθμιση και τη διακυβέρνησή της. Έτσι, η ρύθμισή της γίνεται με αναφορά στα επιμέρους πεδία που τέμνει (χημικά προϊόντα, φυτοφάρμακα, φαρμακευτικά προϊόντα, καλλυντικά προϊόντα, υλικά στον τομέα της διατροφής, τρόφιμα). Παρότι, λοιπόν, έλειπε ρύθμιση που να καλύπτει την Νανοτεχνολογία ως εναίο πεδίο, η άλλη διάσταση, αυτής της «οριζοντιότητας» της Νανοτεχνολογίας την έφερνε σε επαφή με πολλά

διαφορετικά, ήδη ρυθμισμένα πεδία, τα οποία σε κάποιες περιπτώσεις ενημερώθηκαν με εστιασμένες παρεμβάσεις.

6.2 Η επιλογή κανονιστικών κειμένων ως αντανάκλαση των ρυθμιστικών προτεραιοτήτων

Δεδομένης της ρύθμισης στο πλαίσιο επιμέρους πεδίων που τέμνει, η ένταξη της ρύθμισης της Νανοτεχνολογίας σε ήδη υπάρχοντα ρυθμιστικά κείμενα και της διακυβέρνησής της σε ήδη υπάρχουσες πρακτικές, ή ο σχεδιασμός και η κύρωση νέων ρυθμιστικών κειμένων και πρακτικών διακυβέρνησης, μαρτυρά τις προτεραιότητες του εκάστοτε κοινωνικοπολιτικού πλαισίου, όπως αυτές έχουν συμπαραχθεί με την ίδια την Νανοτεχνολογία εντός του εκάστοτε πλαισίου και το ρυθμιστικό ύφος του κάθε σχηματισμού που ασκεί εξουσία.

6.3 Τα συμπαράγόμενα οράματα και η αβεβαιότητα ως βάση για μια δημοκρατική διακυβέρνηση της Νανοτεχνολογίας

Οι ρυθμιστικές προτεραιότητες του εκάστοτε ρυθμιστικού πλαισίου έχουν καθοριστεί από τα κοινωνικοτεχνικά φαντασιακά σε σχέση με το μέλλον της κοινωνίας σε αλληλεπίδραση με την Νανοτεχνολογία. Αυτές, έχουν εγγραφεί στα κανονιστικά πλαίσια και στα ρυθμιστικά κείμενα, ενώ παράλληλα τα οράματα για τη Νανοτεχνολογία συνεχίζουν να συμπαράγονται δυναμικά από και με την κοινωνία. Δεδομένης της αβεβαιότητας σε σχέση με τις διακινδυνεύσεις της Νανοτεχνολογίας για το Περιβάλλον, τη Δημόσια Υγεία και την Ασφάλεια, της εγγραφής παλαιότερων οραμάτων στα ρυθμιστικά κείμενα, ενώ παράλληλα τα οράματα εξελίσσονται δυναμικά στον κοινωνικό χώρο, στοιχειοθετείται ότι είναι οι πρακτικές διακυβέρνησης που μπορούν να αποτελέσουν τα σημεία άμεσης επαφής ρύθμισης και κοινωνίας.

Πρακτικές που χαρακτηρίζονται από διαβλεπτικότητα, που ενισχύουν την εμπλοκή των πολιτών και προβλέπουν την ενσωμάτωση των παρεμβάσεών τους (Barben, Fisher, Selin & Guston, 2007) είναι αναγκαίες ώστε η Νανοτεχνολογία, ως αναδυόμενο πεδίο, να μην αποτύχει να απαντήσει στα αιτήματα για ρύθμιση που πηγάζουν από την διαδικασία της συμπαραγωγής. Η επιτυχία της ρύθμισης και διακυβέρνησης των τεχνολογικών καινοτομιών καλεί για την από κοινού ανταλλαγή των τμηματικών οπτικών που έχουν νανοτεχνολόγοι, κοινωνικοί επιστήμονες, πολίτες και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως έχει συμβεί στην περιοχή της Φλάνδρας στο Βέλγιο (Goorden, Oudheusden, Evers & Deblonde, 2008). Οι αβεβαιότητες και οι περιπλοκότητες της Νανοτεχνολογίας, ως αναδυόμενου πεδίου, καθιστούν χρήσιμη της ενσωμάτωση των ανησυχιών του κοινού και τον συνυπολογισμό των ευρύτερων κοινωνικών συνεπειών, ώστε το ρυθμιστικό εγχείρημα να πετύχει στην κάλυψη των αναγκών αυτών που επηρεάζει.

7. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η προπόρευση της βιομηχανίας σε σχέση με τα ρυθμιστικά εγχειρήματα (Joly & Kaufmann, 2008) δεν έμεινε εντελώς απαλλαγμένη από την επίδραση ρύθμισης. Η αποτίμηση αυτής της περίπτωσης σε σχέση με την επίδρασή της για το δημόσιο συμφέρον όπως εκφράζεται μέσα από τη μελέτη επιδράσεων για τη δημόσια υγεία θα ήταν ένα εξαιρετικό ερευνητικό ερώτημα, το οποίο θα ενημέρωνε και θα ενημερωνόταν από το πεδίο της τοξικολογίας και τις εννοιολογήσεις της τοξικότητας, ως άλλο ένα πεδίο που τέμνεται με την Νανοτεχνολογία.

Ένα ανοιχτό ερευνητικό ερώτημα και ανεξερεύνητο πεδίο στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας είναι οι διαδικασίες εμπλοκής του κοινού και των πολιτών στη διαδικασία ρύθμισης. Διαδικασίες διαβούλευσης, αντιδράσεις διαφορετικών κοινών σε περίπτωση

αποκλεισμού τους από τον σχεδιασμό πολιτικών, όπως και σε περιπτώσεις που τίγονται τα συμφέροντά τους, προσφέρουν πλούσιο υλικό για να ενημερωθεί ιστορικά ένα εγχείρημα ρύθμισης και διακυβέρνησης κάποιου πεδίου επιστήμης και τεχνολογίας. Άλλωστε, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες πρακτικές και έρευνα που αναπτύχθηκε από τα κάτω, όπως και η γνωσιολογία όπως καθορίζεται στη δημόσια σφαίρα (“research in the wild”, “lay expertise”, “civic epistemologies”), αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι οποιουδήποτε αναλυτικού εγχειρήματος αξιώνει πληρότητα. Συχνά, τα ρυθμιστικά εγχειρήματα καλούνται να διαχειριστούν πρακτικές και στάσεις που προκύπτουν από όσα αναφέρθηκαν αμέσως πριν, αφού οι προκλήσεις προς τη διακυβέρνηση προκύπτουν όχι από τα πάνω, αλλά από τα κάτω.

Ένα ακόμη πεδίο έρευνας που δεν εντάχθηκε σε ό,τι μεταχειρίστηκε η παρούσα εργασία σχετίζεται με τα εθνικά νομοθετικά πλαίσια σε σχέση με τη νανοτεχνολογία. Μία ακροθιγής εικόνα που σχηματίστηκε μέσα από το υλικό που μελετήθηκε είναι ότι παγκοσμίως, έχουν υπάρξει ρυθμιστικά κείμενα που αφορούν τη Νανοτεχνολογία, με κύρια παραδείγματα την Ιαπωνία, όπου η έρευνα στην Νανοτεχνολογία ξεκίνησε αρχικά, πριν από οπουδήποτε αλλού, ο Καναδάς, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ελβετία (Bowman,2010). Η μελέτη των εθνικών πλαισίων θα μπορούσε να ολοκληρώσει την εικόνα, σε παγκόσμιο επίπεδο, της ιστορικότητας της Νανοτεχνολογίας και των εννοιολογήσεών της, όπως και εννοιών που περιέχει. Παράλληλα, η αντίστιξη με τις όποιες ρυθμιστικές δράσεις μπορεί να οδηγήσει σε πολύτιμα πορίσματα περί ενδεικνυόμενων ή μη πρακτικών στο πεδίο της διακυβέρνησης.

Συνδυάζοντας τη συμμετοχή των κοινών και τη μελέτη των εθνικών πλαισίων, ερευνητικά ενδιαφέροντα και εξαιρετικά σημαντική για το δημόσιο συμφέρον θα ήταν μια πιο ενδεδειγμένη πραγμάτευση των διακινδυνεύσεων που αναφέρθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας ως προκλήσεις για τη ρύθμιση και τη διακυβέρνηση της

Νανοτεχνολογίας. Οι προκλήσεις που τίθενται από οντολογικά ζητήματα κλίμακας ως προς την παρατηρησιμότητα, οδηγούν σε ζητήματα εύστοχης ανιχνευσιμότητας που συνδέονται με την επίδραση στην υγεία εν γένει των οργανισμών, φυτικών και ζωικών, όπως και στη δημόσια υγεία. Μία τέτοια ερευνητική κατεύθυνση θα απαιτούσε μελέτη της αγροδιατροφικής αλυσίδας, αλλά και της φαρμακευτικής βιομηχανίας και των πρακτικών της, ώστε να εντοπιστεί η παρουσία νανοπαραγόντων ή της επίδρασης προϊόντων της νανοτεχνολογίας και να αποτιμηθεί ο αντίκτυπος της επίδρασης που μπορεί να έχουν σε μικρο-κλίμακα (επίδραση σε μεμονωμένους οργανισμούς λόγω τοξικότητας) και σε μακρο-κλίμακα (βιοσυσσώρευση στο πλαίσιο βιοσυστημάτων, μικροβιακή ανοχή λόγω παρατεταμένης έκθεσης σε νανο-παραγόντας παράλληλα με την φυσική επιλογή μικροβιακών οργανισμών).

Τέλος, μία ακόμη ερευνητική πορεία που μπορεί να ενημερώσει η παρούσα εργασία θα ήταν η μελέτη διαχείρισης καινοτόμων και αναδυόμενων πεδίων έρευνας και ανάπτυξης εφαρμογών. Η ιστορική διάσταση των ρυθμιστικών εγχειρημάτων σχετικών με τη Νανοτεχνολογία και η ιδιαιτερότητα της τομής τόσων διαφορετικών μα ήδη υπαρχόντων πεδίων «σκληρής επιστήμης» θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη στη διαχείριση νέων πεδίων που αναπτύσσονται στην διεπιφάνεια ήδη υπαρχόντων και καλούν για διεπιστημονική προσέγγιση και απαιτούν συνδυαστική ειδημοσύνη για την ανάλυσή τους. Ένα αντίστοιχο σχήμα ενδεχομένως να συναντάται στις τομές Πληροφορικής και άλλων επιστημών με επικέντρωση στον τρόπο που οι υπολογιστές δημιούργησαν νέες προκλήσεις για τη ρύθμιση των ερευνητικών πρακτικών. Είναι σαφές, ωστόσο, ότι ένα τέτοιο ρυθμιστικό εγχείρημα αφορούσε πολύ πιο περιορισμένα και εξειδικευμένα κοινά (κοινότητες ερευνητών σε σχέση με το ευρύ κοινό, το οποίο αφορούν τα εγχειρήματα ρύθμισης που η παρούσα εργασία προσέγγισε).

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 – Επισκόπηση επιλεγμένων ρυθμιστικών πλαισίων της Ε.Ε., σχετικών με νανοϋλικά.

Πίνακας 2 – Δυνατότητα της νομικής εξουσίας του FDA να επιτύχει τους πρωτεύοντες στόχους της ρυθμιστικής εποπτείας για τα προϊόντα Νανοτεχνολογίας.

Αναφορές

- Barben, D., Fisher, E., Selin, C., & Guston, D. H. (2007). Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement, and Integration. In *The Handbook of Science and Technology Studies: Third Edition* (3rd ed., pp. 979–1000).
- Beaudry, C., & Allaoui, S. (2012). Impact of public and private research funding on scientific production: The case of nanotechnology. *Research Policy*, *41*(9), 1589–1606. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.022>
- Bennett, I., & Sarewitz, D. (2006). Too Little, Too Late? Research Policies on the Societal Implications of Nanotechnology in the United States. *Science as Culture*, *15*(4), 309–325. <https://doi.org/10.1080/09505430601022635>
- Beumer, K. (2017). How Economic Assumptions Constitute Publics as Consumers in South African Nanotechnology Governance. *Science as Culture*, *26*(4), 481–490. <https://doi.org/10.1080/09505431.2017.1359246>
- Bird, K., & Sherwin, M. J. (2009). *American Prometheus: the triumph and tragedy of J. Robert Oppenheimer*. London: Atlantic.
- Bozeman, B., Laredo, P., & Mangematin, V. (2007). Understanding the emergence and deployment of “nano” S&T. *Research Policy*, *36*(6), 807–812. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.02.010>
- Breggin, L., Falkner, R., Jaspers, N., Pendergrass, J., & Porter, R. (2009). *Securing the promise of nanotechnologies: towards transatlantic regulatory cooperation*. London: Royal Institute of International Affairs (RIIA).
- Campbell, N., Deane, C., & Murphy, P. (2015). Advertising Nanotechnology: Imagining the Invisible. *Science, Technology, & Human Values*, *40*(6), 965–997. <https://doi.org/10.1177/0162243915574867>
- Choi, H., & Mody, C. C. M. (2009a). *The Long History of Molecular Electronics*:

- Microelectronics Origins of Nanotechnology. *Social Studies of Science*, 39(1), 11–50. <https://doi.org/10.1177/0306312708097288>
- Choi, J. et al. (2009b). ‘The Impact of Toxicity Testing Costs on Nanomaterial Regulation’. *Environmental Science and Technology* 43(9): 3030–34.
- Cummings, C. L., Chuah, A. S. F., & Ho, S. S. (2018). Protection Motivation and Communication through Nanofood Labels: Improving Predictive Capabilities of Attitudes and Purchase Intentions toward Nanofoods. *Science, Technology, & Human Values*, 43(5), 888–916. <https://doi.org/10.1177/0162243917753991>
- Drexler, E. (1986). *Engines of creation - The Coming Era of Nanotechnology*. Anchor Books.
- Evans, R., & Plows, A. (2007). Listening Without Prejudice?: Re-discovering the Value of the Disinterested Citizen. *Social Studies of Science*, 37(6), 827–853. <https://doi.org/10.1177/0306312707076602>
- European Commission (2008). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee: Regulatory Aspects of Nanomaterials, COM(2008) 366 final. Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2019, από <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0366:FIN:EN:PDF>.
- Felt, U., Schumann, S., & Schwarz, C. G. (2015). (Re)assembling Natures, Cultures, and (Nano)technologies in Public Engagement. *Science as Culture*, 24(4), 458–483. <https://doi.org/10.1080/09505431.2015.1055720>
- Fiedler, M., & Welp, I. M. (2010). Antecedents of cooperative commercialisation strategies of nanotechnology firms. *Research Policy*, 39(3), 400–410. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.003>
- Foladori, G., & Záyago, E. (2010). What Lies Beneath: Trade Unions and the

- Moratorium on the Commercialisation of Nanotechnologies. *Science, Technology and Society*, 15(1), 155–168.
<https://doi.org/10.1177/097172180901500107>
- Frodeman, R. (2006). Nanotechnology: The Visible and the Invisible. *Science as Culture*, 15(4), 383–389. <https://doi.org/10.1080/09505430601022700>
- Gallo, J. (2009). The Discursive and Operational Foundations of the National Nanotechnology Initiative in the History of the National Science Foundation. *Perspectives on Science*, 17(2), 174–211. doi: 10.1162/posc.2009.17.2.174
- Gelfert, A. (2012). Nanotechnology as Ideology: Towards a Critical Theory of ‘Converging Technologies’. *Science, Technology and Society*, 17(1), 143–164.
<https://doi.org/10.1177/097172181101700108>
- Goorden, L., Oudheusden, M. V., Evers, J., & Deblonde, M. (2008).
Nanotechnologies for Tomorrow’s Society: A Case for Reflective Action
Research in Flanders, Belgium. *The Yearbook of Nanotechnology in Society*,
Volume I: Presenting Futures, 163–182. doi: 10.1007/978-1-4020-8416-4_14
- Gorman, M. E. (n.d.). Levels of Expertise and Trading Zones: *Social Studies of Science*, 6.
- Guston, D. H. (2014). Understanding ‘anticipatory governance’. *Social Studies of Science*, 44(2), 218–242. <https://doi.org/10.1177/0306312713508669>
- Haik, Y. (2010). Nanobiotechnology. *Encyclopedia of Nanoscience and Society*, 2,
457–461. doi: 10.4135/9781412972093.n254
- Hanson, V. L. (2011). Envisioning Ethical Nanotechnology: The Rhetorical Role of
Visions in Postponing Societal and Ethical Implications Research. *Science as Culture*, 20(1), 1–36. <https://doi.org/10.1080/09505430903505782>
- Hess, D. J. (2010). Environmental Reform Organizations and Undone Science in the

- United States: Exploring the Environmental, Health, and Safety Implications of Nanotechnology. *Science as Culture*, 19(2), 181–214.
<https://doi.org/10.1080/09505430903183697>
- Invernizzi, N., Foladori, G., & Maclurcan, D. (2008). Nanotechnology's Controversial Role for the South. *Science, Technology and Society*, 13(1), 123–148.
<https://doi.org/10.1177/097172180701300105>
- Jasanoff, Sheila & Kim, Sang-Hyun & Sperling, Stefan. (2007). Sociotechnical Imaginaries and Science and Technology Policy: A Cross-National Comparison.
- Jamison, A., & Mejlgaard, N. (2010). Contextualizing Nanotechnology Education: Fostering a Hybrid Imagination in Aalborg, Denmark. *Science as Culture*, 19(3), 351–368. <https://doi.org/10.1080/09505430903512911>
- Joly, P.-B., & Kaufmann, A. (2008). Lost in Translation? The Need for 'Upstream Engagement' with Nanotechnology on Trial. *Science as Culture*, 17(3), 225–247. <https://doi.org/10.1080/09505430802280727>
- Justo-Hanani, R., & Dayan, T. (2014). The role of the state in regulatory policy for nanomaterials risk: Analyzing the expansion of state-centric rulemaking in EU and US chemicals policies. *Research Policy*, 43(1), 169–178.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.06.008>
- Justo-Hanani, R., & Dayan, T. (2015). European risk governance of nanotechnology: Explaining the emerging regulatory policy. *Research Policy*, 44(8), 1527–1536. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.05.001>
- Kaldis, B. (2010). Epistemology of Nanotechnology. *Encyclopedia of Nanoscience and Society*, 1, 210–214. doi: 10.4135/9781412972093.n113
- Kaplan, S., & Radin, J. (2011). Bounding an emerging technology: Para-scientific

- media and the Drexler-Smalley debate about nanotechnology. *Social Studies of Science*, 41(4), 457–485. <https://doi.org/10.1177/0306312711402722>
- Kearnes, M., Grove-White, R., Macnaghten, P., Wilsdon, J., & Wynne, B. (2006). From Bio to Nano: Learning Lessons from the UK Agricultural Biotechnology Controversy. *Science as Culture*, 15(4), 291–307. <https://doi.org/10.1080/09505430601022619>
- Kearnes, M., & Macnaghten, P. (2006). Introduction: (Re)Imagining Nanotechnology. *Science as Culture*, 15(4), 279–290. <https://doi.org/10.1080/09505430601022387>
- Kim, E.-S. (2018). Sociotechnical Imaginaries and the Globalization of Converging Technology Policy: Technological Developmentalism in South Korea. *Science as Culture*, 27(2), 175–197. <https://doi.org/10.1080/09505431.2017.1354844>
- Laurent, B. (2016). Political experiments that matter: Ordering democracy from experimental sites. *Social Studies of Science*, 46(5), 773–794. <https://doi.org/10.1177/0306312716668587>
- Liu, L., & Zhang, J. (2007). Characterising Nanotechnology Research in China. *Science, Technology and Society*, 12(2), 201–216. <https://doi.org/10.1177/097172180701200202>
- Marcovich, A., & Shinn, T. (2011). Instrument Research, Tools, and the Knowledge Enterprise 1999-2009: Birth and Development of Dip-Pen Nanolithography. *Science, Technology, & Human Values*, 36(6), 864–896. <https://doi.org/10.1177/0162243910385406>
- McCarthy, E., & Kelty, C. (2010). Responsibility and nanotechnology. *Social Studies of Science*, 40(3), 405–432. <https://doi.org/10.1177/0306312709351762>
- Michael, M. (2018). On “Aesthetic Publics”: The Case of VANTAbblack®. *Science*,

Technology, & Human Values, 43(6), 1098–1121.

<https://doi.org/10.1177/0162243918775217>

Michelson, E. S., & Rejeski, D. (2008). Transnational Nanotechnology Governance: A Comparison of the US and China. *Nanotechnology & Society*, 281–299.
doi: 10.1007/978-1-4020-6209-4_15

Miettinen, M. (2016). Comparison of the approaches to regulate environmental, health, and safety risks of nanomaterials in the chemicals, food, and pesticides/biocides sectors in the EU and the US (Master's thesis, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland). Πρόσβαση στις 27 Νοεμβρίου 2019 στο http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20161062/urn_nbn_fi_uef-20161062.pdf

Milo, R., & Philips, R. (n.d.). "How big is the "average" protein? Retrieved October 30, 2019, from <http://book.bionumbers.org/how-big-is-the-average-protein/>.

National Science & Technology Council. (1999). *Nanotechnology: Shaping the world atom by atom*. Washington, DC: National Science & Technology Council, Committee on Technology, The Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering, & Technology.

National Science & Technology Council. (2000). *National nanotechnology initiative*. Washington, DC: National Science & Technology Council, Committee on Technology, Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, & Technology.

Naqvi, S. H. (2014). Polymer Science Research in India during 1999–2012: A Scientometric Study Based on Science Citation Index-Expanded. *Science, Technology and Society*, 19(1), 95–108.

<https://doi.org/10.1177/0971721813514288>

- Patrick Thurs, D. (2007). No Longer Academic: Models of Commercialization and the Construction of a Nanotech Industry. *Science as Culture*, 16(2), 169–186.
<https://doi.org/10.1080/09505430701369043>
- Phoenix, C., & Drexler, E. (2004, June 9). Safe exponential manufacturing - IOPscience. Retrieved October 18, 2019, from
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0957-4484/15/8/001/meta>.
- Powell, M., Colin, M., Lee Kleinman, D., Delborne, J., & Anderson, A. (2011). Imagining Ordinary Citizens? Conceptualized and Actual Participants for Deliberations on Emerging Technologies. *Science as Culture*, 20(1), 37–70.
<https://doi.org/10.1080/09505430903567741>
- Rauscher, H., Rasmussen, K., & Sokull-Klüttgen, B. (2017). Regulatory Aspects of Nanomaterials in the EU. *Chemie Ingenieur Technik*, 89(3), 224–231.
<https://doi.org/10.1002/cite.201600076>
- Regulation - ECHA. (n.d.). Retrieved November 19, 2019, from
<https://euon.echa.europa.eu/regulation>.
- Rip, A. (2006). Folk Theories of Nanotechnologists. *Science as Culture*, 15(4), 349–365. <https://doi.org/10.1080/09505430601022676>
- Roco, Mihail. 2007a. The Nanotech Future: A Conversation with Mihail Roco, November 09 2007 in Woodrow Wilson Center Events page. Accessed February 27, 2011, http://www.wilsoncenter.org/index.cfm?topic_id=166192&fuseaction=events.preview&event_id=311769 σε Simakova, E. (2012b). Making Nano Matter: An Inquiry into the Discourses of Governable Science. *Science, Technology, & Human Values*, 37(6), 604–626.
<https://doi.org/10.1177/0162243911429334>
- Rotter, A. J. (2009). Hiroshima: the world's bomb. Oxford: Oxford University Press.

- Schatzberg, E. (1994). Ideology and Technical Choice: The Decline of the Wooden Airplane in the United States, 1920-1945. *Technology and Culture*, 35(1), 34.
doi: 10.2307/3106748
- Selin, C. (2007). Expectations and the Emergence of Nanotechnology. *Science, Technology, & Human Values*, 32(2), 196–220.
<https://doi.org/10.1177/0162243906296918>
- Senocak, E. (2014). A Survey on Nanotechnology in the View of the Turkish Public. *Science, Technology and Society*, 19(1), 79–94.
<https://doi.org/10.1177/0971721813514265>
- Simakova, E. (2012a). Collaboration Talk: The Folk Theories of Nano Research. *Science as Culture*, 21(2), 177–203.
<https://doi.org/10.1080/09505431.2011.613990>
- Simakova, E. (2012b). Making Nano Matter: An Inquiry into the Discourses of Governable Science. *Science, Technology, & Human Values*, 37(6), 604–626.
<https://doi.org/10.1177/0162243911429334>
- Sokal, A. και Bricmont, J. (1998) Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science, New York: Picador.
- Te Kulve, H. (2006). Evolving Repertoires: Nanotechnology in Daily Newspapers in the Netherlands. *Science as Culture*, 15(4), 367–382.
<https://doi.org/10.1080/09505430601022692>
- Taylor, M. R. (2006). Regulating the products of nanotechnology: does Fda have the tools it needs? Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars, Project on Emerging Nanotechnologies.
- Thorpe, C., & Gregory, J. (2010). Producing the Post-Fordist Public: The Political Economy of Public Engagement with Science. *Science as Culture*, 19(3), 273–

301. <https://doi.org/10.1080/09505430903194504>

Villanueva-Felez, A., Woolley, R., & Cañibano, C. (2015). Nanotechnology researchers' collaboration relationships: A gender analysis of access to scientific information. *Social Studies of Science*, *45*(1), 100–129.

<https://doi.org/10.1177/0306312714552347>

Viseu, A. (2015). Caring for nanotechnology? Being an integrated social scientist.

Social Studies of Science, *45*(5), 642–664.

<https://doi.org/10.1177/0306312715598666>

Voß, J.-P., & Amelung, N. (2016). Innovating public participation methods:

Technoscientization and reflexive engagement. *Social Studies of Science*, *46*(5), 749–772. <https://doi.org/10.1177/0306312716641350>

Wang, C.-H., & Chien, P.-Y. (2013). Exploring the Nanotechnology Alliances of Nanotechnology Firms: The Roles of Network Position and Technological Uncertainty. *Science, Technology and Society*, *18*(2), 139–164.

<https://doi.org/10.1177/0971721813489430>

Wienroth, M. (2010). Scale. *Encyclopedia of Nanoscience and Society*, *2*, 693–695.

doi: 10.4135/9781412972093.n404

What is the NNI? (n.d.). Retrieved November 26, 2019, from

<https://www.nano.gov/about-nni/what>.

Williams, R. (n.d.). *Compressed Foresight and Narrative Bias: Pitfalls in Assessing High Technology Futures*. 22.

Yu-Chieh Lo, J. (2015). Selling science: Resource mobilization strategies in the emerging field of nanotechnology. *Research Policy*, *44*(8), 1513–1526.

<https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.05.005>

Παράρτημα (Annex)

Table 1. Overview of selected EU regulations with relevance for nanomaterials. The symbol × indicates that there are specific provisions for nanomaterials in the regulation.

Regulatory framework	Definition	Approval procedure	Safety assessment	Labeling	Guidance
REACH (chemicals) regulation 1907/2006					×
Biocidal products regulation 528/2012	×	×	×	×	
Cosmetic products regulation 1223/2009	×	×	×	×	×
Novel food regulation 2015/2283	×	×	×	×	×
Food additives regulation 1333/2008			×	×	×
Plastic food contact materials regulation 10/2011		×	×		
Active and intelligent food contact materials regulation 450/2009		×	×		
Provision of food information to consumers regulation 1169/2011	×			×	
Medical devices regulation proposal COM(2012) 542	×	×	×	×	

*Labeling of novel foods and food additives containing nanomaterials is required under the Regulation on the Provision of Food Information to Consumers 1169/2011.

Πρωτότυπος πίνακας από το Rauscher, H., Rasmussen, K., & Sokull-Klüttgen, B. (2017). Regulatory Aspects of Nanomaterials in the EU. Chemie Ingenieur Technik, 89(3), 224–231.

The image shows the IUPAC Periodic Table of the Elements, which is a standard representation of the chemical elements. It includes the element symbol, atomic number, and name for each element. The table is organized into groups and periods, with the lanthanide and actinide series shown as separate rows at the bottom. The title 'IUPAC Periodic Table of the Elements' is centered at the top. A key indicates that the symbol is the element's name and the number is its atomic weight. The table is presented in a clean, professional layout with a light blue background.

Ο περιοδικός πίνακας όπως ίσχυε στις 14 Ιανουαρίου 2015. Copyright © 2005 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry. (http://old.iupac.org/reports/periodic_table/IUPAC_Periodic_Table-4Feb05.pdf. Πρόσβαση στις 14 Νοεμβρίου 2019)