



Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών &
Βιώσιμου Σχεδιασμού

Βιώσιμος Σχεδιασμός
Εσωτερικού Περιβάλλοντος Κτιρίων

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Μείωση του θορύβου για τον μετασχηματισμό της πόλης:
η περιβαλλοντική πολιτική ήχου του Παρισιού
ως μοχλός αστικού σχεδιασμού**

Κωνσταντίνα Μουτάφη

Επιβλέπων καθηγητής: Nicolas Remy

Πάτρα, Ιούλιος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της Κωνσταντίνας Μουτάφη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Μείωση του θορύβου για τον μετασχηματισμό της πόλης:
η περιβαλλοντική πολιτική ήχου του Παρισιού
ως μοχλός αστικού σχεδιασμού

Κωνσταντίνα Μουτάφη

Επιτροπή Επίβλεψης Μεταπτυχιακής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:
Nicolas Remy

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:
Ζωή Γαρείου

Πάτρα, Ιούλιος 2026

Αφιερώνεται με πολλή αγάπη και ευγνωμοσύνη, στους γονείς μου, Χρήστο & Ελισσάβετ, που διαχρονικά στήριζαν την μόρφωση και τις επιλογές μου.

Θερμές ευχαριστίες στους συμφοιτητές και τους καθηγητές μου, για την έμπρακτη βοήθεια και την ηθική στήριξη στις προσωπικές δυσκολίες που αντιμετώπισα κατά τη διάρκεια της φοίτησης.

Ειλικρινείς ευχαριστίες και στον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας μου, κο Nicolas Remy, για το υπέροχο θέμα που μου ανέθεσε, την αμέριστη συμπαράστασή του και την υπομονή του.

Περίληψη

Η εργασία εξετάζει τον ρόλο της πολιτικής για τον περιβαλλοντικό θόρυβο ως εργαλείου αστικού και πολεοδομικού μετασχηματισμού, με κύρια μελέτη περίπτωσης την πόλη του Παρισιού. Αντί να προσεγγίζεται αποκλειστικά ως ζήτημα ακουστικής όχλησης, ο περιβαλλοντικός θόρυβος αναδεικνύεται ως σημαντικός παράγοντας δημόσιας υγείας, περιβαλλοντικής ποιότητας και χωρικής δικαιοσύνης, ο οποίος επηρεάζει τον σχεδιασμό των πόλεων και τη διαμόρφωση των δημόσιων πολιτικών. Η εργασία διερευνά τον τρόπο με τον οποίο οι στρατηγικές χαρτογραφήσεις θορύβου, τα σχέδια δράσης και οι σχετικές πολεοδομικές παρεμβάσεις συμβάλλουν στη διαμόρφωση ενός πιο βιώσιμου, υγιούς και λειτουργικού αστικού περιβάλλοντος.

Αρχικά παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες του ήχου, του θορύβου και της ηχορύπανσης, καθώς και οι επιπτώσεις της χρόνιας έκθεσης στον περιβαλλοντικό θόρυβο στη σωματική και ψυχική υγεία, στη γνωστική λειτουργία, στην ποιότητα ζωής και στη βιοποικιλότητα. Παράλληλα, αναλύονται οι κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις του προβλήματος, όπως οι επιπτώσεις στις αξίες γης, στην παραγωγικότητα, στην εκπαιδευτική διαδικασία και στις περιβαλλοντικές ανισότητες. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη στενή σχέση μεταξύ θορύβου, ατμοσφαιρικής ρύπανσης και αστικής κινητικότητας, καθώς και στη σημασία της ολοκληρωμένης αντιμετώπισής τους μέσω κοινών πολιτικών.

Στη συνέχεια εξετάζονται το διεθνές, ευρωπαϊκό και γαλλικό θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης του περιβαλλοντικού θορύβου, με έμφαση στην Οδηγία 2002/49/EK, στις κατευθυντήριες οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και στις σύγχρονες μεθόδους στρατηγικής χαρτογράφησης και αξιολόγησης της έκθεσης στον θόρυβο. Μέσα από τη μελέτη της πολιτικής του Παρισιού αναδεικνύεται η αξιοποίηση των στρατηγικών χαρτών θορύβου ως εργαλείων λήψης αποφάσεων που υποστηρίζουν παρεμβάσεις, όπως η μείωση των ορίων ταχύτητας, οι πεζοδρομήσεις, οι “rues aux écoles”, η ανακατανομή του δημόσιου χώρου και η ενίσχυση της βιώσιμης κινητικότητας.

Η εργασία καταλήγει ότι η πολιτική για τον περιβαλλοντικό θόρυβο έχει πλέον υπερβεί τον στενό χαρακτήρα μιας τεχνικής διαδικασίας συμμόρφωσης με κανονιστικές απαιτήσεις και εξελίσσεται σε βασικό εργαλείο ολοκληρωμένου αστικού σχεδιασμού. Η ενσωμάτωση της χαρτογράφησης του θορύβου, των δεικτών περιβαλλοντικής υγείας και της προσέγγισης των ηχοτοπίων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, στην

προώθηση της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης και στον σχεδιασμό περισσότερο ανθεκτικών, βιώσιμων και ανθρωποκεντρικών πόλεων.

Λέξεις – Κλειδιά

Περιβαλλοντικός θόρυβος, πολιτική θορύβου, αστικός μετασχηματισμός, πολεοδομικός σχεδιασμός, στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου, Παρίσι.

Noise mitigation for the transformation of the city: Paris' environmental sound policy as a lever for urban planning

Konstantina Moutafi

Abstract

The paper examines the role of environmental noise policy as a tool for urban and urban transformation, with the city of Paris as the main case study. Rather than being approached exclusively as an issue of acoustic nuisance, environmental noise emerges as an important factor of public health, environmental quality and spatial justice, which influences the design of cities and the formulation of public policies. The paper explores how strategic noise mapping, action plans and related urban interventions contribute to the formation of a more sustainable, healthy and functional urban environment.

Initially, the basic concepts of sound, noise and noise pollution are presented, as well as the effects of chronic exposure to environmental noise on physical and mental health, cognitive function, quality of life and biodiversity. At the same time, the social and economic dimensions of the problem are analyzed, such as the impact on land values, productivity, the educational process and environmental inequalities. Particular emphasis is placed on the close relationship between noise, air pollution and urban mobility, as well as the importance of addressing them comprehensively through common policies.

The international, European and French institutional framework for environmental noise management is then examined, with emphasis on Directive 2002/49/EC, the World Health Organization guidelines and modern methods of strategic mapping and assessment of noise exposure. Through the study of the Paris policy, the use of strategic noise maps as decision-making tools that support interventions such as reducing speed limits, pedestrian areas, “rues aux écoles”, the redistribution of public space and the enhancement of sustainable mobility is highlighted.

The paper concludes that environmental noise policy has now moved beyond the narrow nature of a technical process of compliance with regulatory requirements and is evolving into a key tool of integrated urban planning. The integration of noise mapping, environmental health indicators and the soundscape approach can contribute substantially to improving the quality of life, promoting environmental justice and designing more resilient, sustainable and people-centred cities.

Keywords

Environmental noise, noise policy, urban transformation, urban planning, strategic noise mapping, Paris.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	ix
Abstract	xi
Περιεχόμενα	xiii
Ακρωνύμια	xv
1. Εισαγωγή.....	1
1.1. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος: ζήτημα αστικού και πολεοδομικού σχεδιασμού	1
1.2. Πολιτική θορύβου και αστικός μετασχηματισμός στο Παρίσι	2
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα & στόχοι	4
1.4. Δομή της εργασίας	4
2. Θόρυβος και αστικό περιβάλλον.....	5
2.1. Ήχος & θόρυβος.....	5
2.2. Ηχορύπανση και ανθρώπινη υγεία.....	7
2.3. Ο θόρυβος στο αστικό περιβάλλον	10
2.4. Επιπτώσεις στο κοινωνικό- οικονομικό περιβάλλον	12
2.5. Θόρυβος και ατμοσφαιρική ρύπανση	14
2.6. Χαρτογράφηση θορύβου και διαγνωστικά εργαλεία (Noise Mapping και Diagnostic Tools)	17
3. Πολιτικές, κανονιστικά πλαίσια και πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση της ηχορύπανσης	21
3.1 Διεθνείς πολιτικές, πρωτοβουλίες και κατευθύνσεις για τον έλεγχο του αστικού θορύβου.....	21
3.2 Ευρωπαϊκές στρατηγικές για τον έλεγχο του θορύβου στον αστικό ιστό.....	25
3.3 Η εναρμόνιση της Γαλλίας.....	30
3.4 Εφαρμογές πολιτικών ελέγχου του θορύβου στο Παρίσι	34
4. Πολιτικές για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης στο Παρίσι: στρατηγικές, εργαλεία και χωρική ανάπτυξη	36
4.1. Η ρύπανση ως ζήτημα στον πολεοδομικό σχεδιασμό.....	36
4.2. Ατμοσφαιρική ρύπανση, θόρυβος και συνέκθεση	37
4.3. Εργαλεία γνώσης: παρακολούθηση, μοντελοποίηση και χαρτογράφηση	39

4.4. Στρατηγικές διακυβέρνησης και ρυθμιστικές διατάξεις	40
4.5. Ο μετασχηματισμός της κινητικότητας ως πολιτική αντιμετώπισης της ρύπανσης	42
4.6. Χωρική ανάπτυξη: από τους διαδρόμους κυκλοφορίας σε υγιείς γειτονιές	43
4.7. Βλάστηση: οφέλη, όρια και αρχές σχεδιασμού	45
4.8. Κτήρια, θέρμανση και έκθεση σε εσωτερικούς χώρους	45
4.9. Ηχητικά εργαλεία	46
4.10. Συμπεράσματα	47
5. Μελέτες περιπτώσεων (εφαρμογή και επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον)	48
5.1. Case Study I- Δημιουργία αστικού δάσους στο Δημαρχείο του Παρισιού.	48
5.2. Case Study II- Μετατροπή των χώρων γύρω από τα σχολεία σε ζώνες χωρίς αυτοκίνητα & εκτεταμένη φύτευση.	51
5.3. Case Study III- Καλλιέργεια και διατήρηση της ανοιχτής γης.	54
6. Άλλες ευρωπαϊκές χώρες	57
6.1. City 30- Βρυξέλλες	57
6.2. Χαρτογράφηση και πολιτικές μείωσης του θορύβου στη Μπολόνια	58
6.3. Åtgärdsprogram mot buller- Σουηδία	59
7. Αναμενόμενα αποτελέσματα και αξιολόγηση	60
Βιβλιογραφία.....	63
Εκδόσεις- Οδηγίες Οργανισμών	75
Παράρτημα: Συνοδευτικό υλικό παρουσίασης	81

Ακρωνύμια

ACNUSA	Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l' alimentation, de l' environnement et du travail
APUR	Atelier Parisien d'Urbanisme
ARPAE	Agenzia Regionale per la Prevenzione, l' Ambiente e l' Energia dell' Emilia-Romagna
AVAS	Acoustic Vehicle Alert System
CBS	Cartes de Bruit Stratégiques
CEREMA	Centre d' Etudes et d' Expertise sur les Risques, l' Environnement, la Mobilité et l' Aménagement
DPOAE	Distortion Product Otoacoustic Emissions
DRIEAT	Direction Régionale et Interdépartementale de l' Environnement, de l' Aménagement et des Transports
EEA	European Environment Agency
EHS	Environmental, Health, and Safety Guidelines (of IFC)
END	Environmental Noise Directive
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFC	International Finance Corporation
I-INCE	International Institute of Noise Control Engineering
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
Lden	Day-Evening-Night Level (noise indicator)
Lnight	Night time Level (noise indicator)
PEB	Plan d' Exposition au Bruit
PLU	Plan Local d' Urbanisme
PNSE 4	Plan National Santé Environnement- 4
PPBE	Plan de Prévention du Bruit dans l' Environnement
TNSA	Taxe sur les Nuisances Sonores Aériennes
WHO	World Health Organization
ZTL	Zone à Trafic Limité

1. Εισαγωγή

1.1. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος: ζήτημα αστικού και πολεοδομικού σχεδιασμού

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος θεωρούνταν ως μια δευτερεύουσα ενόχληση στο αστικό περιβάλλον, συνδεδεμένη κυρίως με την κυκλοφορία αυτοκινήτων και άλλων μηχανοκίνητων μέσων ή τις κατά τόπους οχλήσεις λόγω άλλων περιστασιακών δραστηριοτήτων (συγκεντρώσεις, δημόσια και ιδιωτικά έργα, αθλητικές διοργανώσεις κλπ.).

Πλέον έχει αναδειχθεί σε μείζον ζήτημα δημόσιας υγείας και κατ' επέκταση αστικής πολιτικής στις ευρωπαϊκές και όχι μόνο, πόλεις. Σήμερα αναγνωρίζεται ως ένας δομικός περιβαλλοντικός κίνδυνος αφού τεκμηριώνονται επιπτώσεις τόσο στην υγεία (επιβάρυνση σε καρδιαγγειακά νοσήματα, πονοκέφαλος, διαταραχές του ύπνου κ.ά.) όσο και στην ευημερία του πληθυσμού (επιβάρυνση των γνωστικών λειτουργιών, της ψυχικής διάθεσης κ.ά.). Είναι χαρακτηριστικό ότι επιδημιολογικές μελέτες καταδεικνύουν τη σταθερή συσχέτιση μεταξύ της μακροχρόνιας έκθεσης στον θόρυβο από δίκτυα μέσων μεταφοράς (οδικό, σιδηροδρομικό, αεροπορικό) και αυξημένου κινδύνου στεφανιαίας νόσου και υπέρτασης (Babisch, 2014., Münzel et al., 2018).

Σε απάντηση αυτών των επιστημονικών τεκμηρίων, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) έχει ορίσει τα μέγιστα όρια έκθεσης, επισημαίνοντας ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό του αστικού πληθυσμού στην Ευρώπη εκτίθεται σε επίπεδα θορύβου ασύμβατα με την προάσπιση της υγείας και της ευημερίας (WHO, 2018).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσμοθετήσει τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου υποχρεώνοντας τα μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα να καταρτίζουν στρατηγικούς χάρτες θορύβου και να υιοθετούν σχέδια δράσης με στόχο αφενός την πρόληψη και τη μείωση της έκθεσης στον αστικό θόρυβο και αφετέρου την διατήρηση περιοχών με χαμηλό θόρυβο (quite areas) (Environmental Noise Directive 2002/49/EC- END). Παρότι η END δεν θεσπίζει δεσμευτικές οριακές τιμές, καθιερώνει ένα κοινό τεχνικό και κανονιστικό

πλαίσιο που διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο ο θόρυβος μετράται, αναπαρίσταται και αντιμετωπίζεται στις ευρωπαϊκές πόλεις (European Parliament and Council, 2002).

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος είναι άρρηκτα δεμένος με την αστική χωρική οργάνωση. Τα μοτίβα που προκύπτουν από την χωρική αναπαράσταση του περιβαλλοντικού θορύβου αντανακλούν τις πυκνώσεις των μεταφορικών δικτύων, την ροή της κυκλοφορίας, την αστική μορφολογία, τη διαμόρφωση των χρήσεων γης και τις χωρικές κοινωνικές ανισότητες. Υπό αυτή την έννοια, η χαρτογράφηση του θορύβου αποτελεί έναν αποκαλυπτικό δείκτη της λειτουργίας της πόλης και της άνισης κατανομής των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων. Γαλλικές επιστημονικές έρευνες υπογραμμίζουν την κοινωνική διάσταση της έκθεσης στον θόρυβο, επισημαίνοντας ότι οι κοινωνικά ευάλωτοι πληθυσμοί πλήττονται, συχνά δυσανάλογα, λόγω της εγγύτητάς τους σε μεγάλες αστικές και βιομηχανικές υποδομές και της περιορισμένης δυνατότητας μετριασμού της έκθεσης σε θόρυβο (ANSES, 2020).

Σε αυτό το ευρύτερο ευρωπαϊκό πλαίσιο, η πόλη του Παρισιού συνιστά ένα ιδιαίτερα πρόσφορο πεδίο μελέτης. Πρόκειται για ένα πυκνό μητροπολιτικό περιβάλλον και για μια πόλη που, τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ενσωματώνει ολοένα και περισσότερο τη μείωση του θορύβου ως κεντρικό άξονα της αστικής πολιτικής της. Μέσω στρατηγικών χαρτών θορύβου, Σχεδίων Πρόληψης του Περιβαλλοντικού Θορύβου (Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement- PPBE) και ενός συνόλου συναφών αστικών παρεμβάσεων (μείωση ορίων ταχύτητας, κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση, πεζοδρομήσεις, μετασχηματισμός μεγάλων οδικών υποδομών κ.ά.) η πολιτική για την διαχείριση του θορύβου έχει μετακινηθεί από τον τεχνικό μετριασμό προς έναν ευρύτερο μοχλό αστικού μετασχηματισμού.

1.2. Πολιτική θορύβου και αστικός μετασχηματισμός στο Παρίσι

Η πολιτική για το ηχητικό περιβάλλον στο Παρίσι λειτουργεί στο πλαίσιο των υποχρεώσεων που προκύπτουν από τις ευρωπαϊκές κανονιστικές διατάξεις, των τοπικών στόχων για προάσπιση της δημόσιας υγείας και ευημερίας και τις φιλοδοξίες που εγείρουν οι στρατηγικές των πολεοδομικών παρεμβάσεων. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου, οι οποίοι

καταρτίζονται σε συμμόρφωση με την END και συντονίζονται σε περιφερειακό επίπεδο από τη Bruitparif, παρέχουν μια τυποποιημένη απεικόνιση της έκθεσης στον θόρυβο, σε ολόκληρη τη μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού. Οι χάρτες αυτοί ποσοτικοποιούν τους πληθυσμούς που εκτίθενται σε επίπεδα άνω των ορίων (L_{den} και L_{night}) και εντοπίζουν ζώνες προτεραιότητας για επόμενες παρεμβάσεις. Διαδραματίζουν δε, καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του δημόσιου διαλόγου, στην ιεράρχηση των παρεμβάσεων και στην νομιμοποίηση πολεοδομικών αποφάσεων (Ville de Paris, 2019).

Οι στόχοι των δράσεων εντοπίζονται αφενός στην μείωση του αριθμού των κατοίκων που εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα θορύβου, ιδίως από την οδική κυκλοφορία, η οποία παραμένει η κυρίαρχη πηγή όχλησης στο Παρίσι και αφετέρου στην ανάδειξη της μείωσης του θορύβου ως κινητήρια δύναμη πολιτικών που αφορούν την κινητικότητα, τον δημόσιο χώρο και την περιβαλλοντική αναβάθμιση. Μέτρα όπως η γενίκευση του ορίου ταχύτητας εντός πόλεως στο όριο των 30 km/h, η μείωση του ορίου ταχύτητας στην περιφερειακή λεωφόρο (Boulevard Périphérique), η ανάπτυξη των “οδών σχολείων” (rues aux écoles) και η αναδιοργάνωση του οδικού δικτύου υπέρ των πεζών και των ποδηλατών, συμβάλλουν ρητά όχι μόνο στην μείωση του αστικού θορύβου αλλά και στην βελτίωση της οδικής ασφάλειας, της ποιότητας του αέρα και της βιωσιμότητας του αστικού περιβάλλοντος (Bruitparif, 2022).

Η προσέγγιση αυτή αντανακλά μια ευρύτερη μετατόπιση στην αστική διακυβέρνηση, όπου οι περιβαλλοντικές πολιτικές ενσωματώνονται στον αστικό μετασχηματισμό και αλληλοενισχύονται. Πρόσφατες συγκριτικές χαρτογραφήσεις της έκθεσης σε ατμοσφαιρική ρύπανση και θόρυβο, στην περιφέρεια του Παρισιού, δείχνουν ότι η συντριπτική πλειονότητα των κατοίκων εκτίθεται σε επίπεδα που υπερβαίνουν τις συστάσεις του ΠΟΥ και για τους δύο ρύπους, ενισχύοντας το επιχείρημα υπέρ ολοκληρωμένων, χωρικά στοχευμένων παρεμβάσεων (Airparif & Bruitparif, 2024). Υπό αυτή την έννοια, ο θόρυβος λειτουργεί τόσο ως περιβαλλοντικός δείκτης όσο και ως πολιτικό εργαλείο, συμβάλλοντας στον μετασχηματισμό της κινητικότητας και του δημόσιου χώρου.

1.3. Ερευνητικά ερωτήματα & στόχοι

Με αφετηρία τις παραπάνω παρατηρήσεις, η παρούσα εργασία επιδιώκει να παρουσιάσει τον τρόπο με τον οποίο ο θόρυβος εμπλέκεται στις πολεοδομικές διαδικασίες και στις χωρικές παρεμβάσεις και να διερευνήσει πώς η πολιτική για τον περιβαλλοντικό θόρυβο στο Παρίσι λειτουργεί ως μοχλός για τις αποφάσεις που αφορούν τον αστικό μετασχηματισμό της πόλης.

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής:

- Πώς μετράται και αναπαρίσταται ο περιβαλλοντικός θόρυβος στους στρατηγικούς χάρτες και στα σχέδια δράσης του Παρισιού;
- Με ποιους τρόπους οι αναπαραστάσεις αυτές επηρεάζουν τις πολεοδομικές αποφάσεις, ιδίως σε σχέση με την κινητικότητα και τον μετασχηματισμό του δημόσιου χώρου;
- Πώς λειτουργεί η μείωση του θορύβου ως καταλύτης ευρύτερων αστικών αλλαγών και ποια είναι τα όρια αυτής της προσέγγισης;
- Σε ποιον βαθμό η πολιτική θορύβου στο Παρίσι αντιμετωπίζει ζητήματα περιβαλλοντικής ανισότητας και σωρευτικής έκθεσης σε θόρυβο;

Στόχος της εργασίας είναι να συμβάλει στην κατανόηση του ρόλου των δεικτών περιβαλλοντικής υγείας στον σύγχρονο πολεοδομικό σχεδιασμό και του τρόπου με τον οποίο τα τεχνικά εργαλεία (χάρτες, δείκτες, σχέδια δράσης) συμμετέχουν στον χωρικό μετασχηματισμό.

1.4. Δομή της εργασίας

Μετά την παρούσα εισαγωγή (κεφάλαιο 1), η εργασία οργανώνεται σε 6 ακόμα κεφάλαια. Το δεύτερο κεφάλαιο συνιστά μια σύντομη θεωρητική παρουσίαση για τον θόρυβο και τις επιπτώσεις που έχει στην ανθρώπινη υγεία, το αστικό και κατ' επέκταση το κοινωνικό

περιβάλλον. Το τρίτο κεφάλαιο εξετάζει τις επιστημονικές, κανονιστικές και εννοιολογικές βάσεις της πολιτικής για τον περιβαλλοντικό θόρυβο διεθνώς, στην Ευρώπη και τη Γαλλία.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει την παραγωγή και τον ρόλο των στρατηγικών χαρτών θορύβου στο Παρίσι. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται επιλεγμένα αστικά έργα ως συγκεκριμένες εκφράσεις του αστικού μετασχηματισμού καθοδηγούμενου από την πολιτική για τον θόρυβο. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται αντίστοιχες πολιτικές στον ευρωπαϊκό χώρο. Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο επιχειρείται η αξιολόγηση της εφαρμογής και των μελλοντικών προοπτικών της χρήσης της μείωσης του θορύβου ως μοχλού για τον αστικό και πολεοδομικό σχεδιασμό. Η εργασία υποστηρίζει ότι η πολιτική για τον περιβαλλοντικό θόρυβο στο Παρίσι δεν αποτελεί απλώς μια τεχνική καταγραφή και σύγκλιση με τις κανονιστικές υποχρεώσεις, αλλά βασικό συστατικό ενός εν εξελίξει αστικού εγχειρήματος που αναδιαμορφώνει την κινητικότητα, τον δημόσιο χώρο και την περιβαλλοντική ποιότητα της καθημερινής ζωής.

2. Θόρυβος και αστικό περιβάλλον

2.1. Ήχος & θόρυβος

Στην ακουστική, η διάκριση μεταξύ ήχου και θορύβου είναι θεμελιώδης αλλά εννοιολογικά σύνθετη. Ο ήχος αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο που συνίσταται σε μηχανικές διακυμάνσεις της πίεσης, οι οποίες διαδίδονται μέσω ενός μέσου, όπως ο αέρας, το νερό ή τα στερεά υλικά. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορούν να περιγραφούν αντικειμενικά με μετρήσιμες παραμέτρους, όπως η συχνότητα, το πλάτος, η διάρκεια, η κυματομορφή και η φασματική σύνθεση. Ο θόρυβος ωστόσο ορίζεται ως μια εννοιολογική και αντιληπτική κατηγορία, χωρίς αποκλειστικά φυσικά χαρακτηριστικά, που αναφέρεται σε ήχο ανεπιθύμητο, ενοχλητικό ή επιβλαβή για το άτομο και το περιβάλλον του (Liu et al., 2022).

Η διάκριση αυτή υποδηλώνει ότι ο θόρυβος δεν αποτελεί ξεχωριστή κατηγορία ηχητικών σημάτων, αλλά μια λειτουργική ερμηνεία του ήχου. Ο ίδιος ήχος μπορεί, υπό μία συνθήκη να θεωρηθεί ευχάριστος ή ουδέτερος και υπό μία άλλη να χαρακτηριστεί ως θόρυβος. Για παράδειγμα, η δυνατή μουσική σε μια εκδήλωση μπορεί να γίνεται αντιληπτή θετικά από το κοινό που την παρακολουθεί, αλλά να βιώνεται ως θόρυβος από τους περίοικους. Συνεπώς, ο θόρυβος μπορεί να εννοηθεί ως ένα σχεσιακό φαινόμενο που προκύπτει από την αλληλεπίδραση ενός ηχητικού ερεθίσματος με τον ακροατή, μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό, χρονικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο (Schreckenberg, 2021).

Η σύγχρονη έρευνα στην ακουστική και τον θόρυβο αναδεικνύει τους περιορισμούς των μετρήσεων που βασίζονται σε ενεργειακά μεγέθη, όπως η ισοδύναμη στάθμη συνεχούς ήχου, στην ερμηνεία της ανθρώπινης απόκρισης. Μελέτες στην ψυχοακουστική καταδεικνύουν ότι υποκειμενικές αντιδράσεις, όπως η ενόχληση, το άγχος και οι διαταραχές ύπνου, εξαρτώνται όχι μόνο από τη στάθμη ηχητικής πίεσης, αλλά και από τη φασματική ισορροπία, τη χρονική μεταβλητότητα και το νόημα που αποδίδεται στην πηγή του ήχου (Jafari et al., 2019). Αντιληπτικά χαρακτηριστικά, όπως η ακουστότητα, η οξύτητα, η τραχύτητα και η ένταση διακύμανσης, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο βιώνεται ένας ήχος. Ως αποτέλεσμα, δύο ήχοι με την ίδια στάθμη μπορούν να προκαλέσουν εντελώς διαφορετικές αντιδράσεις.

Ο θόρυβος ταξινομείται συνήθως βάσει συμπληρωματικών πλαισίων. Μία ευρέως διαδεδομένη προσέγγιση είναι η ταξινόμηση βάσει της πηγής. Η έρευνα για τον περιβαλλοντικό θόρυβο κάνει συχνά διάκριση μεταξύ θορύβου μεταφορών, βιομηχανικού θορύβου και θορύβου στην κοινότητα ή την γειτονιά. Ο θόρυβος μεταφορών, που περιλαμβάνει την οδική κυκλοφορία, τους σιδηροδρόμους και τις αερομεταφορές, έχει μελετηθεί εκτενώς λόγω της ευρείας έκθεσης του πληθυσμού και των τεκμηριωμένων συσχετίσεών του με ενόχληση και δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία (Schreckenberg, 2021). Ο βιομηχανικός θόρυβος συνδέεται κυρίως με επαγγελματικά περιβάλλοντα, ενώ ο κοινοτικός θόρυβος καλύπτει πηγές θορύβου από κατασκευαστικές δραστηριότητες και κοινωνικές συναθροίσεις.

Μια άλλη σημαντική ταξινόμηση βασίζεται στη χρονική διάρκεια. Ο συνεχής θόρυβος παρουσιάζει σχετικά σταθερά χαρακτηριστικά στον χρόνο. Ο διαλείπων θόρυβος αποτελείται από διακριτά ηχητικά γεγονότα, ενώ ο κυμαινόμενος και ο κρουστικός θόρυβος

χαρακτηρίζονται από αυξημένη απρόβλεπτη μεταβλητότητα. Η έρευνα δείχνει ότι οι διαλείποντες και οι κρουστικοί θόρυβοι τείνουν να είναι πιο ενοχλητικοί από τον συνεχή θόρυβο σε συγκρίσιμες μέσες στάθμες (Jafari et al., 2019).

Η φασματική σύνθεση αποτελεί ένα ακόμη κριτήριο διάκρισης των τύπων θορύβου. Ο ευρυζωνικός θόρυβος κατανέμει την ακουστική ενέργεια σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Ο τονικός θόρυβος περιέχει έντονες διακριτές συχνότητες και συχνά γίνεται αντιληπτός ως ιδιαίτερα παρεμβατικός (Widmann, 1997). Ο θόρυβος χαμηλών συχνοτήτων (κυρίως ενέργεια κάτω από τα 200 Hz) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της μεγάλης εμβέλειας διάδοσης και της διείσδυσής του σε κτήρια, ενώ έχει συσχετιστεί με έντονη ενόχληση και διαταραχές ύπνου σε ευαίσθητα άτομα (Leventhall, 2003).

Σε πειραματικά και τεχνικά πλαίσια, ο θόρυβος κατηγοριοποιείται με βάση το φασματικό του “χρώμα”. Ο λευκός, ο ροζ και ο καφέ θόρυβος χρησιμοποιούνται συχνά σε εργαστηριακές μελέτες που εξετάζουν την προσήλωση και την απόδοση, αποδεικνύοντας ότι η φασματική κατανομή επηρεάζει σημαντικά τη γνωστική λειτουργία (Lu et al., 2020, Egeland et al., 2023).

Συνολικά, η διαφορά μεταξύ ήχου και θορύβου έγκειται στην υποκειμενική αντίληψη του ατόμου και τις συνέπειές τους στο άτομο και το περιβάλλον. Ο ήχος αποτελεί ένα μετρήσιμο φυσικό ερέθισμα, ενώ ο θόρυβος ορίζεται από την ικανότητά του να παρεμβαίνει στις ανθρώπινες δραστηριότητες και την ατομική άνεση. Συνεπώς, η αποτελεσματική αξιολόγηση του θορύβου απαιτεί μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση που συνδυάζει ακουστικές και ψυχοακουστικές μεθόδους (Liu, 2022).

2.2. Ηχορύπανση και ανθρώπινη υγεία

Η ηχορύπανση αποτελεί έναν από τους πλέον διαδεδομένους περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες των σύγχρονων κοινωνιών. Παρότι συχνά αντιμετωπίζεται ως ζήτημα υποκειμενικής ενόχλησης, η σύγχρονη επιστημονική βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι η χρόνια έκθεση σε περιβαλλοντικό θόρυβο συνδέεται με σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στη σωματική και ψυχική υγεία.

Η αυξανόμενη αστικοποίηση και η ένταση των μεταφορών έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου, καθιστώντας την ηχορύπανση ως ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της σύγχρονης εποχής. Ο θόρυβος, υπό αυτό το πρίσμα, δεν περιορίζεται σε ακραίο ακουστικό τραύμα αλλά περιλαμβάνει και την διαρκή έκθεση, που μπορεί να είναι διαλείπουσα, απρόβλεπτη και δύσκολη στον έλεγχο. Η σύγχρονη έρευνα υποστηρίζει τη θέση ότι η χρόνια έκθεση στον θόρυβο συμβάλλει στην εμφάνιση νόσου μέσω της παρατεταμένης ενεργοποίησης της φυσιολογίας του στρες και της διαταραχής του ύπνου, επηρεάζοντας έτσι τη καρδιαγγειακή, γνωστική και ψυχολογική λειτουργία. Σημαντικό είναι ότι οι επιδράσεις αυτές παρατηρούνται σε επίπεδα θορύβου συνήθη για τα αστικά περιβάλλοντα και μπορεί να επιμένουν ακόμη και όταν τα άτομα δηλώνουν υποκειμενική προσαρμογή. Παρά το γεγονός ότι ο θόρυβος δεν αφήνει εμφανή ίχνη στο περιβάλλον, η επίδρασή του στον ανθρώπινο οργανισμό είναι βαθιά και πολυδιάστατη (Basner et al., 2014).

Η πλέον άμεση συνέπεια της έκθεσης στον θόρυβο αφορά το ακουστικό νευρικό σύστημα. Η παρατεταμένη ή έντονη έκθεση σε υψηλά επίπεδα θορύβου μπορεί να προκαλέσει μη αναστρέψιμη φθορά στα κύτταρα του κοχλίου, οδηγώντας σε θορυβογενή βαρηκοΐα και εμβοές. Παρότι οι επιπτώσεις αυτές είναι γνωστές από επαγγελματικά περιβάλλοντα (βιομηχανία κλπ.) η σύγχρονη βιβλιογραφία αναδεικνύει τη σημασία της έκθεσης στον θόρυβο του γενικού πληθυσμού λόγω των δραστηριοτήτων του (π.χ. συναυλίες). Η ακουστική δυσλειτουργία δεν περιορίζεται στην απώλεια της ακοής, αλλά συνδέεται και με αυξημένη γνωστική προσπάθεια κατά την επικοινωνία, ιδίως σε σύνθετα ακουστικά περιβάλλοντα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση, μειωμένη συγκέντρωση και κοινωνική απόσυρση, επηρεάζοντας έμμεσα την ψυχική ευεξία και την ποιότητα ζωής (Basner et al., 2014).

Η διαταραχή του ύπνου αποτελεί έναν από τους πλέον τεκμηριωμένους μηχανισμούς που συνδέουν τον περιβαλλοντικό θόρυβο με επιβλαβείς συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. Η νυχτερινή έκθεση σε θόρυβο μπορεί να προκαλέσει αφυπνίσεις και μεταβολές στα στάδια του ύπνου χωρίς πλήρη αφύπνιση ή συνειδητή ανάκληση. Οι διαταραχές αυτές συνοδεύονται από ενεργοποίηση του αυτόνομου νευρικού συστήματος και αυξημένη έκκριση ορμονών του στρες, υπονομεύοντας την αναζωογονητική λειτουργία του ύπνου, όπως την ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, τη μεταβολική ομοιόσταση και την επεξεργασία

των (Münzel et al., 2014). Η χρόνια διαταραχή του ύπνου έχει συσχετιστεί με υπέρταση, μεταβολικές διαταραχές και αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο (Basner et al., 2014). Σημαντικό είναι ότι η φυσιολογική αντίδραση στον νυχτερινό θόρυβο δεν απαιτεί συνειδητή ενόχληση. Η καρδιαγγειακή ενεργοποίηση (συμπεριλαμβανομένης της αύξησης του καρδιακού ρυθμού και της αρτηριακής πίεσης) μπορεί να εμφανιστεί κατά τη διάρκεια του ύπνου ακόμη και όταν τα άτομα δηλώνουν υποκειμενική προσαρμογή στον θόρυβο (Münzel et al., 2014).

Πλήθος επιδημιολογικών μελετών καταδεικνύουν τη συσχέτιση της χρόνιας έκθεσης σε περιβαλλοντικό θόρυβο με την αυξημένη υπέρταση, την στεφανιαία νόσο και τα εγκεφαλικά επεισόδια. Ο θόρυβος δρα ως χρόνιος στρεσογόνος παράγοντας, ενεργοποιώντας το συμπαθητικό νευρικό σύστημα και τον άξονα υποθαλάμου- υπόφυσης- επινεφριδίων (HPA). Η επαναλαμβανόμενη ενεργοποίηση αυτών των συστημάτων οδηγεί σε παρατεταμένες αυξήσεις των ορμονών του στρες, οξειδωτικό στρες και αγγειακή δυσλειτουργία (Münzel et al., 2018).

Η ηχορύπανση ενέχει επίσης σημαντικούς κινδύνους για τη γνωστική λειτουργία, ιδίως στα παιδιά. Ο αναπτυσσόμενος εγκέφαλος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος σε περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες που επηρεάζουν την προσοχή, την γλωσσική επεξεργασία και τον ύπνο. Μια εμβληματική διακρατική μελέτη (RANCH) έδειξε ότι η χρόνια έκθεση σε αεροπορικό θόρυβο γύρω από σχολεία συσχετίστηκε με μειωμένη αναγνωστική κατανόηση (Stansfeld et al., 2005). Όταν συνδυάζεται με διαταραχές ύπνου στο σπίτι, η χρόνια έκθεση στον θόρυβο ενδέχεται να δημιουργεί σωρευτικά γνωστικά μειονεκτήματα, καθιστώντας την ηχορύπανση ζήτημα τόσο για την δημόσια υγεία όσο και για την εκπαιδευτική πολιτική (Stansfeld et al., 2005).

Ταυτόχρονα, η ηχορύπανση συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καταθλιπτικών και αγχωδών συμπτωμάτων στους ενήλικες. Οι επιδράσεις εξαρτώνται όχι μόνο από την ένταση του ήχου αλλά και από την ατομική ευαισθησία και το πλαίσιο διαβίωσης. Ο θόρυβος αποτελεί παράγοντα επιβάρυνσης της ψυχικής υγείας, ιδίως όταν συνοδεύεται από υψηλά επίπεδα ενόχλησης (Hegewald et al., 2020).

Συνολικά, τα δεδομένα υποστηρίζουν ότι η χρόνια έκθεση στον θόρυβο συμβάλλει στην αύξηση του αλλοστατικού φορτίου. Ο όρος “αλλοστατικό φορτίο” εισήχθη για να

καθορίσει το τίμημα που “πληρώνει” το σώμα μας για να προσαρμοστεί στις μεταβαλλόμενες συνθήκες που αντιμετωπίζει. Τα αλλοστατικά συστήματα (προσαρμοστικά) επιτρέπουν στον οργανισμό να προσαρμοστεί στις καταστάσεις της ζωής τροποποιώντας ορισμένες εσωτερικές παραμέτρους προκειμένου να διατηρήσει τις λειτουργίες των μεμονωμένων οργάνων και συστημάτων (McEwen & Stellar, 1993). Το κρίσιμο συμπέρασμα είναι ότι η απουσία συνειδητής ενόχλησης δεν συνεπάγεται απουσία βιολογικής βλάβης. Το γεγονός αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις για τη δημόσια υγεία καθιστώντας την αντιμετώπιση της ηχορύπανσης ως τροποποιήσιμο παράγοντα κινδύνου και όχι απλώς ως ζήτημα ποιότητας ζωής (Basner et al., 2014).

2.3. Ο θόρυβος στο αστικό περιβάλλον

Παρότι οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στην ανθρώπινη υγεία έχουν τεκμηριωθεί εκτενώς, οι ευρύτερες συνέπειές της στο αστικό περιβάλλον παραμένουν λιγότερο ενσωματωμένες στην χάραξη αστικής πολιτικής και σχεδιασμού. Σε αντίθεση με άλλους περιβαλλοντικούς ρύπους, ο θόρυβος δεν αφήνει ορατά κατάλοιπα, ωστόσο επηρεάζει βαθιά τη λειτουργία των πόλεων και τον τρόπο με τον οποίο βιώνονται. Όλο και περισσότερο, η επιστημονική έρευνα προσεγγίζει τον αστικό θόρυβο όχι απλώς ως ενόχληση ή κίνδυνο για την υγεία, αλλά ως παράγοντα που τροποποιεί οικολογικές διεργασίες, χωρικές συμπεριφορές, αξίες γης και κοινωνική ισότητα (Barber et al., 2010). Ο αστικός θόρυβος αναδιαμορφώνει τις οικολογικές διεργασίες, υπονομεύει τη χρήση και την αντίληψη των δημόσιων χώρων και ενισχύει τις χωρικές ανισότητες, αποτελώντας πρόκληση για τη βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς αστική ανάπτυξη.

Μία από τις πιο σαφείς περιβαλλοντικές συνέπειες του αστικού θορύβου αφορά τις επιπτώσεις του στη βιοποικιλότητα. Ο ανθρωπογενής θόρυβος παρεμβαίνει στην ακουστική επικοινωνία, η οποία αποτελεί κρίσιμη οικολογική λειτουργία για πολλά είδη. Πτηνά, αμφίβια και έντομα που βασίζονται στον ήχο για την αναπαραγωγή, την υπεράσπιση της ζώνης επικράτειάς τους και την ανίχνευση θηρευτών είναι ιδιαίτερα ευάλωτα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο θόρυβος μειώνει την αναπαραγωγική επιτυχία, μετατρέποντας κατάλληλους βιότοπους σε οικολογικές παγίδες (Halfwerk et al., 2011). Η χρόνια έκθεση στον θόρυβο μειώνει τον αριθμό ειδών πτηνών και αναδιαμορφώνει τις μεταξύ τους

αλληλεπιδράσεις (Francis et al., 2009). Τα αστικά πτηνά μετατοπίζουν τη συχνότητα του κελαηδήματός τους προς υψηλότερα φάσματα σε θορυβώδη περιβάλλοντα, μια φαινομενικά προσαρμοστική αντίδραση που, ωστόσο, συνεπάγεται ενεργειακό και αναπαραγωγικό κόστος (Slabbekoorn & Peet, 2003). Στα πυκνά αστικά περιβάλλοντα, όπου οι πράσινοι χώροι είναι μικροί και κατακερματισμένοι, τέτοιες ακουστικές πιέσεις μπορούν να μειώσουν δυσανάλογα την αστική οικολογική ανθεκτικότητα (Barber et al., 2010).

Ο δημόσιος χώρος δεν ορίζεται μόνο από την οπτική του μορφή ή τη χωρική του διάταξη, αλλά και από το ηχοτοπίο, το ακουστικό του περιβάλλον. Το ηχοτοπίο, το οποίο γίνεται αντιληπτό στο εκάστοτε πλαίσιο, συνιστά κρίσιμη μετατόπιση από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις ελέγχου του θορύβου. Η έρευνα στο πεδίο των ηχοτοπίων δείχνει ότι χώροι με παρόμοια επίπεδα ηχητικής πίεσης μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς την αντιληπτικότητα, εκ μέρους του ατόμου, της άνεσης και της κοινωνικότητας, ανάλογα με τις πηγές ήχου, τη χρονική μεταβλητότητα και την πολιτισμική νοηματοδότηση (Aletta et al., 2016).

Από λειτουργική σκοπιά, οι δημόσιοι χώροι αποκτούν αξία μέσω της χρήσης: παραμονή, συνάντηση, περίπατος, παιχνίδι, ανάπαυση. Τα υποβαθμισμένα αστικά ηχοτοπία (συνήθως με κυρίαρχο τον συνεχή θόρυβο της κυκλοφορίας) μειώνουν αυτές τις δραστηριότητες, αυξάνοντας το στρες, καλύπτοντας την ομιλία και υποβαθμίζοντας την αντιληπτή ποιότητα του περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια, επενδύσεις στον σχεδιασμό του δημόσιου χώρου μπορεί να αποτύχουν στο να αποδώσουν τα αναμενόμενα κοινωνικά και υγειονομικά οφέλη όταν οι ακουστικές συνθήκες παραμελούνται (Hong & Jeon, 2015).

Οι αστικοί χώροι πρασίνου προβάλλονται ευρέως ως αποκαταστατικά περιβάλλοντα που μετριάζουν το στρες και την πνευματική κόπωση. Ωστόσο, η δυνατότητα να λειτουργήσουν ως τέτοια εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από την ποιότητα του ηχοτοπίου. Μελέτες δείχνουν ότι ο θόρυβος της κυκλοφορίας υπονομεύει την αντιληπτή αποκαταστατικότητα, ακόμη και σε οπτικά “πράσινα” περιβάλλοντα (Payne, 2008). Η απουσία θορύβου συνιστά χωρικά μεταβαλλόμενη ποιότητα που μπορεί να διαμορφωθεί μέσω σχεδιασμού και διαχείρισης (Evensen et al., 2016).

Τα ηχοτοπία επηρεάζουν και την κοινωνική λειτουργία του δημόσιου χώρου. Τα υψηλά επίπεδα υποβάθρου καλύπτουν την ομιλία, αυξάνουν τη φωνητική προσπάθεια, μειώνουν

την ιδιωτικότητα (Haapakangas et al., 2011) και επιταχύνουν την κοινωνική κόπωση, οδηγώντας σε μικρότερη διάρκεια παραμονής και λιγότερες αυθόρμητες αλληλεπιδράσεις (Aletta, 2016). Ωστόσο, έρευνες δείχνουν ότι ορισμένοι άνθρωποι ήχοι (π.χ. μακρινές συνομιλίες) μπορούν να ενισχύσουν την αίσθηση ζωντάνιας και κοινωνικής παρουσίας, υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπερκαλύπτονται από μηχανικό θόρυβο (Cao, 2024). Αυτό αναιρεί την απλουστευτική παραδοχή ότι τα πιο ήσυχα περιβάλλοντα είναι πάντα προτιμότερα. Αντίθετα, η ποιότητα του ηχοτοπίου εξαρτάται από την αντιστοίχιση του ηχητικού χαρακτήρα με τη λειτουργία του χώρου (Aletta et al., 2016).

Φαίνεται λοιπόν ότι η αντίληψη του ηχοτοπίου διαμορφώνεται βάσει των προσδοκιών που συνδέονται με χωρικές τυπολογίες. Όταν οι ακουστικές συνθήκες παραβιάζουν αυτές τις προσδοκίες, η αντιληπτή ποιότητα μειώνεται (Jeon et al., 2015). Μελέτες ταξινόμησης ηχοτοπίων σε πάρκα και ανοιχτούς δημόσιους χώρους δείχνουν ότι οι αντιληπτικές κατηγορίες μπορούν να συσχετιστούν αξιόπιστα με ακουστικούς δείκτες, επιτρέποντας στους σχεδιαστές να διαχειρίζονται τύπους ηχοτοπίων αντί να βασίζονται αποκλειστικά σε μέσους όρους θορύβου (Sun et al., 2019).

Η μετάβαση από τον απλό μετριάσμό της ηχορύπανσης στον ολιστικό ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό δημόσιων χώρων με βάση το ηχοτοπίο περιλαμβάνει τον έλεγχο των πηγών θορύβου, την χωρική απομόνωση, την ζωνοποίηση δραστηριοτήτων και την επιλεκτική εισαγωγή θετικών ήχων. Η αξιολόγηση θα πρέπει να βασίζεται σε αντιληπτικά αποτελέσματα και όχι μόνο σε μετρήσεις (Aletta, 2023).

Η ηχορύπανση, πέρα από τις τεκμηριωμένες επιπτώσεις στην υγεία, επηρεάζει κρίσιμα την οικολογία, και την χρήση του δημόσιου χώρου αλλά συχνά υποτιμάται στον αστικό σχεδιασμό. Ο ανθρωπογενής θόρυβος διαταράσσει το φυσικό περιβάλλον και υποβαθμίζει την βιοποικιλότητα μειώνοντας την ανθεκτικότητα και τη βιωσιμότητα του αστικού περιβάλλοντος.

2.4. Επιπτώσεις στο κοινωνικό- οικονομικό περιβάλλον

Η ηχορύπανση αποτελεί εγγενές χαρακτηριστικό του σύγχρονου αστικού και περιαστικού περιβάλλοντος, συνδεδεμένο κυρίως με τις μεταφορές, τη βιομηχανική δραστηριότητα και

την πυκνή οικιστική ανάπτυξη. Αν και συχνά αντιμετωπίζεται ως ζήτημα υποκειμενικής ενόχλησης, η σύγχρονη έρευνα καταδεικνύει ότι ο θόρυβος έχει ευρύτερες κοινωνικοοικονομικές συνέπειες. Επηρεάζει τη λειτουργία βασικών θεσμών, όπως η αγορά κατοικίας και το εκπαιδευτικό σύστημα, καθώς και την οικονομική δραστηριότητα μέσω της παραγωγικότητας της εργασίας (Basner et al., 2014).

Ο θόρυβος κεφαλαιοποιείται στην αγορά ακινήτων. Μελέτες ηδονικής τιμολόγησης (οικονομική έννοια που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αξίας των άυλων παραγόντων που επηρεάζουν την τιμή του προϊόντος ή της υπηρεσίας) δείχνουν ότι ο θόρυβος μεταφορών μειώνει τις αξίες στεγαστικών ακινήτων, μετατρέποντας την ακουστική ρύπανση σε μετρήσιμη οικονομική απώλεια (Nelson, 2004). Οι επιπτώσεις αυτές επηρεάζουν τη χωρική κατανομή του πληθυσμού, τις πιέσεις αναπλάσεων και τη δημοσιονομική ικανότητα των περιοχών που πλήττονται, ενισχύοντας τις χωρικές ανισότητες (Blanco et al., 2011).

Η έκθεση στον αστικό θόρυβο δεν κατανέμεται ομοιόμορφα χωρικά. Πληθυσμιακές ομάδες χαμηλότερου κοινωνικοοικονομικού επιπέδου είναι πιθανότερο να κατοικούν κοντά σε μεγάλους οδικούς άξονες, σε βιομηχανικές περιοχές και σε κτήρια χωρίς ηχομονωτική προστασία. Συγκριτικές μελέτες σε ευρωπαϊκές πόλεις τεκμηριώνουν αυτήν ακριβώς την κοινωνική διαβάθμιση στην έκθεση στον θόρυβο (Diekmann et al., 2023). Οι ανισότητες επεκτείνονται και στους δημόσιους χώρους. Οι χώροι πρασίνου σε υποβαθμισμένες περιοχές είναι συχνότερα ακουστικά επιβαρυνμένοι, περιορίζοντας την ισότιμη πρόσβαση σε αποκαταστατικά περιβάλλοντα (Adams et al., 2025).

Η απομείωση της αξίας εξαρτάται από το κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο και τα χαρακτηριστικά της αγοράς. Οι εκτιμήσεις απομείωσης διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τη μεθοδολογία και το εισοδηματικό επίπεδο του δείγματος (Schipper et al., 1998). Ο κυκλοφοριακός θόρυβος μειώνει σημαντικά την προστιθέμενη αξία δημόσιων χώρων κοντά σε περιοχές κατοικίας, υπονομεύοντας τα οφέλη αστικών παρεμβάσεων. Τα ευρήματα αυτά αναδεικνύουν τον θόρυβο ως παράγοντα που επηρεάζει άμεσα τη χωρική κατανομή του πλούτου (Morawetz et al., 2024).

Η ηχορύπανση επηρεάζει την οικονομική δραστηριότητα και την παραγωγικότητα της εργασίας. Σε σύγχρονα εργασιακά περιβάλλοντα, ιδίως σε γραφεία ανοικτής διάταξης (open

plan) ο θόρυβος αυξάνει το γνωστικό φορτίο και την ψυχική κόπωση, μειώνει την απόδοση σε εργασίες που απαιτούν συγκέντρωση και περιορίζει την εργασιακή ικανοποίηση (Smith-Jackson & Klein, 2009). Οι εργαζόμενοι υιοθετούν στρατηγικές αντιμετώπισης που συνεπάγονται λειτουργική αναποτελεσματικότητα (αλλαγές θέσης, κοινωνική απόσυρση κ.ά.) και αντανακλούν την άνιση έκθεση στον θόρυβο εντός του εργασιακού χώρου. Σε μακροοικονομικό επίπεδο, οι σωρευτικές απώλειες παραγωγικότητας μεταφράζονται σε υπολογίσιμο οικονομικό κόστος (Appel- Meulenbroek et al., 2021).

Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης που εντοπίζονται στην εκπαιδευτική διαδικασία και προαναφέρθηκαν, έχουν οικονομικό αντίκτυπο επίσης. Το ανθρώπινο κεφάλαιο αποτελεί βασικό πυλώνα της απασχολησιμότητας και των εισοδηματικών εισροών. Συνεπώς, η ηχορύπανση και η χωρική κατανομή αυτής μπορεί να ενισχύσει διαγενεακές κοινωνικοοικονομικές ανισότητες.

Η παραπάνω άνισες κατανομές δημιουργούν έναν φαύλο κύκλο χαμηλών αξιών ακινήτων, περιβαλλοντικής υποβάθμισης και κοινωνικού αποκλεισμού, καθιστώντας την ηχορύπανση ζήτημα περιβαλλοντικής δικαιοσύνης.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι η ηχορύπανση συνιστά δομικό χαρακτηριστικό του αστικού περιβάλλοντος. Πέρα από τις επιπτώσεις στην υγεία, αναδιαμορφώνει τη βιοποικιλότητα, υποβαθμίζει τη λειτουργικότητα των δημόσιων χώρων, μειώνει την οικονομική αξία και ενισχύει την περιβαλλοντική ανισότητα. Τα υποβαθμισμένα ηχοτοπία λειτουργούν ως αόρατος περιορισμός της αστικής βιωσιμότητας, υπονομεύοντας τις κοινωνικές και οικολογικές λειτουργίες των πόλεων. Η αντιμετώπιση του αστικού θορύβου απαιτεί, επομένως, ολοκληρωμένες στρατηγικές που συνδυάζουν ρύθμιση, χωρικό σχεδιασμό, οικολογικό σχεδιασμό και αξιολόγηση με βάση το εκάστοτε ηχοτοπίο. Η θεώρηση του ήχου ως σχεδιαστικού υλικού αναδεικνύεται ως αναγκαίο βήμα για υγιέστερες, πιο συμπεριληπτικές και λειτουργικές πόλεις.

2.5. Θόρυβος και ατμοσφαιρική ρύπανση

Ο θόρυβος συνδέεται στενά με την ατμοσφαιρική ρύπανση και την ποιότητα του αέρα μέσω των κοινών πηγών και πλαισίων διασποράς, των συσχετισμένων προτύπων έκθεσης και των

επικαλυπτόμενων πολιτικών για την κλιματική αλλαγή και την υγεία. Αυτή η διασύνδεση είναι κρίσιμη επειδή πολλά μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής (ιδιαίτερως στα αστικά κέντρα και με έμφαση στις μεταφορές) που λειτουργούν προς όφελος του περιορισμού των ατμοσφαιρικών ρύπων περιορίζουν επίσης τον περιβαλλοντικό θόρυβο (IPCC, 2022).

Στα περισσότερα αστικά περιβάλλοντα, οι κυρίαρχες πηγές περιβαλλοντικού θορύβου (οδική κυκλοφορία, σιδηρόδρομοι και αεροπορία) συνιστούν επίσης σημαντικούς συντελεστές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (WHO, 2018). Από την οδική κυκλοφορία παράγεται θόρυβος και ταυτόχρονα εκπέμπονται οξείδια του αζώτου (NO_x) και αιωρούμενα μικροσωματίδια (PM) (WHO, 2021). Αυτή η χωρική συνύπαρξη των δύο ρύπων σημαίνει, για παράδειγμα, ότι οι πληθυσμοί που κατοικούν κοντά σε μεγάλους οδικούς άξονες εκτίθενται συχνά, τόσο σε αυξημένα επίπεδα ηχητικής πίεσης όσο και σε αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων σχετιζόμενων με την κυκλοφορία (Ross et al., 2011).

Η σχέση θορύβου- ατμοσφαιρικής ρύπανσης εξαρτάται από την κλίμακα ανάλυσης και το ατμοσφαιρικό/ μετεωρολογικό πλαίσιο. Στην αστική κλίμακα, οι δύο εκθέσεις θορύβου και ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνήθως μεταβάλλονται με τον ίδιο ρυθμό επειδή ανταποκρίνονται στους ίδιους κυκλοφοριακούς προσδιοριστές (πηγή, ταχύτητα, ροή) και στο τοπικό μικροκλίμα που επηρεάζει τόσο τη διασπορά των ρύπων όσο και τη διάδοση του ήχου (Can et al., 2011). Σε ευρύτερη χωρική κλίμακα, οι συσχετίσεις αυτές μπορεί να εξασθενούν, επειδή τα επίπεδα PM και NO₂ επηρεάζονται από πρόσθετες πηγές (περιφερειακή μεταφορά ρύπανσης, θέρμανση, βιομηχανία) ενώ ο θόρυβος καθορίζεται περισσότερο από την εγγύτητα σε υποδομές και από τοπικές συνθήκες διάδοσης (Houthuijs et al., 2018).

Ο θόρυβος λειτουργεί ως δείκτης και ως συγχυτικός παράγοντας στην έρευνα για την ποιότητα του αέρα. Επειδή η ένταση της κυκλοφορίας επηρεάζει και τις δύο εκθέσεις (σε θόρυβο και ατμοσφαιρική ρύπανση) ο περιβαλλοντικός θόρυβος μπορεί να λειτουργήσει, αφενός ως έμμεσος δείκτης της δραστηριότητας μεταφορών (proxy indicator) και αφετέρου ως συγχυτικός παράγοντας (confounder) σε επιδημιολογικές αναλύσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Συνεχείς μετρήσεις σε σημεία υψηλής κυκλοφορίας έχουν δείξει ότι οι χρονικές μεταβολές του θορύβου μπορούν να συσχετίζονται με τους μετρούμενους ατμοσφαιρικούς ρύπους (από την κυκλοφορία) με μοτίβα που διαμορφώνονται από τις δυναμικές της

κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και από τον άνεμο (Ross et al., 2011). Μελέτες πεδίου και εφαρμογές μοντελοποίησης καταλήγουν επίσης σε συσχετίσεις της ηχορύπανσης με τους δείκτες των αέριων ρύπων, την απόσταση από οδικούς άξονες και τη χωρική μονάδα ανάλυσης (Can et al., 2011).

Αυτό έχει σημασία, επειδή εάν τα επιδημιολογικά μοντέλα αποδίδουν επιπτώσεις στην υγεία από την ατμοσφαιρική ρύπανση χωρίς να λαμβάνουν επαρκώς υπόψιν τον θόρυβο, το εκτιμώμενο φορτίο ρύπανσης μπορεί να είναι μεροληπτικό, προς τα πάνω ή προς τα κάτω, ανάλογα με το πλαίσιο και τα σφάλματα μέτρησης (Beelen et al., 2009). Αντίστροφα, η απόδοση επιπτώσεων αποκλειστικά στον θόρυβο χωρίς προσαρμογή για την ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εσφαλμένες εκτιμήσεις. Για το λόγο αυτό, πολλές σύγχρονες μελέτες, ιδιαιτέρως όταν η κύρια πηγή είναι οι μεταφορές, μοντελοποιούν από κοινού και τις δύο εκθέσεις (Héritier et al., 2019).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο θόρυβος επηρεάζουν την υγεία μέσω, εν μέρει, διαφορετικών βιολογικών οδών που συγκλίνουν στον καρδιομεταβολικό κίνδυνο. Η ατμοσφαιρική ρύπανση δρα μέσω του οξειδωτικού στρες και αθηροσκληρωτικών διεργασιών. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος δρα μέσω της φυσιολογίας του στρες (ενεργοποίηση συμπαθητικού), της διαταραχής ύπνου και της χρόνιας ενόχλησης με δυνητικές επιδράσεις στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και στον μεταβολισμό (WHO, 2021). Αυτό ενισχύει την ανάγκη για ολοκληρωμένες εκτιμήσεις και παρεμβάσεις, αντί για διαχωρισμένες πολιτικές θορύβου και πολιτικές ποιότητας αέρα, που στοχεύουν τις ίδιες υποδομές.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο θόρυβος συνδέονται επίσης με την κλιματική αλλαγή μέσω των κοινών πηγών και των κοινών προτάσεων για τον μετριασμό τους. Τα ίδια συστήματα μεταφορών που εκπέμπουν CO₂ παράγουν επίσης συμβατικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους και υψηλά επίπεδα θορύβου (IPCC, 2022). Η μεταστροφή προς την μετακίνηση με ΜΜΜ/ ποδήλατο/ περπάτημα, ο συμπαγής πολεοδομικός σχεδιασμός που περιορίζει τις διανυόμενες αποστάσεις και οι καθαρότερες τεχνολογίες οχημάτων μπορούν να αποφέρουν πολλαπλά συν-οφέλη (IPCC, 2022).

Ωστόσο, δεν μειώνουν όλες οι πολιτικές για την κλιματική αλλαγή τον θόρυβο, στον ίδιο βαθμό. Για παράδειγμα, η ηλεκτροκίνηση κρατά χαμηλά τον θόρυβο του συστήματος

κίνησης στις χαμηλές ταχύτητες, αλλά σε υψηλότερες ταχύτητες κυριαρχεί ο θόρυβος πρόσφυσης του ελαστικού στο οδόστρωμα. Επομένως, για μεγαλύτερες μειώσεις θορύβου, συχνά απαιτείται διαχείριση ταχύτητας, πιο “ήσυχα” υλικά και ελαστικά και μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου. Οι παρεμβάσεις αυτές τείνουν επίσης να μειώνουν την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων κοντά στον δρόμο. Ο κατάλληλος σχεδιασμός για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής από τις μεταφορές μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του αέρα και να μειώσει την έκθεση στον θόρυβο ταυτόχρονα, αποδίδοντας σύνθετα οφέλη για την υγεία (EEA, 2025).

2.6. Χαρτογράφηση θορύβου και διαγνωστικά εργαλεία (Noise Mapping και Diagnostic Tools)

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος αντιμετωπίζεται πλέον ως σημαντικός κίνδυνος για την υγεία: ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος ανέφερε το 2025 ότι περισσότερο από το 20% των Ευρωπαίων εκτίθενται σε επιβλαβή επίπεδα θορύβου από τις μεταφορές βάσει της Οδηγίας για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο και ότι το ποσοστό αυξάνεται πάνω από 30% όταν αξιολογείται με βάση τις αυστηρότερες συστάσεις του ΠΟΥ. Ο ΠΟΥ έχει επίσης εκτιμήσει ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος που σχετίζεται με την κυκλοφορία στη Δυτική Ευρώπη προκαλεί την απώλεια τουλάχιστον ενός εκατομμυρίου ετών υγιούς ζωής κάθε χρόνο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η χαρτογράφηση του θορύβου δεν συνιστά απλώς μια εφαρμογή οπτικοποίησης, αντιθέτως έχει καταστεί κεντρικής σημασίας για την άσκηση πολιτικών προστασίας και αντιμετώπισης. Η Οδηγία της ΕΕ για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο προσδιορίζει τέσσερις βασικές λειτουργίες για αυτό το έργο: τον προσδιορισμό της έκθεσης, την ενημέρωση του κοινού, την πρόληψη και μείωση του θορύβου και τη διατήρηση της καλής ακουστικής ποιότητας όπου ήδη υπάρχει (European Environment Agency, 2025).

Στην επιστημονική βιβλιογραφία, η χαρτογράφηση του θορύβου γίνεται κατανοητή ως ο συνδυαστικός κρίκος μεταξύ μέτρησης, μοντελοποίησης και λήψης αποφάσεων. Οι περισσότερες μελέτες παρακολούθησης έχουν επικεντρωθεί στον θόρυβο της κυκλοφορίας, δείχνοντας πόσο έντονα έχει διαμορφωθεί ο κλάδος από την έκθεση στις μεταφορές (Alam et al., 2020). Ομοίως η σύγχρονη πρακτική γύρω από τέσσερα συνδεδεμένα στοιχεία:

πρότυπα μέτρησης, μέθοδοι αξιολόγησης, γεωχωρική χαρτογράφηση και ερμηνεία δημόσιας υγείας (Kallankandy & Deswal, 2023). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η χαρτογράφηση του θορύβου δεν συνιστά μια ενιαία τεχνική, αλλά μια ολοκληρωμένη ροή εργασίας που μετατρέπει τις μετρήσεις ηχητικής πίεσης και τα αποτελέσματα του μοντέλου, σε χωρικά στοιχεία για τον σχεδιασμό και την προστασία της υγείας (Alam et al., 2020).

Η στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου θα πρέπει να ξεπεράσει τον συμβατικό στόχο για μείωση και να γίνει ένα εργαλείο για τη δημιουργία ηχοτοπίου, βοηθώντας τους πολεοδόμους να διατηρήσουν την υπάρχουσα ποιότητα ήχου και να τη βελτιώσουν με την πάροδο του χρόνου (Vogiatzis & Remy, 2014). Η ελληνική μελέτη περίπτωσης έδειξε πώς τα δεδομένα περιβαλλοντικού θορύβου μπορούν να αναλυθούν σε συσχετισμό με την αστική μορφή, τις αρχιτεκτονικές μεταβλητές και τις αντιλήψεις των κατοίκων καθιστώντας την αντίληψη ότι η χαρτογράφηση του περιβαλλοντικού θορύβου είναι ένα “έξυπνο αστικό εργαλείο” (Vogiatzis & Remy, 2019).

Αυτή η προοπτική είναι ιδιαίτερα σημαντική στην Ευρώπη, όπου η στρατηγική χαρτογράφηση συνδέεται στενά με εναρμονισμένες μεθόδους όπως η CNOSSOS-EU που αποσκοπεί στη βελτίωση της συνέπειας και της συγκρισιμότητας των αξιολογήσεων του θορύβου σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Ανοιχτά εργαλεία όπως το NoiseModelling εφαρμόζουν πλέον μεθόδους απευθείας μέσα σε ροές εργασίας που συνδέονται με GIS (Kerhalopoulos et al., 2012). Μια εφαρμογή ανοιχτού κώδικα, πλήρως βασισμένη σε GIS, μπορεί να ενσωματώσει την μορφοποίηση των δεδομένων, την προσομοίωση, την χαρτογραφική απόδοση και την σύνδεση με πληθυσμιακά χαρακτηριστικά και δεδομένα. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι οι σχετικοί χάρτες είναι χρήσιμοι τόσο για την αξιολόγηση των ευρημάτων όσο και για την επικοινωνία αυτών στο κοινό (Bocher et al., 2019).

Η αξιολόγηση του αστικού θορύβου δεν αφορά μόνο τη μέτρηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του ήχου αλλά απαιτεί και πρόβλεψη κατά την κατασκευή και μετά την ολοκλήρωση ενός εν εξελίξει έργου, επειδή οι απλές προσεγγίσεις παραβλέπουν την ανάκλαση, τη διάθλαση και την απορρόφηση του ήχου σε σύνθετες αστικές γεωμετρίες. Τα σύγχρονα εργαλεία μπορεί να είναι πολύ πιο εξελιγμένα, αλλά αντιμετωπίζουν την ίδια πρόκληση: οι πόλεις είναι ακουστικά πολύπλοκες, επομένως απαιτείται χωρικά σαφής μοντελοποίηση για να είναι αξιόπιστη η αξιολόγηση (Lee et al., 2008).

Οι πρόσφατες πρακτικές δείχνουν μια σαφή μετατόπιση από τους στατικούς στρατηγικούς χάρτες σε πιο δυναμικές και προσαρμοστικές ροές εργασίας. Τα στατιστικά μοντέλα συνδυάζονται με την ακουστική διάδοση προκειμένου να ενημερώνονται διαρκώς δυναμικοί 2D και 3D χάρτες θορύβου (Tang et al., 2022). Η δυναμική χαρτογράφηση του θορύβου μπορεί να πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο με βαθμονομημένες προσομοιώσεις κυκλοφορίας μικρής κλίμακας, επιτρέποντας, όχι μόνο την παραγωγή δυναμικών χαρτών αλλά και προηγμένων δεικτών έκθεσης για τις μεγάλες αστικές περιοχές (Baclet et al., 2023). Παράλληλα καθίσταται δυνατή μια εννοιολογική μετατόπιση με επίκεντρο το πώς αντιλαμβάνεται ο δέκτης τον επικρατούντα θόρυβο υποβάθρου ασχέτως με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εκπομπής και της διάδοσης από την πηγή και η δημιουργία χαρτών “ευαισθησίας έκθεσης σε θόρυβο με επίκεντρο τον δέκτη” (Baclet et al., 2022).

Η επιλογή μοντέλου παραμένει ένα κρίσιμο ζήτημα ώστε η χαρτογράφηση του θορύβου να συμβάλλει στην οπτικοποίηση και την στρατηγική, όχι μόνο για τον θόρυβο σε πραγματικό χρόνο αλλά και για μακροπρόθεσμες επεμβάσεις και αυτό απαιτεί αξιόπιστα και βαθμονομημένα μοντέλα (Liu et al., 2020). Τα μοντέλα πρόβλεψης δεν μπορεί να είναι τυποποιημένα. Η υιοθέτηση ξένων μεθόδων, χωρίς την ύπαρξη τοπικών προτύπων, εγείρει ερωτήματα σχετικά με τη συμβατότητα, την επικύρωση και τη συγκρισιμότητα των στατιστικών δεδομένων (Meller et al., 2023). Τα σύγχρονα ανοιχτά και συμμετοχικά συστήματα γίνονται ολοένα και πιο σημαντικά. Μελέτη στην συμμετοχική χαρτογράφηση ηχοτοπίου που βασίζεται σε smartphone έδειξε ότι το crowdsourcing προσφέρει πραγματικές δυνατότητες τόσο για εφαρμογές θορύβου όσο και ηχοτοπίου (Brambilla & Pedrielli, 2020). Η βαθμονόμηση παραμένει κεντρικής σημασίας. Το NoiseCapture προειδοποιεί ότι τα μη βαθμονομημένα smartphones θα παράγουν λανθασμένες μετρήσεις

Μία από τις ισχυρότερες εξελίξεις στον τομέα είναι η μετάβαση από τη μέση έκθεση σε ολόκληρη την περιοχή στην έκθεση/ άτομο, κατά μήκος πραγματικών διαδρομών. Οι Asensio, Pavón & De Arcas (2026) επικρίνουν τις συμβατικές προσεγγίσεις για την εκτίμηση της έκθεσης και εισάγουν μια μέθοδο που συνδυάζει μεμονωμένες τροχιές κίνησης, χάρτες περιβαλλοντικού θορύβου υψηλής ανάλυσης και χρονικά μοτίβα θορύβου. Αυτό είναι ένα σημαντικό μεθοδολογικό βήμα, επειδή ευθυγραμμίζει την αξιολόγηση της έκθεσης με την πραγματική αστική κινητικότητα και όχι με στατικές μεθόδους.

Η χαρτογράφηση με επίκεντρο τον πολίτη δεν αφορά μόνο την παρακολούθηση της κινητικότητας. Οι Sofianopoulos et al. (2024), εργαζόμενοι στην Λήμνο, στην Ελλάδα, ανέπτυξαν μια μέθοδο VGI και διαδικτυακή, στην οποία οι πολίτες χρησιμοποιούν κινητές συσκευές τόσο για την καταγραφή του θορύβου όσο και για την αναφορά υποκειμενικών αντιλήψεων. Αυτός ο συνδυασμός μετρήσιμων και εμπειρικών δεδομένων είναι σημαντικός, επειδή προσφέρει διαγνωστικό πλούτο. Οι χάρτες γίνονται εργαλεία για την κατανόηση των βιωμένων ακουστικών περιβαλλόντων (Vogiatzis & Remy, 2019). Η χαρτογράφηση μπορεί να βελτιωθεί για ευάλωτους πληθυσμούς και συγκεκριμένες χρήσεις γης, ιδίως όταν η άνεση των πολιτών ενδέχεται να επηρεαστεί από την χρόνια έκθεση π.χ. στην κυκλοφορία (Shukla et al., 2026). Αν οι χάρτες θορύβου αποτυπώνουν το πού σημειώνεται η έκθεση, τα διαγνωστικά εργαλεία διερευνούν το γιατί σημειώνεται η έκθεση και το είδος των συνεπειών που μπορεί να επιφέρει (Durán del Amor et al., 2022).

Ο όρος “διαγνωστικά εργαλεία” μπορεί επίσης να επεκταθεί στη διάγνωση των επιπτώσεων στον άνθρωπο, από την έκθεση σε θόρυβο. Η χαρτογράφηση ωτακουστικών εκπομπών ανίχνευσε αλλαγές και αποκάλυψε τη χωρική κατανομή των κοχλιακών αλλοιώσεων στο ανθρώπινο αυτί, μετά από έκθεση σε δυνατό ήχο, με τρόπο περισσότερο αξιόπιστο σε σχέση με την συμβατική ακοομετρία και τις τυπικές μετρήσεις DPOAE (Distortion Product Otoacoustic Emissions). Αν και πρόκειται για εφαρμογή στην βιοϊατρική καταδεικνύει ότι η χαρτογράφηση μπορεί να λειτουργήσει ως διαγνωστική αρχή σε όλες τις κλίμακες, από την πόλη έως το εσωτερικό αυτί (Brooks et al., 2021). Ομοίως διαπιστώθηκαν αλληλεπιδράσεις όταν ο θόρυβος διέλευσης της αστικής κυκλοφορίας συνδυάστηκε με σταθερό βιομηχανικό θόρυβο, υποδηλώνοντας ότι τα αντιληπτικά μοντέλα της συνολικής όχλησης μπορούν να ξεπεράσουν τα απλούστερα ψυχοφυσικά μοντέλα. Αυτό συνιστά μια χρήσιμη προειδοποίηση ότι οι χάρτες ντεσιμπέλ από μόνοι τους δεν διαγιγνώσκουν πλήρως το αντιληπτό φορτίο (Morel et al., 2015).

Κύρια επιστημονική πρόκληση δεν αποτελεί πλέον η χαρτογράφηση του θορύβου αλλά το πώς θα ενσωματωθούν πολλαπλά διαγνωστικά επίπεδα, χωρίς να χάσει την εγκυρότητά του. Η μελλοντική πρόοδος θα εξαρτηθεί από την καλύτερη βαθμονόμηση συσκευών χαμηλού κόστους, την ισχυρότερη επικύρωση των μεταφερόμενων μοντέλων, τη στενότερη σύνδεση μεταξύ των φυσικών δεικτών και της αντίληψης, και την σαφή προσοχή σε ευάλωτους υποδοχείς (όπως μαθητές, πεζούς κλπ). Υπό αυτή την έννοια, ο τομέας μετακινείται από τη

χαρτογραφία στην περιβαλλοντική νοημοσύνη: οι χάρτες θορύβου εξελίσσονται σε συστήματα λήψης αποφάσεων πολλαπλών πηγών και πολλαπλών κλιμάκων για τη διάγνωση της έκθεσης, την προστασία της υγείας και τον αστικό ακουστικό σχεδιασμό (Boumchich et al., 2024).

3. Πολιτικές, κανονιστικά πλαίσια και πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση της ηχορύπανσης

3.1 Διεθνείς πολιτικές, πρωτοβουλίες και κατευθύνσεις για τον έλεγχο του αστικού θορύβου

Ο έλεγχος του θορύβου στο αστικό περιβάλλον αποτελεί ένα σύνθετο πεδίο εφαρμοζόμενων πολιτικών σε τομείς όπως η δημόσια υγεία, το περιβαλλοντικό δίκαιο, η ρύθμιση των μεταφορών και η επικαιροποίηση των σχετικών τεχνικών προδιαγραφών. Σε διεθνές επίπεδο, οι πολιτικές για τον θόρυβο δεν διαμορφώνονται κυρίως μέσω δεσμευτικών οδηγιών, αλλά μέσω ενός πολυεπίπεδου πλέγματος κατευθυντήριων γραμμών, χρηματοδοτικών όρων και τομεακών προτύπων, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώνονται στα εκάστοτε εθνικά και τοπικά κανονιστικά πρότυπα.

Κεντρικό σημείο αναφοράς, σε παγκόσμιο επίπεδο, αποτελούν οι *Guidelines for Community Noise* του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO, 1999) οι οποίες ενσωματώνουν καταληκτικά σημεία υγείας (διαταραχή ύπνου, ακουστική όχληση, επιπτώσεις στις γνωστικές και νοητικές λειτουργίες, καρδιαγγειακοί κίνδυνοι κλπ.) σε διαφορετικά εύρη έκθεσης για διαφορετικά περιβάλλοντα και ώρες της ημέρας. Αν και δεν έχουν δεσμευτικό χαρακτήρα, λειτουργούν ως παγκόσμιο κανονιστικό πρότυπο, καθώς μεταφράζουν την επιστημονική γνώση σε προτεινόμενα επίπεδα έκθεσης, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν σε εθνικές νομοθεσίες, σε μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στον πολεοδομικό σχεδιασμό (WHO, 1999; Basner et al., 2014).

Ιδιαίτερη σημασία για τις αναπτυσσόμενες αστικές περιοχές έχει η διεθνής αναπτυξιακή χρηματοδότηση. Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες Περιβάλλοντος, Υγείας και Ασφάλειας (EHS) της Διεθνούς Εταιρείας Χρηματοδοτήσεων (IFC) καθορίζουν ανώτατα επίπεδα εξωτερικού θορύβου για ευαίσθητους αποδέκτες, σε περιοχές π.χ. κατοικίας, σχολείων και νοσοκομείων, και απαιτούν τη λήψη μέτρων μετριασμού όταν τα όρια αυτά υπερβαίνονται (IFC, 2007). Οι οδηγίες αυτές βασίζονται άμεσα στο πλαίσιο του ΠΟΥ και λειτουργούν στην πράξη ως “μεταφερόμενη ρύθμιση”, καθώς πολλά μεγάλα έργα υποδομής υποχρεούνται να συμμορφώνονται με τα πρότυπα της IFC ακόμη και σε χώρες με ανεπαρκές εθνικό κανονιστικό πλαίσιο. Συνιστούν δε έναν σημαντικό μηχανισμό επειδή διαμορφώνουν τον σχεδιασμό και την λειτουργία αυτοκινητοδρόμων, σιδηροδρόμων, λιμανιών και βιομηχανιών σε περιοχές που αστικοποιούνται ταχέως (Schwela, 2022).

Το πλέον θεσμοθετημένο παράδειγμα διεθνούς πολιτικής για τον θόρυβο, αφορά την πολιτική αεροπορία. Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) έχει αναπτύξει παγκοσμίως εναρμονισμένα πρότυπα πιστοποίησης θορύβου αεροσκαφών, καθώς και το πλαίσιο της “Ισορροπημένης Προσέγγισης” (Balanced Approach) για τη διαχείριση του θορύβου αεροδρομίων (ICAO, 2008). Το πλαίσιο αυτό βασίζεται σε τέσσερις πυλώνες: μείωση του θορύβου στην πηγή, χωροταξικό σχεδιασμό και συμβατότητα χρήσεων γης, επιχειρησιακές διαδικασίες περιορισμού θορύβου και λειτουργικούς περιορισμούς. Η προσέγγιση αυτή έχει υιοθετηθεί παγκοσμίως και επηρεάζει άμεσα τον πολεοδομικό σχεδιασμό περιοχών γύρω από μεγάλα αεροδρόμια (ICAO, 2008).

Η διεθνής διάδοση των πολιτικών έχει νόημα μόνο εάν τα εγχώρια συστήματα μπορούν να τη μεταφράσουν σε εφαρμόσιμα εργαλεία. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο Νόμος για τον Έλεγχο του Θορύβου (Noise Control Act, 1972) παρείχε αρχικά εκτεταμένες αρμοδιότητες στην Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA). Ωστόσο, η σταδιακή αποδυνάμωση της ομοσπονδιακής δράσης από τη δεκαετία του 1980 και μετά οδήγησε σε κατακερματισμό της πολιτικής, με την ευθύνη να μεταφέρεται κυρίως στις πολιτείες και τους δήμους (Hammer et al., 2014). Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι το κενό διακυβέρνησης που δημιουργήθηκε, είχε ως αποτέλεσμα την ασυμμετρία μεταξύ της αυξανόμενης επιστημονικής γνώσης για τις επιπτώσεις του θορύβου και της περιορισμένης ρυθμιστικής ικανότητας (Hammer et al., 2014).

Στην Ανατολική Ασία, η Ιαπωνία ακολουθεί ένα διαφορετικό μοντέλο, βασισμένο σε εθνικά περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας θορύβου, διαφοροποιημένα ανά χρήση γης και χρονική περίοδο (Ministry of the Environment Japan, 1998). Τα πρότυπα αυτά επισημοποιούνται μέσω εθνικής κοινοποίησης, ενσωματώνονται στον μητροπολιτικό αστικό σχεδιασμό (αποδεκτές περιβαλλοντικές συνθήκες σε οικιστικές περιοχές έναντι μικτών ή βιομηχανικών περιοχών) και συνδυάζονται με ειδικές ρυθμίσεις για μεγάλες πηγές ηχορύπανσης, όπως τα αεροδρόμια και οι σιδηρόδρομοι υψηλής ταχύτητας, επιδιώκοντας τη συμβατότητα μεταξύ ανάπτυξης και περιβαλλοντικής ποιότητας. Οι πολιτικές αναλύσεις του νομικού συστήματος της Ιαπωνίας τονίζουν ότι το δίπολο καθορισμός προτύπων-έλεγχος των πηγών, αποσκοπεί στην ευθυγράμμιση της αστικής ανάπτυξης με μετρήσιμους στόχους έκθεσης (Brown & Muhar, 2004).

Οι πρόσφατες μεταρρυθμίσεις στην Κίνα, υπογραμμίζουν πώς τα μεγάλα, ταχέως αναπτυσσόμενα αστικά συστήματα επεκτείνουν τη διακυβέρνηση του θορύβου πέρα από το στενό νόμο περί όχλησης σε μια ευρύτερη διαχείριση του υγιούς αστικού περιβάλλοντος. Με τον “Νόμο για την Πρόληψη και τον Έλεγχο της Ηχορύπανσης” του 2022, αναγνώρισε ρητά τον θόρυβο ως μορφή ρύπανσης και καθιέρωσε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ευθυνών σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο (People’s Republic of China, 2022). Μελέτες και εμπειρικές αναλύσεις δείχνουν ότι το νέο πλαίσιο δίνει έμφαση όχι μόνο στα όρια θορύβου, αλλά και στη χωρική διακυβέρνηση, την παρακολούθηση και τη διοικητική ικανότητα εφαρμογής (Schwela, 2022).

Η Αυστραλία παρουσιάζει ένα κατακερματισμένο αλλά εξελισσόμενο σύστημα διαχείρισης, στο οποίο οι πολιτείες ρυθμίζουν τον περιβαλλοντικό θόρυβο και οι τοπικές αρχές εφαρμόζουν ελέγχους σε πηγές όπως οι κατασκευές και η νυχτερινή δραστηριότητα. Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι η αποτελεσματικότητα των πολιτικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον διατομεακό συντονισμό, καθώς οι φορείς που ευθύνονται για τις πηγές θορύβου σπάνια είναι οι ίδιοι με εκείνους που διαχειρίζονται τις επιπτώσεις του (Brown & Muhar, 2004).

Συνολικά, οι διεθνείς πολιτικές για τον έλεγχο του αστικού θορύβου εκτός Ευρώπης συγκροτούν ένα πολυεπίπεδο σύστημα διακυβέρνησης στο οποίο αλληλεπιδρούν κατευθυντήριες γραμμές υγείας, χρηματοδοτικοί όροι και τομεακά πρότυπα. Οι οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας θέτουν το επιστημονικό πλαίσιο των επιπτώσεων του

θορύβου στην υγεία και προσδιορίζουν προτεινόμενα επίπεδα έκθεσης (WHO, 1999· Basner et al., 2014), ενώ οι Κατευθυντήριες Οδηγίες Περιβάλλοντος, Υγείας και Ασφάλειας της Διεθνούς Εταιρείας Χρηματοδοτήσεων μεταφέρουν τις αρχές αυτές σε δεσμευτικούς όρους εφαρμογής μέσω της διεθνούς χρηματοδότησης έργων υποδομής (IFC, 2007). Παράλληλα, στον τομέα της πολιτικής αεροπορίας, το θεσμικό πλαίσιο του Διεθνούς Οργανισμού Πολιτικής Αεροπορίας, και ιδίως η προσέγγιση του Balanced Approach, αποτελεί το πιο ώριμο παράδειγμα παγκόσμιας τομεακής ρύθμισης του θορύβου, συνδέοντας τις επιχειρησιακές αποφάσεις με τον χωροταξικό σχεδιασμό και τη διαχείριση χρήσεων γης (ICAO, 2008).

Η λειτουργικότητα του συστήματος αυτού προϋποθέτει, ωστόσο, την ύπαρξη ενός αξιόπιστου μηχανισμού παραγωγής και νομιμοποίησης της επιστημονικής γνώσης που στηρίζει τις παραπάνω πολιτικές παρεμβάσεις. Στο σημείο αυτό, καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν διεθνή επιστημονικά δίκτυα, τα οποία δεν ασκούν κανονιστική εξουσία, αλλά λειτουργούν ως διαμεσολαβητές μεταξύ ακαδημαϊκής έρευνας και δημόσιας πολιτικής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το International Institute of Noise Control Engineering (I-INCE), το οποίο συγκροτεί ένα παγκόσμιο δίκτυο εθνικών επιστημονικών εταιρειών ακουστικής και ειδικών στον έλεγχο θορύβου.

Το I-INCE συνιστά φορέα ήπιας διακυβέρνησης (soft governance), καθώς δεν εκδίδει δεσμευτικά όρια ή οδηγίες, αλλά συμβάλλει στη διαμόρφωση διεθνούς επιστημονικής συναίνεσης, μέσω της σύνθεσης ερευνητικών αποτελεσμάτων, της ανάπτυξης μεθοδολογικών πλαισίων και της διάχυσης τεχνικής γνώσης. Μέσω των συνεδρίων Inter-Noise, των τεχνικών επιτροπών και εκθέσεων, το I-INCE παρέχει επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τις επιπτώσεις του θορύβου στην υγεία, τις τεχνικές μέτρησης και χαρτογράφησης, καθώς και τις στρατηγικές ελέγχου σε σύνθετα αστικά περιβάλλοντα (Brown & Muhar, 2004).

Η συμβολή αυτή είναι θεμελιώδης για τη συνοχή του διεθνούς πλαισίου διακυβέρνησης του θορύβου, καθώς οργανισμοί με πολιτική ή κανονιστική αρμοδιότητα αντλούν νομιμοποίηση από την επιστημονική γνώση που παράγεται και συστηματοποιείται εντός τέτοιων επιστημονικών κοινοτήτων. Υπό αυτή την έννοια, το I-INCE λειτουργεί ως κρίσιμος επιστημονικός διαμεσολαβητής, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ ερευνητικής

τεκμηρίωσης και θεσμικής εφαρμογής, χωρίς να υποκαθιστά τους φορείς χάραξης πολιτικής (WHO, 1999· Hammer et al., 2014).

Η ενσωμάτωση επιστημονικών δικτύων όπως το I-INCE, στο ευρύτερο σχήμα διεθνούς διακυβέρνησης, αναδεικνύει ότι η αποτελεσματική πολιτική για τον αστικό θόρυβο δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τον καθορισμό ορίων ή την επιβολή κανονισμών, αλλά από τη διαρκή παραγωγή, επικαιροποίηση και θεσμική αξιοποίηση αξιόπιστης επιστημονικής γνώσης. Συνεπώς, το διεθνές πλαίσιο ελέγχου του αστικού θορύβου συγκροτείται ως μια δυναμική αλυσίδα που συνδέει την επιστημονική τεκμηρίωση, την πολιτική νομιμοποίηση και την εφαρμογή σε εθνικό και τοπικό επίπεδο (Schwela, 2022).

3.2 Ευρωπαϊκές στρατηγικές για τον έλεγχο του θορύβου στον αστικό ιστό

Η ευρωπαϊκή διακυβέρνηση για τον θόρυβο στο αστικό περιβάλλον περιγράφεται συχνά ως υβριδικό καθεστώς καθώς συνδυάζει το πλαίσιο του περιβαλλοντικού δικαίου (αξιολόγηση, διαφάνεια, σχεδιαστικές δεσμεύσεις) με κανονιστικές ρυθμίσεις προϊόντων και τομέων βάσει πηγής- source-oriented product and sector regulation (οχήματα, μηχανήματα σε εξωτερικούς χώρους, αεροπορία) και επαληθεύεται, ολο και περισσότερο, μέσω στοιχείων για τη δημόσια υγεία (Directive 2002/49/EC; Regulation (EU) No 540/2014; Directive 2000/14/EC; Regulation (EU) No 598/2014; WHO Regional Office for Europe, 2018). Το αποτέλεσμα είναι μια αρχιτεκτονική πολιτικής που δεν θέτει απλώς όρια για τον αστικό θόρυβο αλλά υποχρεώνει τις πόλεις να μετρούν, να χαρτογραφούν, να ενημερώνουν, να σχεδιάζουν και όταν είναι πολιτικά και τεχνικά εφικτό, να μετριάζουν την ηχορύπανση (measure- map- inform- plan- mitigate).

Η ραχοκοκαλιά της ευρωπαϊκής διακυβέρνησης είναι η Οδηγία (Directive 2002/49/EC) για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο (Environmental Noise Directive- END) η οποία καθιέρωσε μια κοινή προσέγγιση της ΕΕ για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου από κύριες πηγές (οδικές, σιδηροδρομικές, αεροπορικές μεταφορές και βιομηχανία) και για αστικές συσσωρεύσεις. Η END θέτει σε λειτουργία τη διακυβέρνηση μέσω επαναλαμβανόμενων κύκλων στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου

(χρησιμοποιώντας εναρμονισμένους δείκτες όπως οι L_{den} και L_{night}) και σχεδίων δράσης για τον θόρυβο, καθώς και υποχρεωτικών διατάξεων δημόσιων προβλέψεων (Directive 2002/49/EC; European Commission, n.d.). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή περιγράφει τους βασικούς τομείς δράσης της END ως: (i) τον προσδιορισμό της έκθεσης και την αξιολόγηση των επιπτώσεων στην υγεία, (ii) τη διασφάλιση της ενημέρωσης του κοινού, (iii) την πρόληψη και τη μείωση του θορύβου και (iv) τη διατήρηση της “ησυχίας” όπου ανιχνεύονται ποιοτικά επίπεδα θορύβου. Η END συνιστά επομένως μια διαδικαστική οδηγία που τυποποιεί τον τρόπο διαχείρισης του θορύβου (δεδομένα- σχεδιασμός- γνωστοποίηση), ενώ αφήνει πολλές ουσιαστικές επιλογές (στόχοι, καθορισμός προτεραιοτήτων, μέτρα) στα κράτη μέλη και τους δήμους (Directive 2002/49/EC).

Ακαδημαϊκές αξιολογήσεις της εφαρμογής της END δείχνουν τόσο πραγματικά θεσμικά οφέλη όσο και κενά αποτελεσματικότητας. Μια ευρεία ανάλυση μελέτης περίπτωσης του πρώτου κύκλου END της Ιρλανδίας δείχνει πώς η χαρτογράφηση και ο σχεδιασμός δράσης δημιούργησαν, για πρώτη φορά, συγκρίσιμες πληροφορίες έκθεσης για δρόμους, ένα πολεοδομικό συγκρότημα και ένα αεροδρόμιο αλλά επίσης υπογραμμίζει τις προκλήσεις στη μετατροπή των χαρτών σε επαρκώς χρηματοδοτούμενα, εκτελεστά μέτρα μετριασμού της ρύπανσης (King, 2011). Γενικότερα, ο χάρτης αξιολόγησης για την END αναδεικνύει επαναλαμβανόμενα ζητήματα που παρατηρούν και οι ερευνητές: άνιση ποιότητα δεδομένων, διαφορές στις μεθόδους και τα όρια μεταξύ των χωρών (ειδικά στους πρώτους κύκλους), μεταβλητή φιλοδοξία στα σχέδια δράσης και δυσκολία επίδειξης μειώσεων της έκθεσης σε πληθυσμιακή κλίμακα όταν τα σχέδια δράσης δεν συνδέονται στενά με τις αποφάσεις για τις μεταφορές, τη χρήση γης και τις επενδύσεις (European Commission, n.d.; King, 2011).

Μια σημαντική πρωτοβουλία της ΕΕ που έχει σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση θεμάτων συγκρισιμότητας είναι το CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe). Αναπτύχθηκε από το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και παρέχει ένα εναρμονισμένο πλαίσιο υπολογισμού που αποσκοπεί στη βελτίωση της συνέπειας και της συγκρισιμότητας των στρατηγικών χαρτών θορύβου, σε όλα τα κράτη μέλη (Kerhalopoulos et al., 2012). Αυτή η μεθοδολογική μετατόπιση έχει σημασία για την αστική πολιτική, επειδή οι επιλογές μετριασμού (π.χ., οδοστρώματα χαμηλού θορύβου, φράγματα, διαχείριση της κυκλοφορίας) συχνά δικαιολογούνται μέσω μοντελοποιημένων

αντιπαραδειγμάτων (Kephalopoulos et al., 2012; Ascari et al., 2024). Πρόσφατα αξιολογημένη εργασία σχετικά με το CNOSSOS-EU και τις επιφάνειες οδοστρωμάτων υπογραμμίζει τόσο την ευκαιρία όσο και την απειλή: τα εναρμονισμένα μοντέλα μπορούν να υποστηρίξουν μια συνεπή αξιολόγηση για τα οφέλη από τον μετριασμό του θορύβου αλλά η βαθμονόμηση (π.χ., μηχανικοί συντελεστές επιφάνειας οδοστρώματος και τοπικές συνθήκες) παραμένει μια βάσιμη πηγή αβεβαιότητας που μπορεί να επηρεάσει τις εκτιμώμενες αλλαγές στην έκθεση του πληθυσμού και, ως εκ τούτου, την ιεράρχηση των πολιτικών (Ascari et al., 2024).

Η ευρωπαϊκή πολιτική διαμορφώνεται επίσης από τεκμηριωμένες οδηγίες για την υγεία, οι οποίες, αν και δεν αποτελούν νομοθεσία της ΕΕ, λειτουργούν ως ισχυρό κανονιστικό σημείο αναφοράς. Οι κατευθυντήριες γραμμές του ΠΟΥ για τον περιβαλλοντικό θόρυβο, για την Ευρωπαϊκή Περιφέρεια, συνθέτουν συστηματικές αξιολογήσεις θορύβου από οδικές και σιδηροδρομικές αρτηρίες, αεροσκάφη, ανεμογεννήτριες και δραστηριότητες αναψυχής και παρέχουν συνιστώμενα επίπεδα έκθεσης με στόχο την πρόληψη δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία (WHO Regional Office for Europe, 2018). Τα θεσμικά όργανα και οι οργανισμοί της ΕΕ έχουν χρησιμοποιήσει αυτές τις συστάσεις για να οριοθετήσουν την κλίμακα του προβλήματος και να δικαιολογήσουν πιο φιλόδοξες δράσεις, ιδίως επειδή, ιστορικά, τα όρια αναφοράς για τον περιβαλλοντικό θόρυβο δεν κατέγραφαν το φορτίο σε χαμηλότερες ζώνες έκθεσης (European Environment Agency, 2020; WHO Regional Office for Europe, 2018). Στην πράξη, οι κατευθυντήριες γραμμές του ΠΟΥ ενισχύουν τη λογική της συμπερίληψης του θορύβου, για λόγους υγείας, σε ευρύτερες ατζέντες της ΕΕ, όπως η μηδενική ρύπανση και η βιώσιμη κινητικότητα. Ειδικά εκεί όπου η αστική διάχυση επιβάλλει συμβιβασμούς μεταξύ πυκνότητας, κυκλοφοριακής ροής και ποιότητας του περιβάλλοντος. (WHO Regional Office for Europe, 2018; European Environment Agency, 2020).

Σημαντικός πυλώνας της διακυβέρνησης για τον θόρυβο στην ΕΕ είναι ο έλεγχος της πηγής μέσω της ρύθμισης προϊόντων και τομέων, συμπληρώνοντας τη λογική διαχείρισης της έκθεσης στον περιβαλλοντικό θόρυβο. Για την οδική κυκλοφορία, την κυρίαρχη αστική πηγή στις περισσότερες ευρωπαϊκές πόλεις, ο κανονισμός 540/2014 ορίζει εγκεκριμένα όρια ήχου που σχετίζονται με την επιλογή ελαστικών για μηχανοκίνητα οχήματα και συστήματα αντικατάστασης (Regulation EU No 540/2014). Μια αξιοσημείωτη πολιτική ένταση έχει προκύψει με την ανάπτυξη των ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων: τα

αθόρυβα συστήματα κίνησης μειώνουν τον κυκλοφοριακό θόρυβο αλλά αυξάνουν τους κινδύνους για τους ευάλωτους χρήστες του οδικού δικτύου σε χαμηλές ταχύτητες, γεγονός που εγείρει νέες απαιτήσεις για Συστήματα Ακουστικής Προειδοποίησης Οχημάτων (AVAS) (Regulation EU No 540/2014; Pallas et al., 2016). Μια μελέτη μοντελοποίησης αναδεικνύει το πώς ο Κανονισμός 540/2014 οδηγεί στην υιοθέτηση των AVAS και διερευνά τις επιπτώσεις στα αστικά ηχητικά περιβάλλοντα με το οξύμωρο σχήμα ο έλεγχος του θορύβου να απαιτεί “προσθήκες” αντί για αφαιρέσεις (Pallas et al., 2016).

Πέρα από τα οχήματα, η ΕΕ ρυθμίζει τις εκπομπές θορύβου από εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σε εξωτερικούς χώρους (δραστηριότητες οικοδομικών κατασκευών και έργων υποδομών, έργων συντήρησης και δημοτικών υπηρεσιών) και ο οποίος επηρεάζει τις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Η Οδηγία 2000/14/ΕΚ, για τον Εξοπλισμό Εξωτερικών Χώρων, στοχεύει στην μείωση των επιτρεπόμενων επιπέδων θορύβου των μηχανημάτων με ταυτόχρονη απαίτηση για παράλληλη ενημέρωση των καταναλωτών (σήμανση/ επισήμανση επιπέδων θορύβου) (Directive 2000/14/EC). Τεχνικές και πολιτικές αναλύσεις που εκπονήθηκαν για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (π.χ. ODELIA) εξετάζουν εάν το πεδίο εφαρμογής και οι οριακές τιμές της οδηγίας παραμένουν επίκαιρα και πώς η αξιολόγηση της συμμόρφωσης και η σήμανση των μηχανημάτων αλληλεπιδρούν με τα κίνητρα μείωσης του θορύβου στον πραγματικό κόσμο, ένας σημαντικός σύνδεσμος για πόλεις όπου οι κατασκευές και τα δημόσια έργα αποτελούν χρόνιες πηγές θορυβικής όχλησης (Dittrich et al., 2016).

Ο θόρυβος των αερομεταφορών, κρίσιμος για τις μητροπολιτικές περιοχές με μεγάλα αεροδρόμια, βρίσκεται στο σημείο τομής του δικαίου της ΕΕ και των διεθνών προτύπων. Ο Κανονισμός 598/2014 επιβάλλει την εφαρμογή ήπιων προσεγγίσεων του Διεθνούς Οργανισμού Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) εντός της ΕΕ για τους λειτουργικούς περιορισμούς που σχετίζονται με τον θόρυβο στα αεροδρόμια της Ένωσης (Regulation EU No 598/2014). Η έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ήπιων αυτών προσεγγίσεων στον μετριασμό των κανονιστικών ρυθμίσεων δείχνει ότι όταν εφαρμόζεται σωστά, μπορεί να μειώσει την έκθεση μέσω ενός χαρτοφυλακίου μέτρων (πηγή, λειτουργικές διαδικασίες, χωροταξικός σχεδιασμός και περιορισμοί), αλλά και ότι τα αποτελέσματα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις πολιτικές διακυβέρνησης, τη

νομιμότητα της διαβούλευσης και την πολιτική οικονομία της χωρητικότητας των αεροδρομίων (Ehmer, 2023).

Η ΕΕ έχει ενισχύσει την αλυσίδα “πληροφορία- λογοδοσία” μέσω συστημάτων παρακολούθησης και αναφοράς. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΕΑ) συγκεντρώνει τα δεδομένα των εκθέσεων της Οδηγίας για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο (END) και παράγει πανευρωπαϊκές αξιολογήσεις της πληθυσμιακής έκθεσης και των επιπτώσεων στην υγεία, επισημαίνοντας διαρκώς ότι ένα σημαντικό ποσοστό Ευρωπαίων πολιτών εκτίθεται σε αυξημένα επίπεδα θορύβου και ότι η πρόοδος είναι άنيση. Αυτή η υποδομή αναφορών έχει σημασία για την αστική διακυβέρνηση επειδή δημιουργεί πολιτικές πιέσεις γοήτρου, υποστηρίζει τη συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των πόλεων και επιτρέπει όλο και περισσότερο την διασύνδεση των αποτελεσμάτων με τη λήψη μέτρων (αλλαγές στις μεταφορές, διαχείριση ταχύτητας, οδοστρώματα χαμηλού θορύβου, αστικός σχεδιασμός προσανατολισμένος στην ησυχία) (European Environment Agency, 2020).

Πέρα από τις οδηγίες ανά τομέα και τα πλαίσια διαχείρισης της έκθεσης σε θόρυβο, η στρατηγική σημασία της μείωσης του θορύβου έχει αναβαθμιστεί σημαντικά μέσω της μακροπρόθεσμης περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκεκριμένα, το Σχέδιο Δράσης της ΕΕ για Μηδενική Ρύπανση (Zero Pollution Action Plan) που εγκρίθηκε το 2021 ως βασικό στοιχείο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, προσδιορίζει ρητά τον περιβαλλοντικό θόρυβο ως μία από τις βασικές πιέσεις ρύπανσης που πρέπει να μειωθούν έως το 2050. Το Σχέδιο Δράσης ορίζει τον θόρυβο όχι μόνο ως όχληση, αλλά και ως συστημικό στρεσογόνο περιβαλλοντικό παράγοντα με σημαντικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, δεσμεύοντας την Ένωση προς μια σημαντική μείωση μέρους του πληθυσμού που θίγεται διαχρονικά από τον θόρυβο των μεταφορών. Αυτή η στρατηγική τοποθέτηση αντιπροσωπεύει μια σημαντική αλλαγή πολιτικής: ο έλεγχος του θορύβου δεν αντιμετωπίζεται πλέον ως τεχνική λεπτομέρεια των μεταφορών και της αστικής ανάπτυξης, αλλά ως κεντρικός στόχος του οράματος της ΕΕ για ένα μη τοξικό, προστατευμένο περιβάλλον διαβίωσης (European Commission, 2021; EEA, 2022).

Το Σχέδιο Δράσης για Μηδενική Ρύπανση (Zero Pollution Action Plan) δεν εισάγει νέα δεσμευτικά όρια θορύβου. Αντίθετα, λειτουργεί ως ένας ολοκληρωμένος επιταχυντής πολιτικής, ενισχύοντας τη σύνδεση μεταξύ υφιστάμενων μέσων, στρατηγικών βιώσιμης κινητικότητας και πολιτικών πολεοδομικού σχεδιασμού. Οι ακαδημαϊκές αναλύσεις του

πλαίσιου Μηδενικής Ρύπανσης τονίζουν ότι, η προστιθέμενη αξία του έγκειται στην ενίσχυση της διατομεακής συνοχής: η μείωση του θορύβου συνδέεται ρητά με τη στροφή προς τα μέσα μεταφοράς, τη διαχείριση της ταχύτητας, την ηλεκτροδότηση των μεταφορών, τις πράσινες υποδομές και τον βιώσιμο αστικό σχεδιασμό (EEA, 2022· Khomenko et al., 2022). Ενσωματώνοντας την διαχείριση του θορύβου σε μια ευρύτερη προληπτική λογική, παράλληλα με την ατμοσφαιρική ρύπανση, τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και την κοινωνική ευημερία, το Σχέδιο Μηδενικής Ρύπανσης αυξάνει την πολιτική λογοδοσία και εγείρει τις προσδοκίες ότι η στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου και ο σχεδιασμός δράσης θα μεταφραστούν σε μετρήσιμες μειώσεις, σε επίπεδο πληθυσμού, έως τα μέσα του 21ου αιώνα (European Commission, 2021· EEA, 2022).

3.3 Η εναρμόνιση της Γαλλίας

Η προσέγγιση της Γαλλίας στον έλεγχο του θορύβου στο αστικό περιβάλλον αντανακλά μια δομημένη εναρμόνιση τόσο με τις διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές όσο και με τα κανονιστικά πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ευθυγράμμιση αυτή δεν περιορίζεται στην τυπική μεταφορά ευρωπαϊκών οδηγιών στο εθνικό δίκαιο, αλλά εκτείνεται στον θεσμικό σχεδιασμό, στη μεθοδολογική εναρμόνιση, στα εργαλεία χωρικού και πολεοδομικού σχεδιασμού, καθώς και στη τομεακή διακυβέρνηση, ιδίως στους τομείς των μεταφορών και της αεροπορίας. Η γαλλική πολιτική για τον θόρυβο μπορεί συνεπώς να ιδωθεί ως ένα επίπεδο εφαρμογής ενός ευρύτερου πολυεπίπεδου συστήματος διακυβέρνησης, το οποίο διαμορφώνεται από το ενωσιακό δίκαιο, τη διεθνή επιστημονική τεκμηρίωση και τους μακροπρόθεσμους στόχους βιωσιμότητας.

Στον πυρήνα της νομικής ευθυγράμμισης της Γαλλίας βρίσκεται η μεταφορά της Οδηγίας για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο (END) στο εθνικό δίκαιο μέσω του Code de l'environnement, και συγκεκριμένα των άρθρων L572-1 έως L572-11. Οι διατάξεις αυτές θεσπίζουν το νομικό πλαίσιο για την αξιολόγηση, την πρόληψη και τη μείωση του περιβαλλοντικού θορύβου, καθώς και τις υποχρεώσεις για τη χαρτογράφηση, τον σχεδιασμό δράσεων και την ενημέρωση του κοινού (République Française, 2004). Μέσω της ενσωμάτωσης αυτής, η Γαλλία υιοθέτησε τη διαδικαστική λογική της END, η οποία δίνει έμφαση στη συστηματική εκτίμηση της έκθεσης, στη διαφάνεια και στους

επαναλαμβανόμενους κύκλους σχεδιασμού, αντί για την θέσπιση ενιαίων δεσμευτικών ορίων θορύβου.

Τα βασικά επιχειρησιακά εργαλεία της END, οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (Cartes de bruit stratégiques- CBS) και τα Σχέδια για την Πρόληψη του Θορύβου στο Περιβάλλον (Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement- PPBE) είναι πλήρως ενσωματωμένα στο γαλλικό σύστημα διακυβέρνησης. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου εκπονούνται για τις κύριες υποδομές μεταφορών και τα αστικά συγκροτήματα, ενώ τα PPBE προσδιορίζουν τις περιοχές προτεραιότητας, τα μέτρα μετριασμού και τους μακροπρόθεσμους στόχους. Η εθνική τεχνική καθοδήγηση που έχει αναπτυχθεί από δημόσιους φορείς εμπειρογνομόνων και ιδίως από το CEREMA (Centre for Studies and Expertise on Risks, the Environment, Mobility and Urban Planning) καθιστά τα PPBE ως εργαλεία δράσης που αποσκοπούν στην πρόληψη νέας έκθεσης σε θόρυβο, στη μείωση της υφιστάμενης όχλησης όπου αυτό είναι εφικτό και στην προστασία ήσυχων περιοχών (CEREMA, n.d.). Η περιοδική επικαιροποίηση των χαρτών και των σχεδίων δράσης, συνήθως ανά πενταετία, καταδεικνύει τη θεσμική εδραίωση των πρακτικών διακυβέρνησης που ευθυγραμμίζονται με το ενωσιακό πλαίσιο (DRIEAT Île-de-France, 2025).

Η μεθοδολογική εναρμόνιση αποτελεί έναν ακόμη άξονα ευθυγράμμισης. Η αρχική εφαρμογή της END στην Ευρώπη χαρακτηρίστηκε από σημαντικές διαφοροποιήσεις στις εθνικές μεθόδους υπολογισμού, γεγονός που περιόριζε τη συγκρισιμότητα μεταξύ των κρατών μελών. Η εισαγωγή του πλαισίου CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe) αντιμετώπισε αυτήν την αδυναμία, παρέχοντας μια εναρμονισμένη μεθοδολογία για την εκτίμηση του θορύβου από οδικές, σιδηροδρομικές, αεροπορικές και βιομηχανικές πηγές (Kerhalopoulos et al., 2014). Οι πιο πρόσφατοι κύκλοι χαρτογράφησης στη Γαλλία εντάσσονται ολοένα και περισσότερο σε αυτό το εναρμονισμένο περιβάλλον, διασφαλίζοντας τη συμβατότητα με τις απαιτήσεις αναφοράς της ΕΕ και επιτρέποντας τη συνεκτική εκτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού και των επιπτώσεων στην υγεία σε ευρωπαϊκή κλίμακα.

Η Γαλλία ευθυγραμμίζεται επίσης με τη στρατηγική της ΕΕ μέσω της ενσωμάτωσης του θορύβου στον χωρικό σχεδιασμό και στους κανονισμούς δόμησης, μια κρίσιμη σύνδεση για την αποτελεσματικότητα της πολιτικής. Ένα μακροχρόνιο γαλλικό εργαλείο σε αυτό το πεδίο είναι το σύστημα ταξινόμησης των περιοχών που επηρεάζονται από τον θόρυβο

μεταφορών (Classement sonore des infrastructures de transports terrestres) το οποίο θεσπίστηκε με εθνικά διατάγματα και ενσωματώθηκε στους πολεοδομικούς και οικοδομικούς κανόνες. Το σύστημα αυτό καθορίζει ζώνες έκθεσης γύρω από κύριες υποδομές και επιβάλλει απαιτήσεις ηχομόνωσης για νέες κατασκευές (Décret n°95-21, 1995). Με τον τρόπο αυτό, υλοποιείται στην πράξη η προληπτική φιλοσοφία της END, καθώς η έκθεση στον θόρυβο αντιμετωπίζεται ήδη στο στάδιο του σχεδιασμού.

Σε περιφερειακό και μητροπολιτικό επίπεδο, η Γαλλία επιδεικνύει προηγμένη ικανότητα εφαρμογής, σε συμφωνία με τα διεθνή πλαίσια δημόσιας υγείας. Στην περιφέρεια Île-de-France, το περιφερειακό παρατηρητήριο θορύβου Bruitparif διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην παραγωγή στρατηγικών χαρτών και στην υποστήριξη των τοπικών αρχών για την εκπόνηση PPBE. Το έργο του Bruitparif υπερβαίνει τη στενή κανονιστική συμμόρφωση, καθώς συνδέει τα δεδομένα έκθεσης με εκτιμήσεις επιπτώσεων στην υγεία, σε πλήρη αντιστοιχία με το πλαίσιο του ΠΟΥ που αντιμετωπίζει τον περιβαλλοντικό θόρυβο ως μείζονα κίνδυνο για τη δημόσια υγεία (Ribeiro et al., 2019).

Η μητροπολιτική διακυβέρνηση για τον αεροπορικό θόρυβο αποτελεί ακόμη ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ευθυγράμμισης με ευρωπαϊκές και διεθνείς στρατηγικές. Σε διεθνές επίπεδο, η ήπια προσέγγιση (Balanced Approach) του ICAO δομεί τη μείωση του θορύβου γύρω από τέσσερις πυλώνες: μείωση στην πηγή, χωροταξικός σχεδιασμός, επιχειρησιακές διαδικασίες και λειτουργικοί περιορισμοί. Σε επίπεδο ΕΕ, ο Κανονισμός 598/2014 καθιστά υποχρεωτική τη χρήση αυτής της προσέγγισης για την επιβολή λειτουργικών περιορισμών σε μεγάλα αεροδρόμια. Η Γαλλία έχει υλοποιήσει το πλαίσιο αυτό, μέσω εξειδικευμένης θεσμικής δομής, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ανεξάρτητη Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroporituaires (ACNUSA), η οποία εποπτεύει τα μέτρα περιορισμού του θορύβου, παρακολουθεί τη συμμόρφωση και διασφαλίζει τη διαφάνεια έναντι των πολιτών (ACNUSA, 2021).

Η εναρμόνιση με τις αρχές εφαρμογής της ΕΕ ενισχύεται περαιτέρω μέσω στοχευμένων δημοσιονομικών εργαλείων. Ο φόρος TNSA (Taxe sur les Nuisances Sonores Aériennes) επιβάλλεται στις απογειώσεις αεροσκαφών και χρηματοδοτεί πολιτικές σχετικές με τον θόρυβο, συμπεριλαμβανομένων προγραμμάτων ηχομόνωσης κατοικιών γύρω από αεροδρόμια (Ministère Chargé de l' Environnement, 2019). Ο μηχανισμός αυτός αντανakλά την αρχή “ο ρυπαίνων πληρώνει” και αντιμετωπίζει ένα κρίσιμο ζήτημα εφαρμογής: το

χάσμα μεταξύ των υποχρεώσεων του σχεδιασμού και την χρηματοδοτική ικανότητα που απαιτείται για την μετατροπή των σχεδίων δράσης σε απτά αποτελέσματα.

Προσφάτως η πολιτική της Γαλλίας για τον θόρυβο ενισχύθηκε από την ευθυγράμμιση με το μακροπρόθεσμο όραμα της ΕΕ στο πλαίσιο του Σχεδίου Δράσης για Μηδενική Ρύπανση (Zero Pollution Action Plan). Το σχέδιο αυτό, που υιοθετήθηκε το 2021 στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, αναγνωρίζει ρητά τον περιβαλλοντικό θόρυβο ως βασική μορφή ρύπανσης και θέτει στόχο τη μείωση κατά 30% του ποσοστού του πληθυσμού που ενοχλείται χρόνιμα από θόρυβο μεταφορών έως το 2030 (European Commission, 2021). Στο γαλλικό πλαίσιο, ο στόχος αυτός προσδίδει νέα πολιτική βαρύτητα στα εργαλεία της END, τα οποία λειτουργούν πλέον ως μηχανισμοί υλοποίησης συγκεκριμένων ποσοτικών δεσμεύσεων.

Παρά την επίσημη αυτή εναρμόνιση, η γαλλική περίπτωση αντικατοπτρίζει επίσης μια ευρύτερη ευρωπαϊκή πρόκληση που επισημαίνεται σε ακαδημαϊκές αξιολογήσεις: η συμμόρφωση με τις διαδικασίες δεν μεταφράζεται αυτόματα σε αναλογικές μειώσεις στην πληθυσμιακή έκθεση. Ενώ η Γαλλία επωφελείται από την σχετικά ισχυρή θεσμική λειτουργία, μέσω εθνικής καθοδήγησης, περιφερειακών παρατηρητηρίων και εξειδικευμένης εποπτείας, η αποτελεσματικότητα της πολιτικής για τον θόρυβο εξαρτάται τελικά από τον βαθμό ενσωμάτωσης μεταξύ των εργαλείων χαρτογράφησης και σχεδιασμού και των υποκείμενων παραγόντων του θορύβου. Οι επιλογές επενδύσεων στις μεταφορές, η διαχείριση της ταχύτητας, η σύνθεση της κυκλοφορίας, η συντήρηση των υποδομών, οι χρήσεις γης, μεταξύ άλλων, παραμένουν καθοριστικοί παράγοντες που διαμορφώνουν τα πραγματικά αποτελέσματα (EEA, 2020).

Συνοψίζοντας, η Γαλλία παρουσιάζει υψηλό βαθμό εναρμόνισης με τις διεθνείς και ευρωπαϊκές στρατηγικές ελέγχου του θορύβου, τόσο σε νομικό όσο και σε θεσμικό επίπεδο. Ωστόσο, η τελική αποτελεσματικότητα της πολιτικής εξαρτάται από τη διαρκή πολιτική προτεραιοποίηση, τον διατομεακό συντονισμό και την ικανότητα μετατροπής των διαδικαστικών υποχρεώσεων σε ουσιαστικές μειώσεις της έκθεσης του αστικού πληθυσμού στον θόρυβο.

3.4 Εφαρμογές πολιτικών ελέγχου του θορύβου στο Παρίσι

Η μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής και επιχειρησιακής εξειδίκευσης των ευρωπαϊκών και γαλλικών εθνικών πολιτικών ελέγχου του αστικού θορύβου. Ως μία από τις μεγαλύτερες αστικές συγκεντρώσεις της Ευρώπης, με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού και έντονη κυκλοφοριακή δραστηριότητα, το Παρίσι αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις σε σχέση με τον οδικό, σιδηροδρομικό και αεροπορικό και αστικό θόρυβο, γεγονός που καθιστά την περιοχή κρίσιμη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πολιτικών.

Σε πλήρη ευθυγράμμιση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο, η περιοχή του Παρισιού υπόκειται στην εκπόνηση Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου (Cartes de bruit stratégiques) και Σχεδίων Πρόληψης Θορύβου στο Περιβάλλον PPBE (Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement). Οι χάρτες αυτοί καλύπτουν την πόλη του Παρισιού και την ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή της Île-de-France και χρησιμοποιούν εναρμονισμένους δείκτες (L_{den} και L_{night}), σε συμφωνία με το ευρωπαϊκό πλαίσιο και τη μεθοδολογία CNOSSOS-EU (Kephalopoulos et al., 2014).

Κομβικό ρόλο στη διαδικασία αυτή διαδραματίζει το Περιφερειακό Παρατηρητήριο Θορύβου Bruitparif, το οποίο λειτουργεί ως επιστημονικός και τεχνικός βραχίονας των τοπικών και περιφερειακών αρχών. Το Bruitparif είναι υπεύθυνο για την παραγωγή και επικαιροποίηση των στρατηγικών χαρτών θορύβου, καθώς και για την υποστήριξη των δήμων στην εκπόνηση αυτών. Η συμβολή του υπερβαίνει τη συμμόρφωση με τις τυπικές υποχρεώσεις της Οδηγίας, καθώς συνδέει τα δεδομένα έκθεσης με εκτιμήσεις επιπτώσεων στη δημόσια υγεία, ευθυγραμμισμένες με τις κατευθυντήριες γραμμές του ΠΟΥ (WHO, 2018).

Άλλος ένας σημαντικός φορέας είναι το APUR (Atelier Parisien d'Urbanisme) οργανισμός πολεοδομικού σχεδιασμού του Παρισιού, ο οποίος ιδρύθηκε το 1967 για να μελετήσει και να υποστηρίξει την ανάπτυξη της πόλης και της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής του Παρισιού. Συνεργάζεται με την Πόλη του Παρισιού, δημόσιους φορείς και περιφερειακούς εταίρους για την παραγωγή έρευνας, χαρτών, δεδομένων και αναλύσεων πολιτικών σχετικά με τη στέγαση, την κινητικότητα και τον δημόσιο χώρο, τη βιωσιμότητα και τον αστικό μετασχηματισμό. Το APUR συνεργάζεται με την Bruitparif κυρίως χρησιμοποιώντας τα

ευρήματά του σχετικά με την ακουστική όχληση στο πλαίσιο του έργου αστικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού. Η χαρτογράφηση της περιβαλλοντικής ευθραυστότητας από το APUR χρησιμοποιεί τα δεδομένα χαρτών θορύβου μεταφορών του Bruitparif, για τον εντοπισμό ευάλωτων περιοχών. Το APUR διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη των κέντρων λήψης αποφάσεων ως προς την κατανόηση των αστικών μετασχηματισμών και τις δυνατότητες βιώσιμων επιλογών και ανθεκτικότητας της μητροπολιτικής περιοχής της Île-de-France.

Η μελέτη περίπτωσης του Παρισιού αναδεικνύει την σημασία της σύνδεσης της χαρτογράφησης θορύβου με πολιτικές αστικής κινητικότητας. Τα αποτελέσματα των στρατηγικών χαρτών καταδεικνύουν ότι η οδική κυκλοφορία αποτελεί την κυρίαρχη πηγή έκθεσης του πληθυσμού σε θόρυβο, γεγονός που έχει τροφοδοτήσει παρεμβάσεις όπως η μείωση των ορίων ταχύτητας, η ανακατανομή του οδικού χώρου, η ενίσχυση των ήπιων μετακινήσεων και η προώθηση χαμηλού θορύβου οδοστρωμάτων. Τέτοιου είδους παρεμβάσεις αντανakλούν τη μετατόπιση της πολιτικής από αποσπασματικά μέτρα μετριασμού προς μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση αστικού σχεδιασμού, όπως προτείνεται τόσο από την ευρωπαϊκή βιβλιογραφία όσο και από το Σχέδιο Δράσης της ΕΕ για Μηδενική Ρύπανση (European Commission, 2021).

Παράλληλα, η μητροπολιτική περιοχή του Παρισιού επηρεάζεται σημαντικά από τον αεροπορικό θόρυβο, λόγω της εγγύτητας μεγάλων διεθνών αεροδρομίων. Η εφαρμογή της ήπιας προσέγγισης του ICAO υλοποιείται μέσω εθνικών και τοπικών μηχανισμών, με την εποπτεία της ACNUSA (Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires). Η ύπαρξη εξειδικευμένου θεσμικού πλαισίου και χρηματοδοτικών εργαλείων (π.χ. φόροι TNSA) επιτρέπουν τη στήριξη προγραμμάτων ηχομόνωσης και τη διαχείριση των επιπτώσεων στον αστικό πληθυσμό (ACNUSA, 2021).

Συνολικά, το Παρίσι αποτελεί εμβληματική περίπτωση στην οποία το ευρωπαϊκό και εθνικό πλαίσιο ελέγχου του θορύβου μεταφράζεται σε συγκεκριμένες πρακτικές αστικής διακυβέρνησης. Η περίπτωση αυτή καταδεικνύει ότι η αποτελεσματικότητα της πολιτικής εξαρτάται όχι μόνο από τη συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις χαρτογράφησης και σχεδιασμού, αλλά κυρίως από την ενσωμάτωσή τους σε στρατηγικές μεταφορών, δημόσιας υγείας και ποιότητας ζωής, σε πλήρη ευθυγράμμιση με τους μακροπρόθεσμους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

4. Πολιτικές για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης στο Παρίσι: στρατηγικές, εργαλεία και χωρική ανάπτυξη

4.1. Η ρύπανση ως ζήτημα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και η ηχορύπανση στο Παρίσι δεν είναι μεμονωμένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Είναι αποτελέσματα της αστικής πυκνότητας, της οδικής κυκλοφορίας, της εφοδιαστικής αλυσίδας, των συστημάτων θέρμανσης, του τουρισμού, των μητροπολιτικών μετακινήσεων, της δραστηριότητας των σιδηροδρόμων και της αεροπλοΐας καθώς και της ιστορικής μορφής της ίδιας της πόλης. Το Παρίσι είναι συμπαγές, διασχίζεται από μεγάλους οδικούς άξονες και περιβάλλεται από την Περιφερειακή Λεωφόρο, ένα ξεκάθαρο παράδειγμα υποδομής που δέχεται μεγάλη ατμοσφαιρική και ακουστική επιβάρυνση (Airparif & Bruitparif, 2024). Γι αυτόν τον λόγο, η πολιτική απάντηση στο θέμα της ρύπανσης δεν μπορεί να περιοριστεί στον τεχνικό έλεγχο αυτής. Πρέπει να αξιολογηθεί και ως μέρος της στρατηγικής χωρικής ανάπτυξης: αλλαγή του τρόπου χρήσης των δρόμων, των σημείων όπου επιτρέπεται η κυκλοφορία, του τρόπου κατανομής του δημόσιου χώρου, του τρόπου ανακαίνισης του κτηριακού αποθέματος, του τόπου και τρόπου φύτευσης και του τρόπου προστασίας των ευάλωτων πληθυσμών (Mouratidis, 2021).

Η επιστημονική βιβλιογραφία υποστηρίζει αυτήν την ολιστική αντιμετώπιση. Η ατμοσφαιρική ρύπανση συνδέεται με αναπνευστικές παθήσεις, καρδιαγγειακές παθήσεις, πρόωγη θνησιμότητα, άσθμα, μεταβολικές διαταραχές και μειωμένη ποιότητα ζωής (Manisalidis et al., 2020). Η ηχορύπανση αποτελεί επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας, που σχετίζεται με διαταραχές ύπνου, ενόχληση, άγχος, καρδιαγγειακό κίνδυνο, μειωμένη ικανότητα μάθησης και μειωμένη υποκειμενική ευεξία (Morillas et al., 2018). Συνεπώς, ο πολεοδομικός σχεδιασμός εμπεριέχει πολιτικές υγείας. Ο σχεδιασμός των μεταφορών, η δομημένη μορφή του αστικού τοπίου, οι χώροι πρασίνου, η κινητικότητα και η μείωση της έκθεσης πρέπει να αντιμετωπίζονται από κοινού ώστε οι πόλεις να γίνουν πιο υγιείς και βιώσιμες. (Nieuwenhuijsen (2016). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το

Παρίσι, όπου η έκθεση στον αέρα και τον θόρυβο συχνά επικαλύπτεται χωρικά (Airparif and Bruitparif, 2024).

Η γαλλική προσέγγιση στο Παρίσι έχει αναπτυχθεί γύρω από διάφορα συμπληρωματικά εργαλεία: την παρακολούθηση και μοντελοποίηση από την Airparif και την Bruitparif, ρυθμιστικά εργαλεία όπως η ζώνη χαμηλών εκπομπών και η ζώνη περιορισμένης κυκλοφορίας, πολιτικές κινητικότητας όπως η επέκταση της χρήσης ποδηλάτων, η πεζοδρόμηση και τα μειωμένα όρια ταχύτητας, προγράμματα αστικού πρασίνου και σχολικών δρόμων, σχεδιασμός πρόληψης του θορύβου· και ενσωμάτωση περιβαλλοντικών στόχων σε πολεοδομικά σχέδια, όπως το βιοκλιματικό τοπικό αστικό σχέδιο (Ville de Paris, 2024). Τα αναμενόμενα αποτελέσματα δεν εστιάζουν μόνο στις χαμηλότερες συγκεντρώσεις NO₂, PM_{2.5} και PM₁₀ ή σε λιγότερα ντεσιμπέλ κοντά σε μεγάλους οδικούς άξονες αλλά περιλαμβάνουν και τη μείωση των πρόωρων θανάτων, χαμηλότερες ανισότητες στην υγεία, πιο ήρεμες γειτονιές, καλύτερο δημόσιο χώρο, μειωμένη εξάρτηση από το αυτοκίνητο, ενεργή κινητικότητα και βελτιωμένη ποιότητα ζωής στις πόλεις (Medina et al., 2025).

4.2. Ατμοσφαιρική ρύπανση, θόρυβος και συνέκθεση

Η κύρια πηγή ρύπανσης στο Παρίσι είναι οι μεταφορές (Airparif & Bruitparif, 2024). Η οδική κυκλοφορία έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων από καυσαέρια και μη καυσαέρια, μαύρου άνθρακα, εξαιρετικά λεπτών σωματιδίων και θορύβου (Manisalidis et al., 2020). Τα πετρελαιοκίνητα οχήματα, τα βαρέα φορτηγά, τα λεωφορεία, τα ταξί, τα φορτηγά διανομής και τα δίκυκλα μηχανοκίνητα οχήματα έχουν ιστορικά διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στα επίπεδα έκθεσης (Airparif, 2025). Ακόμα και όταν οι εκπομπές καυσαερίων μειώνονται λόγω καθαρότερων οχημάτων, τα σωματίδια που προέρχονται από τις τριβές των ελαστικών στο οδόστρωμα παραμένουν σε ανησυχητικά επίπεδα (Manisalidis et al., 2020). Η ανεπαρκής θέρμανση και η θέρμανση με βάση το ξύλο, συμβάλλουν επίσης στη σωματιδιακή ρύπανση, ενώ και η αραίωση του όζοντος συνδέεται με περιφερειακές φωτοχημικές διεργασίες και την καλοκαιρινή ζέστη (Airparif, 2025).

Χωρικά, η διασπορά των ρύπων δεν κατανέμεται ομοιόμορφα. Είναι υψηλότερη κοντά σε μεγάλες κυκλοφοριακές αρτηρίες, πυκνές διασταυρώσεις, σήραγγες, λεωφορειόδρομους, την Περιφερειακή Λεωφόρο, κλπ. (Airparif & Bruitparif, 2024). Το φαινόμενο της αστικής χαράδρας είναι χαρακτηριστικό: σε στενούς δρόμους που περιβάλλονται από ψηλά κτίρια, οι ρύποι διασκορπίζονται δυσκολότερα γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει υψηλές τοπικές συγκεντρώσεις ακόμη και όταν οι μέσοι όροι σε ολόκληρη την πόλη βελτιώνονται (Huang et al., 2021). Η γεωμετρία του δρόμου, η κατεύθυνση του ανέμου, το ύψος των κτιρίων, ο όγκος της κυκλοφορίας και η τοποθέτηση της βλάστησης επηρεάζουν την έκθεση και την διασπορά κατά μήκος του δρόμου. Αυτό σχετίζεται άμεσα με τον αστικό ιστό όπως διαμορφώθηκε στην Haussmann και μετά-Haussman εποχή στο Παρίσι (Voordeckers et al. (2021).

Ο θόρυβος ακολουθεί μια παρόμοια αλλά όχι πανομοιότυπη γεωγραφία. Είναι έντονος κατά μήκος των οδικών αρτηριών, της περιφερειακής περιοχής, των σιδηροδρόμων, των περιοχών νυχτερινής ζωής, των ζωνών κατασκευής και των αεριοδρόμων. (Bruitparif, 2024). Η επιβάρυνση της υγείας από τον θόρυβο δεν μπορεί να περιοριστεί μόνο μειώνοντας στα μέσα επίπεδα ντεσιμπέλ. Οι υπερβολική έκθεση κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων δραστηριοτήτων, η έκθεση κατά τη διάρκεια της νύχτας, ο θόρυβος χαμηλής συχνότητας και οι επαναλαμβανόμενες διαταραχές έχουν επίσης σημασία (Morillas et al., 2018). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το έργο του Bruitparif σχετικά με τις μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο, τη χαρτογράφηση και τους αντιληπτικούς δείκτες είναι σημαντικό: ο περιβαλλοντικός ήχος γίνεται αντιληπτός τόσο μέσω του συνεχούς θορύβου υποβάθρου όσο και μέσω διαταράξεων (Bruitparif, 2024).

Μια σημαντική αλλαγή πολιτικής ήταν η αναγνώριση της συνέκθεσης. Η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο θόρυβος συχνά παράγονται από την ίδια πηγή, ιδίως την οδική κυκλοφορία, και επηρεάζουν τους ίδιους πληθυσμούς (Airparif & Bruitparif, 2024). Από άποψη περιβαλλοντικής υγείας, αυτές οι εκθέσεις μπορεί να αλληλεπιδρούν αντί απλώς να αθροίζονται (Münzel et al., 2021). Το γεγονός αυτό υποστηρίζει μια προσέγγιση προσανατολισμένη στη δικαιοσύνη: ο στόχος δεν είναι μόνο η μείωση της μέσης ρύπανσης σε όλη την πόλη, αλλά και ο εντοπισμός και η αντιμετώπιση κρίσιμων σημείων όπου η σωρευτική έκθεση είναι η μεγαλύτερη (Nieuwenhuijsen, 2020).

Το πρόβλημα έχει επίσης μια κοινωνική διάσταση. Τα νοικοκυριά με υψηλό εισόδημα μπορεί να έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα να επιλέγουν πιο ήσυχους δρόμους, καλύτερα μονωμένες κατοικίες ή κατοικίες μακριά από μεγάλους οδικούς άξονες. Τα νοικοκυριά με χαμηλότερο εισόδημα μπορεί να είναι περισσότερο εκτεθειμένα στην κυκλοφορία, με κακή μόνωση κατοικιών και λιγότερο αστικό πράσινο. Το δομημένο περιβάλλον επηρεάζει την υποκειμενική ευημερία μέσω της προσβασιμότητας, της υγείας, της κοινωνικής ζωής, της ποιότητας του περιβάλλοντος και της ασφάλειας. Έτσι, η μείωση της ρύπανσης στο Παρίσι είναι επίσης ένας τρόπος βελτίωσης της καθημερινής ποιότητας ζωής (Mouratidis, 2021).

4.3. Εργαλεία γνώσης: παρακολούθηση, μοντελοποίηση και χαρτογράφηση

Οι πολιτικές του Παρισιού εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις μετρήσεις και τη χωρική νοημοσύνη. Το Airparif παρέχει παρακολούθηση, μοντελοποίηση, προβλέψεις, αξιολογήσεις έκθεσης σε ρύπους και αξιολόγηση των πολιτικών για την ποιότητα του αέρα (Airparif, 2025). Το Bruitparif παίζει παρόμοιο ρόλο για τον θόρυβο μέσω σταθμών παρακολούθησης, στρατηγικών χαρτών θορύβου, εργαλείων δημόσιας πληροφόρησης και υποστήριξης προς τις τοπικές αρχές (Bruitparif, 2024). Αυτά τα παρατηρητήρια καθιστούν τη ρύπανση “ορατή” και χωρικά διαχειρίσιμη. Χωρίς αυτήν τη βάση στοιχείων, η πολιτική θα παρέμενε γενική. Με αυτήν, οι παρεμβάσεις μπορούν να στοχεύουν σε κάθε δρόμο, κάθε περιοχή και κάθε πληθυσμό (Kumar et al., 2015).

Η σημασία της μοντελοποίησης αυξάνεται. Η κτηματογράφηση, οι χρήσεις γης, τα μοντέλα διασποράς, η κινητή παρακολούθηση και οι αισθητήρες χαμηλού κόστους επιτρέπουν στους ερευνητές και τις αρχές να εκτιμούν την έκθεση σε λεπτότερες χωρικές και χρονικές κλίμακες (Kumar et al., 2015). Η κτηματογράφηση από το 2011 είναι πιο εξελιγμένη μεταβαίνοντας από στατικά χωρικά μοντέλα σε χωροχρονική μοντελοποίηση έκθεσης. (Ma et al., 2024). Για το Παρίσι, τέτοιες μέθοδοι είναι χρήσιμες επειδή η έκθεση αλλάζει απότομα από τον έναν δρόμο στον άλλο. Οι δυνατότητες της χαμηλού κόστους ανίχνευσης για τη διαχείριση της αστικής ρύπανσης, αν και αυτοί οι αισθητήρες απαιτούν βαθμονόμηση και θα πρέπει να συμπληρώνουν και όχι να αντικαθιστούν την παρακολούθηση αναφοράς (Kumar et al., 2015).

Σε ό,τι αφορά το θόρυβο, οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου και το Σχέδιο πρόληψης του θορύβου στο περιβάλλον (Plan de Prévention du Bruit dans l' Environnement) συνιστούν βασικά εργαλεία (Bruitparif, 2025; Ville de Paris, 2024). Αυτά τα εργαλεία προσδιορίζουν τους εκτεθειμένους πληθυσμούς, τις κύριες πηγές, τις ήσυχες περιοχές και τις ζώνες προτεραιότητας. Σημαντικές παράμετροι είναι η τυποποιημένη μέτρηση θορύβου, η γεωχωρική χαρτογράφηση και η αξιολόγηση με βάση την υγεία (Kallankandy & Deswal, 2023). Για το Παρίσι, αυτή η προσέγγιση έχει σημασία επειδή το περιβαλλοντικό ηχοτοπίο ποικίλλει ανάλογα με την ώρα της ημέρας, τη χρήση του δρόμου, τη σύνθεση της κυκλοφορίας, τον τουρισμό, τη νυχτερινή ζωή και την κατασκευαστική δραστηριότητα (Bruitparif, 2024).

Το πιο προηγμένο εργαλείο πολιτικής είναι η ολοκληρωμένη χαρτογράφηση. Συνδυάζοντας δεδομένα για τον αέρα και τον θόρυβο, το Παρίσι και η περιοχή Île-de-France μπορούν να εντοπίσουν ζώνες πολλαπλής έκθεσης (Airparif & Bruitparif, 2024). Αυτό είναι απαραίτητο για την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων. Εάν ένας δρόμος έχει μέτρια ατμοσφαιρική ρύπανση αλλά έντονο νυχτερινό θόρυβο, μπορεί να απαιτηθεί διαφορετική δράση από έναν δρόμο με υψηλές συγκεντρώσεις NO₂, PM_{2.5} και υψηλό θόρυβο από την οδήγηση. Η αξία της διασταυρούμενης χαρτογράφησης έγκειται στο ότι αλλάζει την πολιτική από τη διαχείριση των τομέων στον χωρικό σχεδιασμό της υγείας (Rajagopalan et al., 2024).

4.4. Στρατηγικές διακυβέρνησης και ρυθμιστικές διατάξεις

Στο Παρίσι λειτουργεί ένα σύνθετο σύστημα διακυβέρνησης. Η πόλη του Παρισιού ελέγχει πολλούς τοπικούς δρόμους, δημόσιους χώρους, πολιτικές στάθμευσης και εργαλεία πολεοδομικού σχεδιασμού (Ville de Paris, 2024). Η Métropole du Grand Paris βρίσκεται στο επίκεντρο της ζώνης χαμηλών εκπομπών (Métropole du Grand Paris, 2025). Η δημοτική αστυνομία έχει σημαντικές εξουσίες όσον αφορά την επιβολή και την ρύθμιση της κυκλοφορίας. Η Île-de-France Mobilités διαχειρίζεται τις περιφερειακές δημόσιες συγκοινωνίες. Το κράτος, οι αρχές των αεροδρομίων, οι σιδηροδρομικοί φορείς και οι γειτονικοί δήμοι επηρεάζουν όλοι την έκθεση. Αυτός ο θεσμικός κατακερματισμός μπορεί να επιβραδύνει την εφαρμογή, αλλά αντανάκλα επίσης τον μητροπολιτικό χαρακτήρα της ρύπανσης (Airparif & Bruitparif, 2024).

Η πρώτη σημαντική ρυθμιστική στρατηγική είναι η Zone à Faibles Émissions (Ζώνη Χαμηλών Εκπομπών) που καλύπτει το Παρίσι και τη μητροπολιτική περιοχή εντός της A86 (Métropole du Grand Paris, 2025). Περιορίζει τα πιο ρυπογόνα οχήματα σύμφωνα με τις κατηγορίες Crit'Air. Η λογική είναι τεχνολογική και κανονιστική: απομάκρυνση παλαιότερων οχημάτων με υψηλότερες εκπομπές από την πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι η μείωση των εκπομπών NO₂ και σωματιδίων από την οδική κυκλοφορία (Airparif, 2025). Ωστόσο, οι ζώνες χαμηλών εκπομπών πρέπει να έχουν και κοινωνικό αντίκρυσμα. Εάν τα νοικοκυριά ή οι μικρές επιχειρήσεις δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να αντέξουν οικονομικά καθαρότερα οχήματα, η πολιτική μπορεί να θεωρηθεί άδικη. Επομένως, οι περιορισμοί στα οχήματα θα πρέπει να συνδυάζονται με επιδοτήσεις, προγράμματα απόσυρσης, βελτιώσεις στις δημόσιες συγκοινωνίες και εναλλακτικές λύσεις στην εξάρτηση από το αυτοκίνητο (Nieuwenhuijsen, 2020).

Το δεύτερο σημαντικό εργαλείο είναι η ZTL- Zone à Trafic Limité (Ζώνη Περιορισμένης Κυκλοφορίας) στο Κέντρο του Παρισιού, η οποία εφαρμόστηκε τον Νοέμβριο του 2024 (Ville de Paris, 2024b). Σκοπός της δεν είναι απλώς η αντικατάσταση των ρυπογόνων οχημάτων, αλλά η απομάκρυνση της περιττής κυκλοφορίας από τα κεντρικά διαμερίσματα. Αυτή η διάκριση είναι σημαντική. Μια ζώνη χαμηλών εκπομπών επιβάλλει την αλλαγή του στόλου οχημάτων ενώ μια ζώνη περιορισμένης κυκλοφορίας αλλάζει τον όγκο της κυκλοφορίας και τη λειτουργία των δρόμων. Μειώνοντας την κυκλοφορία των μέσων μαζικής μεταφοράς, η ZTL θα πρέπει να μειώσει τον θόρυβο, την τοπική ρύπανση, τον κίνδυνο των δρόμων και τον ανταγωνισμό για τον δημόσιο χώρο (Ville de Paris, 2024). Επίσης θα πρέπει να υποστηρίξει το περπάτημα, την ποδηλασία και τις δημόσιες συγκοινωνίες (Nieuwenhuijsen, 2020).

Ένα τρίτο ρυθμιστικό μέτρο είναι η μείωση της ταχύτητας. Το Παρίσι έχει σταδιακά μειώσει τα όρια ταχύτητας σε πολλούς δρόμους και το όριο ταχύτητας στην Περιφερειακή Λεωφόρο στα 50 χλμ./ώρα (Ville de Paris, 2024a· Bruitparif, 2024). Η επίδραση της μείωσης της ταχύτητας στην ποιότητα του αέρα είναι σύνθετη, επειδή οι εκπομπές εξαρτώνται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση, την επιτάχυνση, την τεχνολογία των οχημάτων και τη ροή της κυκλοφορίας (Airparif, 2025). Το φαινόμενο του θορύβου είναι πιο αξιόπιστο: οι χαμηλότερες ταχύτητες γενικά μειώνουν τον θόρυβο και την ένταση τοπικών εξάρσεων (Bruitparif, 2024). Για τους κατοίκους κοντά στην περιφερειακή

λεωφόρο, ακόμη και μια μικρή μείωση των ντεσιμπέλ μπορεί να είναι σημαντική όταν η έκθεση είναι συνεχής, ειδικά τη νύχτα (Münzel et al., 2021).

4.5. Ο μετασχηματισμός της κινητικότητας ως πολιτική αντιμετώπισης της ρύπανσης

Η πιο σημαντική διαρθρωτική στρατηγική είναι η μείωση της εξάρτησης από το αυτοκίνητο. Το Παρίσι το έχει επιδιώξει αυτό μέσω υποδομών για ποδηλασία, πεζοδρομήσεις, μεταρρύθμισης των όρων στάθμευσης, ομαλοποίηση της κυκλοφορίας και ανακατανομής του οδικού χώρου (Ville de Paris, 2024). Το Σχέδιο Vélo στοχεύει στο να καταστήσει το Παρίσι πλήρως προσβάσιμο σε ποδήλατα, προσθέτοντας προστατευμένες λωρίδες ποδηλάτων και μεγάλο αριθμό θέσεων στάθμευσης ποδηλάτων (Ville de Paris, 2024). Η πολιτική για την ποδηλασία συμβάλλει στους στόχους για τον αέρα και τον θόρυβο με δύο τρόπους: αντικαθιστά ορισμένες μηχανοκίνητες μετακινήσεις και νομιμοποιεί τον επανασχεδιασμό των δρόμων χωρίς κυριαρχία των αυτοκινήτων (Nieuwenhuijsen et al., 2024).

Οι εκτεταμένες πεζοδρομήσεις έχουν αντίστοιχες επιπτώσεις. Το κλείσιμο ή η μετατροπή τμημάτων των οχθών του Σηκουάνα, η επέκταση των πεζοδρόμων, τα προγράμματα “Paris Breathe” και τα τοπικά έργα μείωσης της κυκλοφορίας μειώνουν την κυκλοφορία με μηχανοκίνητα οχήματα σε επιλεγμένους χώρους (Ville de Paris, 2024). Τα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι χαμηλότερες τοπικές εκπομπές, πιο ήσυχοι δρόμοι, ασφαλέστερες συνθήκες για περπάτημα και πιο ελκυστικός δημόσιος χώρος (Airparif & Bruitparif, 2024). Αυτά τα μέτρα εντάσσονται επίσης στην έννοια της “πόλης των 15 λεπτών”, στην οποία οι καθημερινές ανάγκες μπορούν να καλυφθούν με περπάτημα, ποδήλατο ή μέσα μαζικής μεταφοράς.

Οι δημόσιες συγκοινωνίες αποτελούν στοιχείο- κλειδί. Η πολιτική για την ατμόσφαιρα και τον θόρυβο δεν μπορεί να επιτύχει εάν επιβληθούν περιορισμοί στην κυκλοφορία χωρίς αξιόπιστες εναλλακτικές λύσεις (Rajagopalan et al., 2024). Το μετρό, το τραμ, το RER-Réseau Express Régional (εκτεταμένο δίκτυο προαστιακών και υπεραστικών τρένων που συνδέει το κέντρο του Παρισιού με τα προάστια) η προτεραιότητα στα αστικά λεωφορεία,

οι διατροφικές μεταφορές και οι περιφερειακές σιδηροδρομικές επενδύσεις αποτελούν επομένως μέρος της στρατηγικής για τη ρύπανση, ακόμη και όταν δεν χαρακτηρίζονται ως περιβαλλοντικά μέτρα (Bruitparif, 2024).

Η αστική εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί κυρίαρχο ζήτημα. Το ηλεκτρονικό εμπόριο και η αυξημένη κυκλοφορία που σχετίζεται με τις παραδόσεις υπονομεύσουν την πρόοδο εάν τα φορτηγά και τα μηχανοκίνητα δίκυκλα πολλαπλασιαστούν σε πυκνοκατοικημένες γειτονιές (Airparif, 2025· Bruitparif, 2024). Συνεπώς, το Παρίσι χρειάζεται κέντρα ενοποίησης εμπορευμάτων, οχήματα παράδοσης χαμηλών εκπομπών ρύπων, χρήση ποδηλάτων, διαχείριση των επιτρεπόμενων χρόνων παραδόσεων και ρύθμιση των χώρων φόρτωσης. Η πολιτική για τις μεταφορές αντιμετωπίζεται ως κεντρική πολιτική για τον περιβαλλοντικό θόρυβο και όχι ως δευτερεύον λειτουργικό ζήτημα. (Rajagopalan et al., 2024).

4.6. Χωρική ανάπτυξη: από τους διαδρόμους κυκλοφορίας σε υγιείς γειτονιές

Η χωρική ανάπτυξη είναι το σημείο όπου η πολιτική του Παρισιού γίνεται πιο ορατή. Η πόλη δεν ρυθμίζει μόνο τη ρύπανση, αλλά επανασχεδιάζει και την αστική της μορφή (Ville de Paris, 2024). Ο μετασχηματισμός των δρόμων κοντά στα σχολεία είναι ένα από τα πιο ξεκάθαρα παραδείγματα. Οι “rues aux écoles” καταργούν ή περιορίζουν την κυκλοφορία των αυτοκινήτων κοντά στις εισόδους των σχολείων, προσθέτοντας συχνά φύτευση, καθίσματα, χώρο παιχνιδιού και προτεραιότητα στους πεζούς (Ville de Paris, 2024). Αυτές οι παρεμβάσεις στοχεύουν στα παιδιά, μια ιδιαίτερα ευάλωτη ομάδα, και αντιμετωπίζουν ταυτόχρονα την ατμοσφαιρική ρύπανση, τον θόρυβο, τη θερμότητα, τον οδικό κίνδυνο και την έλλειψη δημόσιου χώρου (Chen et al., 2024). Πρόκειται για χωρικά έργα μικρής κλίμακας με μεγάλη συμβολική και υγειονομική αξία.

Αυτή η προσέγγιση αντικατοπτρίζει την ευρύτερη ιδέα ότι η περιβαλλοντική πολιτική θα πρέπει να λειτουργεί σε επίπεδο γειτονιάς (Mouratidis, 2021). Ένας σχολικός δρόμος, ένας ποδηλατόδρομος, μια φυτεμένη πλατεία, μια γειτονιά χαμηλής κυκλοφορίας και μια ήσυχη ζώνη είναι όλα χωρικά εργαλεία. Λειτουργούν επειδή αλλάζουν την έκθεση όπου οι άνθρωποι πραγματικά ζουν, περπατούν, περιμένουν, μαθαίνουν και κοινωνικοποιούνται. Η

βιβλιογραφία για την αστική υγεία υποστηρίζει αυτήν την τοπική κλίμακα. Τα αστικά μοντέλα στη μετá-COVID εποχή μειώνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση, τον θόρυβο και τη θερμότητα, αυξάνοντας παράλληλα τους χώρους πρασίνου και τη σωματική δραστηριότητα (Nieuwenhuijsen, 2021). Η πανδημία ενίσχυσε την ζήτηση για ανθεκτικό, αποκεντρωμένο και προσανατολισμένο στην υγεία, αστικό σχεδιασμό (Sharifi & Khavarian-Garmsir, 2020).

Το βιοκλιματικό PLU- Plan Local d'Urbanisme (τοπικό πολεοδομικό σχέδιο) προσθέτει ένα ρυθμιστικό επίπεδο σχεδιασμού (Ville de Paris, 2024). Ενθαρρύνοντας τη βλάστηση, υποστηρίζοντας την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού αποθεματος, ελέγχοντας τις νέες κατασκευές και προωθώντας την ενεργειακή περιβαλλοντική απόδοση, το PLU μπορεί να μειώσει την έκθεση μακροπρόθεσμα. Συνδράμει επίσης στην ευθυγράμμιση της κλιματικής προσαρμογής με τους στόχους μείωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων και του θορύβου (Ville de Paris, 2024). Για παράδειγμα, μια πράσινη, δροσερή αυλή μπορεί να μειώσει το θερμικό στρες και να βελτιώσει την θερμική άνεση τοπικά, αλλά εάν η βλάστηση δεν είναι σωστά τοποθετημένη, σε ένα αστικό φαράγγι μπορεί να περιορίσει τον αερισμό και να επιδεινώσει τη συσσώρευση ρύπων (Janhäll, 2015).

Η περιφερειακή λεωφόρος αποτελεί από πλευράς στρατηγικής, χωρική πρόκληση. Συνιστά τόσο υποδομή μεταφορών όσο και κοινωνικο-περιβαλλοντικό φράγμα (Airparif, 2025). Πολιτικές όπως η μείωση της ταχύτητας, οι αποκλειστικές λωρίδες κυκλοφορίας, τα ηχοπετάσματα, οι ακουστικές επιφάνειες, τα καλύμματα, οι φυτεμένες ζώνες προστασίας και ο μακροπρόθεσμος μετασχηματισμός της σε αστική λεωφόρο, επιδιώκουν να μειώσουν τις αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις (Ville de Paris, 2024). Ωστόσο, τα αναμενόμενα οφέλη εξαρτώνται από τον όγκο της κυκλοφορίας, την επιβολή του νόμου, τις εναλλακτικές λύσεις περιφερειακής κινητικότητας και τον συντονισμό με τους γειτονικούς δήμους. Εάν η κυκλοφορία απλώς μετατοπιστεί σε παρακείμενους δρόμους, η πολιτική μπορεί απλώς να μετατοπίσει την έκθεση αντί να τη μειώσει (Nieuwenhuijsen, 2020).

4.7. Βλάστηση: οφέλη, όρια και αρχές σχεδιασμού

Η αστική βλάστηση παρουσιάζεται συχνά ως λύση για την ρύπανση αλλά οι αποδείξεις προς αυτήν την κατεύθυνση είναι συγκεχυμένες. Η βλάστηση μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής στις αστικές περιοχές, να προσφέρει σκιά, να μειώσει τη θερμότητα, να υποστηρίξει τη βιοποικιλότητα, να ενθαρρύνει το περπάτημα και να δημιουργήσει ψυχολογική ανάταση (Mouratidis, 2021). Μπορεί επίσης να δεσμεύσει ορισμένα σωματίδια και να βοηθήσει στην απορρόφηση του θορύβου (Grote et al., 2016). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα χαρακτηριστικά της βλάστησης επηρεάζουν τον μετριασμό της ρύπανσης: η βλάστηση μπορεί να δεσμεύει σωματίδια, αλλά μπορεί επίσης να μειώσει τον αερισμό σε στενούς δρόμους (Janhäll, 2015). Αντίθετα, τα χαμηλά φράγματα βλάστησης μεταξύ κυκλοφορίας και πεζών, τα ανοιχτά πάρκα, οι πράσινες σχολικές αυλές, οι φυτεμένες αυλές και οι προσεκτικά σχεδιασμένες ζώνες προστασίας μπορούν να μειώσουν την έκθεση και να βελτιώσουν την άνεση.

Επομένως, το Παρίσι δεν μπορεί να αντιμετωπίζει την αστική φύτευση ως ένα γενικό φίλτρο αέρα. Ο ρόλος της είναι ευρύτερος: υποστηρίζει την προσαρμογή στο κλίμα, την ποιότητα ζωής, την ψυχική υγεία, το περπάτημα και την ποιότητα του δημόσιου χώρου (Ville de Paris, 2024). Το αναμενόμενο όφελος από τη ρύπανση είναι ισχυρότερο όταν η βλάστηση συνδυάζεται με μείωση της κυκλοφορίας. Ένας φυτεμένος σχολικός δρόμος χωρίς διέλευση αυτοκινήτων είναι πιο αποτελεσματικός από έναν δρόμο με έντονη κυκλοφορία, με επιπλέον δέντρα αλλά αμετάβλητες ροές οχημάτων. (Badach et al., 2020).

4.8. Κτήρια, θέρμανση και έκθεση σε εσωτερικούς χώρους

Οι πολιτικές για τον αέρα και τον θόρυβο αφορούν και τα κτίρια. Η εξωτερική ρύπανση διεισδύει στους εσωτερικούς χώρους, ενώ ο κακός αερισμός, οι εσωτερικές πηγές και η υπερθέρμανση μπορούν να επιδεινώσουν την έκθεση (Manisalidis et al., 2020). Τα σχολεία, οι κατοικίες κοντά σε μεγάλους δρόμους, τα νοσοκομεία και οι μονάδες φροντίδας συνιστούν ευάλωτα σύνολα (Medina et al., 2025). Η ενεργειακή αναβάθμιση και η ανακαίνιση κτηρίων μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, να βελτιώσει τη θερμική άνεση και να μειώσει τις εκπομπές από τη θέρμανση (Ville de Paris, 2024).

Ωστόσο, η αεροστεγανότητα των ανακαινισμένων χώρων απαιτεί καλό αερισμό για την αποφυγή προβλημάτων ποιότητας του εσωτερικού αέρα (Manisalidis et al., 2020).

Η πολιτική για τον θόρυβο περιλαμβάνει τη μόνωση προσόψεων, την αντικατάσταση παραθύρων, τον προσανατολισμό των νέων κτηρίων, τον ακουστικό σχεδιασμό και την προστασία των υπνοδωματίων από την έκθεση κατά τη διάρκεια της νύχτας (Morillas et al., 2018). Σε νέες κατασκευές ή μεγάλες ανακαινίσεις, αποφεύγεται η τοποθέτηση ευάλωτων χρήσεων στις πιο “μολυσμένες” προσόψεις, εκτός εάν προβλέπονται μέτρα για ισχυρό μετριασμό της ηχορύπανσης (Rajagopalan et al., 2024).

Η θέρμανση σχετίζεται με τη ρύπανση από σωματίδια. Η καύση ξύλου, οι αναποτελεσματικοί λέβητες και η θέρμανση με ορυκτά καύσιμα συμβάλλουν στις εκπομπές PM_{2.5} και άλλων σωματιδίων (Airparif, 2025). Οι πολιτικές για την ενεργειακή ανακαίνιση, την τηλεθέρμανση, τα καθαρότερα συστήματα θέρμανσης και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υποστηρίζουν, επομένως, τόσο τους στόχους για το κλίμα όσο και για την ποιότητα του αέρα (Ville de Paris, 2024).

4.9. Ηχητικά εργαλεία

Παρόλο που πολλές στρατηγικές αποδίδουν στην μείωση της ρύπανσης, ο θόρυβος απαιτεί ειδικά εργαλεία. Αυτά περιλαμβάνουν στρατηγικούς χάρτες θορύβου, σχέδια δράσης PPBE, προστασία ήσυχων περιοχών, ακουστικές επιφάνειες οδοστρώματος, μειωμένες ταχύτητες, επιβολή μέτρων κατά των θορυβωδών οχημάτων, διαχείριση του θορύβου των κατασκευών, μετριασμό του θορύβου από σιδηροδρομικές γραμμές και αεροδρόμια κ.ά. Η ηχορύπανση πρέπει να ενσωματωθεί στον πολεοδομικό σχεδιασμό και όχι να αντιμετωπίζεται μετά την κατασκευή (Morillas et al., 2018).

Οι ήσυχες περιοχές είναι ιδιαίτερα σημαντικές στις πυκνοκατοικημένες πόλεις (Bruitparif, 2024). Μια ήσυχη περιοχή δεν είναι απαραίτητα σιωπηλή. Είναι ένα μέρος όπου το ηχητικό περιβάλλον υποστηρίζει την ξεκούραση, τη συζήτηση και την ανάρρωση. Πάρκα, νεκροταφεία, σχολικές αυλές, πεζόδρομοι, αυλές και όχθες ποταμών λειτουργούν ως ακουστικά καταφύγια. Η προστασία αυτών των χώρων συνιστά προληπτική πολιτική (Mouratidis, 2021).

Η πολιτική για τον θόρυβο πρέπει να λαμβάνει υπόψη την ανθρώπινη αντίληψη. Το ίδιο επίπεδο ντεσιμπέλ μπορεί να βιώνεται διαφορετικά ανάλογα με την προέλευση του ήχου ή την ευαισθησία του αυτιού (Morillas et al., 2018). Αυτό υποστηρίζει την προσέγγιση του ηχοτοπίου, όπου το ερώτημα δεν αφορά μόνο την ένταση του ήχου αλλά και μια σειρά ερωτημάτων για το ηχητικό περιβάλλον στο οποίο παράγεται. Οι αντιληπτικοί και οι αριθμητικοί δείκτες που βασίζονται σε γεγονότα, του Bruitparif, είναι χρήσιμοι επειδή καθιστούν τον θόρυβο πιο κατανοητό από κατοίκους και υπεύθυνους λήψεων αποφάσεων (Bruitparif, 2024).

4.10. Συμπεράσματα

Η στρατηγική της πόλης του Παρισιού, για την ατμοσφαιρική ρύπανση και την ηχορύπανση, αντιπροσωπεύει μια μετατόπιση από τον περιβαλλοντικό έλεγχο στον ολοκληρωμένο αστικό μετασχηματισμό. Αυτό το πετυχαίνει με τη χρήση κανονισμών, την παρακολούθηση και εκτίμηση των καταγραφόμενων στοιχείων, μεταρρυθμίσεις στην κινητικότητα, με παρεμβάσεις σε σχολικούς δρόμους, αστικό πράσινο και ανασχεδιασμό δημόσιων χώρων για τη μείωση της έκθεσης.

Οι πιο αποτελεσματικές στρατηγικές είναι αυτές που αντιμετωπίζουν άμεσα τις πηγές: λιγότερα και καθαρότερα οχήματα, χαμηλότερες ταχύτητες, περιορισμός της κυκλοφορίας, καλύτερες εφοδιαστικές αλυσίδες και περιορισμός στις εκπομπές θερμότητας. Η βλάστηση, η μόνωση και ο ακουστικός σχεδιασμός είναι σημαντικά συμπληρωματικά μέτρα, αλλά δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τη μείωση των εκπομπών.

Το βασικό δίδαγμα είναι ότι η ρύπανση του αέρα και η ηχορύπανση είναι χωρικά προβλήματα. Παράγονται από υποδομές, χρήσεις γης και συστήματα κινητικότητας. Επομένως, οι λύσεις πρέπει επίσης να είναι χωρικές: γειτονιές χαμηλής κυκλοφορίας, προστατευμένα δίκτυα ποδηλασίας, ήσυχες περιοχές, ανασχεδιασμένοι σχολικοί δρόμοι, ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτηρίων και πιο πράσινοι δημόσιοι χώροι. Εάν εφαρμοστεί δίκαια και αξιολογηθεί αυστηρά, η προσέγγιση που ακολουθεί το Παρίσι μπορεί να μειώσει τη ρύπανση, να βελτιώσει την υγεία, να υποστηρίξει τους κλιματικούς στόχους και να δημιουργήσει μια πιο ήρεμη και βιώσιμη πόλη.

5. Μελέτες περιπτώσεων (εφαρμογή και επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον)

5.1. Case Study I- Δημιουργία αστικού δάσους στο Δημαρχείο του Παρισιού.

Το αστικό δάσος στο Δημαρχείο του Παρισιού μπορεί να ιδωθεί ως ένα έργο για το κλίμα, το τοπίο και τη δημόσια υγεία, αλλά και ως ένας αστικός μετασχηματισμός που συνδέεται με την πολιτική για τον θόρυβο. Βρίσκεται στην καρδιά του Παρισιού και είναι ένας χώρος με υψηλό συμβολισμό: ένας χώρος για συγκεντρώσεις, με κίνηση, δημόσιες εκδηλώσεις και έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ διερχομένων από το σημείο. Σε αυτό το πλαίσιο, η μείωση του θορύβου δεν βασίζεται μόνο σε τεχνικές συσκευές, όπως τα ακουστικά φράγματα, αλλά και στον επανασχεδιασμό του δημόσιου χώρου, στη μείωση της κυριαρχίας της κυκλοφορίας, στη δημιουργία πιο ήρεμης ατμόσφαιρας και στην εισαγωγή αστικού πρασίνου (Cerema, 2022).

Η διαχείριση του θορύβου στο Παρίσι αποτελεί μέρος ενός ακριβούς κανονιστικού και τεχνικού πλαισίου. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου, που παράγονται σε μητροπολιτική κλίμακα με την Bruitparif, χρησιμοποιούν δείκτες όπως ο L_{den} , ο οποίος περιγράφει τη μέση έκθεση στον θόρυβο σε διάστημα 24 ωρών. Το 2023, η Αρχή της μητροπολιτικής περιοχής του Παρισιού (Métropole du Grand Paris) υιοθέτησε τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου (τέταρτης φάσης) που αναπτύχθηκαν με την Bruitparif για τον χαρακτηρισμό του οδικού, σιδηροδρομικού, αεροπορικού και βιομηχανικού θορύβου. Ο Bruitparif τονίζει επίσης ότι ένα σημαντικό μερίδιο του μητροπολιτικού πληθυσμού εκτίθεται σε επίπεδα θορύβου που είναι πιθανό να προκαλέσουν ενόχληση, κόπωση και επιπτώσεις στην υγεία (Bruitparif, 2023). Επομένως, ο θόρυβος εμφανίζεται ως ζήτημα δημόσιας υγείας, όχι απλώς ως θέμα άνεσης.

Στο Παρίσι, το σχέδιο πρόληψης του θορύβου στο περιβάλλον (Plan de Prévention du Bruit dans l' Environnement 2021-2026) υπενθυμίζει ότι οι ηχητικές οχλήσεις προέρχονται τόσο από τον θόρυβο των μεταφορών όσο και από τον θόρυβο της γειτονιάς: εργοτάξια,

πολιτιστικές δραστηριότητες, αθλητικές πρακτικές ή άλλες δραστηριότητες σε δημόσιο χώρο. Το σχέδιο δείχνει επίσης ότι η οδική κυκλοφορία παραμένει μία από τις κύριες πηγές ηχητικής όχλησης που αναφέρουν οι κάτοικοι. Επισημαίνει καταστάσεις πολλαπλής έκθεσης, όπου ο θόρυβος συνδυάζεται με την ατμοσφαιρική ρύπανση, τις αστικές θερμικές νησίδες, την πληθυσμιακή πυκνότητα και την κοινωνική ευαλωτότητα (Ville de Paris, 2024). Η πολιτική για τον θόρυβο γίνεται έτσι ένα εργαλείο για την περιβαλλοντική δικαιοσύνη.

Από αυτή την άποψη, το αστικό δάσος στο Δημαρχείο δεν πρέπει να λαμβάνεται ως μια απλή πράσινη παρέμβαση. Μεταμορφώνει την αντίληψη του χώρου. Το έργο αντικαθιστά μέρος του προαύλιου χώρου με περίπου 2500,00 m² φυτεμένων περιοχών, συμπεριλαμβανομένης τόσο της φύτευσης σε φυσικό όσο και τεχνητό υπόβαθρο. Οι εν λόγω επιλογές συμβάλλουν στον δροσισμό του δημόσιου χώρου, την παροχή σκιάς, την ενίσχυση της βιοποικιλότητας και την βελτίωση της ευημερίας των χρηστών (Ville de Paris, 2024). Αυτός ο μετασχηματισμός ανταποκρίνεται επομένως σε διάφορους στόχους: προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, βελτίωση του τοπίου, αισθητηριακή άνεση και ηρεμία στην πόλη.

Από ακουστικής πλευράς η αξία αυτού του μετασχηματισμού είναι έμμεση αλλά σημαντική. Ο έλεγχος του αστικού θορύβου θα πρέπει πρώτα να επιδιώκει τη μείωση των οχλήσεων στην πηγή, ιδίως μέσω της διαχείρισης της κυκλοφορίας και των ταχυτήτων των οχημάτων. Όταν αυτό δεν επαρκεί, μπορούν να ληφθούν υπόψη μέτρα ακουστικής προστασίας, αλλά συχνά είναι δύσκολο να ενσωματωθούν σε πυκνά και ιστορικά αστικά κέντρα (Cerema, 2022). Στο Δημαρχείο, ο στόχος δεν είναι επομένως η δημιουργία ενός συμβατικού ηχοφράγματος, αλλά η τροποποίηση της ηχητικής ατμόσφαιρας και της ποιότητας χρήσης του δημόσιου χώρου.

Η βλάστηση από μόνη της δεν εξαλείφει τον θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας. Ωστόσο, μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση του αντιληπτού ηχητικού περιβάλλοντος δημιουργώντας οπτική και ψυχολογική απόσταση από τις πηγές θορύβου, εισάγοντας φυσικούς ήχους και κάνοντας τον χώρο πιο ευχάριστο. Αυτή η προσέγγιση είναι σύμφωνη με τον σύγχρονο αισθητηριακό αστικό σχεδιασμό που δεν περιορίζεται στη μέτρηση της έντασης του ήχου, αλλά λαμβάνει επίσης υπόψη το πώς γίνεται αντιληπτός ο θόρυβος, τις χρήσεις και τη συνολική άνεση των κατοίκων (Bruitparif, 2023).

Το έργο του Δημαρχείου καταδεικνύει αυτήν την προσέγγιση που βασίζεται στην ολιστική αντιμετώπιση της συνολικής ατμόσφαιρας του χώρου. Τα δέντρα είναι διατεταγμένα σε άλση και στις δύο πλευρές του προαύλιου χώρου, προκειμένου να διατηρείται ένας κεντρικός χώρος διαθέσιμος για δημόσιες συγκεντρώσεις. Το έργο περιλαμβάνει περίπου 150 δέντρα, μερικά φυτεμένα σε φυσικό έδαφος, με είδη προσαρμοσμένα στο αστικό περιβάλλον και στην κλιματική αλλαγή: ακρίδες, σφενδάμια, βατόμουρα, βελανιδιές Βουργουνδίας και γαύρους (Ville de Paris, 2024). Αυτή η ποικιλομορφία ενισχύει την οικολογική ανθεκτικότητα του χώρου, δημιουργώντας παράλληλα ένα σκιερό και πιο φιλόξενο τοπίο.

Το έργο της APUR παρέχει ένα επιπλέον αναλυτικό πλαίσιο. Ο Οργανισμός Πολεοδομικού Σχεδιασμού του Παρισιού καταδεικνύει ότι η αύξηση του πρασίνου στον δημόσιο χώρο αποτελεί σημαντικό μοχλό για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, ειδικά για την αντιμετώπιση των αστικών θερμικών νησίδων, τη βελτίωση της οικολογικής συνέχειας και την ενίσχυση της ποιότητας των τοπικών δημόσιων χώρων. Οι αναλύσεις της συνδέουν τη βλάστηση, τη θερμότητα, τον θόρυβο, τη ρύπανση και την κοινωνική ευπάθεια, καθιστώντας δυνατό τον εντοπισμό περιοχών όπου οι αστικές παρεμβάσεις μπορούν να αποφέρουν τα ισχυρότερα οφέλη για την υγεία και το περιβάλλον (APUR, 2020). Το αστικό δάσος του Δημαρχείου μπορεί επομένως να ερμηνευτεί ως ένα στοιχείο που ενός ευρύτερου δικτύου γαλήνιων δημόσιων χώρων.

Η σύνδεση με το Εθνικό Σχέδιο Υγείας & Περιβάλλοντος είναι επίσης κεντρικής σημασίας. Το δεύτερο Σχέδιο Υγείας & Περιβάλλοντος που εγκρίθηκε το 2024, στοχεύει στην προστασία της καθημερινής υγείας των κατοίκων, επεμβαίνοντας στο περιβάλλον διαβίωσής τους. Συνδυάζει την υγεία, το κλίμα, τον πολεοδομικό σχεδιασμό, την ποιότητα ζωής και τη μείωση των περιβαλλοντικών ανισοτήτων (Ville de Paris, 2024).

Αυτή η μελέτη περίπτωσης καταδεικνύει ότι η πολιτική για τον θόρυβο μπορεί να επιφέρει έναν αστικό μετασχηματισμό που υπερβαίνει μια απλή μείωση της έντασης του ήχου. Δρά στη μορφολογία του δημόσιου χώρου, την αντίληψη των οχλήσεων, τη θερμική άνεση, την υγεία και την περιβαλλοντική δικαιοσύνη. Η πραγματική αποτελεσματικότητα του αστικού δάσους ως προς τον θόρυβο, θα πρέπει να αξιολογηθεί μέσω μετρήσεων πριν και μετά τις επεμβάσεις και ερευνών χρηστών. Παρολαυτά, η αξία του είναι ήδη σαφής καθώς

μετατρέπει ένα εκτεθειμένο και με ένταση ως προς τις χρήσεις, προαύλιο χώρο, σε ένα πιο φιλικό και βιώσιμο περιβάλλον.

5.2. Case Study II- Μετατροπή των χώρων γύρω από τα σχολεία σε ζώνες χωρίς αυτοκίνητα & εκτεταμένη φύτευση.

Η μετατροπή του περιβάλλοντος γύρω από τις σχολικές μονάδες σε ζώνες χωρίς αυτοκίνητα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα παραδείγματα αστικού σχεδιασμού με έμφαση στη διαχείριση του θορύβου, στο Παρίσι. Το πρόγραμμα “rues aux écoles” βασίζεται σε μια απλή ιδέα: την κατάργηση ή τον αυστηρό περιορισμό της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων μπροστά από νηπιαγωγεία και δημοτικά σχολεία, προκειμένου να γίνουν οι μετακινήσεις των παιδιών ασφαλέστερες, να μειωθεί η έκθεση στον θόρυβο και τη ρύπανση και να δημιουργηθούν πιο πράσινοι δημόσιοι χώροι. Οι δρόμοι αυτοί πεζοδρομούνται ώστε να εξασφαλιστεί τη διαδρομή μεταξύ σπιτιού και σχολείου και να καταπολεμηθεί η ρύπανση. Το Παρίσι έχει πλέον περισσότερους από 300 “σχολικούς δρόμους” (Ville de Paris, 2024).

Αυτή η πολιτική ανταποκρίνεται πρώτα σε ένα ζήτημα δημόσιας υγείας. Ο θόρυβος από τους δρόμους είναι μια καθημερινή ενόχληση, αλλά είναι επίσης ένας παράγοντας στρες, κόπωσης, διαταραχής ύπνου και δυσφορίας σε μαθησιακά περιβάλλοντα. Το Bruitparif παράγει χάρτες θορύβου και μελέτες για το περιφερειακό ηχητικό περιβάλλον (Bruitparif, 2024–2025). Στην περίπτωση των σχολείων, το ζήτημα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο, επειδή τα παιδιά εκτίθενται κατά τη διάρκεια των μετακινήσεών τους, στις παιδικές χαρές, στις τάξεις και στις ώρες άφιξης και αναχώρησης οπότε και αυξάνεται η συγκέντρωση οχλήσεων.

Παράλληλα, το πρόγραμμα “Rues aux écoles” αποτελεί επίσης μέρος του ευρύτερου πλαισίου του PNSE 4 (Τέταρτο Εθνικό Σχέδιο Υγείας & Περιβάλλοντος) το οποίο προωθεί την προσέγγιση “One Health” και στοχεύει στην καλύτερη κατανόηση της έκθεσης στο περιβάλλον, προκειμένου να προστατεύσει καλύτερα τον πληθυσμό. Το PNSE 4 περιλαμβάνει φυσικούς παράγοντες όπως ο θόρυβος μεταξύ των κινδύνων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις δημόσιες πολιτικές για το περιβάλλον και την υγεία (PNSE 4, 2021–2025). Αυτή η λογική είναι σημαντική: ο δρόμος δεν είναι μόνο ένας χώρος

κυκλοφορίας, αλλά και ένα περιβάλλον διαβίωσης. Η μετατροπή του χώρου μπροστά από ένα σχολείο σημαίνει επομένως άμεση δράση στο καθημερινό περιβάλλον των παιδιών.

Η αρχή του σχεδιασμού συνδυάζει τρεις δράσεις. Η πρώτη είναι η απομάκρυνση ή ο περιορισμός της κυκλοφορίας αυτοκινήτων μπροστά από το σχολείο. Ορισμένοι δρόμοι είναι μόνιμα κλειστοί για τα οχήματα, με την πρόσβαση να προορίζεται για υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, κατοίκους ή δημοτικές υπηρεσίες. Άλλα επανασχεδιάζονται με πολύ περιορισμένη κυκλοφορία και σημαντικά μειωμένες ταχύτητες. Η δεύτερη ενέργεια είναι η αποσφράγιση του εδάφους: η ασφαλτος αντικαθίσταται, όπου είναι δυνατόν, από διαπερατά υλικά, φυτεμένες λωρίδες ή παρτέρια. Η τρίτη είναι η φύτευση δέντρων και χαμηλής βλάστησης, προκειμένου να δημιουργηθεί σκιά, να βελτιωθεί η θερμική άνεση και να δημιουργηθεί μια πιο ήρεμη ατμόσφαιρα.

Το ήρεμο σχολικό περιβάλλον, συνδέει την ασφάλεια των πεζόδρομων, τον παιχνιδιάρικο αστικό εξοπλισμό, την ενθάρρυνση της σωματικής δραστηριότητας, την εντατικοποίηση του πρασίνου, την απομόνωση και τη μείωση του θορύβου (Cerema, 2023). Αυτό δείχνει ότι η πολιτική για τον θόρυβο δεν περιορίζεται σε ένα μεμονωμένο μέτρο. Γίνεται μοχλός για τη μεταμόρφωση του δρόμου: λιγότερα αυτοκίνητα, λιγότερες αντεγκλήσεις μεταξύ χρηστών και περισσότερος χώρος για πεζούς, παιδιά, ποδήλατα και βλάστηση.

Το APUR παρέχει ένα χωρικό πλαίσιο για αυτήν τη στρατηγική. Στο έργο του σχετικά με τους δημόσιους χώρους με βλάστηση, εντοπίζει μια δυνατότητα για σχεδόν 20.000 δέντρα δρόμων και 145 εκτάρια πρασίνου στο επίπεδο του εδάφους στο Παρίσι (APUR, 2020). Οι σχολικοί δρόμοι εντάσσονται σε αυτή τη δυνατότητα: καθιστούν δυνατή την παρέμβαση σε πολλές μικρές επιφάνειες που κατανέμονται σε όλες τις περιοχές, συχνά σε πυκνές γειτονιές όπου τα παιδιά δεν έχουν ήρεμους, σκιασμένους και ασφαλείς χώρους.

Από ακουστικής άποψης, το κλείσιμο ενός σχολικού δρόμου δρα κυρίως στην πηγή. Η απομάκρυνση της κυκλοφορίας μπροστά από το σχολείο μειώνει τους ήχους των αυτοκινήτων (κινητήρες, επιτάχυνση, φρεναρίσματα, ανοιγόκλεισιμο θυρών των οχημάτων, κόρνες). Ακόμα και όταν η βλάστηση δεν λειτουργεί ως τεχνητό ακουστικό φράγμα, βοηθά στη μεταμόρφωση της αντίληψης του χώρου: ένας φυτεμένος, σκιασμένος πεζόδρομος γίνεται αντιληπτός ως λιγότερο επιθετικός από έναν δρόμο με αυξημένη

κίνηση. Αυτή η διάκριση είναι απαραίτητη. Η πολιτική για τον θόρυβο συνδυάζει μετρήσιμη μείωση της όχλησης με βελτίωση της αντιληπτής ηχητικής ατμόσφαιρας.

Το πρόγραμμα επεμβαίνει επίσης τις κοινωνικές χρήσεις. Μπροστά από ένα συμβατικό σχολείο, ο δρόμος είναι συχνά ένας χώρος έντασης: διπλοπαρκαρισμένα αυτοκίνητα, βιαστικοί γονείς, παιδιά που διασχίζουν οχήματα και θόρυβος και ρύπανση συγκεντρωμένα τις ίδιες ώρες της ημέρας. Σε έναν “σχολικό δρόμο”, ο χώρος γίνεται ένα προστατευτικό κατώφλι. Τα παιδιά μπορούν να περιμένουν, να περπατούν, να παίζουν ή να κάνουν ποδήλατο σε ένα εύληπτο περιβάλλον. Οι γονείς έχουν έναν χώρο συνάντησης που δεν είναι επικίνδυνος. Οι κάτοικοι επωφελούνται από έναν ήρεμο δημόσιο χώρο, εκτός σχολικών ωρών. Ο δρόμος, από διάδρομος κυκλοφορίας καθίσταται επέκταση της γειτονιάς (Adaptaville, 2023).

Συνεπώς, τα αναμενόμενα αποτελέσματα αφορούν την οδική ασφάλεια, την ποιότητα του αέρα, την ψυχική υγεία, τη σωματική δραστηριότητα, τη βιοποικιλότητα και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Πρωτοβουλίες όπως το Adaptaville περιγράφουν τους σχολικούς δρόμους του Παρισιού ως ήρεμους χώρους και νησίδες δροσιάς στο αστικό περιβάλλον, συνδυάζοντας την πεζοδρόμηση και το πρασίνισμα. Η μεγάλης κλίμακας φύτευση δέντρων παίζει σημαντικό ρόλο καθώς μειώνει την έκθεση στο άμεσο ηλιακό φως, βελτιώνει την άνεση στο περπάτημα και καθιστά τον δημόσιο χώρο πιο φιλόξενο κατά τη διάρκεια περιόδων καύσωνα. (Adaptaville, 2023).

Ωστόσο, αυτή η πολιτική έχει και αρκετούς περιορισμούς. Δεν μπορούν να κλείσουν όλοι οι δρόμοι με τον ίδιο τρόπο: ορισμένοι συχνά δίνουν πρόσβαση για ανεφοδιασμούς, για χώρους στάθμευσης για περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών ή σε μέσα μαζικής μεταφοράς. Η επέκταση του πρασίνου εξαρτάται επίσης από τις υφιστάμενες υποδομές του μετρό, με την ύπαρξη πολλών υπόγειων τεχνικών δικτύων σε σχετικά ρηχό υπέδαφος. Τέλος, το πραγματικό ακουστικό αποτέλεσμα πρέπει να αξιολογηθεί μέσω μετρήσεων πριν και μετά τις επεμβάσεις και με έρευνες γνώμης των χρηστών. Η χαρτογράφηση του θορύβου από το Bruitparif, οι εδαφικές διαγνώσεις του APUR και οι μέθοδοι του Cerema μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό σχολείων που μπορούν να λάβουν προτεραιότητα: εκείνα που βρίσκονται κοντά σε θορυβώδεις δρόμους, σε πυκνές και ζεστές γειτονιές με έλλειψη πρασίνου καθώς και κοινωνικά ευάλωτες γειτονιές.

Η μετατροπή του σχολικού περιβάλλοντος σε ζώνες χωρίς αυτοκίνητα δείχνει πώς η πολιτική για τον θόρυβο μπορεί συντελεστεί ως μία ολιστική πολιτική αστικού μετασχηματισμού. Ξεκινώντας από έναν στόχο υγείας (την προστασία των παιδιών από τον θόρυβο και τη ρύπανση) παράγει νέους δημόσιους χώρους που είναι ασφαλέστεροι, πράσινοι και θερμικά άνετοι. Οι “σχολικοί δρόμοι” δεν είναι συνιστούν επομένως μόνο τοπικές παρεμβάσεις αλλά αντιπροσωπεύουν κι ένα μοντέλο μιας πιο ήρεμης πόλης, όπου η μείωση του θορύβου γίνεται εργαλείο για την περιβαλλοντική δικαιοσύνη και την καθημερινή ποιότητα ζωής.

5.3. Case Study III- Καλλιέργεια και διατήρηση της ανοιχτής γης.

Η καλλιέργεια και η συντήρηση ανοιχτών χώρων μπορεί να φαίνεται άσχετη με την πολιτική για τον θόρυβο. Ωστόσο, στο Παρίσι, η μετατροπή των εδαφών σε ζωντανά, καλλιεργημένα ή φυτεμένα εδάφη αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης στρατηγικής για τη βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος. Οι “ανοιχτοί χώροι” εδώ, αναφέρονται σε περιοχές γυμνού εδάφους, κοινοτικούς κήπους, αστικούς λαχανόκηπους, αποστραγγισμένες αυλές, φυτεμένα παρτέρια και ορισμένες γεωργικές εκτάσεις που προκύπτουν από το πρόγραμμα “Les Parisculteurs”. Αυτοί οι χώροι συμβάλλουν επίσης στη δημιουργία πιο ήρεμης ατμόσφαιρας, στη μείωση της κυριαρχίας των θορυβωδών υποδομών και στην παροχή χώρων χαλάρωσης σε μια πυκνοκατοικημένη πόλη.

Το σημείο εκκίνησης είναι πάντα η υγεία. Η Bruitparif εκτιμά ότι ο θόρυβος των μεταφορών στην πυκνοκατοικημένη περιοχή Île-de-France αντιπροσωπεύει περίπου 108.000 χρόνια υγιούς ζωής που χάνονται κάθε χρόνο, κυρίως λόγω διαταραχών ύπνου και ενόχλησης. Αυτά τα δεδομένα καταδεικνύουν ότι ο θόρυβος είναι ένα ζήτημα δημόσιας υγείας συγκρίσιμο με την ατμοσφαιρική ρύπανση ή τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Πρέπει επομένως να αντιμετωπιστεί ολιστικά μέσω του μετασχηματισμού του περιβάλλοντος διαβίωσης. (Bruitparif, 2019).

Σε αυτό το πλαίσιο, η αποκάλυψη του φυσικού εδάφους αποτελεί έναν έμμεσο αλλά πραγματικό μοχλό αστικής μετατροπής. Η Cerema ορίζει τη στεγανότητα ως την κάλυψη του εδάφους με ένα αδιαπέραστο υλικό, όπως η ασφαλτος ή το σκυρόδεμα, το οποίο μειώνει

την ικανότητα διείσδυσης νερού. Η αποσφράγιση του εδάφους περιλαμβάνει την αντικατάσταση αυτών των επιφανειών με άλλες διαπερατές και την επανασύνδεση της διαχείρισης των ομβρίων υδάτων με το έδαφος (Cerema, 2022). Η Cerema τονίζει επίσης ότι η αναζωογόνηση των αστικών εδαφών βελτιώνει το περιβάλλον διαβίωσης, προωθεί τον κύκλο του νερού, υποστηρίζει τη βιοποικιλότητα και βοηθά στη μείωση των αστικών θερμικών νησίδων (Cerema, 2023). Αυτά τα περιβαλλοντικά οφέλη έχουν μια ηχητική διάσταση: ένας πιο πράσινος, με μικρότερο κυκλοφοριακό φορτίο και βιώσιμος χώρος μεταβάλλει την αντίληψη του θορύβου.

Το APUR προσφέρει μια χωρική προοπτική σε αυτόν τον μετασχηματισμό. Στο έργο του για τους πράσινους δημόσιους χώρους, ο οργανισμός εντοπίζει ένα δυναμικό σχεδόν 20.000 δέντρων και 145 εκταρίων βλάστησης στο επίπεδο του εδάφους στο Παρίσι. Αυτή η εκτίμηση δείχνει ότι η πόλη έχει ακόμα περιθώρια για μετασχηματισμό σε δρόμους, πλατείες, εισόδους κτηρίων, περιοχές γύρω από δημόσιες εγκαταστάσεις. Οι ανοιχτοί χώροι στη συνέχεια διαμορφώνουν ένα δίκτυο: σχηματίζουν όχι απλώς ξεχωριστές νησίδες αλλά κι ένα δίκτυο μικροχώρων ικανών να διαφοροποιήσουν τις καθημερινές μετακινήσεις (APUR, 2020).

Το πρόγραμμα “Les Parisculteurs” καταδεικνύει αυτή τη μετατόπιση. Προήλθε από τον εντοπισμό, το 2013, του δυναμικού για πράσινες στέγες στο Παρίσι από το APUR, μερικές από τις οποίες θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν μορφές αστικής γεωργίας. Σύμφωνα με την παρουσίαση του προγράμματος, έχουν υλοποιηθεί περισσότερα από 80 έργα, που αντιπροσωπεύουν 24 εκτάρια, συμπεριλαμβανομένων 15 εκταρίων στο Παρίσι. Αυτά τα έργα ανεβάζουν την έκταση της αστικής γεωργίας στο Παρίσι σε 37 εκτάρια, σε στέγες, τοίχους, σε υπόγεια και σε ανοιχτό έδαφος (Les Parisculteurs, 2025). Το πρόγραμμα βασίζεται στην εκμετάλλευση δημόσιας και ιδιωτικής γης, με εταίρους που διαθέτουν χώρους σε ενώσεις, επιχειρήσεις ή γεωργικούς οργανισμούς.

Η σχέση με την πολιτική για τον θόρυβο μπορεί να γίνει κατανοητή σε τρία επίπεδα. Πρώτον, η καλλιέργεια ανοιχτής γης συχνά συμβαδίζει με τη μείωση του χώρου που διατίθεται για αυτοκίνητα, χώρους στάθμευσης ή ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες. Λιγότερος χώρος στους δρόμους σημαίνει λιγότερο θόρυβο. Δεύτερον, αυτοί οι χώροι παράγουν εναλλακτικά ηχητικά τοπία με ήπιες δραστηριότητες και φυσικά ηχοτοπία (πουλιά, φύλλα, νερό κλπ.). Τέλος, δημιουργούν για τους κατοίκους, χώρους καταφυγής

από το θόρυβο της πόλης. Η βλάστηση δεν είναι ένα ακουστικό φράγμα, αλλά αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο βιώνεται ο θόρυβος.

Αυτή η προσέγγιση ευθυγραμμίζεται με το PNSE 4, το οποίο υποστηρίζει ένα ολοκληρωμένο όραμα για την υγεία, το περιβάλλον και την καθημερινή έκθεση στη ρύπανση. Το PNSE 4 δίνει έμφαση στην αρχή “Ένα Περιβάλλον, Μία Υγεία” και επιδιώκει να βελτιώσει την ενημέρωση, την πρόληψη και τη δράση σχετικά με τους περιβαλλοντικούς κινδύνους. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η καλλιεργούμενη γη δεν είναι απλώς μια παραγωγική επιφάνεια. Είναι θεμέλιο της περιβαλλοντικής υγείας. Βελτιώνει τη θερμική άνεση, προωθεί τη βιοποικιλότητα, υποστηρίζει τις τοπικές διατροφικές πρακτικές και μπορεί να συμβάλει στη μείωση των επιπέδων θορύβου. (PNSE 4, 2021-2025).

Η συντήρηση, ωστόσο, είναι ένα βασικό ζήτημα. Η κακοσυντηρημένη ανοιχτή γη μπορεί να υποβαθμιστεί, να οδηγήσει σε συγκρούσεις σχετικά με τη χρήση γης ή να δημιουργήσει τις δικές της οχλήσεις: ανεφοδιασμοί, μηχανήματα, προγράμματα ποτίσματος, κακή διαχείριση κομπόστ και θορυβώδεις συγκεντρώσεις. Η ακουστική ποιότητα εξαρτάται επομένως από τη διακυβέρνηση. Τα έργα θα πρέπει να δίνουν προτεραιότητα σε εργαλεία χαμηλού θορύβου, να περιορίζουν τις μηχανοκίνητες παρεμβάσεις, να οργανώνουν προγράμματα συντήρησης, να παρέχουν σαφείς πεζόδρομους και να εμπλέκουν τους κατοίκους της περιοχής. Οι Parisculteurs δίνουν έμφαση στις εκπαιδευτικές, κοινωνικές, επιμορφωτικές και ευαισθητοποιητικές λειτουργίες των αστικών αγροκτημάτων (Les Parisculteurs, 2025).

Ο μετασχηματισμός της ανοιχτής γης είναι επίσης θέμα περιβαλλοντικής δικαιοσύνης. Οι γειτονιές που είναι πιο εκτεθειμένες στον θόρυβο είναι συχνά εκείνες που συνδυάζουν πυκνότητα, θερμότητα, περιορισμένη βλάστηση και εγγύτητα σε υποδομές. Ο συνδυασμός χαρτών θορύβου από το Bruitparif, του δυναμικού πρασίνου του APUR και των μεθόδων αναζωογόνησης της Cerema επιτρέπει τον εντοπισμό περιοχών προτεραιότητας.

Η καλλιέργεια και η συντήρηση ανοιχτών χώρων καταδεικνύουν και σε αυτή την περίπτωση, ότι η διαχείριση του θορύβου μπορεί να επεκταθεί πέρα από την απλή καταγραφή της έντασης του ήχου. Κάθιστώντας τα εδάφη διαπερατά και καλλιεργήσιμα, το Παρίσι μεταμορφώνει επίσης τις χρήσεις, τις αντιλήψεις και την αίσθηση του αστικού περιβάλλοντος. Οι ανοιχτοί χώροι μετατρέπονται σε διακριτές υποδομές για την

περιβαλλοντική υγεία. Εξασφαλίζουν τον δροσιμό, την απορροή των βρόχινων υδάτων, υποστηρίζουν τη βιοποικιλότητα, ενισχύουν τις κοινωνικές συνδέσεις.

6. Άλλες ευρωπαϊκές χώρες

6.1. City 30- Βρυξέλλες

Το στρατηγικό σχέδιο City 30 στις Βρυξέλλες, το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή την 1^η Ιανουαρίου 2021, καθιέρωσε το όριο ταχύτητας των 30 km/h ως προεπιλεγμένο όριο στο μεγαλύτερο μέρος του οδικού δικτύου της Περιφέρειας των Βρυξελλών, με εξαίρεση ορισμένους κύριους οδικούς άξονες. Το μέτρο εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο πολιτικών βιώσιμης αστικής κινητικότητας και επιδιώκει την βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της ποιότητας ζωής καθώς και τη μείωση της έκθεσης του πληθυσμού στον κυκλοφοριακό θόρυβο (Köllinger, 2023).

Από επιστημονική σκοπιά, η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων επηρεάζει άμεσα τα επίπεδα θορύβου, κυρίως μέσω της μείωσης του θορύβου πρόσφυσης ελαστικών-οδοστρώματος και της εξομάλυνσης της κυκλοφοριακής ροής, με λιγότερα επεισόδια απότομης επιτάχυνσης και πέδησης. Οι επιδράσεις αυτές είναι ιδιαίτερα έντονες σε αστικά περιβάλλοντα με υψηλή πυκνότητα διασταυρώσεων και συχνές στάσεις (Damsere-Derry et al., 2019).

Εμπειρικές μελέτες τύπου “πριν- μετά”, δείχνουν ότι η εφαρμογή γενικευμένων ορίων ταχύτητας 30 km/h μπορεί να οδηγήσει σε μέσες μειώσεις κυκλοφοριακού θορύβου της τάξης των 1,5–2 dB, τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας, με παράλληλη μείωση της ηχητικής όχλησης και των διαταραχών ύπνου των κατοίκων (Damsere-Derry et al., 201, Khomenko et al., 2022). Ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας επιβεβαιώνει ότι το City 30 παρουσιάζει συνεπή περιβαλλοντικά οφέλη, με μέσες μειώσεις θορύβου που

προσεγγίζουν τα 2,5 dB, καθιστώντας τη διαχείριση ταχύτητας ως ένα αποδοτικό εργαλείο στο πλαίσιο των Σχεδίων Δράσης για τον Θόρυβο (Yannis & Michelaraki, 2024).

Στην περίπτωση των Βρυξελλών, οι πρώτες αξιολογήσεις από τις περιβαλλοντικές αρχές καταγράφουν μειώσεις 1,5 έως 4,8 dB, σε επιλεγμένες τοποθεσίες, επιβεβαιώνοντας ότι το City 30 συνάδει με τις κατευθύνσεις της Οδηγίας 2002/49/EK για τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου και συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση του αστικού ηχητικού περιβάλλοντος (European Commission, 2002· Köllinger, 2023).

6.2. Χαρτογράφηση και πολιτικές μείωσης του θορύβου στη Μπολόνια

Η Μπολόνια συνιστά ένα ώριμο ευρωπαϊκό παράδειγμα πόλης, όπου η στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου αξιοποιείται συστηματικά για τον σχεδιασμό και την ιεράρχηση πολιτικών μείωσης του περιβαλλοντικού θορύβου. Ως μεγάλο αστικό συγκρότημα, υπάγεται στις απαιτήσεις της Οδηγίας 2002/49/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου, η οποία επιβάλλει την περιοδική εκπόνηση χαρτών θορύβου και την κατάρτιση Σχεδίων Δράσης βάσει ποσοτικοποιημένης έκθεσης του πληθυσμού (European Commission, 2002).

Η επιστημονική βιβλιογραφία έχει τεκμηριώσει τη μεθοδολογία που εφαρμόζεται στη στρατηγική χαρτογράφηση του αστικού συγκροτήματος της Μπολόνια, με έμφαση στην ενοποίηση πολλαπλών πηγών θορύβου σε ένα ενιαίο πλαίσιο μοντελοποίησης. Οι μελέτες υπογραμμίζουν τη σημασία της χρήσης υψηλής ανάλυσης κυκλοφοριακών δεδομένων, λεπτομερών ψηφιακών μοντέλων εδάφους και τυποποιημένων μοντέλων ακουστικής διάδοσης, ώστε οι χάρτες έκθεσης να είναι αξιόπιστοι και συγκρίσιμοι μεταξύ διαδοχικών κύκλων σχεδιασμού (Garai & Fattori, 2009). Μέσω αυτής της διαδικασίας εντοπίζονται “θερμές περιοχές” (hotspots) υπέρβασης ορίων, οι οποίες αποτελούν προτεραιότητα των μελλοντικών επεμβάσεων.

Η σύνδεση της χαρτογράφησης με συγκεκριμένα μέτρα αναδεικνύεται και σε εφαρμοσμένες μελέτες περίπτωσης εντός της πόλης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η περιοχή Navile όπου συνδυάστηκαν επιτόπιες μετρήσεις περιβαλλοντικού θορύβου με αριθμητικές προσομοιώσεις, προκειμένου να αξιολογηθούν οι υπερβάσεις των ορίων που

θέτουν οι Ιταλικές και Ευρωπαϊκές στρατηγικές και να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα στοχευμένων παρεμβάσεων, όπως η εγκατάσταση ηχοπετασμάτων και προσαρμογές αστικού σχεδιασμού (Fusaro & Garai, 2024).

Πέραν των τεχνικών παρεμβάσεων, η προσέγγιση της Μπολόνια ενσωματώνει και μηχανισμούς διακυβέρνησης και ελέγχου, μέσω συνεργασίας με την περιφερειακή περιβαλλοντική αρχή (ARPAE) για τη διαχείριση καταγγελιών, την παρακολούθηση και τον έλεγχο της συμμόρφωσης. Έτσι, η χαρτογράφηση θορύβου λειτουργεί όχι μόνο ως υποχρέωση αναφοράς, αλλά και ως εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για συνεκτική και τεκμηριωμένη πολιτική μείωσης του αστικού θορύβου (European Environment Agency, 2020).

6.3. Åtgärdsprogram mot buller- Σουηδία

Το Åtgärdsprogram mot buller (Σχέδιο Δράσης για τον Θόρυβο) αποτελεί το βασικό εργαλείο πολιτικής μέσω του οποίου οι σουηδικές πόλεις μεταφράζουν τη στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου σε συγκεκριμένα μέτρα ελέγχου. Τα προγράμματα αυτά καταρτίζονται και εφαρμόζονται στο πλαίσιο της Οδηγίας 2002/49/EK για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου και αναθεωρούνται σε επαναλαμβανόμενους κύκλους σχεδιασμού, συνήθως ανά πενταετία (European Commission, 2002). Σε μεγάλα αστικά συγκροτήματα, όπως η Στοκχόλμη, το Åtgärdsprogram mot buller βασίζεται άμεσα στα δεδομένα έκθεσης του πληθυσμού που προκύπτουν από τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου και χρησιμοποιούνται για την ιεράρχηση παρεμβάσεων σε περιοχές όπου παρατηρούνται υπερβάσεις θεσμοθετημένων ορίων.

Η επιστημονική βιβλιογραφία επισημαίνει ότι τα σουηδικά Σχέδια Δράσης για τον Θόρυβο εστιάζουν κυρίως στον οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο, ο οποίος αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή περιβαλλοντικού θορύβου στις αστικές περιοχές (Gidlöf-Gunnarsson et al., 2012). Τα συνήθη μέτρα που περιλαμβάνονται στα Åtgärdsprogram mot buller είναι η διαχείριση της κυκλοφορίας (μείωση ταχυτήτων και εξομάλυνση ροών), η χρήση low-noise οδοστρωμάτων, η κατασκευή ηχοπετασμάτων, η ηχομόνωση όψεων κατοικιών και η

προστασία ή ανάδειξη “ήσυχων περιοχών” (quite zones). Μελέτες αξιολόγησης δείχνουν ότι τέτοιες στοχευμένες παρεμβάσεις, όταν βασίζονται στην χαρτογράφηση θορύβου, οδηγούν σε μετρήσιμες μειώσεις των ισοδύναμων επιπέδων θορύβου και κυρίως, σε μείωση της αντιλαμβανόμενης όχλησης των κατοίκων (Gidlöf-Gunnarsson & Öhrström, 2007).

Πέρα από τα τεχνικά μέτρα, αναγνωρίζεται η σημασία της ενσωμάτωσης των Σχεδίων Δράσης για τον Θόρυβο στον ευρύτερο αστικό και συγκοινωνιακό σχεδιασμό. Σουηδικές μελέτες περίπτωσης δείχνουν ότι ο συνδυασμός πολιτικών θορύβου με τον πολεοδομικό σχεδιασμό, τη βιώσιμη κινητικότητα και τις συμμετοχικές διαδικασίες του κοινού, ενισχύει τόσο την αποτελεσματικότητα όσο και την κοινωνική αποδοχή των μέτρων (Alves et al., 2015). Η προσέγγιση αυτή ευθυγραμμίζεται και με τα δεδομένα που συνδέουν τη μακροχρόνια έκθεση σε θόρυβο με διαταραχές ύπνου, καρδιαγγειακούς κινδύνους και μείωση της ευεξίας (Basner et al., 2014).

Συνολικά, το Åtgärdsprogram mot buller στη Σουηδία αναδεικνύεται όχι απλώς ως εργαλείο συμμόρφωσης με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, αλλά ως στρατηγικό, τεκμηριωμένο μέσο σχεδιασμού, το οποίο συνδέει την επιστημονική αξιολόγηση του θορύβου με μακροπρόθεσμους στόχους ποιότητας ζωής στις πόλεις.

7. Αναμενόμενα αποτελέσματα και αξιολόγηση

Το Παρίσι έχει ήδη καταγράψει σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα του αέρα την τελευταία δεκαετία, ιδίως σε ό,τι αφορά το NO₂ και τα μικροσωματίδια. Αυτές οι βελτιώσεις συνδέονται με καθαρότερα οχήματα, μείωση της κυκλοφορίας, ποδηλασία, μετασχηματισμό δημόσιων χώρων, μέτρα δόμησης και ευρύτερες κανονιστικές αλλαγές (Airparif, 2025). Στα αναμενόμενα μελλοντικά αποτελέσματα αναμένονται περαιτέρω μειώσεις στο NO₂ που σχετίζεται με την κυκλοφορία, χαμηλότερη έκθεση κοντά σε σχολεία και κεντρικούς δρόμους, μείωση του αριθμού κατοίκων που εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα θορύβου και σταδιακή ευθυγράμμιση με αυστηρότερα ευρωπαϊκά και προσανατολισμένα στον ΠΟΥ, πρότυπα (Medina et al., 2025).

Ωστόσο, τα αποτελέσματα αναμένεται να ποικίλλουν χωρικά. Οι κεντρικές πεζοδρομημένες ή περιορισμένες σε κυκλοφορία περιοχές ενδέχεται να βελτιωθούν ταχύτερα από τις οριακές ζώνες, τους διαδρόμους εφοδιαστικών αλυσίδων ή την Boulevard Périphérique (Bruitparif, 2024). Η μεγαλύτερη πρόκληση είναι για την κυκλοφορία που περιορίζεται σε μια περιοχή, να μην μετατοπιστεί σε μια άλλη ευάλωτη περιοχή (Rajagopalan et al., 2024). Η αξιολόγηση θα πρέπει επομένως να προσβλέπει στην παρακολούθηση και εκτίμηση “πριν και μετά”, στην καταμέτρηση της κυκλοφορίας, την μοντελοποίηση της έκθεσης σε ρύπους, την αξιολόγηση των επιπτώσεων στην υγεία και τους δείκτες ισότητας (Kumar et al., 2015).

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα για την υγεία είναι σημαντικά. Η χαμηλότερη έκθεση σε PM_{2.5} και NO₂ αναμένεται να μειώσει την πρόωγη θνησιμότητα, το άσθμα, τις καρδιαγγειακές παθήσεις και άλλες χρόνιες παθήσεις (Medina et al., 2025). Η μείωση του νυχτερινού θορύβου θα βελτιώσει τον ύπνο και θα μειώσει τις ασθένειες που σχετίζονται με το άγχος (Münzel et al., 2021). Η αυξημένη χρήση ποδηλάτου, τα δίκτυα περιπάτων θα αυξήσουν την σωματική δραστηριότητα, με οφέλη για την καρδιομεταβολική υγεία (Münzel et al., 2021). Οι αναβαθμισμένοι δημόσιοι χώροι θα υποστηρίξουν την κοινωνική ζωή και την υποκειμενική ευεξία (Mouratidis, 2021).

Υπάρχουν επίσης οφέλη για το κλίμα και την ανθεκτικότητα. Η μείωση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την κατανάλωση ενέργειας. Το πράσινο μειώνει το θερμικό στρες. Οι συμπαγείς γειτονιές μικτής χρήσης μειώνουν τη ζήτηση για μετακινήσεις. Και οι πιο “υγιείς” δρόμοι μπορούν να αυξήσουν την κοινωνική αποδοχή της οικολογικής μετάβασης προς τα κλιματικά ουδέτερα κτήρια και βιώσιμες πόλεις. (Nieuwenhuijsen, 2020).

Βιβλιογραφία

- Alam, P., Ahmad, K., Afsar, S., & Akhter, N. (2020). Noise monitoring, mapping, and modelling studies: A review. *Journal of Ecological Engineering*, 21(4), 82–93. <https://doi.org/10.12911/22998993/119804>
- Aletta, F., Kang, J., & Axelsson, Ö. (2016). Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. *Landscape and Urban Planning*, 149, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.02.001>
- Alves, S., Estévez-Mauriz, L., Aletta, F., Echevarría Sánchez, G. M., & Puyana Romero, V. (2015). Towards the integration of urban sound planning in urban development processes: The study of four test sites within the SONORUS project. *Noise Mapping*, 2(1), 57–85. <https://doi.org/10.1515/noise-2015-0005>
- Appel-Meulenbroek, H. A. J. A., Steps, S. I., Wenmaekers, R. H. C., & Arentze, T. A. (2021). Coping strategies and perceived productivity in open-plan offices with noise problems. *Journal of Managerial Psychology*, 36(4), 400–414. <https://doi.org/10.1108/JMP-09-2019-0526>
- Ascari, E., Cerchiali, M., Fredianelli, L., Melluso, D., & Licitra, G. (2024). Tuning user-defined pavements in CNOSSOS-EU towards reliable estimates of road noise exposure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 130, Article 104195. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104195>
- Asensio, C., Pavón, I., & De Arcas, G. (2026). A methodological framework for urban noise exposure assessment exploiting citizen itineraries and environmental noise maps. *Applied Acoustics*, 242, 111114. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2025.111114>
- Babisch W. (2014). Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise & health*, 16(68), 1–9. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.127847>
- Baclet, S., Venkataraman, S., Rumpler, R., Billsjö, R., Horvath, J., & Österlund, P. E. (2022). From strategic noise maps to receiver-centric noise exposure sensitivity mapping. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103114>

- Baclet, S., Khoshkhah, K., Pourmoradnasseri, M., Rumpler, R., & Hadachi, A. (2023). Near-real-time dynamic noise mapping and exposure assessment using calibrated microscopic traffic simulations. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103922>
- Badach, J., Dymnicka, M., & Baranowski, A. (2020). Urban vegetation in air quality management: A review and policy framework. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12031258>
- Barber, J. R., Crooks, K. R., & Fristrup, K. M. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(3), 180–189. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.08.002>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Beelen, R., Hoek, G., Houthuijs, D., van den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., Fischer, P., Schouten, L. J., Armstrong, B., & Brunekreef, B. (2009). The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(4), 243–250. <https://doi.org/10.1136/oem.2008.042358>
- Blanco, J. C., & Flindell, I. H. (2011). Property prices in urban areas affected by road traffic noise. *Applied Acoustics*, 72(4), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.11.004>
- Bocher, E., Guillaume, G., Picaut, J., Petit, G., & Fortin, N. (2019). NoiseModelling: An Open Source GIS Based Tool to Produce Environmental Noise Maps. *ISPRS Int. J. Geo Inf.*, 8, 130. <https://doi.org/10.3390/ijgi8030130>
- Boumchich, A., Picaut, J., Aumond, P., Can, A., & Bocher, E. (2024). Blind Calibration of Environmental Acoustics Measurements Using Smartphones. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 24(4), 1255. <https://doi.org/10.3390/s24041255>
- Brambilla, G., & Pedrielli, F. (2020). Smartphone-based participatory soundscape mapping for a more sustainable acoustic environment. *Sustainability*, 12(19), 7899. <https://doi.org/10.3390/su12197899>

- Brooks, C. A., Clavier, O., Fellows, A., Rieke, C., Niemczak, C., Gui, J., Pryor, N. J., Gallagher, H. L., Murphy, S., Wise, S., Healy-Leavitt, C., Allen, L., & Buckey, J. (2022). Distortion product otoacoustic mapping measured pre- and post-loud sound exposures. *International Journal of Audiology*, 61(3), 187–196. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1928303>
- Brown, A. L., & Muhar, A. (2004). An approach to the acoustic design of outdoor space. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47(6), 827–842. <https://doi.org/10.1080/0964056042000284857>
- Can, A., Dekoninck, L., Rademaker, M., Van Renterghem, T., De Baets, B., & Botteldooren, D. (2011). Noise measurements as proxies for traffic parameters in monitoring networks. *Science of the Total Environment*, 410–411, 198–204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.053>
- Cao, J., & Kang, J. (2024). Effect of human sound component on the sociability of urban public spaces—a case study in Sheffield, UK. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, Article 1523. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03929-y>
- Chen, F., Zhang, W., Mfarrej, M. F. B., Saleem, M. H., Khan, K. A., J., Raposo, A., & Han, H. (2024). Breathing in danger: Understanding the multifaceted impact of air pollution on health impacts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 280, 116532. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116532>
- Clark, C., Martin, R., van Kempen, E., Alfred, T., Head, J., Davies, H. W., Haines, M. M., Lopez-Barrio, I., Matheson, M., & Stansfeld, S. A. (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: The RANCH Project. *American Journal of Epidemiology*, 163(1), 27–37. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj001>
- Damsere-Derry, J., Ebel, B. E., Mock, C. N., Afukaar, F., Donkor, P., & Kalowole, T. O. (2019). Evaluation of the effectiveness of traffic calming measures on vehicle speeds and pedestrian injury severity in Ghana. *Traffic Injury Prevention*, 20(3), 336–342. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1581925>
- Diekmann, A., Bruderer Enzler, H., Hartmann, J., Kurz, K., Liebe, U., & Preisendörfer, P. (2023). Environmental inequality in four European cities: A study combining household

survey and geo-referenced data. *European Sociological Review*, 39(1), 44–66.
<https://doi.org/10.1093/esr/jcac028>

Dittrich, M., Carletti, E., & Spellerberg, G. (2016). The ODELIA study on noise limits for outdoor machinery. In *Proceedings of INTER-NOISE 2016: 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. International Institute of Noise Control Engineering.

Durán del Amor, M. del M., Caracena, A. B., Llorens, M., & Esquembre, F. (2022). Tools for evaluation and prediction of industrial noise sources: Application to a wastewater treatment plant. *Journal of Environmental Management*, 319, 115725.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115725>

Egeland, J., Lund, O., Kowalik-Gran, I., Aarlien, A. K., & Söderlund, G. B. W. (2023). Effects of auditory white noise stimulation on sustained attention and response time variability. *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1301771.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1301771>

Ehmer, H., Classen, A. B., & Müller, L. (2023). The effectiveness of regulatory noise mitigation measures. *Transportation Research Procedia*, 75, 23–32.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.12.004>

Evensen, K. H., Raanaas, R. K., & Fyhri, A. (2016). Soundscape and perceived suitability for recreation in an urban designated quiet zone. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 243–248. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.09.003>

Francis, C. D., Ortega, C. P., & Cruz, A. (2009). Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology*, 19(16), 1415–1419.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.06.052>

Fusaro, G., & Garai, M. (2024). Acoustic requalification of an urban evolving site and design of a noise barrier: A case study at the Bologna Engineering School. *Applied Sciences*, 14(5), Article 1837. <https://doi.org/10.3390/app14051837>

Garai, M., & Fattori, D. (2009). Strategic noise mapping of the agglomeration of Bologna, Italy. *WIT Transactions on the Built Environment*, 107, 519–528.
<https://doi.org/10.2495/UT090461>

Gidlöf-Gunnarsson, A., & Öhrström, E. (2007). Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. *Landscape and Urban Planning*, 83(2–3), 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.03.003>

Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E., & Forssén, J. (2012). The effect of creating a quiet side on annoyance and sleep disturbances due to road traffic noise. In *Proceedings of INTER-NOISE 2012: 41st International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. International Institute of Noise Control Engineering.

Grote, R., Samson, R., Alonso, R., Amorim, J., Cariñanos, P., Churkina, G., Fares, S., Thiec, D., Niinemets, Ü., Mikkelsen, T., Paoletti, E., Tiwary, A., & Calfapietra, C. (2016). Functional traits of urban trees: Air pollution mitigation potential. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14, 543–550. <https://doi.org/10.1002/fee.1426>

Haapakangas, A., Kankkunen, E., Hongisto, V., Virjonen, P., Oliva, D., & Keskinen, E. (2011). Effects of five speech masking sounds on performance and acoustic satisfaction: Implications for open-plan offices. *Acta Acustica united with Acustica*, 97(4), 641–655. <https://doi.org/10.3813/AAA.918444>

Halfwerk, W., Holleman, L. J. M., Lessells, C. M., & Slabbekoorn, H. (2011). Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of Applied Ecology*, 48(1), 210–219. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01914.x>

Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2014). Environmental noise pollution in the United States: Developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115–119. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307272>

Hegewald, J., Schubert, M., Freiberg, A., Romero Starke, K., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., Zeeb, H., & Seidler, A. (2020). Traffic noise and mental health: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), Article 6175. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176175>

Héritier, H., Vienneau, D., Foraster, M., Eze, I. C., Schaffner, E., de Hoogh, K., Thiesse, L., Rudzik, F., Habermacher, M., Köpfli, M., Pieren, R., Brink, M., Cajochen, C., Wunderli, J. M., Probst-Hensch, N., & Röösli, M. (2019). A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: A

nationwide cohort study in Switzerland. *European Heart Journal*, 40(7), 598–603.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy650>

Hong, J. Y., & Jeon, J. Y. (2015). Influence of urban contexts on soundscape perceptions: A structural equation modeling approach. *Landscape and Urban Planning*, 141, 78–87.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.05.004>

Houthuijs, D., & de Leeuw, F. (2018). *Combined health impact assessment of noise and air quality in urban agglomerations: An explorative study* (ETC/ACM Technical Paper 2017/12). European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.
https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacm_tp_2017_12_hia_end_aggloms

Huang, Y., Lei, C., Liu, C.-H., Perez, P., Forehead, H., Kong, S., & Zhou, J. L. (2021). A review of strategies for mitigating roadside air pollution in urban street canyons. *Environmental Pollution*, 280, 116971. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116971>

Jafari, M. J., Sadeghian, M., Khavanin, A., Khodakarim, S., & Jafarpisheh, A. S. (2019). Effects of noise on mental performance and annoyance considering task difficulty level and tone components of noise. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 17(1), 353–365. <https://doi.org/10.1007/s40201-019-00353-2>

Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution: Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, 105, 130–137.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.052>

Jeon, J. Y., & Hong, J. Y. (2015). Classification of urban park soundscapes through perceptions of the acoustical environments. *Landscape and Urban Planning*, 141, 100–111.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.05.005>

Kallankandy, S., & Deswal, S. (2023). A comprehensive review of noise measurement, standards, assessment, geospatial mapping and public health. *Ecological Questions*.
<https://doi.org/10.12775/eq.2023.035>

Kephalopoulos, S., Paviotti, M., Anfosso-Lédée, F., Van Maercke, D., Shilton, S., & Jones, N. (2014). Advances in the development of common noise assessment methods in Europe:

The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping. *Science of the Total Environment*, 482–483, 400–410. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.031>

Kephalopoulos, S., Paviotti, M., & Anfosso-Lédée, F. (2012). *Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU)* (EUR 25379 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2788/31776>

Khomenko, S., Cirach, M., Barrera-Gómez, J., Pereira-Barboza, E., Iungman, T., Mueller, N., Foraster, M., Tonne, C., Thondoo, M., Jephcote, C., Gulliver, J., Woodcock, J., & Nieuwenhuijsen, M. (2022). Impact of road traffic noise on annoyance and preventable mortality in European cities: A health impact assessment. *Environment International*, 162, Article 107160. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107160>

King, E. A., Murphy, E., & Rice, H. J. (2011). Implementation of the EU Environmental Noise Directive: Lessons from the first phase of strategic noise mapping and action planning in Ireland. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 756–764. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.10.034>

Köllinger, C. (2023). *Brussels City 30: Changing the mobility model for a calmer city with safe roads and less noise*. EU Urban Mobility Observatory. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/resources/case-studies/brussels-city-30-changing-mobility-model-calmer-city-safe-roads-and-less-noise_en

Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou, M., Di Sabatino, S., Bell, M., Norford, L., & Britter, R. (2015). The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environment International*, 75, 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.019>

Lee, S., Chang, S., & Park, Y.-M. (2008). Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea. *Applied Acoustics*, 69(8), 704–714. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2007.02.009>

Leventhall, G., Pelmear, P., & Benton, S. (2003). *A review of published research on low frequency noise and its effects*. Department for Environment, Food and Rural Affairs. <https://docs.wind-watch.org/leventhall-defra-lowfreqnoise.pdf>

- Liu, F., Jiang, S., Kang, J., Wu, Y., Yang, D., Meng, Q., & Wang, C. (2022). *On the definition of noise*. Humanities and Social Sciences Communications, 9, Article 406. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01431-x>
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Yang, Q., Zhang, Y., Huo, Z., & Zhou, Z. (2020). Internet of Things for noise mapping in smart cities: State of the art and future directions. *IEEE Network*, 34(3), 112–118. <https://doi.org/10.1109/MNET.011.1900634>
- Lu, S.-Y., Huang, Y.-H., & Lin, K.-Y. (2020). Spectral content (colour) of noise exposure affects work efficiency. *Noise & Health*, 22(104), 19–27. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_61_18
- Ma, X., Zou, B., Deng, J., Gao, J., Longley, I., Xiao, S., Guo, B., Wu, Y., Xu, T., Xu, X., Yang, X., Wang, X., Tan, Z., Wang, Y., Morawska, L., & Salmond, J. (2024). A comprehensive review of the development of land use regression approaches for modeling spatiotemporal variations of ambient air pollution: A perspective from 2011 to 2023. *Environment International*, 183, 108430. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108430>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: A review. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- McEwen, B. S., & Stellar, E. (1993). Stress and the individual: Mechanisms leading to disease. *Archives of Internal Medicine*, 153(18), 2093–2101. <https://doi.org/10.1001/archinte.1993.00410180039004>
- Medina, S., Corso, M., Chanel, O., Wagner, V., de Crouy-Chanel, P., Host, S., Ndiaye, K., Colette, A., Real, E., Deguen, S., Cassadou, S., Chin, F., Delmas, M.-C., Fosse, S., Grave, C., Olié, V., Poinat, P., Pontiers, V., Allemand, N., & Blanchard, M. (2025a). *Estimation de la morbidité attribuable à l'exposition à long terme à la pollution de l'air ambiant et de ses impacts économiques en France hexagonale, 2016–2019. Volume 1: Évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS-PA)*. Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr/pollution-et-sante/air/enquetes-etudes/estimation-de-la-morbidite-attribuable-a-lexposition-a-long-terme-a-la-pollution-de-lair-ambiant-et>

Medina, S., Corso, M., Chanel, O., Wagner, V., de Crouy-Chanel, P., Host, S., Ndiaye, K., Colette, A., Real, E., Deguen, S., Cassadou, S., Chin, F., Delmas, M.-C., Fosse, S., Grave, C., Olié, V., Poinat, P., Pontiers, V., Allemand, N., & Blanchard, M. (2025b). *Estimation de la morbidité attribuable à l'exposition à long terme à la pollution de l'air ambiant et de ses impacts économiques en France hexagonale, 2016–2019. Volume 2: Évaluation des impacts économiques*. Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr/pollution-et-sante/air/enquetesetudes/estimation-de-la-morbidite-attribuable-a-lexposition-a-long-0>

Meller, G., De Lourenço, W. M., De Melo, V. S. G., & De Campos Grigoletti, G. (2023). Use of noise prediction models for road noise mapping in locations that do not have a standardized model: a short systematic review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11268-9>

Morawetz, U. B., Klaiber, H. A., & Zhao, H. (2024). The impact of traffic noise on the capitalization of public walking area: A hedonic analysis of Vienna, Austria. *Journal of Environmental Management*, 353, Article 120060. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120060>

Morel, J., Marquis-Favre, C., & Gille, L.-A. (2015). Noise annoyance assessment of various urban road vehicle pass-by noises in isolation and combined with industrial noise: A laboratory study. *Applied Acoustics*, 101, 47-57. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.07.017>

Morillas, J. M., Gozalo, G. R., González, D. M., Moraga, P. A., & Vilchez-Gómez, R. (2018). Noise pollution and urban planning. *Current Pollution Reports*, 4, 208–219.

Mouratidis, K. (2021). Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being. *Cities*, 115, 103229. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103229>

Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., & Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *European Heart Journal*, 35(13), 829–836. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu030>

- Münzel, T., Schmidt, F. P., Steven, S., Herzog, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2018). Environmental Noise and the Cardiovascular System. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(6), 688–697. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.12.015>
- Münzel, T., Sørensen, M., Lelieveld, J., Hahad, O., Al-Kindi, S., Nieuwenhuijsen, M., Giles-Corti, B., Daiber, A., & Rajagopalan, S. (2021). Heart healthy cities: Genetics loads the gun but the environment pulls the trigger. *European Heart Journal*, 42, 2422–2438. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab235>
- Nelson, J. P. (2004). Meta-analysis of airport noise and hedonic property values. *Journal of Transport Economics and Policy*, 38(1), 1–27
- Nieuwenhuijsen, M. (2016). Urban and transport planning, environmental exposures and health: New concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environmental Health*, 15. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0108-1>
- Nieuwenhuijsen, M. (2020). Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities: A review of the current evidence. *Environment International*, 105661. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105661>
- Nieuwenhuijsen, M. (2021). New urban models for more sustainable, liveable and healthier cities post COVID-19: Reducing air pollution, noise and heat island effects and increasing green space and physical activity. *Environment International*, 157, 106850. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106850>
- Nieuwenhuijsen, M., De Nazelle, A., Pradas, M. C., Daher, C., Dzhambov, A., Echave, C., Gössling, S., Iungman, T., Khreis, H., Kirby, N., Khomenko, S., Leth, U., Lorenz, F., Matkovic, V., Müller, J., Palència, L., Barboza, E. P., Pérez, K., Tatah, L., et al. (2024). The superblock model: A review of an innovative urban model for sustainability, liveability, health and well-being. *Environmental Research*, 118550. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118550>
- Pallas, M.-A., Bérengier, M., Chatagnon, R., Czuka, M., Conter, M., & Muirhead, M. (2016). Towards a model for electric vehicle noise emission in the European prediction method CNOSSOS-EU. *Applied Acoustics*, 113, 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.06.012>

- Rajagopalan, S., Vergara-Martel, A., Zhong, J. Y., Khraishah, H., Kosiborod, M. N., Neeland, I., Dazard, J., Chen, Z., Munzel, T., Brook, R. D., Nieuwenhuijsen, M., Hovmand, P. S., & Al-Kindi, S. G. (2024). The urban environment and cardiometabolic health. *Circulation*, 149, 1298–1314. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.123.067461>
- Ribeiro, C.R., Mietlicki, F., Jamard, P., Spindel, M., & Rolland, N. (2019). *Health impact of noise in Greater Paris Metropolis: Assessment of healthy life years lost*. Bruitparif.
- Ross, Z., Kheirbek, I., Clougherty, J. E., Ito, K., Matte, T., Markowitz, S., & Eisl, H. (2011). Noise, air pollutants and traffic: Continuous measurement and correlation at a high-traffic location in New York City. *Environmental Research*, 111(8), 1054–1063. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.09.004>
- Schipper, Y., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (1998). Why do aircraft noise value estimates differ? A meta-analysis. *Journal of Air Transport Management*, 4(2), 117–124. [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(98\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(98)00005-2)
- Schreckenber, D. & Hong, J. (2021, June 14–17). *Research on community response to noise 2017 to 2021* [Conference paper]. 13th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem, Stockholm, Sweden. https://www.icben.org/2021/ICBEN%202021%20Papers/full_paper_28619.pdf
- Schwela, D. (2022). Review of environmental noise policies and actions in 2017–2021. *South Florida Journal of Health*, 3(4), 329–352. <https://doi.org/10.46981/sfjvhv3n4-001>
- Sharifi, A., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2020). The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management. *Science of the Total Environment*, 749, 142391. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142391>
- Shukla, A., Tandel, B. N., & Parida, M. (2026). Investigating noise exposure in urban school environments using noise monitoring and spatial-mapping approach. *Noise Mapping*, 13(1), 20250022. <https://doi.org/10.1515/noise-2025-0022>
- Slabbekoorn, H., & Peet, M. (2003). Ecology: Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature*, 424(6946), 267. <https://doi.org/10.1038/424267a>

Smith-Jackson, T. L., & Klein, K. W. (2009). Open-plan offices: Task performance and mental workload. *Journal of Environmental Psychology*, 29(2), 279–289.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.09.002>

Sofianopoulos, S., Stigas, S., Stratakis, E., Tserpes, K., Faka, A., & Chalkias, C. (2024). Citizens as environmental sensors: Noise mapping and assessment on Lemnos Island, Greece, using VGI and web technologies. *European Journal of Geography*, 15(2), 106–119.
<https://doi.org/10.48088/ejg.s.sof.15.2.106.119>

Stansfeld, S. A., Berglund, B., Clark, C., Lopez-Barrio, I., Fischer, P., Öhrström, E., Haines, M. M., Head, J., Hygge, S., van Kamp, I., & Berry, B. F. (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: A cross-national study. *The Lancet*, 365(9475), 1942–1949. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66660-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66660-3)

Tang, J.-H., Lin, B.-C., Hwang, J.-S., Chen, L.-J., Wu, B.-S., Jian, H.-L., Lee, Y.-T., & Chan, T. (2022). Dynamic modeling for noise mapping in urban areas. *Environmental Impact Assessment Review*, 97, 106864. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106864>

Vogiatzis, K., & Remy, N. (2014). From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe. *Science of the Total Environment*, 482–483, 420–431.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.098>

Vogiatzis, K., & Remy, N. (2019). Environmental noise mapping as a smart urban tool development. In V. Bobek (Ed.), *Smart urban development*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.88449>

Voordeckers, D., Lauriks, T., Denys, S., Billen, P., Tytgat, T., & Acker, M. V. (2021). Guidelines for passive control of traffic-related air pollution in street canyons: An overview for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 207, 103980.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103980>

Windmann, U. (1997). A psychoacoustic annoyance concept for application in sound quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(5_Supplement), 3078.
<https://doi.org/10.1121/1.418779>

Yannis, G., & Michelaraki, E. (2024). Review of city-wide 30 km/h speed limit benefits in Europe. *Sustainability*, 16(11), Article 4382. <https://doi.org/10.3390/su16114382>

Εκδόσεις- Οδηγίες Οργανισμών

ACNUSA. (2021). Présentation de l'Autorité. <https://www.acnusa.fr/presentation-de-lautorite-115>.

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (2020). Synthèse des connaissances scientifiques concernant les effets sur la santé liés à l'exposition au bruit issu du trafic aérien: Saisine n° 2020-SA-0053. Rapport d'appui scientifique et technique. Anses. <https://www.anses.fr/en/system/files/AP2020SA0053Ra.pdf>

Airparif. (2025). Bilan de la qualité de l'air- Île-de-France, 2024.

<https://www.airparif.fr/bilan/2025/bilan-de-la-qualite-de-lair-ile-de-france-2024>

APUR. (2020). Orientations pour des espaces publics végétalisés à Paris.

<https://www.apur.org/fr/climat-environnement/vegetalisation/orientations-espaces-publics-vegetalises-paris>

APUR. (2024). Programme de travail partenarial 2024/2025. <https://www.apur.org/fr/programme-travail-partenarial-2024-2025>

Bruitparif. (n.d.). Bruit en Île-de-France : Mesures du bruit, cartes de bruit des transports, études et gestion de l'environnement sonore. <https://www.bruitparif.fr/>

Bruitparif. (2019). Quantification des impacts du bruit des transports en Île-de-France. <https://www.bruitparif.fr/quantification-des-impacts-du-bruit-des-transports-en-ile-de-france/>

Bruitparif. (2022). Évaluation de l'impact acoustique du passage généralisé de la limitation de vitesse de 50 km/h à 30 km/h dans Paris.

<https://www.bruitparif.fr/pages/Actualites/2022-08-30%20Impact%2030%20km%20h/2022-08-30%20Note%20de%20synth%C3%A8se%20%C3%A9valuation%20impact%2030%20km%20h%20Paris.pdf>

Bruitparif. (2023). La Métropole du Grand Paris met à jour ses cartes stratégiques de bruit. <https://www.bruitparif.fr/la-metropole-du-grand-paris-met-a-jour-ses-cartes-strategiques-de-bruit/>

Bruitparif. (2024). Impacts sanitaires du bruit des transports dans la zone dense de la région Île-de-France. <https://www.bruitparif.fr/pages/Entete/400%20Nos%20publications/700%20Rapports%20d%27%C3%A9tude/2024-06-30%20-%20Impacts%20sanitaires%20du%20bruit%20des%20transports%20dans%20la%20zone%20dense%20francilienne%20%28E4%29.pdf>

Bruitparif & Airparif. (2024). Première cartographie croisée de la qualité de l'air et de l'environnement sonore au sein de la région Île-de-France.

https://www.airparif.fr/sites/default/files/document_publication/2024-05%20-%20CP%20-%20Premi%C3%A8re%20cartographie%20crois%C3%A9e%20de%20la%20qualit%C3%A9%20de%20l%27air%20et%20de%20l%27environnement%20sonore%20au%20sein%20de%20la%20r%C3%A9gion%20%C3%84le-de-France.pdf

Bruitparif. (2024–2025). Noise monitoring, strategic noise maps and environmental noise reports for Île-de-France.

Cerema. (2022). Écrans et protections acoustiques : Guide du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre: écrans et protections acoustiques. <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/592075>

Cerema. (2022). La désimperméabilisation des sols : Du principe à la mise en œuvre. https://www.cerema.fr/system/files/documents/2022/11/2022_plaquette_desimpermeabilisation.pdf

Cerema. (2023). Apaise les abords d'école.

https://www.cerema.fr/system/files/documents/2023/12/apaise_les_abords_decole.pdf

Cerema. (2023). Désimperméabilisation et renaturation des sols : Une série de fiches du Cerema. <https://www.cerema.fr/fr/actualites/desimpermeabilisation-renaturation-sols-serie-fiches-du>

Cerema. (2023). Le plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE). Outils de l'aménagement. <https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/plan-prevention-du-bruit-dans-lenvironnement-ppbe>

DRIEAT Île-de-France. (2025). Les cartes de bruit stratégiques (CBS). <https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/les-cartes-de-bruit-strategiques-cbs-a13243.html>

European Commission. (n.d.). Environmental Noise Directive. Retrieved June 30, 2026, from https://environment.ec.europa.eu/topics/noise/environmental-noise-directive_en

European Commission. (2021). Pathway to a healthy planet for all: EU action plan: "Towards zero pollution for air, water and soil" (COM(2021) 400 final). EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0400>

European Environment Agency. (2020). Environmental noise in Europe 2020 (EEA Report No. 22/2019). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/686249>

European Environment Agency. (2025). Environmental noise in Europe 2025 (EEA Report No. 05/2025). <https://doi.org/10.2800/5134480>

European Parliament & Council of the European Union. (2000). Directive 2000/14/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2000 on the approximation of the laws of the Member States relating to the noise emission in the environment by equipment for use outdoors. Official Journal of the European Communities, L 162, 1–78. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/14/oj>

European Parliament & Council of the European Union. (2002). Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and

management of environmental noise. Official Journal of the European Communities, L 189, 12–25. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/49/oj>

European Parliament & Council of the European Union. (2014). Regulation (EU) No 540/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on the sound level of motor vehicles and of replacement silencing systems, and amending Directive 2007/46/EC and repealing Directive 70/157/EEC. Official Journal of the European Union, L 158, 131–195. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/540/oj>

European Parliament & Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/2881 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2024 on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast). Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2881/oj>

Gouvernement Français. (2021). PNSE 4 : Un environnement, une santé 2021–2025. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/210526_PNSE%202021_BAT_2.pdf

ICAO. (2008). Guidance on the balanced approach to aircraft noise management (Doc 9829, 2nd ed.). <https://store.icao.int/en/guidance-on-the-balanced-approach-to-aircraft-noise-management-doc-9829>

IFC. (2007). Environmental, health, and safety guidelines: General EHS guidelines: Environmental noise management. World Bank Group. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2007-general-ehs-guidelines-noise-en.pdf>

Les Parisculteurs. (n.d.). Les Parisculteurs en quelques mots. Ville de Paris. <https://www.parisculteurs.paris/fr/a-propos/les-parisculteurs-en-quelques-mots/>

Ministère de la Transition écologique. (2026, June 5). Taxes aéronautiques. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/taxes-aeronautiques>

Ministry of the Environment, Government of Japan. (1998). Environmental quality standards for noise (Environment Agency Notification No. 64). <https://www.env.go.jp/en/air/noise/noise.html>

République Française. (n.d.). Code de l'environnement: Chapitre II: Évaluation, prévention et réduction du bruit dans l'environnement (Articles L572-1 à L572-11). Légifrance. Retrieved June 30, 2026, from https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA00006159302/

République Française. (1995). Décret n° 95-21 du 9 janvier 1995 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le code de l'urbanisme et le code de la construction et de l'habitation. Journal officiel de la République française. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000732867>

Standing Committee of the National People's Congress. (2021). Law of the People's Republic of China on the prevention and control of noise pollution. http://en.npc.gov.cn.cdurl.cn/2022-10/08/c_817695.htm?utm_source=chatgpt.com

Ville de Paris. (2015). Plan de prévention du bruit dans l'environnement 2015–2020. Paris.fr.

Ville de Paris. (2021). Plan d'amélioration de l'environnement sonore de Paris 2021–2026. https://cdn.paris.fr/paris/2024/04/16/plan_amelioration_environnement_sonore_2021_2026-raccourci-lnk-fyes.pdf

Ville de Paris. (2024). Plan Climat Air Énergie de Paris 2024–2030: Plus vite, plus local, plus juste (Délibération 2024 DTEC 1). https://cdn.paris.fr/paris/2024/12/18/planclimatparis2024-2030_controlelegalite-DKwD.pdf

Ville de Paris. (2024a). Forêt urbaine de l'Hôtel de Ville : La plantation a commencé. <https://www.paris.fr/pages/foret-urbaine-de-l-hotel-de-ville-la-plantation-a-commence-ce-qu-il-faut-savoir-29934>

Ville de Paris. (2024b). Plan Parisien Santé Environnement 2 : « Pour une ville qui protège notre santé ». <https://cdn.paris.fr/paris/2024/12/09/ppse-2-ekaF.pdf>

Ville de Paris. (2025). Plus de 300 “rues aux écoles” dans Paris. <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>

WHO. (1999). Guidelines for community noise.
<https://www.who.int/publications/i/item/a68672>

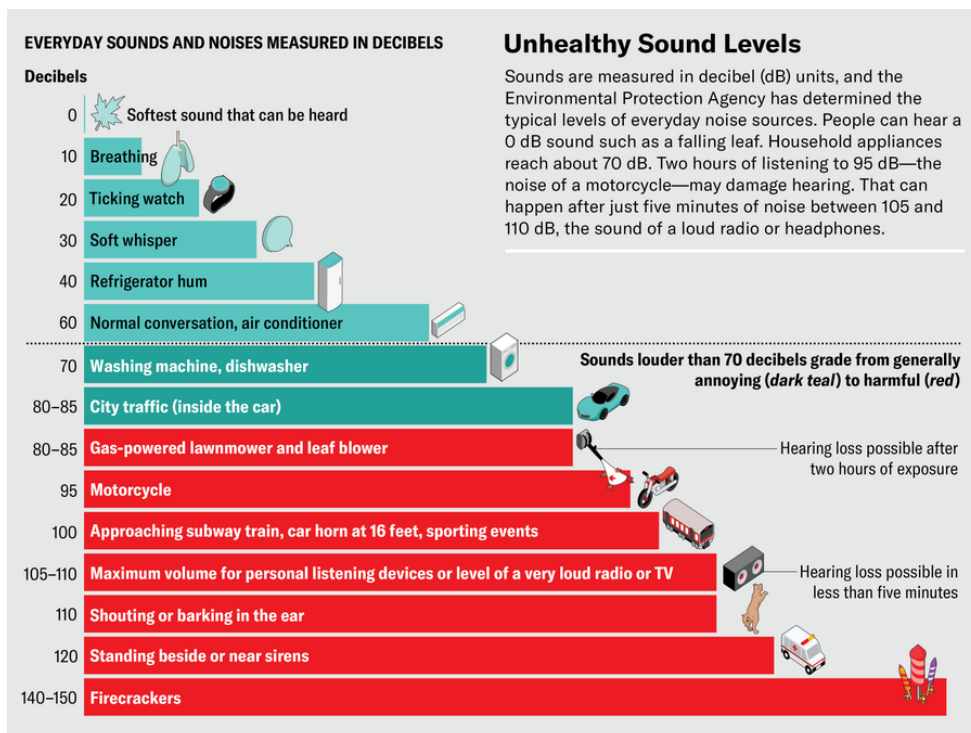
WHO. (2018). Environmental noise guidelines for the European Region. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289053563>

WHO. (2021). WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

Παράρτημα: Συνοδευτικό υλικό παρουσίασης

2. Θόρυβος και αστικό περιβάλλον

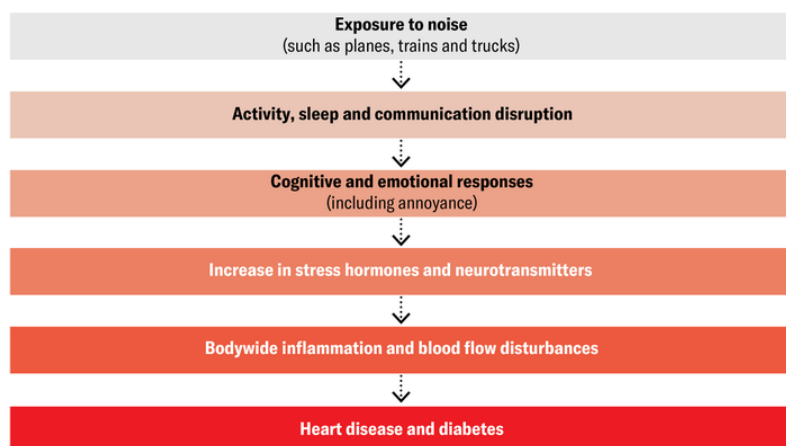


Centers for Disease Control and Prevention

Πηγή: <https://www.scientificamerican.com/article/everyday-noises-can-hurt-hearts-not-just-ears-and-the-ability-to-learn/>

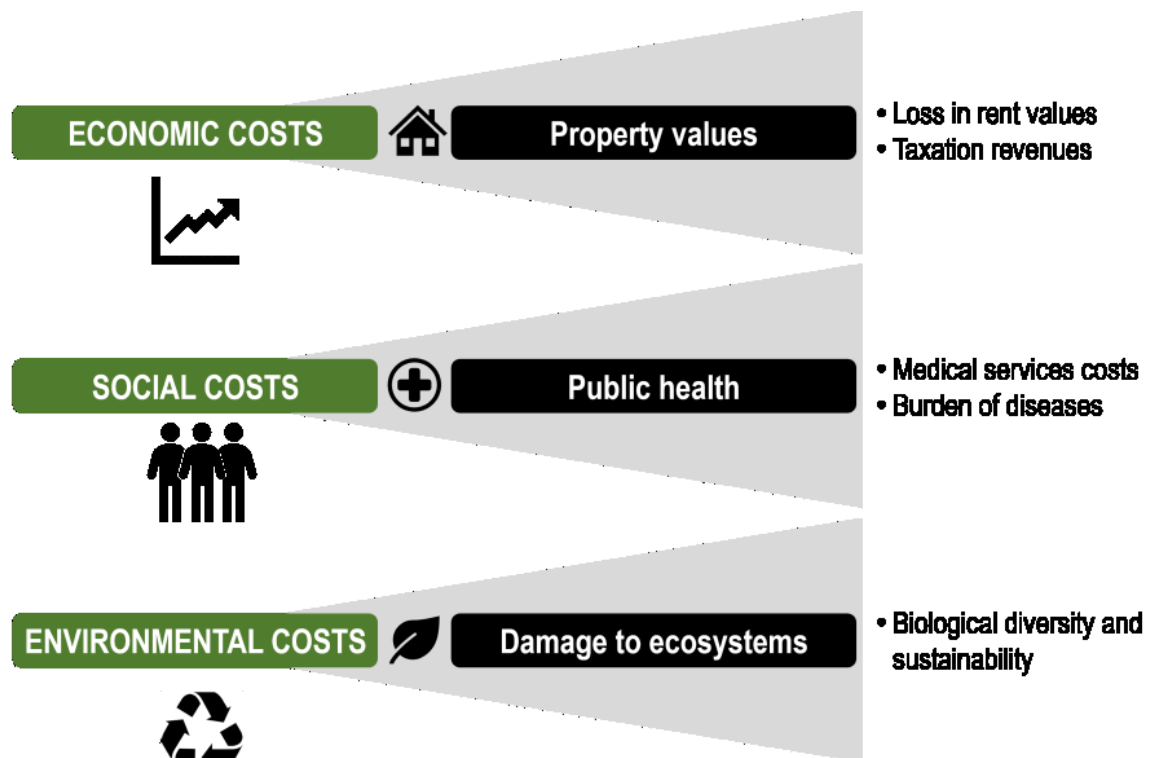
Noise, Heart Disease and Diabetes

Scientists have developed this model to explain how environmental noise may be linked to increased risk of disease.



“Environmental Noise and the Cardiovascular System” by Thomas Münzel et al., in *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 71; February 2018.

Πηγή: <https://www.scientificamerican.com/article/everyday-noises-can-hurt-hearts-not-just-ears-and-the-ability-to-learn/>



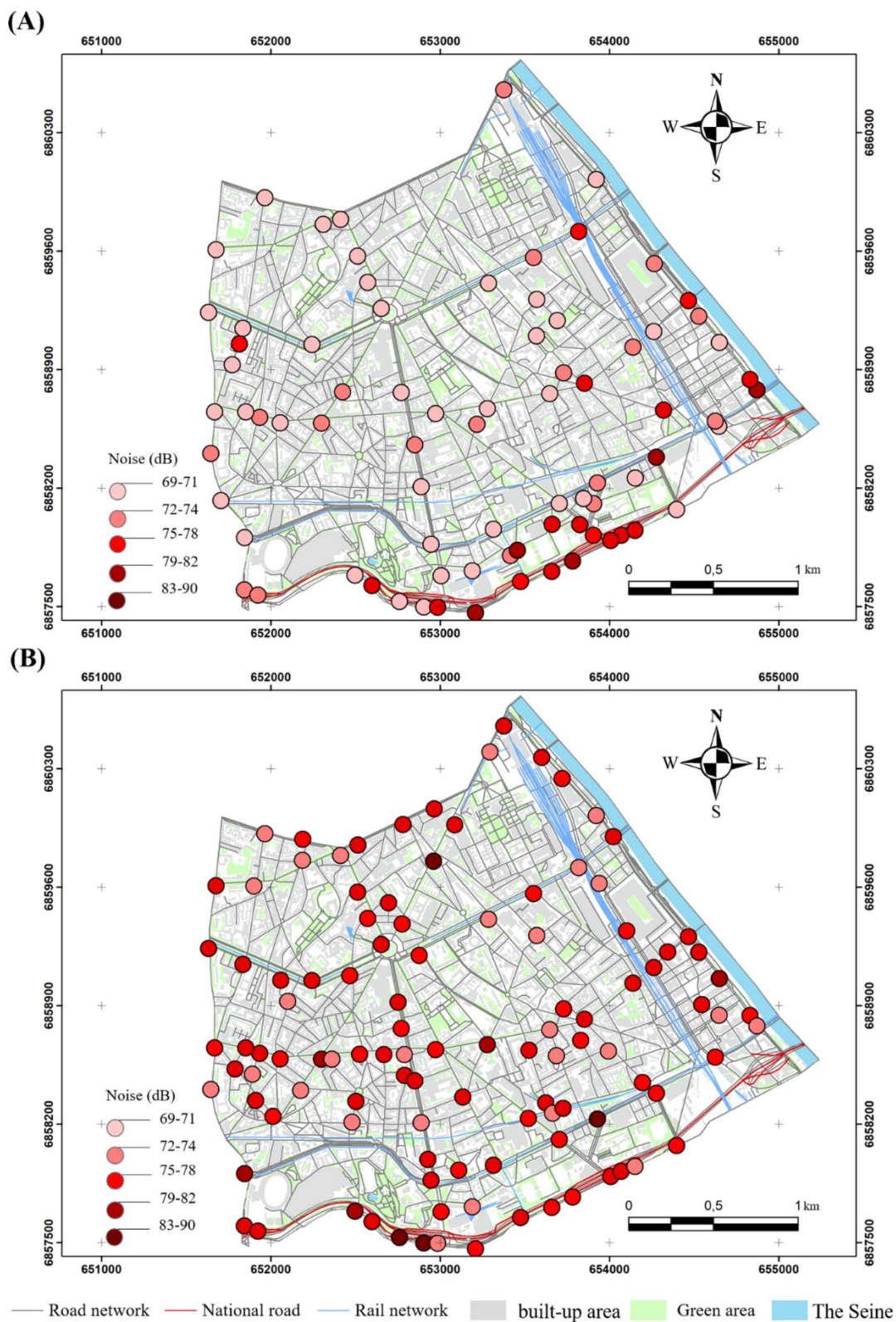
Externalities of Noise Pollution

Πηγή: <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-and-environment/noise-pollution-externalities/>



The collective noise map for Paris, displayed using Google Earth. The legends on the left (pie chart of the social tag cloud and the sound level distribution) are dynamically updated with respect to the area in view.

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/The-collective-noise-map-for-Paris-displayed-using-Google-Earth-The-legends-on-the-left_fig7_262395232



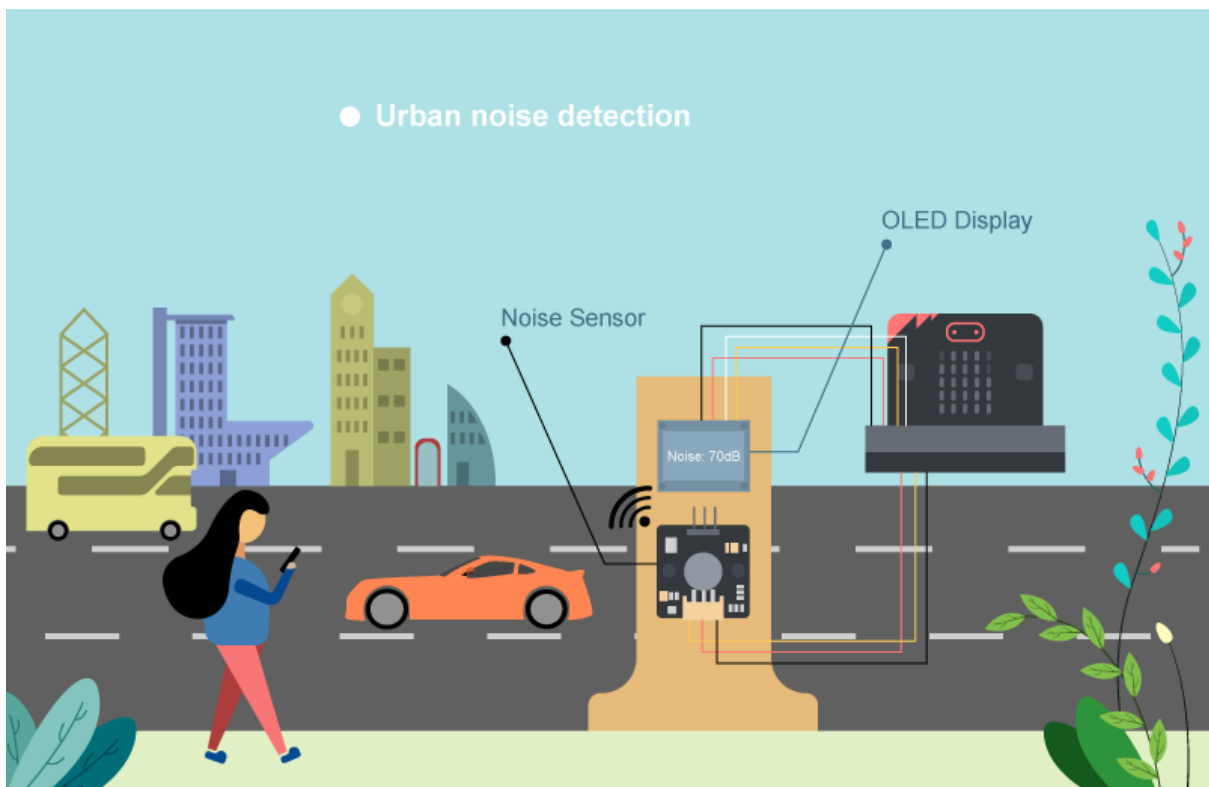
Noise distribution in the morning in the 13th arrondissement Paris, in 2020 and 2021, (A) during the lockdowns, (B) outside the lockdowns.

Πηγή: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-51305-2/figures/4>



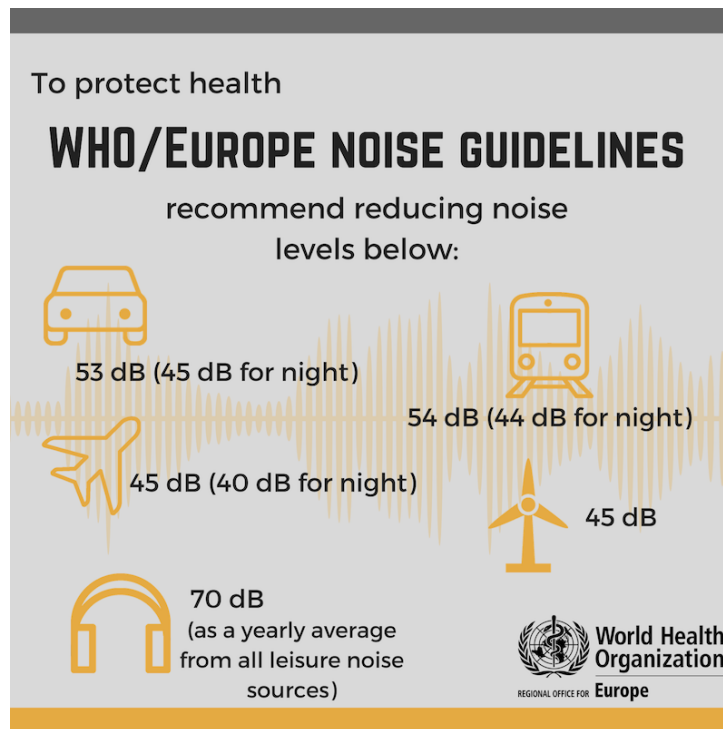
Paris noise mapping from Butler 2004

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/You-can-fly-through-Paris-in-full-surround-sound-Paris-noise-mapping-from-Butler-2004_fig3_228679459

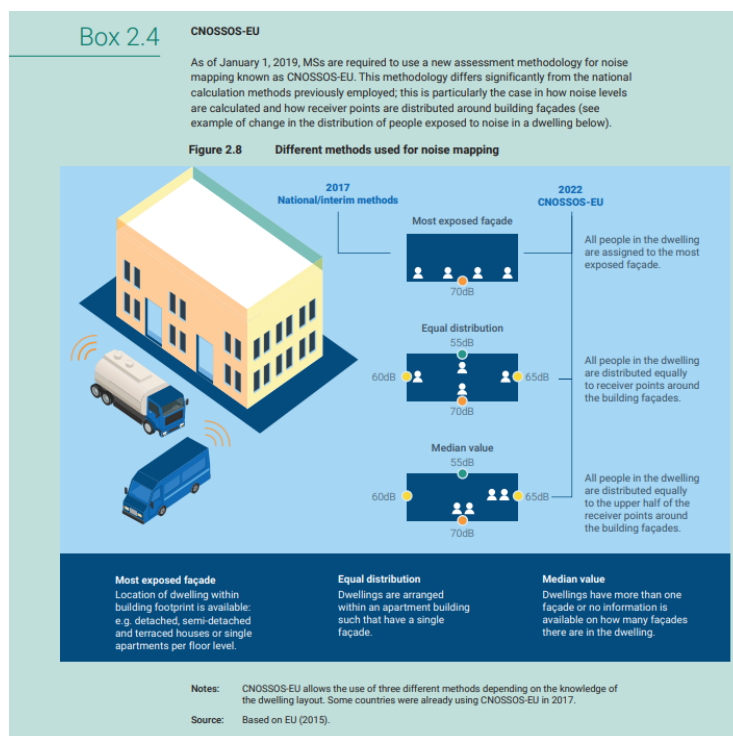


Πηγή: <https://smarthon-docs-en.readthedocs.io/en/latest/smartcity/case04.html>

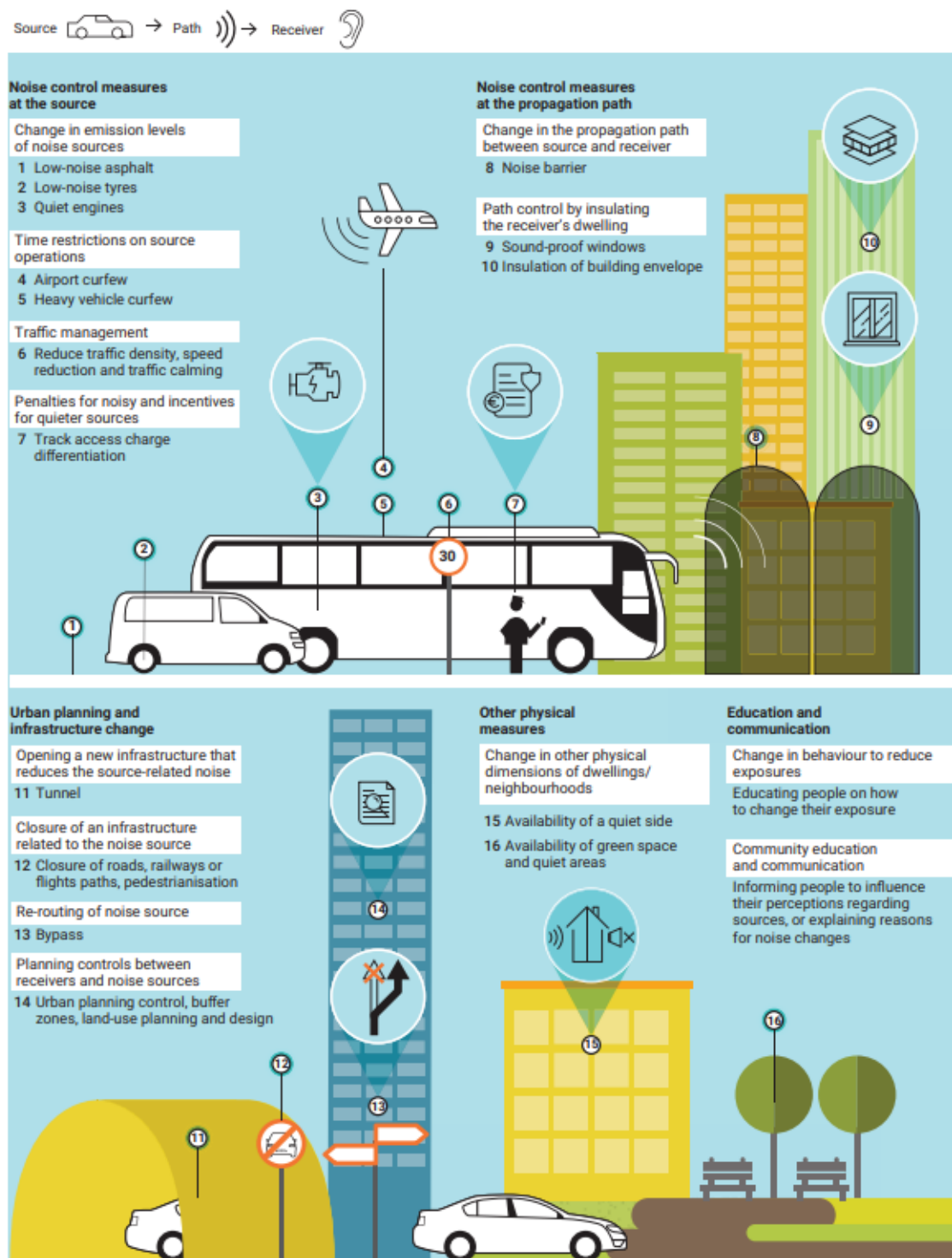
3. Πολιτικές, κανονιστικά πλαίσια και πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση της ηχορύπανσης



Πηγή: https://x.com/WHO_Europe/status/1049964510906339329/photo/1

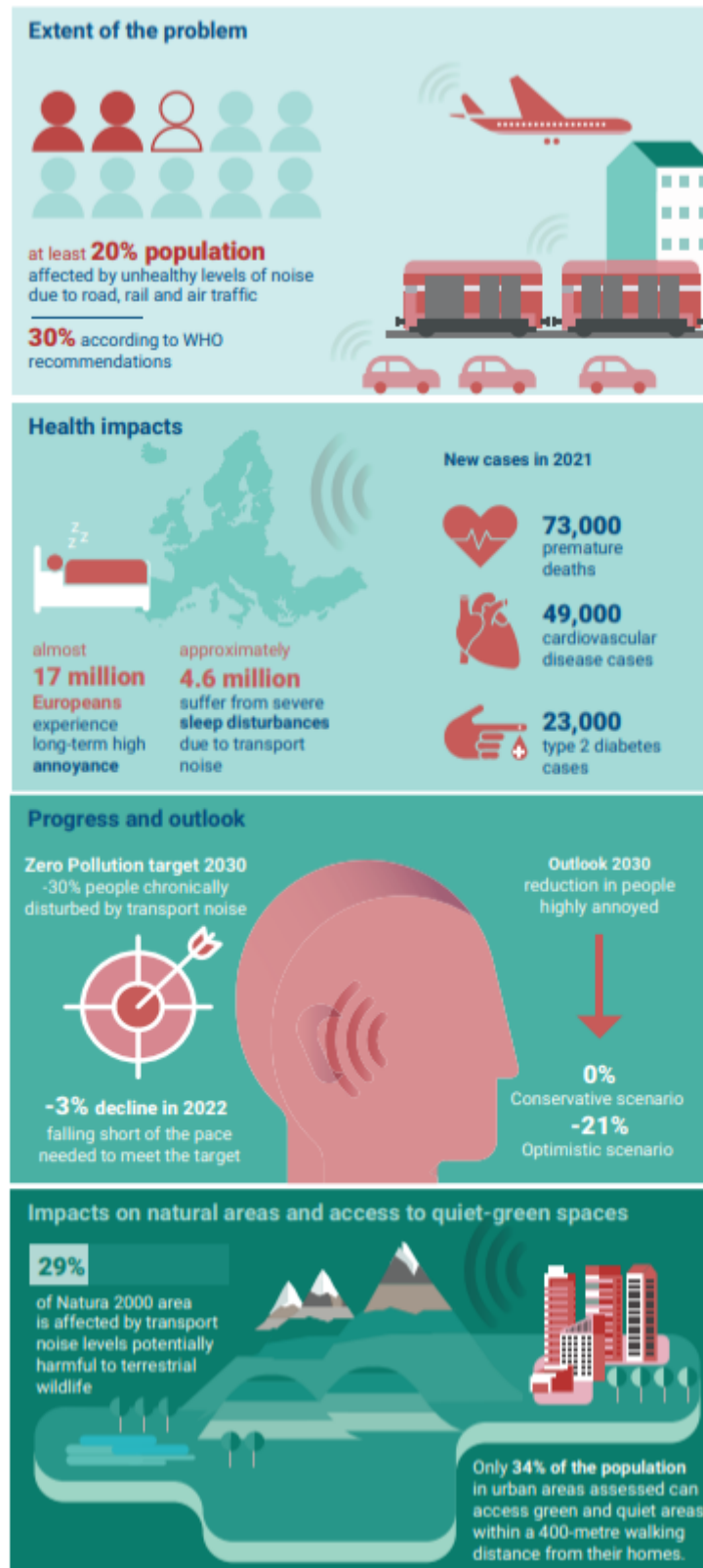


Πηγή: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe-2025>

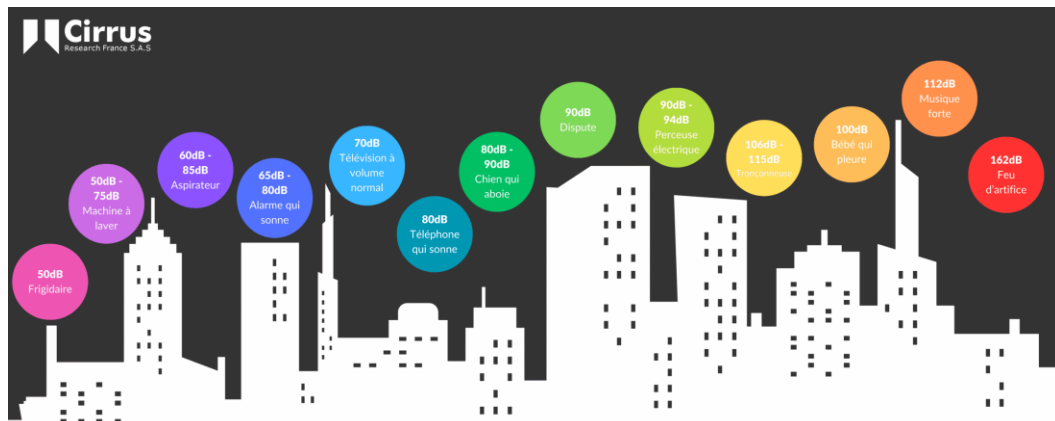


Terminology and examples of types of noise management and mitigation measures (EEA, 2020)

Πηγή: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe-2025>



Key facts and figures from Environmental noise in Europe 2025
Πηγή: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe-2025>



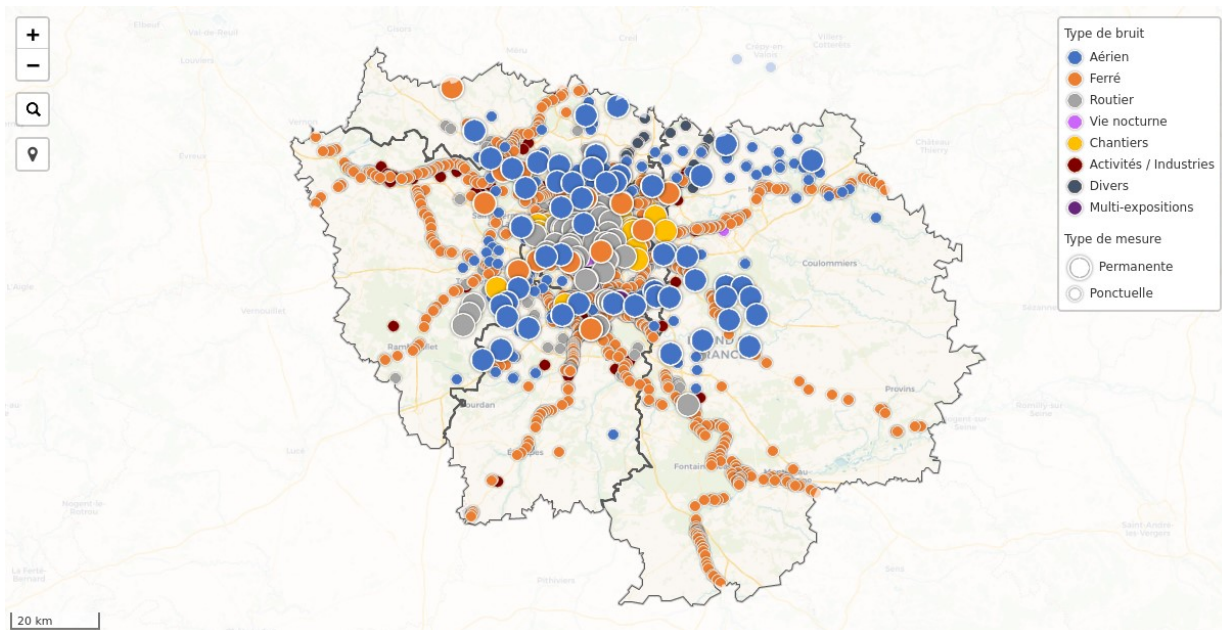
Different levels of noise in everyday life.

Πηγή: <https://cirrusresearch.com/workplace-noise-regulations-in-france/>



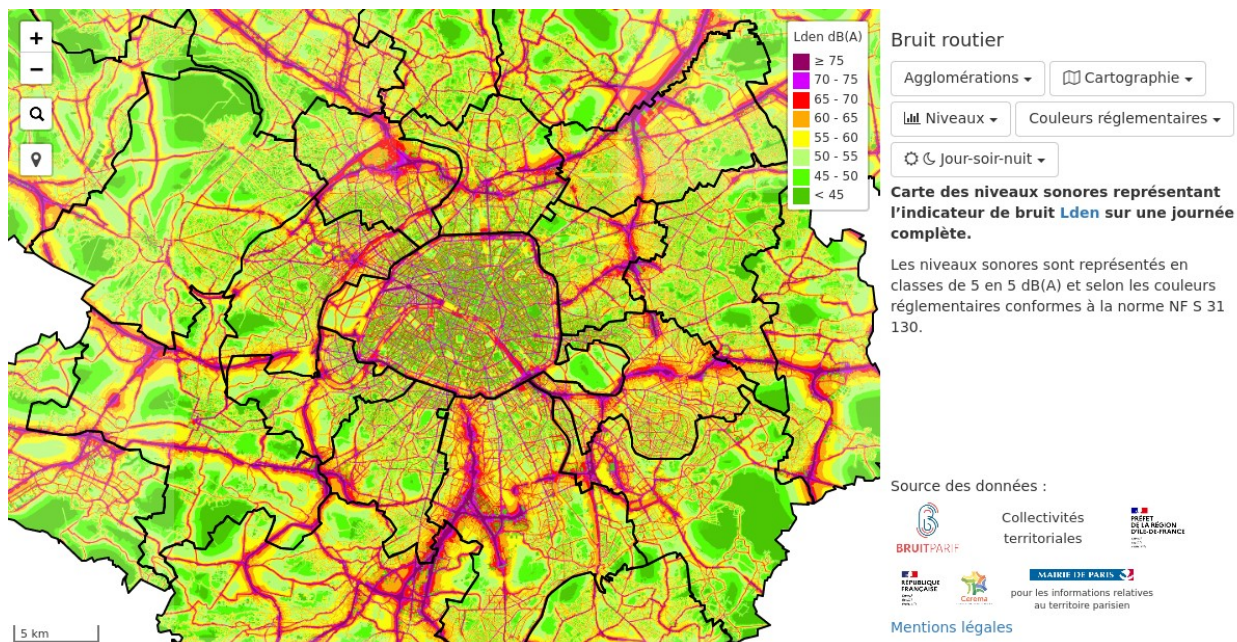
Πηγή: <https://nokomis.eu/en/blogs/blog/decibel-maximum-autorise-voisinage-les-seuils-legaux-pour-protger-votre-tranquillite?srltid=AfmBOoqfYw1Hc3GIWjHZAwlj2tnZ-aZ0mTESVeo1QGqWjldk16LC9g>

4. Πολιτικές για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης στο Παρίσι: στρατηγικές, εργαλεία και χωρική ανάπτυξη



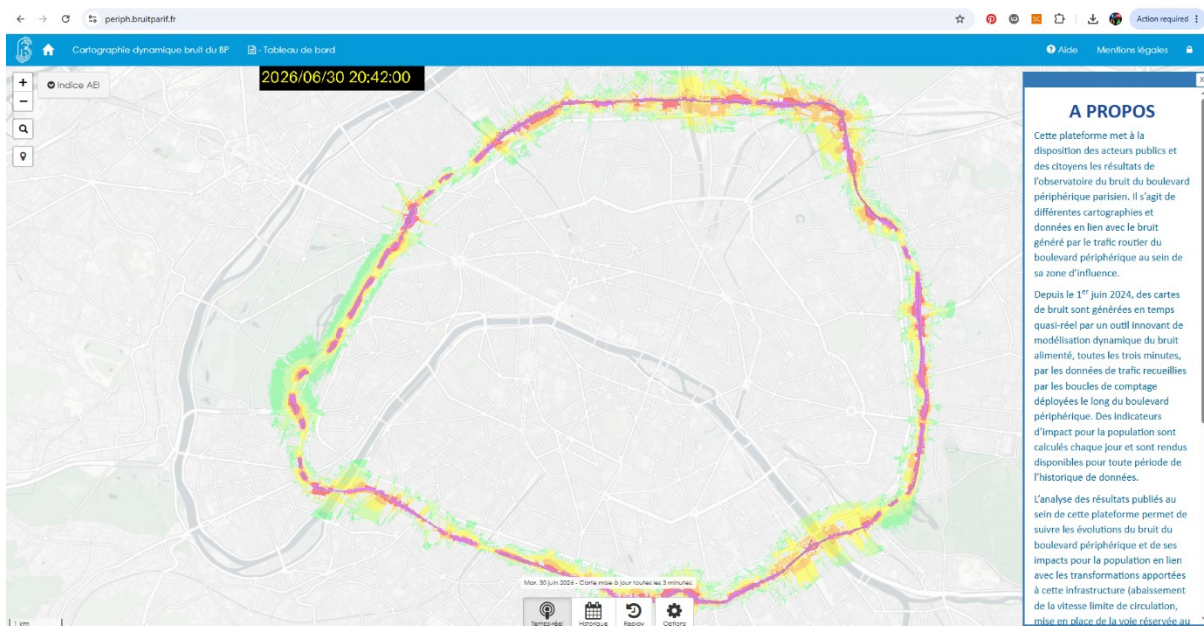
Les mesures de bruit en Ile-de-France

Πηγή: <https://www.bruitparif.fr/>

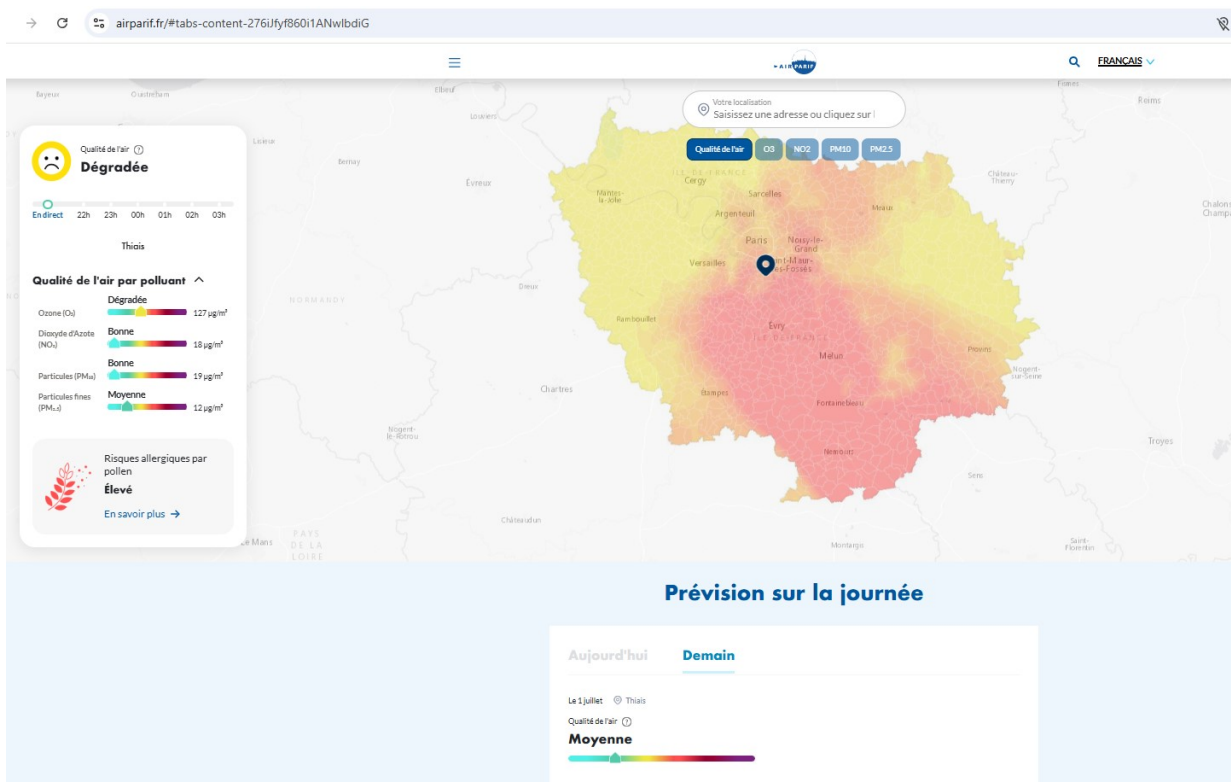


Les cartes de bruit en Ile-de-France

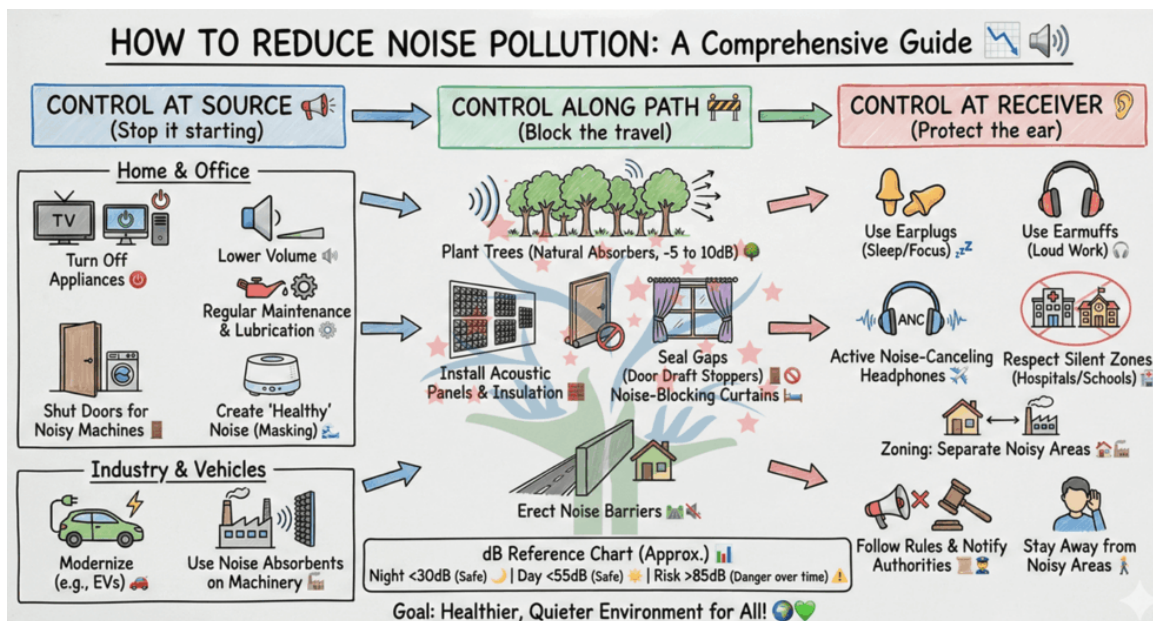
Πηγή: <https://www.bruitparif.fr/>



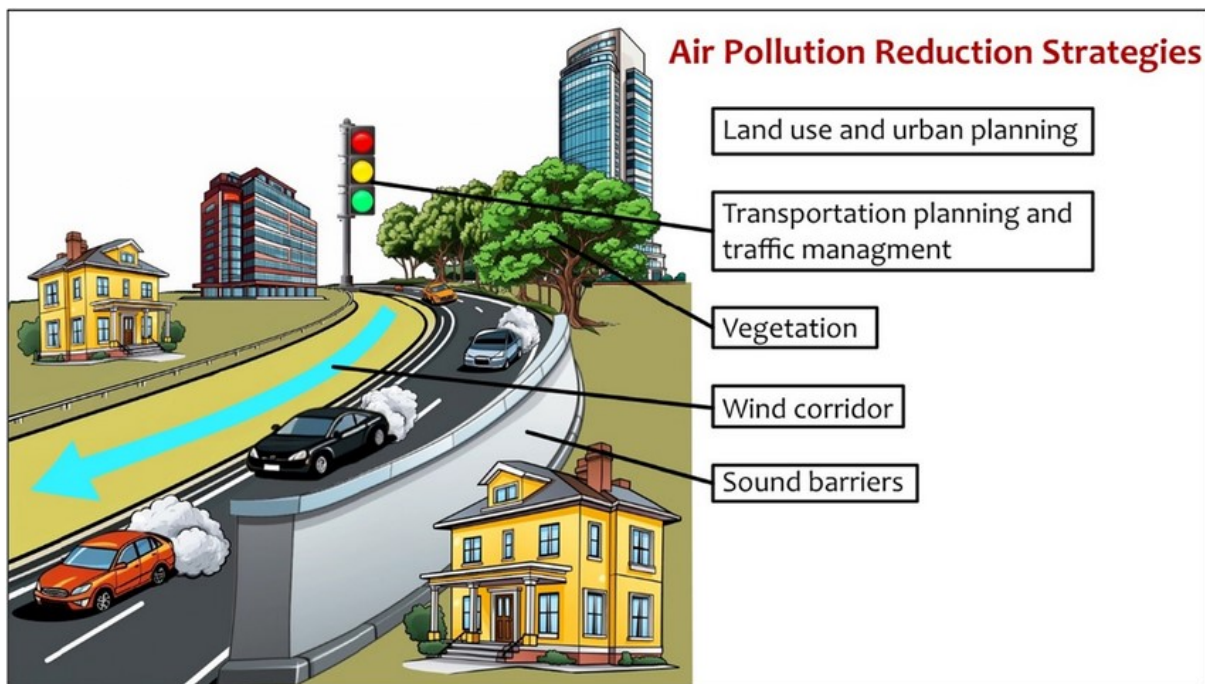
Πηγή: <https://periph.bruitparif.fr/>



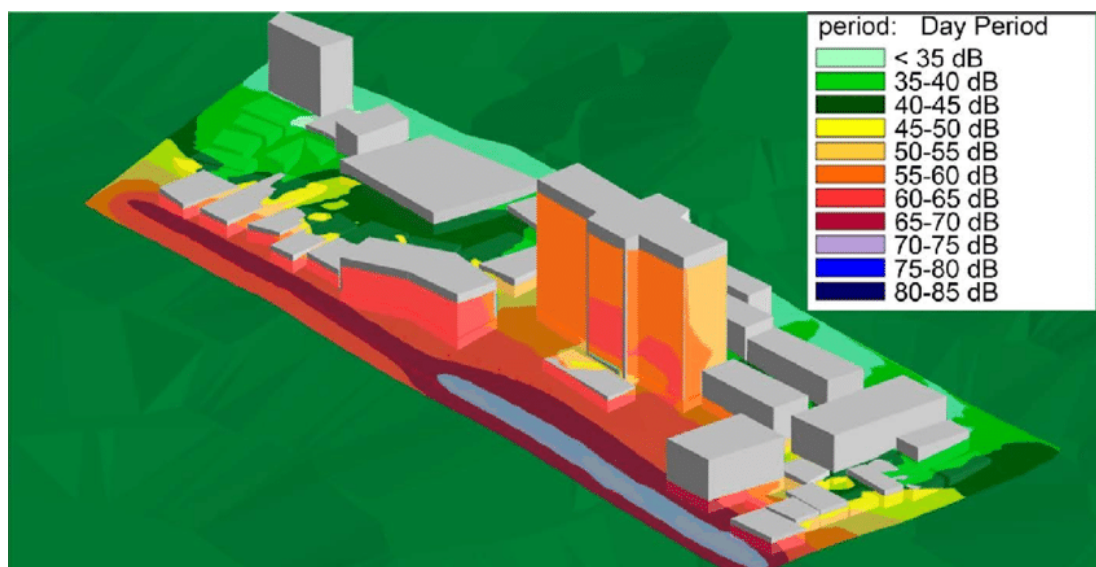
Πηγή: <https://www.airparif.fr/#tabs-content-276Jfyf860i1ANwlbdiG>



Πηγή: <https://www.ppsthane.com/blog/how-to-reduce-noise-pollution>

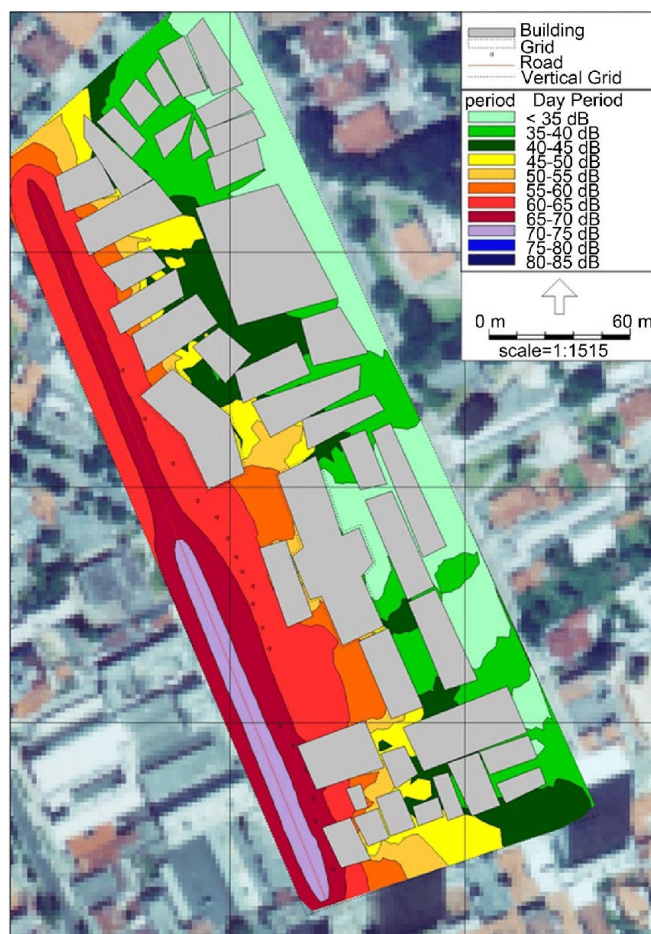


Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-figure-of-different-urban-air-pollution-reduction-strategies_fig1_383493711



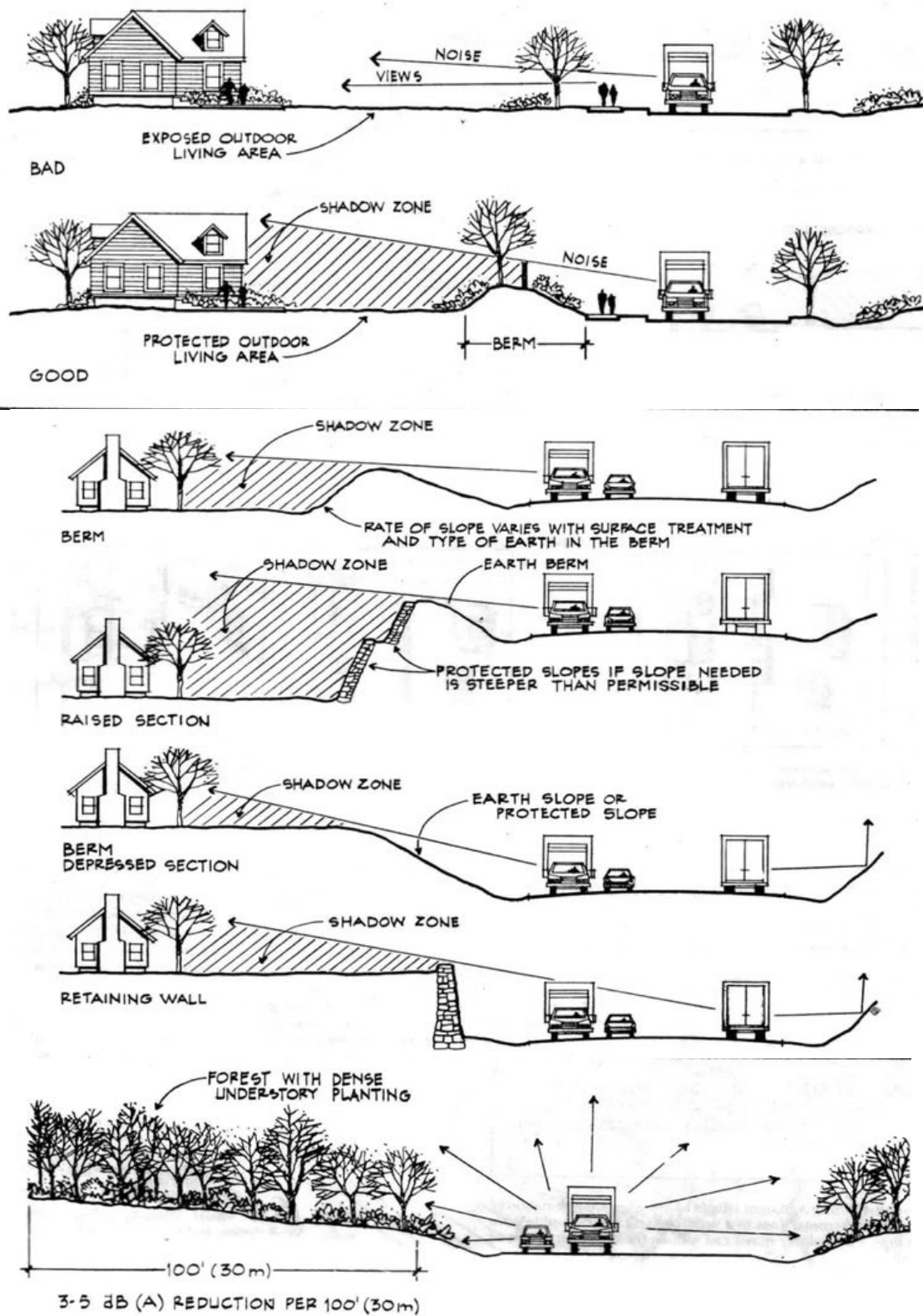
3D noise mapping of frontal façades of the buildings of the University Hospital of the Federal University of Paraná—UFPR

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Noise-mapping-of-the-frontal-facade-of-the-main-building-of-the-University-Hospital-of_fig2_312245979



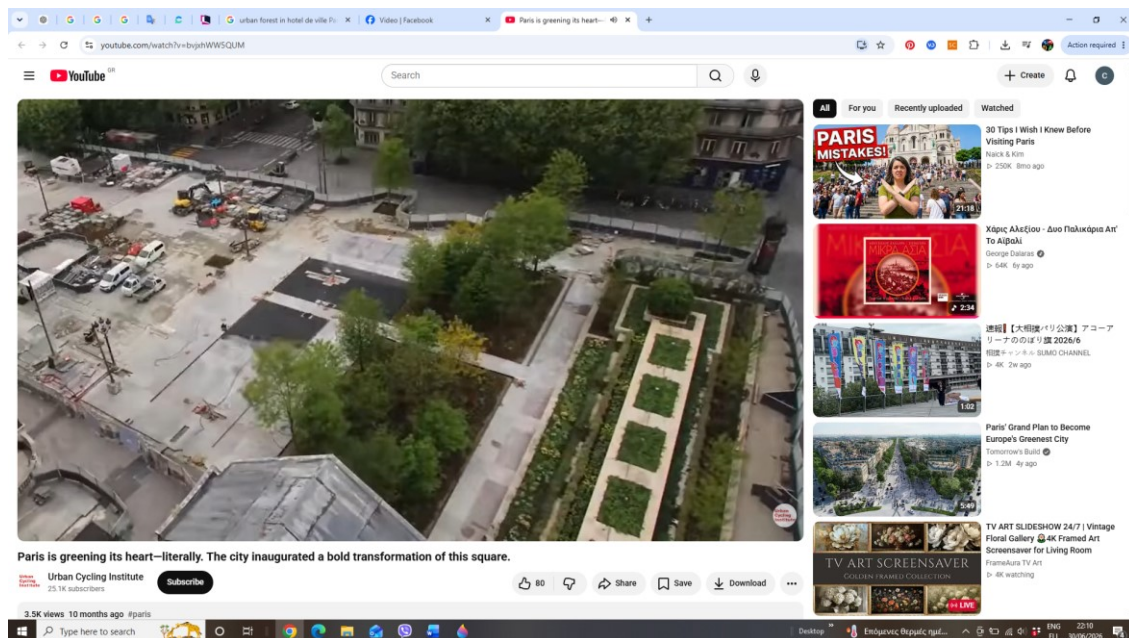
Noise mapping of the frontal facade of the main building of the University Hospital of UFPR, located on General Carneiro Street, Curitiba, Paraná, Brazil.

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Noise-mapping-of-the-frontal-facade-of-the-main-building-of-the-University-Hospital-of_fig2_312245979



Πηγή: <https://archi-monarch.com/acoustics-in-landscape/>

5. Μελέτες περιπτώσεων (εφαρμογή και επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον)



Προβολή: <https://www.youtube.com/watch?v=bvjxhWW5QUM>



Hôtel de Ville- Paris

Πηγή: <https://thursd.com/articles/hotel-de-ville-paris-urban-forest>



Hôtel de Ville- Paris

Πηγή: <https://thursd.com/articles/hotel-de-ville-paris-urban-forest>



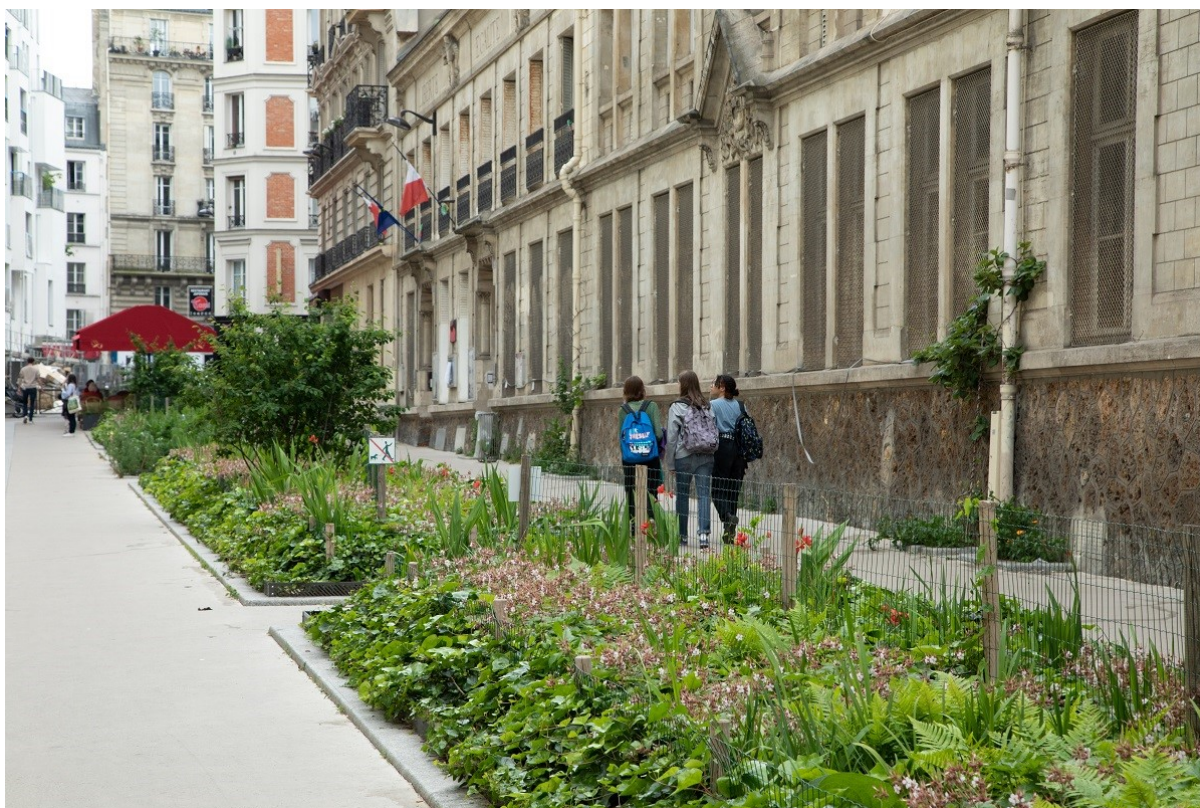
Πηγή: <https://parissecret.com/en/urban-forest-parvis-hotel-de-ville/>

Rue de la Brèche-aux-Loups (12^e)



Προβολή: Πριν & Μετά

<https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>



Rue du Capitaine Lagache (17^e)

Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>



Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>



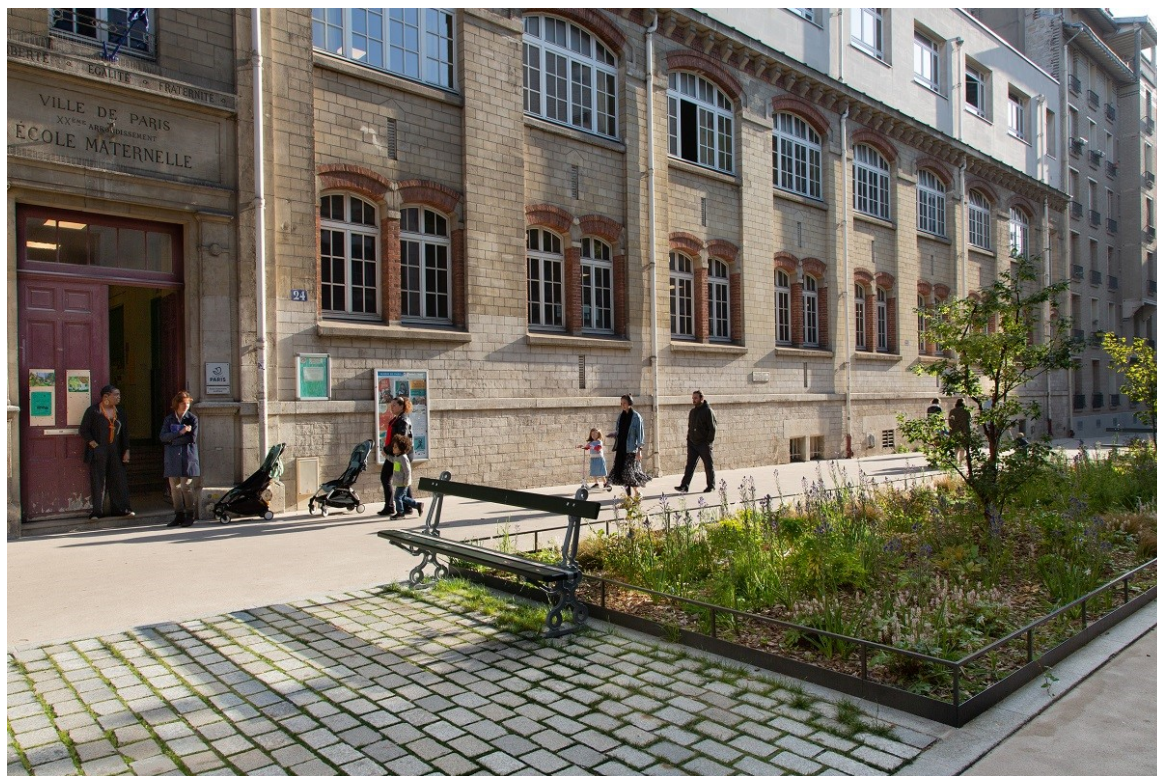
Rue de la Présentation (11e)

Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>



RueTandou (19e)

Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>



Rue de la Cour-des-Noues (20e)

Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>



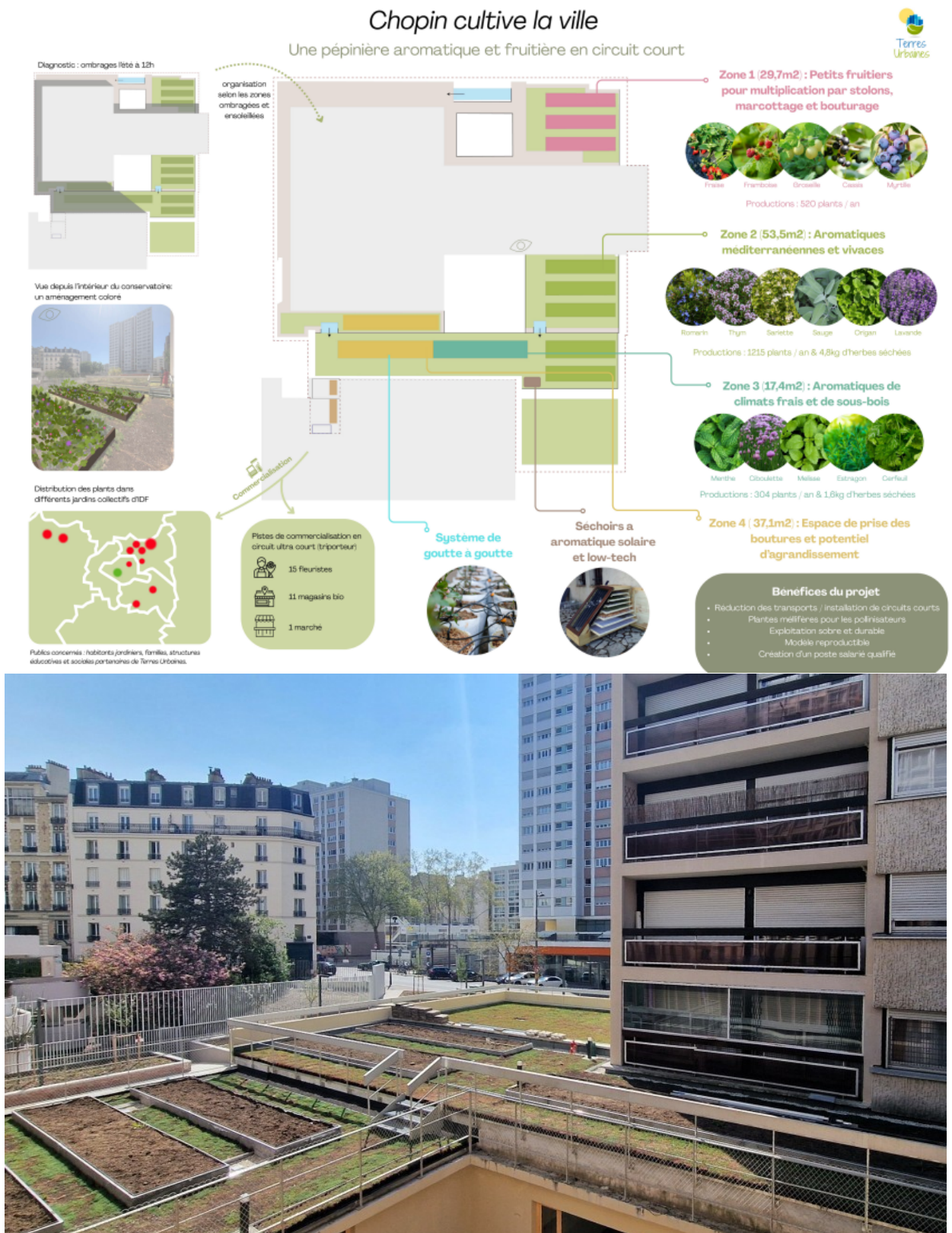
Le vignoble sur la toiture de la cour intérieure, rue de Lobau (Paris Centre)

Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/10-ans-des-parisculteurs-zoom-sur-4-sites-qui-font-rayonner-l-agriculture-urbaine-31079>



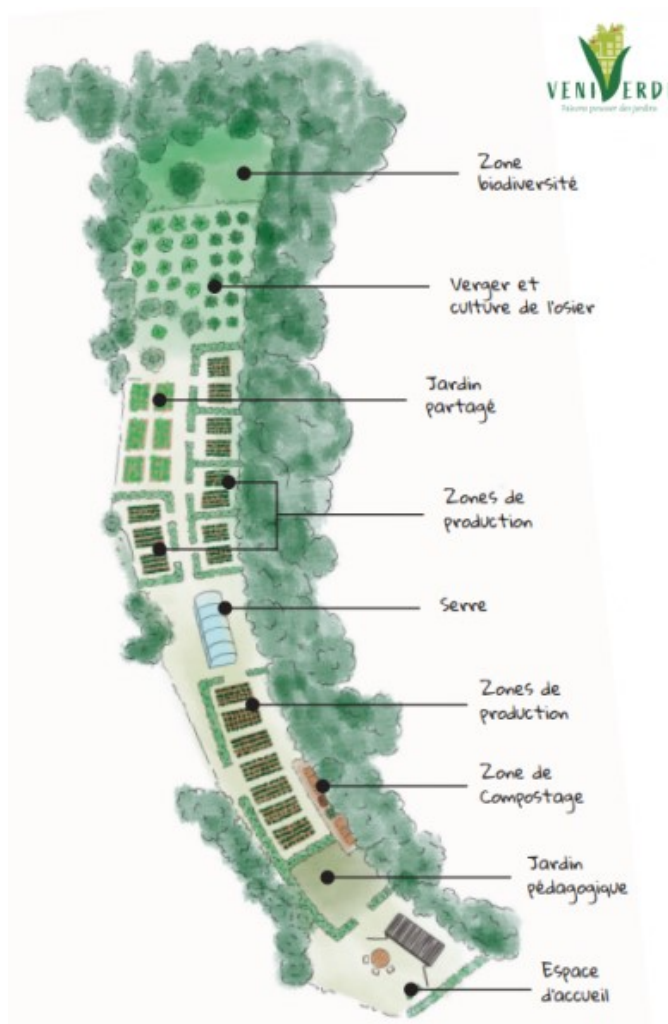
La Traversine, un potager pédagogique interculturel à Bercy

Πηγή: <https://www.paris.fr/pages/10-ans-des-parisculteurs-zoom-sur-4-sites-qui-font-rayonner-l-agriculture-urbaine-31079>



Conservatoire Frédéric Chopin (15e

Πηγή: <https://www.parisculteurs.paris/fr/sites/parisculteurs-en-toutes-saisons/1770--conservatoire-frederic-chopin-15e.html>



Parcelle de la Poudrerie – Sevrans

Πηγή: <https://www.parisculteurs.paris/fr/sites/parisculteurs-saison-5/1667--parcelle-de-la-poudrerie-sevrans-93270.html>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.