МЛАД ФОРУМ
Механика Транспорт Комуникации
Научно списание http://www.mtc-aj.com
ISSN 2367-6558 (print)
ISSN 2367-6612 (online)
том 14, брой 1, 2025г.
статия № 2695

ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ШУМОВОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ ВЪРХУ ХОРАТА И ЕКОСИСТЕМИТЕ

Антон Славчов Тодоров
antonstodorov@yahoo.com

Висше Транспортно Училище „Тодор Каблешков“
гр. София 1574, ул. “Гео Милев“ 158
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *шумово замърсяване, екология, екологични последици градско планиране*

Резюме: *Шумовото замърсяване се определя като нежеланият или вреден звук, произлизащ от антропогенни (човешки) дейности – пътно, железопътно и въздушно движение, индустриална дейност, строителство и др. Например, според Световната Здравна Организация (СЗО) шумът „се е превърнал във важен екологичен рисков фактор в Европейския регион.“ Шумът е един от основните фактори с неблагоприятно въздействие върху населението в големите градове. В големите градове наличието на постоянен, високоинтензивен шум представлява сериозен проблем за качеството на живот – той нарушава съня, почивката, ученето, общуването и може да доведе до редица физиологични и психологически ефекти. Този проблем добива все по-голямо значение, тъй като съвременни проучвания показват, че въздействията се появяват и при по-ниски нива на шум, отколкото досега се е предполагало. Целта на статията е да обобщи съществуващите доказателства за въздействието на шумовото замърсяване върху човешкото здраве и върху екосистемите, както и да представи решения и мерки за смекчаване.*

УВОД

Обзорът „Environmental noise exposure and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analysis“ документира 23 статии с 64 мета-анализа и 31 здравни резултата. Също така, за екологичната страна са използвани карти на доказателства („Evidence of the impact of noise pollution on biodiversity: a systematic map“) и емпирични изследвания върху растителни и животински общности. Докладът на WHO за загубените „здравословни години” вследствие на шума също формира основа за оценка на мащаба (World Health Organization, 2011). Този труд разглежда както аудио/слухови ефекти, така и кардиологичните, когнитивните и екологичните въздействия. Подчертавам, че шумовото замърсяване се разглежда като забелязан, но често подценяван екологичен рисков фактор.

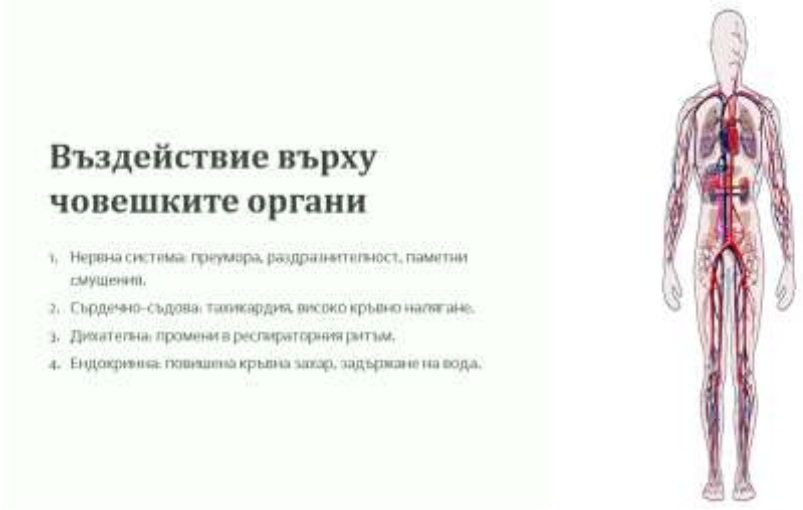
1. ПРОБЛЕМАТИКА И ИЗСЛЕДВАНИЯ

Директните ефекти върху слуха включват шумово индуцирана загуба на слух, тинитус (шум в ушите), увреждане на вътрешния ухо и слуховите нерви. Прегледът „A Comprehensive Review of Auditory and Non-Auditory Effects of Noise on Human Health“

посочва, че освен слуховите ефекти, много изследвания документират и негативни ефекти, които не са свързани пряко със слуха. Шумът нарушава съня – както количествено (намаляване на продължителността), така и качествено (фрагментация, чести повторни събуждания). Това води до повишена дневна сънливост, намалено внимание и когнитивно натоварване. В Нидерландия, Испания и Великобритания е проведено проучване сред деца по проект RANCH, което показва, че експозицията към шум в училище е линейно свързана с по-ниски показатели за четивна способност (RANCH project, 2003). В Европа над 500 000 деца имат нарушена четивна способност поради транспортен шум и близо 60 000 имат поведенчески трудности. Прегледът „Transportation noise pollution and cardiovascular disease“ показва, че шумът на транспорта увеличава риска от исхемична болест на сърцето, като механизми включват нарушен сън, повишени нива на стресови хормони (кортизол, катехоламини), оксидативен стрес, ендотелна дисфункция. Повече от 22 млн души в Европа страдат от хронично високо раздразнение, 6,5 млн – от сериозни хронични нарушения на съня. Изложението на шум се оказва по-високо при социално слабите групи, което означава допълнително здравно и социологическо неравенство.

Според WHO, приблизително 1/5 от населението на Европейския съюз (повече от 100 милиона души) е изложено на нива на пътно движение, железници или въздушен транспорт, които се квалифицират като „нездравословни“. Изследване на 749 европейски града показва, че почти 60 милиона възрастни са изложени на шумови нива над препоръчаното от WHO (53 dB).

Шумовото замърсяване не е просто „раздразнителен“ феномен, а реален обществено-здравен риск. То засяга множество системи – нервна, сърдечно-съдова, ендокринна – и има ефекти върху качеството на живот, продуктивността и дългосрочното здраве.



Фиг. 1.

Но навлизайки по-дълбоко в проблемите свързани с шумовото замърсяване, наблюдаваме и неговото силно въздействие върху екосистемите, водещо до промени в поведението и екологията на животните Много видове използват звук за комуникация – за намиране на партньор, за указване на хищници/плячка, за ориентация. Антропогенният шум нарушава тази комуникация, което води до намалена ефективност при изхранване, бдителност и репродукция. При птиците и насекомите са засегнати от шум, дори и такива, които не използват звук за комуникация: шумът оказва индиректни ефекти върху тяхната общност и богатство на видовете. Шумът може също да наруши услуги като опрашване, разпространение на семена и други функции, важни за функционирането на екосистемите. Едно изследване отчита, че шумът е увеличил

опрашването от определени видове, но е нарушил спороотделянето на Боровата манатарка, което може да доведе до дългосрочни промени в структурата на екосистемите (PubMed). В урбанизирани райони на Иберийския полуостров е установено, че шумът влияе неблагоприятно върху разнообразието и плътността на птиците при размножаване.

Екологичните последици от шумовото замърсяване са значими и разнообразни: промяна на поведение, състав, екосистемни услуги и дори трайни изменения, които не се възстановяват веднага. Тъй като шумовият натиск расте – поради урбанизация, транспорт, технологичен напредък – игнорирането на тези ефекти би било огромен риск за биоразнообразието и устойчивите системи.

Именно затова е толкова важно да се обърне внимание на този сериозен проблем. Шумозащитните бариери („noise barriers“) между източника на шум и приемника са един от доминиращите методи за намаляване на шумовото разпространение. Моделно изследване показва, че бариера от 4 м височина при пътно движение може значително да намали нивата на шум.

Бариерите не само намаляват шума, но и концентрацията на NO_x и други замърсители близо до пътя – средно 23 % намаление на NO_x. Важно е бариерата да бъде достатъчно висока, да блокира видимата линия между източник и приемник, да покрива ъгъл минимум 160, да е солидна и непрекъсната, без пролуки.

2. РЕШЕНИЯ ЗА СПРАВЯНЕ С ШУМОВОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ

Шумоизолиращите прегради от строителни материали с естествен или изкуствен произход (дърво, метал, стъкло, рециклирани пластмаси, бетон и др.).

Шумозащитни прегради обикновено се разглеждат като ефективно средство, чрез което разпространението на шума може да бъде смекчено. Въпреки че бариерите са скъпи, те се използват често за намаляване на разпространението на шума по пътищата или железопътните линии. Всъщност шумовите бариери са доминиращият вид мерки за смекчаване на последиците от шумовото замърсяване.

В миналото често са се използвали прости отразяващи бариери по пътищата и железопътните линии, но съвременните бариери обикновено имат добри шумопоглъщащи повърхности от страната на движението, което минимизира нивото на отразения звук.

За да се гарантира постигането на най-ефективното затихване, трябва да се спазват следните съображения за проектиране:

- бариерата трябва да е достатъчно висока, така че да блокира линията на видимост между източника и приемника.
- дължината на шумоизолацията трябва да е достатъчно дълга, за да покрива ъгъл от най-малко 160° от приемника.
- най-ефективните бариери са солидни и непрекъснати. Когато е необходимо прекъсване на бариерата, бариерите трябва да се припокриват.

Поставянето на бариерите спрямо пътя (източника на шум) и приемника е от решаващо значение. Оптимален ефект на намаляване на шума се получава, ако бариерата е разположена възможно най-близо до източника на шум или приемника. Важно е бариерите да не съдържат дупки, пукнатини, пролуки и т.н

Интегрирани инженерни и природни решения се наблюдават все по-често като предоставят комбиниране на шумопоглъщащи материали, зелени шумозащитни стени, панели с растителност и други. „Зелени шумозащитни стени“ с растителност върху конструкция – докато ефектът върху нивата на шума е ограничен (например 10 м растителност води само до ~1 dB намаление) – те оказват значимо акустично влияние върху усещането за комфорт.

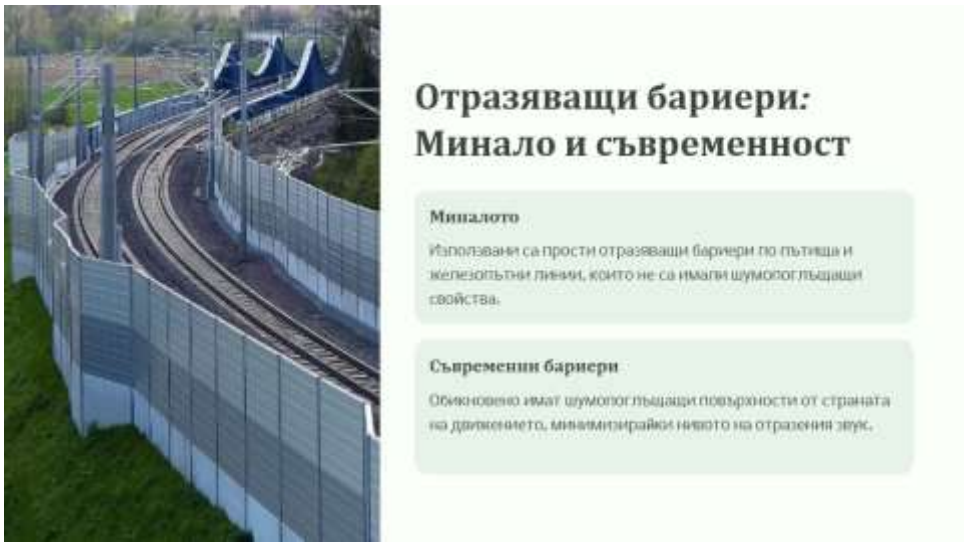
Фиг. 2.

Промени в транспорта биха могли да спомогнат за решаването на проблема, примери за такива промени са използване на нискошумни гуми, лозя, по-ниски скорости, промяна на трасетата, преминаване към екологичен транспорт. Урбанистичното планиране играе голяма роля - училища и жилища да се поставят на дистанция от основни шумови източници, да се внедряват „тихи зони“ (silent zones) около болници и учебни заведения, да се изграждат зелените пояси с цел визуално скриване на източника на шум. Много държави все още имат пропуски в шумовото картографиране и плановете за действие, което затруднява ефективно управление. Ефектите на шума върху екосистемите често са непреодолимо дългосрочни и трудни за измерване – например след премахване на шум източника възстановяването не винаги е бързо.

Удачно е поставянето на шумовите редуктори в горния край на изкуствените прегради. Те са с разнообразни напречни сечения и може да се изготвят от материали, подхождащи на основната конструкция. Поставянето им повишава резултатността с до няколко dB и дори дава възможност да се намали височината на стените.

Има голямо разнообразие от видове зелени шумозащитни стени. Те условно могат да се разделят на няколко основни вида: зелени пояси, био прегради, еко шумозащитни стени и зелени шумозащитни стени, като се срещат и смесени варианти. Ефективността на растенията по отношение на намаляването на шума е минимална. 10 m дълбочина на растителността води до намаляване на шума само с 1 dB. Истинската им стойност обаче е по отношение на тяхното психоакустично представяне. Когато хората не могат да видят източника на шум, тяхното безпокойство и раздразнение намалява.

Зелените шумозащитни стени представляват външен покривен слой от растения върху носеща конструкция, по която да се задържат. Основните части на една такава стена са фундаменти, надземна конструкция и изолационни пана. Фундаментът обикновено е от стоманобетон. Конструкциите са разнообразни по форма и материал. Най-често прилаганите решения са панели между стоманени носещи колони. Това решение прави шумозащитните стени леки, лесни и бързи за изпълнение. Изолационните панели се състоят от няколко слоя, като отвън се разполагат растенията. Вътрешността е от естествен материал - каменна или минерална вата, кокосови влакна, пръст или компост.



Фиг. 3.

Фиг. 4.

Съвременните шумозащитни стени комбинират висока акустична ефективност с естетика и екологична устойчивост, като позволяват интегриране на възобновяеми енергийни източници и растителност. Екологичните шумозащитни стени не само намаляват шумовото въздействие, но допринасят и за подобряване на градската среда чрез визуална хармония, биоразнообразие и допълнителни функции (енергийна ефективност, защита на животни). Съчетаването на инженерни и природни подходи е ключово за устойчиво и ефективно справяне с шумовото замърсяване в градовете.

Европейският съюз чрез своите институции не спира борбата със замърсяването на околната среда. Непрекъснато се публикуват стратегически документи с амбициозни цели, какво трябва да постигнем. Един от стратегическите документи за справянето с негативните последици от транспорта са плановете за устойчива градска мобилност. Концепцията ПУГМ ще изисква все повече усилия от нас за справяне със замърсяването от изгорелите газове, шумово замърсяване, трафика, пътно транспортните произшествия и др. които неумолимо следват градския начин на живот (Гроздanов 2021).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Шумовото замърсяване е многоаспектен проблем с доказани сериозни последици върху човешкото здраве и върху екосистемите. Обширните доказателства

показват, че излагането на шум, особено транспортен шум, може да доведе до: нарушен сън, когнитивни проблеми при деца, сърдечно-съдови заболявания, намалена биологична разнообразност, нарушена екосистемна функция. Въпреки наличието на ефективни технически и природни решения (шумозащитни бариери, зелени стени, урбанистично планиране), те не са достатъчно прилагани в голям мащаб — липсва адекватно картографиране, финансово финансиране, обществена осведоменост и интегриран подход, който да свърже транспорт, градско планиране, екология и здраве. В предвид прогнозата за увеличаване на транспорта и урбанизацията, е критично да се предприемат превантивни мерки, които не само ще намалят нивата на шум, но и ще повишат устойчивостта на градовете и природата. Шумът не е просто неудобство – той е екологичен и здравен риск, който изисква системен, мултидисциплинарен отговор.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] World Health Organization. Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. WHO Regional Office for Europe, 2011;
[2] Hassan, N. E. “Noise Pollution and Its Effects on Human Health – A Review.” EPRA International Journal of Multidisciplinary Research, Vol 10 №11, 2024;
[3] RANCH project: “Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension;”
[4] Zając, G. “Evaluation of the Acoustic Impact of the Public Road Network on a Nature Conservation Area: A Case Study.” Applied Sciences, 2025.
[5] “Direct and indirect effects of noise pollution alter biological communities in and near noise-exposed environments.” (PubMed);
[6] Zulkopeli, M. F., & Zainulabidin, M. H. “Effectiveness of Highway Noise Barrier by Modelling and Simulation.” Journal of Design for Sustainable and Environment, 2024.
[7] “Transportation noise pollution and cardiovascular disease.” (PubMed)
[8] Грозданов В., Планирането за устойчива градска мобилност е с нови правила, Международна конференция Транспорт 2021, сп. Механика, транспорт и комуникации, ВТУ "Тодор Каблешков", том 19, брой 3, 2021 г., ISSN1312-3823

IMPACT OF NOISE POLLUTION ON PEOPLE AND ECOSYSTEMS

Anton Todorov
antonstodorov@yahoo.com

Todor Kableshkov University of Transport,
1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA

Key words: *noise pollution, ecology, environmental consequences, urban planning*

Abstract: *Noise pollution is defined as unwanted or harmful sound originating from anthropogenic (human) activities — road, rail and air traffic, industrial activity, construction, etc. For example, according to the World Health Organization (WHO), noise “has become an important environmental risk factor in the European Region.” In large cities, the presence of constant, high-intensity noise poses a serious problem for the quality of life — it disrupts sleep, rest, learning, communication and can lead to a number of physiological and psychological effects. This problem is gaining increasing importance, as modern studies show that impacts occur at lower noise levels than previously assumed. The aim of the article is to summarize the existing evidence on the impact of noise pollution on human health and on ecosystems, as well as to present solutions and mitigation measures.*