



Заедно за природата

Граждани за зелено бъдеще

Тема: Светлинно и шумово
замърсяване

Лектор: Илия Гьонов

Първи семинар за повишаване капацитета на граждани, заинтересовани местни и централни администрации, насочени към актуалните проблеми при управлението на околната среда, гр. Велинград, 18.05 - 22.05.2026 г.

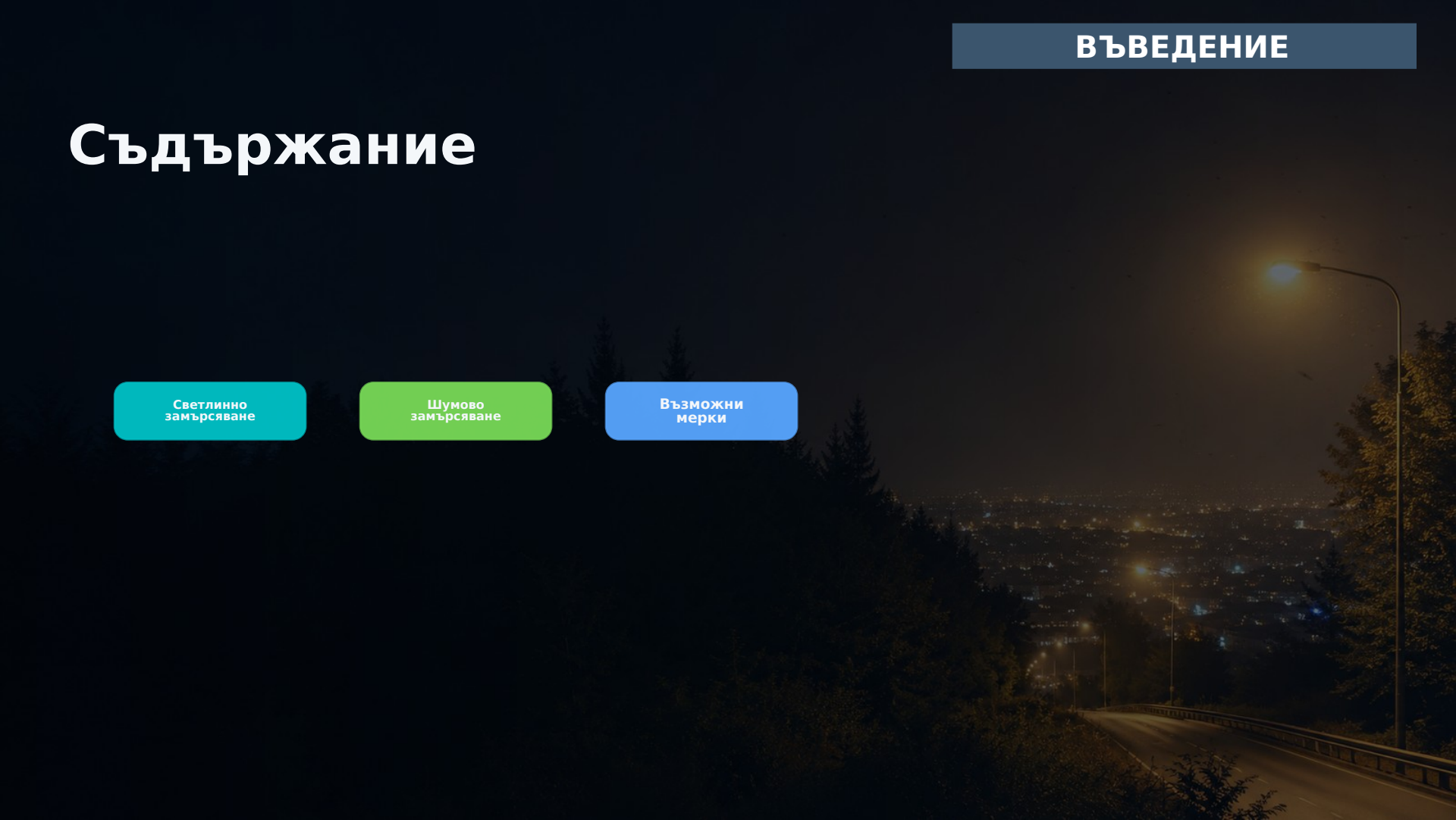
Изготвено с подкрепата на Швейцарско-българската програма за сътрудничество, Механизъм за гражданска ангажираност и прозрачност (МГАП) 2024-2029. Изразените възгледи и мнения са изцяло на автора и не отразяват непременно тези на правителствата на Швейцария и България.

Съдържание

Светлинно
замърсяване

Шумово
замърсяване

Възможни
мерки



Физично замърсяване

средата се променя без химикал

светлина

звук

Ноцта има структура

ден-нощ, здрач, луна, сезон



здрач

нощ

луна

сезон

Звукът е част от местообитанието

биофония, геофония, антропофония

биофония

геофония

антропофония



ALAN

Artificial Light At Night

изкуствена светлина
през нощта

улична

рекламна

фасадна

транспорт

оранжерии

Форми на светлинно замърсяване

не само „много светлина“



skyglow



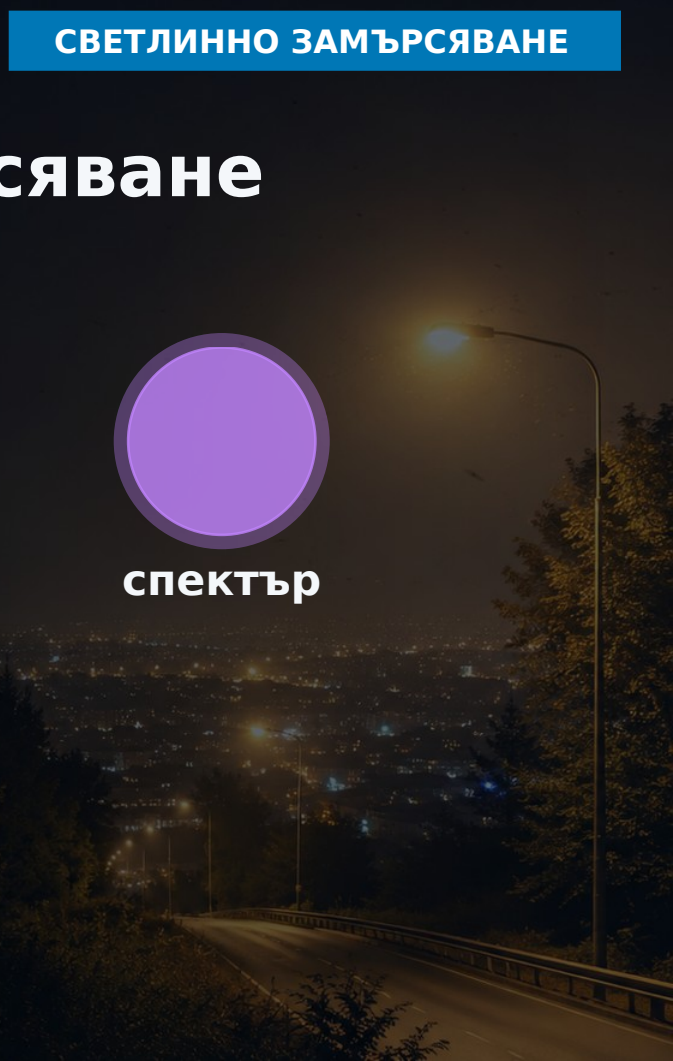
glare



trespass



спектър



Какво измерваме?

интензитет, спектър, посока, време

A fly is positioned on a green leaf. Below the fly are four colored boxes containing text: a yellow box with 'lux', a cyan box with 'cd/m²', a purple box with 'nm', and a green box with 'часове'.

lux

cd/m^2

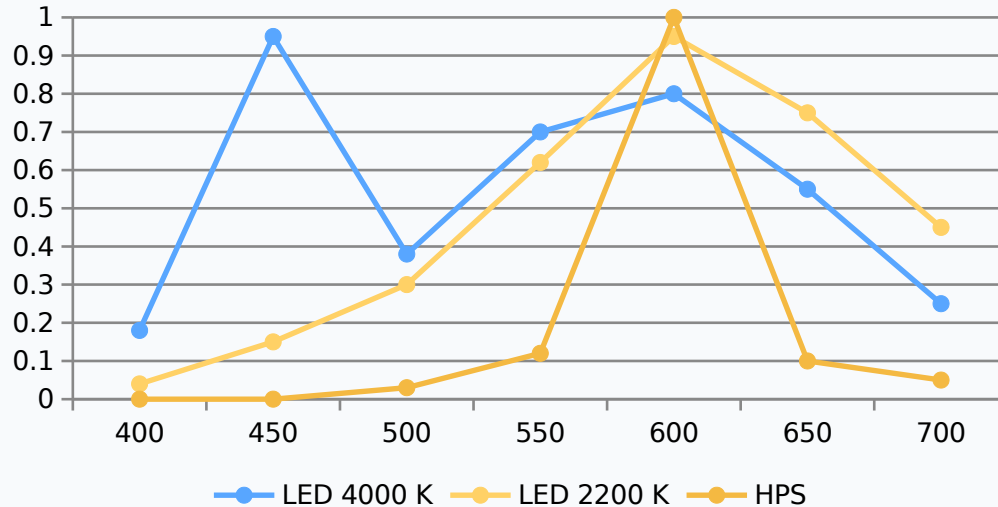
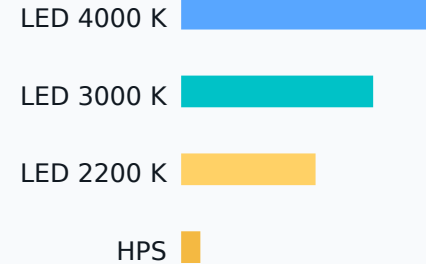
nm

часове

Спектърът има значение

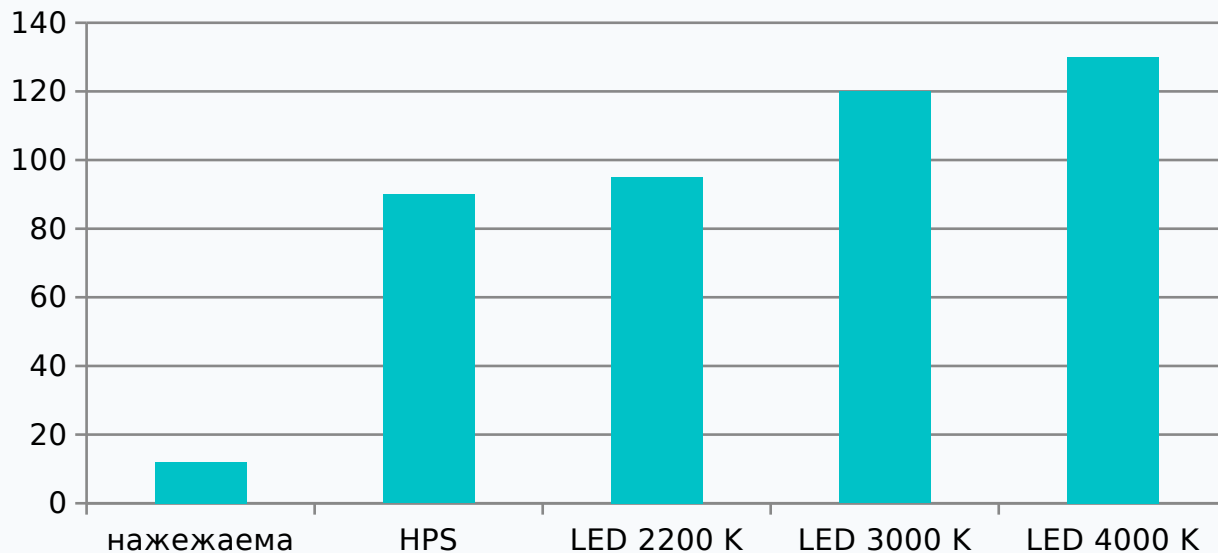
синята компонента често е по-проблемна

Дял 420-500
nm



Ефективност \neq безопасност

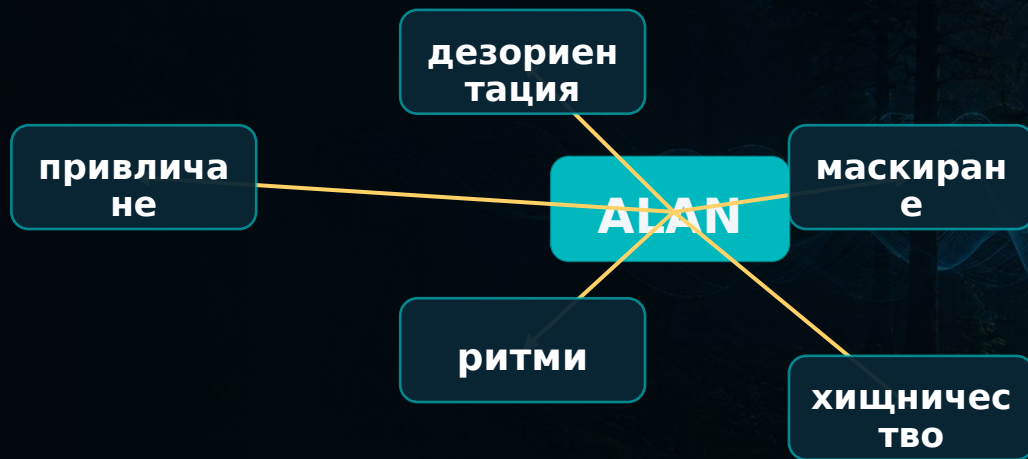
LED намалява енергията, но може да увеличи биологичния ефект



ефективност \neq екологична безопасност

Пет пътя на въздействие

от поведение до популации



Привличане към светлина

най-видимият, но не единствен механизъм

flight-to-light

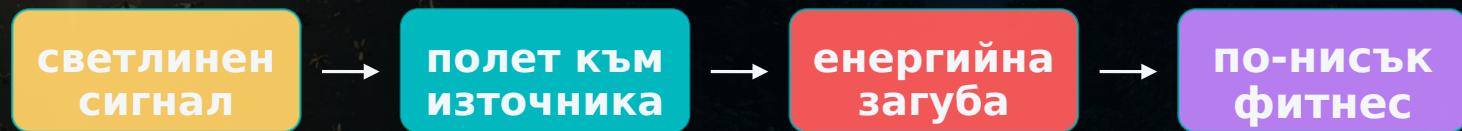
Насекоми при лампа

локално събиране, изтощение, риск от хищници



Екологичен капан

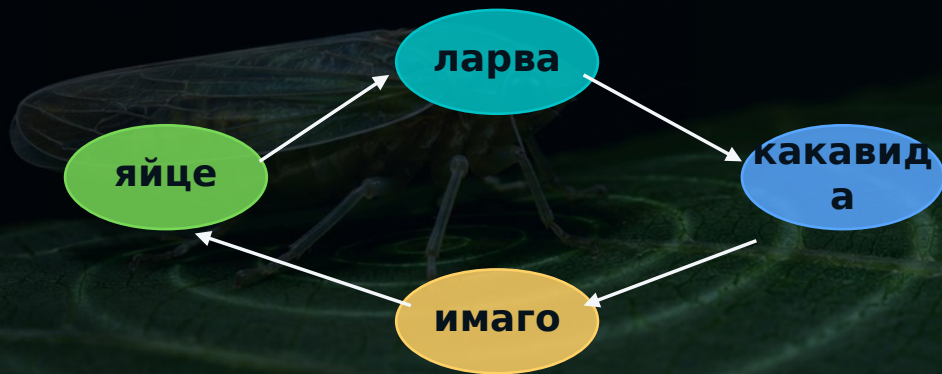
привлекателно, но вредно



привличането не означава подходящо местообитание

Целият жизнен цикъл

не само възрастните индивиди



диapaуза

хранене

копулация

дисперсия

Улично осветление и гъсеници

локално намаление в осветени участъци

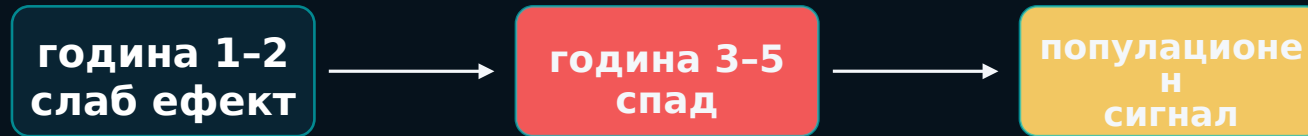
намаление на гъсеници



matched-pairs теренен дизайн

Дългосрочен ефект

макромолци в осветени експериментални участъци



Популационни трендове при молци

най-засегнати са нощни и светлинно привлечани видове

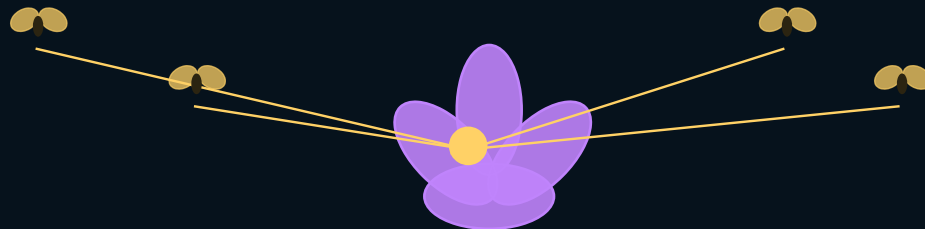
нощна
активност

положителен
фототаксис

урбанизира
ни райони

Нощно опрашване

светлината нарушава мрежата



посещения ↓

fruit set ↓

- Кноп, Е., Золлер, Л., Райсер, Р., Герпе, С., Хорлер, М. & Фонтане, С. 2017. Artificial light at night as a new threat to pollination. *Nature* 548:206–209. <https://doi.org/10.1038/nature23288>
- Macgregor, C. J., Evans, D. M., Fox, R. & Pocock, M. J. O. 2017. The dark side of street lighting: impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport. *Global Change Biology* 23:697–707. <https://doi.org/10.1111/gcb.13371>

Светлинни сигнали

комуникация в тъмнина

видоспецифичен ритъм

избор на партньор

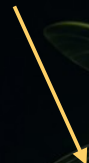
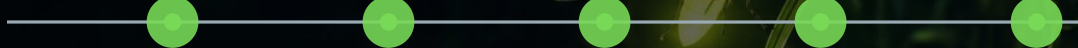
Дует за размножаване

мъжки сигнал → женски отговор

мъжки
сигнал

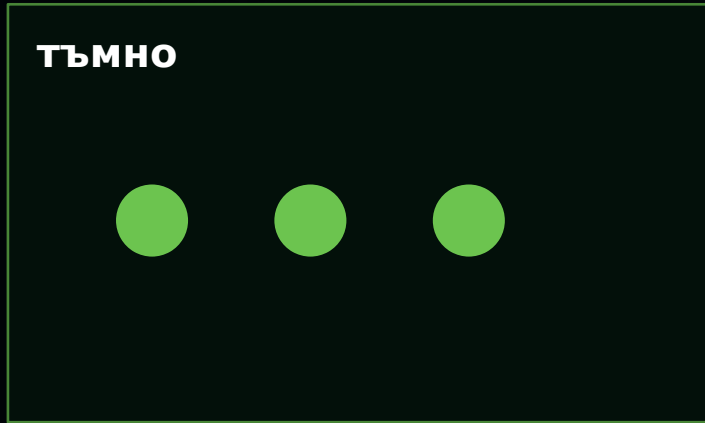


женски
отговор



ALAN маскира сигнала

фонът намалява контраста



сигнал/фон



- Owens, A. C. S., Meyer-Rochow, V. B. & Yang, E.-C. 2018. Short- and mid-wavelength artificial light influences the flash signals of *Aquatica ficta* fireflies (Coleoptera: Lampyridae). PLOS ONE 13:e0191576. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191576>
- Hillón-Salas, J. S., Pineda-Dueñas, J. D., Romero-Chacón, A. M. & Maldonado-Chaparro, A. A. 2024. Artificial Light at Night Reduces Flashing in *Photinus* and *Photuris* Fireflies During Courtship and Predation. Journal of Insect Behavior 37:49–57. <https://doi.org/10.1007/s10905-024-09849-8>

Сигнали и риск

размножаване, но и хищници

партньор

хищник

фонова
светлина



Поляризирана светлина

екологичен капан за водни видове

поляризирана светлина



The diagram illustrates the concept of polarized light. At the top, a rounded rectangular box labeled 'поляризирана светлина' (polarized light) has two yellow arrows pointing downwards. The left arrow points to a dark rectangular box labeled 'асфалт / соларен панел' (asphalt / solar panel). The right arrow points to a dark rectangular box labeled 'вода' (water). The background is a dark, atmospheric landscape with a bird in flight on the right and faint concentric circles representing light waves on the left.

асфалт / соларен панел

вода

Рипарийни (крайбрежни) екосистеми

светлината променя потока на организми

водна фаза



излитане



сухоземни
консуматори

Светлина и хищничество

осветеният участък променя играта

насекоми
при лампа



прилепи /
птици / паяци

Птици, прилепи, земноводни, насекоми

общи механизми, различни реакции

ориентация

активност

вокализация

избягване

Водна среда

границата вода-суша е чувствителна към нощна светлина

1 пряко осветяване
на водната
повърхност

2 рипарийна зона
разсейване към
брега

3 отражения
поляризация и
дезориентация

вода

бряг

небе

Водни насекоми

излитане, привличане и промяна на потока биомаса

излитане
от водата

привличане
към лампи

по-малък flux
към сушата

ларви / нимфи

възрастни

хищници



Морски риби и безгръбначни

Нарушаване на циркадните ритми, комуникацията, смущения в хранителните вериги...

привличане
към ALAN

Антропогенен шум

енергия + информация

трафик

строителство

самолети

кораби

туризъм

Параметри на шума

dB, честота, време, предвидимост

**сила/
амплитуда
dB**

**честота
Hz**

**време
пулс/фон**

Маскиране

сигналят не изчезва, но става неразпознаваем



Стрес и избягване

не само комуникация

маскиране

стрес

избягване

Песни в шум

изместване на честота или време

**по-висока
честота**

**по-силна
песен**

**друго
време**

Жаби и брачни призивни сигнали

фонът променя избора на партньор



Подводен шум

кораби, сонари, строителство

кораби

сонар

пилоти

турбини

Шум и насекоми

акустични и вибрационни системи



Orthoptera
звук

Auchenorrhyncha
вибрации

Heteroptera
вибрации

Как реагира сигнализиращият?

ПО-СИЛНО, ПО-ВИСОКО, ПО-КЪСНО

A glowing green cicada is positioned on the left side of the slide, resting on a faint, glowing green web. The background is a light, hazy green. Four colored buttons are arranged horizontally below the cicada.

амплитуда ↑

честота ↑

ритъм ↔

време ↔

Четири комуникационни канала

замърсяването засяга всеки по различен начин



светлина



звук



вибрации



миризми

сигналът трябва да стигне до правилния приемник

Сигнал → разпознаване → избор

всеки етап може да се наруши



излъчване

пренасяне

приемане

Растението като комуникационен канал

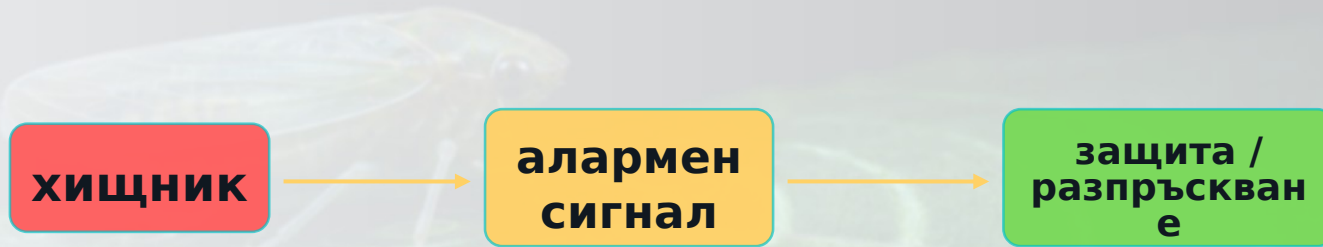
важно при Auchenorrhyncha и Heteroptera



**шумът в субстрата
може да маскира
сигнала**

Сигнализация за опасност

вибрации, аларма, агрегация



Светлина + шум

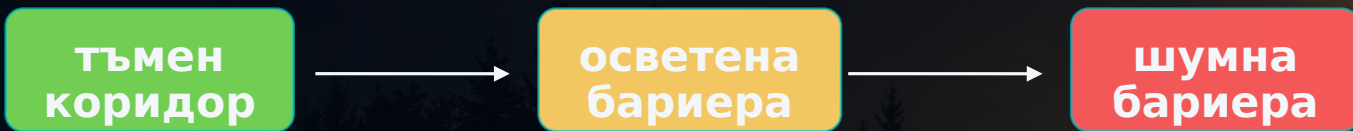
градската среда рядко има само един стресор



синергия или компенсирание

Местообитание между лампи и пътища

фрагментация на тъмното и тихото



Ефекти отвъд индивида

опрашване, храна, трофични мрежи

опрашване

храна за прилепи

контрол на вредители

поток вода-суша

Минимален теренен дизайн

измерване + биологичен отговор



Светлина: полеви комплект

lux-метър, спектрометър, карта

lux

спектър

височина

посока

часове

Шум: полеви комплект

рекордер, dB, спектър

рекордер

калибрация

dB

спектрограма

метаданни

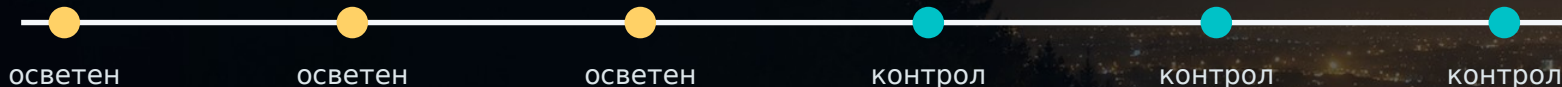
Контрол срещу въздействие

сравнявай сходни местообитания

5-10 точки

еднакъв биотоп

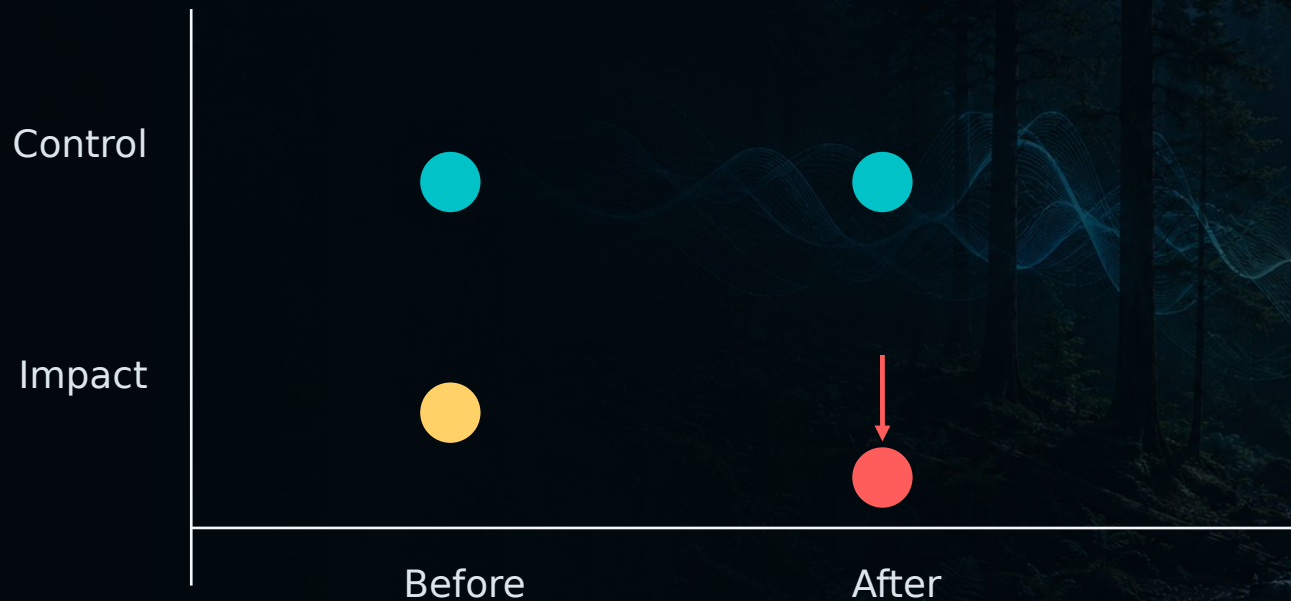
повторения



ВАСИ

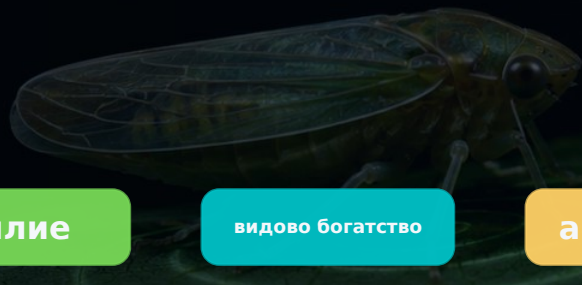
Before-After-Control-I

эффект = промяна в Impact – промяна в Control



Биологични показатели

избери показател преди терена



обилие

видово богатство

активност

сигнали

репродукция

От данни към извод

физичен фактор → биологична реакция



Улична лампа и молци

лесен студентски протокол

10 лампи

10 контроли

една нощ x 3

еднакъв биотоп

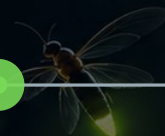
Светулки

брой проблясъци и успешни отговори

мъжки
сигнал

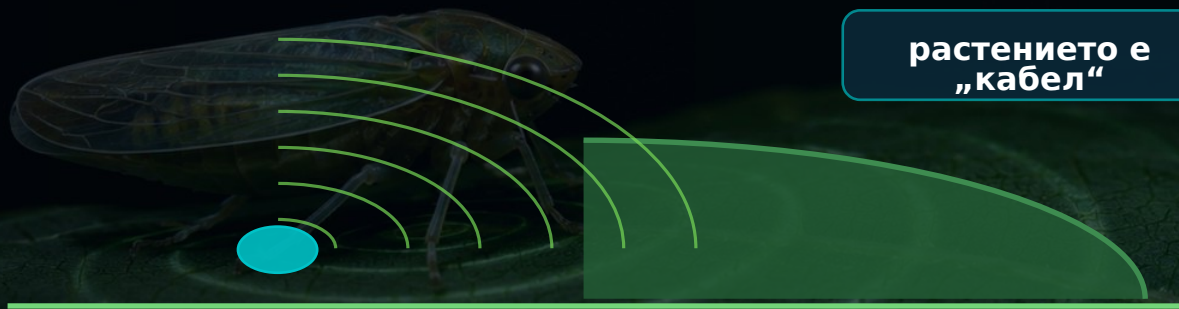


женски
отговор



Вибрационни сигнали

Auchenorrhyncha на растение гостоприемник



растението е
„кабел“

шумът в субстрата
може да маскира
сигнала

Принципи за светлина

ПО-МАЛКО, ПО-НИСКО, ПО-ТОПЛО, ПО-ТОЧНО

нужда

насочване

топъл спектър

димирание

изключване

Осветители с нисък ефект

формата на лампата е мярка

0% ↑



full cutoff

≤2700 K



топла LED

50%



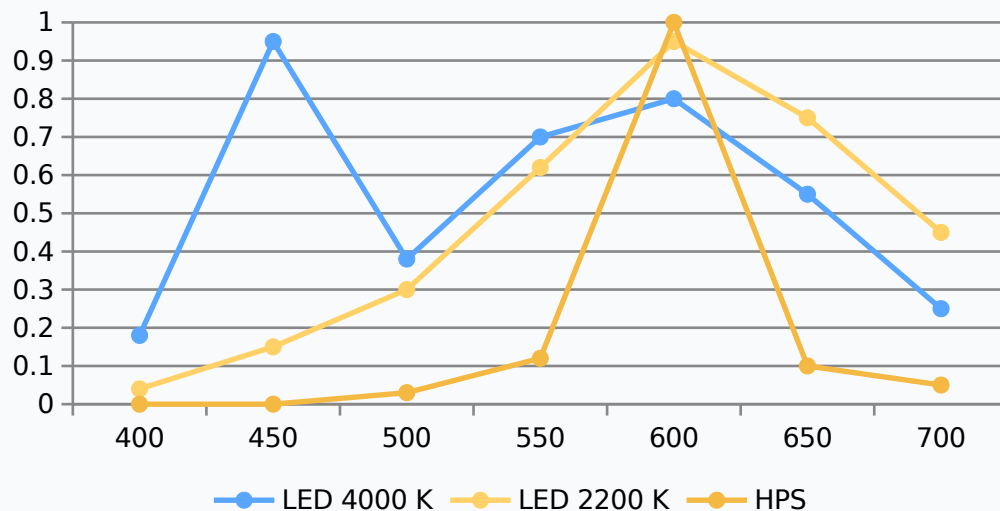
димиране



асиметрична
оптика

Спектър: топъл и тесен

намали синята и UV-компонентата



Дял 420-500
nm

LED 4000 K

LED 3000 K

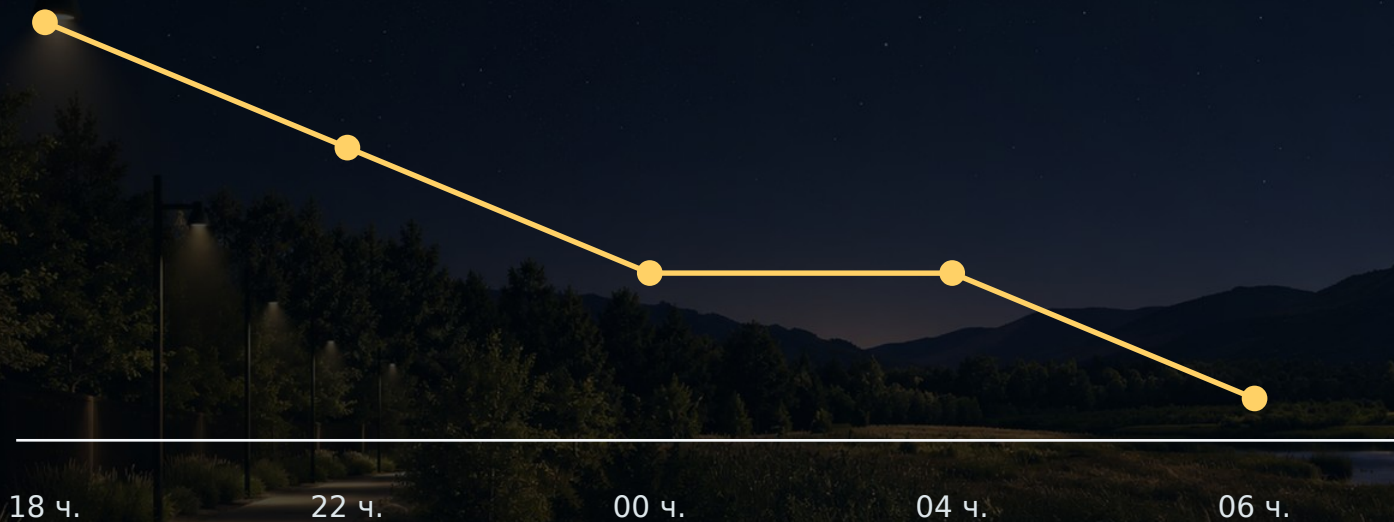
LED 2200 K

HPS

Димиране и изключване

когато няма нужда —

осветяване според нуждата, не според навика



Тъмни коридори

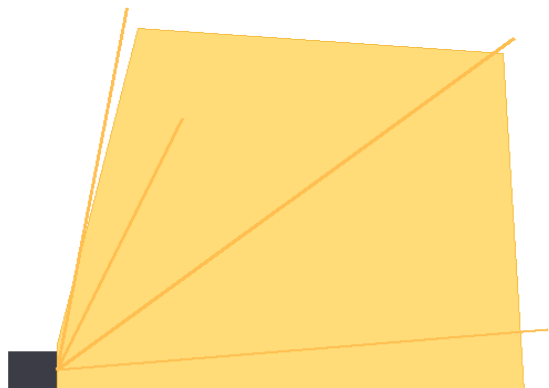
свързаност за нощни видове



Фасадно осветление с шаблон

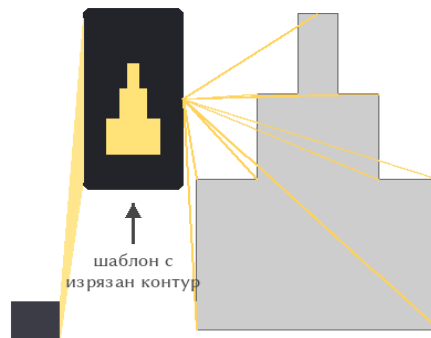
светлина през изрязан контур, не около сградата

Без шаблон: spill light



Голяма част от лъча минава над и около сградата
→ небесно сияние, glare и енергийна загуба

С шаблон: отвор по контура



Светлината извън контура се блокира;
върху фасадата попада само оформеният лъч.

Къде е критично?

реки, влажни зони, паркове, църкви и други високи сгради с прилепи и нощни птици

влажни зони

речни долини

горски ръбове

църкви с прилепи

Намаляване на шума

източник, път, приемник

ИЗТОЧНИК
ПО-ТИХО

път
барьера

приемник
буфер

Времеви прозорци

не нарушавай активния период

здрач

брачна активност

излитане

миграция

Край реки и влажни зони

светлина само когато, където и колкото е необходима

екраниране
0% uplight

топъл спектър
 $\leq 2700\text{--}3000\text{ K}$

димиране
след пикова
употреба

тъмни буфери
край вода

цел: без директна светлина върху водата

Едновременно управление

светлина, шум и местообитание

освещение

шум

местообитани
е

Практически критерии

измерими, проверими, обратими

≤3000 К

0% uplight

димиране

буфер

мониторинг

Въпроси

1 Коя мярка е най-евтина?

2 Как доказваме причинно-следствени връзки?

3 Къде в България е най-рисково?

Послания

1

Светлината и шумът са важни кологични фактори

2

Шумът намалява активната зона на сигнала

3

Техническите мерки срещу светлинното и шумовото замърсяване са прости и евтини

- Boyes, D. H., Evans, D. M., Fox, R., Parsons, M. S. & Pocock, M. J. O. 2021. Is light pollution driving moth population declines? A review of causal mechanisms across the life cycle. *Insect Conservation and Diversity* 14:167–187. <https://doi.org/10.1111/icad.12447>
- Brumm, H. & Slabbekoorn, H. 2005. Acoustic communication in noise. *Advances in the Study of Behavior* 35:151–209. [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(05\)35004-2](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(05)35004-2)
- Cocroft, R. B. & Rodríguez, R. L. 2005. The behavioral ecology of insect vibrational communication. *BioScience* 55:323–334. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0323:TBEQIV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0323:TBEQIV]2.0.CO;2)
- Cocroft, R. B. 1996. Insect vibrational defence signals. *Nature* 382:679–680. <https://doi.org/10.1038/382679a0>
- Čokl, A. & Virant-Doberlet, M. 2003. Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. *Annual Review of Entomology* 48:29–50. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112605>
- Francis, C. D. & Barber, J. R. 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11:305–313. <https://doi.org/10.1890/1520183>
- Hillón-Salas, J. S., Pineda-Dueñas, J. D., Romero-Chacón, A. M. & Maldonado-Chaparro, A. A. 2024. Artificial Light at Night Reduces Flashing in Photinus and Photuris Fireflies During Courtship and Predation. *Journal of Insect Behavior* 37:49–57. <https://doi.org/10.1007/s10905-024-09849-8>
- Horváth, G., Kriska, G., Malik, P. & Robertson, B. 2009. Polarized light pollution: a new kind of ecological photopollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7:317–325. <https://doi.org/10.1890/080129>
- International Dark-Sky Association & Illuminating Engineering Society. 2020. Five Principles for Responsible Outdoor Lighting. Technical guidance document. <https://darksky.org/resources/guides-and-how-tos/lighting-principles/>
- Knop, E., Zoller, L., Ryser, R., Gerpe, C., Hörler, M. & Fontaine, C. 2017. Artificial light at night as a new threat to pollination. *Nature* 548:206–209. <https://doi.org/10.1038/nature23288>

- Kyba, C. C. M., Mohar, A., Pintar, G. & Stare, J. 2018. Reducing the environmental footprint of church lighting: matching façade shape and lowering luminance with the EcoSky LED. *International Journal of Sustainable Lighting* 20(1):1–9. <https://doi.org/10.26607/ijsl.v19i2.80>
- Lewis, S. M. & Cratsley, C. K. 2008. Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies. *Annual Review of Entomology* 53:293–321. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093346>
- Macgregor, C. J., Evans, D. M., Fox, R. & Pocock, M. J. O. 2017. The dark side of street lighting: impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport. *Global Change Biology* 23:697–707. <https://doi.org/10.1111/gcb.13371>
- Manfrin, A., Hölker, F., Teurlincx, S., Baranov, V., van Grunsven, R. H. A., Bundschuh, M., & Monaghan, M. T. 2025. Artificial light at night reduces emergence and attracts flying adults of aquatic Diptera. *Aquatic Sciences* 87: 38. <https://doi.org/10.1007/s00027-025-01161-7>
- Manfrin, A., Singer, G., Larsen, S., Weiß, N., van Grunsven, R. H. A., Weiß, N.-S., Wohlfahrt, S., Monaghan, M. T. & Hölker, F. 2017. Artificial Light at Night Affects Organism Flux across Ecosystem Boundaries and Drives Community Structure in the Recipient Ecosystem. *Frontiers in Environmental Science* 5:61. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00061>
- Meyer, L. A., & Sullivan, S. M. P. 2013. Bright lights, big city: influences of ecological light pollution on reciprocal stream–riparian invertebrate fluxes. *Ecological Applications* 23(6): 1322–1330. <https://doi.org/10.1890/12-2007.1>
- Owens, A. C. S. & Lewis, S. M. 2018. The impact of artificial light at night on nocturnal insects: a review and synthesis. *Ecology and Evolution* 8:11337–11358. <https://doi.org/10.1002/ece3.4557>
- Owens, A. C. S., Cochard, P., Durrant, J., Farnworth, B., Perkin, E. K. & Seymoure, B. 2020. Light pollution is a driver of insect declines. *Biological Conservation* 241:108259. <https://doi.org/10.1016/j.bioccon.2019.108259>
- Owens, A. C. S., Meyer-Rochow, V. B. & Yang, E.-C. 2018. Short- and mid-wavelength artificial light

- Perkin, E. K., Hölker, F., Richardson, J. S., Sadler, J. P., Wolter, C. & Tockner, K. 2011. The influence of artificial light on stream and riparian ecosystems: questions, challenges, and perspectives. *Ecosphere* 2:122. <https://doi.org/10.1890/ES11-00241.1>
- Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., Warner, K. A., Nelson, M. D., White, C., Briggs, J., McFarland, S. & Wittemyer, G. 2016. A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews* 91:982–1005. <https://doi.org/10.1111/brv.12207>
- van Grunsven, R. H. A., van Deijk, J. R., Donners, M., Berendse, F., Visser, M. E., Veenendaal, E. & Spoelstra, K. 2020. Experimental light at night has a negative long-term impact on macro-moth populations. *Current Biology* 30:R694–R695. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.04.083>
- van Langevelde, F., van Grunsven, R. H. A., Veenendaal, E. M. & Fijen, T. P. M. 2018. Declines in moth populations stress the need for conserving dark nights. *Global Change Biology* 24:925–932. <https://doi.org/10.1111/gcb.14008>
- Virant-Doberlet, M. & Čokl, A. 2004. Vibrational communication in insects. *Neotropical Entomology* 33:121–134. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200001>