Odborné sdělení *Short communication*

PROMĚNLIVOST LISTOVÉ PLOCHY U RŮZNĚ PŘIHNOJENÉ ZELENĚ V PRŮMYSLOVĚ ZATÍŽENÉM MĚSTSKÉM PROSTŘEDÍ

LEAF AREA VARIABILITY AT VARIOUSLY FERTILISED GREENERY WITHIN INDUSTRIALLY LOADED URBAN ENVIRONMENT

Pavel Samec[1,2)] ✉ – Pavlína Víchová[3)] – Vít Kašpar[4)] – Karel Doležal[5)] – Petr Lukeš[2)] – Miloš Zapletal[6)]

[1)]Mendelova univerzita v Brně, Ústav geologie a pedologie, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

[2)]Akademie věd České republiky, v. v. i., Ústav výzkumu globální změny, Bělidla 986/4a, 603 00 Brno, Czech Republic

[3)]Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav plánování krajiny, Valtická 337, 691 44 Lednice, Czech Republic

[4)]Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Chittussiho 14, 710 00 Ostrava, Czech Republic

[5)]Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra chemické biologie, 17. listopadu 1192/12, 779 00 Olomouc, Czech Republic

[6)]Slezská univerzita v Opavě, Fyzikální ústav v Opavě, Bezručovo náměstí 1150/13, 746 01 Opava, Czech Republic

✉ *e-mail: samec.p@czechglobe.cz*

ORCID: *P. Samec* *0000-0002-8152-1603* *P. Lukeš* *0000-0002-3707-6557*
V. Kašpar *0000-0002-0879-0137* *M. Zapletal* *0000-0002-1549-2541*
K. Doležal *0000-0003-4938-0350*

ABSTRACT

Industrial pollution concentrated into heavily settled areas requires ecosystem monitoring with selection of appropriate adaptation measures. In this study, we compared development of leaf area index (LAI) from Sentinel-2 in an experimentally differentiated tree-species mixture with atmospheric pollution by SO_2, NO_x, O_3 and PM_{10} after treatment by various biostimulants in industrially loaded locations between Bartovice (49.7917N; 18.3346E; 239–243 m a.s.l.) and Radvanice (49.8045N; 18.3373E; 243–253 m a.s.l.) in Ostrava city during 2019–2024. Biostimulation was applied at evenly defined segments of inorganic fertilization, commercial biostimulation and experimental cytokinin derivates on Endo-Humic and Anthraquic Technosols in Bartovice and on Luvisols and Stagnosol in Radvanice. The plantation consisted of conifers *Pinus sylvestris*, *Abies alba* and *Larix decidua* (total 23.2%), deciduous (76.8%) trees *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur* and *Q. cerris*, *Malus sylvestris*, *Cerasus avium*, *Sorbus torminalis*, *Tilia* sp., *Acer* sp., *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *Salix* sp. and shrubs. The effects of the pollution on LAI development were assessed thro ugh coefficients of variation, while the biostimulation effects on LAI were evaluated using analysis of variance. LAI increased slightly according to decreases of SO_2, NO_x and PM_{10} pollution despite increasing O_3 concentrations. Various biostimulation on Technosols did not affect LAI development, whereas experimental biostimulation on natural soils increased LAI close to the natural vegetation development. Different manifestations of fertilization between Technosols and natural soils confirmed differentiation in effects of differently exposed sites on greenery development in an industrially loaded city.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: znečištěné prostředí; výsadba dřevin; biostimulační hnojiva; antropozemě; podmáčené půdy

Key words: polluted environment; tree planting; biostimulant fertilizer; Technosols; stagnic soils

ÚVOD

Růst zeleně poskytuje ekosystémové služby včetně biodiverzifikace, regulace klimatu, ukládání uhlíku a dostupné vláhy (Foley et al. 2005). Specificky protichůdné požadavky jsou kladeny na služby zeleně v průmyslově zatížených městech. Zde hlavní službou zeleně je schopnost zlepšovat lidské zdraví, ačkoli se zeleň nachází v intoxikovaných podmínkách neslučitelných s růstovými nároky (Denworth 2026). Nicméně vhodný management umožňuje vývoj základních funkcí zeleně, pakliže je založen na výběru vhodných rostlin, stimulaci růstu a monitoringu k úpravě opatření snižujících škody (Barwise, Kumar 2020).

Vlivy zeleně na zlepšení lidského zdraví se uplatňují prostřednictvím zelené infrastruktury. Zelená infrastruktura je cíleně vytvořená síť přirozených nebo uměle založených rostlinných společenstev v osídleném prostředí (Tzoulas et al. 2007). Funkce zelené infrastruktury jsou přirozeně spouštěny biodiverzitou, která následně utváří samo-organizovaný prostředek udržující ekosystém (Loeuille, Loreau 2005). Lidské zdraví nejvýrazněji zlepšují filtrační, chladicí, protektivní a sociální funkce zeleně (Gómez-Baggethun, Barton 2013). Naopak fragmentace bránící rozvoji samo-organizace ekosystému současně zhoršuje lidské zdraví (Opdam et al. 2006).

Rostlinný růst ve znečištěných podmínkách závisí především na poklesu zátěží pod kritické meze (Vašát et al. 2015). Pokud znečištění nedosahuje kritických úrovní, rostlinný růst lze stimulovat substitučními prostředky, které nedostatek některé z vlastností prostředí nahrazují přebytkem jiné růst podporující složky. I když rostlinný růst je nejčastěji podporován hnojením, v přirozeně živných zemědělských nebo alkalických urbánních půdách vede přebytek živin ke znečištění podzemních vod (Alom et al. 2025). Alternativou hnojiv zejména v prostředí s jednostrannou výživou je stimulace růstových procesů pomocí malého množství regulátorů s velkým účinkem (Zapletal et al. 2021). Růstové regulátory jsou rostlinám vlastní látky s hormonálními účinky. Rostlinný růst je spouštěn auxiny, které jsou přirozeně produkovány výhony nebo klíčícími semeny. V přítomnosti auxinů se uplatňuje aktivita cytokininů, které podporují diferenciaci pletiv, čímž podmiňují vznik odolnosti rostlin vůči nepříznivým podmínkám (Hönig et al. 2018). Následující regulace rostlinného růstu spočívá v působení půdy nebo mikrobiálních symbiontů, z nichž jsou poskytovány humusové sloučeniny (Patzel, Ponge 2001; Aubert et al. 2006; Samec 2008), trusinky (Flegel, Schrader 2000) nebo výlučky (Bonkowski, Brandt 2002).

Účinky ošetření na zeleň v zatíženém prostředí jsou vyhodnocovány monitoringem prováděným pravidelně v předem stanovené soustavě lokalit. Růst zeleně ve vztahu k poskytování ekosystémových služeb ve znečištěných podmínkách je nejjednodušeji indikován pomocí vývoje indexu listové plochy (LAI). LAI je poměr plochy listoví nad jednotkovou plochou zemského povrchu naznačující současně druh rostliny, biomasu a schopnost záchytu znečišťujících látek (Bonannella et al. 2023). Charakteristika lesů je pomocí LAI spolehlivější, když souvisle nepokrývají půdní povrch. Přesto LAI zvyšuje odhad biomasy řídkých listnatých lesů a snižuje odhad biomasy hustých jehličnatých lesů (Chen et al. 2005). Proto jsme naši studii zaměřili na srovnání odezvy biomasy smíšené zeleně po přihnojení mezi různě zatíženými stanovišti. Ověřovali jsme předpoklad, že biostimulace bude následována výraznějším růstem zeleně než anorganické přihnojení v závislosti na míře expozice stanovišť.

MATERIÁL A METODIKA

Odezva zeleně po přihnojení byla sledována na experimentálních pozemcích v ostravských obvodech Bartovice (49,7917N; 18,3346E; 239–243 m n. m.; 1,44 ha) a Radvanice (49,8045N; 18,3373E; 243–253 m n. m.; 1,22 ha). Zeleň byla sledována v období 2019–2024 od ukončení sanací pozemků po dosažení zápoje vysazených dřevin. Výsadba sestávala z 406 ks původních druhů vzrostlých jehličnatých (23,2 %) a listnatých (66,2 %) stromů a 43 ks (10,6 %) keřů v jednotlivém smíšení na hluboko humózní (31,2 %) a urbické antropozemi (20,9 %), hnědozemi modální (30,6 %) a luvické (11,1 %) a pseudogleji luvickém (6,2 %). Nejvíce zastoupenými dřevinami celkově byly borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (15,6 %), dub (*Quercus* sp.) (17,4 %), hloh jednosemenný (*Crateagus monogyna*) (7,1 %), javory (*Acer* sp.) (11,6 %), lípy (*Tilia* sp.) (8,5 %), topol černý (*Populus nigra*) (6,0 %) a bříza bělokorá (*Betula pendula*) (5,1 %) (Zapletal et al. 2021; Obr. 1).

Výsadba byla provedena v dubnu 2021, načež byla pravidelně ošetřována stejnými dávkami 2,5 ml/strom (a) průmyslovým anorganickým hnojivem, (b) průmyslovým biostimulantem TS Sentinel obsahujícím aminokyseliny, protistresové látky a hydrogel a (c) experimentálním biostimulantem RR-D obsahujícím deriváty cytokininů v koncentraci 10 µmol/l přidané do báze průmyslového biostimulantu na planimetricky vymezených segmentech uvnitř každého půdního subtypu v první polovině vegetačního období a v srpnu–září (Hönig et al. 2018).

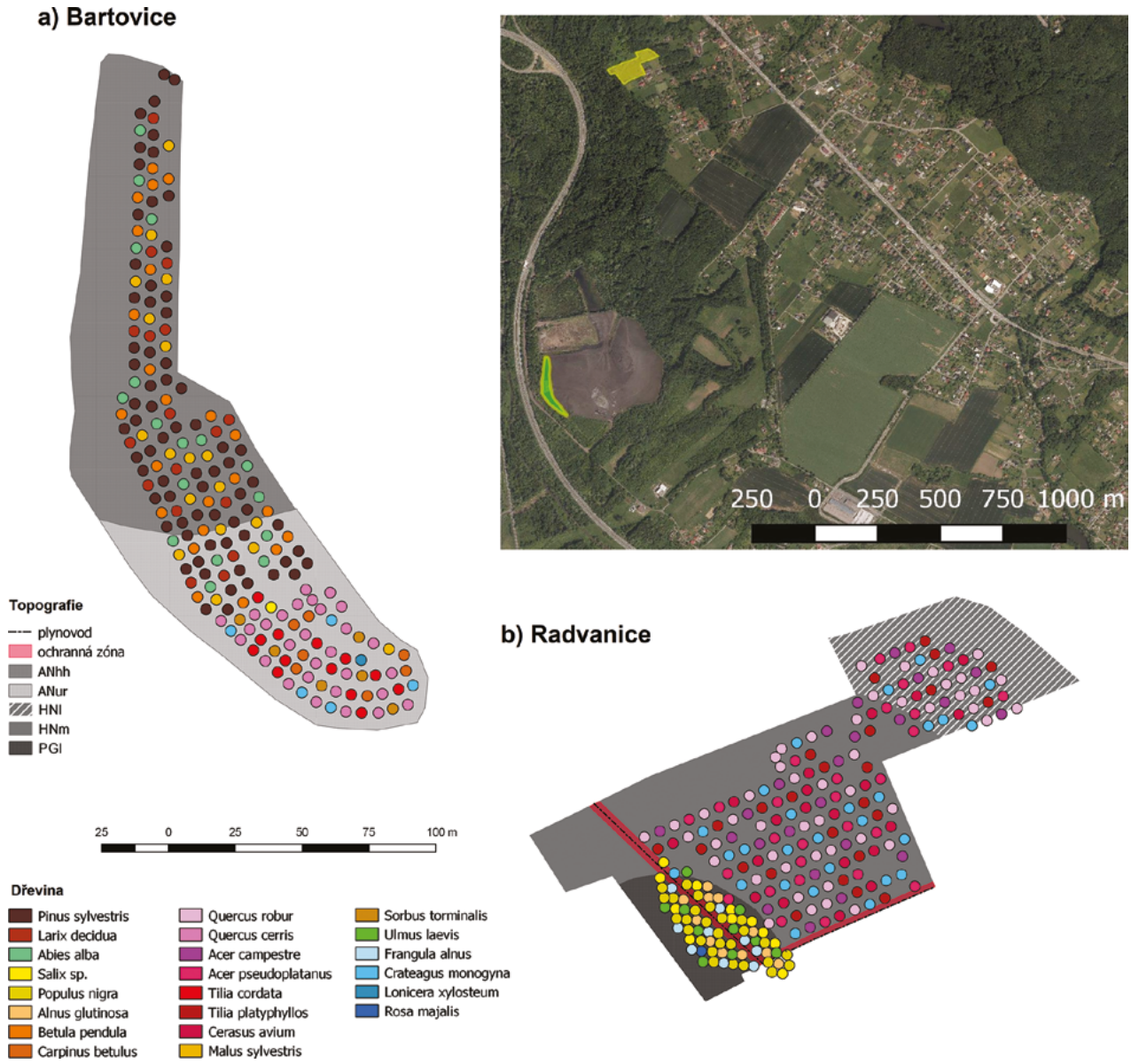
Vývoj zeleně byl pozorován pomocí sezónních maxim LAI porovnávaných s vývojem znečištění ovzduší a mezi různě ošetřenými segmenty. LAI byl pořízen nosičem Sentinel-2 v rozlišení 10 × 10 m (Chrysafis et al. 2020). Průměrné roční znečištění atmosféry SO_2, NO_2, O_3 a PM_{10} bylo zjištěno z územně blízkých stanic Českého hydrometeorologického ústavu na Fifejdách (49,839N; 18,264E; 220 m n. m.), v Radvanicích (49,807N; 18,339E; 250 m n. m.) a v Zábřehu (49,796N; 18,247E; 235 m n. m.) (Čermáková et al. 2021). Vlivy znečištění na vývoj LAI byly posouzeny pomocí variačních koeficientů (Koopmans et al. 1964). Vlivy přihnojení na vývoj LAI byly posouzeny analýzou rozptylu při $p < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Znečištění ovzduší bylo nad zahrnutými částmi Ostravy proměnlivé. Koncentrace kyselinotvorných SO_2 a NO_x nebo PM_{10} postupně klesaly, zatímco koncentrace O_3 mírně vzrostla. Koncentrace SO_2 průměrně klesla z 9,7 µg/m^3 mezi lety 2021–2022 až na 4,8 µg/m^3. Atmosférický NO_x klesal z průměrných 19,5 µmg/m^3 v roce 2019 na 13,9 µg/m^3. PM_{10} klesl z necelých 29 µg/m^3 na 22 µg/m^3. Naopak přízemní O_3 vzrostl z průměrných 48,7 µg/m^3 mezi lety 2020–2022 na 54,7 µg/m^3 (Obr. 2). Přesto variační koeficienty (V_k) byly vyšší u klesajících koncentrací znečišťujících látek, zatímco O_3 se vyznačoval $V_k < 10$ %. Zatímco potenciální vlivy koncentrací SO_2 a NO_x na dřeviny se střednědobě jeví jako vyznívající, vzrůst přízemního O_3 naznačil rostoucí nebezpečí pro růst dřevin.

LAI nejprve na všech půdních subtypech klesal v souvislosti se sanacemi pozemků, načež po výsadbě od roku 2021 mírně vzrostl. Vývoj vegetace se mírně rozčleňoval podél různých variant hnojení pouze v Radvanicích. Pokles LAI zde postihl i zasahující (polo)přirozená dřevinná společenstva, kde byl nejmírnější a po poklesu vzrostl nejvíce (Tab. 1). Nejvýraznější pokles LAI provázel v Radvanicích expe-

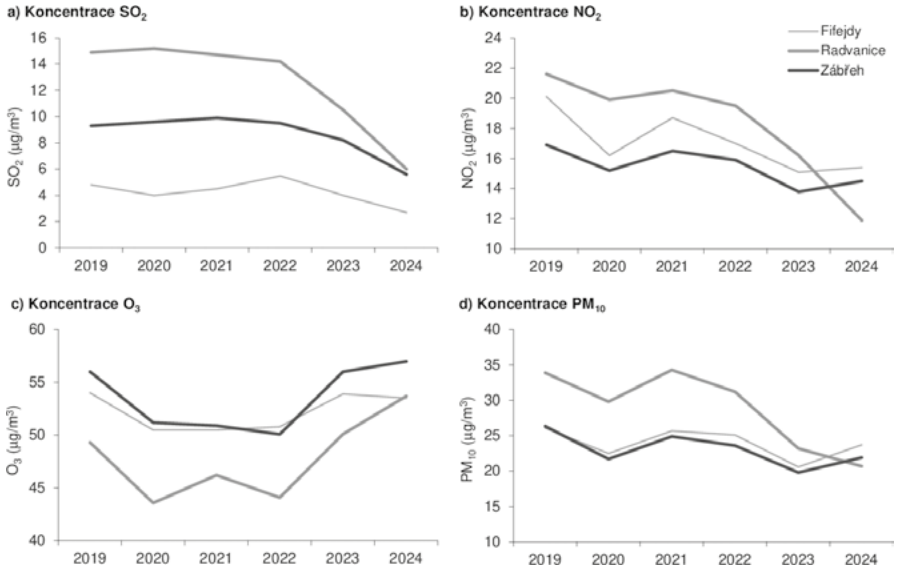
https://doi.org/10.59269/ZLV/2026/4/798



Vysvětlivky: ANhh – antropozem hluboko humózní; ANur – antropozem urbická; HNl – hnědozem luvická; HNm – hnědozem modální; PGl – pseudoglej luvický.
Captions: ANhh – Endo-humic Technosol; ANur – Anthraquic Technosol; HNl – Albic Luvisol; HNm – Haplic Luvisol; PGl – Albic Stagnosol.

Obr. 1.
Lokalizace experimentálních výsadeb dřevin v Bartovicích a Radvanicích na území města Ostravy.
Fig. 1.
Positions of tree-species experimental plantings in the studied sites a) Bartovice and b) Radvanice.

https://doi.org/10.59269/ZLV/2026/4/798



Obr. 2.
Vývoj znečištění ovzduší v městských částech ostravské aglomerace sousedící s experimentálními územími výsadby dřevin.
Fig. 2.
Air pollution development in the observed agglomeration urban districts adjancent to experimental areas of the tree-species plantings.

Tab. 1.
Proměnlivost a variační koeficienty (V_k) vývoje znečištění ovzduší a indexů listové plochy (LAI) u sledovaných výsadeb dřevin.
The variability and coefficients of variation (V_k) of air pollution and leaf area index (LAI) developments in observed tree-species plantings; a – inorganic fertilization; b – commercial biostimulation; c – experimental biostimulation.

Attribute	Složka/Compound	2019	2021	2024	Min–Max	V_k
Znečištění/ Pollution	SO_2 (µg/m^3)	9,7±4,1	9,7±4,2	4,8±1,5	2,7–15,2	0,47
	NO_x (µg/m^3)	19,5±2,0	18,6±1,6	13,9±1,5	11,9–21,6	0,15
	O_3 (µg/m^3)	53,1±2,8	49,2±2,1	54,7±1,6	43,6–57,0	0,07
	PM_{10} (µg/m^3)	28,8±3,6	28,3±4,3	22,1±1,2	19,8–34,3	0,17
LAI	(polo)přirozený	3,62±0,44	2,52±0,60	2,56±0,05	1,77–4,81	0,30
	a	2,80±0,20	2,11±0,40	2,11±0,29	1,17–4,78	0,33
	b	2,94±0,34	2,11±0,41	2,07±0,25	0,94–4,67	0,35
	c	3,23±0,26	2,02±0,75	2,23±0,10	0,82–4,67	0,41

a – anorganické hnojení/inorganic fertilization; b – průmyslová biostomulace/commercial biostimulation; c – experimentální biostimulace/ experimental biostimulation

https://doi.org/10.59269/ZLV/2026/4/798

rimentální biostimulaci, která se však následně svým vzrůstem téměř vyrovnala neošetřené okolní vegetaci. Zato v Bartovicích se LAI vyvíjel odlišně na každém subtypu antropozemě. Zatímco antropozem hluboko humózní (ANhh) se vyznačovala mírnějším poklesem vývoje dřevin ošetřených biostimulačně než anorganicky, antropozem urbická (ANur) byla přechodně následována nejpomalejším růstem biostimulovaných dřevin. Mezi lety 2022–2024 se však vývoj LAI různě ošetřených dřevin v Bartovicích vyrovnal obdobným zvýšením (Obr. 3).

Podobné prvotně kolísající hodnoty LAI < 2,5 naznačily, že přihnojení bezprostředně nezvýšilo růst dřevin v antropogenně zatížených podmínkách (Barwise, Kumar 2020). Na druhou stranu půdní subtypy mírně ovlivnily hustotu biomasy při $p < 0{,}30$. Naznačené větší vlivy půdních subtypů než variant hnojení na LAI byly důsledkem diferenciace dřevinných směsí podél různých typů stanovišť. Antropogenní půdy zcela zastřely různé ošetření dřevin, zatímco biostimulace na přírodních tělesech růst dřevin zdánlivě rychle přiblížila okolním přírodě blízkým společenstvům (cf. Czajka et al. 2023).

Poděkování:

Tato studie vznikla v rámci projektu UIA 123-03 CLAIRO – Clear Air and Climate Adaptation in Ostrava and other cities (https://clairo.ostrava.cz) financovaného z Evropského fondu pro regionální rozvoj.

LITERATURA

Alom K., Akbar D., Xu C.-Y., Dong T.H. 2025. Assessing environment impacts of chemical fertilizers consumption in Australia: State-level evidence. Environmental and Sustainability Indicators, 28: 101053. DOI: 10.1016/j.indic.2025.101053

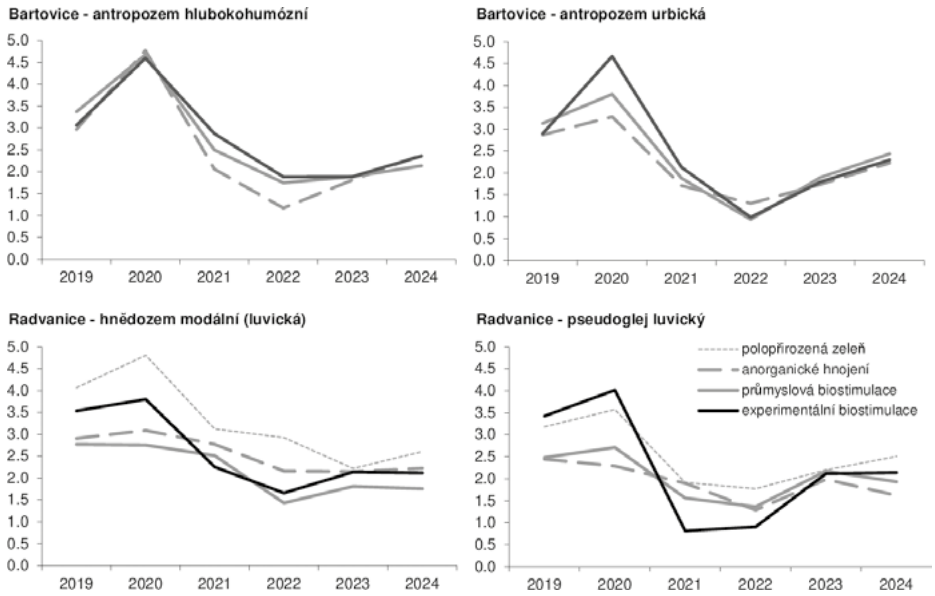
Aubert M., Margerie P., Ernoult A., Decaëns T., Bureau F. 2006. Variability and heterogeneity of humus forms at stand level: Comparison between pure beech and mixed beech-hornbeam forest. Annals of Forest Science, 63: 177–188. DOI: 10.1051/forest:2005110

Barwise Y., Kumar P. 2020. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. Climate and Atmospheric Science, 3: 12. DOI: 10.1038/s41612-020-0115-3

Bonannella C., Hengl T., Parente L., de Bruin S. 2023. Biomes of the world under climate change scenarios: increasing aridity and higher temperatures lead to significant shifts in natural vegetation. PeerJ, 11: e15593. DOI: 10.7717/peerj.15593

Bonkowski M., Brandt F. 2002. Do soil protozoa enhance growth by hormonal effects? Soil Biology & Biochemistry, 34 (11): 1709–1715. DOI: 10.1016/S0038-0717(02)00157-8

Czajka A., Rahmonov O., Szypuła B. 2023. The natural consequences of land use change on transformation and vegetation development in the upper Odra floodplain. Water, 15 (19): 3493. DOI: 10.3390/w15193493



Obr. 3.
Vývoj maximálních letních hodnot indexu listové plochy na stanovištích jednotlivých půdních subtypů v Radvanicích a Bartovicích.
Development of maximum summer leaf area index values at the sites of individual soil subtypes in Radvanice and Bartovice.

Čermáková E., Grešlová P., Kochová T., Lepičová P., Mertl J., Pokorný J., Přech J., Rollerová M., Vlčková V. 2021. Zpráva o životním prostředí České republiky 2019. Praha, CENIA: 81 s. ISBN 978-80-87770-99-3

Denworth L. 2026. Greenery improves health. Scientific American Special Edition 35: 116.

Flegel M., Schrader S. 2000. Importance of food quality on selected enzyme activities in earthworm casts (*Dendrobaena octaedra*, *Lumbricidae*). Soil Biology & Biochemistry, 32: 1191–1196. DOI: 10.1016/S0038-0717(00)00035-3

Foley J.A., Defries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Gretchen C.D., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P. 2005. Global consequences of land use. Science, 309: 570–574. DOI: 10.1126/science.1111772

Gómez-Baggethun E., Barton D.N. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. Ecological Economics, 86: 235–245. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2012.08.019

Hönig M., Plíhalová L., Husičková A., Nisler J., Doležal K. 2018. Role of cytokinins in senescence, antioxidant defence and photosynthesis. International Journal of Molecular Sciences, 19: 4045. DOI: 10.3390/ijms19124045

Chen X., Vierling L., Deering D., Conley A. 2005. Monitoring boreal forest leaf area index across a Siberian burn chronosequence: a MODIS validation study. International Journal of Remote Sensing, 26: 5433–5451.

Chrysafis I., Korakis G., Kyriazopoulos A.P., Mallinis G. 2020. Retrieval of leaf area index using Sentinel-2 imagery in a mixed Mediterranean forest area. ISPRS International Journal Geo-Information, 9 (11): 622. DOI: 10.3390/ijgi9110622

Koopmans L.H., Owen D.B., Rosenblatt J.I. 1964. Confidence intervals for the coefficient of variation for the normal and log normal distributions. Biometrika, 51: 25–32. DOI: 10.2307/2334192

Loeuille N., Loreau M. 2005. Evolutionary emergence of size-structured food webs. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102 (16): 5761–5766. DOI: 10.1073/pnas.0408424102

Opdam P., Steingrover E., van Rooij S. 2006. Ecological networks: a spatial concept for multiactor planning of sustainable landscape. Landscape Urban Planning, 75: 322–332. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.015

Patzel N., Ponge J.-F. 2001. The heterogeneity of humus components in a virgin beech forest. European Journal of Soil Biology, 37: 117–124. DOI: 10.1016/S1164-5563(01)01076-7

Samec P. 2008. Biochemie ekologických procesů v zonálních lesních půdách. Review. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 230–238.

Tzoulas K., Korpela K., Venn S., Yli-Pelkonen V., Kaźmierczak A., Niemela J., James P. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review. Landscape and Urban Planning, 81: 167–178. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.001

Vašát R., Pavlů L., Borůvka L., Tejnecký V., Nikodem A. 2015. Modelling the impact of acid deposition on forest soils in North Bohemian mountains with two dynamic models: the Very Simple Dynamic Model (VSD) and the Model of Acidification of Groundwater in Catchments (MAGIC). Soil and Water Research, 10 (1): 10–18. DOI: 10.17221/76/2014-SWR

Zapletal M., Kašpar V., Samec P., Bílek J., Doležal K., Víchová P., Balcar T., Kalužová G., Juráň S., Hladík J., Bucek P., Martaus A., Blahůšková V., Vráblová M., Maršolek P. 2021. Zelená infrastruktura a její vliv na kvalitu ovzduší: metodika výsadby zeleně v urbánním prostředí s ohledem na záchyt polutantů. Statutární město Ostrava.

https://doi.org/10.59269/ZLV/2026/4/798

LEAF AREA VARIABILITY AT VARIOUSLY FERTILISED GREENERY WITHIN INDUSTRIALLY LOADED URBAN ENVIRONMENT

SUMMARY

Greenery growth provides ecosystem services including biodiversification, climate regulation, carbon sequestration and moisture availability. Specifically antagonistic demands are placed on greenery services in industrially loaded cities. Nevertheless, the antagonistic demands on greenery growth despite environmental loads can be achievable, if landscape management accepts suitable selection of tree-species, grow stimulation and monitoring toward acquisition improvement limiting damage (Barwise, Kumar 2020).

Our assessment of greenery growth was carried out during 2019–2024 from the completion of land reclamation until the planted trees reach canopy closure on two variously loaded locations in Ostrava, from which the Bartovice locality (49.7917N; 18.3346E; 239–243 m; 1.44 ha) was situated on wastepond of industrial rubbish, while the Radvanice locality (49.8045N; 18.3373E; 243–253 m; 1.22 ha) (Fig. 1) was originally covered by abandoned meadow on Luvisols and Stagnosol (Zapletal et al. 2021). The Endo-humic Technosol was predominantly planted by conifer mixture of Scots pine (*Pinus sylvestris*) (33.8%), silver fir (*Abies alba*) (8.2%), European larch (*Larix decidua*) (8.2%) and silver birch (*Betula pendula*) (16.7%), while Anthraquic Technosol was predominantly planted by Turkey oak (*Quercus cerris*). Luvisols were predominantly planted by English oak (*Q. robur*) (27.7%) in mixture with hawthorn (*Crataegus monogyna*) (15.3%), sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) (15.3%), field maple (*A. campestre*) (13.6%) and large-leaved linden (*Tilia platyphyllos*) (14.1%). Stagnosol was greenered the most by black poplar (*Populus nigra*) (37.9%) with equally proportional willows (*Salix* sp.) (15.1%), black alder (*Alnus glutionosa*) (16.7%), European white elm (*Ulmus laevis*) (13.6%) and alder buckthom (*Frangula alnus*) (13.6%).

Planted tree-species were regularly stimulated by liquid inorganic fertilizer, commercial biostimulant and experimental biostimulant containing derivates of stress-inhibiting cytokinins at evenly large segments inside each soil group. Subsequent monitoring consisted of evaluations between atmospheric pollution and leaf area indices (LAI). Mean annual atmospheric pollution by SO_2, NO_2, O_3 a PM_{10} was obtained from locally related stations of the Czech Hydrometeorological Institute (Čermáková et al. 2021). The maximum summer LAI was obtained by Sentinel-2 satellite system in resolution 10 m × 10 m (Chrysafis et al. 2020). The pollution effects on LAI development were assessed through coefficients of variation, while fertilization effects on LAI were assessed through analysis of variance at $p < 0.05$.

The concentrations of acid-forming SO_2 a NO_x or PM_{10} have been decreasing gradually, while the O_3 concentration increased slightly (Fig. 2). Although the tropospheric O_3 content increase was similar at all surrounding measurement stations, the proportion of health or damaged tree species the was the same on both investigated localities. The development of LAI registered consistently decrease on all soil groups according to site preparation before planting and subsequent moderate increase during 2022–2024. On the other hand, vegetation development in the Radvanice locality diversified gently along different biostimulant variantions. The LAI decrease afflicted here also penetrating (semi)natural woody communities. However, it was the most moderate, and increased the most after the decrease (Fig. 3). Deepest LAI decrease followed experimental biostimulation in Radvanice, which has again accomplished with non-stimulated surrounding vegetation subsequently (Tab. 1).

The observed LAI development of loaded experimental greenery has confirmed that soil differed effectivity of acquisitions toward greenery functioning restoration. Anthropogenic soils totally eliminated first differences after various attentions to trees, while the biostimulation on natural soil bodies rapidly achieved grow intensity as close-to-natural plant communities (Czajka et al. 2023). Soils provided environment for the differentiation of close-to-natural vegetation from the time without functional green infrastructure to the achievement of ecosystem revitalization.

Zasláno/Received: 06. 05. 2026

Přijato do tisku/Accepted: 24. 08. 2026