

Wpływ zielonej infrastruktury na jakość powietrza w środowisku zbudowanym



dr inż. arch. kraj.

KAMIL L. RAWSKI

Politechnika Białostocka

Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

ORCID: 0000-0002-3845-4556

Spośród wielu usług ekosystemów coraz więcej mówi się o korzyściach związanych z retencją wody opadowej, jednak kwestie związane z oczyszczaniem (fitoremediacją) powietrza są również bardzo istotne dla współczesnych miast. W artykule zostaną omówione aspekty, jakie należy uwzględnić podczas projektowania zieleni, aby wspomagać poprawę miejskiego mikroklimatu.

Trudno mówić jedynie o zielonej lub tylko o błękitnej infrastrukturze, gdyż obie te materie są ze sobą nierozdzielnie połączone. Stąd najczęściej w literaturze przedmiotu mowa o błękitno-zielonej infrastrukturze, jednak można swobodnie stosować te terminy zamiennie. Definiuje się je natomiast jako zespół rozwiązań opartych na przyrodzie, mający na celu rozwiązywanie problemów powstałych na skutek zmian klimatycznych oraz poprawiających lokalny mikroklimat. To właśnie ta druga cecha zostanie szerzej omówiona.

Walka z zanieczyszczeniem powietrza w miastach odbywa się w dwojaki sposób. Poprzez ograniczanie emisji zanieczyszczeń oraz poprzez eliminację tych, które przedostały się już do atmosfery. Oczyszczanie

powietrza może odbywać się z wykorzystaniem roślin (tzw. fitoremediacja powietrza), jednak aby ten proces przebiegał optymalnie, należy wziąć pod uwagę szereg kryteriów. Już sam sposób rozmieszczenia roślin na terenach zurbanizowanych może zmieniać przepływ powietrza, a jest to czynnik, który bezpośrednio wpływa na jego jakość [1].

Większość zanieczyszczeń powietrza spowodowana jest tzw. emisją niską (emisje ze źródeł o wysokości poniżej 40 m). Jej głównymi źródłami są ogrzewanie domowe i ruch drogowy. Emitują one wiele niebezpiecznych substancji toksycznych, takich jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, rakotwórcze związki szczególnie niebezpieczne dla życia człowieka), tlenki azotu (głównie tlenki i dwutlenki), tlenek węgla (czad), dwutlenek siarki (w niskich stężeniach SO_2 jest metabolizowany przez roślinność, natomiast w wyższych jest silnie fitotoksyczny), ozon i pyły zawieszone (głównie $PM_{2,5}$ i PM_{10} , uznane w ostatnich latach za jedne z najniebezpieczniejszych zanieczyszczeń powietrza) [2]. Zieleń poprawia jakość powietrza w miastach nie tylko dzięki usuwaniu przytoczonych zanieczyszczeń, ale także poprzez świadczenie innych usług ekosystemowych (np. obniżanie temperatury powietrza), co bezpośrednio przyczynia się do poprawy zdrowia ludzi [3].

Metodyka

W artykule omówione zostały aspekty związane z planowaniem tych elementów zielonej infrastruktury, które mają największe znaczenie w kontekście poprawy jakości powietrza. W tym celu przeprowadzono badania literaturowe, które obejmowały zarówno polsko-, jak i anglojęzyczną literaturę przedmiotu, opisującą wpływ roślinności na zanieczyszczenia powietrza. W rozważaniach uwzględniono jedynie środowisko miejskie, z pominięciem wnętrza obiektów kubaturowych. Praca obejmuje wyniki analizy rezultatów badań na temat

wykorzystania roślin do oczyszczania powietrza na różnych płaszczyznach: poprzez usuwanie szkodliwych związków chemicznych, wychwytywanie cząstek pyłów zawieszonych oraz wpływ na cyrkulację powietrza. Na podstawie przeprowadzonych analiz określono zbiór wytycznych do optymalnego projektowania zieleni oraz utworzono tabelę ze spisem roślin spełniających te wytyczne jako narzędzie dla projektantów.

Przepływ powietrza w mieście

Jakość powietrza w mieście zależy od jego przepływu, dlatego dobre przewietrzanie (w szczególności stref śródmiejskich) jest zjawiskiem pożądanym [4]. Odpowiednio gospodarując zielenią, można wpływać na termiczne i dynamiczne ruchy mas powietrza. Forma korony drzewa i gęstość ulistnienia odgrywają kluczową rolę w zmianie prędkości wiatru [5]. Dlatego planując rozmieszczenie zieleni, należy to uwzględnić, bowiem w zależności od lokalizacji może mieć to pozytywny lub wręcz negatywny wpływ. W zależności od rodzaju i układu budynków (najczęściej zlokalizowanych w pobliżu szlaków komunikacyjnych) może okazać się, że sadzenie krzewów jest skuteczniejszym rozwiązaniem, pomimo iż drzewa mają większą zdolność do akumulacji zanieczyszczeń [1]. Negatywny wpływ na jakość powietrza będzie występować wtedy, gdy drzewa będą zatrzymywać zanieczyszczenia w pobliżu ludzi [3]. Ważnym kwestią jest zatem utrzymanie jak najmniejszej szorstkości powierzchni na głównych kierunkach przewietrzania [4].

Aktualnie prowadzone są szeroko zakrojone badania nad przepływem powietrza w tzw. kanionach ulicznych, sposobem dystrybucji zanieczyszczeń w takich miejscach oraz wpływem drzew i krzewów na to zjawisko [6]. Wskazuje się, że powietrze w mieście, przechodząc przez zwężenia między budynkami, nabiera prędkości i unosi się, ale gdy je opuszcza i przenosi się do szerszych przestrzeni, prędkość szybko spada, a cząsteczki

powietrza opadają wraz z pyłem. Ruch mas powietrza w kanionach ulicznych powoduje zatem wyższe stężenie zanieczyszczeń po stronie zawietrznej niż nawietrznej. Wynika z tego, że skrzyżowania i wyloty ulic na tereny otwarte sprzyjają akumulacji zanieczyszczeń, dlatego wskazane jest umieszczanie w takich miejscach zieleni [7]. Ponadto, aby nie zaburzać przepływu zanieczyszczonego powietrza w takie miejsca, należy rozpatrzyć czynniki takie jak rozstawa roślin, kierunek i prędkość czy odległość drzew od źródła zanieczyszczeń. Na przykład zmniejszenie objętości koron drzew poprzez odpowiednie przycinanie lub zwiększenie odstępów między drzewami może przyczynić się do lokalnej poprawy jakości powietrza poprzez zwiększenie wentylacji [1].

O ile we wskazanym przypadku odpowiednio zaprojektowana roślinność ma za zadanie zminimalizowanie niekorzystnego wpływu na ruch powietrza, o tyle w przypadku dróg na terenach otwartych rośliny mają już zdecydowanie pozytywny wpływ na jakość powietrza. Zwłaszcza nasadzenia wykonane z masywnej, gęstej i wysokiej roślinności (najlepiej zimozielonej). Zaprojektowanie takich barier bliżej źródła zanieczyszczeń przyczynia się do ich znacznego usuwania, nawet do redukcji ponad 50% różnych zanieczyszczeń, co zaobserwowano w przypadku pasa zieleni o grubości 10 m [1].

Usuwanie i wychwytywanie zanieczyszczeń

Dopasowanie odpowiedniej lokalizacji w zależności od typu (gabarytów) zieleni to jednak tylko jeden z czynników, bowiem jedną z największych zalet roślin jest ich zdolność do jednoczesnego wychwytywania wielu różnych zanieczyszczeń gazowych (jak NO_x , CO_2 i O_3) i pyłów zawieszonych [8]. Wskazuje się na trzy główne procesy usuwania zanieczyszczeń z powietrza: mokrą depozycję (np. przenoszenie zanieczyszczeń przez padający deszcz/śnieg), suchą depozycję (np. opadanie zanieczyszczeń gazowych i pyłowych na różne powierzchnie, w tym drzewa) oraz reakcje chemiczne (np. reakcje fazy gazowej w atmosferze) [9]. Rośliny mają zdolność filtrowania powietrza (działając jak biofiltry) z gazowych zanieczyszczeń powietrza, pobierając je głównie przez aparaty szparkowe, natomiast niektóre gazy osadzają się na ich powierzchni [10]. Te, które dostają się do tkanek roślin wraz z asymilowanym dwutlenkiem węgla w procesie fotosyntezy lub z tlenem w procesie oddychania, podlegają przemianom w liściach, a w konsekwencji mogą być zatrzymywane w ich tkankach [7].

Rośliny oczyszczają powietrze również poprzez przechwytywanie pyłów zawieszonych i mogą absorbować niektóre z tych cząstek, ale większość z nich jest jedynie zatrzymywana na powierzchni liści. W przypadku

braku opadów deszczu przez dłuższy czas takie cząstki często wracają do atmosfery, co sprawia, że roślinność bywa w rzeczywistości tylko tymczasowym miejscem retencji wielu takich cząstek [10]. Zdolność gatunków roślin do filtrowania pyłu jest skorelowana z gęstością korony i powierzchnią liści. Wskaźnik pokrycia liściowego (tzw. indeks liściowy, ang. Leaf Area Index – LAI)¹ dla drzew i krzewów jest stosunkowo wysoki, dlatego zastępują one na szczególną uwagę [7]. Istnieją również inne cechy morfologiczne, które sprzyjają przechwytywaniu pyłu. Zaliczyć można do nich: nachylenie liścia względem osi głównej rośliny, jego rozmiar (powierzchnia) i kształt, charakter powierzchni (gładka/chropowata), obecność trychomów lub wosku [11]. Zdolność wychwytywania zanieczyszczeń powietrza poprzez magazynowanie ich na powierzchni roślin zależy w dużej mierze od pory roku. Zimą jedynymi receptorami większości gatunków liściastych są gałęzie i todygi, choć nie należy zapominać o gatunkach zimozielonych. Rośliny iglaste mają zatem w tym przypadku przewagę, niestety często cechują się również niższą odpornością na zanieczyszczenia powietrza [7].

Wydajność usuwania zanieczyszczeń z powietrza zależy również od odpowiedniej lokalizacji roślin. Szacuje się, że zanieczyszczenia metalami ciężkimi występują głównie w pasie do 140 m od jezdni, natomiast ich największe stężenie jest w odległości ok. 40 m. Znaczną część takich zanieczyszczeń można zatrzymać poprzez utworzenie szerokiego (10–15 m) pasa gęstej zieleni [12]. Jednak takie rozwiązanie nie zawsze jest możliwe do wdrożenia ze względu na ograniczoną przestrzeń w miastach.

Wytyczne projektowe

Dobór gatunkowy jest bardzo ważnym elementem projektowania ze względu na to, że niektóre rośliny charakteryzują się lepszą zdolnością do akumulacji zanieczyszczeń lub produkcji tlenu [13]. Jedne wykazują dobre zdolności do przybierania dużej ilości masy zielonej, podczas gdy inne są mniej odporne na warunki panujące w miastach. Dotychczas przeprowadzono wiele badań nad roślinami w celu znalezienia tych z najlepszymi zdolnościami do usuwania zanieczyszczeń powietrza [2]. Wśród nich są przede wszystkim drzewa, ale krzewy czy pnącza również mogą pełnić takie funkcje. Na przykład *Betula pendula* i *Platanus acerifolia* dobrze akumulują pyły zawieszane, a *Hedera helix* czy *Acer platanoides* mają lepsze zdolności do pochłaniania związków gazów [14].

Pewne ograniczenia w projektowaniu będą występować z uwagi na kwestie prawne i bezpieczeństwo (np. rośliny planowane w pobliżu ulic powinny spełniać określone wymogi ze względu na potencjalne ograniczenie widoczności). Należy uwzględnić też

ogólne wymagania środowiskowe roślin oraz fakt, że mimo wszystko pożądanym jest, aby w miarę możliwości proponowana kompozycja zieleni prezentowała wysokie walory estetyczne [15]. Najważniejszą cechą jest jednak odporność roślin na warunki miejskie. Ponadto zaleca się stosowanie drzew długowiecznych, a także wymagających niewielkiej pielęgnacji, które mogą zagwarantować efekty w długiej perspektywie czasowej, jednocześnie ograniczając emisję zanieczyszczeń podczas prac pielęgnacyjnych. Aby uniknąć obniżenia skuteczności usuwania zanieczyszczeń z powodu sezonowości wychwytywania pyłów zawieszonych, warto zwiększać udział gatunków zimozielonych do wychwytywania tych cząstek przez cały rok. Planując potencjalne nasadzenia, należy jednak mieć też na uwadze, że niektóre pyły zawieszane mogą być pochodzenia biologicznego, które drzewa jako organizmy żywe wytwarzają np. podczas kwitnienia. Dlatego zaleca się unikanie nadmiernego planowania roślin kwitnących (w szczególności pyłących) [14]. Badacze wskazują również na inne ważne aspekty doboru roślin, na które należy zwrócić uwagę, aby zoptymalizować oczyszczanie powietrza. Wśród nich wyróżnia się: gęstość ulistnienia, wymagania wodne, tempo wzrostu, szorstkość liści, odporność na przycinanie czy nawet możliwość potencjalnego wytwarzania ozonu² [16].

W celu poprawy jakości powietrza rozważa się przede wszystkim projektowanie drzew i krzewów, jednak w zależności od lokalizacji (w tym układu dróg i budynków) rozpatruje się również sadzenie traw, pnączy i roślin zielnych. Zgodnie z przyjętym kierunkiem rozwoju zielonej infrastruktury można planować zielone ściany i dachy z wykorzystaniem takiej roślinności. Badano nawet, które rośliny najlepiej by się w takiej roli sprawdziły. Są to na przykład: *Agrostis stolonifera*, *Hedera helix* czy *Chenopodium album* [1, 7].

Biorąc pod uwagę omówione kryteria, zakłada się możliwość zaprojektowania kompozycji z takim doбором gatunkowym, by utworzyć optymalny układ roślin pozytywnie wpływający na jakość powietrza w mieście przy jednoczesnej poprawie walorów estetycznych przestrzeni. W tym celu na etapie projektowania należy uwzględnić następujące wytyczne:

- wysoka odporność roślin na środowisko miejskie (niska wrażliwość na zanieczyszczenia i stres wodny);
- niskie wymagania środowiskowe roślin;
- rośliny cechujące się wysoką przewodnością szparkową liści;
- planowanie zróżnicowanych nasadzeń, zarówno iglastych, jak i liściastych (w miarę możliwości zimozielonych);
- unikanie roślin negatywnie wpływających na jakość powietrza (które mają wysokie uwalnianie bioaerozoli);



Tab. 1. Spis przykładowych roślin, przydatnych przy planowaniu zielonej infrastruktury, kolejność alfabetyczna; źródło: opracowanie własne na podstawie [2, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23]

Nazwa tacińska rośliny	Odpowiednie do kanionów ulicznych ¹	Zimozielone	Odporność na duże zanieczyszczenia	Walory estetyczne ²	Stanowisko ³
<i>Acer campestre</i>			X	+	S/Pc
<i>Acer platanoides</i>			X	+	S/Pc
<i>Acer rubrum</i>			X	++	S/Pc
<i>Betula pendula</i>			X	++	S
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	X	X	X	+++	S
<i>Calamagrostis brachytricha</i>	X	X	X	+++	S/Pc
<i>Catalpa ovata</i>			X	++	S
<i>Crataegus monogyna</i> 'Compacta'	X		X	++	S/Pc
<i>Cupressus sempervirens</i>		X	X	++	S
<i>Eucalyptus pulverulenta</i>		X		+++	S
<i>Fagus sylvatica</i>				+	S/Pc
<i>Forsythia xintermedia</i>	X		X	++	S
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>			X	+	S/Pc
<i>Gleditsia triacanthos</i>			X	++	S
<i>Hedera helix</i>	X	X	X	++	S/Pc
<i>Hydrangea arborescens</i> 'Anabelle'				+++	S/Pc/C
<i>Juniperus chinensis</i>		X		++	S
<i>Ligustrum vulgare</i>	X		X	+	S/Pc/C
<i>Maytenus boaria</i>		X		++	S/Pc
<i>Olea europaea</i>		X	X	++	S
<i>Parthenocissus quiquefolia</i>	X		X	++	S/Pc
<i>Paulownia tomentosa</i>				+++	S
<i>Picea pungens</i>		X	X	++	S
<i>Pinus mugo</i> 'Columbo'	X	X	X	+++	S
<i>Pinus nigra</i>		X	X	++	S
<i>Pinus sylvestris</i>		X		++	S
<i>Platanus acerifolia</i>			X	++	S/Pc
<i>Prunus xemiens</i> 'Umbraculifera'	X		X	+++	S/Pc
<i>Quercus ilex</i>		X	X	+	S
<i>Quercus suber</i>		X	X	++	S
<i>Quercus virginiana</i>		X	X	+	S/Pc
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera'	X		X	+++	S
<i>Sorbaria sorbifolia</i> 'Sem'	X		X	+++	S
<i>Sorbus intermedia</i>			X	++	S
<i>Spirea vanhouttei</i>	X		X	+++	S
<i>Stephanandra incisa</i>	X		X	++	S/Pc
<i>Styrax japonicus</i>				+++	S/Pc
<i>Syringa meyeri</i> 'Palibin'	X		X	+++	S/Pc
<i>Tilia xeuropaea</i> 'Pallida'			X	++	S/Pc
<i>Tilia cordata</i>			X	++	S/Pc
<i>Tilia tomentosa</i>			X	++	S/Pc
<i>Ulmus glabra</i>				+	S
<i>Ulmus pumila</i>			X	+	S
<i>Ziziphus jujuba</i>			X	++	S

¹ w naturalnej formie; ² + niskie, ++ średnie, +++ wysokie; ³ S – stonczne, Pc – półcień, C – cień.

- wybór odpowiedniego rodzaju roślin w zależności od lokalizacji (unikanie planowania nadmiernej ilości wysokich roślin z gęstym baldachimem w kanionach ulicznych w celu ograniczenia wpływu roślin na przepływ powietrza);
- stosunkowo wysoki indeks liściowy roślin (w zależności od gatunku);
- tatrność pielęgnacji;
- długowieczność;
- co najmniej średnie walory estetyczne (w miarę możliwości).

Ponadto przy wyborze odpowiedniej lokalizacji projektowanych roślin (szczególnie w ujęciu wielkoskalowym) zaleca się opracowanie tzw. modelu dyspersji³, dzięki czemu możliwe jest określenie wskaźnika priorytetu sadzenia w konkretnym miejscu.

W tab. 1. wskazano rośliny, które można z powodzeniem wykorzystywać do optymalnego planowania zieleni miejskiej w kontekście poprawy jakości powietrza. Pochodzą one z różnych regionów świata i zostały wybrane jako zalecane na podstawie analizy porównawczej wyników różnych badań.

Podsumowanie

Drzewa miejskie poprawiają jakość powietrza dzięki usuwaniu zanieczyszczeń oraz świadczeniu innych usług ekosystemowych (np. obniżaniu temperatury powietrza), przez co przyczyniają się do poprawy zdrowia ludzkiego. Stan wiedzy na temat oczyszczania powietrza przez rośliny (fitoremediacji) wciąż się poszerza, a wiele opracowań powstało nie wcześniej niż 10 lat temu, co świadczy o stałym postępującym rozwoju i ciągłej aktualizacji wiedzy w tej dziedzinie.

Zdolność roślin do wiązania metali ciężkich, gromadzenia w woskowej powłoce WWA i mikrocząstek takich jak PM₁₀ i PM_{2,5} (głównych produktów niskiej emisji), czyni fitoremediację atrakcyjną technologią dla obszarów zurbanizowanych. Odpowiednio rozplanowana zieleń miejska wpływa ponadto na cyrkulację powietrza, dlatego w przypadku obecności drzew w kanionie ulicznym ważna jest ich pielęgnacja (szczególnie wtaświwe przycinanie). Niemniej jednak nadal bardzo ważnym aspektem jest stała obserwacja określonych obszarów miasta, tak aby na podstawie zebranych danych można było podejmować decyzje o wprowadzeniu ewentualnych korekt w zielonej infrastrukturze, planowanej według wstępnych założeń.

Zieleń miejska pełni jednak wiele innych funkcji, nie tylko poprawiających jakość powietrza. Z tego powodu trudno stworzyć optymalny zestaw gatunków roślin, który byłby w pełni uniwersalny. Wszystko zależy od lokalizacji i potrzeb, dla których planowane jest dane nasadzenie. To z kolei powinno być określane na podstawie szeregu analiz przez doświadczonych projektantów.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Abhijith K., Kumar P., Gallagher J., 2017, Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review, „Atmos Environ” 162, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.05.014>.
- [2] Popek R., 2012, Ocena zdolności wybranych gatunków drzew i krzewów w fitoremediacji mikropyłtów z powietrza w terenie zurbanizowanym, rozprawa doktorska, SGGW.
- [3] Nowak D., Hirabayashi S., Doyle M., McGovern M., Pasher J., 2018, Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. Urban For Urban Green 29, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.019>.
- [4] Rawski K., 2017, Analiza przewietrzania i wentylacji miasta Białegostoku, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska”, vol. 8, nr 2, s. 75–80.
- [5] Sobczyńska K., 2014, Zielen jako element współczesnego miasta i jej rola w przestrzeniach publicznych Poznania, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska.
- [6] Vos P., Maiheu B., Vankerkom J., Janssen S., 2013, Improving local air quality in cities: To tree or not to tree?, „Environ Pollut” 183, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2012.10.021>.
- [7] Gawroński S., Gawrońska H., 2017, Air Phytoremediation [w]: Ansari A. (red.), Phytoremediation, Volume 5, Springer International Publishing, s. 487–504.
- [8] Gawroński S., 2009, Fitoremediacja – rośliny jako narzędzia w oczyszczaniu powietrza na terenach zurbanizowanych, materiały z seminarium II Wiosennej Wystawy Szkółkarskiej, s. 5–12.
- [9] Rasmussen K.H., Taheri M., Kabel R.L. (1975), Global emissions and natural processes for removal of gaseous pollutants, „Water, Air, Soil Pollut” 4, <https://doi.org/10.1007/BF01794130>.
- [10] Nowak D., 2002, The effects of urban trees on air quality, USDA Forest Service. https://groundworksdenver.org/devs/Trees_airquality.pdf (dostęp: 19.10.2023).
- [11] Shi J., Zhang G., An H., Yin W., Xia X., 2017, Quantifying the particulate matter accumulation on leaf surfaces of urban plants in Beijing, China, „Atmos Pollut Res” 8, 5, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.01.011>.
- [12] Czerwieńiec M., Lewińska J. (1996), Zielen w mieście, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Kraków.
- [13] Sadowiec K., Gawroński S., 2013, Przydatność wybranych gatunków lip (Tilia sp.) do fitoremediacji powietrza z zanieczyszczeń pyłowych, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, T. 13. Z. 3(43), s. 131–148.
- [14] Samson R., Grote R., Calfapietra C., 2017, Urban Trees and Their Relation to Air Pollution [w]: Pearlmutter D. i in., (red.), The Urban Forest, Future City 7, Springer International Publishing, s. 21–30.
- [15] Szulc A., 2013, Zielone Miasto. Zielen przy ulicach, Agencja Promocji Zieleni, Warszawa.
- [16] Préndez M., Araya M., Crioello C., 2019, Urban Trees and Their Relationship with Air Pollution by Particulate Matter and Ozone in Santiago, Chile [w:] Henríquez C., Romero H. (red.), Urban Climates in Latin America, Springer Nature Switzerland AG, s. 167–206.
- [17] Morani A., Nowak D., Hirabayashi S., Calfapietra C., 2011, How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative, „Environ Pollut” 159, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.11.022>.
- [18] Ning Z., Chambers R., Abdollahi K., 2016, Modeling air pollutant removal, carbon storage, and CO₂ sequestration potential of urban forests in Scotlandville, Louisiana, USA. iForest 9, <https://doi.org/10.3832/ifor1845-009>.
- [19] Selmi F., Weber C., Rivière E., Blond N., Mehdi L., Nowak D., 2016, Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourgcity, „Urban Fore Urban Green”, 17, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.010>.
- [20] Bharti S., Trivedi A., Kumar N., 2018, Air pollution tolerance index of plants growing near an industrial site, „Urban Clim” 24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2017.10.007>.
- [21] Liu J., Caob Z., Zou S., 2018, An investigation of the leaf retention capacity, efficiency and mechanism for atmospheric particulate matter of five greening tree species in Beijing, China, „Sci Total Environ”, 616–617, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.314>.
- [22] Shao F., Wang L., Sun F., 2019, Study on different particulate matter retention capacities of the leaf surfaces of eight common garden plants in Hangzhou, China, „Sci Total Environ”, 652, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.182>.
- [23] Filipczak J., Pawlonka-Szczepaniak M., Wójcik M., Żukowska A. (red.), 2016, Katalog roślin – drzewa, krzewy, byliny polecane przez Związek Szkółkarzy Polskich, Agencja Promocji Zieleni, Warszawa.

DOI: 10.5604/01.3001.0054.1614

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Rawski Kamil L., 2024, Wpływ zielonej infrastruktury na jakość powietrza w środowisku zbudowanym, „Builder” 01 (318).

DOI: 10.5604/01.3001.0054.1614

STRESZCZENIE:

Przedmiotem artykułu jest analiza aspektów związanych z planowaniem zielonej infrastruktury w miastach. Pod uwagę wzięto w szczególności takie kryteria, których uwzględnienie ma przyczynić się do poprawy jakości powietrza poprzez usuwanie różnego typu zanieczyszczeń. Praca obejmuje przegląd wyników badań na temat wykorzystania roślin do oczyszczania powietrza na różnych płaszczyznach: poprzez usuwanie szkodliwych związków chemicznych, wychwytywanie cząstek pyłtów zawieszonych oraz wpływ na cyrkulację powietrza. Na podstawie zebranych danych opracowano zestaw wytycznych, które docelowo mogą zostać jako narzędzie do bardziej efektywnego planowania zieleni miejskiej. Całość została zwieńczona spisem przykładowych roślin, które mogą być wykorzystane do przygotowania optymalnego doboru gatunkowego w zależności lokalizacji projektu.

SŁOWA KLUCZOWE:

zielona infrastruktura, fitoremediacja, zanieczyszczenie powietrza, wytyczne projektowe

ABSTRACT:

IMPACT OF GREEN INFRASTRUCTURE ON AIR QUALITY IN THE BUILT ENVIRONMENT.

The subject of this article is the analysis of aspects related to the planning of green infrastructure in cities. In particular, author have taken into account such criteria, that are expected to contribute to the improvement of air quality through the removal of various types of pollutants. The paper includes a review of research results on the use of plants for air treatment at different levels: through the removal of harmful chemical compounds, the capture of particulate matter and the effect on air circulation. On the basis of the collected data, a set of guidelines was developed, which can ultimately serve as a tool for more effective urban greenery planning. Author also propose the list of exemplary plants that can be used to prepare an optimal species selection depending on the project location.

KEYWORDS:

green infrastructure, phytoremediation, air pollution, design guidelines

1 Współczynnik ten pokazuje stosunek łącznej powierzchni liści do powierzchni, jaką zajmuje roślina.

2 Badania wykazują, że roślinność, emitując biogenne lotne związki organiczne (BVOC), może potencjalnie przyczynić się do wytwarzania ozonu w atmosferze, szczególnie w środowisku miejskim. Stąd proponuje się wprowadzenie wskaźnika potencjalnego wytwarzania ozonu. Zob. [15].

3 Badacze opisują metodykę opracowania takiego modelu na celu wyznaczenia miejsc, gdzie planowanie roślin jest najbardziej potrzebne. Zob. [17].