

Prof. dr hab. Halina Barbara Szczepanowska
Dr Marek Sitarski
Dr inż. Marzena Suchocka
Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa

Funkcjonowanie drzew i krzewów w warunkach oddziaływania infrastruktury technicznej miasta

Jednym z najważniejszych celów współczesnej urbanistyki jest zachowanie właściwych proporcji między zabudową, a terenami otwartymi. Istotnym elementem tworzenia przyjaznej dla człowieka przestrzeni miejskiej jest zielen. Trudno wyobrazić sobie zrównoważony rozwój miast bez obecności zielonej infrastruktury. Zielona infrastruktura rozumiana jest jako świadomie kształtowana substancja roślinna, przenikająca różne struktury przestrzeni miejskiej. Szczególnie ważnym ogniwem przestrzeni miejskiej są ulice, jako przestrzenie samodzielne i jednocześnie tworzące korytarze łączności z innymi otwartymi przestrzeniami miasta. Silna presja czynników antropogenicznych sprawia, że egzystencja drzew, krzewów i innej roślinności przyulicznej jest zagrożona. Tradycyjne sposoby kształtowania zieleni przyulicznej, w tym drzew i krzewów nie są w stanie zapewnić należytego stanu zieleni oraz ciągłości jej istnienia. Potrzebne są inne rozwiązania umożliwiające rozwój roślinności w miejscach o szczególnej presji urbanizacyjnej i ograniczonej przestrzeni.

Nie trzeba podkreślać jak ważną sprawą dla organizacji przestrzeni jest właściwe wydzielenie i rozmieszczenie ciągów komunikacyjnych o różnej randze, wynikającej ze sposobu i intensywności ich użytkowania.

Równie istotne jest odpowiednie kształtowanie zieleni towarzyszącej tym ciągom. Prawdłowo urządzone tereny zieleni przyulicznej pełnią wiele bardzo ważnych funkcji. Rola zieleni na terenach zurbanizowanych w tym zieleni funkcjonującej w otoczeniu ulic, placów, chodników, jest coraz bardziej doceniana i posiada coraz bogatszą dokumentację naukową.

Ta wzrastająca świadomość o znaczeniu i roli zieleni przyulicznej nie ma niestety właściwego odzwierciedlenia w istniejących aktach prawnych i wykonawczych. Zielen w tym drzewa nie stanowią elementu równoprawnego w porównaniu do drogowej infrastruktury technicznej.

Szansą na prawne zaistnienie zieleni w otoczeniu ciągów komunikacyjnych stanowią mogą zapisy Studium i mpzp. Ustalenia planów miejscowych, mające rangę prawa

miejscowego decydować powinny o roli i zakresie zaistnienia na danym terenie zieleni, w tym również urządzonych terenów zieleni przyulicznej.

Oprócz ustaleń planów miejscowych niezwykle istotne są sprawy dotyczące standardów zarządzania, wykonawstwa i dalszego nadzoru nad funkcjonowaniem zieleni przyulicznej. Traktowanie zieleni jako dodatku do pasa drogowego a nie jej integralnej, sprawnie funkcjonującej biologicznej jego części skutkowało i nadal skutkuje, marginalizacją starań o stworzenie właściwych warunków egzystencji zieleni. Tak jak istnieją standardy wykonawstwa w odniesieniu do technicznych elementów drogi i jej wyposażenia, tak istnieć muszą standardy wykonawstwa w odniesieniu do roślinności przyulicznej. Wszelkie pozorne działania w tym zakresie skutkują stratami ekonomicznymi i dodatkowymi nakładami finansowymi.

Ulice miejskie są uważane za najbardziej zanieczyszczone i równocześnie najczęściej uczęszczane miejsca, zarówno przez pieszych, jak i użytkowników pojazdów. Dlatego obecność roślinności, zwłaszcza drzew, w tych miejscach jest szczególnie ważna, a stan zdrowotności drzew przyulicznych i ich estetyka są wizytówką kultury i gospodarności zarządców i mieszkańców miast.

Zarządzanie istniejącymi terenami zieleni, nie mówiąc o ich rozwoju, napotyka na liczne problemy, istniejące nie tylko w Polsce. Utrzymanie i rozwój tych terenów jest zagrożony w wielu krajach europejskich. Przyczyną są najczęściej kurczące się środki finansowe na utrzymanie i konserwację terenów zieleni w miastach.

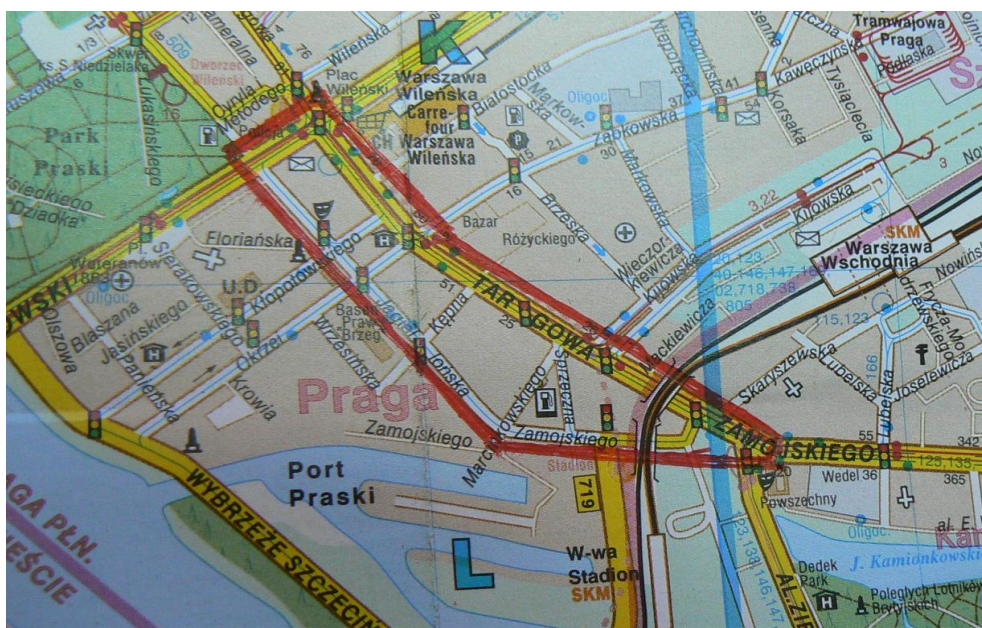
Zieleń miejska, podobnie jak inne elementy infrastruktury technicznej miasta powinna znaleźć swoje miejsce w rachunku ekonomicznym i bilansie strat i zysków całego organizmu miejskiego. Powinna stać się narzędziem polityki ekonomicznej władz lokalnych i tym samym nie powinna być traktowana marginalnie lub w całości pomijana w strategii rozwojowej i modernizacyjnej miast.

W odniesieniu do zieleni miejskiej efektywność świadczonych przez zielenią miejską usług ekosystemowych wyrażonych w formie monetarnej porównana zostaje do nakładów jakie również w formie monetarnej ponoszone są na jej utrzymanie i rozwój.

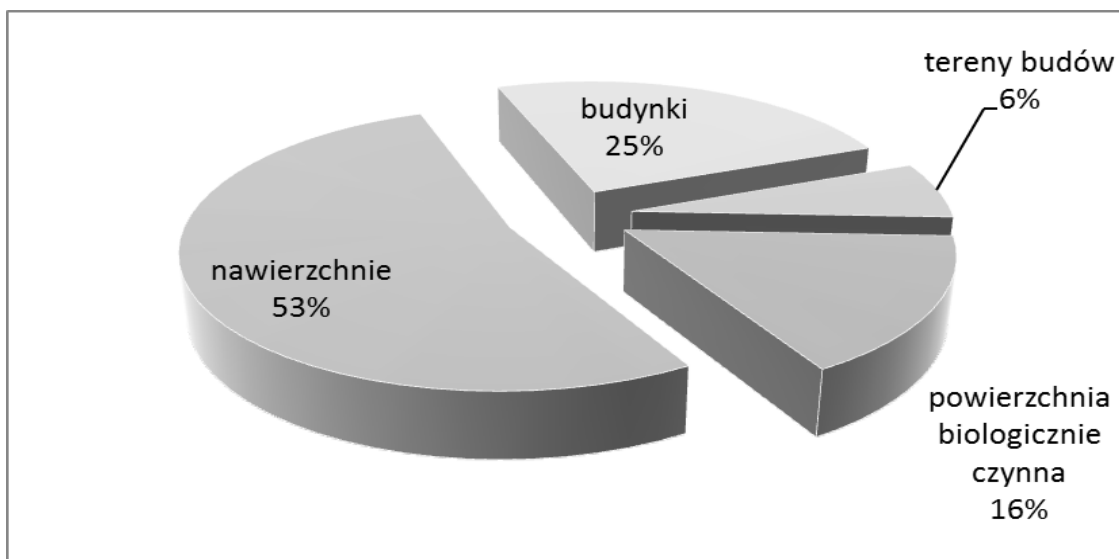


Rys 1. Korzyści, jakie społeczność miejska otrzymuje z obecności drzew (ogólniej rzecz ujmując z zielonej infrastruktury) są niekwestionowane. Można je pogrupować i nazwać, **ale trudniej je skwantyfikować i wycenić.**

Institut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa podjął taką próbę na fragmencie centralnej części Pragi Północ w odniesieniu do drzew przyulicznych. Badania prowadzono w latach 2011-2013.



Rys 2. Obszar monitoringu.



Rys 3. Struktura zagospodarowania terenu.

Dwa elementy są warte podkreślenia; procent nawierzchni technicznych w różnym stopniu przepuszczalnych wodę – **łącznie z budynkami -78%**.

Procent tzw. powierzchni **biologicznie czynnej** – **16%**.

Ponad 50% nawierzchni stanowią nieprzepuszczalne wodę powierzchnie betonowe i asfaltowe.

Teren ten jest silnie zurbanizowany i podlega obecnie dużym przemianom urbanistycznym, w tym budowie II linii metra. Duża część (ok. 50%) istniejących na tym terenie budynków i założeń urbanistycznych (np. ul. Targowa) podlega ochronie i nadzorowi konserwatora zabytków.

Efektywność zieleni miejskiej w świadczeniu usług ekosystemów zależy od licznych uwarunkowań.

Uwarunkowania rozumieć należy jako zbiór okoliczności, sytuacji, przyczyn, mających wpływ na wzrost i rozwój zieleni miejskiej. Istotny wpływ na funkcjonowanie drzew i krzewów (a tym samym na wielkość świadczonych usług ekosystemów) mają istniejące bariery ich wzrostu i rozwoju.

Do istotnych barier rozwoju drzew należą konflikty z nadziemną i podziemną infrastrukturą techniczną miasta.



Rys 4. Ogólny obraz sytuacji konfliktowych z infrastrukturą techniczną na terenie monitoringu

Rzeczywisty, dramatyczny obraz warunków wzrostu i rozwoju drzew przyulicznych na obszarze fragmentu Pragi Północ przedstawia powyższy wykres. Liczba sytuacji konfliktowych 352 drzew przyulicznych z infrastrukturą techniczną na terenie monitoringu wynosi 1034. Średnia liczba kolizji przypadająca na 1 drzewo wynosi - 2,95 sytuacji konfliktowych. Prawie 100% drzew przyulicznych rośnie w odległościach powodujących konflikt z sieciami podziemnymi i urządzeniami naziemnymi.

Zalecane bezpieczne odległości tj. takie, przy których drzewo nie wpływa niekorzystnie na stan infrastruktury technicznej a urządzenia nie wpływają negatywnie na drzewa jest na tym terenie nie do spełnienia. Koegzystencja drzew i urządzeń technicznych jest w tej sytuacji wymuszona i ma znaczny wpływ na potencjał biologiczny ulic.

Gospodarka drzewostanem miejskim powinna uwzględniać szereg wskaźników waloryzujących aktualny potencjał biologiczny ulic.

Do wskaźników takich m.in. należą;

1. Wartość strukturalna drzewostanu.
2. Wartość usług ekosystemów.
3. Pokrycie terenu koronami drzew.

Do wyceny wartości strukturalnej (kompensacyjnej) służyć może „Nowa metoda wyceny wartości drzew w dostosowaniu do warunków polskich”, która opracowana została pod kierunkiem Pani prof. HB Szczepanowskiej przez zespół IGPI i SGGW. Przy jej pomocy przeprowadzono wycenę drzew przyulicznych na obszarze monitoringu. Tym samym każda z ulic uzyskała **wskaźnik oceny wyrażony wartością istniejących drzew**. Przeprowadzenie wyceny umożliwia wpisanie wartości drzew miejskich jako majątku

trwałego miast, czyli zgodnie ze współczesną terminologią Komisji Europejskiej uznanie tych drzew jako „naturalnego kapitału zielonej infrastruktury”.

W okresie dwóch lat utracono na tym terenie 44 drzewa; 79% dotyczy drzew usuniętych na skutek budowy metra i 21% drzew uschniętych w pasach drogowych. Wartość kompensacyjna wszystkich drzew utraconych w ciągu dwóch lat prowadzenia badań, wynosi łącznie **338 304 zł**.

Natomiast koszty posadzenia standardowych drzew alejowych o obwodzie pnia 20/25 cm wraz z odpowiednim przygotowaniem gleby i trzyletnią pielęgnacją w miejscach utraconych drzew wyniosłyby **54 150 zł**, co stanowi zaledwie **16 %** łącznej wartości utraconych drzew.

Strata obejmuje nakłady społeczne poniesione na wprowadzenie i utrzymanie drzew oraz wartość dodaną przez siły przyrody na wytworzenie drzewa o określonych parametrach. Aby odzyskać utracony potencjał biologiczny musimy czekać kilkadziesiąt lat

Na terenie fragmentu Pragi Północ oszacowano roczne korzyści z istnienia drzew przyulicznych. Wzorowano się na przykładach badań w miastach amerykańskich prowadzonych głównie przez Mc Phearsona (2003,2004) i Novaka (1994, 2003,2004).

Korzyści klimatyczne. Drzewa regulują klimat lokalny i wpływają na oszczędność energii:

- Przez **ocienianie** – redukują pewną ilość energii słonecznej, która bez ich obecności byłaby zabsorbowana i skumulowana w formie ciepła przez powierzchnie zabudowane.
- Przez **ewapotranspirację** – polegającą na przekształcaniu wody w parę wodną i przez to ochładzanie powietrza.
- Przez redukcję **wiatru** – zmniejszają prędkości i turbulencję wiatru a tym samym spowalniają przenikanie zimnego powietrza do wnętrza mieszkalnych. Korzyści wynikają z oszczędności energii przeznaczanej na ogrzewanie.

Ograniczenie dwutlenku węgla w powietrzu atmosferycznym:

- Przez **bezpośrednią sekwestrację**, czyli wychwytywanie **CO₂** z powietrza atmosferycznego w wyniku procesu fotosyntezy i respiracji oraz gromadzenie węgla w tkankach, którego ilości zwiększają się w miarę wzrostu drzewa;
- Przez **ocienianie i regulację klimatu** wpływającą na zmniejszenie zapotrzebowania energii na ochładzanie i ogrzewanie pobliskich budynków, co wpływa na **redukcję emisji CO₂ i innych zanieczyszczeń z zakładów energetycznych**.

Poprawa jakości powietrza atmosferycznego

- Przez **absorpcję** zanieczyszczeń gazowych z powietrza poprzez szparki oddechowe na powierzchni liści oraz przez **pochłanianie powierzchniowe i pobieranie** przez otwory w korze;
- Przez **przechwytywanie** zanieczyszczeń pyłowych i zawartych w nich metali ciężkich;
- Przez **redukcję** wyparowywanych węglowodorów i ozonu z parkujących samochodów, dzięki zacienianiu przez drzewa terenów parkingowych;
- Przez **redukcję emisji zanieczyszczeń** jak O₃, NO₂, SO₂, PM₁₀ i VOC z zakładów produkujących i rozprowadzających energię w związku z ograniczeniem zużycia energii na ochładzanie i ogrzewanie pomieszczeń na skutek klimatycznego oddziaływania drzew.

Korzyści hydrologiczne

- Liście oraz powierzchnia gałęzi i pnia przechwytyują opady, a przez to opóźniają odpływy szczytowe. Część przechwyconych opadów wyparowuje z powierzchni drzewa, a część (niewielka) zostaje zaabsorbowana przez liście i pień drzewa;
- Korona drzewa osłaniając teren redukuje erozję gleby przez zmniejszanie siły i ilości spadających kropli deszczu na gołą, nie okrytą powierzchnię;
- Transpiracja wody przez liście, która jest pobierana z gruntu przez korzenie, redukuje stopień nasycenia gleby, zwiększając jej pojemność do przyjęcia opadu. Stwarza to możliwość większego przenikania wody w głąb gruntu, co wpływa również na zmniejszenie przepływu wody po powierzchni terenu;
- Korzenie są elementem dynamicznym, wzrastają i ich rozkład zwiększa pojemność gleby. Ten proces tworzy mikroporowatą strukturę gleby, umożliwiającą większą penetrację i tempo przesiąkania wody deszczowej do gruntu.

Korzyści estetyczne i inne korzyści społeczne

- Jedną z najczęściej cytowanych korzyści, dla których ludzie chcą obecności drzew w ich miastach jest piękno drzew i otaczającego krajobrazu;
- Takie cechy, jak piękno, odczucie komfortu, cisza, zdrowie, obecność dzikiej przyrody mogą być zawarte w różnicach cen sprzedażnych posesji i domów otoczonych drzewami i obrazują gotowość nabywców do ponoszenia opłat za uzyskane korzyści oraz pokrywania kosztów związanych z utrzymaniem drzew.

Łączna roczna wartość usług ekosystemowych drzew przyulicznych w dzielnicy Praga Północ wynosi - 2 016 000 zł. Oszacowana wartość korzyści dla 1 mieszkańca Pragi Północ (70 168 osób) wynosi - 28,8 zł. Relatywnie najwyższe kwoty wykazują korzyści „energetyczne” (40-50%), następnie usługi estetyczne i inne społeczne; (35-45%) oraz intercepcja wód deszczowych (10-15%). Pozostałe usługi drzew, tj. ograniczanie CO₂ oraz

zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu atmosferycznym stanowią poniżej 1% udziału w pieniądze przedstawionych korzyściach, mimo dużego znaczenia tej usługi drzew dla zdrowotności miast.

Intensywna wymiana drzew na Pradze spowodowała, że dominują liczebnie drzewa małe i młode o niewielkich koronach.

Następnym wskaźnikiem, który świadczy o potencjale biologicznym danego obszaru jest stopień pokrycia koronami drzew. Obszar monitoringu charakteryzuje się bardzo niskim pokryciem koronami drzew. Powierzchnia rzutu koron drzew przyulicznych wynosiła – 12 422m². W stosunku do powierzchni pasów drogowych wyniosła 9,2%. W ciągu 2 lat zmniejszyła się do 8,4% z powodu ubytków drzew. W odniesieniu do całego terenu monitoringu wskaźnik ten wynosi 4,15%.

Dla porównania w dzielnicach NY :Queens: 45,2%, Brooklyn: 26,6%, Staten Island: 13,5%, Bronx: 9,4% oraz Manhattan: 5,3% (wg Grove i in., 2006). Pożądany stopień pokrycia ulic koronami drzew wg. Maco i inn. 2003 r. powinien wynosić 20 -25%.

Aby przedstawić niedobory ilościowe drzew dla poszczególnych ulic posłużono się „normą „ Baldera i inn.(1997), „Norma” ta określa, iż niezbędną liczbą drzew na km. bieżący ulicy jest 100 szt.

Oprócz tego przeanalizowano ustalenia MPZP i na tej podstawie również wyliczono niedobory drzew.

Niedobory drzew przyulicznych na obszarze monitoringu przedstawiają się następująco:

Stan aktualny - 352 szt., stan docelowy wg.Baldera wynosi 487 szt. Niedobór wg kryteriów Baldera – 135 szt. to jest 28%

Stan docelowy wg mpzp wynosi 610 drzew. Niedobór wg miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego – 259 szt. to jest 43%.

Na podstawie tej analizy opracowano 4 warianty rozwoju drzewostanu przyulicznego na obszarze monitoringu. Prognozę opracowano w perspektywie następnych 30 lat z podziałem na dziesięciolecia. Uwzględniono wariantowo liczby nowych nasadzeń i uzupełnień, liczby wypadów, oszacowano korzyści i nakłady związane z utrzymaniem i pielęgnacją drzewostanu. W rezultacie oszacowano ekonomiczną efektywność działań porównując korzyści do poniesionych nakładów.

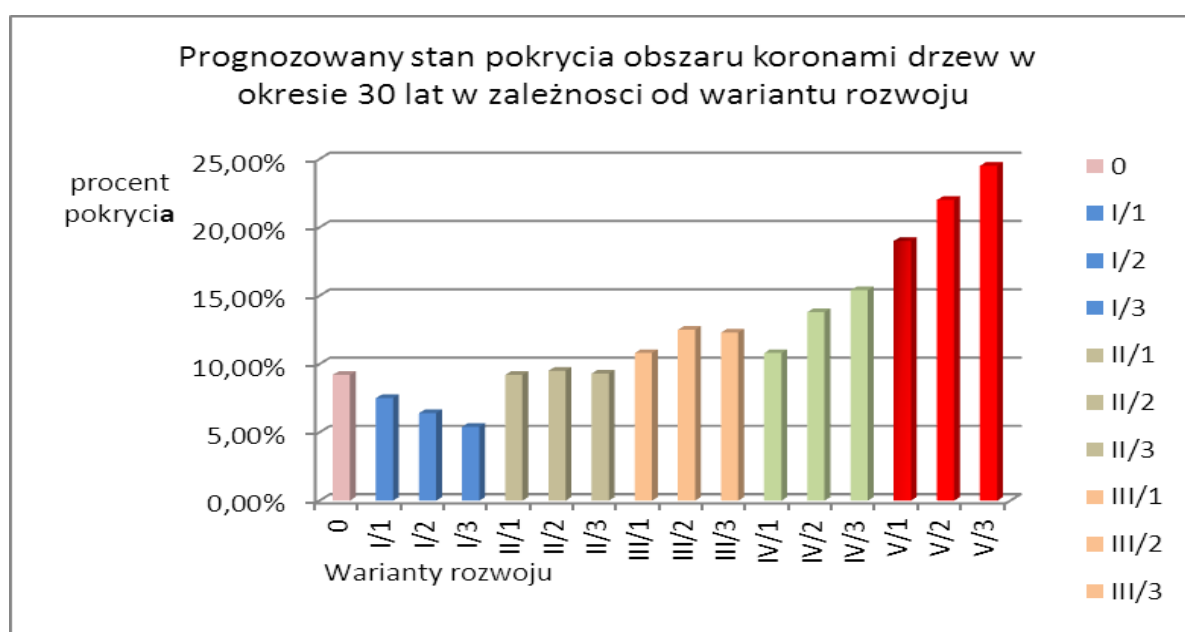
Wariant I. Regresyjny. Nie planuje się działań zwiększających liczbę drzew a spadek ich liczebności w okresie trzydziestoletnim określono na podstawie aktualnej dynamiki wypadów.

Wariant II. Pasywny (zachowawczy) przewiduje zachowanie aktualnej liczby drzew i stopniowe i stałe uzupełnienia drzew usuniętych.

Wariant III. Minimalnego rozwoju. Przewiduje jednorazowe zwiększenie liczby drzew przyulicznych do poziomu normy Baldera i systematyczne i stałe uzupełnianie wypadów.

Wariant IV. Pożądany. Przewiduje zwiększenie liczby drzew do poziomu sugerowanego przez ustalenia mpzp. W każdym kolejnym 10 leciu zwiększać się będzie liczba drzew. W rezultacie z 352 do 577szt. Drzewa które uschły zostają zastępowane nowymi. W wariacie tym rosną również nakłady na utrzymanie drzew.

Wykres przedstawia łącznie wszystkie warianty. Na osi pionowej zaznaczono przewidywane pokrycie terenu koronami drzew. W wariacie pożądanym przedłużono okres prognozy o następne 30 lat.



Rys 5. Warianty rozwojowe drzew przyulicznych

0 – Stan wyjściowy (obecny).

I/1 -I/2-I/3 - wariant regresyjny w trzech okresach dziesięcioletnich.

II/1-II/2-II/3 - wariant pasywny w trzech okresach dziesięcioletnich.

III/1-III/2-III/3 - wariant minimalnego rozwoju w trzech okresach dziesięcioletnich.

IV/1-IV/2 –IV/3 - wariant pożądaný w trzech okresach dziesięcioletnich.

V/1-V/2-V/3 - wariant pożądaný w dalszym okresie rozwoju drzew.

Okazuje się bowiem, że dopiero w czwartym dziesięcioleciu uzyskany zostanie pożądaný wskaźnik będący wynikiem planowego, średniorocznego posadzenia 2,1% nowych drzew oraz zwiększeniu powierzchni korony średnio z 35,6 m² do 56,4 m² (czyli około 60% więcej, w stosunku do „stanu wyjściowego”). Według badań amerykańskich drzewa o takich parametrach korony są najbardziej efektywne na terenach miejskich.

Powinno to spowodować prawie trzykrotne zwiększenie hipotetycznych korzyści „netto” (największe ze wszystkich wariantów scenariuszy), przy zwiększeniu wydatków na utrzymanie drzew tylko o 44% w stosunku do danych z 2010 roku.

Równocześnie uzyska się „równowagę w pokryciu koronami drzew” w granicach 20-25%, co byłoby m.in. planowanym celem realizacji „wariantu pożądanego”.

Podane fragmentaryczne informacje stanowią część programu realizowanego w IGPIM dotyczącego oceny stanu istniejącego, możliwości rozwojowych i zrównoważonego rozwoju zieleni przyulicznej w mieście.

Literatura:

1. Balder, H.; Ehlebraht, K.; Mahler E., 1997, Strassen Baume – Planen – Pflanzen – Pflegen am Beispiel Berlin., Patzer Verlag Berlin – Hanover.
2. McPherson E.G., 1992, Accounting for benefits and costs of Urban greenspace., *Landscape and Urban Planning* 1992 (22):41-51.
3. McPherson E.G., 1994., *Benefits and Costs of Tree Planting and Care in Chicago* [w:] Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project, US Dept. of Agriculture, Forest Service, General Technical Report NE-186: 115-135.
4. McPherson E.G., 2003, A Benefit-Cost Analysis of ten street tree species in Modesto, California. *Journal of Arboriculture*, 29 (1): 1-8 (egmcperson@ucdavis.edu).
5. McPherson E.G., 2004, McPherson E.G., 2004, Benefits of Trees, Watershed, Energy and Air, *Arborist News*, 13 (6): 29-35.
6. Maco S.E.; McPherson E.G., 2003, A Practical Approach to Assessing Structure, Function and Value of Street Tree Populations in Small Communities, *Journal of Arboriculture*, 29(2):84-98.
7. Maco S.E.; McPherson E.G.; Simpson J.R.; Peper P.J.; Xiao Q., 2005, City of Berkeley, California Municipal Tree Resource Analysis. Internal Tech. Report, Davis, C.A. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
8. Metoda wyceny wartości drzew na terenach zurbanizowanych dla warunków polskich”, 2009, z późniejszą zmianami w ekspertyzie dla Ministerstwa Środowiska, 2010, Praca zbiorowa, IGPIM/SGGW, Warszawa.
9. Nowak D. J., 1994c, Atmospheric Carbon Dioxide Reduction by Chicago's Urban Forest [w:] McPherson i in. 1994, *Climate Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*: 83-95.
10. Nowak, D.J.; Dwyer, J.F., 2000, Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems:25-46 [w:] Kuer, J. (ed.), *Urban and Community Forestry in the Northeast*, Springer Science and Business Media, 2000, New York, NY.
11. Nowak D.J.; Crane D.E., 2002, Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA, *Environmental Pollution*, 2002, 116: 381-389.
12. Nowak D.J., Crane D.E.; Dwyer J.F., 2002, Compensatory Value of Urban Trees in the United States, *Journal of Arboriculture*, 2002, 28(4): 194-199.

13. Praca zbiorowa międzynarodowego zespołu autorskiego :Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności w polityce lokalnej i regionalnej. Poradnik TEEB dla miast. Usługi ekosystemów w gospodarce miejskiej, 2010.

Artykuł powstał na podstawie referatu, wygłoszonego podczas konferencji:

MIASTO IDEALNE – MIASTO ZRÓWNOWAŻONE

Planowanie przestrzenne terenów zurbanizowanych i jego wpływ na ograniczenie skutków zmian klimatu

Warszawa, 24 października 2014 r.



Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Uniwersytet Warszawski.