

Opracowanie wytycznych
w zakresie rodzaju nawierzchni dla ruchu pieszego oraz
rowerowego i innych rozwiązań inżynierskich,
zmniejszających konflikt pomiędzy infrastrukturą a drzewami
w Alei Lipowej w Podkowie Leśnej

Autor:

dr inż. arch. krajobrazu Marzena Suchocka

Marzena Suchocka

Warszawa, luty 2016

Spis treści

| | |
|--|----|
| 1. Wprowadzenie | 3 |
| 1.1 Zakres opracowania | 3 |
| 1.3. Autor opracowania..... | 3 |
| 2. Stan istniejący | 3 |
| 3. Stres drzew | 11 |
| 4. Właściwości gleby a rozwój korzeni na terenie miasta | 12 |
| 5. Uszkodzenia systemu korzeniowego drzew | 15 |
| 6. Ile podłoża potrzebuje drzewo do prawidłowego rozwoju | 16 |
| 7. Kolizja między drzewami a infrastrukturą | 19 |
| 7.1 Instalowanie rur metodami no-dig..... | 20 |
| 8. Strefa Ochronna Drzew (SOD)..... | 21 |
| 9. Ochronne technologie których zastosowanie wskazane jest w SOD | 22 |
| 10. Wnioski | 31 |

Załączniki:

Orzeczenie nr 152 Kierownika Wydziału Rolnictwa i Leśnictwa Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Warszawie z dnia 23 maja 1963 r. o uznaniu za pomnik przyrody.

Rozporządzenie nr 20 Wojewody Mazowieckiego z dnia 31 lipca 2009 r. w sprawie ustanowienia pomników przyrody położonych na terenie powiatu grodziskiego.

1. Wprowadzenie

1.1 Zakres opracowania

Praca obejmuje opracowanie wytycznych, w zakresie rodzaju nawierzchni dla ruchu pieszego oraz rowerowego i innych rozwiązań inżynierskich, zmniejszających konflikt pomiędzy infrastrukturą a drzewami zlokalizowanymi w Alei Lipowej w Podkowie Leśnej, będącymi pomnikiem przyrody, w celu zaprojektowania ciągu komunikacyjnego pieszo-rowerowego na podstawie opracowanych wytycznych. Opracowanie sporządzono w ramach udziału w projekcie pn. „Przebudowa północnej części Alei Lipowej w Podkowie Leśnej”. Opracowanie zostało przygotowane zgodnie z umową nr IK.33.60016.2017 z 1 lutego 2017 r., na zlecenie Miasta Podkowa Leśna ul. Akacyjowa 39/41, 05-807 Podkowa Leśna.

1.3. Autor opracowania

Autorka opracowania:

dr inż. Marzena Suchocka, architekt krajobrazu, wykładowca w Katedrze Architektury Krajobrazu SGGW, pracownik Instytutu Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa, kierownik Zespołu Badań i Analiz Stanu Zdrowotnego Zadrzewień na Terenach Zurbanizowanych, Przewodniczącą sekcji Drzew Miejskich Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego, specjalista w zakresie wpływu prac budowlanych na żywotność drzew i oceny długoterminowego wpływu uszkodzeń oraz gospodarki drzewostanem w miastach (doktorat: „Wpływ warunków siedliskowych na żywotność drzew na terenach budowy”). Autorka wielu publikacji dotyczących wpływu inwestycji na drzewostan oraz ochrony drzew w procesie inwestycyjnym, w tym książek: Projekt Ochrony Drzew na terenie inwestycji oraz Organizacja robót budowlanych na terenach zadrzewionych oraz Inżynierskie metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew miejskich.

2. Stan istniejący

Podkowa Leśna od 1981 r. jest miastem-ogrodem wpisanym do rejestru zabytków. Pod opieką konserwatora zabytków znajduje się układ urbanistyczny stworzony przez architekta Antoniego Aleksandra Jawornickiego oraz kilka obiektów.

Jedną z zabytkowych atrakcji przyrodniczych Podkowie Leśnej jest aleja lipowa rosnąca przy ulicy o nazwie Aleja Lipowa. Na długości 400 metrów rośnie przy niej około dwustu lip w trzech rzędach. Aleja Lipowa, Pomnik przyrody nr 168, została objęta ochroną, zgodnie z artykułami o nr: 1,11,12,18 i 28 ustawy o ochronie przyrody z 1949r, na podstawie orzeczenia nr 152 Kierownika Wydziału Rolnictwa i Leśnictwa Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Warszawie z dnia 23 maja 1963 r. o uznaniu za pomnik przyrody.

Zasady postępowania z pomnikiem przyrody określa Wojewoda Mazowiecki we wspomnianym poniżej rozporządzeniu a także ustawa o ochronie przyrody. W Art. 40. 1. Ustawy o Ochronie Przyrody podana jest definicja pomników przyrody, która mówi że „pomnikami przyrody są pojedyncze twory przyrody żywej (...) lub ich skupiska o szczególnej wartości przyrodniczej, naukowej, kulturowej, historycznej lub krajobrazowej (...) i mogą to być okazałych rozmiarów drzewa, (...). W ust. 2. Ustawodawca zaznacza, że na terenach niezabudowanych, jeżeli nie stanowi to zagrożenia dla ludzi lub mienia, drzewa stanowiące pomniki przyrody podlegają ochronie aż do ich samoistnego, całkowitego rozpadu (...)”.

Zakres ochrony dla pomników przyrody rosnących w Alei Lipowej został ujednolicony w rozporządzeniu Wojewody Mazowieckiego z 2009 r i obejmuje:

§ 2.1. Szczególnym celem ochrony pomników jest zachowanie wartości przyrodniczych, krajobrazowych, naukowych, kulturowych i historycznych poprzez ich ochronę w granicach lokalizacji.

2. Ochrona drzew w granicach lokalizacji obejmuje zasięg korony i systemu korzeniowego nie mniejszy niż w promieniu 15 metrów od zewnętrznej krawędzi pnia drzewa.

§ 3. W stosunku do pomników, w ramach czynnej ochrony, ustala się możliwość:

1) dokonywania zabiegów pielęgnacyjnych – zabezpieczających zgodnych z ogólnie przyjętymi zasadami chirurgii drzew w stosunku do tworów przyrody żywej;

§ 4. W stosunku do pomników wprowadza się następujące zakazy:

1) niszczenia, uszkodzenia lub przekształcania obiektu lub obszaru;

3) uszkodzenia i zanieczyszczenia gleby.

Aleja Lipowa ma więc wartość zarówno historyczną jak i przyrodniczą i spełnienie wymogów ochrony jest możliwe pod warunkiem najmniej inwazyjnego dla drzew projektowania a następnie prowadzenia inwestycji w terenie.

Ulica Aleja Lipowa w Podkowie Leśnej to trzyrzędowa aleja obsadzona starodrzewem lipowym. Teren opracowania to dwa rzędy alei z ziemnym pasem komunikacyjnym. Opracowywana część alei zlokalizowana jest pomiędzy drogą jezdnią a posesjami prywatnymi i stanowi popularny i lubiany deptak dla mieszkańców miasta. Planowane jest uzupełnienie drzew w alei, tam gdzie obecnie wypadły, utrzymanie jej leśnego charakteru, zastosowanie rozwiązań pozwalających na zachowanie przestrzennego charakteru tego ciągu pieszego oraz nieinwazyjne połączenie różnych funkcji jak ruch pieszey (dominujący) i rowerowy. Projekt na różnych etapach jego powstawania będzie prezentowany i konsultowany z mieszkańcami.

W projektowaniu przestrzeni alei może być **inspiracją** koncepcja woonerf (woon:erf, hol. ulica do mieszkania) – rodzaj ulicy w strefie zurbanizowanej, na której położono nacisk na wysoki poziom bezpieczeństwa, uspokojenie ruchu i wysokie walory estetyczne przy zachowaniu miejsc parkingowych i funkcji komunikacyjnej z priorytetem dla pieszych i rowerzystów. Woonerf jest w założeniu przestrzenią publiczną, która łączy funkcje ulicy, deptaku, parkingu i miejsca spotkań mieszkańców. Podstawą projektowania ulicy tego typu jest rezygnacja z tradycyjnego podziału przestrzeni między jezdnią i chodniki oraz zastosowanie elementów małej architektury, co zniechęca kierowców do ruchu tranzytowego, w tym przypadku tą rolę pełni sąsiednia jezdnia.

Pomimo tego że teren alei dotyczył będzie głównie ruchu pieszych i rowerzystów, jednak zachowywał będzie funkcję dojazdową, inną inspiracją może być model tzw. "drogi samo-objaśniającej" (ang. *self explaining streets*), co oznacza, że poprzez odpowiednie zaprojektowanie drogi i jej otoczenia, droga sama ukazuje kierowcom jak prowadzić bezpiecznie (Project of public Spaces, 2010). Jednym z konceptów tej filozofii jest tak zwana przestrzeń wspólna (ang. „*shared space*”), oryginalnie zapoczątkowana przez holenderskiego inżyniera ruchu drogowego Hansa Modermana. Przestrzeń wspólna zakłada usunięcie świateł, znaków, przejść dla pieszych, namalowanych pasów na drogach. Moderman stwierdził, że drogi są bezpieczniejsze, kiedy kierowcy muszą obserwować pieszych i innych uczestników ruchu, zamiast znaki drogowe. Poprzez komunikowanie się ze sobą, muszą ustalić pierwszeństwo poruszania się oraz zachować czujność. Mimo iż wydaje się, że idea ta wprowadza chaos na drogę, jedna jej zastosowanie pokazuje, że samochody poruszają się wolniej, a wskaźnik wypadków spadł. Rowerzyści, kierowcy oraz piesi muszą negocjować ich przejście przez ulicę poprzez gesty oraz współpracę z innymi użytkownikami ruchu.

W Alei Lipowej wyzwaniem będzie zaprojektowanie zarówno poziomu nawierzchni jak i skoordynowania rzędnych podjazdów i wejść na posesje w sytuacji konieczności braku ingerencji w

system korzeniowy drzew. Wytyczne dotyczące rozwiązań pozwalających na rozwiązanie tego konfliktu podano w dalszej części opracowania.



Ryc. 1 Widok na aleje



Ryc. 2 Miejsca w alei o mniejszym zagęszczeniu drzew



Ryc. 3 Drzewa w różnym wieku w alei



Ryc. 4 Po lewej wjazd do bramy w sąsiedztwie jednej z największych lip



Ryc. 5 Wjazd w sąsiedztwie młodego drzewa, z dużym spadkiem



Ryc. 6 Wjazd na posesję w sąsiedztwie drzewa po stronie furtki, w sąsiedztwie dużego drzewa, bez różnicy wysokości pomiędzy posesją a nawierzchnią alei



Ryc. 7 Wjazd na posesję z dużym spadkiem



Ryc. 8 Wjazd ze spadkiem



Ryc. 9 Wejście dla pieszych na posesję, z dużym spadkiem



Ryc. 10 Wjazd od strony ulicy



Ryc. 11 Połączenie pomiędzy ulicą a lokalną drogą przecinające Aleję Lipową

3. Stres drzew

W związku z ochroną Alei Lipowej w formie Pomnika Przyrody należy unikać uszkodzenia systemu korzeniowego drzew.

Rośliny rosnące w warunkach naturalnych są ciągle narażone na działanie różnego typu stresów. Termin „stres” wywodzi się od *łac. stringere* – wymuszać reakcję. Drzewa na terenie budowy narażone są na różnorodne stropy siedliskowe, które mogą powodować ich uszkodzenia i obumieranie. Zdrowe drzewo posiada właściwe zaopatrzenie i równowagę węglowodanową, hormonów regulujących wzrost, wody i minerałów (Kozłowski, 1985; Shigo, 1991).

Należy podkreślić, że zazwyczaj stropy, również te na terenie budowy, oddziałują na drzewo równocześnie w różnych natężeniach i konfiguracjach, a reakcja na stres przybiera trzy podstawowe formy; zaburzeń procesów fizjologicznych, czasem związanych z tym widocznych uszkodzeń oraz osłabienia wzrostu i zakłóceń rozwojowych (Borowski, 2008). Shigo (1998) definiuje stres jako odwracalny stan kiedy system zaczyna funkcjonować blisko limitu, dla którego został zaprojektowany, a głównym powodem stresu jest redukcja rezerw energii. Następnie inne uwarunkowania, jak za mało lub za dużo wody, za niska lub za wysoka temperatura, wiele ran lub

inne czynniki uszkadzające są dopełnieniem całości. Drzewo o dużych zapasach energii i obciążonej części systemu korzeniowego zrzuci liście, odbuduje je i przetrwa. W przypadku drzewa o niskich zapasach energii to samo uszkodzenie może spowodować obumarcie. Prawdziwy stres następuje w wypadku braku energii, aby zaspokoić zapotrzebowanie systemu.

Opracowywane drzewa powinny zostać ochronione przed uszkodzeniem systemu korzeniowego (mechaniczne uszkodzenie korzeni, ograniczenie rozwoju systemu korzeniowego po przebudowie deptaka) jak i korony (cięcia grubych gałęzi). Chroniona powinna być również gleba w której rozwijają się korzenie drzew.

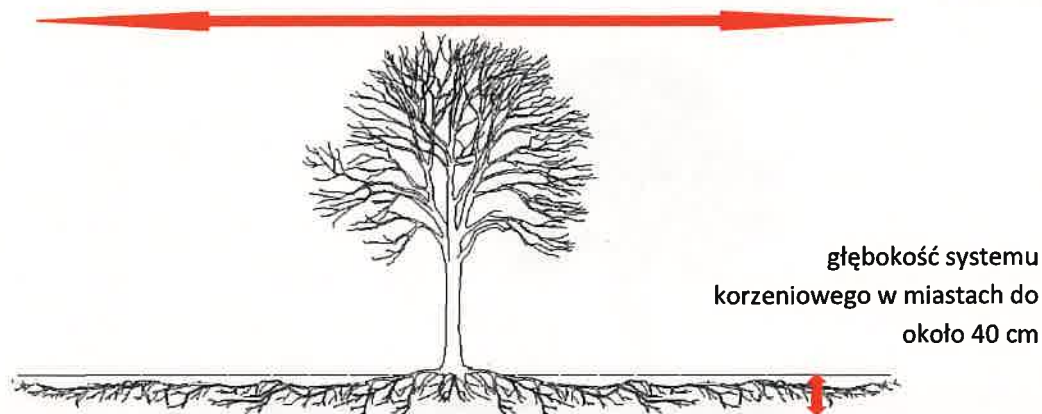
4. Właściwości gleby a rozwój korzeni na terenie miasta

Ocena wpływu inwestycji na stan drzew wymaga analizy kształtu i warunków niezbędnych do rozwoju systemu korzeniowego. Antropogeniczne gleby miejskie charakteryzują się ubiciem, zmniejszonym napowietrzeniem, zmniejszoną przepuszczalnością, zmniejszonymi zdolnościami zatrzymywania wody i stanowią barierę dla penetracji korzeni spowodowaną utratą makropodów i powodują wypływanie systemu korzeniowego drzew (Craul 1994). Korzenie w miastach rosną w miejscach, gdzie znajdują odpowiednie warunki glebowe, zasobne zwłaszcza w wodę, tlen i składniki pokarmowe. Poziomy i pionowy kształt systemu korzeniowego i zdrowotność drzew zależy zatem od objętości i jakości przestrzeni glebowej zajętej przez korzenie (Kosmala, 2001; Szczepanowska, 2001; Kosmala 2005; Watson, 2005; Kosmala, Rosłon Szeryńska, Suchocka, 2009).

Korzenie mogą zajmować bardzo nieregularną powierzchnię w trudnych warunkach miejskich, w zagęszczonym podłożu, pełnym gruzu, barier i ubogim w powietrze glebowe.

System korzeniowy drzew rosnących w korzystnych warunkach składa się z centralnej i peryferyjnej części i w pełni rozwija się w fazie dojrzałości drzewa. Część centralna rozciąga się do 2 - 3 metrów od pnia. Składa się ona z ukośnych korzeni palowych (nieobecnych u niektórych gatunków), jednej lub dwóch warstw korzeni głównych i kilku poziomych korzeni bocznych (Hamilton, 1998; Szczepanowska, 2001; Dujesiefken i in., 2005; Stokes i in., 2002; Urban, 2008). Płytkie korzenie horyzontalne u nasady pnia są nieregularne i **zwiężają się nagle do cylindrycznego kształtu o niewielkiej średnicy w odległości ok. 1 m od pnia.**

promień systemu korzeniowego do 2-3 razy promień korony



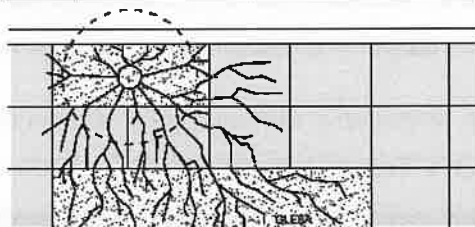
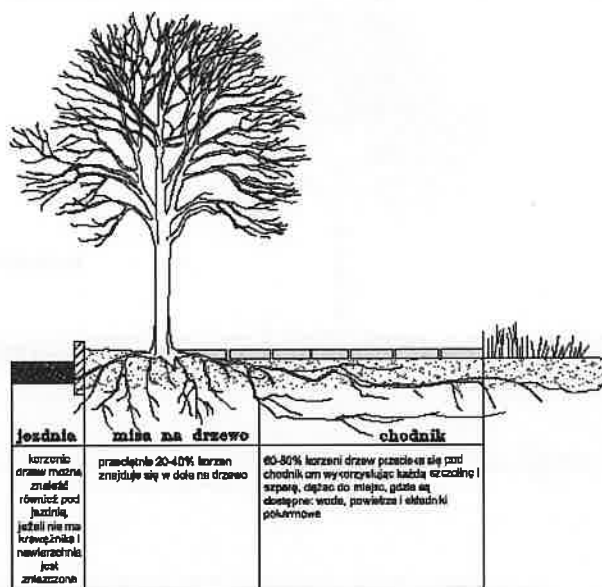
Ryc. 1 Kształt i zasięg systemu korzeniowego w warunkach miejskich (rys. Suchocka).

W rzeczywistości głębokość ukorzenia horyzontalnego zależy od poziomu wody gruntowej i właściwości gleby ale w trudnych warunkach w miastach jest raczej wypłycona.

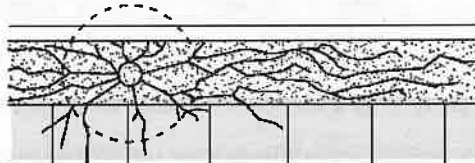
Na rycinie 1 przedstawiono teoretyczną zależność pomiędzy średnicą korony a zasięgiem systemu peryferyjnego. Wyrastające z korzeni horyzontalnych korzenie nazywane są z powodu drobnych rozmiarów również włosnikowymi, rosną w górę, w stronę powierzchni gleby, rozrastają się głównie w strefie 7-15 cm (Kosmala, 2005; Dujesiefken i in., 2005) lub jak twierdzi Watson (2005) 15-30 cm poniżej poziomu gruntu i stanowią główną część powierzchni systemu korzeniowego. Według Perry'ego korzenie żywicielskie znajdują się u większości roślin drzewiastych w górnej warstwie gleby o grubości 10-30 cm. W przypadku drzew w szkółkach korzenie zlokalizowane są 15-40 cm poniżej poziomu gruntu i największe ich zagęszczenie znajduje się w sektorze północnym (Watson, 2005). Na glebach oglejonych (okresowo zalewanych) lipy 40-50 letnie zakorzeniają się średnio na głębokość 0,4 m, wyjątkowo 0,7-0,8 m (Köstler 1968). Odgałęzienia ostatniego rzędu (korzenie żywicielskie) mają zwykle 5-15 mm długości i 0,35-0,5 mm grubości i charakteryzują się prawie zupełnym brakiem przyrostów na grubość (Rudawska 1995).

Przy niesprzyjających warunkach korzenie mogą koncentrować się w warstwie płytszej niż 10 cm (Watson, 1995). Smith i in. (2001) stwierdzili, że w glinie piaszczystej zagęszczonej do 1,8 g/cm³ korzenie rozwijały się na głębokościach o 60% płytszych. W badaniach Lindley'a oraz Gross'a i Milano (1995) mniej niż 15% korzeni zlokalizowanych było pod nawierzchnią asfaltową,

większość zaś rozmieszczona była pod nawadnianą nawierzchnią trawiastą po przeciwnej stronie pnia (ryc. 2).



Jeżeli w pobliżu znajduje się teren otwarty, korzenie przerastają przestrzeń pod chodnikiem nawet na dalekie odległości, aby zdobyć dodatkowe źródło wody i soli mineralnych.



Korzenie ściśnięte w wąskich pasach trawnikowych wzdłuż ulic rozprzestrzeniają się głównie pod powierzchnią trawników. Część z nich przerasta pod chodnik.

Ryc. 2 Rozmieszczenie korzeni pod jezdnią, chodnikiem i w pasie zieleni (Szczepanowska 2001, rys. Suchocka).

Najwięcej substancji potrzebnych do życia korzeni w glebach miejskich zazwyczaj jest zlokalizowane w wierzchniej warstwie, dlatego tam też znajduje się największe zagęszczenie korzeni żywicielskich (Craul, 1994; Szczepanowska, 2001; Kosmała, 2001; Shigo, 2007).

Jak wynika z badań literatury kształt systemu korzeniowego drzew miejskich jest zazwyczaj nieregularny a głębokość korzeni żywicielskich, odpowiedzialnych za pobieranie wody z solami mineralnymi nie sięga poniżej 30 cm. Należy przyjąć, że 90% systemu korzeniowego zlokalizowane jest w warstwie gleby o głębokości do 40 cm.

5. Uszkodzenia systemu korzeniowego drzew

Uszkodzenia korzeni ograniczają wzrost drzewa i mogą doprowadzić bezpośrednio lub pośrednio (na skutek powstania zgnilizny) do obumarcia lub powalenia się drzewa. Szczególnie niebezpieczne jest głębokie jednostronne zniszczenie, lub usunięcie znacznej części systemu korzeniowego. Może to spowodować zachwianie równowagi drzewa i stanowi potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa.

Przyczynami uszkodzeń mechanicznych drzew są roboty budowlane, drogowe. Szkody mechaniczne mogą być również spowodowane przez nieprawidłową pielęgnację, zwłaszcza przez wadliwe cięcie konarów.

Zakres dokonanych uszkodzeń mechanicznych w koronie drzewa i w obszarze pnia jest na ogół łatwo widoczny, natomiast uszkodzenia korzeni są trudne do zidentyfikowania, poza terenami budowy, gdzie na podstawie dokumentacji zasięgu robót ziemnych czy infrastruktury łatwiej jest ustalić zakres uszkodzeń.

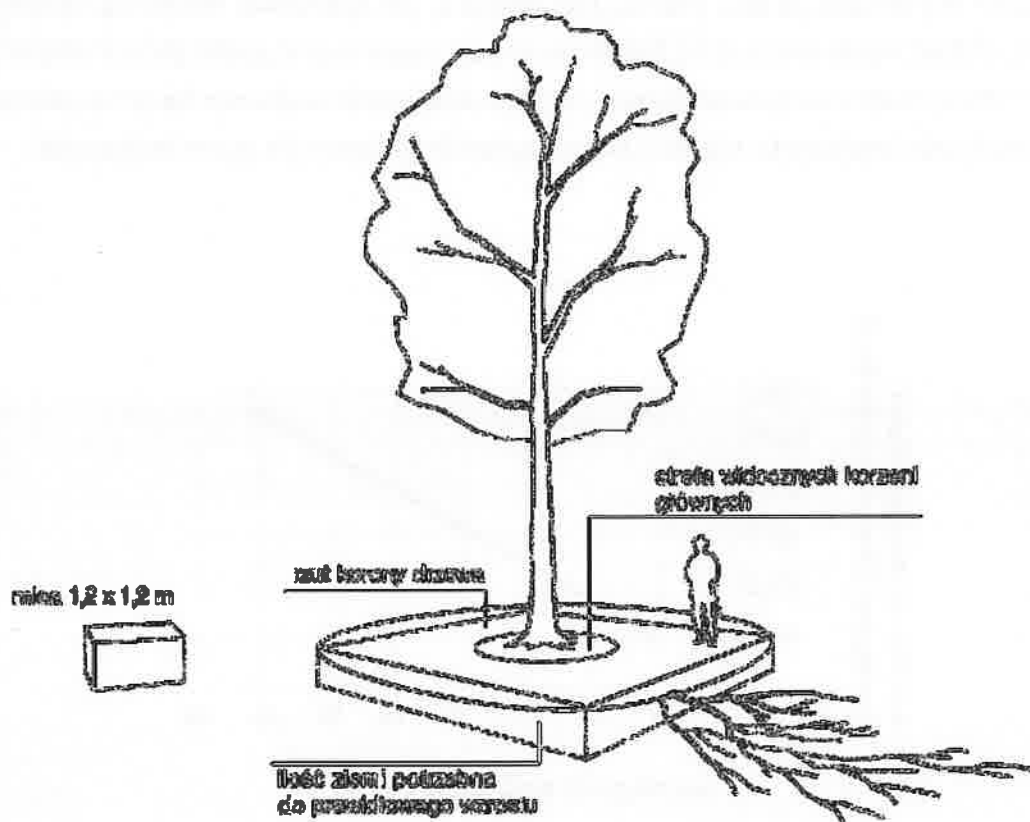
Skutki uszkodzeń mechanicznych mogą wywołać reakcję drzewa w bardzo krótkim czasie po ich spowodowaniu (uschnięcie całego drzewa, lub jego części), najczęściej jednak widoczne symptomy reakcji drzewa na uszkodzenia występują po kilku, a nawet kilkunastu latach. Wpływ uszkodzeń mechanicznych na osłabienie drzewa zależy od wielu czynników, jak rozmiar uszkodzenia i czas jego trwania (np. pozostawienie odkrytych korzeni po przycięciu), także od zdolności regeneracyjnych. Na szansę przeżycia drzew po uszkodzeniu mechanicznym mają również wpływ ogólna kondycja, wiek drzewa, a także pora roku w której nastąpiło uszkodzenie (Costello i in., 2003). Ważne jest również czy zostały zastosowane techniki ochronne w trakcie trwania robót oraz zabiegi pielęgnacyjne po ich zakończeniu. Gatunki o dużej tolerancji, drzewa młode i żywotne lepiej będą tolerować stres związany z pracami budowlanymi. W alei rosną lipy – gatunek tolerancyjny, o dobrej żywotności i w różnym wieku. Należy specjalnie chronić drzewa najstarsze, gdyż na nie budowa będzie miała największy wpływ.

Obumarcie i śmierć drzewa może być skutkiem ubytku korzeni powyżej 45 % lub kory i miazgi pnia powyżej 50% lub utraty korony powyżej 55% (Kosmala, Rosłon-Szeryńska, Suchocka, 2008 i inni autorzy).

W przypadku uszkodzenia części systemu korzeniowego drzewo może ciągle dobrze funkcjonować. Uszkodzenie wynoszące 25 do 33% korzeni powoduje stan permanentnego niedożywienia drzewa. Należy pamiętać, że korzenie rozciągają się dwa razy dalej niż gałęzie drzewa. Utrata ponad 40% korzeni umocowujących (o średnicy około 2, 5 cm i większej) stanowi realne zagrożenie stabilności drzewa i może powodować nawet całkowitą utratę wartości drzewa. W obszarach miejskich, zwłaszcza u drzew rosnących wzdłuż ulic, może wystąpić nietypowy zasięg korony i korzeni. W takim przypadku zasięg korzeni powinien być oceniany indywidualnie na podstawie szczegółowej obserwacji przebiegu korzeni. Należy podkreślić, że planowana inwestycja nie może uszkodzić ani korzeni ani koron chronionych drzew co jest możliwe przy zachowaniu ochronnych wytycznych dotyczących projektu i wykonania prac.

6. Ile podłoża potrzebuje drzewo do prawidłowego rozwoju

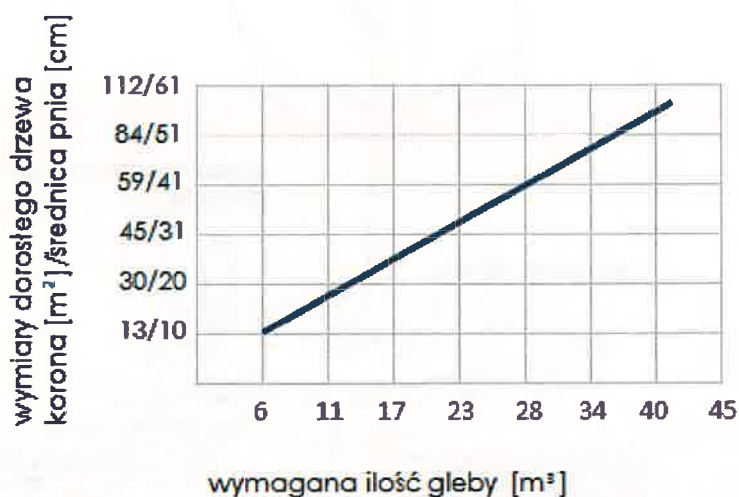
Badacze zgadzają się, że największe znaczenie dla zamierania drzew w miastach mają przyczyny wpływające na rozwój ich korzeni. W ocenie wpływu projektu na drzewo szczególnie istotna jest znajomość budowy systemu korzeniowego. System korzeniowy drzewa składa się z korzeni głównych (statycznych) oraz strefy korzeni żywicielskich. W lokalizacjach miejskich system korzeniowy rozprzestrzenia się bardzo nieregularnie, a kierunki i zasięgi rozwoju korzeni są dostosowane do gleby, z której przy udziale tlenu pobierają one wodę i składniki mineralne. Do najistotniejszych czynników wpływających na rozwój korzeni zaliczane są właściwości wodno-powietrzne oraz zwięzłość gleby. W miastach system korzeniowy drzew – bez względu na rodzaj czy gatunek drzewa – dostosowany jest do warunków glebowych.



Ryc. 3 Porównanie wielkości mis często stosowanych w miastach do objętości gleby niezbędnej do rozwoju korzeni drzewa (Urban 2008, rys. P. Świder)

Projektowanie nowych nasadzeń lub poprawę warunków siedliskowych drzew już istniejących należy rozpocząć od określenia ilości gleby niezbędnej do prawidłowego rozwoju ich systemu korzeniowego (Costello i Jones 2003). Objętość potrzebnej gleby można określić w odniesieniu do powierzchni rzutu korony lub średnicy pnia dorosłego drzewa (ryc. 3,4). Głębokość misy należy przyjąć jako minimum 60 lub lepiej 90 cm. I tak przykładowo dla drzewa o średnicy pnia 10 cm zalecane jest 6 m³ gleby do korzenienia, co oznacza, że w przybliżeniu optymalna dla rozwoju drzewa będzie przestrzeń o wymiarach 2 x 3,3 x 0,9 m. Natomiast dla drzewa zaś o zakładanej średnicy pnia 41 cm (obwód pnia około 120 cm) konieczne jest zapewnienie dla korzeni gleby o wymiarach 5,5 x 5,5 x 0,9 m (Urban 2008). W przypadku gdy podłoże, w którym sadzone są drzewa, ma dobre dla ich rozwoju właściwości, drzewa mogą być sadzone w standardowy sposób w

niewielkim dole. Natomiast w przypadku gdy gleba jest zagęszczona, należy zapewnić podłoże prawidłowe dla rozwoju korzeni poprzez jego wymianę lub zastosować techniczną modyfikację siedliska, o której będzie mowa dalej. Opisywany sposób szacowania objętości gleby niezbędnej dla rozwoju drzewa można zastosować zarówno w przypadku projektowania mis dla drzew sadzonych, jak i w przypadku konieczności wymiany gleby w systemie korzeniowym drzew istniejących.



Ryc. 4 Wymagana ilość gleby w odniesieniu do wielkości drzewa (Urban 2008, rys. P. Świder)

Odpowiednia ilość podłoża zapewnia drzewom długi, bezpieczny i prawidłowy rozwój. W przypadku drzew w Alei Lipowej nie wolno doprowadzić do sytuacji, kiedy objętość podłoża będzie zbyt mała. W niektórych przypadkach może być konieczne zastosowanie podwieszonych nad systemem korzeniowym chodników lub modyfikacja podbudowy nawierzchni i zastosowanie podłoża strukturalnego aby zapewnić odpowiednie warunki dla rozwoju korzeni a jednocześnie umożliwić komfortowe użytkowanie alei.

7. Kolizja między drzewami a infrastrukturą

Kolizje drzew i krzewów z obiektami budowlanymi i innymi są rozumiane jako drzewo, krzew oraz obiekt, które nie mogą właściwie funkcjonować w wyniku realnego wzajemnego oddziaływania.

W rozporządzeniach i normach podawane są zalecane minimalne odległości lokalizacji drzewa i krzewów. Podlegają one ogólnym wymaganiom zapewnienia bezpieczeństwa w pasie drogowym.

Zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, z dnia 2 marca 1999 r. zawiera następujące przepisy dotyczące odległości drzew i krzewów:

§54.2 Wysokość skrajni drogi, o której mowa w załączniku nr 1, powinna być, z zastrzeżeniem ust.3, nie mniejsza niż:

- 1) 4,70 m – nad drogą klasy A,S lub GP,
- 2) 4,60 m – nad drogą klasy G lu Z,
- 3) 4,50 m – nad drogą klasy L lub D.

§54.3 Wysokość skrajni drogi może być zmniejszona do:

- 1) 4,50 m – jeżeli jest przebudowywana albo remontowana droga klasy A,S lub GP, natomiast obiekty nad tymi drogami nie są objęte tymi robotami,
- 2) 4,20 m – jeżeli jest przebudowywana albo remontowana droga klasy G lub Z, natomiast obiekty nad tymi drogami nie są objęte tymi robotami,
- 3) 3,50 m – nad drogą klasy L lub D, za zgodą zarządcy tych dróg.

§54.4 Wysokość skrajni nad chodnikiem lub ścieżką rowerową powinna być nie, mniejsza niż 2,50 m, a w wypadku ich przebudowy albo remontu może być zmniejszona do 2,20m.

§ 140.7 Infrastruktura liniowa napowietrzna i podziemna (nie związana z drogą) przebiegająca wzdłuż drogi poza terenem zabudowy powinna być usytuowana poza pasem drogowym, w taki sposób, aby:

- 1) nie wpływała ujemnie na system korzeniowy drzew rosnących w pasie drogowym,

W §168 - §170 i załącznikach nr 2 i 3 do tego rozporządzenia określono wymagania widoczności i pola widoczności wolne od przeszkód. W polu widoczności nad jezdnią na wysokości 1m, nie powinny znajdować się żadne przeszkody. Nie są przeszkodami np. pnie pojedynczych drzew. Wymagania określone w załączniku nr 2 nie dotyczą skrzyżowań oraz zjazdów i wjazdów

usytuowanych w strefie zamieszkania.

Natomiast możliwości techniczne powodują iż infrastruktura podziemna może być prowadzona pod systemami korzeniowymi drzew bez ich uszkodzenia. Ułożenie instalacji kablowej poniżej 40 cm głębokości jest zupełnie bezkolizyjne dla drzew, nie wpływa ani na pogorszenie żywotności ani na zwiększenie ryzyka wywrócenia się drzewa a w związku z dużą wytrzymałością rur i kabli obecnie produkowanych, drzewo rosnące nad linią może nie być fizycznie w kolizji.

7.1 Instalowanie rur metodami no-dig

Poniżej przedstawiono zestawienie bezwykopowych technologii budowy i remontu, których użycie jest zalecane w Polsce w sytuacji instalowania sieci w sąsiedztwie drzew.

Technologie bezywkopowe (no-dig)

Metodami bezwykopowymi możliwa jest instalacja kabli elektrycznych, telefonicznych, światłowodowych, rur ciepłowniczych, wodociągowych czy kanalizacyjnych. W taki sposób możliwa jest instalacja różnorodnych mediów ale również w razie potrzeby rur nawadniających i odwadniających. Technologie te dają szerokie możliwości zastosowania ich w zróżnicowanych warunkach, mają też **mniejsze koszty socjalne** – metody ciche, mniej inwazyjne (pozwalają na unikanie niedogodności związanych z przeprowadzanymi robotami), są **dokładne**. Uważane są za jedyne możliwe do wykorzystania w całkowicie zurbanizowanych terenach miejskich.

Tab. 1 Zestawienie przykładowych metod instalowania instalacji oraz możliwości jakie dają metody.

| Metoda: | Średnica | Długość | Materiały |
|---|----------------------|---------------------|---|
| Przeciski sterowane Directional drilling | 50 - 1.500 mm | 10 - 1.000 m | - niskociśnieniowy PE o dużej gęstości HDPE, - wysokociśnieniowy PE o niskiej gęstości LDPE, - Stal - PCV - Polipropylen (PP) |

| Metoda: | Średnica | Długość | Materiały |
|--|--------------------------|---------------------|--|
| Przeciski hydrauliczne Pipe jacking | 350 - 3000 mm | 10m - Xkm | - Stal - Beton - <i>cement zbrojony i sprężony</i> - <i>fiber-reinforced composite</i> - materiały ceramiczne |
| Minitunelling Mini tunnel | 2.20 - 3.50 mm | 200 m - X km | - beton - <i>cement zbrojony</i> - Stal (belki i płyty) |
| Wbijanie stalowych rur Pipe ramming | 100 - 1.200 mm | 10 - 70 m | - Stal |
| Przecisk pneumatyczny Impact moling | 25 - 250 mm | 5 - 30 m | - niskociśnieniowy PE o dużej gęstości HDPE, - PCV |

8. Strefa Ochronna Drzew (SOD)

W przypadku pracy w Alei Lipowej cała powierzchnia gleby w rejonie zakresu opracowania powinna być chroniona i powinny zostać zastosowane rozwiązania minimalizujące wpływ projektowanej infrastruktury na system korzeniowy drzew. Bezwzględnie powinna być ochroniona strefa 15 m od pni drzew, pozostałą część terenu należy ostrożnie i pod nadzorem dendrologicznym przekształcać i w przypadku takiej konieczności, modyfikować zastosowane rozwiązania projektowe na przyjazne drzewom, zgodnie ze wskazówkami z pkt. 9.

Wprowadzenie konkretnego rozwiązania może wymagać zastosowania miejscowej odkrywki, optymalnie z zastosowaniem AirSpade, która pozwoliłaby na lokalne odkrycie korzeni i sprawdzenie ich obecności lub gęstości. Na etapie projektu powinna istnieć możliwość miejscowej modyfikacji wybranego w projekcie rozwiązania, przykładowo po stwierdzeniu wypiętrzenia

korzeni, rezygnacja z obrzeża lub zastosowanie wypłyconego obrzeża, w celu ochrony głównego korzenia drzewa.

Poprawa struktury gleby w SOD:

- w przypadku zagęszczenia i zanieczyszczenia gleby (przykładowo resztkami budowlanymi) w strefie korzeniowej (SOD) należy poprawić jej strukturę przez wymianę i ułożenie na jej miejsce gleby nie zagęszczonej, mikoryzowanej i zasobnej w składniki pokarmowe. Decyzję dotyczącą konieczności wymiany gleby podejmuje specjalista po analizie kondycji oraz szans rozwojowych drzewa w sytuacji, kiedy jest to jedyny sposób poprawy żywotności drzewa. Glebę należy wymienić do głębokości 30 cm pod nadzorem specjalisty ochrony drzew, który może zmodyfikować strefę i głębokość wymiany gleby adekwatnie do zasięgu systemu korzeniowego. Wymiana gleby musi być przeprowadzona w sposób najmniej inwazyjny, przykładowo z użyciem AirSpade,

- jeżeli zagęszczenie gleby nie przekroczyło krytycznego stopnia (powyżej 1,4 g/cm³ w glebie gliniastej i 1,8g/cm³ w piaszczystej) nie jest konieczna wymiana podłoża w systemie korzeniowym. Należy jednak zastosować w tej strefie mikoryzę. Ponadto jest wskazane zastosowanie przekomostowanego obornika na przegrabioną glebę a następnie rozłożenie warstwy mulczu (warstwy około 10 cm liści, zrębek lub kory). Zabiegi te wzbogacą florę glebową, poprawią obieg materii organicznej w siedlisku oraz wspomagać będą naturalne procesy życiowe korzeni drzew.

9. Ochronne technologie których zastosowanie wskazane jest w SOD

Inwentaryzacja

Praca nad projektem musi rozpocząć się od geodezyjnej inwentaryzacji drzew w alei, naniesienia na nią rzeczywistych średnic pni drzew, inwentaryzacji wysokościowej poziomu gruntu w bezpośrednim sąsiedztwie pni drzew oraz poziomu gruntu w alei.

Drzewa w inwentaryzacji muszą być zwaloryzowane (określenie szczególnie cennych egzemplarzy) oraz należy określić fazę rozwojową (drzewo młode, dojrzałe, starzejące się) i żywotność drzew, przykładowo z zastosowaniem skali Rollofa lub innej metody (przykładowo prosty podział na drzewa o żywotności b. dobrej, dobrej, średniej i złej). Należy również oznaczyć zasięg widocznych korzeni szkieletowych lub zasięg wyniesionej karpy korzeniowej.

Na podstawie tych informacji należy planować projektowaną infrastrukturę.

Projekt ochrony drzew na terenie budowy

W Projekcie Ochrony Drzew (Gospodarce Drzewostanem) należy, m.in.:

- wyznaczyć strefy ochronne drzew (SOD): wskazać strefy zabezpieczenia gleby, korzeni i korony przed uszkodzeniami,
- zaplanować projektowaną infrastrukturę poza SOD lub wprowadzić modyfikację rozwiązań w SOD z wykorzystaniem najmniej inwazyjnych dla drzew rozwiązań projektowych,
- zaproponować rozwiązania (detale projektowe) minimalizujące konflikty drzew z projektowaną infrastrukturą, takie jak krawężniki typu mostowego czy nawierzchnie przepuszczalne. Nawierzchnie wodoprzepuszczalne należy dobrać na etapie projektu adekwatnie do funkcji, którą będą pełnić, mogą to być nawierzchnie mineralne typu HanseGrang, beton żywicowy, beton cementowy lub kompozycje standardowych płyt i kostek z nawierzchniami wodoprzepuszczalnymi. Na tym etapie muszą być rozwiązane konflikty drzew z projektowanymi zmianami poziomu terenu i wykopów, łącznie z odprowadzeniem wody opadowej,
- należy określić w projekcie techniki ochronne drzew w wypadku nieuniknionej interwencji (takie jak technologie bezwykopowe, mulczowanie chronionej powierzchni gleby, itp.) z uwzględnieniem wymagań rozwojowych drzew,
- opracować organizację robót na placu budowy poza SOD w celu ograniczenia negatywnego wpływu robót na żywotność drzew obejmującego:
 - a. opracowanie systemu tymczasowej komunikacji pieszej i jezdnej w sposób, który będzie miał najmniejszy wpływ na pogorszenie warunków glebowych rozwoju korzeni,
 - b. usytuowanie tymczasowej infrastruktury na placu budowy: zaplanowanie poza SOD składowisk ziemi, dojazdów, parkingów samochodowych dla maszyn budowlanych i samochodów pracowników, przestrzeni składowania narzędzi i materiałów, przestrzeni do lokalizacji tymczasowych budynków (baraków mieszkalnych, garażu z narzędziami); magazynów materiałów i rusztowań; strefy tankowania i mieszania materiałów (uwzględniające spadki w przypadku rozlania się substancji szkodliwych dla drzew); strefę obmywania sprzętu, itp.,
- opracować projekt zabezpieczeń konarów, pni i korzeni drzew: analiza kolizji koron i systemów korzeniowych drzew rosnących w sąsiedztwie projektowanej infrastruktury podczas prac budowlanych z uwzględnieniem przestrzeni ponad ziemią (liczonej w pionie) przeznaczonej do

wykonywania robót przy pomocy przewidzianych w projekcie technologii i narzędzi; przykładowo zamontowanie ścianki typu berlinka wymaga przestrzeni 6 m nad poziomem gruntu, dlatego należy przyjrzeć się kolizjom koron drzew z ruchem maszyn na budowie;

- w gospodarce konieczne jest określenie parametrów technicznych ogrodzenia ochronnego i jego długości,

- określenie sposobu oznaczenia miejsc komunikacji tymczasowej i strefy ochronnej drzewa.

Projekt architektoniczno-budowlany i Projekt zagospodarowania terenu (PZT)

Poniżej opisane zostały wytyczne do projektu nawierzchni w strefie ochronnej Alei Lipowej.

Technologie prac powinny być dopasowane do rozmiarów, fazy rozwojowej (drzewa młode, dojrzałe i starzejące się) oraz stanu drzew i uzgodnione z inspektorem nadzoru dendrologicznego lub doświadczonym w ochronie drzew projektantem zieleni.

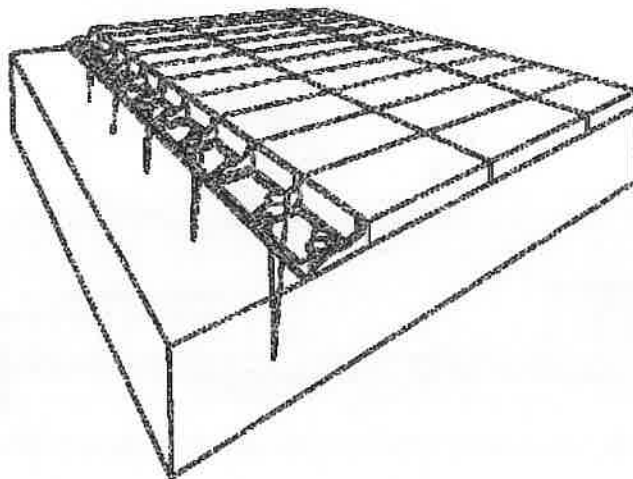
W Strefie Ochronnej Drzew należy rozważyć stosowanie:

- nawierzchni wodoprzepuszczalnych lub okładzin perforowanych,



Ryc. 5 Nawierzchnia mineralna w systemie korzeniowym drzew z płytkim obrzeżem w formie metalowej listwy (fot. Suchocka).

- płytkich krawężników typu mostowego, alternatywnych płytkich obrzeży typu eko-bord lub listew metalowych, w miejscach pozwalających na uniknięcie kolizji, rozważenie zastosowania nawierzchni bez obrzeży, nieregularnego kształtu nawierzchni lub innych rozwiązań minimalizowania negatywnego wpływu przebudowy na drzewa,



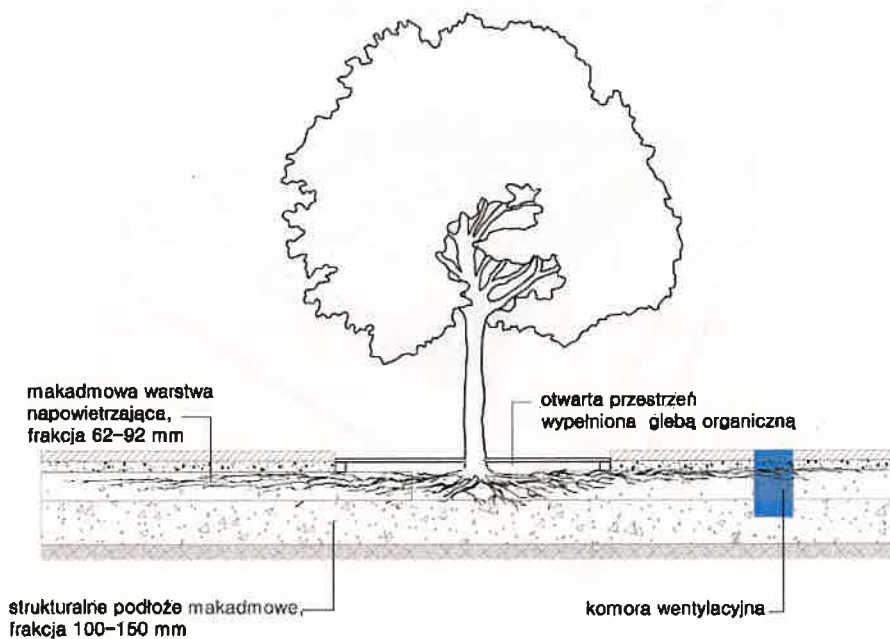
Ryc. 6 Przykład punktowo kotwionego obrzeża typu eko-bord, którego zastosowanie pozwala na zmniejszenie ingerencji nawierzchni w system korzeniowy drzew, źródło: *Inżynieryjne metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew miejskich*, Suchocka M. 2016 IGPI

- zastosowanie w systemie korzeniowym drzew systemów antykompresyjnych (zapobiegających zagęszczeniu gleby i konieczności obcinania korzeni drzew), w tym: podwieszane nawierzchnie, chodniki o konstrukcji podwieszanej (rampowy) jak zastosowanie metalowej kratownicy usytuowanej powyżej gruntu rodzimego na punktowych fundamentach (trapy punktowe) lub podziemne systemy dla korzeni: mieszanka kamienno-glebowa (podłoża strukturalne oparte na kruszywach macadamowych), krypty betonowe pod chodnikiem, ścieżki dla korzeni, i inne ¹.

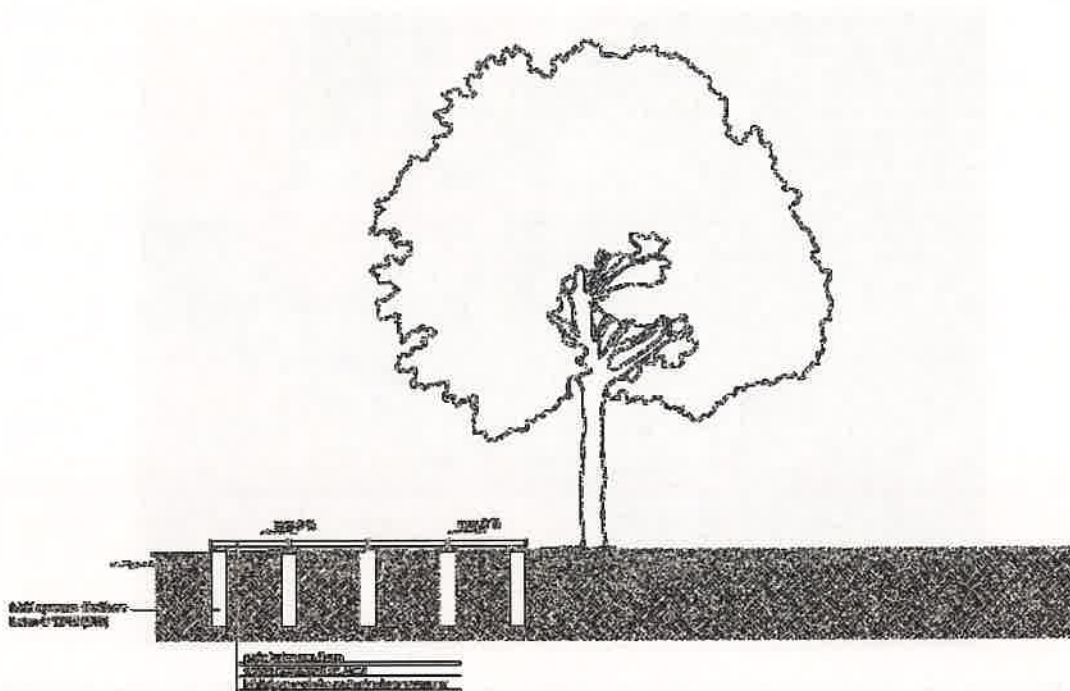
Przykładowo zaprojektowanie nawierzchni mineralnej HanseGrand z płytko kotwionymi obrzeżami PCV, typu eko-bord, pozwala na zminimalizowanie negatywnego wpływu budowy ciągów pieszych na system

¹ Więcej informacji w książce: *Inżynieryjne metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew miejskich*, Suchocka M. 2016 IGPI Warszawa.

korzeniowy drzew. Przy zastosowaniu prac ręcznych w trakcie budowy chodników w strefie ochronnej drzew i zachowaniu ewentualnie odsłoniętych korzeni, drzewa nie zostaną w ogóle uszkodzone.



Ryc. 7 Przykład systemu antykompresyjnego – podłoża strukturalnego do zastosowania jako podbudowa nawierzchni w systemie korzeniowym drzew dla ich ochrony a jednocześnie zapewnienia potrzeb komunikacji, źródło: *Inżynierskie metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew miejskich*, Suchocka M. 2016 IGPIM



Ryc. 8 Przykład punktowo fundamentowanego chodnika rampowego, którego zastosowanie pozwala na zmniejszenie ingerencji nawierzchni w system korzeniowy drzew, źródło: *Inżynieryjne metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew miejskich*, Suchocka M. 2016 IGPIM



Ryc. 9 Konstrukcja podwieszonoego chodnika nad korzeniami drzew (fot. Ziemiańska)



Ryc. 10 Podwieszany chodnik służący jako miejsca parkingowe, źródło: *Inżynieryjne metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew miejskich, Suchocka M. 2016 IGPIM*

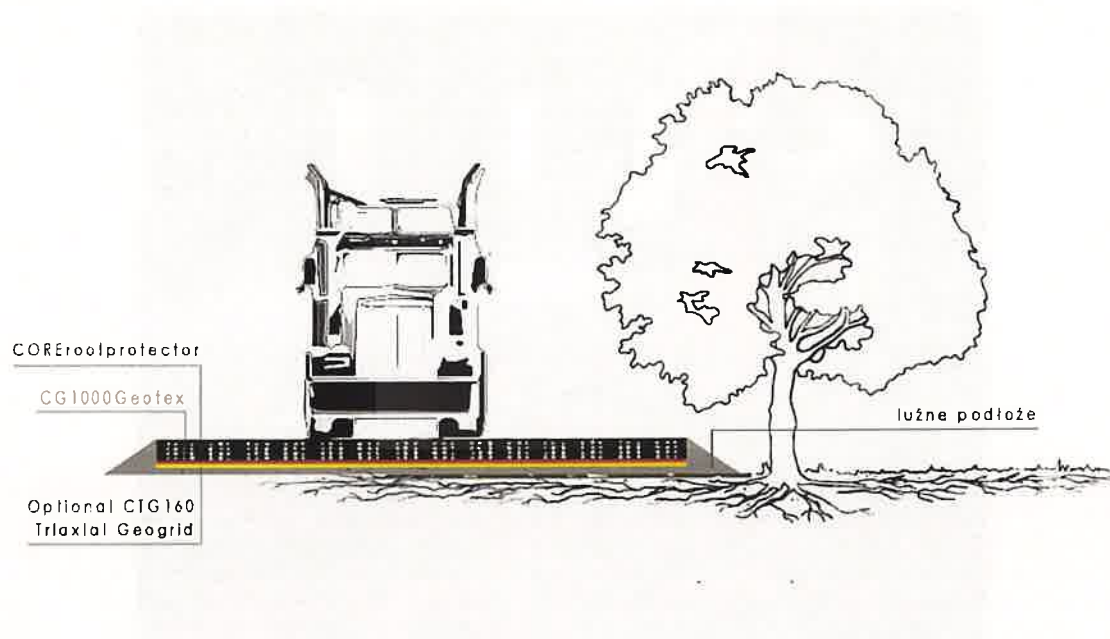
- instalacje podziemne: przeprowadzenie instalacji pod korzeniami nie będzie miało negatywnego wpływu na żywotność drzew i warunki ich rozwoju. W razie takiej potrzeby również montaż studzienek technicznych o ile zostanie wykonany bez zagęszczania gleby w ochronnej strefie 15 m (ruch sprzętu po technologicznej drodze tymczasowej), również nie spowoduje zniszczenia ani uszkodzenia drzew. Przeprowadzenie instalacji przepustem pod systemami korzeniowymi lip eliminuje negatywny wpływ prac na kondycję drzew,

- montaż DFA (ławki, kosze i inne elementy małej architektury), powinien uwzględniać punktowe fundamentowanie konstrukcji w systemie korzeniowym lub budowę płytkich fundamentów w celu ochrony korzeni drzew,



Ryc. 11 Punktowe fundamentowanie w systemie korzeniowym drzew (fot. Suchocka).

- technologiczne drogi tymczasowe - lokalizacja tymczasowych dróg ochronnych powinna być przewidziana w projekcie na czas dojazdu samochodów na budowę. Najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie geokraty ułożonej na geowłókninie przekładkowej i żwirze - w obrębie wjazdu, pomiędzy lipami. Geokraty powinny być również zaproponowane w ochronnej strefie drzew (15 metrów od pni) do krótkotrwałego składowania materiałów budowlanych.



Ryc. 12 Przykład tymczasowej drogi technologicznej, źródło: *Organizacja robót budowlanych na terenach zadrzewionych, Suchocka M. 2016 IGPIM*

- termin prowadzenia robót budowlanych: prace budowlane najkorzystniej gdyby były w okresie od listopada do końca kwietnia, gdyż jest to naturalny stan spoczynku drzew co pozwoli na uniknięcie ich negatywnego wpływu na drzewostan. Na terenie woda znajduje się na głębokości około 7,5 m p.p.t. Jeżeli prace wykonywane będą w sezonie wegetacyjnym należy przewidzieć tymczasowe nawadnianie systemów korzeniowych drzew w trakcie robót.

Projekt wykonawczy

Uszczegółowienie projektu budowlanego.

Przedmiar robót i specyfikacje

Wycena projektowych rozwiązań ochronnych oraz rozwiązań ochronnych na etapie wykonania prac.

10. Wnioski

Praca nad projektem musi bezwzględnie rozpocząć się od geodezyjnej inwentaryzacji drzew oraz pomiarów wysokościowych w alei oraz naniesienia na plan rzeczywistych średnic pni drzew.

Projektowe rozwiązania ochronne oraz ochronne technologie muszą być stosowane w 15 m ochronnej strefie drzew aby zapobiec negatywnemu wpływowi inwestycji na żywotność drzew.

Szczegóły projektowanych rozwiązań oraz dobór najmniej inwazyjnego rozwiązania powinny być konsultowane z wyspecjalizowanym i doświadczonym w ochronie drzew architektem krajobrazu.

W dokumentacji projektowej musi być opracowana organizacja prac na placu przebudowy nawierzchni w Alei Lipowej. Zastosowane rozwiązania powinny zostać wycenione w kosztorysach.

Realizacja wypracowanych i przyjętych w projekcie rozwiązań ochronnych ma na celu brak negatywnego wpływu na drzewostan w Alei Lipowej.

Inwestycja musi przebiegać pod nadzorem inspektora nadzoru dendrologicznego, aby zapobiec nieumyślnym uszkodzeniom drzew w trakcie wykonywania prac budowlanych na etapie ich realizacji.

Projekt musi być uzgodniony z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska w Warszawie w zakresie oddziaływania inwestycji na pomniki przyrody.

Projekt musi być uzgodniony z Mazowieckim Wojewódzkim Konserwatorem Zabytków w zakresie wpływu inwestycji na substancję zabytkową Podkowy Leśnej.

Bibliografia

Bartosiewicz A. 1998: Urządzanie terenów zieleni

Craul P.J. 1994: Urban Solis; An Overview and Their Future [w:] Landscape Below Ground, The International Society of Architecture, Savoy, USA, 120-124.

Dujesiefken D., Drenou C., Oven P., Strobbe H. 2005: Arboricultural Practices [w:] Urban Trees and Forests, 419-441.

Engel A., 4/2008; Ochrona podczas inwestycji, w: Zieleń Miejska, Poznań

Fortuna-Antoszkiewicz B. i inni, 2007; Urządzanie i pielęgnacja terenów zieleni

Grabowsky J., Gilman E. 2004: Mesurment and Prediction of Tree Growth Reduction from Tree Planting Space design in Established Parking Lots. Journal of Arboriculture 30(3), 154-164.

Gruszecki K.; 5/2012; Drzewo – pojęcie prawne, w: Zieleń Miejska, Poznań

Hamilton W.D. 1998: Significance of Root Severance on Performance of established trees. Journal of Arboriculture, 12, 288-292.

Johnson G. R. 1999: Protecting Trees from Construction Damage: A Homeowner's Guide. University of Minnesota Extension Service <http://www.extension.umn.edu/catalog/item.html?item=06135> [dostęp 05.06.08]

Korzeniewski W., 2002; Odległości w zabudowie i zagospodarowaniu terenu

Kosmala M. 2001: Systemy korzeniowe drzew. Fakty i mity. [w:] Zieleń Warszawy. Problemy i nadzieje. Mat. Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej, Warszawa-Powsin, 57-72.

Kosmala M. 2005: Co każdy arborysta o korzeniach drzew wiedzieć powinien. Uprawa i Ochrona Drzew nr 14., Międzynarodowe Towarzystwo Uprawy i Ochrony Drzew, 31-41.

Kosmala M., Rosłoń-Szeryńska E., Suchocka M. 2009a: Influence of Mechanical Damage on the Condition of Trees. Ann. Warsaw Agricul. Univ. – SGGW

Kosmala M., Rosłoń-Szeryńska E., Suchocka M. 2009b: Metoda oceny kondycji drzew z uwzględnieniem bezpieczeństwa i uszkodzeń mechanicznych. IGPIM, Warszawa, 16, 60, 102

Köstler J. N. Bruckner E. Bibelriether 1968 Di Wurzeln der Walderbaume. Untersuchen zur Morphologie der Walderbaume in Mitteleuropa. Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.

Lindley P.A. Gross R., Milano B. 1995: An investigation to Assess the Impact of Street Infrastructure

Improvements on the Roots of Adjacent Cork Oak Trees. *Trees and Building Sites ISA, Savoy, Illinois*, 22-32.

Łowicka K. i inni, 2010; *Wytyczne zakładania i utrzymania zieleni przydrożnej*, GDDKiA, Warszawa

Majdecki L. 1986: *Tabela wiekowa drzew*

Neufert E., 2011; *Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego*, Arkady, Warszawa

Nowocin K. i inni, 2008; *Założenia towarzyszące projektowaniu i urządzaniu terenów zieleni wzdłuż warszawskich ulic*, Materiały konferencyjne - Od promenady do autostrady, Warszawa

Örjan Ståal, 2005; *Trees and underground pipes from a problem in to a resource*, Swedish University of Agricultural Sciences

Randrup T.B. 2005: *Development of Danish Model for Plant Appraisal*. *Journal of Arboriculture* 31(3), 114-123.

Rudawa D., 4/2007; *Na Krakowskim Przedmieściu*, w: *Zieleń miejska*, Poznań

Rudawska 1995 *Mikoryza jesionu jesiony Kurnik*

Shigo A. 1991: *Modern arboriculture: A systems approach to the care of trees and their associates*. Shigo and Trees Associates LLC., New Hampshire.

Siewniak M., 11/2009; *Zagrożenia dla drzew na placach budów*, w: *Zieleń Miejska*, Poznań

Simson A, 2005, *Urban Forestry in Europe. Innovative Solutions and Future Potential*, [w:] Konijnendijk K.N. i in., *Urban Forest and Trees, A Reference Book*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York: 479-504.

Smith K. D., May P.B., Moore G.M. 2001: *The influence of Compaction and Soil Strength on the Establishment of Four Australian Landscape Trees*. *Journal of Arboriculture* 27(1), 1-7.

Stokes A., Fourcaud T., Hruska J., Cermak J., Nadyezhdina N., Nadyezhdin V., Praus L. 2002: *An evaluation of different methods to investigate root system architecture of urban trees in situ: Ground-penetrating radar*. *Journal of Arboriculture*, 28(1), 2-10.

Suchocka M. 2010 *Wpływ warunków siedliskowych na żywotność drzew na terenie budowy*. Praca doktorska w Katedrze Architektury Krajobrazu SGGW w Warszawie.

Suchocka M. 2013 *Ocena warunków siedliskowych oraz bariery rozwoju istniejących drzew na terenie fragmentów dzielnic Praga Północ i Praga Południe*

- Suchocka M. 2016 Organizacja robót budowlanych na terenach zadrzewionych IGPIIM Warszawa
- Suchocka M. 2016 Projekt ochrony drzew w procesie inwestycyjnym IGPIIM Warszawa
- Suchocka M. 2016 Inżynieryjne metody ochrony i poprawy warunków rozwoju drzew w miastach IGPIIM Warszawa
- Suchocka M. 2014. Wprowadzenie do podstawowej diagnostyki drzew w: Witkoś-Gmach K., Tyszko-Chmielowiec P. (red.) Drzewa w krajobrazie Podręcznik praktyka FER Wrocław
- Szczepanowska H.B. 2001: Drzewa w mieście, Hortpress Warszawa, 151, 168-169.
- Szczepanowska H.B., 2001; Drzewa w mieście, Hortpress, Warszawa
- Szczepanowska H.B., 3-4/2008; Drzewa w otoczeniu ulic-problemy inżynieryjne, społeczne, ekonomiczne, oraz bezpieczeństwa, w: Człowiek i Środowisko, Warszawa
- Szczepanowska H.B., Latos A., Białecka - Kornatowska B. 2009: Synteza badań wyceny wartości drzew na terenach zurbanizowanych. IGPIIM, Warszawa.
- Szulc A., 2013; Zieleń przy ulicach, Agencja Promocji Zieleni, Warszawa
- Szulc A., 5/2007; Problemy i zagrożenia, w: Zieleń Miejska, Poznań
- Szweykowska A., Szweykowski J., 2003; Słownik botaniczny
- Tyszko-Chmielowiec P. i Witkoś K. red., 2012; Aleje – podręcznik użytkownika, Fundacja Eko Rozwoju, Wrocław,
- Coder K. D. 1996: Construction Damage Assessment Trees and Sites. University of Georgia.
- Urban J. 2008: Up By Roots Healthy Soils and Trees in the Built Environment. ISA, Champaign Illinois, 95-96,
- Watson G.W. 2005: Root Development After Transplanting [w:] The Landscape Below the Ground, ISA, Champaign Illinois, 54-58.