

PROPOZYCJE STANDARDÓW W ZAKRESIE KSZTAŁTOWANIA ZIELENI WYSOKIEJ MIEJSKICH TRAS KOMUNIKACYJNYCH

WROCLAW 2010

PROPOZYCJE STANDARDÓW W ZAKRESIE KSZTAŁTOWANIA ZIELENI WYSOKIEJ MIEJSKICH TRAS KOMUNIKACYJNYCH

na przykładzie Wrocławia

Zlecniodawca

Zarząd Zieleni Miejskiej we Wrocławiu

Autorzy opracowania

dr Elżbieta Szopińska

dendrolog, architekt krajobrazu
inspektor nadzoru terenów zieleni
uprawnienia nr 158/2004

dr inż. arch. Justyna Zygmunt-Rubaszek

uprawnienia do projektowania w specjalności
architektonicznej nr 160/01/DUW

Opracowanie graficzne

mgr inż. Daniel Skarżyński
architekt krajobrazu

SPIS TREŚCI

Wstęp	3
1. Część teoretyczna	4
1.1. Rola zieleni towarzyszącej trasom komunikacyjnym	4
1.2. Zieleń tras komunikacyjnych jako element kompozycji.....	6
1.3. Specyfika warunków siedliskowych zieleni przyulicznej.....	11
1.4. Aspekty prawne w zagadnieniach planowania i projektowania zieleni tras komunikacyjnych.....	13
2. Część metodyczna	17
2.1. Studium istniejących uwarunkowań funkcjonalno – przestrzennych w projektowaniu zieleni przyulicznej	17
2.2. Wytyczne w zakresie realizacji i pielęgnacji zieleni przyulicznej	18
2.3. Podsumowanie	34
3. Część graficzna	35
3.1. Modelowe rozwiązania w zakresie kształtowania zieleni miejskich tras komunikacyjnych.....	35-89
Załączniki	90
1. Skrócony wykaz gatunków drzew polecanych dla Wrocławia	91-92
2. Technika sadzenia drzew – detal	93-95
3. Lokalizacja studni SKR.....	96
4. Standardy brytyjskie – wybrane przykład.....	97
5. Schemat postępowania – obliczenia.....	98
6. Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego.....	99
7. Alternatywne zastosowania zieleni przyulicznej w wąskich pasach drogowych.....	100-104
8. Bibliografia	105

„Tereny zieleni stanowią jeden z ważniejszych elementów programu urbanistycznego miasta”

Rozwój urbanistyczny współczesnego miasta oraz strefy podmiejskiej związany jest między innymi z intensywnym rozwojem komunikacji. Proces ten wskazuje na konieczność tworzenia nowych układów komunikacyjnych lub modernizowanie już istniejących. Inwestycjom tym towarzyszą znaczne przekształcenia struktury przestrzennej miasta i związanej z nią kompozycji urbanistycznej. Skala obserwowanych zmian zależy od stopnia przekształceń istniejących elementów składowych oraz wielkości przestrzeni objętej zainwestowaniem. Poprawie funkcjonalnego i technicznego stanu tras komunikacyjnych towarzyszy często niekorzystna zmiana w zakresie formy przestrzennej elementów zieleni wysokiej, a zwiększenie natężenia ruchu prowadzi do kumulacji czynników negatywnie oddziałujących na otaczające środowisko. Ponieważ jednym z podstawowych czynników mających wpływ na korzystne kształtowanie środowiska życia człowieka oraz niwelowanie (w większym lub mniejszym stopniu) niekorzystnych zmian ma zieleń – **konieczne staje się więc poszukiwanie i stosowanie w procesie planowania, projektowania i realizacji - rozwiązań kompleksowych, uwzględniających element zieleni jako równoprawny element pozostałym składowym trasy komunikacyjnej**. Opracowanie modelowych rozwiązań w zakresie kształtowania zieleni towarzyszącej miejskim trasom komunikacyjnym, jest odpowiedzią na obserwowane, niepokojące zmiany w tym zakresie. Brak zieleni wysokiej (szczególnie drzew) wzdłuż dróg lub też jej niewielki wymiar przestrzenny jest zjawiskiem bardzo negatywnym w odniesieniu do zagadnień właściwego kształtowania środowiska życia mieszkańców miasta i wynika często z przyjmowania jak najprostszych rozwiązań na poziomie projektowym, organizacyjnym i realizacyjnym.

Celem niniejszego opracowania jest zebranie i przedstawienie podstawowych informacji na temat zieleni przyulicznej i jej roli w kształtowaniu środowiska miejskiego (część teoretyczna) oraz omówienie najważniejszych zasad projektowania ze szczególnym uwzględnieniem zakresu merytorycznego analiz wyjściowych (część metodyczna). Ważnym zadaniem jest stworzenie modelowych rozwiązań w zakresie kształtowania zieleni wysokiej dla wybranych typów dróg, w zależności od ich parametrów przestrzennych i rozplanowania sieci podziemnej i naziemnej infrastruktury technicznej (część katalogowa). Modelowe przekroje i rzuty dróg uzupełnione zostały szczegółowymi rozwiązaniami technicznymi, których zastosowanie w środowisku miejskim pozwala na stworzenie lepszych warunków dla rozwoju zieleni wysokiej. Formuła standardów oparta została o szeroko omówione zagadnienia teoretyczne oraz światowe wzorce w zakresie kształtowania zieleni (głównie amerykańskie i zachodnioeuropejskie), a także obowiązujące w Polsce uwarunkowania prawne. Formuła ta pozwala na wykorzystywanie ich przez pracowników jednostek administracyjnych, projektantów i wykonawców mających wpływ na kompozycję urbanistyczną miasta.

Proponowane standardy nawiązują również do często popularyzowanych w polityce miasta dwóch celów zrównoważonego rozwoju miasta:

- zrównoważonego gospodarowania przestrzenią (ładu przestrzennego)
- zrównoważonego gospodarowania zasobami przyrodniczymi (ładu przyrodniczego)

Stanowią więc jeden z istotnych punktów programu obejmującego działania na rzecz poprawy środowiska miejskiego.

1. CZĘŚĆ TEORETYCZNA

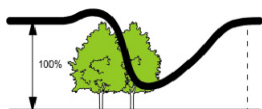
1.1 ROLA ZIELENI TOWARZYSZĄCEJ TRASOM KOMUNIKACYJNYM

Powszechnie wiadomo, że rośliny są jednym z podstawowych elementów mających wpływ na zachowanie równowagi ekologicznej w środowisku życia człowieka. Największą jednak rolę w tym względzie odgrywa roślinność drzewiasta. Związane jest to ze specyficznymi i różnorodnymi właściwościami tej grupy roślin oraz ich formami przestrzennymi (wielkością powierzchni biologicznie czynnej). Do najważniejszych funkcji roślin drzewiastych należy poprawa warunków klimatycznych, a zasięg ich oddziaływania jest wprost proporcjonalny do powierzchni, jaką zajmują. W skali lokalnej istotny jest również ich układ przestrzenny (korelacja z zabudową), wzajemne powiązania i struktura gatunkowa.

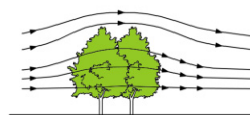
Do najważniejszych funkcji roślinności drzewiastej w środowisku miejskim zaliczyć można:

tworzenie naturalnych osłon przed wiatrem

- zmiana szybkości wiatrów w granicach 20-80%
- zastosowanie pionowych przegród prostopadle do kierunku wiatru powoduje powstawanie cienia aerodynamicznego – a więc obszarów o zmniejszonej prędkości wiatrów; zasięg tłumienia wiatrów przez zieleni zależy od jej gęstości i wysokości (w przypadku roślin o liściach sezonowych, zmienia się w zależności od pory roku)
- najkorzystniejsze działanie wiatrochronne występuje wtedy, gdy przepuszczalność osłony wynosi 40-50%
- wpływ chłodnego powietrza oraz zapobieganie powstawaniu wiatru wzdłuż przegród równoległych umożliwia układ szachownicowy zieleni
- w pasie między zielenią wysoką szybkość wiatru o kierunku do niej równoległym wzrasta! zjawisko w środowisku miejskim pożądane, jednak w przypadku bardzo silnych wiatrów istnieje ryzyko przewrócenia się drzew (szczególnie chorych i osłabionych)



Naturalna osłona przed wiatrem



Zmniejszanie prędkości wiatru - drzewa

wymiana mas powietrza dzięki wzmaganiu ruchów konwekcyjnych

- różne pochłanianie ciepła przez obiekty budowlane i szatę roślinną wywołuje poziome i pionowe ruchy powietrza, które zawsze mają kierunek od zieleni do zabudowy; napływające powietrze jest czyste – wykorzystanie tego faktu w projektowaniu placów i ulic może przyczynić się do lepszego ich przewietrzania
- termiczne ruchy powietrza powstają przy niewielkich szybkościach wiatru, w wyniku różnic temperatur powietrza wynoszących 1°C na sąsiadujących terenach; różnica ta zależy od wielkości płaszczyzn materiałów termicznie kontrastowych
- w celu zapobiegania powstawania inwersji należy stosować układy zieleni o zróżnicowanej strukturze przestrzennej

wzbogacania powietrza w wilgoć

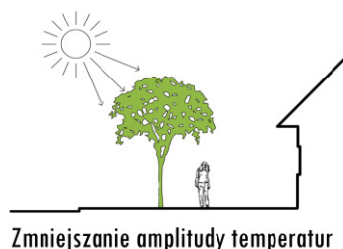
- dynamika zmian wilgotności powietrza zależy między innymi od stopnia nasilenia wegetacji

zatrzymywanie wód opadowych

- zmniejszenie prędkości wiatru nad terenami zieleni prowadzi do równomiernego rozkładu opadów atmosferycznych i okrywy śnieżnej, co w konsekwencji prowadzi do zwiększenia wilgotności powietrza i gleby
- dodatkowym czynnikiem w procesie transformacji mas powietrza jest obecność różnych zanieczyszczeń emitowanych do powietrza atmosferycznego, stanowią one jądra kondensacji pary wodnej i sprzyjają zwiększaniu ilości opadów

zmniejszanie amplitudy temperatur

- pochłanianie ciepła przez rośliny w ciągu dnia



zatrzymywanie kurzu – szczególnie wzdłuż tras komunikacyjnych

- ilość pyłu osiadającego pod koronami drzew jest kilkakrotnie mniejsza niż na otwartej przestrzeni
- badania wykazują większe zapylenie ulic poprzecznych do kierunku wiatru niż równoległych, wadliwie zlokalizowane budownictwo wpływa na zwiększenie stężenia zanieczyszczeń
- gatunki najodporniejsze na zanieczyszczenia wykazują mniejszą przyczepność pyłu

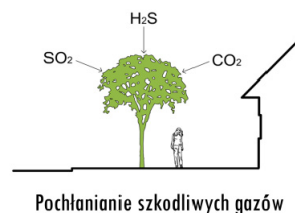
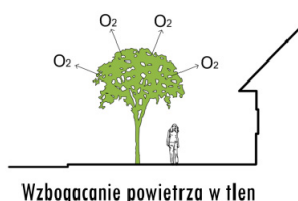
wpływ na skład powietrza atmosferycznego

> wzbogacanie powietrza w tlen

> pochłanianie szkodliwych gazów SO_2 , H_2S , CO_2 , par kwasu siarkowego, solnego itp.

> rozpraszanie szkodliwych gazów

- zielen jest jedynym naturalnym źródłem tlenu w przyrodzie !
- ciągły ruch koron rozprasza szkodliwe gazy
- zawartość szkodliwych gazów nad kompleksami zieleni wysokiej jest od 2-3 razy mniejsza niż nad dzielnicami zabudowanymi
- skrzyżowanie ulic lub ich wylot na plac powoduje gwałtowną rozbieżność strug powietrza, a co za tym idzie - zwiększenie opadu zanieczyszczeń; podobnie jest w przypadku wąskich ulic przestrzennie urozmaiconych
- średniej wielkości drzewo w ciągu sezonu może zneutralizować toksyczne składniki spalin ze 130kg benzyny
- istnieje ścisła korelacja pomiędzy wilgotnością powietrza (jej poziomem), a oczyszczaniem powietrza
- 100-letni buk w ciągu 10 lat życia produkuje tyle tlenu ile zużywa człowiek w ciągu 20 lat życia



wydzielanie substancji antybiotycznych tzw. fitoncydów

- wiele gatunków wydzielają substancje lotne zabójcze dla niektórych bakterii, grzybów i pierwotniaków np. chmiel, wiele gatunków traw i drzew; w powietrzu leśnym znajduje się 2-3 razy mniej drobnoustrojów niż w powietrzu okolic bezleśnych
- intensywność działania fitoncydów jest zależna od wilgotności powietrza, temperatury, pory roku, wieku drzew

wytwarzanie „pola biologicznego” emitowanie ładunków elektrycznych korzystnie działających na zdrowie człowieka

- rozróżniamy jonizację dodatnią i ujemną; jony o ładunkach ujemnych wpływają bardzo korzystnie na organizm człowieka – zwalniają ruchy oddechowe, powodują spadek ciśnienia krwi itp. do roślin jonizujących ujemnie należą: brzoza, sosna, świerk i lipa; jonizację dodatnią powodują dąb, klon jesionolistny i robinia akacjowa

przeciwdziałanie erozji gleb

- pokrywa roślinna zabezpiecza górną warstwę gleby przed uderzeniami kropli deszczu i zapobiega niszczeniu gruzełków glebowych oraz przemieszczaniu się cząstek gleby (szczególnie na zboczach)

poprawa klimatu akustycznego

- istnieją wzory matematyczne pozwalające określić szerokość pasa zieleni potrzebną dla zmniejszenia hałasu do wymaganej w danej sytuacji wartości
- przesłony z zieleni wysokiej powodują ugięcie fali akustycznej, co wpływa na obniżenie hałasu; nawet nieznacznie ugięta fala dźwiękowa jest mniej intensywna od bezpośredniej; zieleń może stanowić skuteczny element tłumienia hałasu tylko wtedy, gdy jest stosowana w gęstych, zwartych układach na dużych obszarach
- skuteczniejsze jest połączenie wałów ziemnych z elementami zieleni

tworzenie siedlisk życia dla zwierząt

dodatni wpływ na krajobraz i estetykę miasta

- zieleń tworzy kontrast ze sztywną zabudową, tworzy wnętrza przestrzenne, kształtuje pełną kompozycję architektoniczno-urbanistyczną krajobrazu miejskiego
- stanowi element maskujący obiekty nieestetyczne przestrzeni

funkcje społeczne

- dydaktyczno-wychowawcze, związane z korzystnym oddziaływaniem zieleni na zdrowie i regenerację sił fizycznych i psychicznych

1.2 ZIELEŃ TRAS KOMUNIKACYJNYCH JAKO ELEMENT KOMPOZYCJI

„Wkomponowanie drogi w krajobraz zajmuje szczególne miejsce w jego kształtowaniu”

Elementem łączącym drogę jako element techniczny z otaczającym krajobrazem jest zieleń. Projektując układy drogowe należy dążyć do uwzględnienia dwóch aspektów – wymagań komunikacyjnych i kompozycyjno-przestrzennych. Powszechną formą przestrzenną zieleni stosowaną wzdłuż dróg były aleje i szpalery. Podkreślały one przebieg dróg, dawały cień, osłaniały przed wiatrem i śniegiem, deszczem, ułatwiały orientację podróżnym, stanowiły pasma łączące duże kompleksy zieleni. Obecnie stosowanie drzew wzdłuż dróg zostało silnie ograniczone ze względu na wymogi

bezpieczeństwa ruchu drogowego. **W wielu przypadkach całkowita eliminacja zieleni wysokiej jest nieuzasadniona i wynika z braku wiedzy na temat funkcji zieleni oraz właściwego jej analizowania i projektowania.**

Zieleń towarzyszącą drogom na terenach miejskich kształtuje się nieco inaczej niż w krajobrazie otwartym. Do podstawowych kryteriów mających wpływ na jej formę są: istniejące uwarunkowania przestrzenne (często silnie ograniczone), rodzaj i położenie trasy komunikacyjnej, intensywność ruchu oraz lokalizacja istniejących i projektowanych instalacji podziemnych i naziemnych. Na kompozycję projektowanej zieleni ma dodatkowo wpływ charakter istniejącej zabudowy oraz funkcja, jaką zieleń ma w danej przestrzeni pełnić.

W klasyfikacji terenów zieleni towarzyszących trasom komunikacyjnym wyróżnić można kilka podstawowych typów: bulwary i promenady – związane z ruchem pieszym, prowadzone samodzielnie lub wzdłuż tras komunikacji kołowej, tereny o charakterze zieleni ogólnodostępnej przeznaczonej do ogólnego użytkowania przez mieszkańców; zieleni placów i skwerów – związana przestrzennie z trasami komunikacji miejskiej; zieleni ulic – zieleń często o charakterze silnie rozdrobnionym (pojedyncze okazy roślin) lub w postaci pasów zieleni wysokiej, mniej lub bardziej zwartej; tereny zieleni towarzyszące komunikacji masowej – w zależności od rodzaju komunikacji zieleń towarzyszącą torom tramwajowym, terenom kolejowym, portom lotniczym itp. Zieleń miejskich tras komunikacyjnych cechuje więc ograniczony sposób użytkowania lub też całkowite wyłączenie z użytkowania, stanowiąc tym samym podstawę do zakwalifikowania jej do zieleni o specjalnym przeznaczeniu.



fot. K. Szopiński

Jedną z podstawowych zasad tworzenia kompozycji w krajobrazie jest planowanie skali poszczególnych elementów (istniejących i projektowanych). Decyduje ona o odbiorze kompozycji. Znaczne zróżnicowanie elementów zieleni wpływa na pozorne zwiększenie założenia, a scalenie elementów na pozorne zmniejszenie. Metodę tą wykorzystać można do podkreślenia obiektów urbanistycznych i architektonicznych.

Częstą formą kompozycji zieleni stosowaną wzdłuż dróg jest aleja. Rozmieszczone rytmicznie okazy drzew podkreślają przebieg drogi, stanowią również rodzaj ram kierujących wzrok obserwatora na drugi plan. Forma alei, choć stanowi niezależny od otoczenia element kompozycji, powoduje ujednolicenie przekroju drogi przy zróżnicowanej (przypadkowej), często zabudowie. W sąsiedztwie tras komunikacyjnych, szczególnie miejskich (ze względu na ich osiowy charakter), istotne jest zachowanie





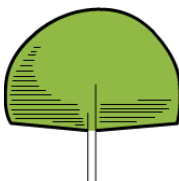
stałego rytmu elementów zieleni. W terenach otwartych, chcąc uzyskać efekt powiązania z krajobrazem otaczającym, można układy regularne zastąpić układami swobodnymi o zróżnicowanej strukturze gatunkowej i warstwowej. Jednak należy pamiętać, że człowiek łatwo zapamiętuje elementy całości, gdy liczba ich nie przekracza pięciu. Powiązania przestrzenne, kompozycyjne należy wykorzystywać zwłaszcza przy terenach o dużych wartościach krajobrazowych.

W projektowaniu zieleni przy nowych lub modernizowanych trasach komunikacyjnych na terenach zurbanizowanych, bardzo istotnym zagadnieniem jest nawiązanie kompozycji zieleni do otaczającego krajobrazu, istniejącej zabudowy. Rytm architektury może być podkreślony rytmem elementów zieleni – najlepiej jednorodnych pod względem form przestrzennych (pokrojowych). Natomiast swobodny (ale zaplanowany) układ zieleni może spowodować wtopienie architektury w krajobraz. W przypadku drogi przebiegającej w kompozycji złożonej z jednorodnych elementów, swobodny układ zieleni może kompozycję zdynamizować. Analiza istniejących elementów kompozycji przestrzennej oraz ich funkcji stanowić powinna ważny punkt etapu opracowywania materiałów wyjściowych. Ze względów kompozycyjnych i funkcjonalnych planowanej zieleni istotnym zagadnieniem jest również lokalizacja i układ drogi w odniesieniu do kierunków świata.

Różnorodność gatunków drzew i związane z nią bogactwo form i właściwości plastycznych dają projektantowi możliwości tworzenia układów zróżnicowanych, pięknych i efektownych w kompozycji przestrzennej.

Do podstawowych cech materiału roślinnego istotnych w planowaniu i projektowaniu zaliczyć można:

▫ **pokrój rośliny**

podstawowe typy pokroju drzew	rysunek schematyczny
kulisty	
owalny (jajowaty)	
piramidalny (kolumnowy)	
stożkowaty	
rozłożysty	

▫ parametry drzew

podstawowe typy wielkości drzew

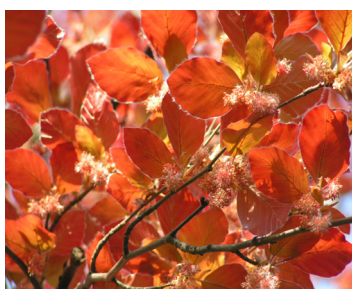
typ drzewa	wysokość drzewa (po 30 latach)
drzewo małe	do 8 m
drzewo średnie	od 8 m ÷ 15 m
drzewo duże	powyżej 15 m

▫ właściwości plastyczne roślin

W projektowaniu przestrzeni i krajobrazu rośliny stanowią jeden z najbardziej zmiennych elementów. Obserwowana zmienność dotyczy nie tylko wielkości całej rośliny, lecz również poszczególnych elementów budowy: liści, kwiatów, owoców i pędów, barw (szczególnie jesiennych). Właściwości plastyczne roślin, w tym różnorodność barw i ich wzajemne zestawienia, dają nieograniczone możliwości tworzenia efektów kompozycyjnych i wrażeń. W przypadku drzew stosowanych przy ulicy do cech priorytetowych zaliczyć należy pokrój, strukturę korony, jej gęstość oraz cechy swoiste związane z potencjalną kruchością i łamliwością pędów.



fot. E. Szopińska



▫ tempo wzrostu

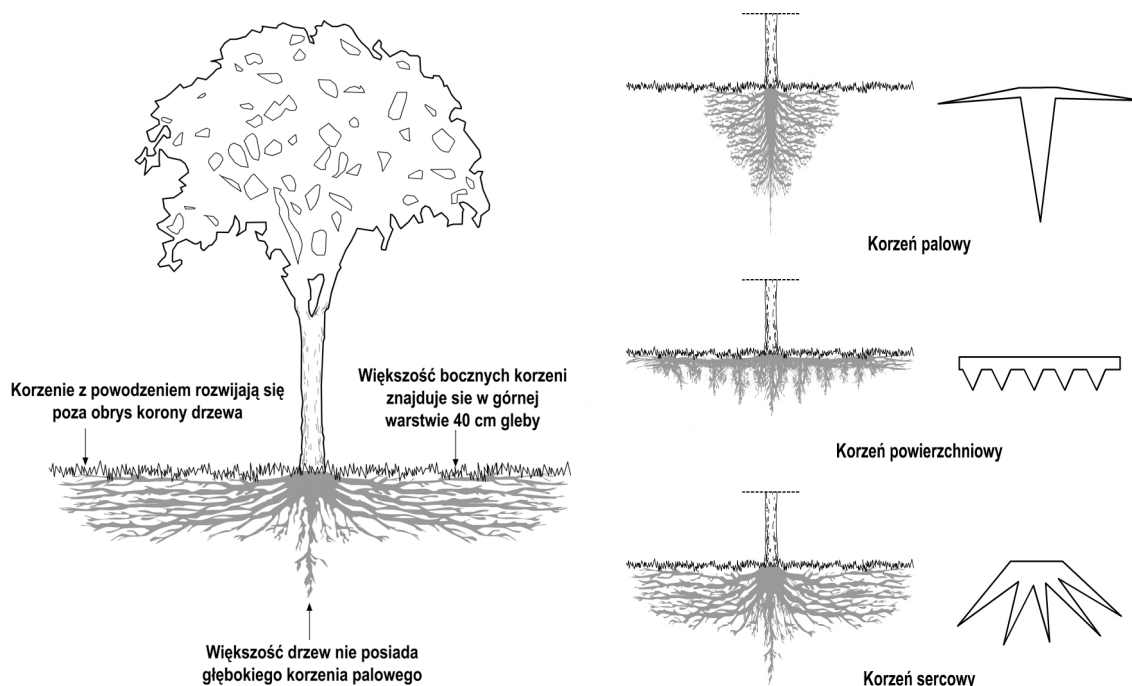
Każdą roślinę drzewiastą charakteryzuje określone, specyficzne dla każdego gatunku tempo wzrostu. Ze względu na zakres tematyczny niniejszego opracowania przyjęto podział roślin na trzy grupy charakteryzujące się odmiennym tempem wzrostu:

- wzrost wolny – około 20cm rocznie
- wzrost średni – 20÷60cm rocznie
- wzrost szybki - powyżej 60cm rocznie

Z tempem wzrostu rośliny drzewiastej związana jest często długość życia. Powszechnie znana jest zasada, że rośliny szybko rosnące krócej żyją. Wiek roślin drzewiastych, szczególnie drzew może osiągać od kilkudziesięciu do kilkuset lat. Niestety w silnie skażonym środowisku długość życia wielu drzew bardzo się skraca, dlatego tak ważne jest tworzenie jak najlepszych warunków siedliskowych na etapie zakładania zieleni. Według uzyskanych wyników badań, ten początkowy etap decyduje o prawidłowym rozwoju i dobrej kondycji w ciągu następnych lat życia.

▫ systemy korzeniowe

Jedną z cech charakterystycznych budowy drzewa jest system korzeniowy. Ze względu na budowę wyróżniamy trzy typy systemu korzeniowego: palowy, powierzchniowy (poziomy) i sercowy.

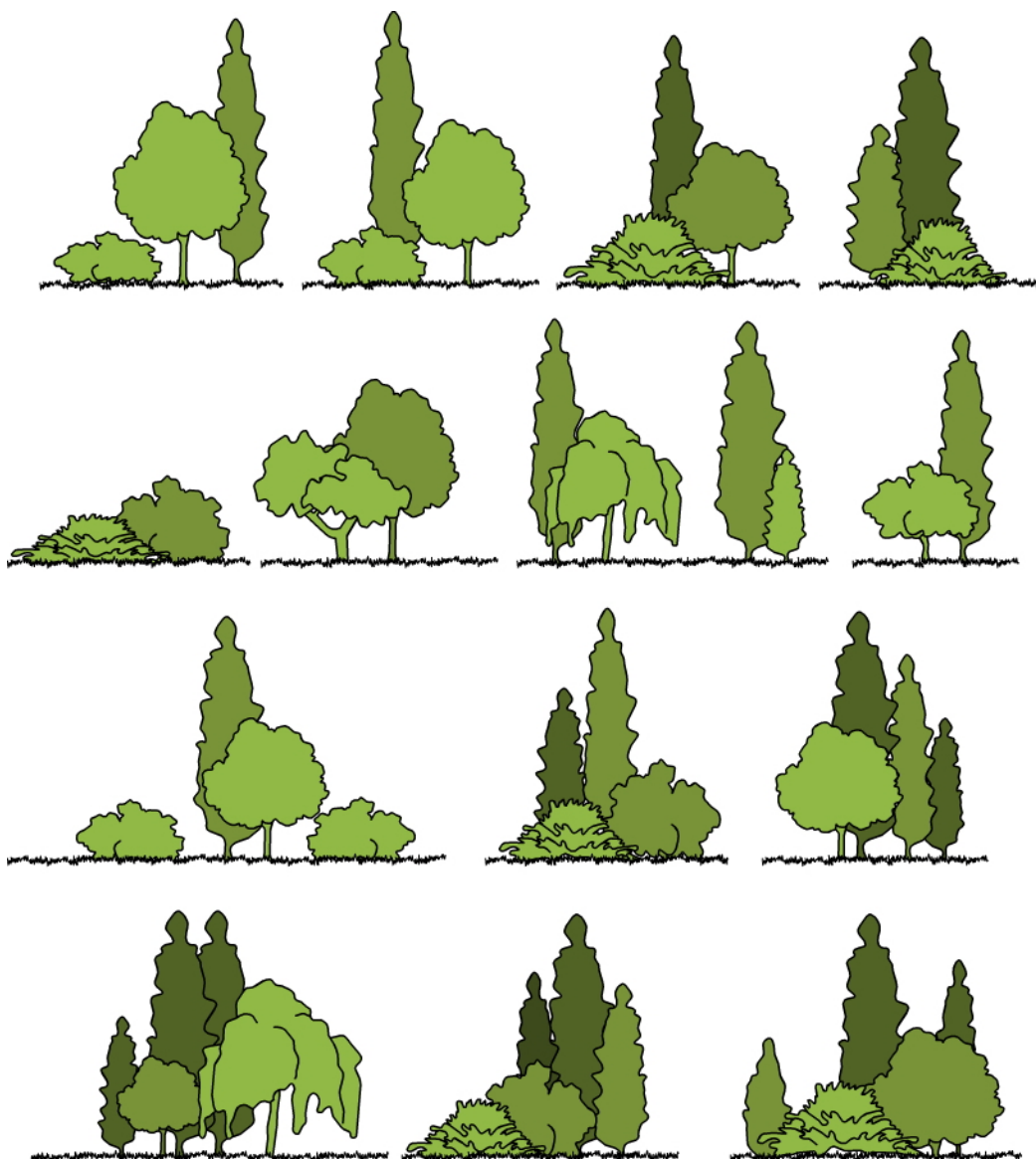


Ryc.1 Budowa i typy systemu korzeniowego

▫ układy roślin

W planowaniu i projektowaniu zieleni istotne jest również wzajemne zestawienie materiału roślinnego. Wśród podstawowych zestawień roślin wyróżnić można układy: liniowe, grupowe, symetryczne, asymetryczne, z wyraźną dominantą. Powtarzane modułowo grupowe zestawienia kompozycyjne roślin drzewiastych mogą składać się z różnej liczby elementów. Najbardziej czytelne są jednak grupy zbudowane z 3 lub 5 gatunków. Jedną z podstawowych zasad tworzenia grup roślinnych jest

zestawienie roślin o kontrastowych pokrojach (kształtach), jednak dających w efekcie wrażenie harmonii. Istotą każdej kompozycji jest określenie właściwych proporcji brył plastycznych oglądanych w przestrzeni z określonej odległości.



Ryc.2 Przykładowe zestawienia roślin drzewiastych (na podstawie Czarneckiego 1961)

1.3 SPECYFIKA WARUNKÓW SIEDLISKOWYCH ZIELENI PRZYULICZNEJ

Istotny wpływ na rozwój i życie roślin drzewiastych mają warunki klimatyczne. Jednak obok klimatu wynikającego z położenia geograficznego miasta, bardzo ważny jest również klimat lokalny, zależny od wielkości i charakteru aglomeracji miejskiej. Specyfika środowiska miejskiego wyraża się między innymi w zmienionych warunkach termicznych, cieplnych, opadach atmosferycznych oraz zanieczyszczeniu powietrza i gleby. Znaczne zróżnicowanie siedlisk wynika z różnego sposobu użytkowania terenu, wielkości powierzchni jaką zieleń zajmuje oraz stopnia wpływu i natężenia czynników o charakterze degradacyjnym.

temperatura

Nawierzchnie ulic miejskich zbudowane są najczęściej z materiałów o dużej pojemności cieplnej. Dodatkowo ciemna barwa powierzchni ulic nagrzewa się silnie w ciągu dnia, a oddaje ciepło nocą. W upalny dzień temperatura tuż przy powierzchni ulicy asfaltowej jest wyższa o kilka stopni niż temperatura powietrza. W środowisku miejskim dodatkowym źródłem akumulacji ciepła w otoczeniu ruchliwych tras komunikacyjnych jest kurz. Ponadto silnemu nagrzanemu ulegają ściany i dachy budynków (szczególnie w obrębie zwartej zabudowy, w okresie letnim), co prowadzi do nadmiernego przegrzania powietrza. W okresie zimowym na podwyższenie temperatury powietrza ma dodatkowo wpływ ogrzewanie budynków.

skutki

- zwiększenie absorpcji promieni słonecznych u liści pokrytych kurzem
- uszkodzenia protoplazmy
- straty energii rośliny na skutek wzmożonego oddychania
- mniejsza liczba dni mroźnych / dłuższy okres dni bezmroźnych
- krótszy okres zalegania okrywy śnieżnej

światło

Zmienione warunki świetlne w otoczeniu tras komunikacyjnych wynikać mogą z rodzaju i wysokości form przestrzennych otaczających bezpośrednio ulicę. Najbardziej widoczne zmiany obserwuje się przy otoczeniu tras wysokimi budynkami. Istotne jest również ustawienie budynków oraz przebieg ulic w stosunku do kierunków świata. Znaczenie ma również zanieczyszczenie powietrza przez dymy i parę wodną.

skutki

- ograniczanie lub potęgowanie transpiracji i parowania (szczególnie w okresie letnim)

wilgotność

Wilgotność względna powietrza w mieście jest zdecydowanie mniejsza niż na peryferiach miasta. W otoczeniu drogi istnieje często niedosyt pary wodnej oraz niedobór wody w glebie (długotrwałe letnie susze). Ponadto w bezpośrednim otoczeniu tras komunikacyjnych dochodzi często do skażenia wody opadowej materiałami pędnymi. Niebezpieczne dla roślin drzewiastych jest również występowanie tlenków siarki i azotu, które w reakcji z wodą tworzą związki kwasowe – przy dużych stężeniach szkodliwe dla ich rozwoju i kondycji.

skutki

- brak wody powoduje zamykanie aparatów szparkowych i jednocześnie ograniczenie asymilacji
- zwiększenie wrażliwości na choroby i szkodniki
- zaburzenie poszczególnych faz rozwojowych

warunki glebowe

Gleba w środowisku miejsko-przemysłowym posiada często zmienione cechy: skład mechaniczny, strukturę i właściwości fizyczne, zwięzłość, zawartość próchnicy, zasobność w składniki mineralne, odczyn, stopień wilgotności oraz specyficzną mikrofaunę i mikroflorę. W wielu przypadkach gleba występująca w sąsiedztwie ulic stanowi martwy substrat pozbawiony składników pokarmowych niezbędnych dla życia i rozwoju roślin. Czynnikiem powodującym stałą degradację jest również nadmierne udeptywanie gruntu oraz bezpośrednie otoczenie drzew nieprzepuszczalnymi nawierzchniami. Dodatkowo częste remonty dróg, chodników i związane z tym prace ziemne, powodują zniszczenie i zmiany naturalnej struktury gleby, zanieczyszczenia gruzem i odpadkami budowlanymi. Do najbardziej krytycznych czynników w pasach drogowych należy zaliczyć niedobór wody. Woda występująca w środowisku glebowym może być wiązana różnymi siłami, a jej dostępność zależy od ich wielkości i siły ssącej.

Ilość wody i siła wiązania drobin wody pobieranej przez rośliny zależy od właściwości gleby oraz czynników klimatycznych i uwarunkowań genetycznych rośliny.

Gleby występujące w sąsiedztwie ulic są z reguły silnie skażone, do podstawowych źródeł skażenia należą: gazy, produkty rozkładu materiałów pędnych, pyły i sole. Duża ilość soli ma niekorzystny wpływ na warunki glebowe: powoduje zmniejszenie kwasowości, pogarsza właściwości fizyczne i chemiczne. Bardzo niekorzystne dla bryły korzeniowej jest również często obserwowane w tych miejscach zagęszczenie gruntu.

skutki

- wędnięcie roślin
- hamowanie wzrostu roślin
- zakłócenia pobierania wody przez korzenie
- zmiany w obrębie liści (zmniejszone rozmiary, brązowienie, szybsze opadanie)
- zamieranie systemu korzeniowego na skutek zmniejszenia ilości tlenu

zanieczyszczenie powietrza

Do najczęstszych czynników powodujących skażenie powietrza w środowisku miejskim, szczególnie w sąsiedztwie tras komunikacyjnych, zaliczyć należy związki (gazy) powstające w wyniku spalania paliw poruszających się pojazdów mechanicznych.

skutki

- zaburzenia funkcjonowania na poziomie komórkowym
- upośledzenie aktywności enzymów i zmiany w przebiegu reakcji biochemicznych
- uszkodzenia błon i organelli komórkowych

W klasyfikacji terenów zieleni miejskiej wyróżnić można dwie grupy siedlisk, związane z zielenią tras komunikacyjnych: drzewa uliczne (rozumiane jako pojedyncze izolowane okazy roślin występujące na niewielkich powierzchniach) oraz pasy zieleni przyulicznej (rozumiane jako układy drzew tworzące mniej lub bardziej zwarte grupy).

1. Pojedyncze drzewa – zajmują najczęściej niewielkie powierzchnie, zlokalizowane między jezdnią a chodnikiem. Miejsca te są często silnie udeptywane – stąd niska zawartość tlenu - silnie skażone ze względu na kumulację zanieczyszczeń komunikacyjnych oraz stężenie soli, której stężenie jest najwyższe po okresie zimowym. Niska wilgotność gleby wynikająca ze zmienionej struktury fizycznej gleby oraz ruchu pojazdów, który sprzyja osuszaniu i niskiej wilgotności powietrza.

2. Pasy zieleni przyulicznej – zlokalizowane wzdłuż granic pasa drogowego. Warunki przestrzenne, glebowe i mikroklimatyczne są nieco korzystniejsze ze względu na większą powierzchnię retencyjną, lepsze warunki pod względem wilgotności powietrza i gleby. Istnieje tu również większa możliwość samonawożenia.

1.4 ASPEKTY PRAWNE W ZAGADNIENIACH PLANOWANIA I PROJEKTOWANIA ZIELENI TRAS KOMUNIKACYJNYCH

Zapisy dotyczące terenów zieleni miejskiej znajdujemy w Ustawie z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz w Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (DZ.U. 2001 nr 62 poz.627), a także Ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Jednak ze względu na zasady projektowania zieleni w pasie drogowym najważniejszym aktem prawnym jest Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r.

w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 14 maja 1999 roku). W rozporządzeniu tym, w rozdziale 11 w paragrafach od 52 do 54, znajdujemy przepisy mówiące o lokalizacji drzew w pasie ulicznym.

Rozdział 11

Pasy zieleni

§ 52. 1. Pas zieleni może być elementem pasa drogowego, jeżeli pełni funkcje estetyczne lub związane z ochroną środowiska, albo przyczynia się do wypełnienia wymagań określonych w § 1 ust. 3 rozporządzenia.

2. Zieleń w pasie drogowym nie powinna zagrażać bezpieczeństwu uczestników ruchu, ograniczać wymaganego pola widoczności, skrajni drogi oraz utrudniać utrzymania drogi.

3. Wymiary i zagospodarowanie pasa zieleni izolacyjnej, ograniczającego wzajemnie negatywne oddziaływanie drogi i środowiska, powinny być dostosowane do wskazań oceny oddziaływania drogi na środowisko, zgodnie z przepisami dotyczącymi określenia rodzajów inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi albo mogących pogorszyć stan środowiska oraz wymagań, jakim powinny odpowiadać oceny oddziaływania na środowisko tych inwestycji.

§ 53. 1. Szerokość pasa zieleni, zapewniająca wystarczające warunki jej wegetacji i pielęgnacji, powinna wynosić co najmniej 3,0m, jeżeli jest to rząd drzew, żywopłot lub pasmo krzewów.

2. Drzewa w pasie drogowym powinny być tak usytuowane, żeby w okresie swojej wegetacji nie powodowały niszczenia nawierzchni drogi oraz nie utrudniały użytkowania chodników przez pieszych, w szczególności przez osoby niepełnosprawne.

3. Odległość pnia drzewa od krawędzi jezdni nie powinna być mniejsza niż 3,0m, a w wypadku przebudowy albo remontu drogi dopuszcza się mniejszą odległość, jeśli będą spełnione pozostałe warunki określone w rozporządzeniu.

4. Ustalenie odległości urządzeń inżynierskich, drogowych i budowlanych od drzew lub terenów wpisanych do rejestru zabytków lub obszarów objętych ochroną konserwatorską wymaga uzgodnienia z właściwym terenowo wojewodą.

Najważniejszy z powyżej przytoczonych punktów jest punkt 3 § 53 mówiący, o tym, że odległość pnia drzewa od krawędzi jezdni nie powinna być mniejsza niż 3,0m i punkt 1 § 53, że szerokość pasa zieleni powinna wynosić co najmniej 3,0m, jeśli jest to rząd drzew, żywopłot lub pasmo krzewów. Odstępstwo od tych przepisów uzyskuje się wtedy, gdy drzewa projektuje się przy drodze istniejącej - modernizowanej.

W kolejnym rozdziale rozporządzenia (Rozdział 12, § 54) ustanawia się wymóg, by nad drogą była zachowana wolna przestrzeń, zwana „skrajnią drogi”, o określonych wymiarach. Wysokość skrajni drogi powinna być nie mniejsza niż:

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

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.

Wysokość skrajni nad ścieżką rowerową lub chodnikiem powinna być nie mniejsza niż 2,50m, a w wypadku ich przebudowy albo remontu może być zmniejszona do 2,20 m. Przepis dotyczący skrajni drogi jest istotny z punktu widzenia projektowania zieleni wysokiej. Gałęzie drzew nie mogą znajdować się niżej niż wysokość skrajni podana w rozporządzeniu. Nowo projektowane gatunki drzew należy dobierać tak, by ich pokroje były odpowiednie dla danej szerokości drogi oraz odporne na cięcia (formowanie) koron.

W projektowaniu zieleni przyulicznej konieczne jest także uwzględnienie widoczności na skrzyżowaniach i zjazdach omówione w Załączniku nr 2 „Warunki widoczności na skrzyżowaniach i zjazdach”.

Ogólne zasady projektowania zieleni w pasie drogowym przedstawione zostały w Dziale VIII rozporządzenia w rozdziale 7 zatytułowany „Zagospodarowanie terenów zieleni”.

Dział VIII

Rozdział 7 „Zagospodarowanie terenów zieleni”

§ 191. Otaczające drogę tereny zielone powinny być zaprojektowane z uwzględnieniem charakteru terenu przylegającego do pasa drogowego.

§ 192. Na terenach przeznaczonych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego pod budowę drogi, jeżeli warunki miejscowe na to pozwalają, co najmniej 10% powierzchni powinno być przeznaczone pod zieleń, jeżeli decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu nie stanowi inaczej.

§ 193. 1. Zieleń w pasie drogowym powinna być zaprojektowana z uwzględnieniem jej roli i zadań, w szczególności w zakresie bezpieczeństwa ruchu, estetyki i funkcji związanych z jej pozytywnym wpływem na środowisko, a zwłaszcza jako środek jego ochrony przed hałasem oraz zanieczyszczeniem powietrza i gleb.

2. Dobór odpowiedniej dla danego terenu roślinności powinien być dokonany z uwzględnieniem miejscowych warunków klimatycznych oraz cech podłoża gruntowego.

Na etapie projektowania zieleni konieczne jest uwzględnienie minimalnych odległości między urządzeniami infrastruktury technicznej a drzewami. Za urządzenia infrastruktury technicznej nie związanej z drogą, a znajdującej się w pasie drogowym (lokalizowane poza jezdnią), uważa się (na podstawie Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r., Rozdział 5 „Infrastruktura techniczna w pasie drogowym nie związana z drogą”):

- 1) linie elektroenergetyczne wysokiego i niskiego napięcia oraz linie telekomunikacyjne,
- 2) przewody kanalizacyjne nie służące do odwodnienia drogi, przewody gazowe, przewody ciepłownicze i przewody wodociągowe,
- 3) urządzenia wodnych melioracji,
- 4) urządzenia podziemne specjalnego przeznaczenia,
- 5) ciągi transportowe.

Tab.1 Obowiązujące minimalne odległości sadzenia drzew od sieci uzbrojenia podziemnego i nadziemnego w oparciu o przepisy prawne.

Dział	Urządzenia lub element zagospodarowania przestrzennego	Drzewo [m]	Przepis prawny
Elektro-energetyka	Kable do 1 kV	1,5 (odległość od pnia)	PN-76/E05125
	Kable pow. 1kV	1,5 (odległość od pnia)	
	Napowietrzna linia do 1 kV	1,0 (odległość od korony)	PN-76/E05100 punkt 23.2
	Napowietrzna linia 1-30 kV	2,7 (odległość od korony)	
	Napowietrzna linia 31-220 kV	4,0 (odległość od korony)	
	Napowietrzna linia 221-750 kV	7,5 (odległość od korony)	
Telekomunikacja	Kable ziemne	2,0 (odległość od pnia)	Rozp. Min. Łączności z 12.03.1997 (MP Nr 13, poz. 95, zm. MP Nr 32, poz. 373 z 1995 r.)
Gazownictwo-gazociągi	Niskiego ciśnienia – do 100 mm	1,0 (odległość od pnia)	Rozp. Min. Przemysłu i Handlu z 14.11. 1995 (Dz. U. z 1995 r. Nr 139 poz. 686)

We Wrocławiu w projektowaniu sieci infrastruktury podziemnej zalecane jest stosowanie Wytycznych Projektowania i Budowy opracowane w 2005 roku przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodne i Kanalizacyjne (MPWiK).

W wytycznych przedstawione zostały odległości między sieciami, a nowo projektowanymi drzewami – wynoszą one dla każdej z sieci 1,5m (bez uwzględnienia parametrów drzewa). Zapis ten jest niekorzystny biorąc pod uwagę projektowanie zieleni wysokiej w pasie drogowym, gdyż trudny do

spełnienia w warunkach miejskich. Uniemożliwia wprowadzanie małych i średnich drzew na ulicach o małej szerokości w liniach rozgraniczających, gdzie nie ma możliwości na uzyskanie określonej w wytycznych MPWiK odległości 1,5m między sieciami, a nowo projektowanymi drzewami.

W uchwalonym przez Prezydenta Miasta Wrocławia, opracowanym przez Biuro Rozwoju Wrocławia (czerwiec, 2005 r.) „Katalogu przekrojów ulic wraz ze strefowaniem podziemnej infrastruktury technicznej” przewiduje się jednak mniejsze odległości między sieciami podziemnymi (na ich podstawie zostały opracowane modele dróg z zielenią wysoką stanowiące część niniejszego opracowania).

Podsumowując należy stwierdzić, że uwarunkowania prawne dotyczące projektowania zieleni wysokiej w pasie drogowym, są w Polsce przedstawione ogólnie i mało korzystnie, jeśli chodzi o zielenią wysoką. Nie istnieją zapisy na temat projektowania zieleni wysokiej zależnie od typów dróg. Przyjęta w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku odległość 3,0 metry, w jakiej można projektować drzewo przy nowo planowanej drodze, jest zawsze taka sama bez względu na typ drogi i gatunek drzewa. Ten brak bardziej szczegółowego podziału sprawia, że przy wielu nowych polskich ulicach drzew nie ma. Ponadto nie jest możliwe spełnienie zapisu o trzy metrowej odległości pnia od krawędzi jezdni przy drogach o szerokości w liniach rozgraniczających poniżej 12 metrów.

Należy zauważyć, że w zagranicznych aktach prawnych (Norma brytyjska: BSI 5837, 2005 *Trees in relation to construction*) przepisy dotyczące odległości projektowania zieleni wysokiej względem krawędzi jezdni są o wiele bardziej złożone i dostosowane do różnych typów dróg oraz zależne od parametrów drzew.

Kolejny zapis jaki istnieje w polskim prawodawstwie, mówiący o szerokości pasa zieleni większym lub równym 3,0m jest zapisem nie do końca przemyślanym i również trudnym do zastosowania w przestrzeni miejskiej. W krajach Europy Zachodniej oraz USA i Kanadzie można projektować drzewa w pasie węższym niż 3,0m. Poparte jest to badaniami przeprowadzonymi m.in. na *Cornell University* w Waszyngtonie, gdzie udowodniono, że drzewa potrzebują minimum 0,6 m³ gleby na każdy 1,0m² powierzchni rzutu korony. Kierując się tą zasadą możliwe jest sadzenie zieleni przyulicznej w pasie węższym niż 3,0m uwzględniając:

- parametry drzewa;
- stosując odpowiednie metody projektowania i techniki sadzenia drzew.

Należy także zwrócić uwagę, że kwestia wprowadzania zieleni wysokiej w pasie drogowym powinna być uwzględniana przy tworzeniu planów zagospodarowania przestrzennego. Jeżeli w planie miejscowym przewidziana zostanie zbyt mała szerokość pasa drogowego, to na etapie projektowania nie będzie możliwe wprowadzenie zieleni wysokiej. Również na etapie projektowania sieci infrastruktury podziemnej, należy tak przewidywać ich lokalizację, by zaprojektowanie zieleni wysokiej było możliwe.

Zielenią wysoką pasa drogowego powinna być traktowana w planach miejscowych na równi z innymi rodzajami zieleni miejskiej takim jak: parki, zieleńce, ogrody, zielenią osiedlowa. Tym bardziej, że oprócz funkcji estetycznych i kompozycyjnych pełni ważną funkcję zdrowotną i klimatyczną oraz stanowi istotny element systemu zieleni miejskiej.

2. CZĘŚĆ METODYCZNA

2. 1 STUDIUM ISTNIEJĄCYCH UWARUNKOWAŃ FUNKCJONALNO – PRZESTRZENNYCH W PROJEKTOWANIU ZIELENI PRZYULICZNEJ

„Krajobraz dzisiejszy nie jest dziełem przypadku, jest wytworem i obrazem kultury społeczeństwa ...”

Ponieważ budowa lub modernizacja drogi jest wkroczeniem w istniejącą strukturę krajobrazu miejskiego i może wywierać wpływ na wszystkie elementy całości, między innymi: warunki klimatyczne, biologiczne i hydrologiczne, konieczne jest właściwe przeprowadzenie badań przed rozpoczęciem procesu planowania i projektowania. Kompleksowy zakres badań ma zagwarantować prawidłowe określenie priorytetów w zakresie dalszego kształtowania krajobrazu i uzyskania prawidłowego wymiaru przestrzennego i kompozycyjnego jego elementów (w tym zieleni wysokiej). Pozwala również na zastosowanie rozwiązań – przede wszystkim w postaci elementów zieleni – rekompensujących lub ograniczających negatywne skutki planowanej inwestycji oraz świadome ich kontrolowanie.

Projektowanie zieleni, w tym zieleni przyulicznej powinno być poparte kompleksowymi studiami i analizami. Ich zakres został wyszczególniony w poniższych punktach:

A. KOMPLEKSOWE STUDIA

- ukształtowanie terenu
- inwentaryzacja zieleni (ocena rzeczywistej powierzchni asymilacyjnej i funkcje)
- inwentaryzacja infrastruktury podziemnej i nadziemnej
- istniejąca zabudowa (funkcje, wysokość, charakter)
- warunki świetlne
- układ ulicy i zabudowy w stosunku do kierunków świata
- układ ulicy i zabudowy w stosunku do kierunku dominujących wiatrów
- warunki akustyczne
- układ komunikacyjny (rodzaje nawierzchni, stan techniczny, przepuszczalność)
- warunki glebowe
- warunki klimatyczne
- uwarunkowania przestrzenne
- zapisy miejscowego planu
- **wnioski**

B. PROPONOWANE ROZWIĄZANIA Z UZASADNIENIEM

w zakresie zagospodarowania terenu

w zakresie zieleni

- plan wycinki drzew (gospodarka drzewostanem)
- sposoby zabezpieczenia pozostawionych drzew na terenie budowy
- szczegółowy opis projektu zieleni – w oparciu o obowiązujące standardy
 - dobór gatunków
 - proporcje zieleni w odniesieniu do pozostałych elementów kompozycji
 - opis funkcji zieleni
 - parametry proponowanych roślin – na etapie realizacji
 - opis koniecznych zabiegów pielęgnacyjnych po posadzeniu roślin
- oznaczenie stref administracyjnych, infrastruktury technicznej

C. OCENA ZMIAN I PROGNOZA SKUTKÓW

- w zakresie zieleni – opis zmian dotyczących zmniejszenia powierzchni biologicznie czynnej na skutek usunięcia istniejącej zieleni i wskazanie możliwości rekompensaty

2.2 WYTYCZNE W ZAKRESIE REALIZACJI I PIELĘGNACJI ZIELENI PRZYULICZNEJ

Obok prawidłowo określonego (na etapie projektowania) doboru gatunków drzew, bardzo ważnym elementem kształtowania zieleni tras komunikacyjnych jest etap realizacji. Do najważniejszych zasad należy zastosowanie dobrej jakości materiału roślinnego oraz prowadzenie właściwej pielęgnacji w pierwszych latach po posadzeniu. Intensywność i zakres pielęgnacji uzależnione są od miejsca posadzenia i wielkości zastosowanych roślin. W celu osiągnięcia pełnego sukcesu w zakresie prawidłowego rozwoju drzew przyulicznych, istotnym zagadnieniem jest również właściwe przygotowanie gruntu, oparte o wyniki wnikliwie przeprowadzonych badań istniejących warunków glebowych.

Ze względu na specyfikę warunków siedliskowych, terenów występujących w sąsiedztwie tras komunikacyjnych, szczególną dbałość należy wykazać nie tylko na etapie projektowania lecz również na etapie realizacji. Zbiór podstawowych zasad obejmuje następujące zagadnienia:

A. WYBÓR MATERIAŁU ROŚLINNEGO

jakość sadzonki

- prawidłowo rozwinięta korona
- symetryczna korona
- prosty i zdrowy pień
- pień centralnie położony w stosunku do bryły korzeniowej

parametry sadzonki

dostosowane do funkcji terenu i pożądaných efektów

- standard [wysokość 1,25 – 2,0m / łatwe do sadzenia / materiał tani]
- standard dla dróg [wysokość 2,0-2,5m / nie wszystkie wytrzymują stres / opieka prowadzona przez 3 lata / drogi materiał]
- extra standard [powyżej 3,5-5,0m / materiał specjalnie przygotowany / opieka prowadzona minimum przez 3 lata / bardzo intensywna pielęgnacja / bardzo drogi]
- prawie dojrzałe [powyżej 5m / materiał przygotowywany przez kilka lat / odpowiednia technika i urządzenia gwarantujące prawidłowe sadzenie / tematy prestiżowe / bardzo drogie]

wielkość bryły korzeniowej

- odpowiednia wielkość bryły korzeniowej
[w przypadku drzew przyulicznych zwiększa szanse na przetrwanie i prawidłowy rozwój / podstawowe wymiary bryły korzeniowej nie powinny być mniejsze niż 0,9m³]
- obliczenia wielkości bryły korzeniowej
[na przykład w oparciu o wzór matematyczny, który obejmuje następujące dane: gospodarka wodna w strefie korzeniowej / wielkość opadów atmosferycznych w sezonie wegetacji / sezonowa transpiracja w zależności od gatunku i wielkości blaszki liściowej]

$$V_{s,req} = \frac{S_{req}}{1000 d_s O_a}$$

$$S_{req} = E_t - P_a$$

$$E_t = P - E_s - E_i - D - R$$

$$P_a = P_g - E_s - E_i - D - R$$

$V_{s,req}$	Wymagana objętość bryły korzeniowej [m ³]
S_{req}	Całkowita pojemność magazynująca wodę w glebie
1000	Przelicznik jednostek - z mm na m
d_s	Głębokość dołu pod bryłę korzeniową
O_a	Pojemność wody w glebie dostępna dla roślin
E_t	Transpiracja drzewa
P_a	Woda dostępna dla roślin z opadu atmosferycznego
P	Opad atmosferyczny
E_s	Ewapotranspiracja
E_i	Ewaporacja wody z intercepcji
D	Odpływ podziemny
R	Odpływ powierzchniowy
P_g	Opad atmosferyczny w trakcie sezonu wegetacyjnego

Najczęściej ze względu na brak szczegółowych danych wzór matematyczny zastępuje się ogólnymi wytycznymi – tab.2

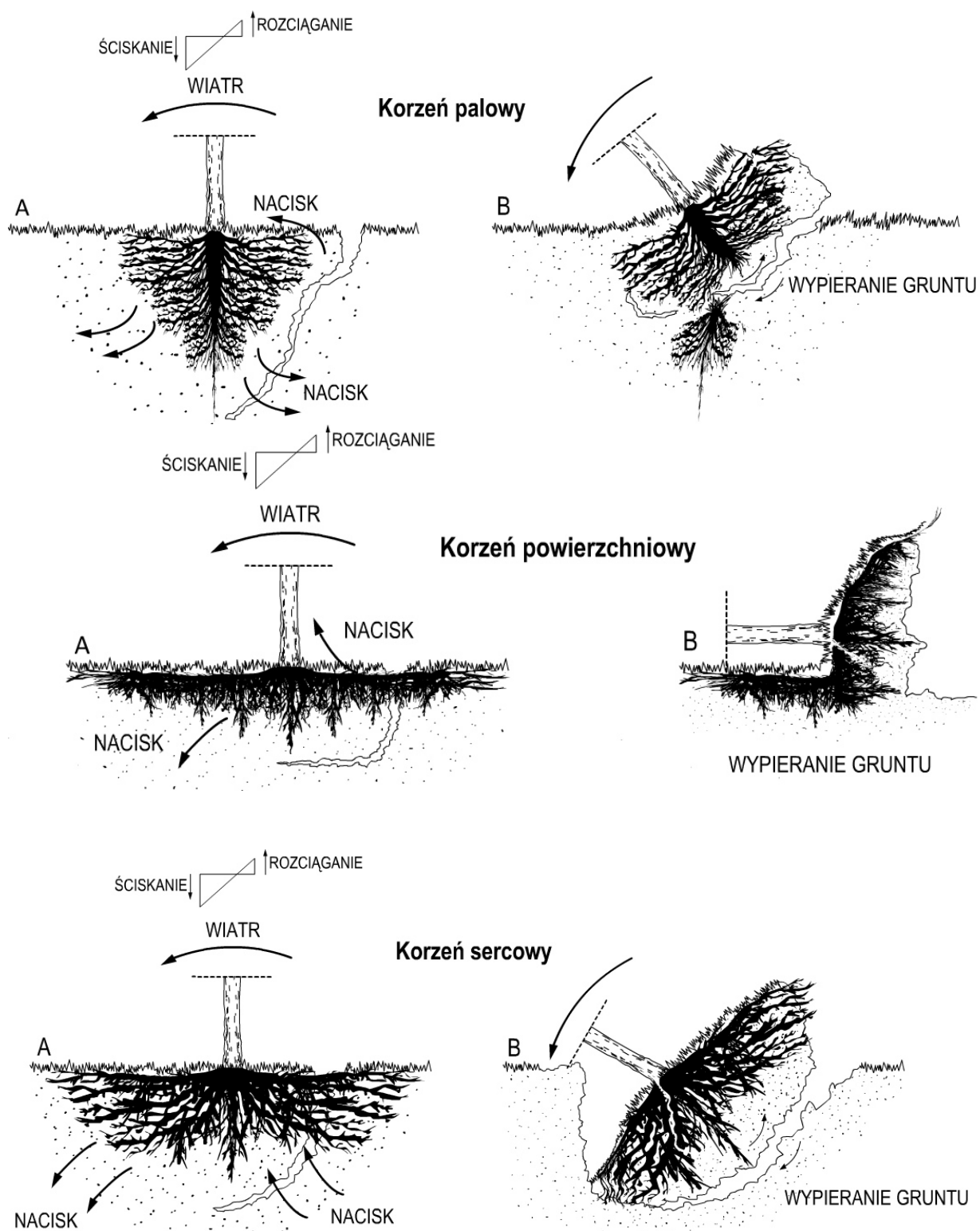
▫ rodzaje sadzonek

- sadzonki z odkrytym korzeniem;
- sadzonki z bryłą korzeniową

Kluczową funkcją systemu korzeniowego jest pozyskiwanie substancji mineralnych i wody, w celu transportowania ich do pozostałych części rośliny. Korzenie pełnią również funkcje magazynu substancji odżywczych oraz stanowią konstrukcję podtrzymującą roślinę w pionie. Ze względu na budowę wyróżnić można trzy podstawowe typy systemu korzeniowego: palowy, poziomy (powierzchniowy) i sercowy (wiązkowy). Jednak tradycyjne spojrzenie na system korzeniowy w przypadku warunków miejskich jest nieadekwatne do przeprowadzonych obserwacji i wyników badań terenowych – które wskazują wyraźnie, że główny system korzeniowy drzew w środowisku miejskim, rozwija się w górnej warstwie gleby ze względu na dużą zawartość związków mineralnych i organicznych oraz ze względu na dostęp do wody opadowej. Dlatego też, im lepsze będzie przygotowanie gruntu (gleby) przed posadzeniem drzewa, tym większe będą szanse na prawidłowy rozwój systemu korzeniowego. W przypadku wąskich pasów należy stosować głębokie przygotowanie gruntu oraz umożliwić przejście korzeni pod chodnikiem (tzw. ścieżki dla korzeni).

Prawidłowy rozwój systemu korzeniowego odgrywa również istotne znaczenie w odporności drzew na działanie wiatru. Najlepsze są systemy szerokie i głęboko zakotwiczone – tzw. sercowy.

ryzyko przewrócenia się drzew przy określonej budowie systemu korzeniowego



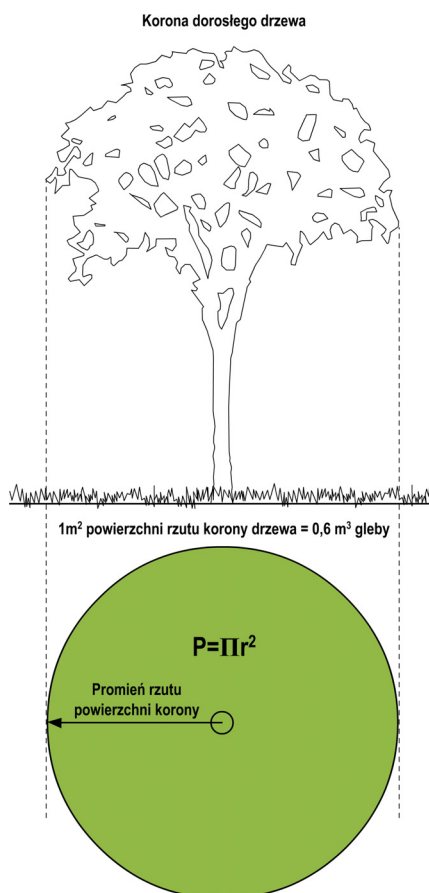
Ryc.3 Budowa systemu korzeniowego a potencjalne ryzyko przewrócenia się drzewa

B. MINIMALNE STREFY DLA ROZWOJU KORZENI

obliczenia minimalnych powierzchni i minimalnych objętości gruntu – szczegółowe wytyczne

▫ etapy postępowania

- 1) wybór gatunku [określenie parametrów gatunku w tym promienia korony]
- 2) obliczenie pola powierzchni rzutu korony [wzór na pole koła]
- 3) obliczenie minimalnej objętości gleby [w m³ / z użyciem wskaźnika*]
[wartość wskaźnika: 0,6m³ (0,9m³) na 1m² powierzchni koła [obrys rzutu korony]
- 4) określenie szerokości chodnika
- 5) określenie minimalnej szerokości pasa zieleni [szerokość / długość]



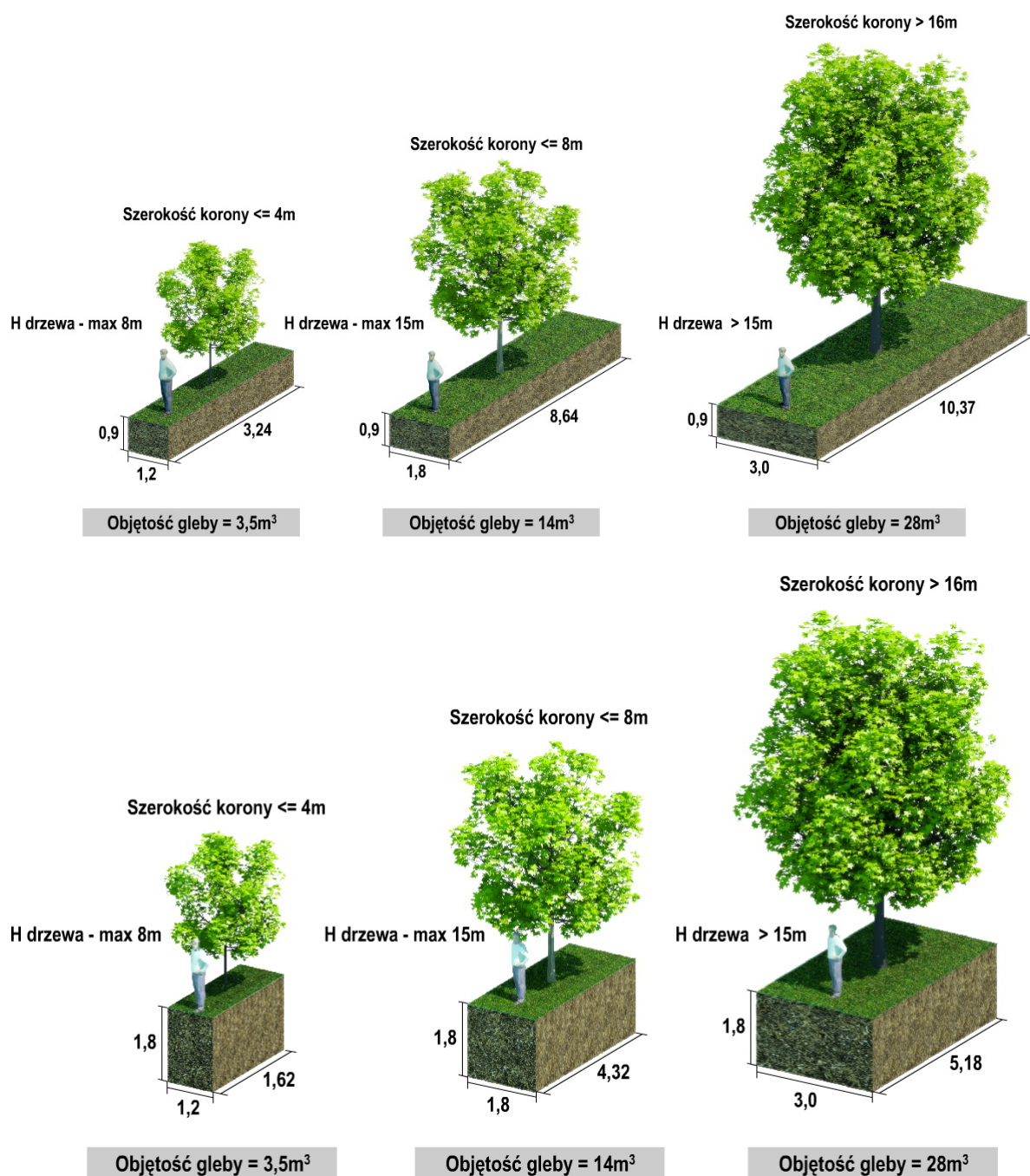
Ryc.4 Pole powierzchni rzutu korony

Tab.2 Wzorcowe parametry sadzonek drzew

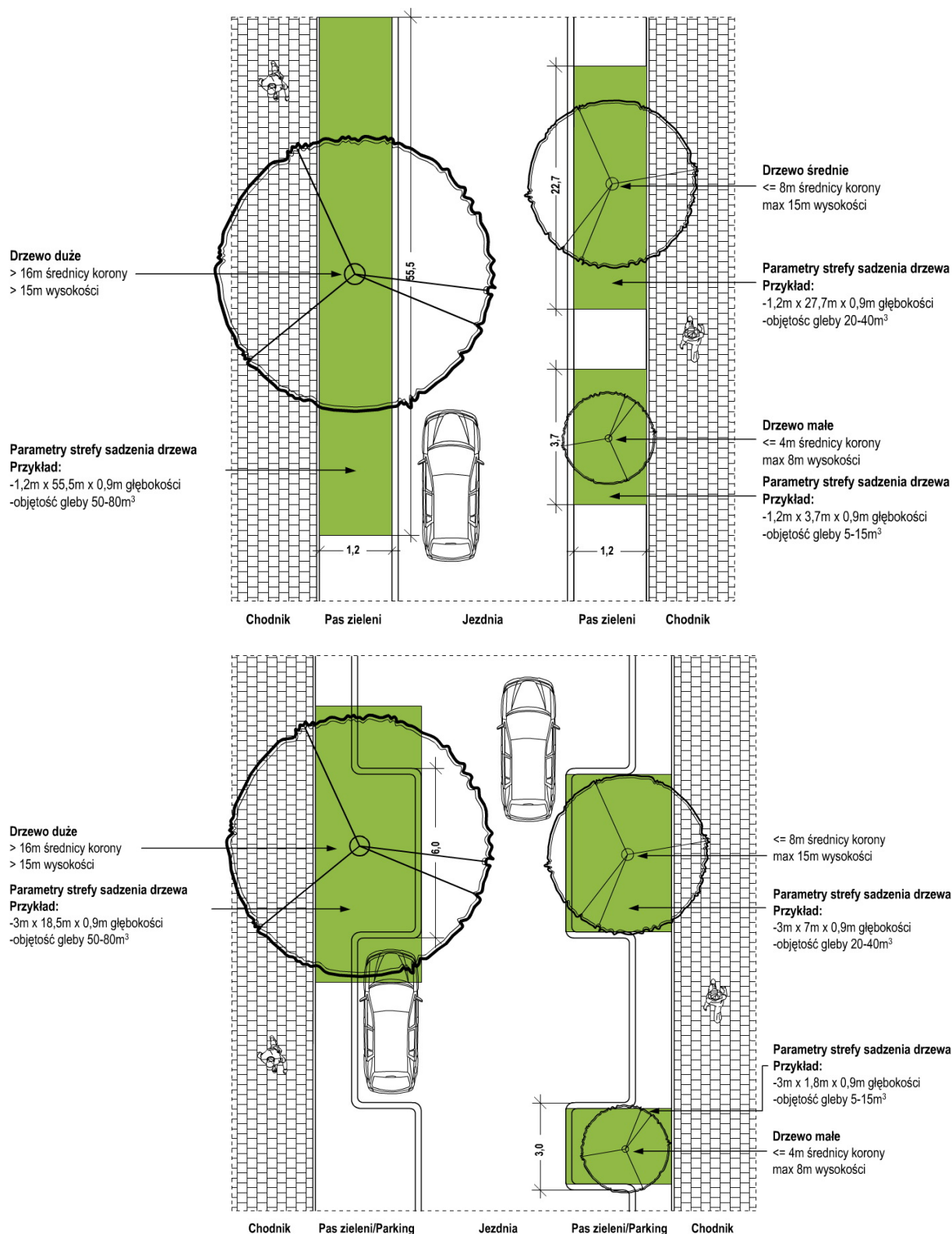
Średnica pnia na wysokości 100cm	Minimalna średnica bryły korzeniowej		Bryła w pojemniku	Minimalna wysokość drzewa		Nieprzekraczalna wysokość drzewa
	Roślina z odkrytym korzeniem	Bryła w jucie		Drzewo standardowe	Drzewo wolno rosnące	
[cm]	[cm]	[cm]	[litry]	[cm]	[cm]	[cm]
1,5	-	-	4	150	110	180
2,0	40	-	11	150	130	240
2,5	45	30	18	180	150	300
3,0	-	35	26	210	180	340
4,0	50	40	56	240	210	360
4,5	55	-	-	270	230	390
5,0	60	45	75	300	240	420
6,0	70	45	95	340	270	450
7,5	80	50	170	360	290	480
9,0	95	60	150	390	300	510
10,0	105	80	360	430	320	550
11,5	120	90	360	450	340	560

Tab.3 Ogólne wytyczne dotyczące minimalnych wielkości powierzchni terenu przeznaczonej dla optymalnego rozwoju drzew

wielkość drzewa (typ)		powierzchnia terenu [m ²]	szerokość pasa zieleni [m]	odległość od chodnika lub ściany [m]
maksymalne parametry dorosłych drzew				
małe	[do 8m]	< 9	0,9 - 1,2	0,6
średnie	[od 8m – 15m]	9 - 25	1,2 - 2,1	1,2
duże	[powyżej 15m]	> 25	> 2,1	> 1,8



Ryc.5 Przykłady właściwych proporcji pomiędzy parametrami drzewa, a powierzchnią gruntu (minimalne strefy).



UWAGA

Przy zastosowaniu komórek glebowych powierzchnia przeznaczona na nasadzenia może uwzględniać glebę pod parkingiem

Ryc.6 Przykłady właściwych proporcji pomiędzy parametrami drzewa, a powierzchnią gruntu (minimalne strefy).

Tab. 4 Wzorcowe parametry odległości pomiędzy drzewami przy określonych parametrach pasa zieleni

Szerokość pasa zieleni (patrz katalog modeli dróg) [m]	długość pasa zieleni (odległości pomiędzy drzewami) [m]		
	Drzewo małe	Drzewo średnie	Drzewo duże
	przygotowanie gruntu na głębokość 1m	przygotowanie gruntu na głębokość 1,2m	przygotowanie gruntu na głębokość 1,5m
1,0	7,0	x	x
1,5	5,0	x	x
2,0	4,0	12,0	x
2,5	3,0	10,0	30,0
3,0	**	8,0	25,0
3,5	**	7,0	23,0
4,0	**	6,0	20,0

* Optymalna objętość gruntu - 0,6m³ na 1m² pola powierzchni rzutu obrysu korony drzewa.

** Zalecana odległość nie zawsze jest możliwa ze względów kompozycyjnych, dlatego można odległość zmniejszyć przy założeniu rekompensaty w postaci zwiększenia zakresu i częstotliwości zabiegów pielęgnacyjnych.

*** Dobrana odległość minimalna pomiędzy drzewami nie powinna zaburzać prawidłowego rozwoju korony.

C. PRZYGOTOWANIE GRUNTU

Teren przeznaczony pod sadzenie roślin powinien być wyrównany i właściwie przygotowany. Podstawowym warunkiem jest oczyszczenie gruntu z resztek materiałów budowlanych i chwastów. Ziemia urodzajna powinna tworzyć równą warstwę i być wymieszana z kompostem i nawozami mineralnymi. Bardzo ważne jest głębokie spulchnienie gleby, w celu polepszenia warunków tlenowych i wilgotnościowych.

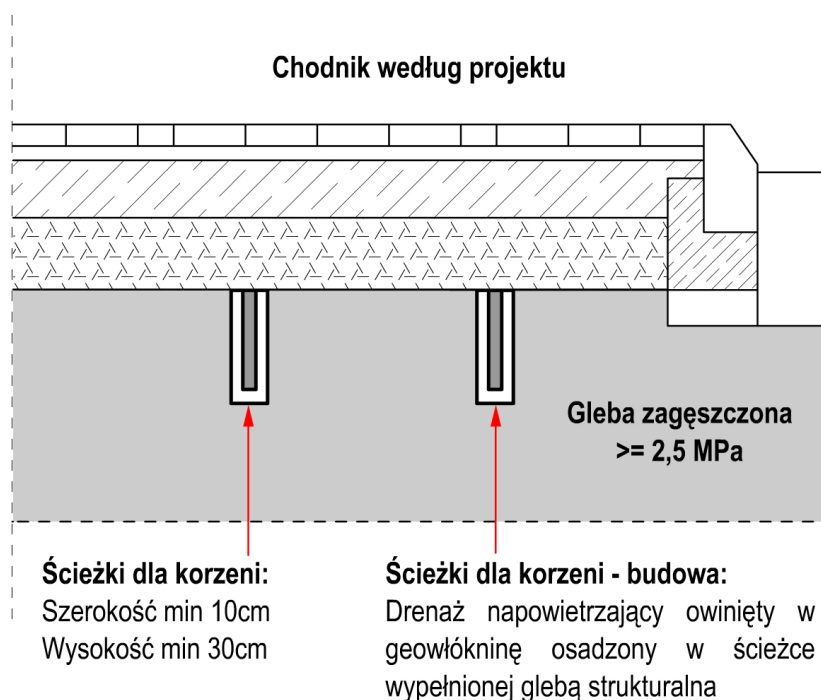
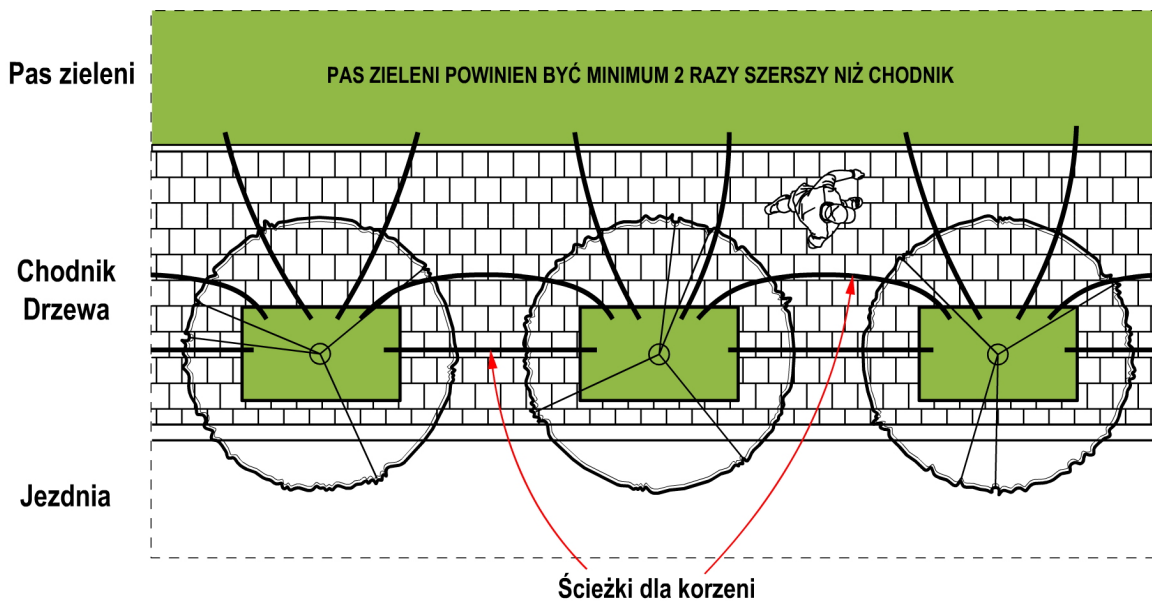
W przypadku ograniczonych warunków przestrzennych (niewielka powierzchnia, infrastruktura podziemna), konieczne jest zastosowanie rozwiązań (technologii) umożliwiających wprowadzanie drzew w wąskich pasach zieleni.

[Uwaga: inwestor powinien mieć obowiązek zastosować jedną z trzech proponowanych technologii w celu polepszenia „startu życiowego” rośliny.]

1. Ścieżki dla korzeni

Celem zastosowania „ścieżek dla korzeni” jest umożliwienie przejścia elementów systemu korzeniowego pod chodnikiem do większych powierzchni gruntu znajdujących się w sąsiedztwie chodnika. Tego typu rozwiązania zapewniają lepszą stabilizację korzeni, a tym samym całego drzewa. Ścieżki dla korzeni wypełnia się odpowiednio przygotowaną glebą, bogatą w związki pokarmowe np. glebą strukturalną.

Należy również pamiętać, że zagęszczony grunt, występujący pod chodnikami, parkingami (gęstość powyżej 2,5 MPa) stawia tak duży opór mechaniczny, że hamuje rozwój systemu korzeniowego.



Ryc.7 Ścieżki dla korzeni - przykłady

2. Gleba strukturalna

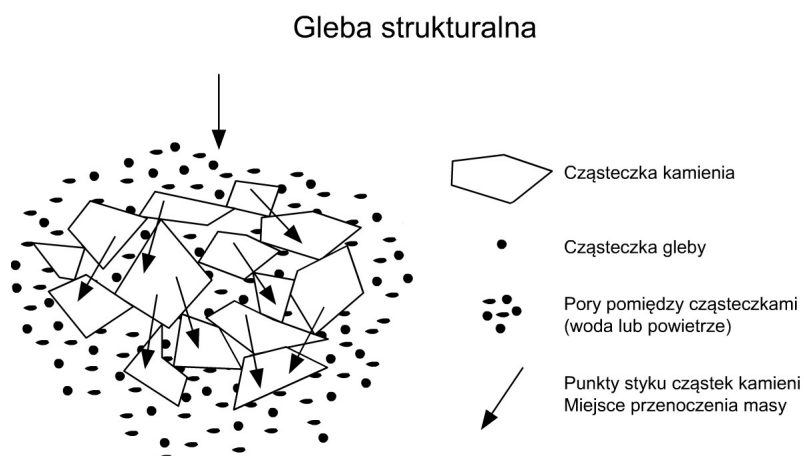
Drzewa w środowisku miejskim mają utrudnione warunki życia ze względu na działanie szkodliwych czynników. Najbardziej problematycznym zagadnieniem jest brak właściwych warunków glebowych, szczególnie dotyczy to wilgotności i niewłaściwego zagęszczenia (struktury) gleby. Silne zagęszczenie gruntu oraz ograniczone możliwości przestrzenne, powodują nieprawidłowy rozwój i hamują wzrost systemu korzeniowego, stwarzając w ten sposób potencjalne zagrożenie i ryzyko przewrócenia się drzewa w czasie silnych wiatrów. Bardzo ważne jest więc zwiększenie strefy dla wzrostu korzeni oraz stworzenie optymalnych warunków glebowych (odpowiednia wilgotność, zawartość pokarmu, tlenu) dla prawidłowego ich rozwoju. Ziemia strukturalna stanowi rozwiązanie gwarantujące powyższe wymagania.

Gleba strukturalna (mieszanka kamienno-glebową), zwana również podłożem antykompresyjnym, po raz pierwszy znalazła zastosowanie w latach 70-tych XX wieku w Amsterdamie. Zastosowana tam mieszanka o nazwie Amsterdam Tree Soil ATS jest wykorzystywana w Holandii do dziś. Złożona jest z gruboziarnistego piasku, substratu organicznego oraz kamieni. W kolejnych dekadach XX wieku nad opracowaniem podobnych mieszanek pracowano również w Danii i Finlandii oraz w Stanach Zjednoczonych. Przeprowadzone badania potwierdziły, iż stosowanie mieszanek kamienno-glebowych jest korzystne zarówno dla drzew jak i dla nawierzchni występującej w sąsiedztwie drzew. **Udowodniono, iż zastosowanie mieszanki powoduje czterokrotny, silniejszy wzrost korzeni w stosunku do podłoża tradycyjnie przygotowanego**, a obecność kamieni nie wpływa na przemarzanie korzeni. Mieszanki glebowo-kamienne znajdują przede wszystkim zastosowanie jako podbudowa tras pieszych, ścieżek rowerowych oraz parkingów dla samochodów osobowych, w otoczeniu których planowane są nasadzenia drzew i gdzie nie ma otwartych terenów zieleni.

W przygotowywaniu mieszanek kamienno-glebowych bardzo ważne są odpowiednie proporcje między ziemią a kamieniami – nadmiar ziemi powoduje osiadanie mieszanki, nadmiar kamieni nie pozwala na zatrzymanie wystarczającej ilości wody w glebie. Jedną z najnowszych mieszanek kamienno-glebowych jest mieszanka CU-Structural Soil opracowana przez naukowców z Cornell University Danish Forest and Landscape Research Institut.

Parametry mieszanki CU-Structural Soil

- minimalna grubość 60cm, zalecana grubość: 90cm;
- skład: kamienie łamane o średnicy od 15 do 35mm oraz ły i piaski gliniaste;
- stosunek wagowy kamieni do ziemi: między 4:1 a 6:1;
- spis gatunków drzew polecanych do wykorzystania przy zastosowaniu mieszanki (załączniki)



Ryc.8 Budowa gleby strukturalnej

3. Komórki glebowe

technologia

▫ materiał

[Komórki glebowe składają się z ramy i pokrywy. Pokrywą zamyka się ramę od góry. Ramy mogą być układane jedne na drugich – do trzech warstw w pionie i w dowolnej liczbie zestawiane na szerokość.]

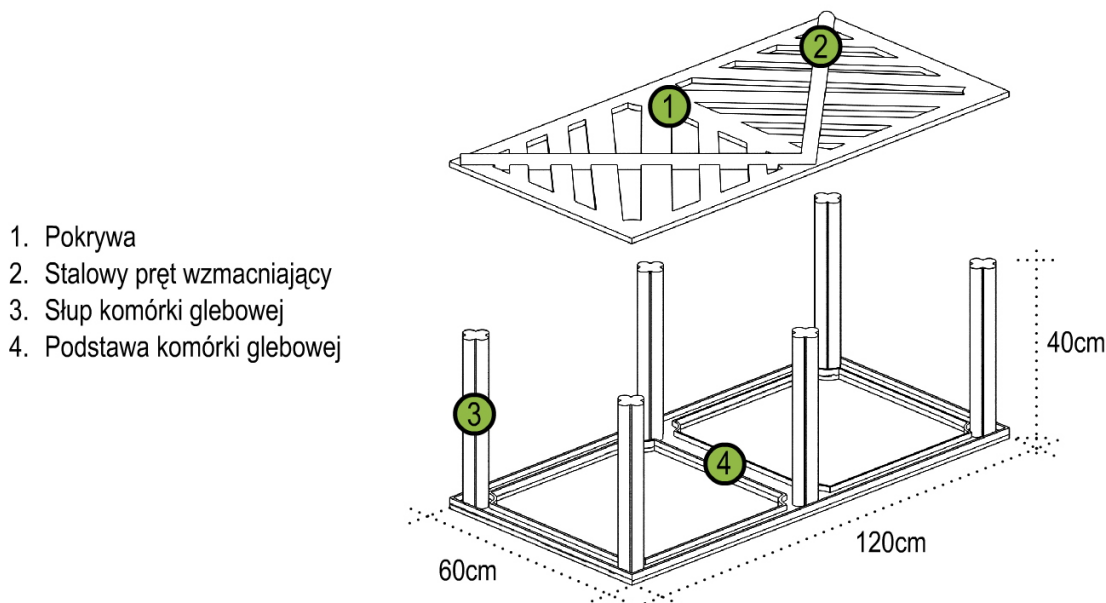
▫ rama

[Każda rama składa się sześciu pionowych elementów (słupków) połączonych ze sobą w dolnej części podstawą. Przekrój słupków jest tak dobrany, by zapewnić ramie odpowiednią sztywność i przenieść ciężar gleby i spoczywających na komórkach glebowych warstw nośnych nawierzchni i płyt chodnika. Wolna przestrzeń dla rozwoju korzeni stanowi ok. 92 %

powierzchni zajmowanej przez komórki glebowe (0,28m³ gleby na każdą komórkę). Część dolna ramy – podstawa - jest stosunkowo giętka, by z łatwością można ją było dopasować do nierówności w wykopie przygotowanym do zastosowania komórek glebowych.]

▫ pokrywa

[Pokrywa, którą nakrywa się ułożone warstwowo ramy, jest perforowana, by umożliwić dostanie się wody i powietrza do znajdującej się pomiędzy komórkami glebowymi ziemi. Pokrywa, jest dodatkowo usztywniona dwoma stalowymi rurkami, co zabezpiecza całą konstrukcję przed deformacjami. W pokrywie znajduje mechanizm pozwalający na jej mocne i trwałe załączenie z ramą].



Ryc. 9 Budowa komórki glebowej (opracowanie własne na podstawie materiałów firmy DeepRoot)

zastosowanie

- Komórki glebowe stosuje się w tych miejscach, gdzie warunki lokalne wymuszają konieczność zastosowania wokół drzew utwardzonej nawierzchni lub tam, gdzie nie ma na tyle wolnej przestrzeni, by uzyskać pod drzewem pas (terenu) ziemi o szerokości odpowiedniej dla jego rozwoju.
- Komórki glebowe pozwalają na swobodny rozwój systemu korzeniowego pod utwardzonymi warstwami ziemi, a więc pod chodnikami i parkingami. Pozwalają na utrzymanie ciężaru warstw nośnych i płyt chodnikowych, zabezpieczając znajdującą się pomiędzy nimi ziemię od ubicia, zapewniając swobodny rozwój systemu korzeniowego drzewa.
- Komórki glebowe umożliwiają również zrównoważone gospodarowanie wodą deszczową w środowisku miejskim – woda wsiąka w ziemię znajdującą się pomiędzy komórkami, a nie spływa bezpośrednio do kanalizacji deszczowej.

D. SPOSOBY ULEPSZANIA GLEBY W ŚRODOWISKU MIEJSKIM PRZY DRZEWACH ISTNIEJĄCYCH

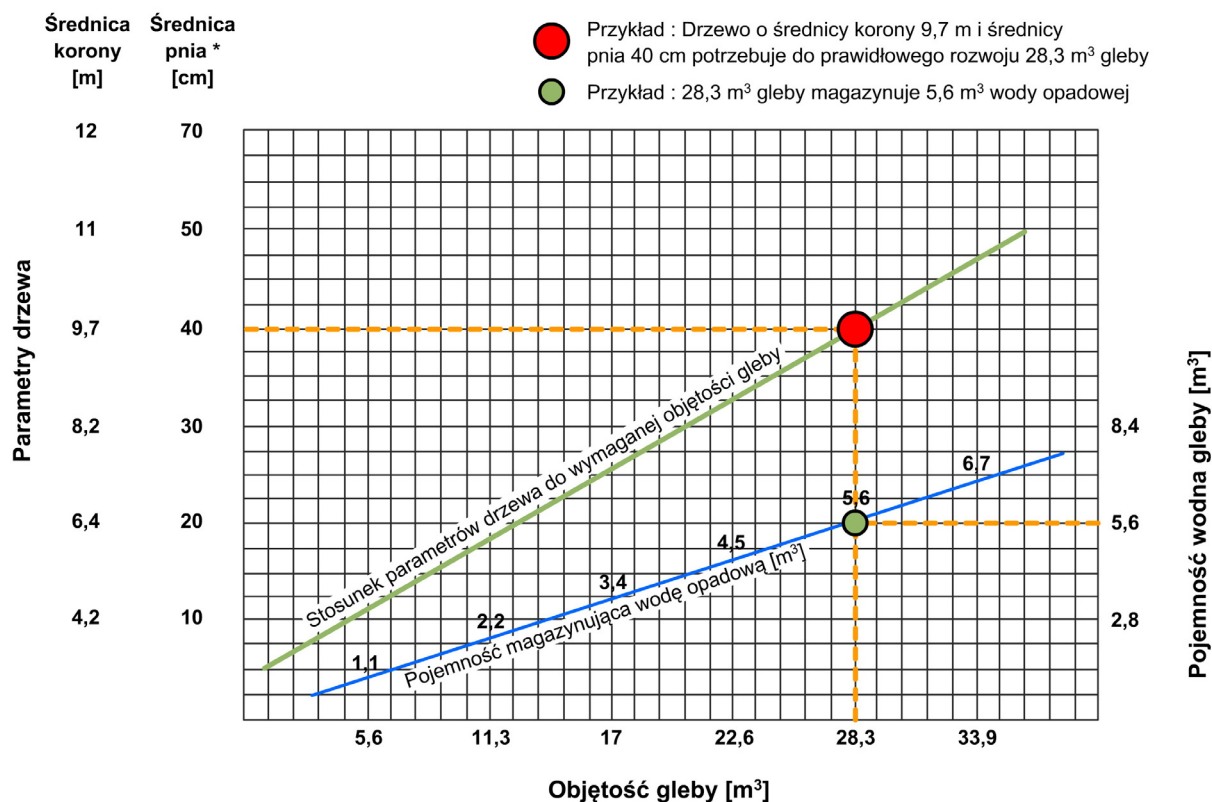
▫ wymiana gleby

[w przypadku skażenia i słabej jakości biologicznej / wymiana polega na wykonaniu ręcznie dołów ustawionych promiennie w stosunku do pnia i wypełnienie mieszanką wzbogaconą – gleba strukturalna]

E. PIELEGNOWANIE PO POSADZENIU

- ściółkowanie [szybszy rozwój i wzrost korzeni zwiększa się o 400%]
- nawadnianie [ilość wody 18 litrów 2 razy w tygodniu w trakcie sezonu wegetacyjnego / 3 lata / minimum 2 razy w tygodniu / systematycznie]

Objętość gleby oraz magazynowanie wody opadowej



*Średnica pnia mierzona na wysokości 130 cm od powierzchni terenu

Ryc.10 Objętość gleby oraz magazynowanie wody opadowej

F. STREFA OCHRONY KORZENIA

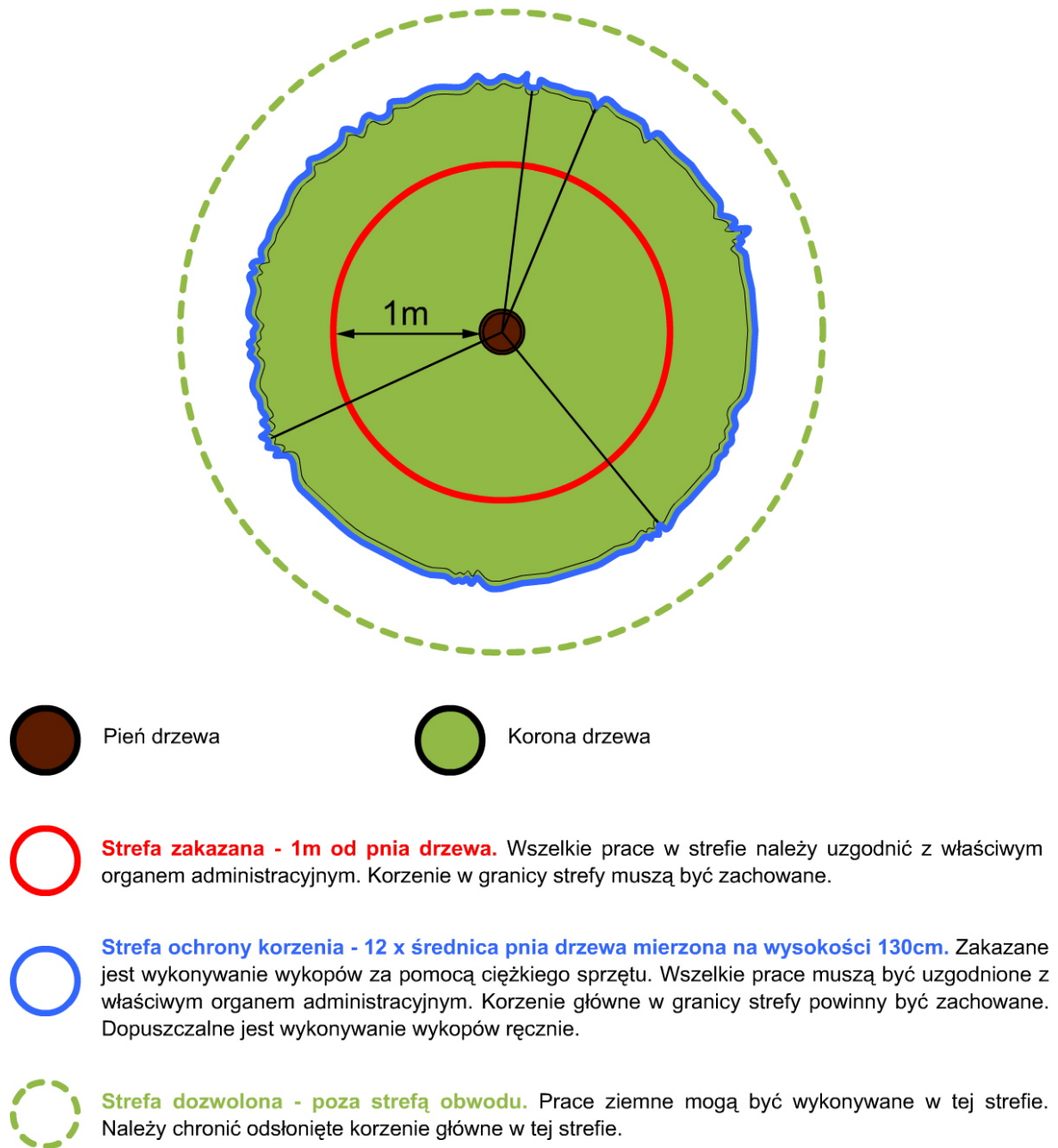
Strefa ochrony korzenia jest to strefa wyznaczana od krawędzi pnia przy podstawie drzewa. Strefę ochrony korzenia wyznacza się na podstawie wzoru matematycznego.

$$[\text{średnica pnia w cm} \times 12 = \text{średnica strefy ochrony korzenia w cm}]$$

Tab.5 Przykłady zależności średnicy pnia a strefa ochrony

Średnica pnia na wysokości 130cm [cm]	Minimalna strefa ochrony [cm]
< 10	120
11-40	132 - 480
41-50	492 - 600
51-60	612 - 720
61-70	732 - 840
71-80	852 - 960
81-90	972 - 1080
91-100	1092 - 1200

STREFA OCHRONY KORZENIA



Ryc.11 Strefy ochrony korzenia

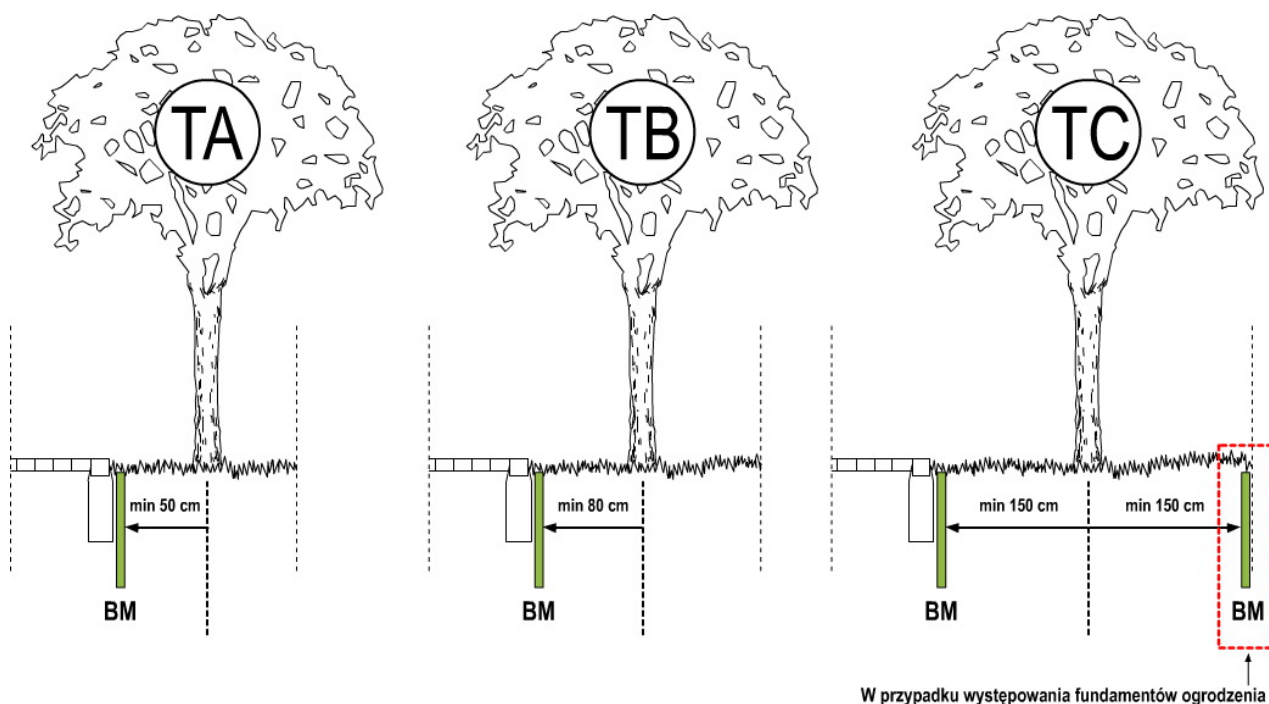
G. BARIERY MECHANICZNE DLA KORZENI

- mechaniczne bariery dla korzeni stosuje się, by ukierunkować wzrost korzeni drzew lub zabezpieczyć określone miejsca i urządzenia znajdujące się w pasie drogowym (np. instalacje podziemne) przed korzeniami.

▫ mechaniczne bariery dla korzeni znajdują zastosowanie zarówno przy:

– budowie nowych dróg

[projektowane są nowe nasadzenia, a projektantom zależy na wyznaczeniu miejsc, w których korzenie mogą się swobodnie rozwijać i oddzielenie ich od pozostałych przestrzeni pasa drogowego]



* W przypadku drzew typu TA oraz TB nie występuje konieczność stosowania barier mechanicznych przy ogrodzeniach.

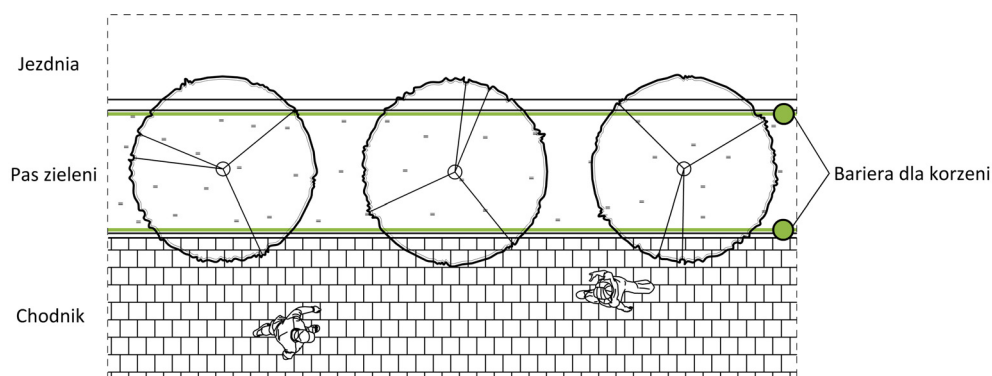
** Rezygnacja z barier w przypadku drzew typu TC następuje w przypadku:

1. Odległość drzewa od instalacji leżącej na głębokości $\leq 1\text{m}$ wynosi 3m
2. Odległość drzewa od instalacji leżącej na głębokości $\geq 1\text{m}$ wynosi 2m

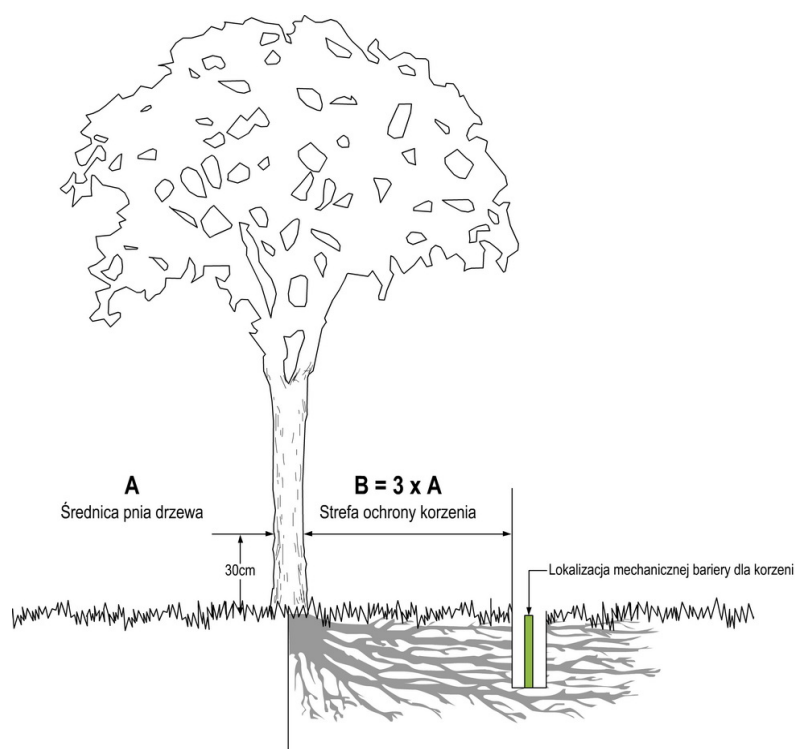
Ryc. 12. Lokalizacja barier mechanicznych dla korzeni przy nowo projektowanych drogach

– modernizacji istniejących dróg

[przy drzewach istniejących, wtedy, gdy dochodzi do uszkodzania nawierzchni przez korzenie i należy temu zapobiec. W takim przypadku zastosowanie bariery wiąże się z odcięciem partii korzeni]



Ryc.13. Schemat liniowej bariery dla korzeni (opracowanie własne na podstawie materiałów firmy DeepRoot)



Lokalizacja mechanicznej bariery dla korzeni: średnica pnia na wysokości 30 cm od terenu x 3

Ryc. 13. Możliwość zastosowania bariery mechanicznej przy modernizacji istniejącej drogi

Bariery mechaniczne mogą być układane w sposób liniowy – równoległe do obrzeży jezdni i pasa zieleni, lub punktowo – otaczając pojedyncze drzewo lub grupę zieleni ze wszystkich stron. Trzeba jednak pamiętać, że aby drzewo mogło prawidłowo się rozwijać, musi pozostać pas nieutwardzonej ziemi o odpowiednich parametrach, a samo podłoże musi być specjalnie przygotowane.

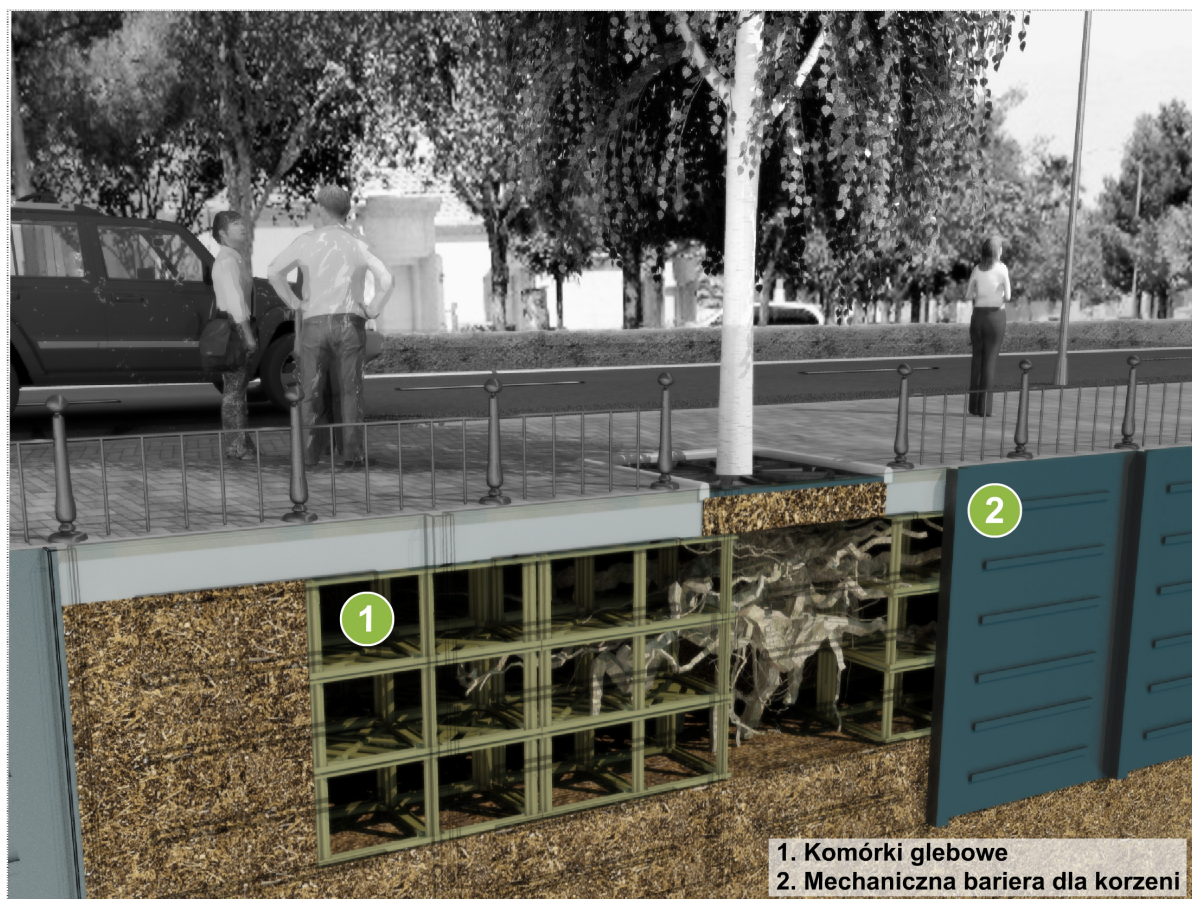


Ryc.14. Schemat pojedynczego panelu bariery mechanicznej (opracowanie własne na podstawie materiałów firmy DeepRoot)

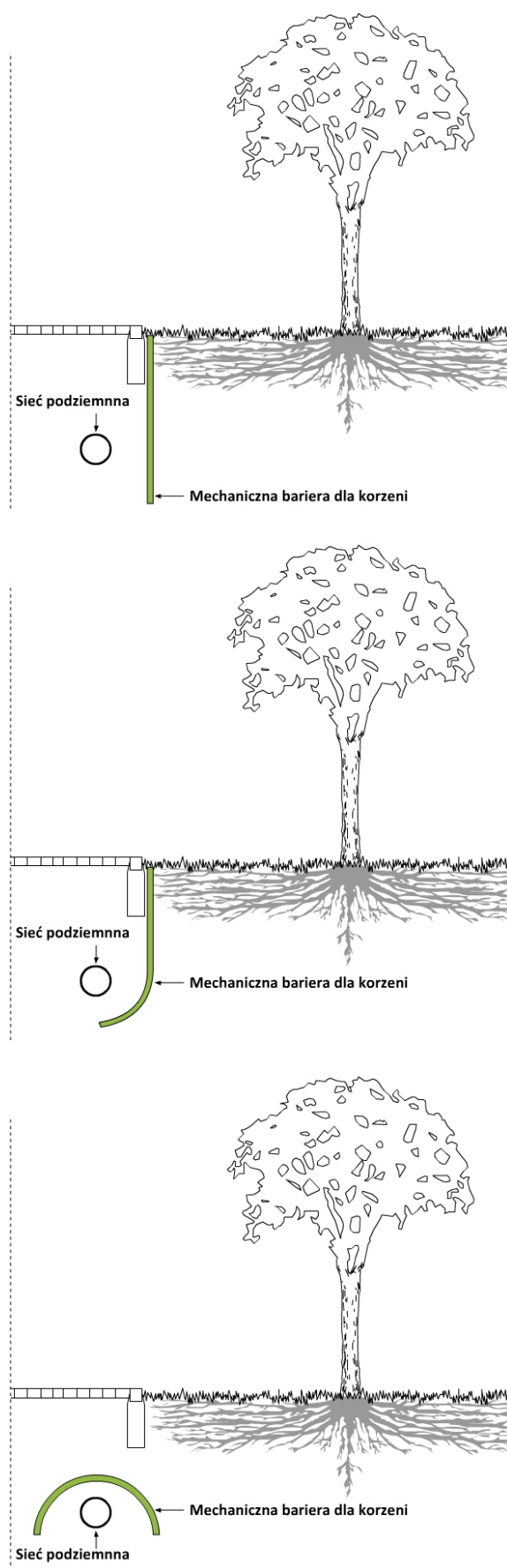
Tab. 6. Przykładowe wymiary bariery i liczba składających się na nią paneli zależna od rozpiętości korony drzewa

Przewidywana rozpiętość korony drzewa w wieku dojrzałym* [m]	Długość bariery [m]	Liczba paneli
3,6 + 0,61	4,2	7
5,5 + 0,61	6,1	10
7,3 + 0,61	7,9	13

*Przewidywana rozpiętość korony drzewa w wieku dojrzałym + przykładowa szerokość panelu bariery mechanicznej = minimalna długość bariery mechanicznej.



Ryc.15 Zastosowanie mechanicznej bariery dla korzeni i komórek glebowych



Ryc.16 Przykładowe kształty mechanicznych barier dla korzeni

2.3. PODSUMOWANIE

W procesie planowania, projektowania i realizacji miejskich tras komunikacyjnych, konieczne jest poszukiwanie i stosowanie rozwiązań kompleksowych, uwzględniających element zieleni wysokiej jako równoprawny element pozostałym składowym projektowanej lub modernizowanej drogi.

Podstawowym punktem każdego procesu projektowania i tworzenia dokumentacji związanej z budową lub modernizacją drogi, powinny być prawidłowo przeprowadzone studia i analizy terenu. Uzyskane wyniki badań powinny służyć do opracowania i zastosowania szczegółowych rozwiązań, prowadzących do właściwego kształtowania trasy komunikacyjnej. Pomocne w tym zakresie mogą być przedstawione w niniejszym opracowaniu modele, detale i dane techniczne – standardy w zakresie kształtowania zieleni miejskich tras komunikacyjnych.

Za niezbędne dla poprawy sytuacji związanej z projektowaniem zieleni wysokiej w obrębie tras komunikacyjnych jest również jej przewidywanie na etapie tworzenia planów miejscowych, co wyraża się m.in. stosowaniem odpowiednich szerokości pasa drogowego oraz zapisami o szpalerach lub alejowych układach zieleni. Przyjmowanie zbyt małych szerokości pasa drogowego nie pozwala na wprowadzenie w ich obrębie zieleni wysokiej. Jest to uwarunkowane występowaniem sieci infrastruktury podziemnej w przestrzeni poza jezdnią (pod chodnikiem i trawnikami), a także, określonymi w polskim prawie przepisami o minimalnej odległości pnia drzewa od krawędzi jezdni, która wynosi 3m. Analiza wybranych rozwiązań pokazała, że w pasach drogowych o szerokości mniejszej niż 12m nie można wprowadzić zieleni wysokiej, odstępstwo jest możliwe tylko przy drogach modernizowanych oraz tam, gdzie projektowany jest ciąg pieszo-jezdny – rozdział II modelowe rozwiązania).

Za wskazane uważa się też prowadzenie szkoleń w zakresie projektowania zieleni tras komunikacyjnych, adresowanych zwłaszcza do inżynierów budownictwa o specjalności drogowej, architektów krajobrazu oraz instalatorów. Wzajemne zrozumienie specjalistów tych trzech branż oraz dogłębna znajomość całej problematyki związanej z tematem kształtowania tras komunikacyjnych, (zwłaszcza w przestrzeni miejskiej) są niezbędne dla poprawy jakości proponowanych rozwiązań.

Zalecana jest również jednorodność i zgodność zasad stosowanych w opiniowaniu planowanych inwestycji przez wszystkie jednostki administracyjne mające wpływ na kształtowanie kompozycji urbanistycznej miasta.

Na etapie realizacji projektu kluczową rolę odgrywa inspektor nadzoru (reprezentujący urząd miejski), kontrolujący technologię i jakość wykonywanych prac oraz jakość materiału szkółkarskiego.

W trakcie planowania, projektowania i modernizowania miejskich tras komunikacyjnych należy dążyć do zastosowania zieleni wysokiej – szczególnie drzew – ze względu na ich złożoną i istotną funkcję dla środowiska miejskiego.

3. CZĘŚĆ GRAFICZNA

3. 1. MODELOWE ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE KSZTAŁTOWANIA ZIELENI MIEJSKICH TRAS KOMUNIKACYJNYCH

Proponowane w modelowych rozwiązaniach rozmieszczenie sieci podziemnych oparto o wytyczne zawarte w „Katalogu przekrojów ulic wraz ze strefowaniem podziemnej infrastruktury technicznej” opracowanym przez Biuro Rozwoju Wrocławia.

LR – linia rozgraniczająca ulicy

LZ – linia zabudowy

Strefa dla kabli – strefa uwzględniająca lokalizację kabli energetycznych.

Zasada czytania rysunku:



Warianty rozmieszczenia:

- W1 Drzewo zlokalizowane z lewej/prawej strony ulicy po dodaniu pasa zieleni
- W2 Drzewo zlokalizowane z lewej strony pasa drogowego
- W3 Drzewo zlokalizowane z prawej strony pasa drogowego
- W4 Układ alejowy

T-A , T-B, T-C ... - proponowane typy drzew (charakterystyka - załącznik 1)

Informacje szczegółowe:

Objaśnienia do parametrów drzew, techniki sadzenia, zastosowania barier mechanicznych dla korzeni oraz komórek glebowych znajdują się pod przekrojami ulic.

Załączniki do objaśnień znajdują się na końcu katalogu.

Zasady korzystania z katalogów:

1. Katalogi przekrojów zawierają podstawowe elementy podziemnej infrastruktury technicznej, które najczęściej pojawiają się w ulicach.
2. W przypadku konieczności wprowadzenia większej ilości sieci np. rurociągu tłocznego, magistrali etc., niezbędne będzie zmodyfikowanie przedstawionych katalogów przekrojów do potrzeb wprowadzenia tych sieci.
3. Katalogi przekrojów dotyczą nowych ulic, w których nie ma istniejącej infrastruktury technicznej.

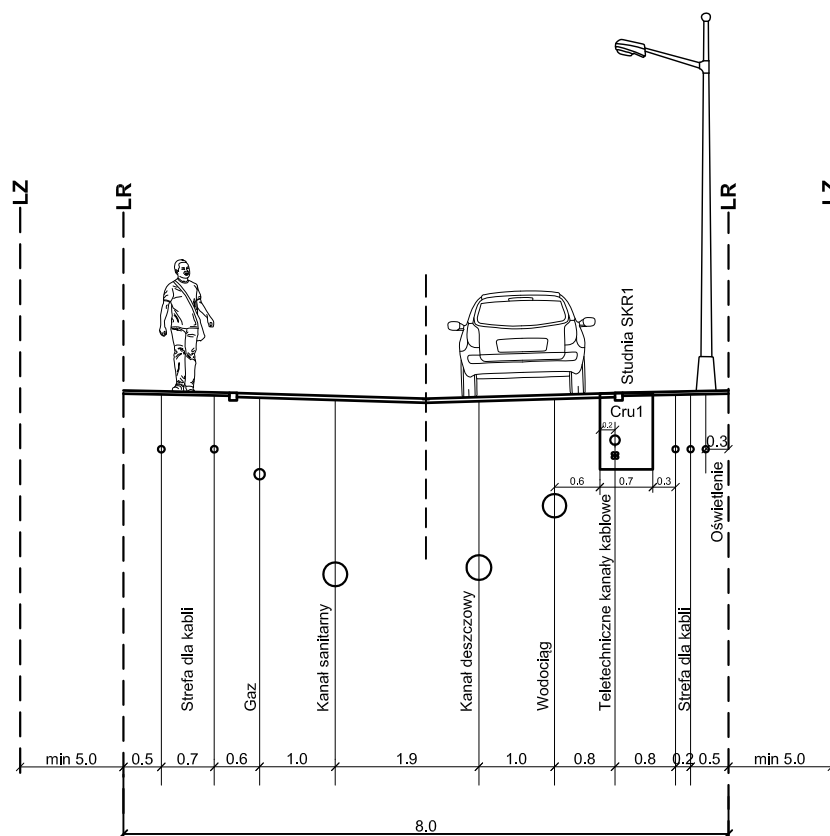
Spis rysunków

D1	DROGA WEWNĘTRZNA dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej Szerokość pasa drogowego 8m		39
D2	DROGA KLASY DOJAZDOWEJ ciąg pieszo-jezdny dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej Szerokość pasa drogowego 10m W1-TA Szerokość pasa drogowego 11,0-11,5m W1-TB Szerokość pasa drogowego 11,5-12,5m W1-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 12,5$ m W2-TD Szerokość pasa drogowego 12-12,5m W2-TE Szerokość pasa drogowego $\geq 12,5$ m W3-TD Szerokość pasa drogowego 12-12,5m W3-TE Szerokość pasa drogowego $\geq 12,5$ m		40-47
D3	ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej Szerokość pasa drogowego 12m W1-TA Szerokość pasa drogowego 13,0-13,5m W1-TB Szerokość pasa drogowego 13,5-14,5m W1-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 14,5$ m W2-TC Szerokość pasa drogowego ≥ 15 m W3-TB Szerokość pasa drogowego 14-15m W3-TC Szerokość pasa drogowego ≥ 15 m		48-54
D4	ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej Szerokość pasa drogowego 12m W1-TA Szerokość pasa drogowego 13,0-13,5m W1-TB Szerokość pasa drogowego 13,5-14,5m W1-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 14,5$ m W2-TC Szerokość pasa drogowego ≥ 15 m W3-TB Szerokość pasa drogowego 14-15m W3-TC Szerokość pasa drogowego ≥ 15 m		55-61
D5	ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej Szerokość pasa drogowego 13,5m W1-TA Szerokość pasa drogowego 14,5-15m W1-TB Szerokość pasa drogowego 15-16m W1-TC Szerokość pasa drogowego ≥ 16 m W2-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 16,5$ m W3-TB Szerokość pasa drogowego 15,5-16,5m W3-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 16,5$ m		62-67
D5A	ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej Szerokość pasa drogowego 14,5m W1-TA Szerokość pasa drogowego 15,5-16,5m W1-TB Szerokość pasa drogowego 16,5-17,5m W1-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 17,5$ m W2-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 17,5$ m W3-TB Szerokość pasa drogowego 16,5-17,5m W3-TC Szerokość pasa drogowego $\geq 17,5$ m		68-75

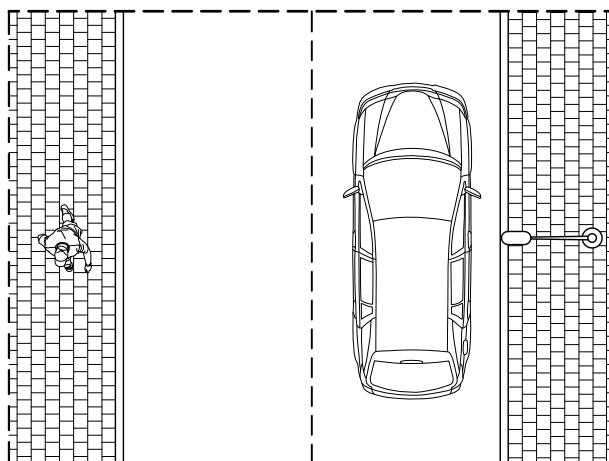
	ULICA KLASY LOKALNEJ			
	dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej			
L1		Szerokość pasa drogowego	13m	77-82
	W1-TA	Szerokość pasa drogowego	14-14,5m	
	W1-TB	Szerokość pasa drogowego	14,5-15,5m	
	W1-TC	Szerokość pasa drogowego	≥15m	
	W2-TB	Szerokość pasa drogowego	15,5-16,5m	
	W2-TC	Szerokość pasa drogowego	≥16,5m	
L2	ULICA KLASY LOKALNEJ			83
	dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej			
	Szerokość pasa drogowego 15m			
L2A	ULICA KLASY LOKALNEJ			84
	dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej			
	Szerokość pasa drogowego 16m			
L3	ULICA KLASY LOKALNEJ			85
	dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej z jednostronnym szpalerem			
	W3-TC	Szerokość pasa drogowego	19m	
L3A	ULICA KLASY LOKALNEJ			86
	dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej z jednostronnym szpalerem			
	W3-TC	Szerokość pasa drogowego	20m	
L4	ULICA KLASY LOKALNEJ			87
	dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej - typ ulicy alejowy			
	Z jednostronnym szpalerem			
	W4-TC	Szerokość pasa drogowego	21m	
L5	ULICA KLASY LOKALNEJ			88
	dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej - typ ulicy alejowy			
	W4-TC	Szerokość pasa drogowego	20,5m	
L5A	ULICA KLASY LOKALNEJ			89
	dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej - typ ulicy alejowy			
	W4-TC	Szerokość pasa drogowego	21m	

DROGA WEWNĘTRZNA dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej

D1

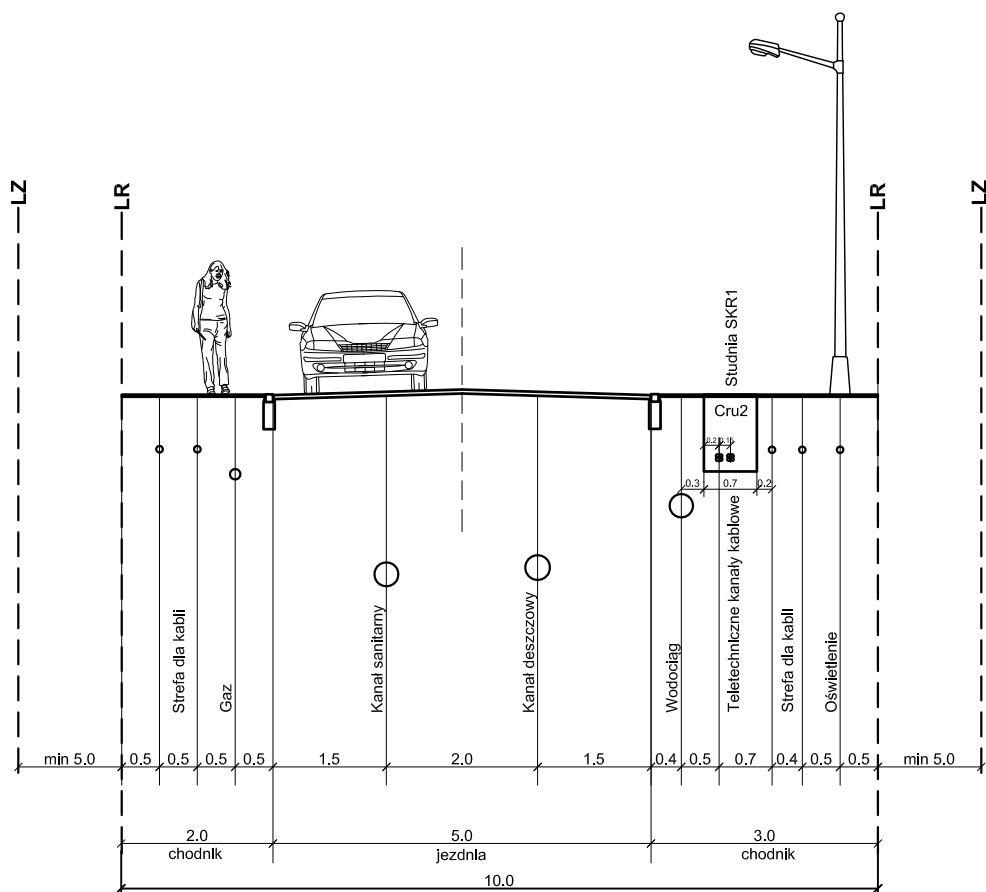


Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

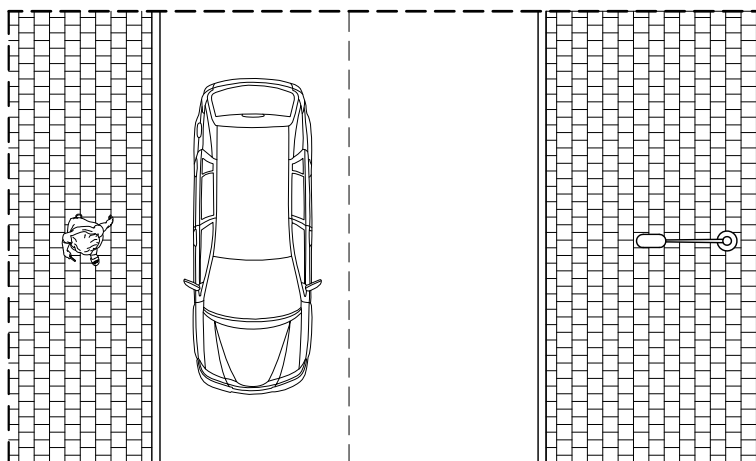


DROGA KLASY DOJAZDOWEJ
ciąg pieszo-jezdny
dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej

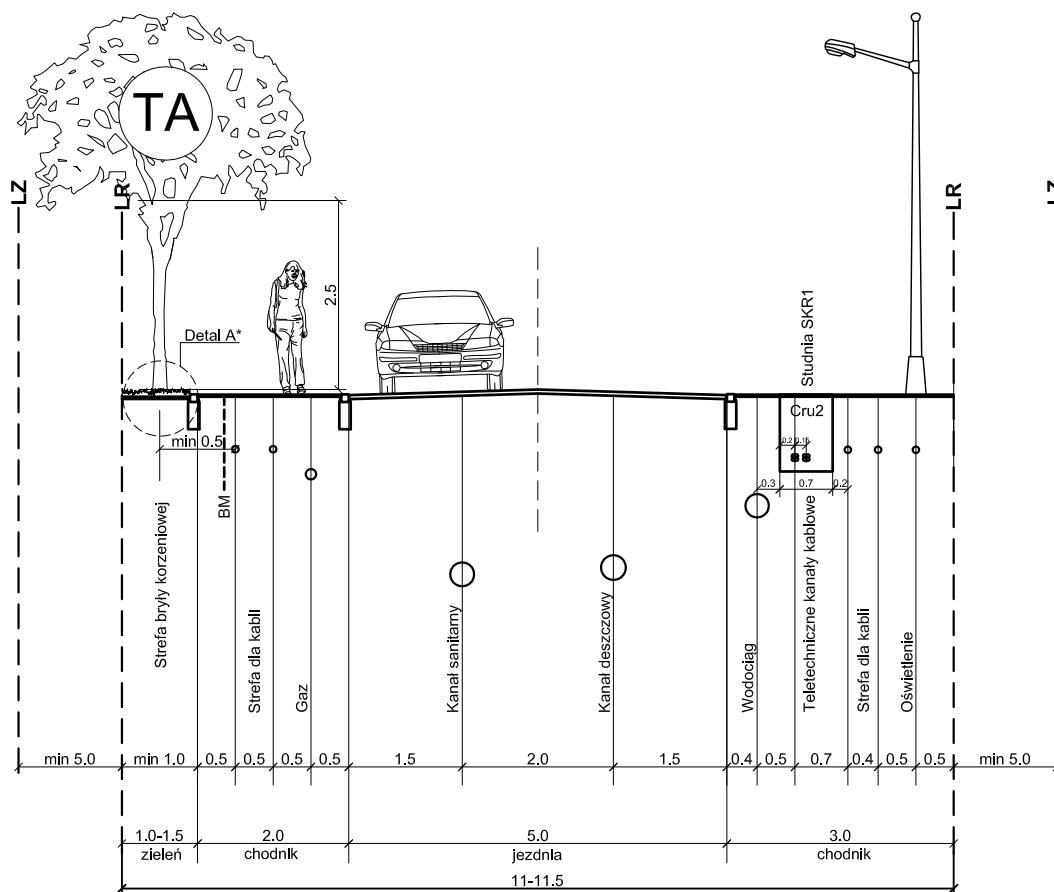
D2



Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



DROGA KLASY DOJAZDOWEJ
ciąg pieszo-jezdny
dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



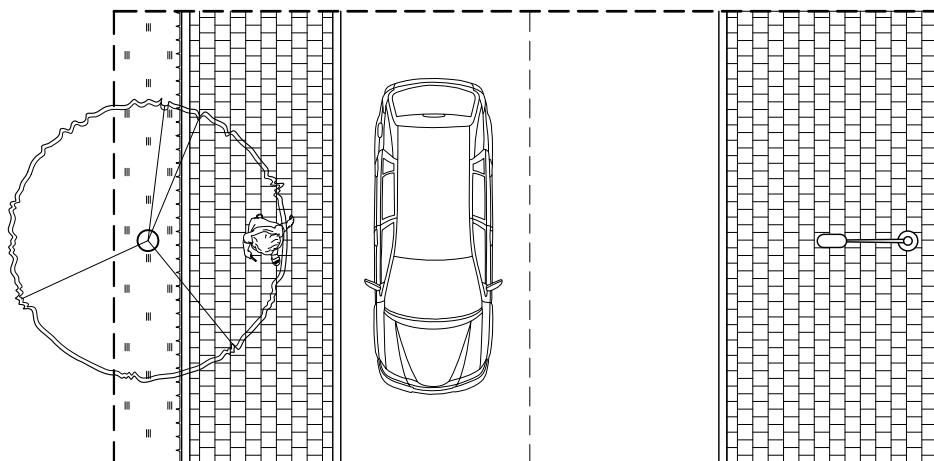
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TA - Drzewa małe (lub średnie kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

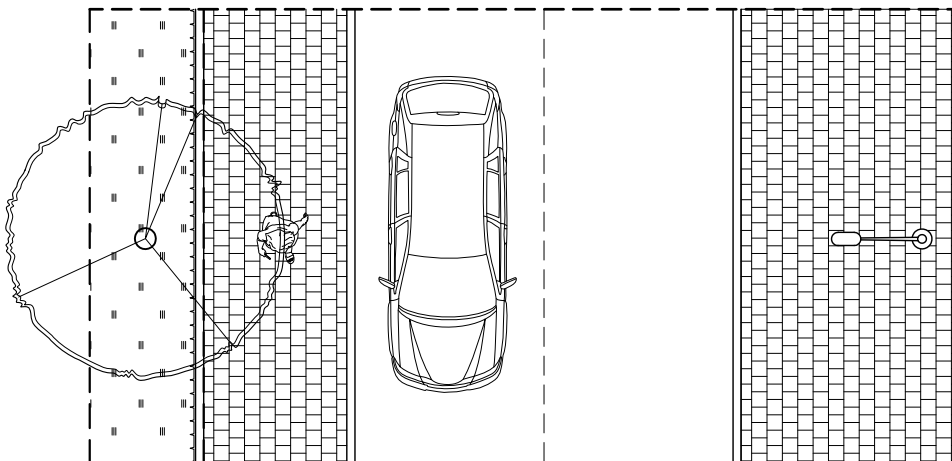
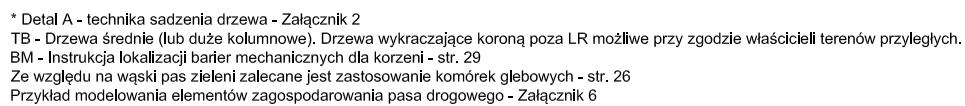
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni -str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych -str. 26

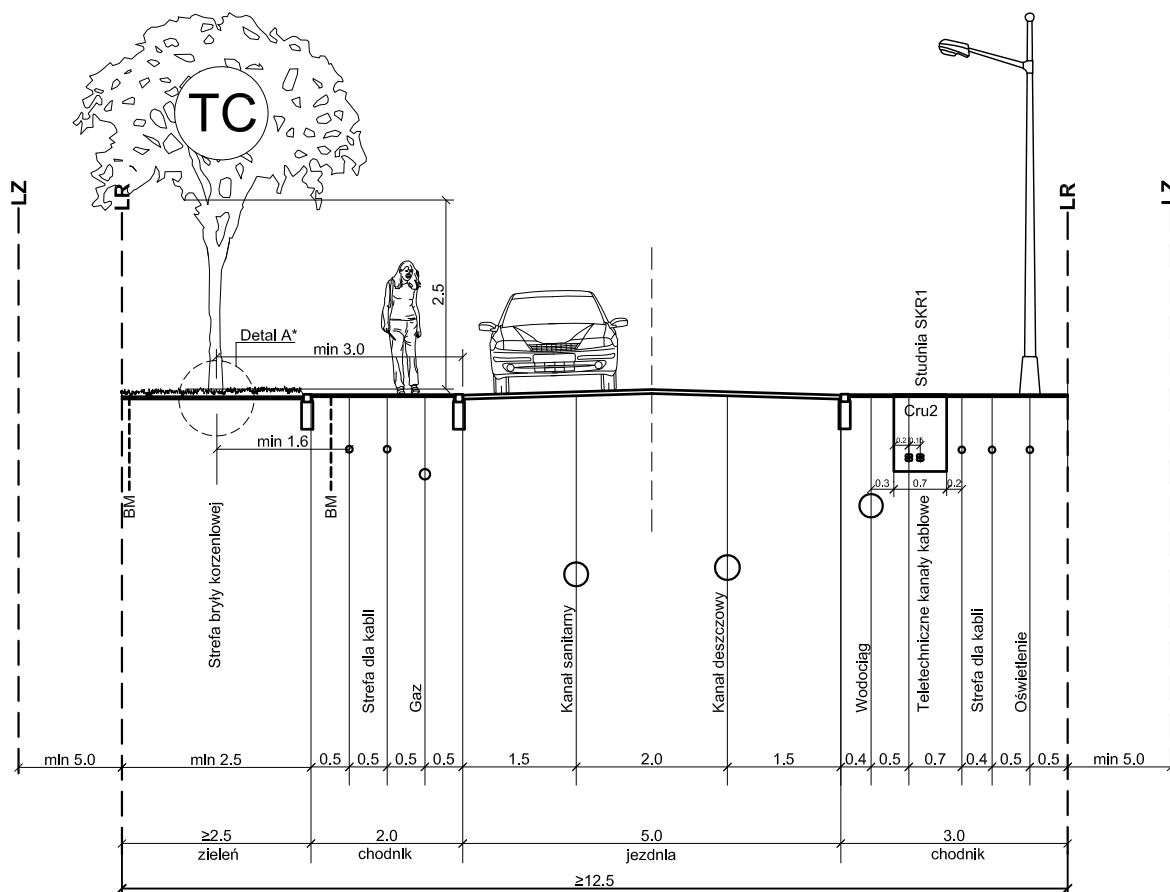
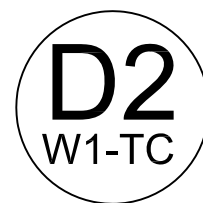
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



D2
W1-TB



DROGA KLASY DOJAZDOWEJ
ciąg pieszo-jezdny
dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej

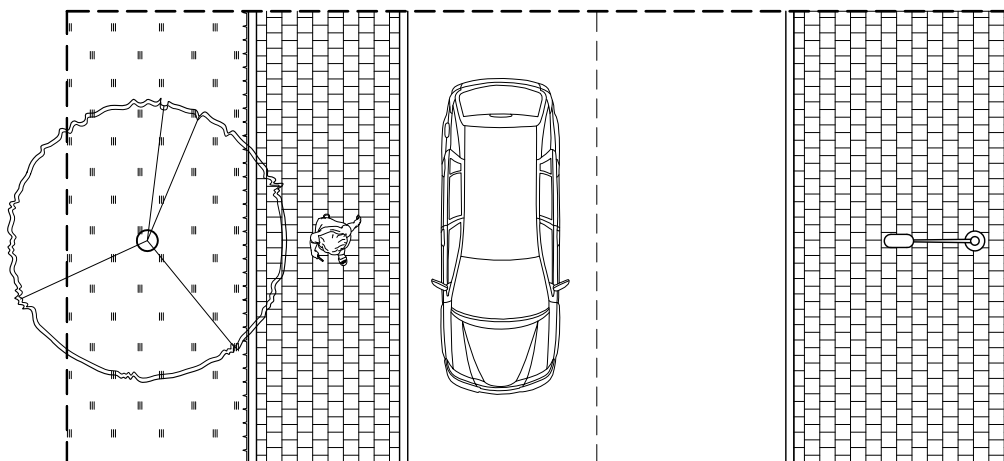


* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

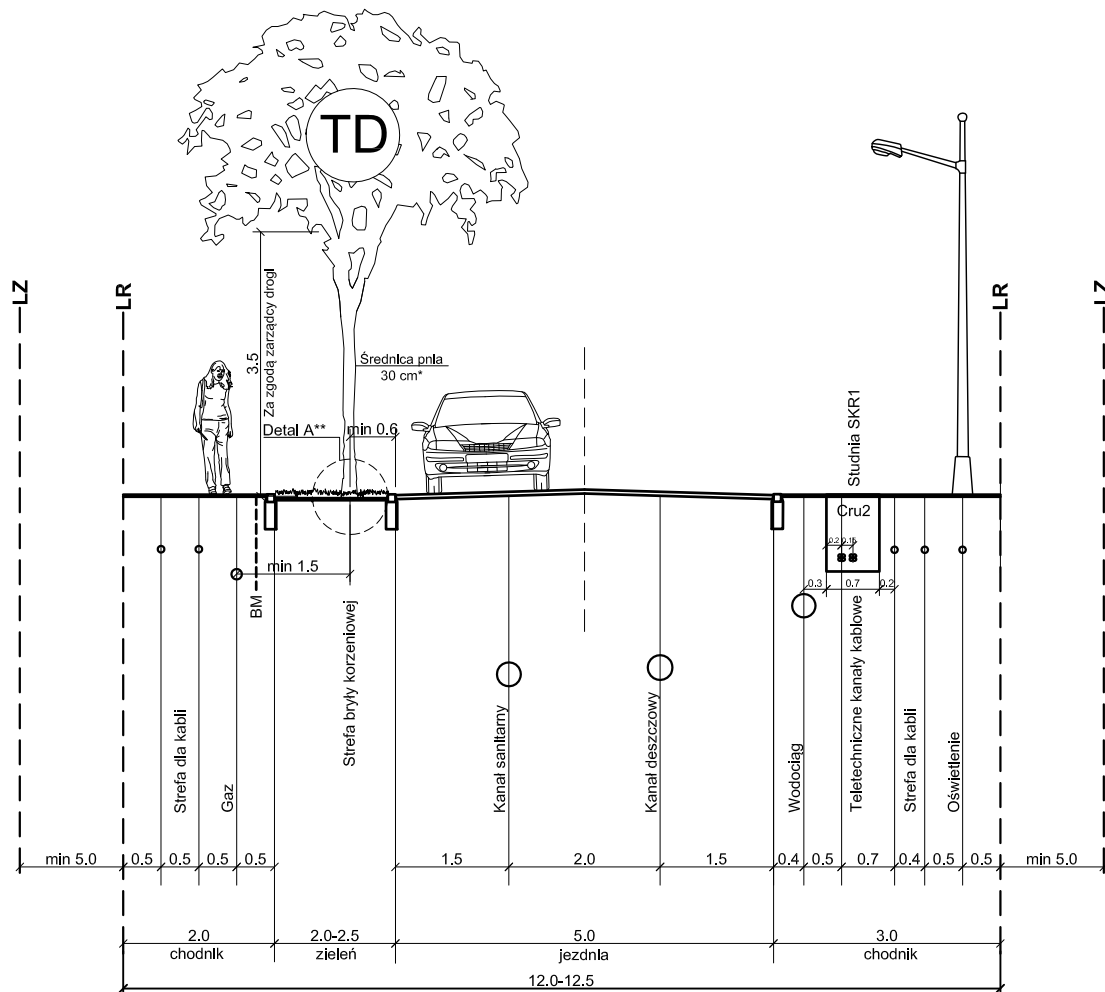
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



DROGA KLASY DOJAZDOWEJ
ciąg pieszo-jezdny
dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



* Średnica pnia dorosłego drzewa mierzona na wysokości 130 cm od powierzchni terenu.

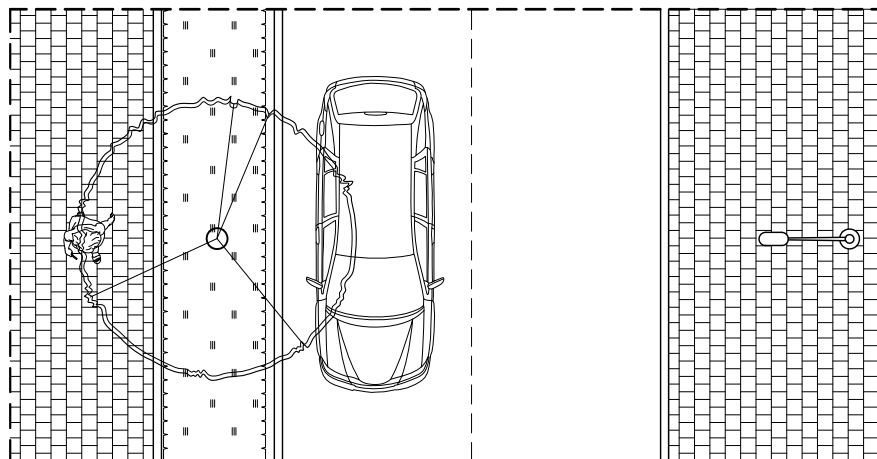
** Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TD - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe) i średnicy pnia nie przekraczającej 30 cm. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

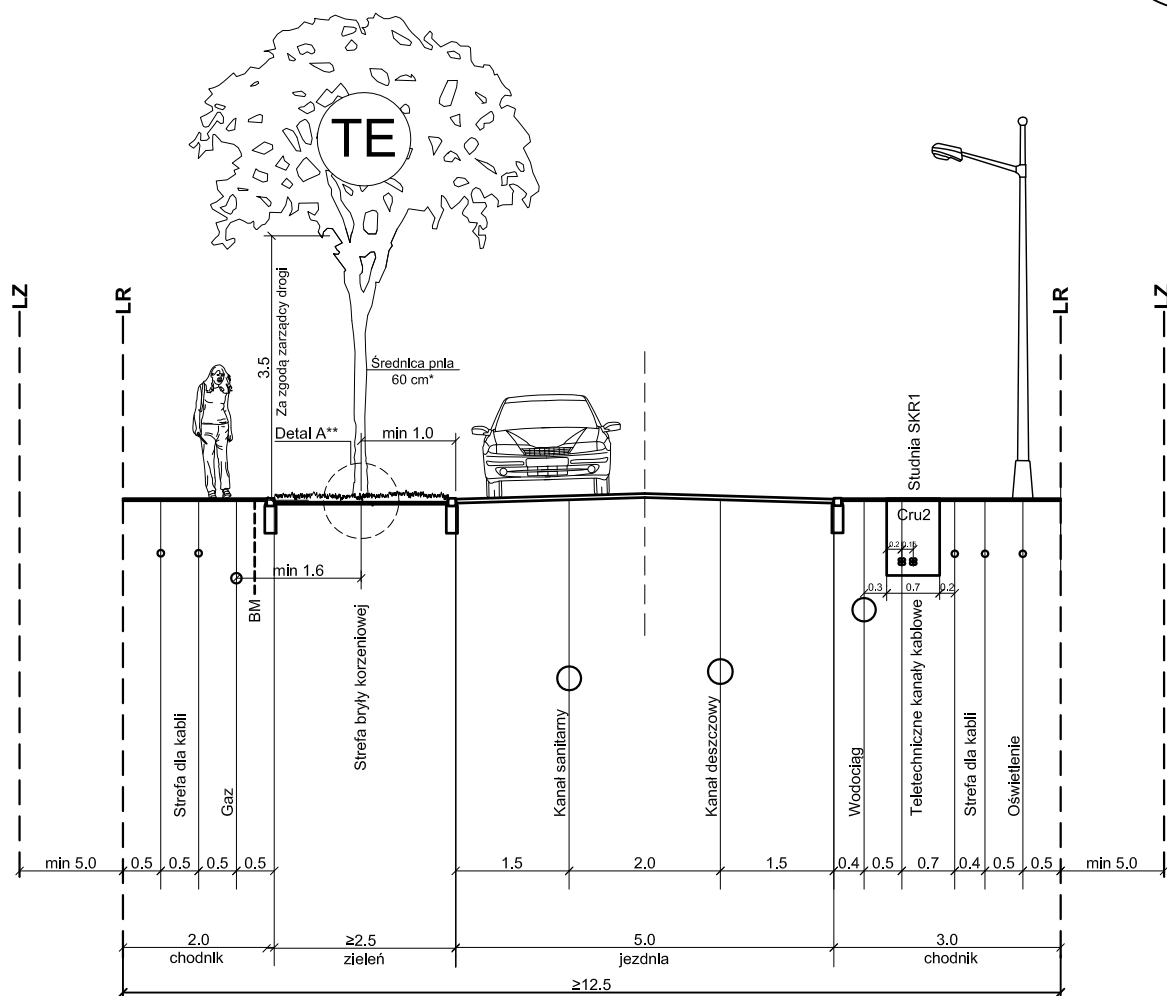
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



DROGA KLASY DOJAZDOWEJ ciąg pieszo-jezdny dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



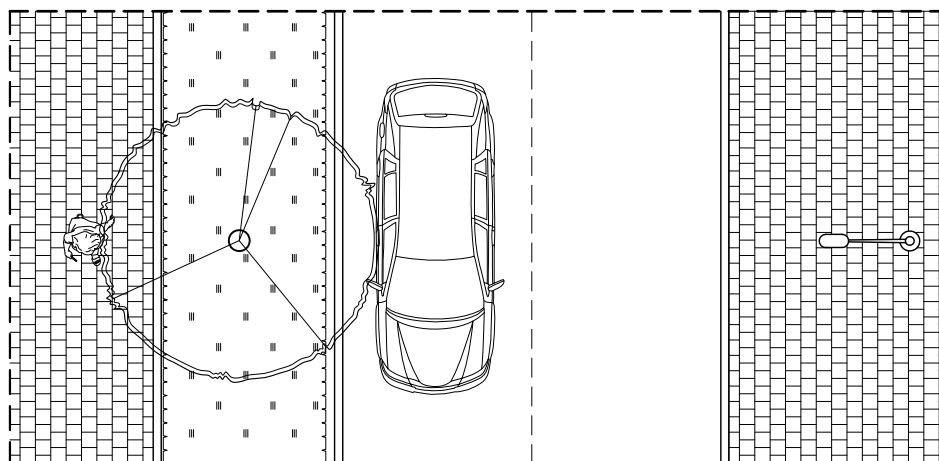
* Średnica pnia dorosłego drzewa mierzona na wysokości 130 cm od powierzchni terenu.

** Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

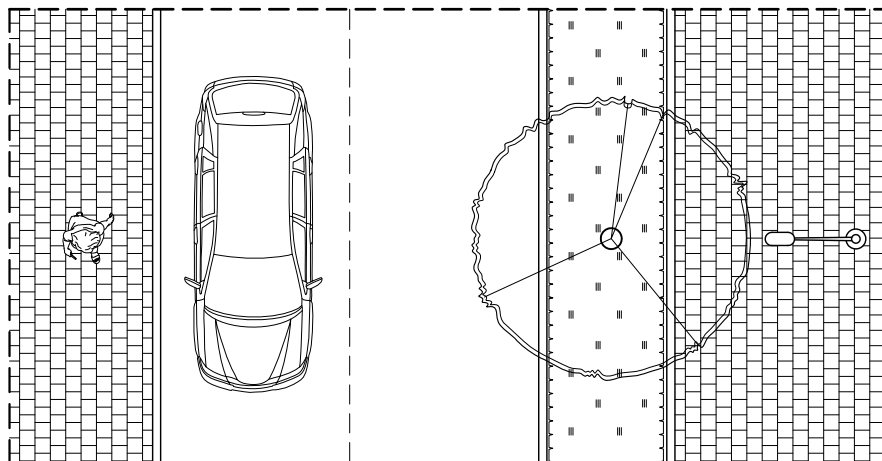
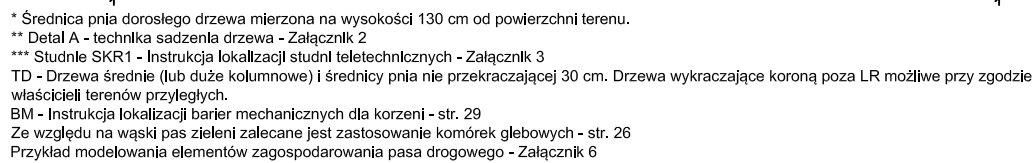
TE - Drzewa duże i średnicy pnia nie przekraczającej 60 cm. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

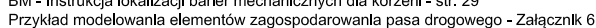
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



D2
W3-TD

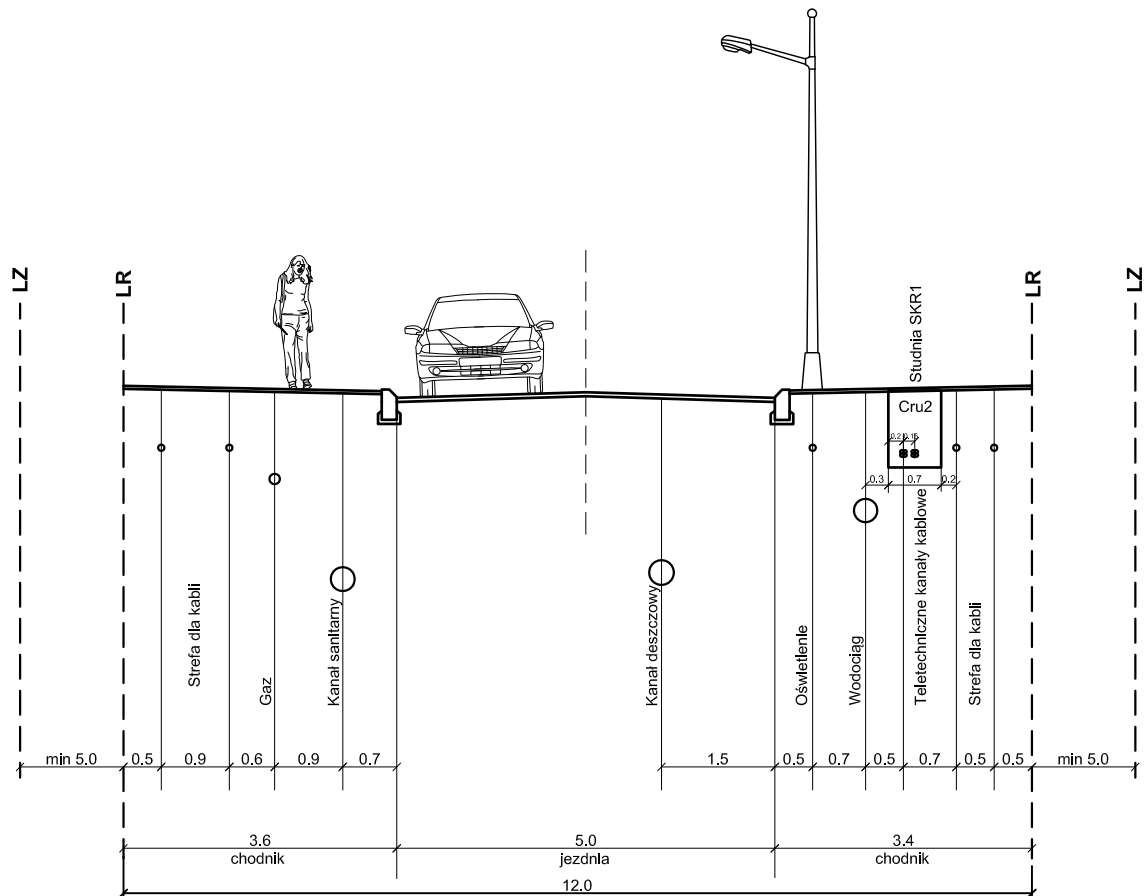


D2
W3-TE

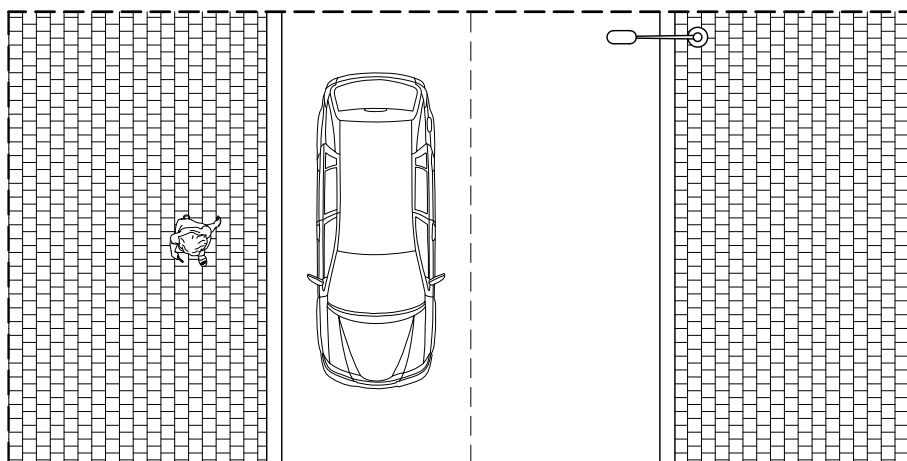


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej

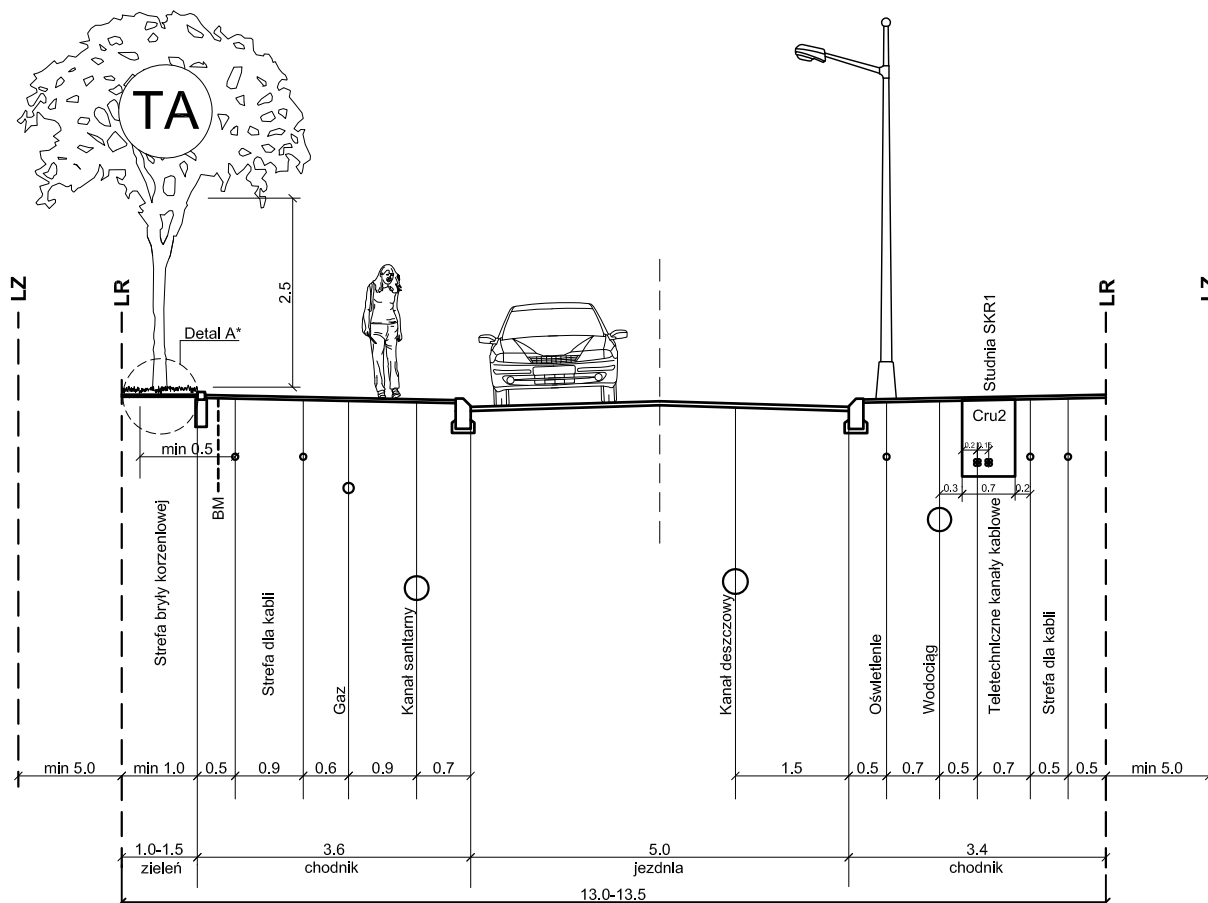
D3



Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



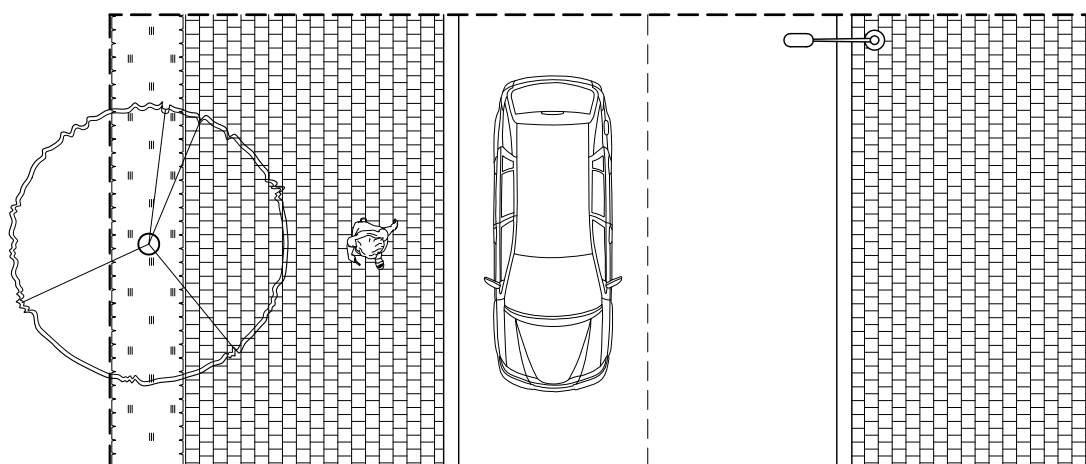
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TA - Drzewa małe (lub średnie kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

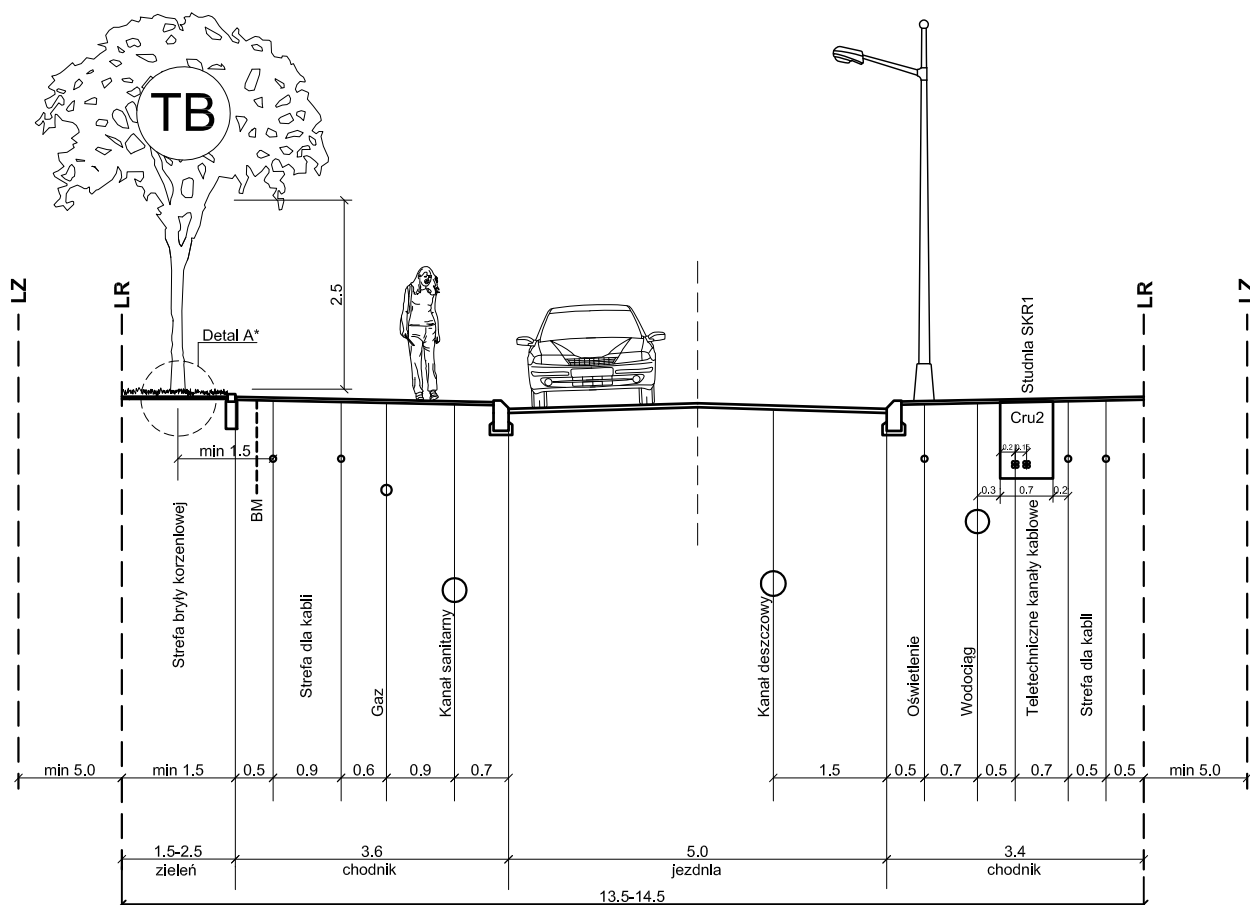
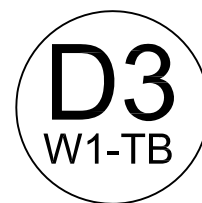
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



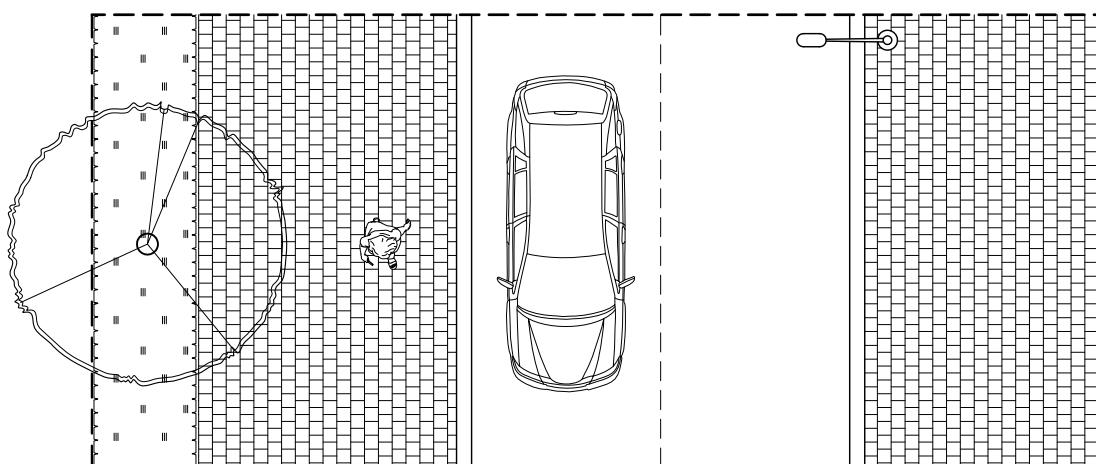
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

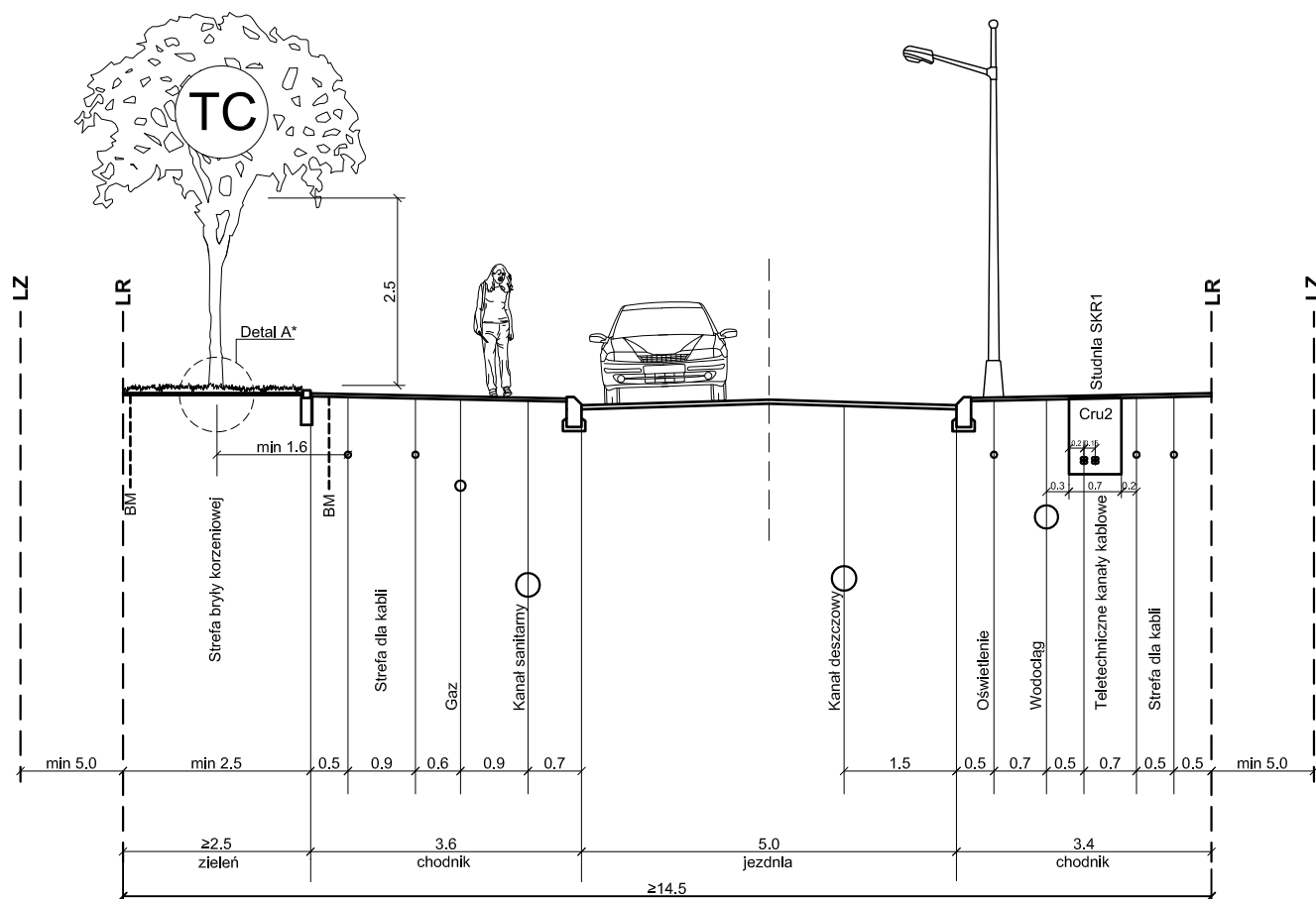
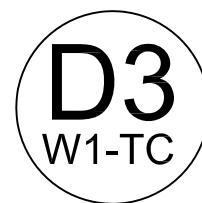
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej

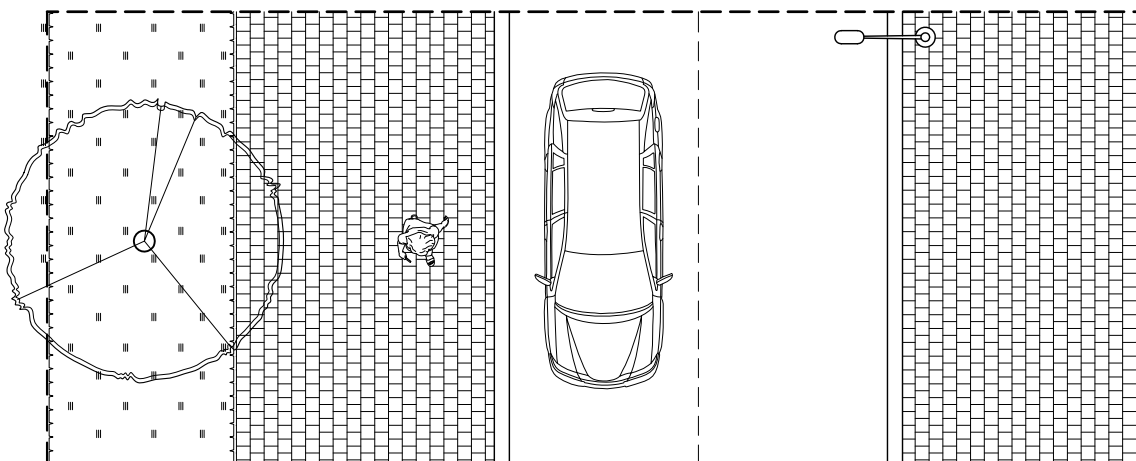


* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

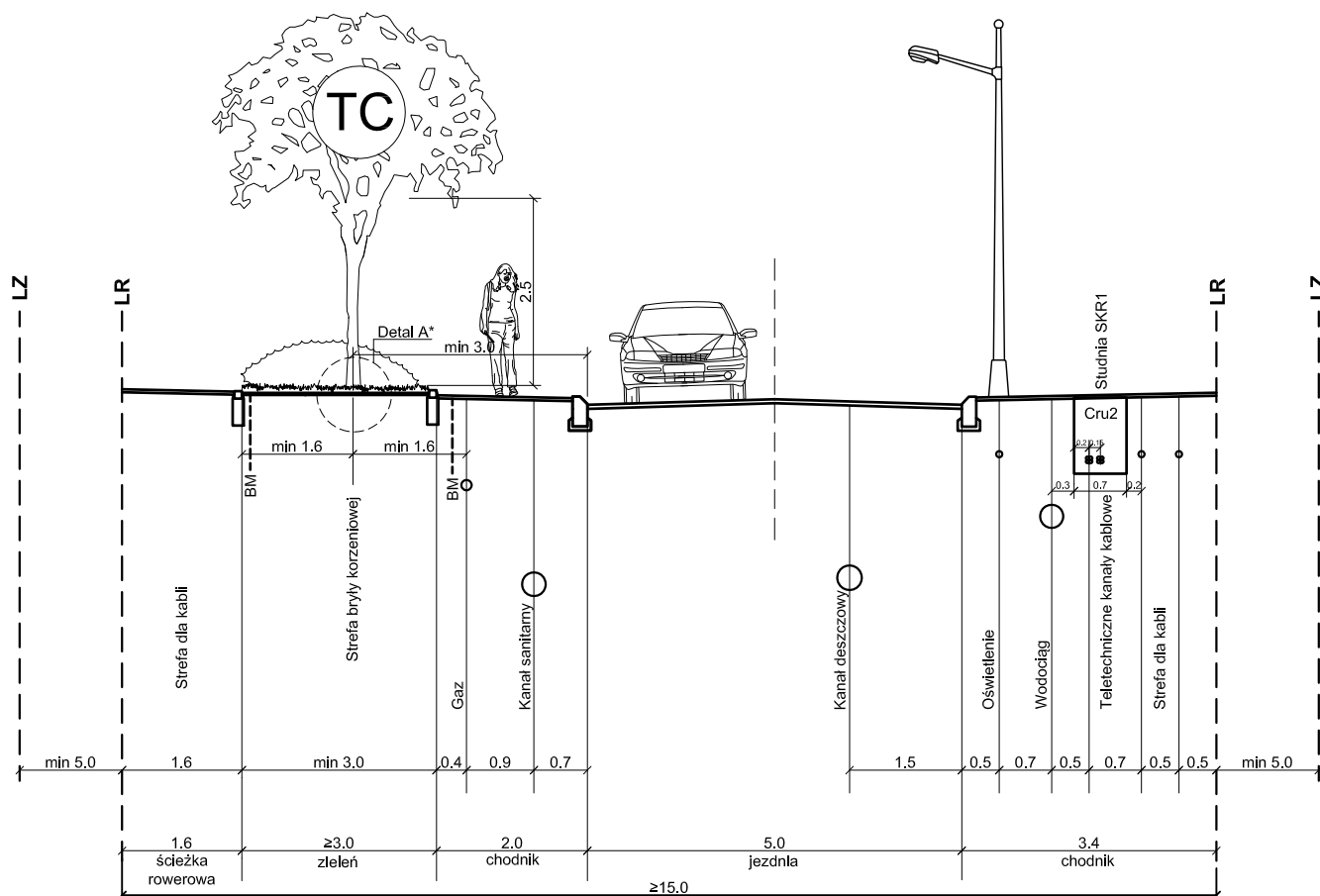
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

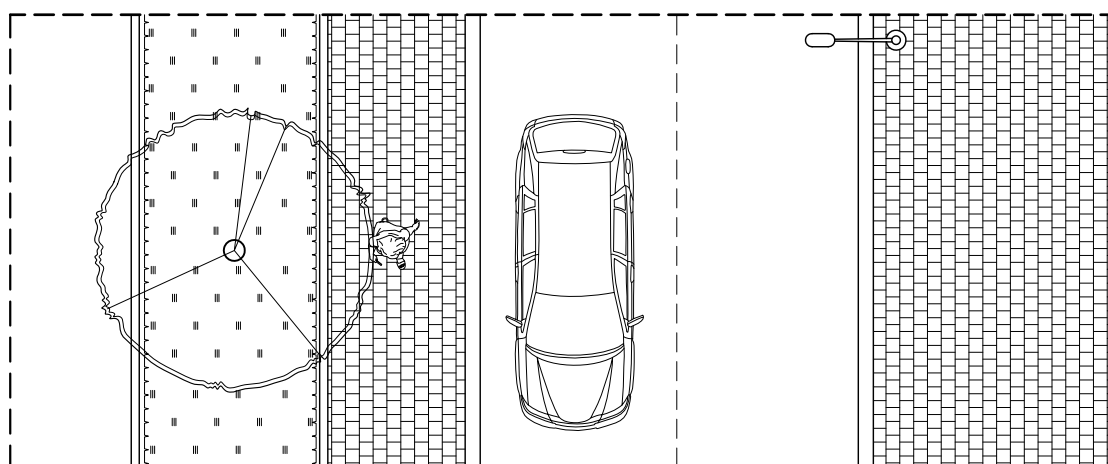
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



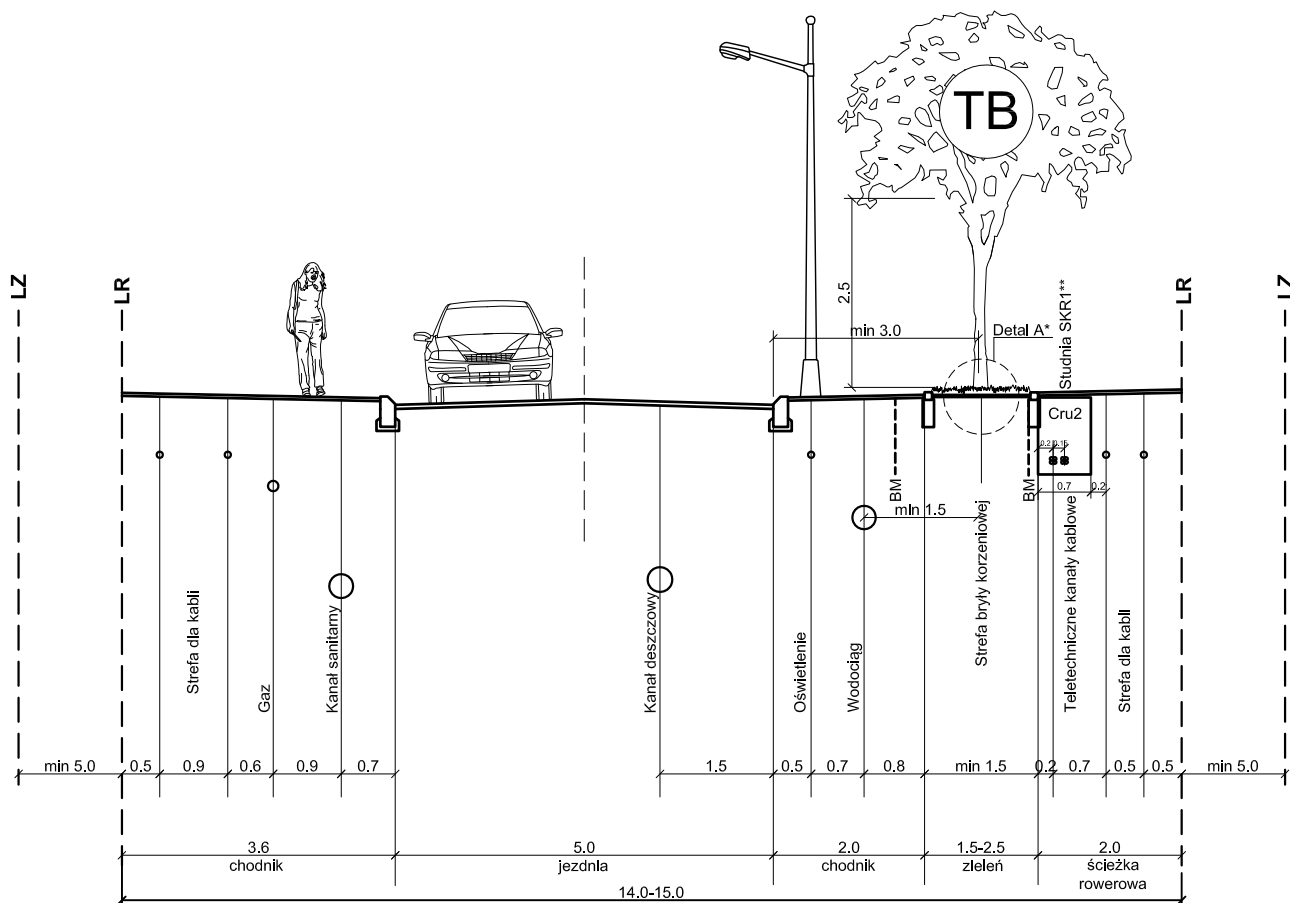
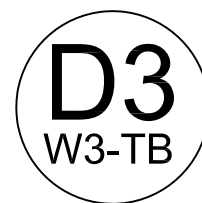
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
 TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
 BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29
 Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

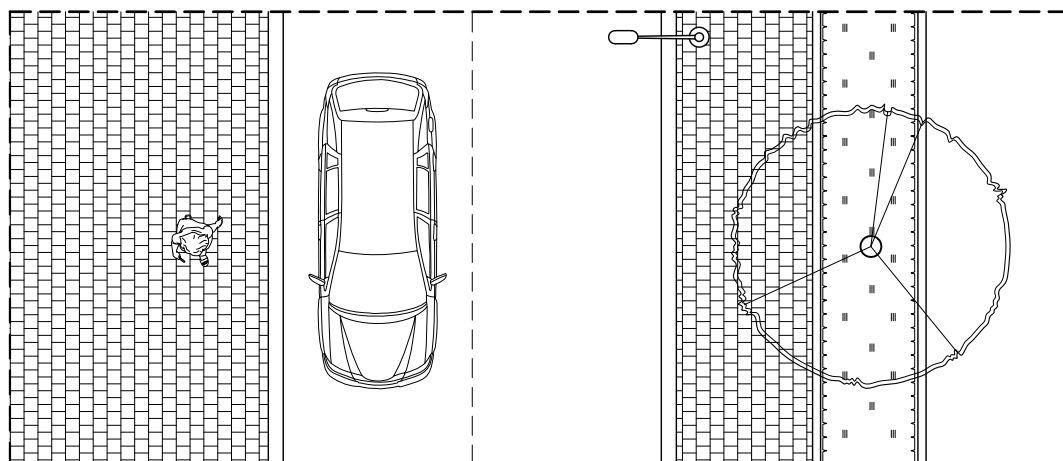
** Studnie SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

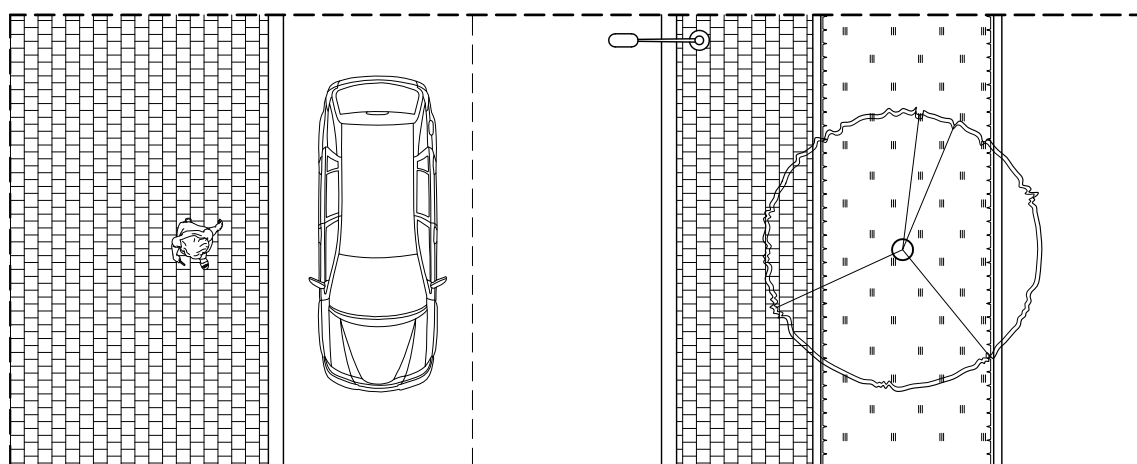
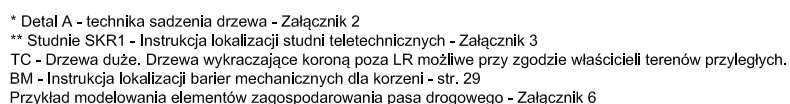
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

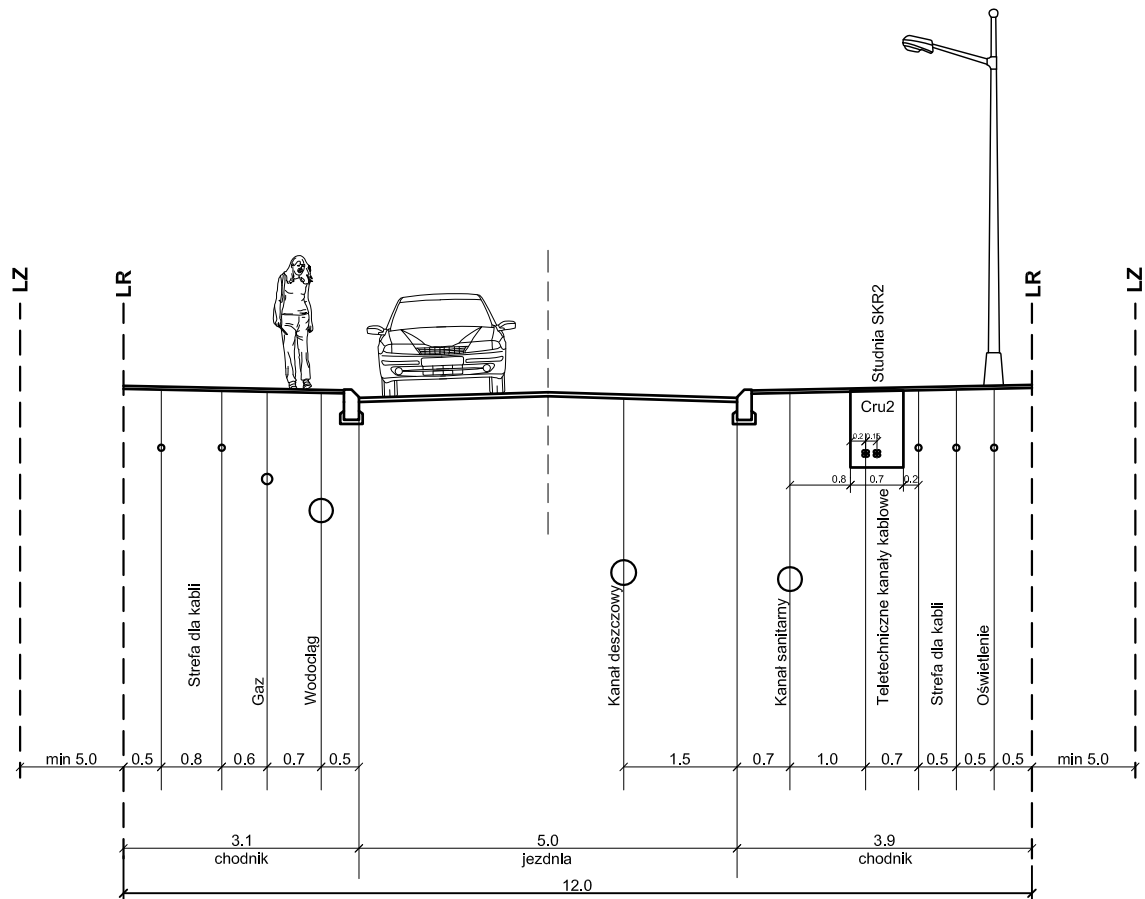


D3
W3-TC

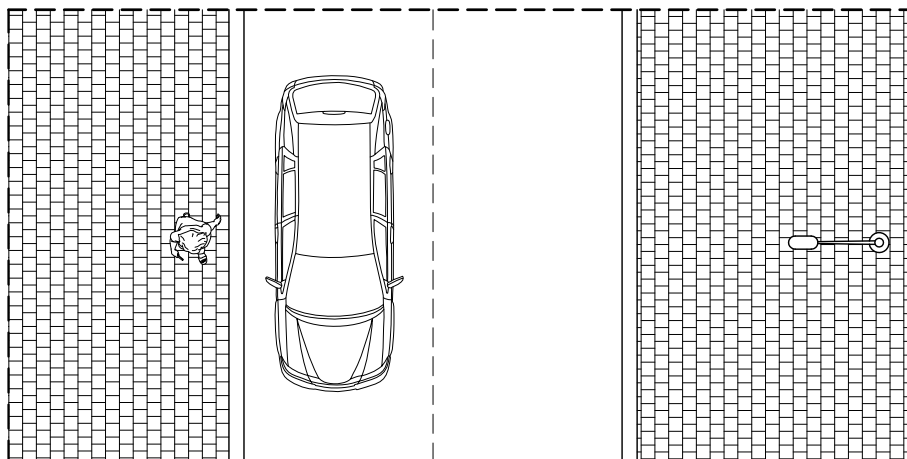


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej

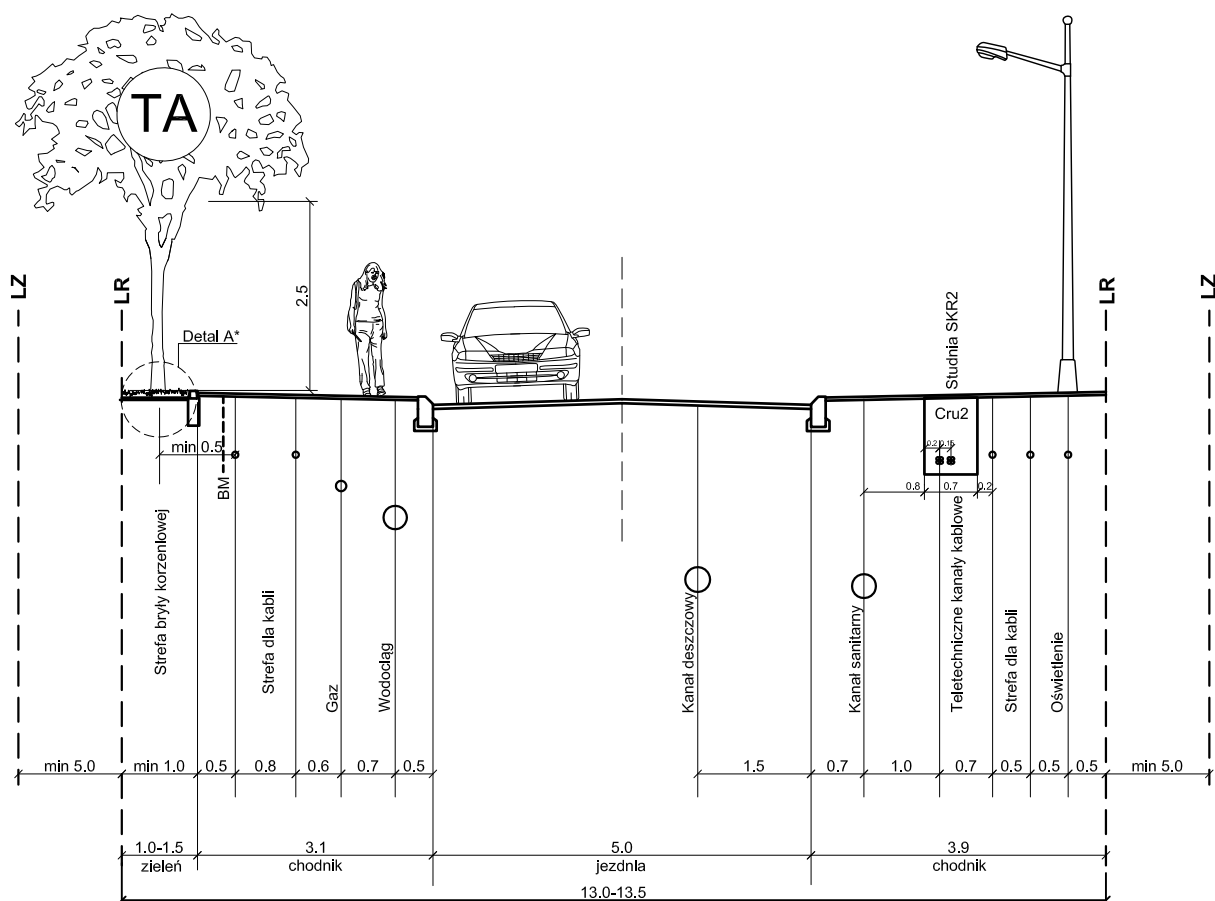
D4



Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



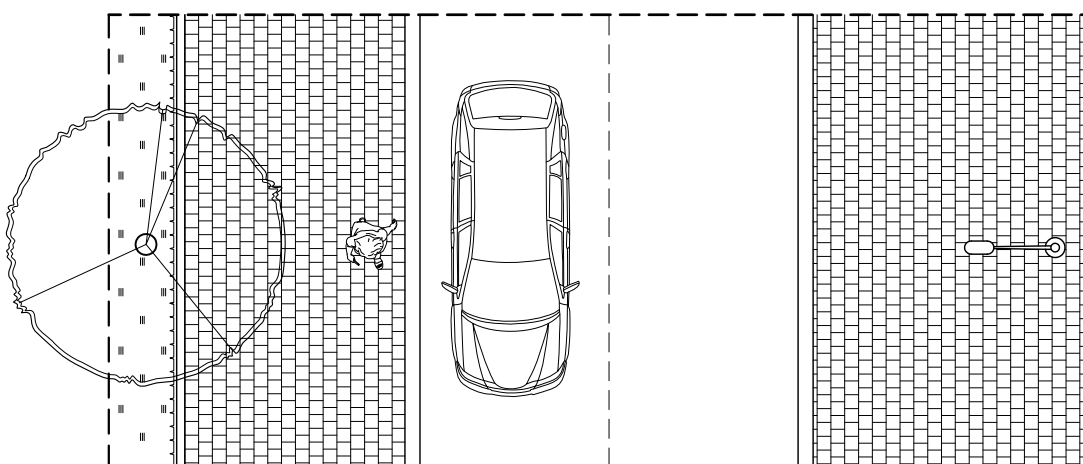
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TA - Drzewa małe (lub średnie kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

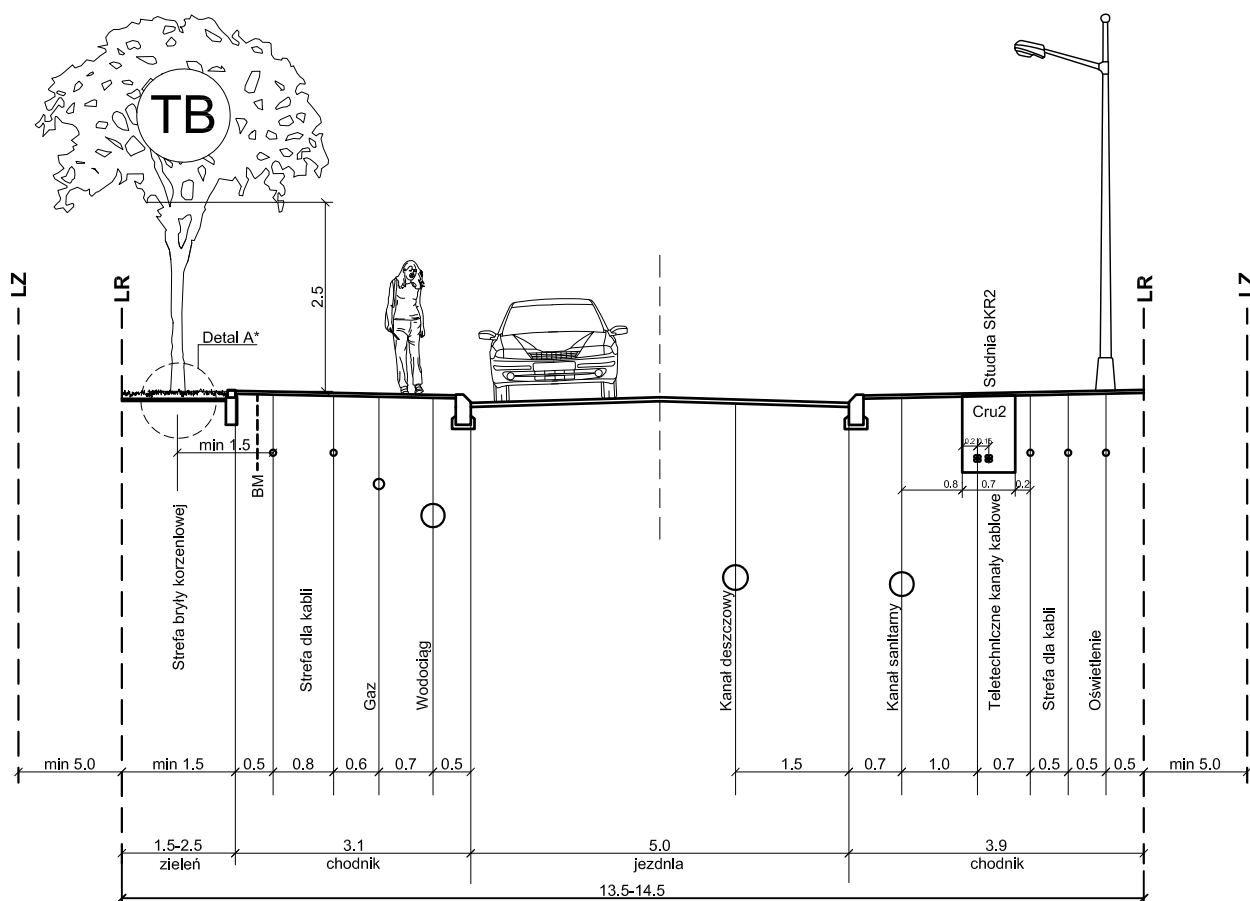
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



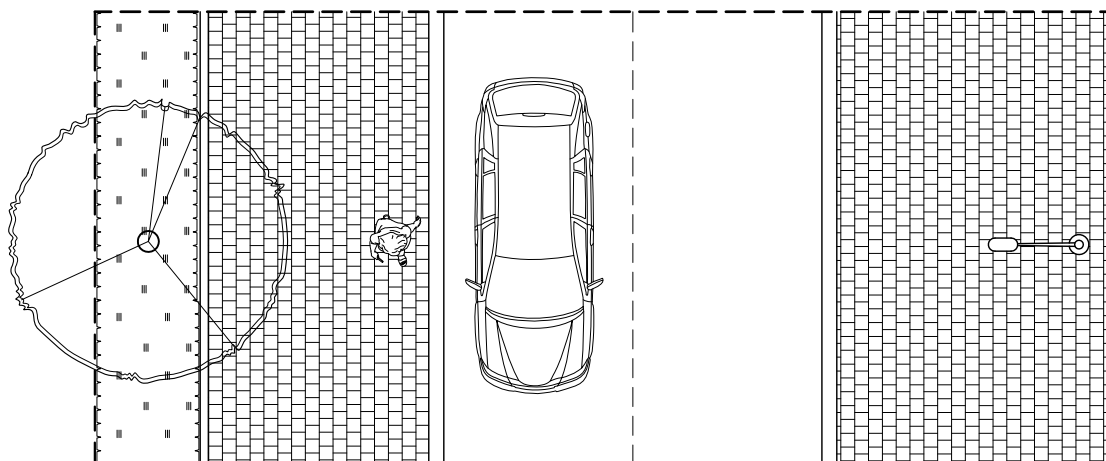
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

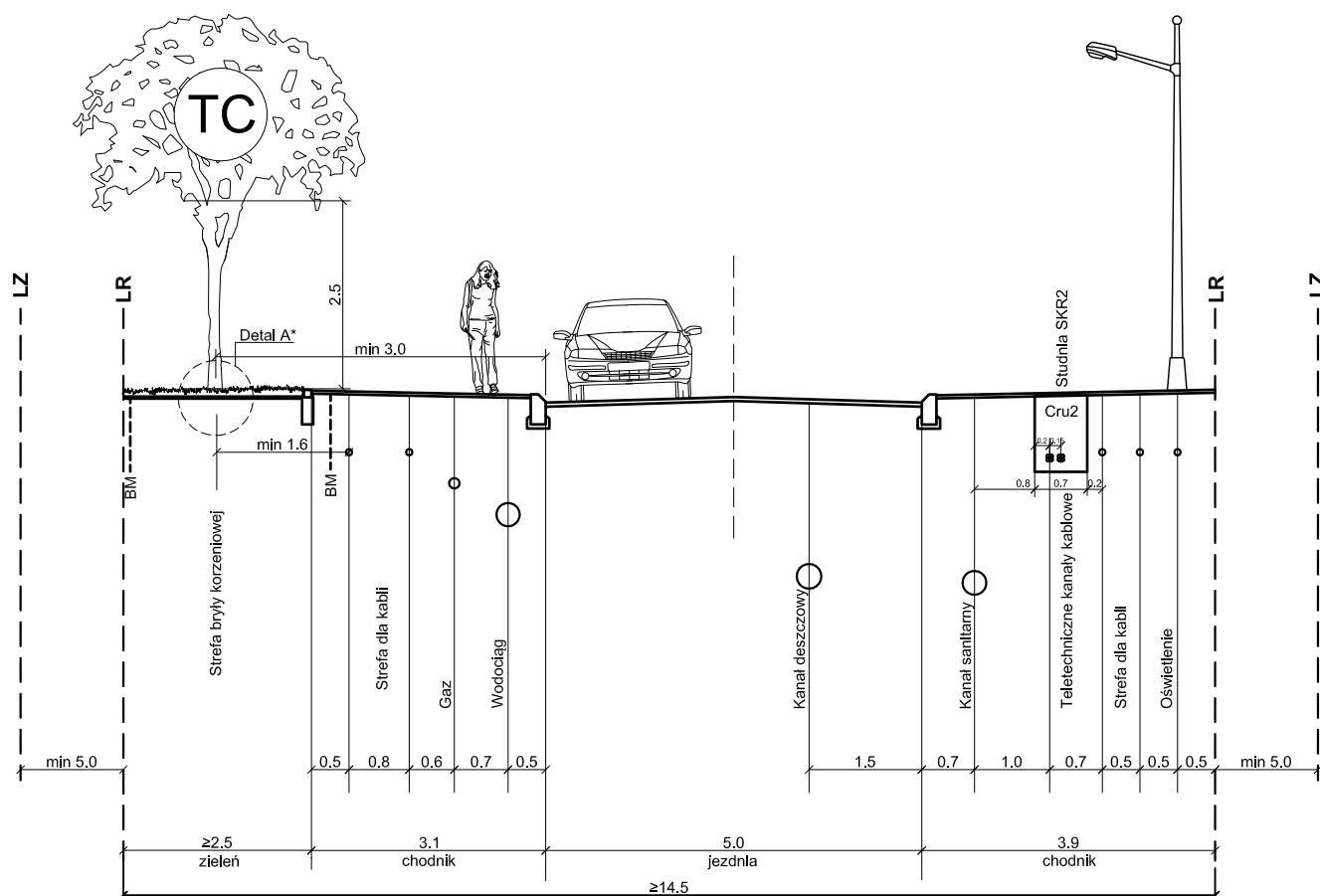
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek głębowych - str. 26

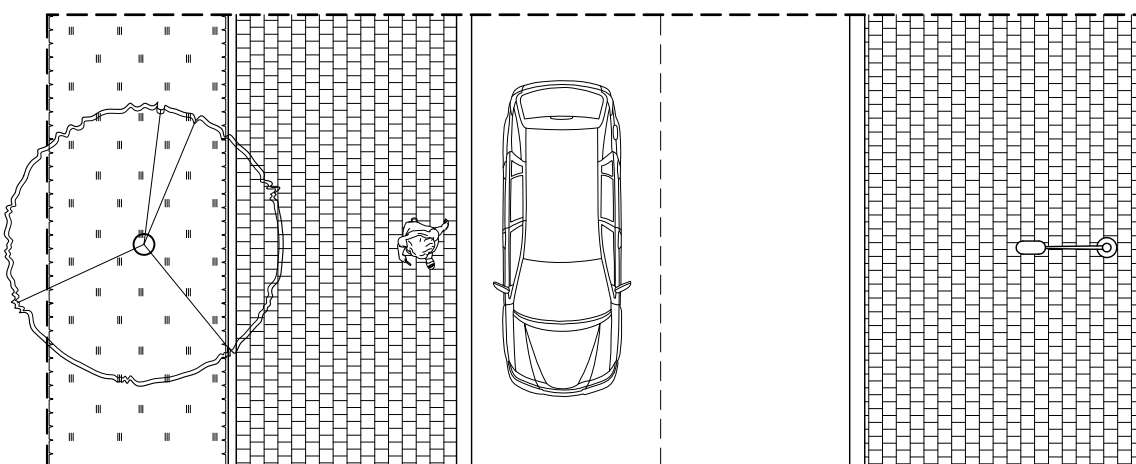
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



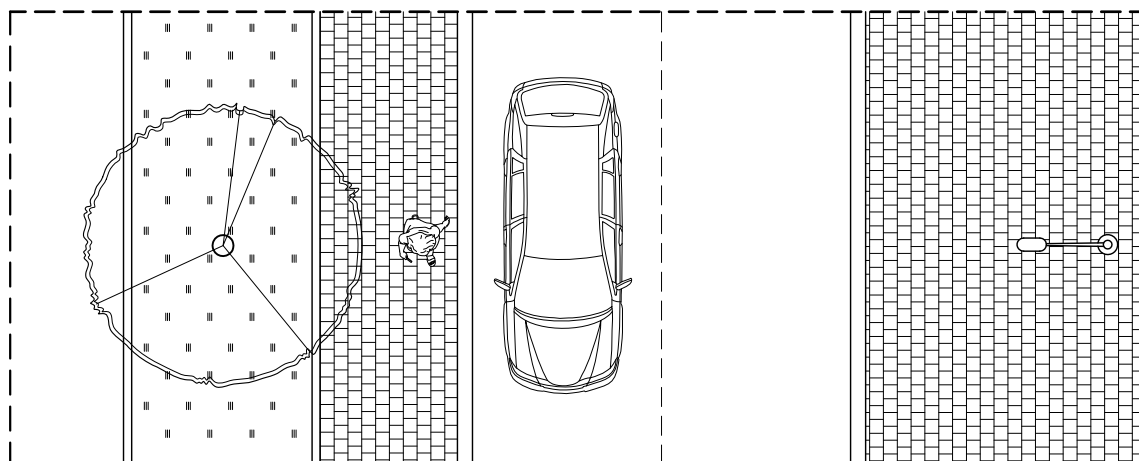
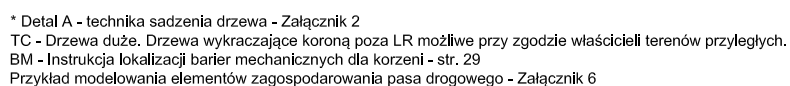
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



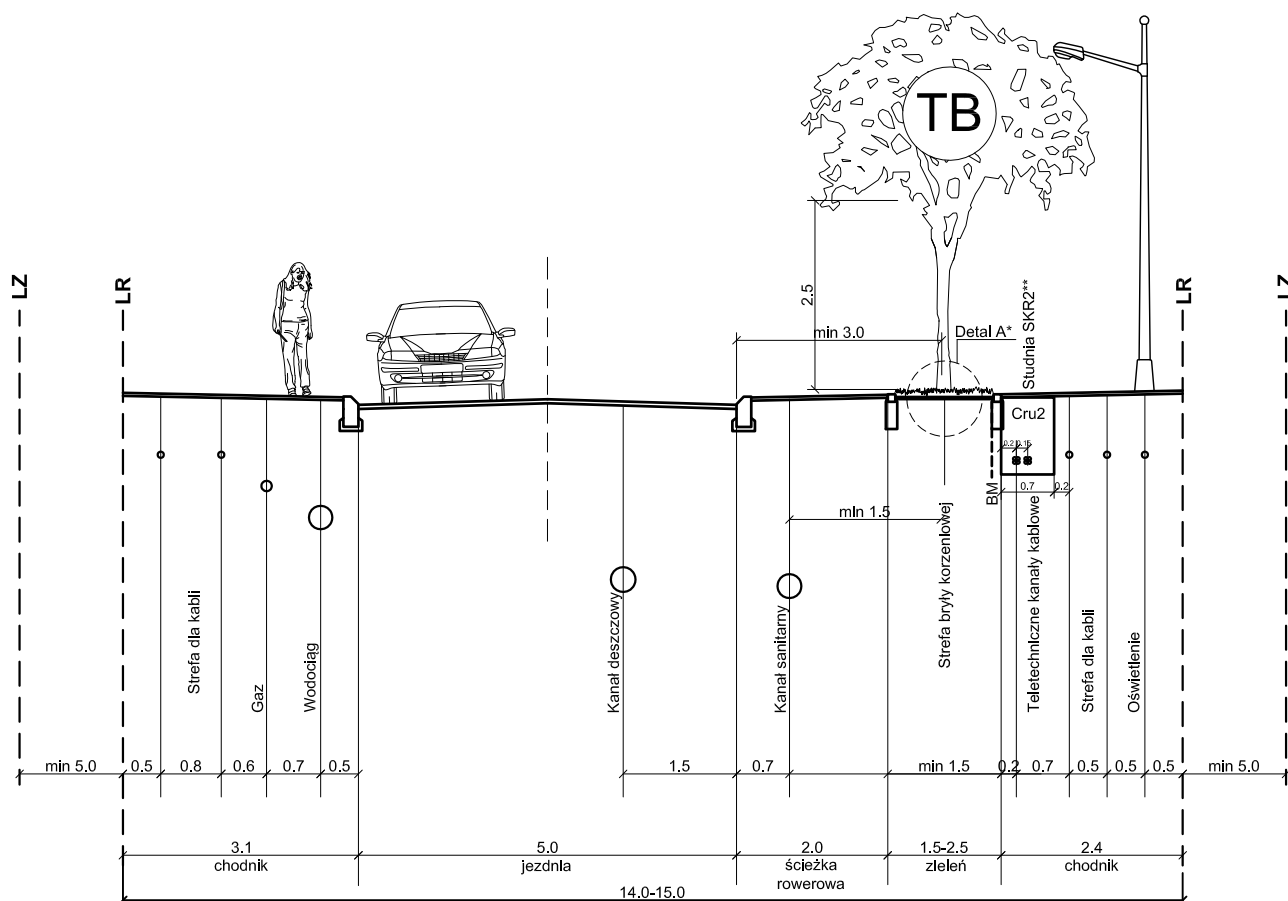
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
 TC - Drzewa duże, Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
 BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29
 Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



D4
W2-TC



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

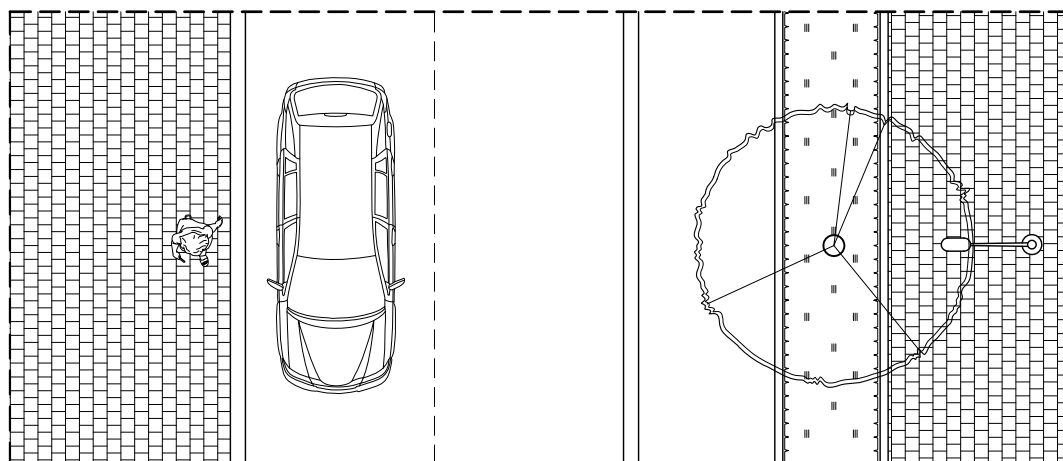
** Studnie SKR2 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

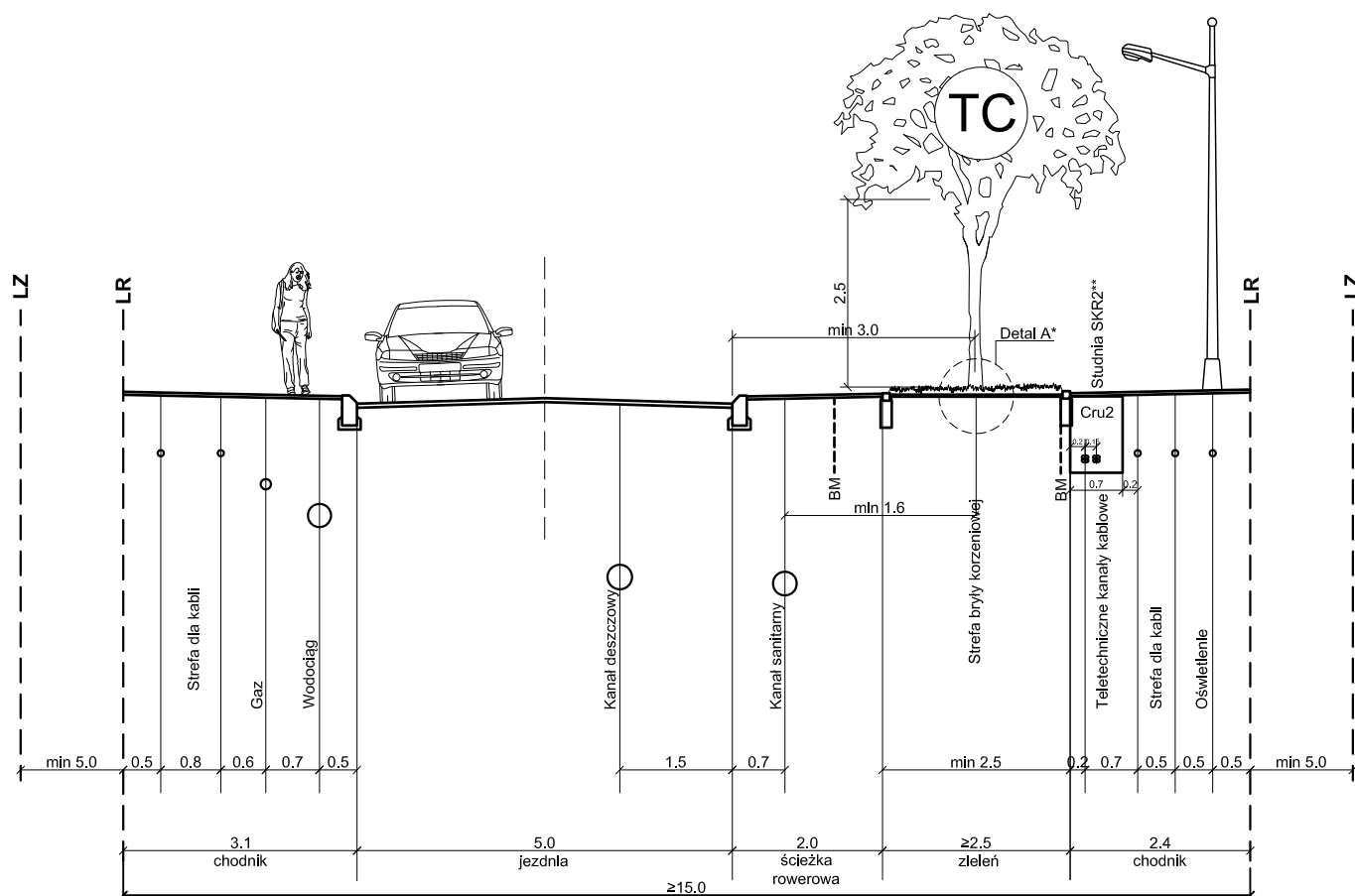
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej



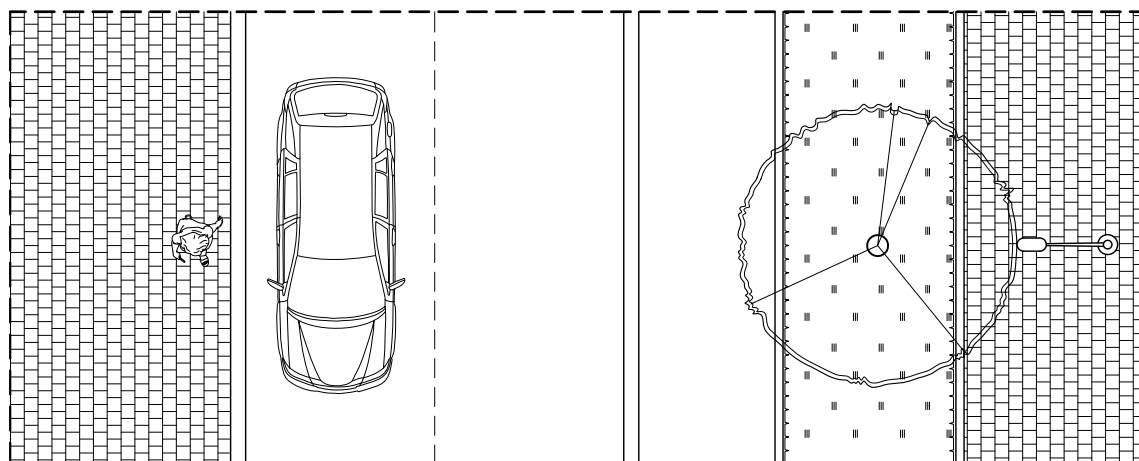
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

** Studnia SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

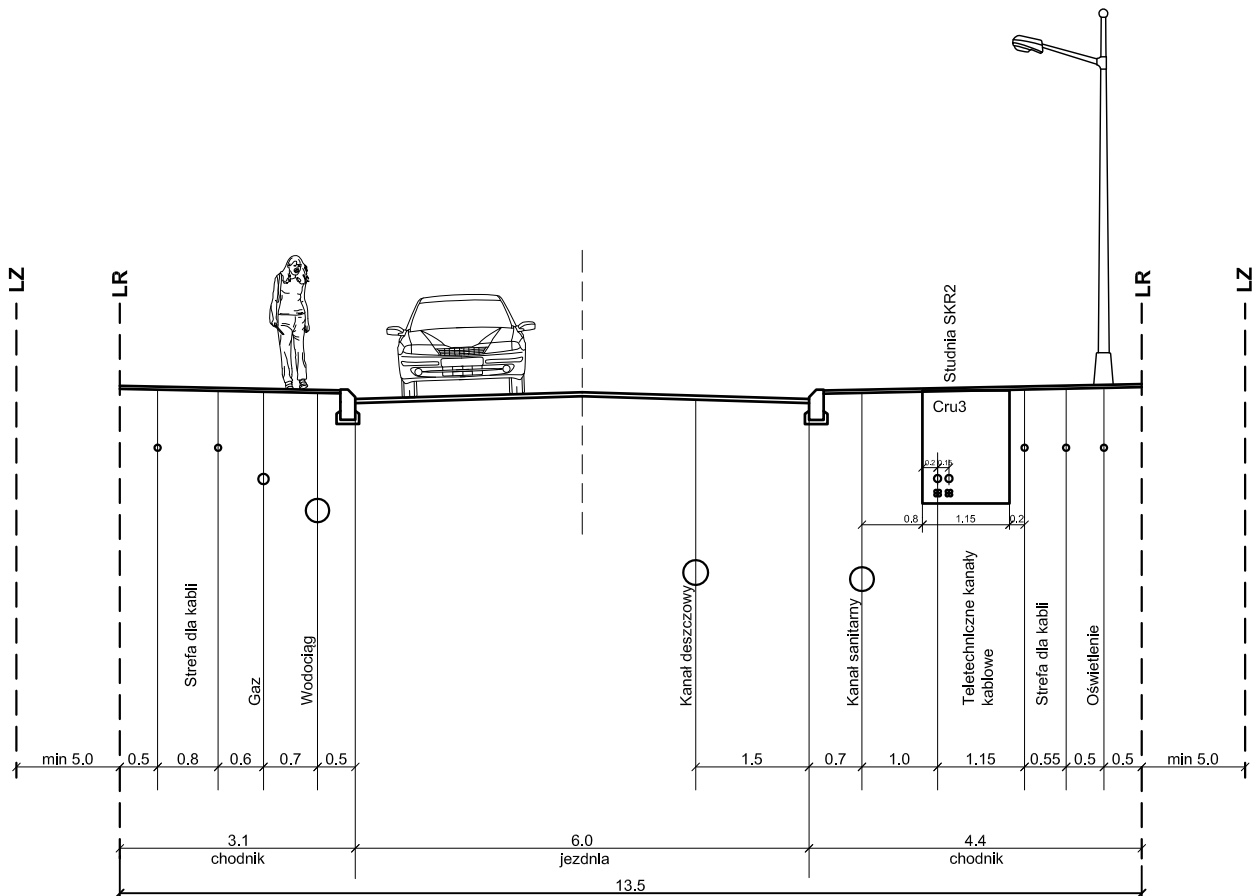
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

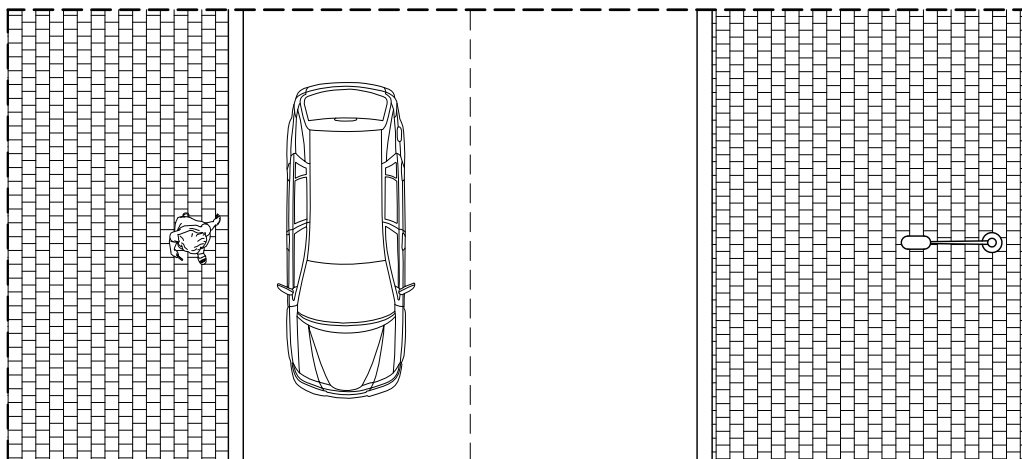


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5

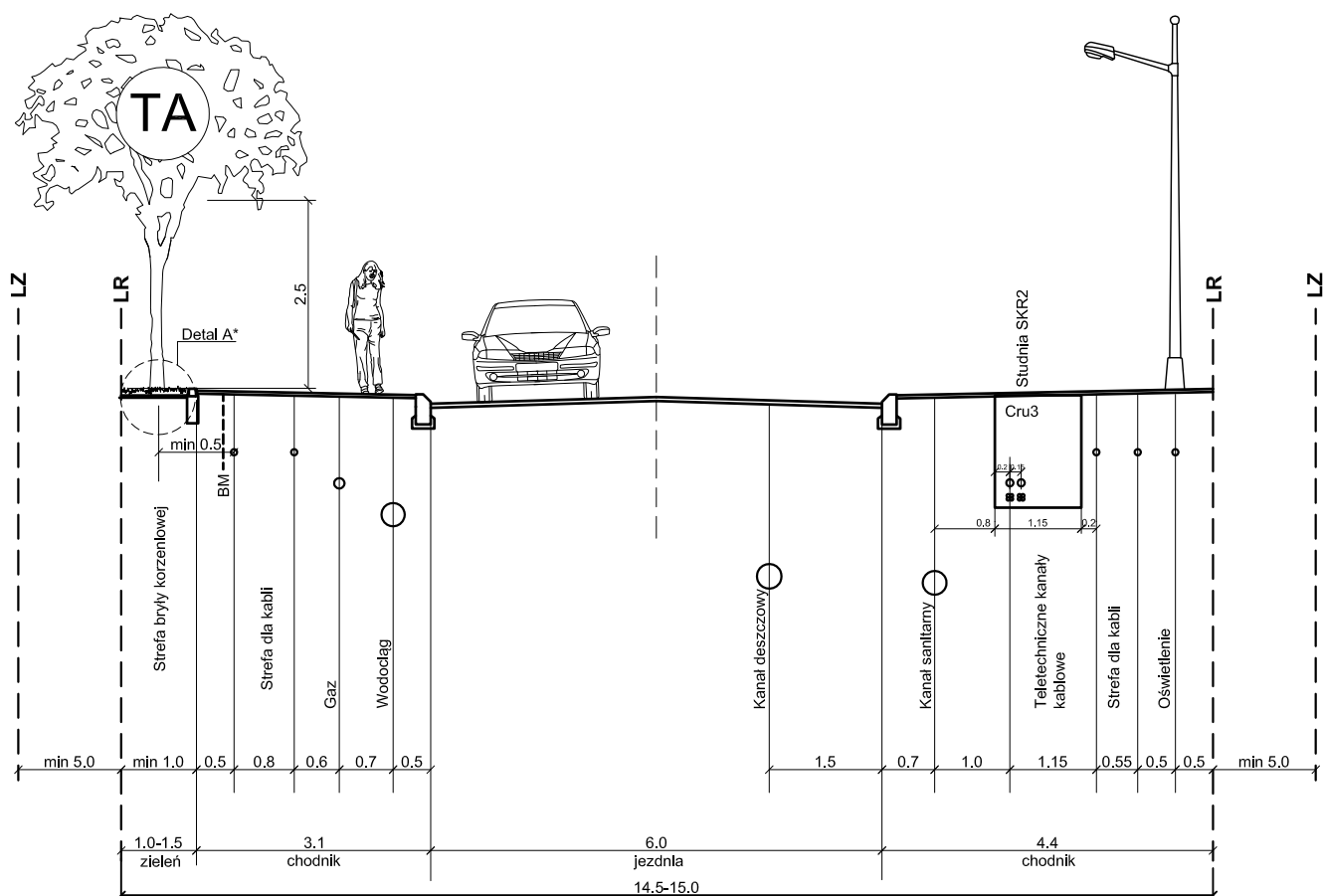


Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5
W1-TA



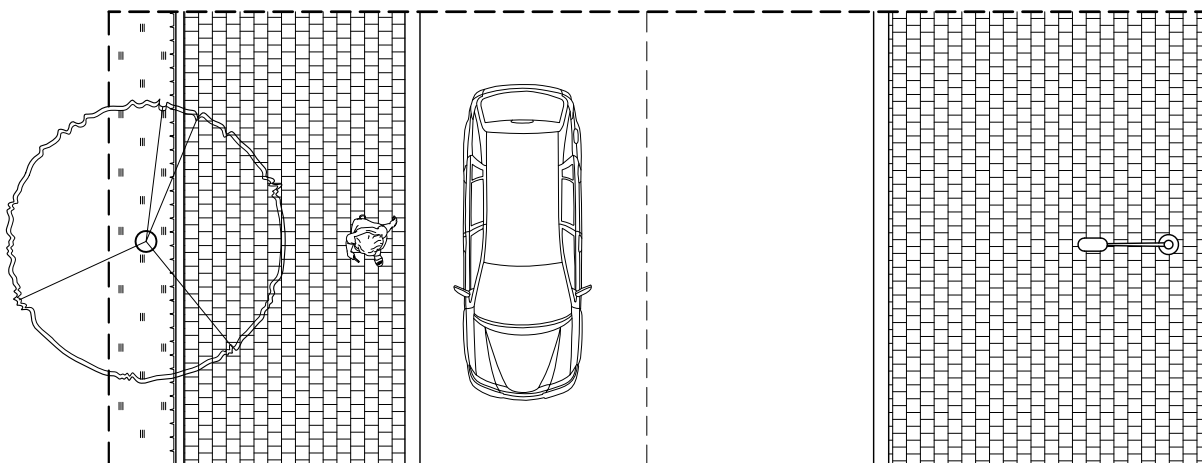
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TA - Drzewa małe (lub średnie kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni -str. 29

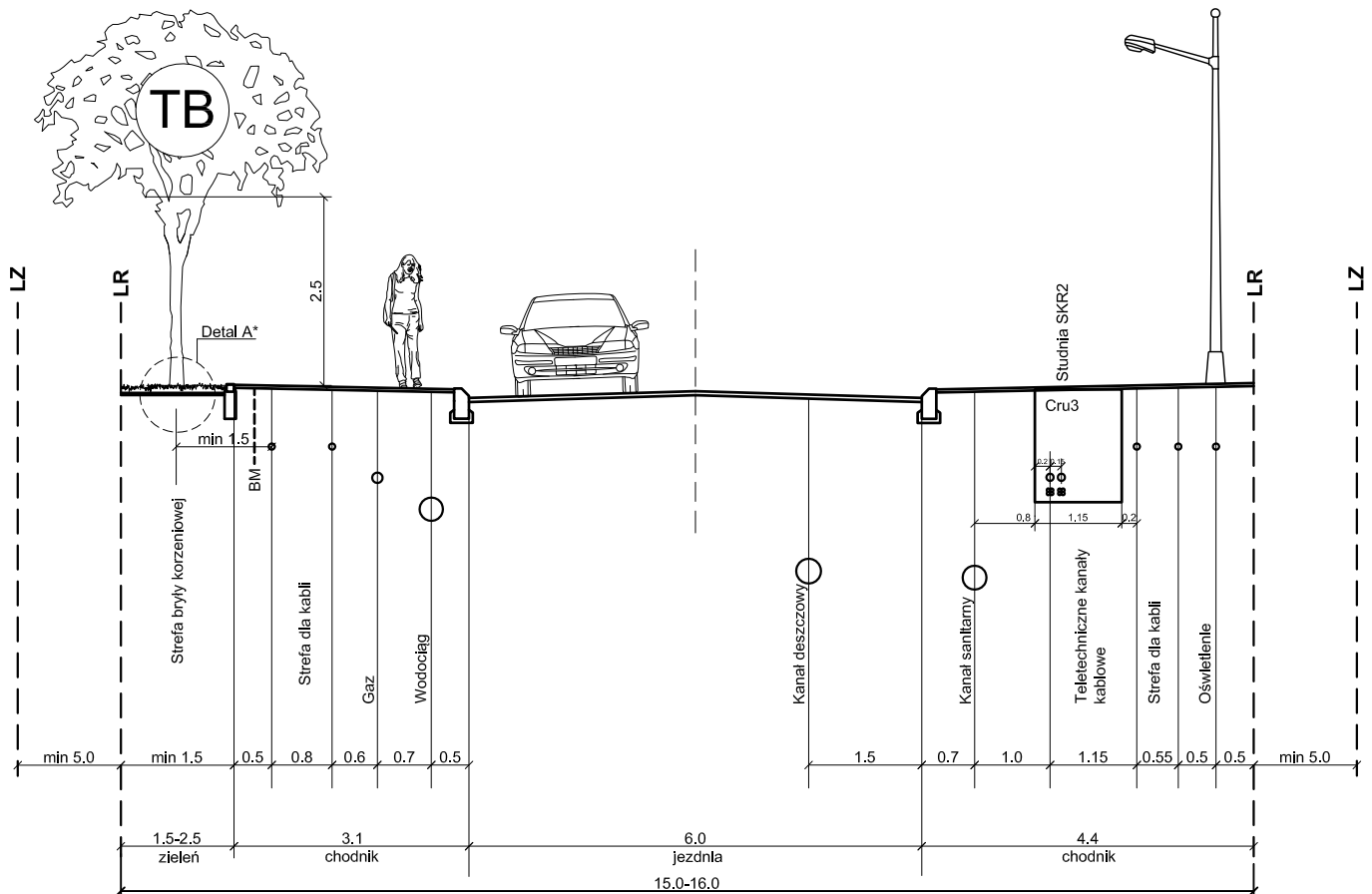
Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych -str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

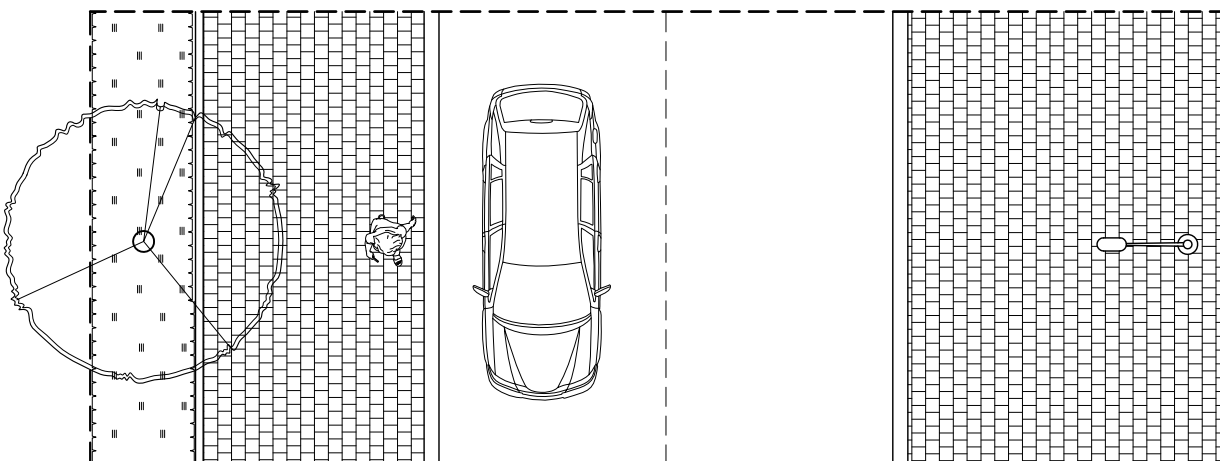


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5
W1-TB

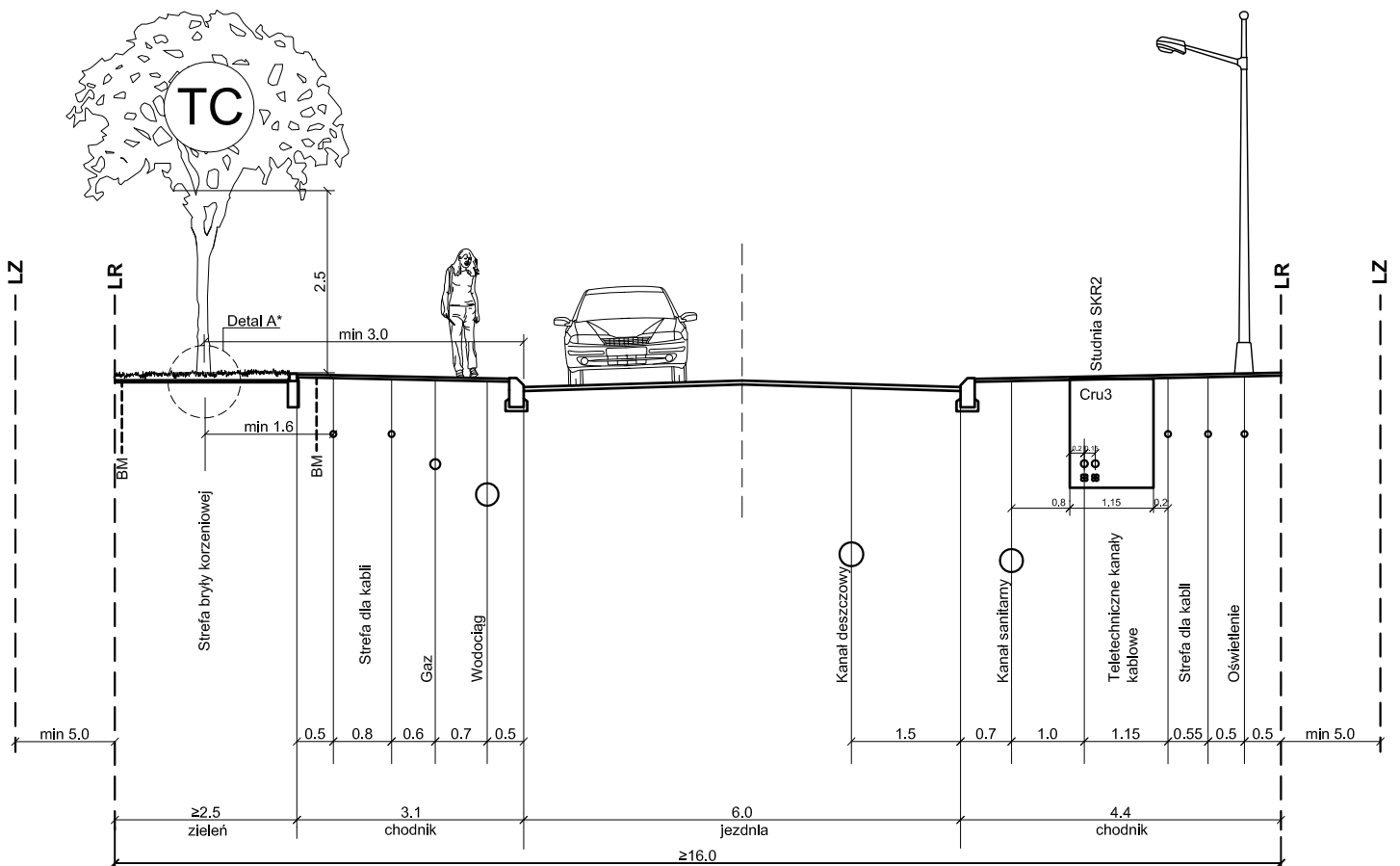


* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni -str. 29
Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych -str. 26
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

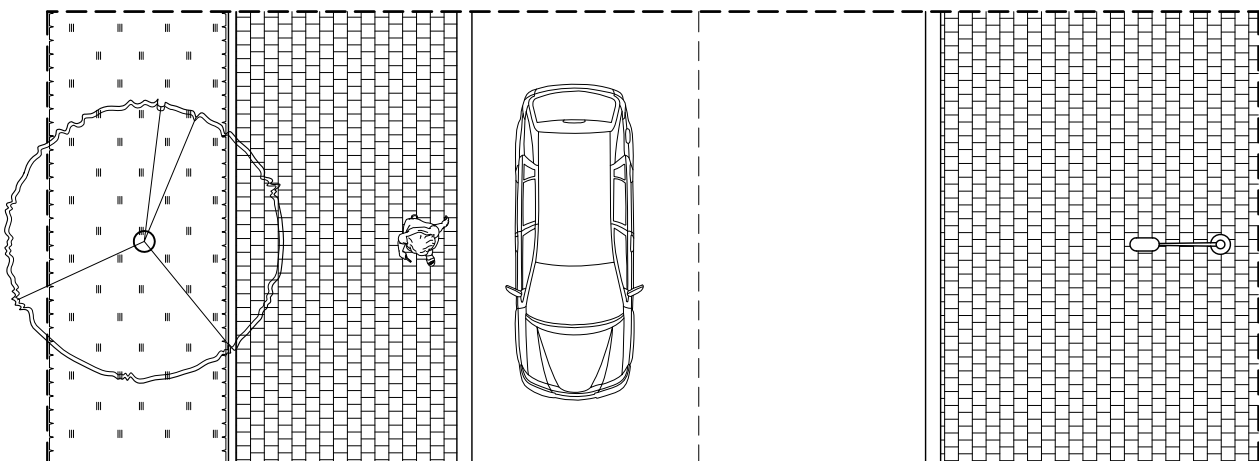


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

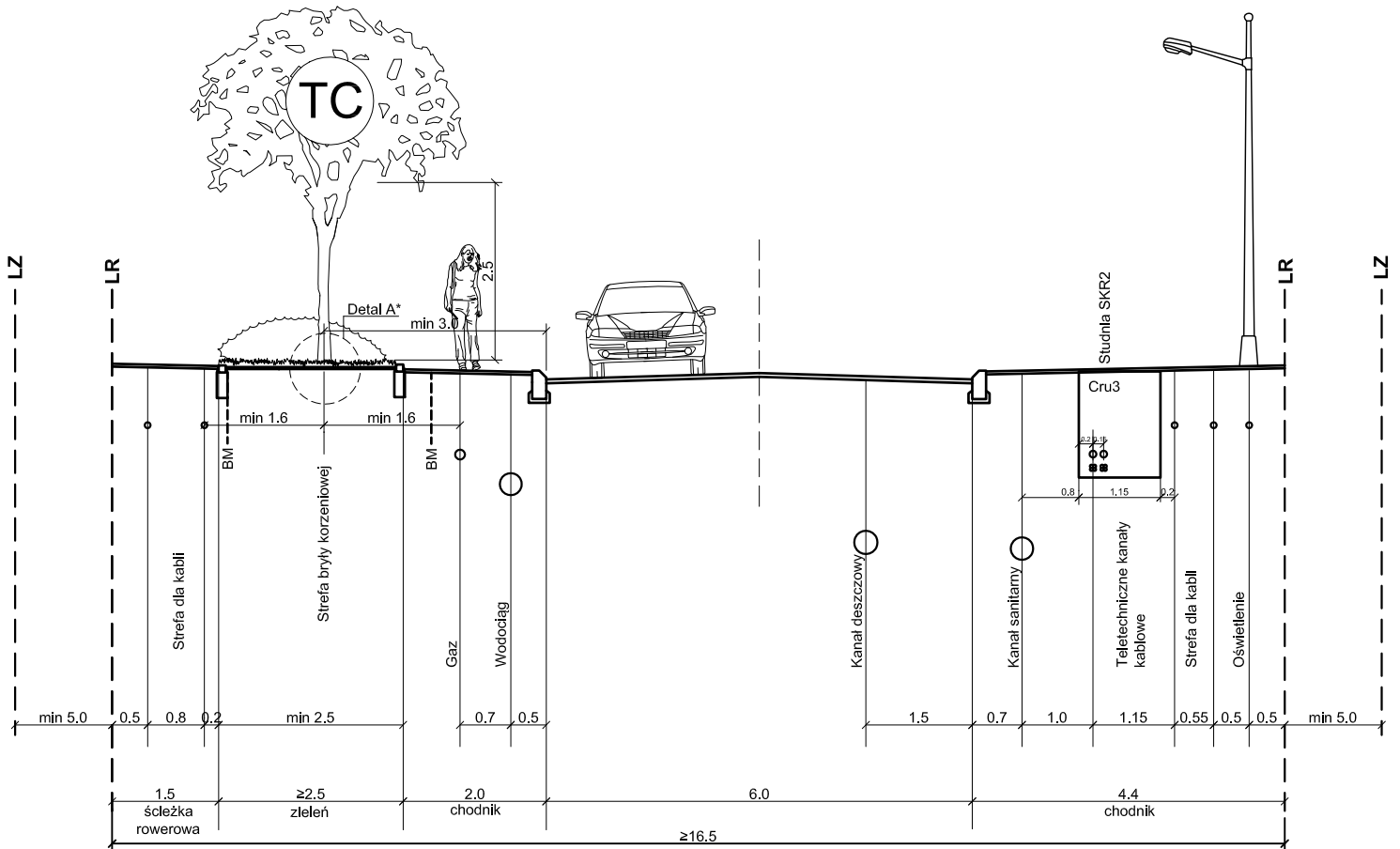
D5
W1-TC



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej



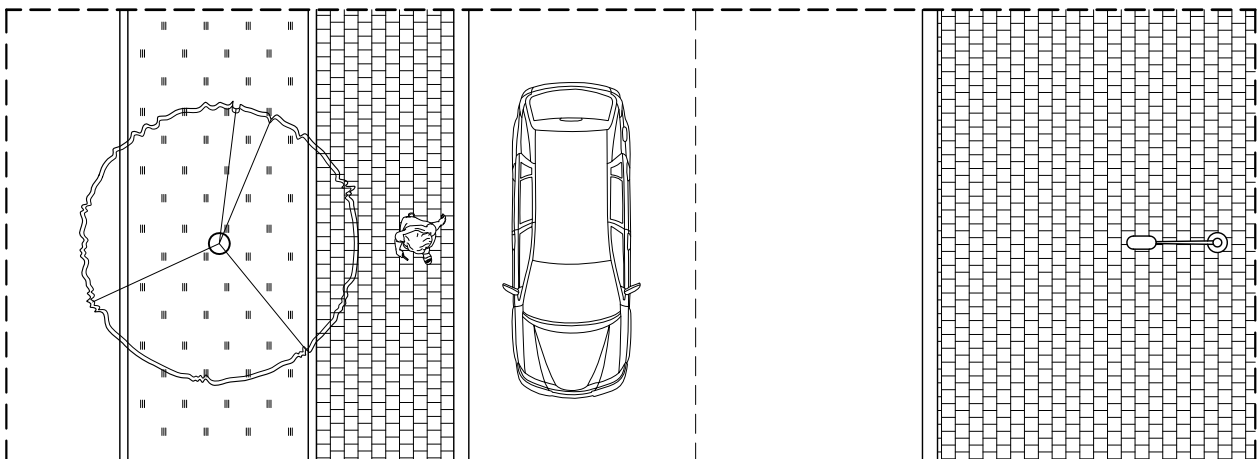
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

** Studnie SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

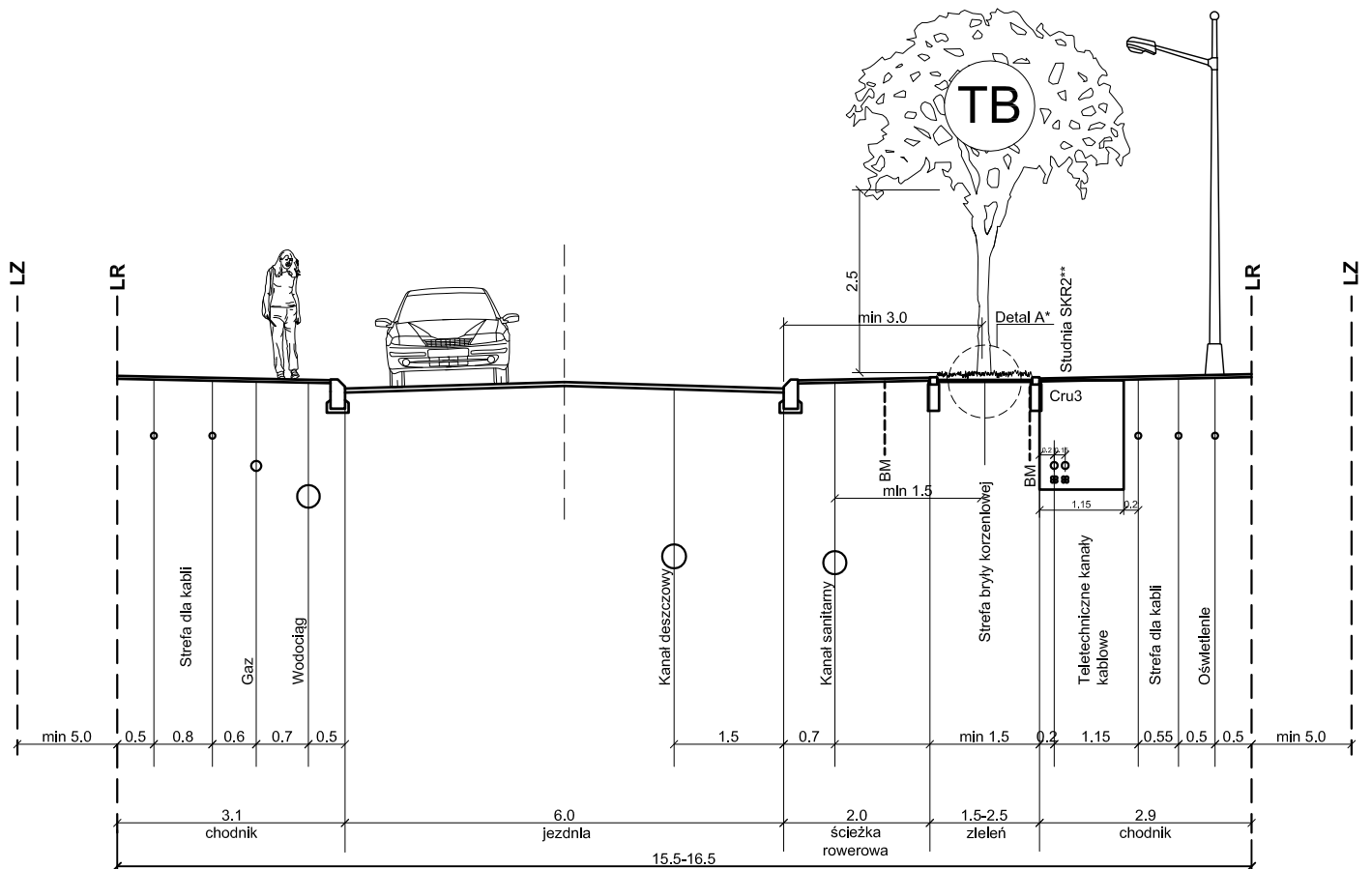
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

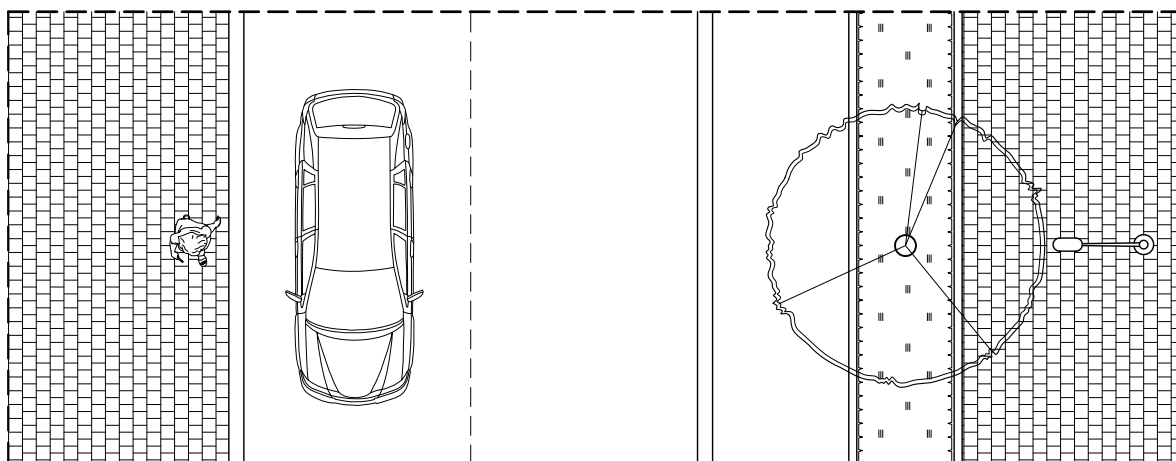
** Studnie SKR2 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

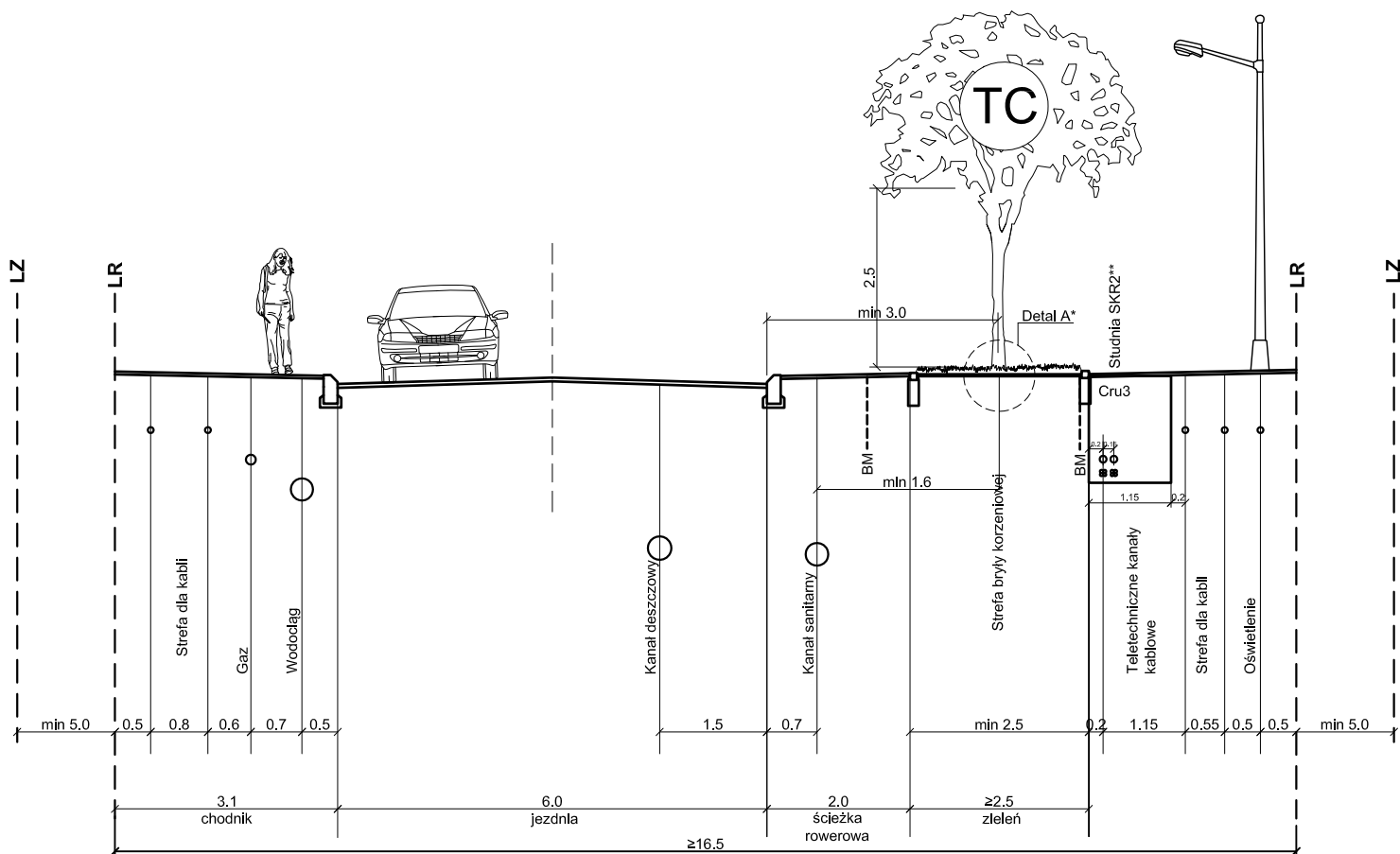
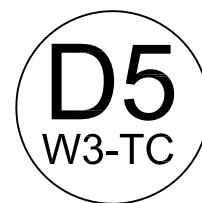
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej



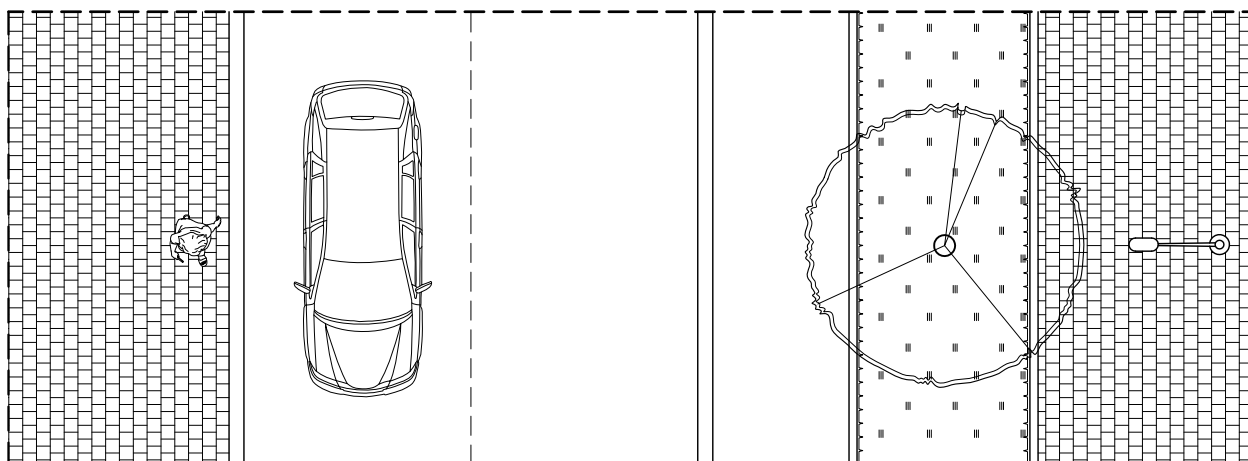
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

** Studnie SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

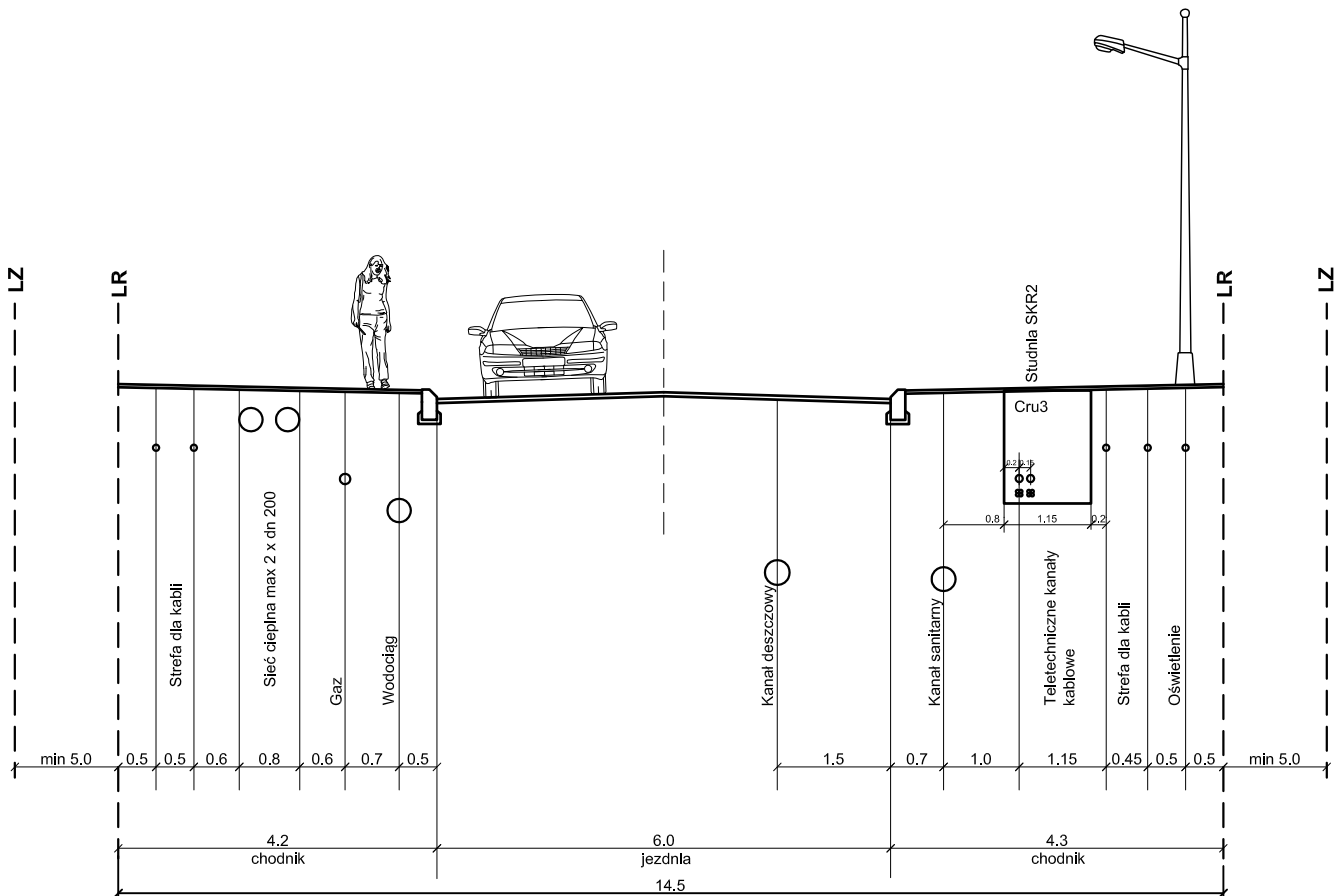
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

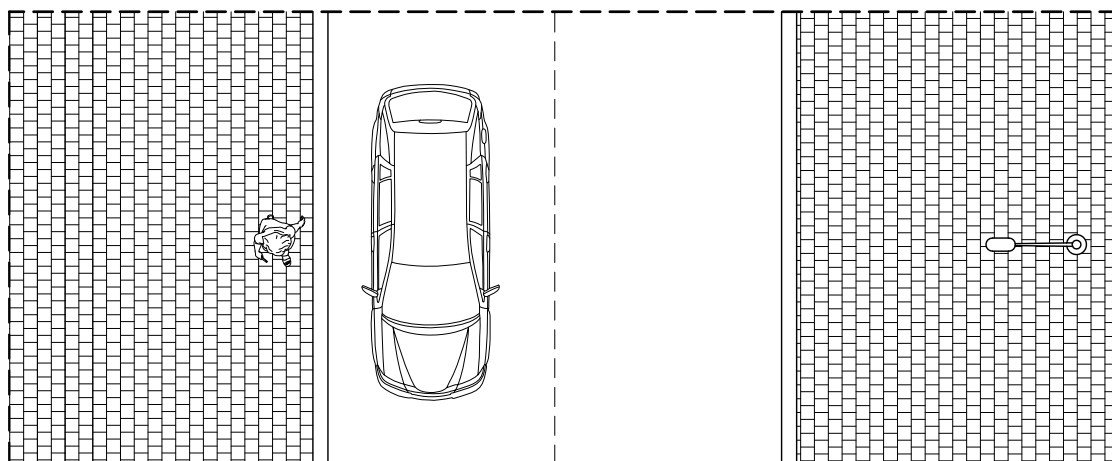


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

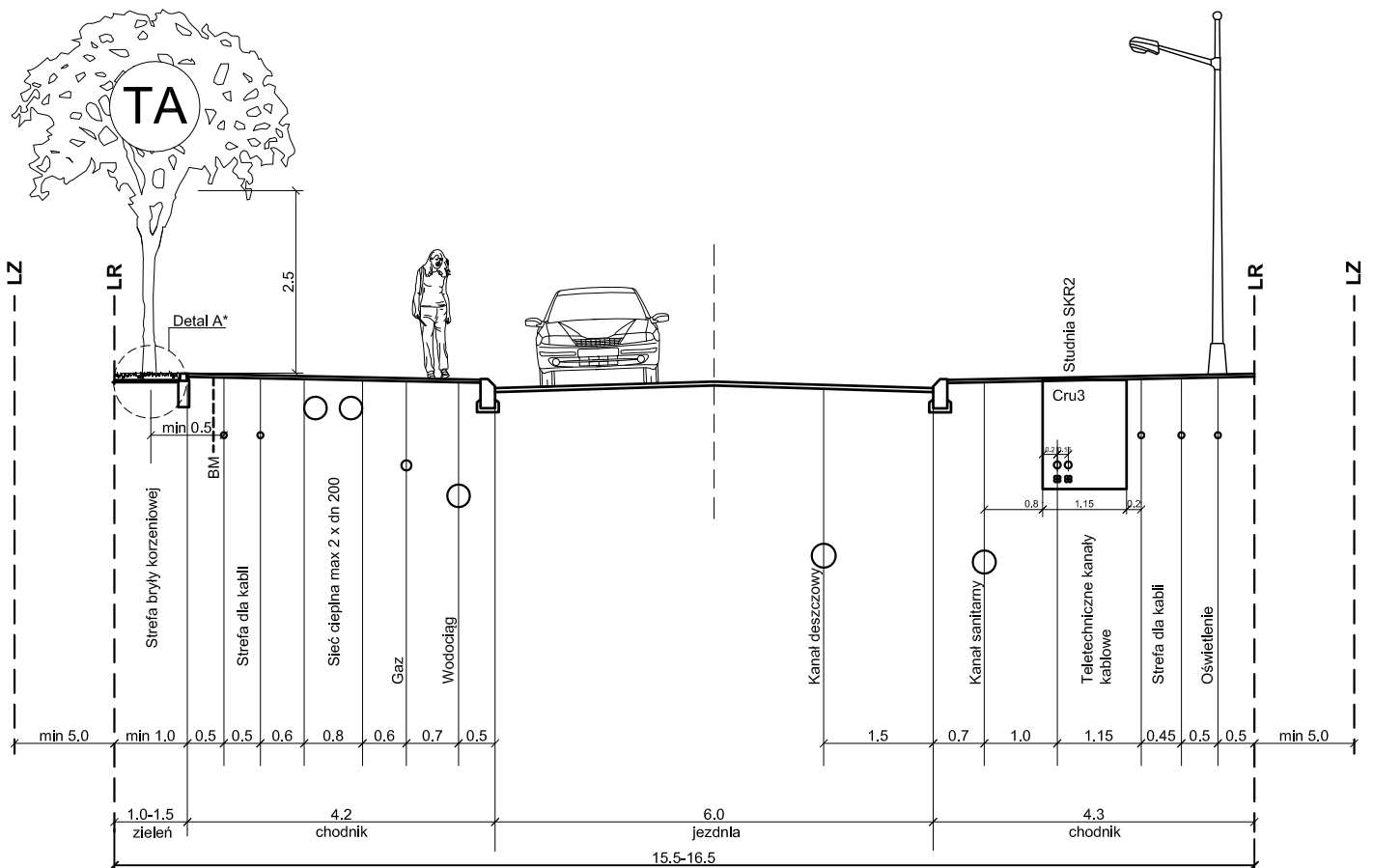
D5A



Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej



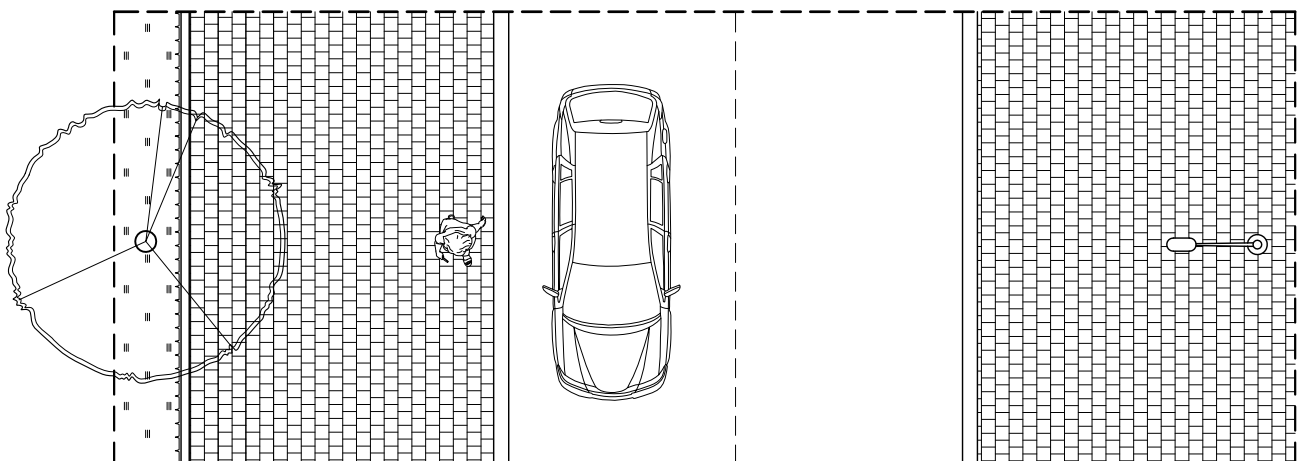
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TA - Drzewa małe (lub średnie kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

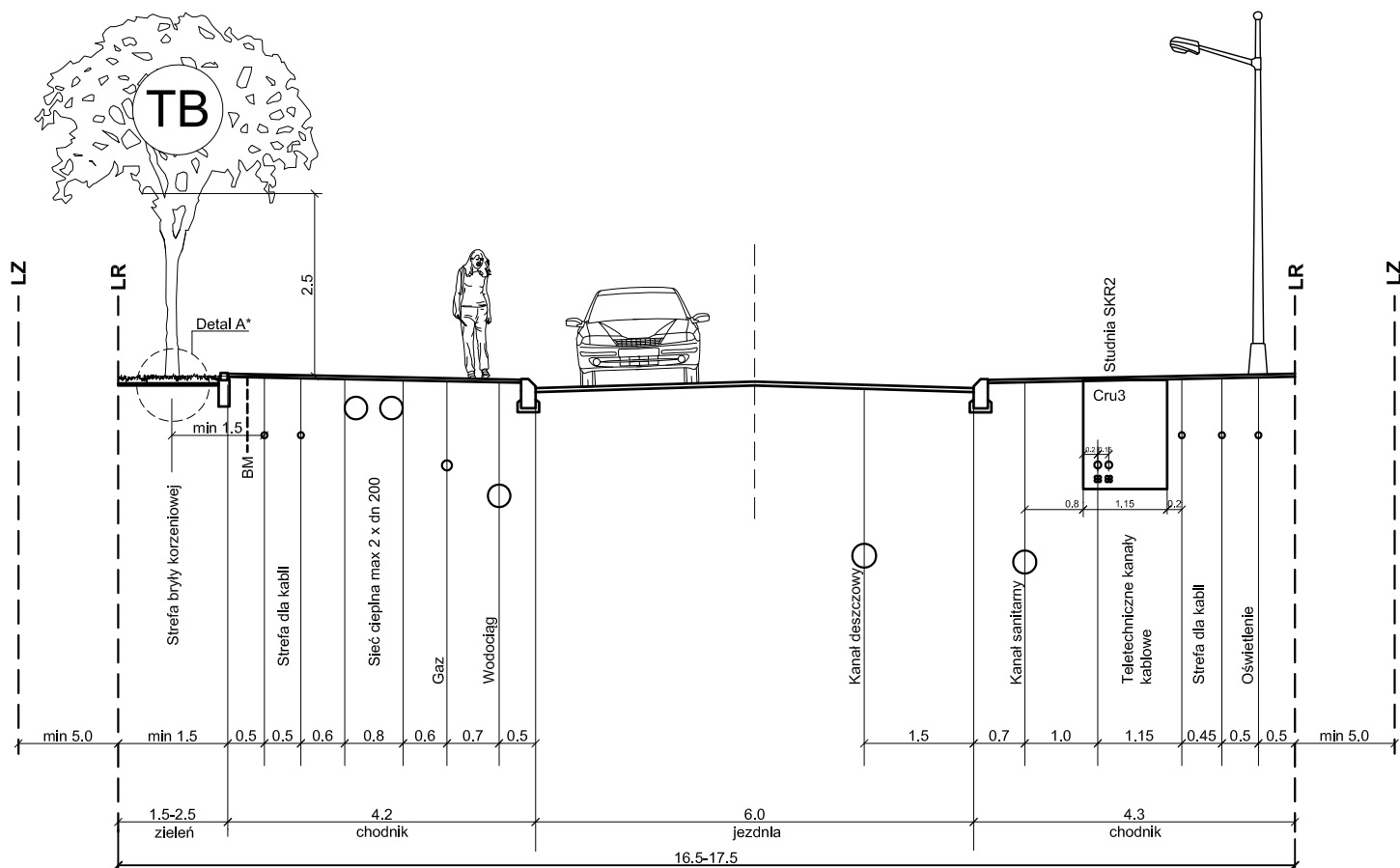
Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5A
W1-TB



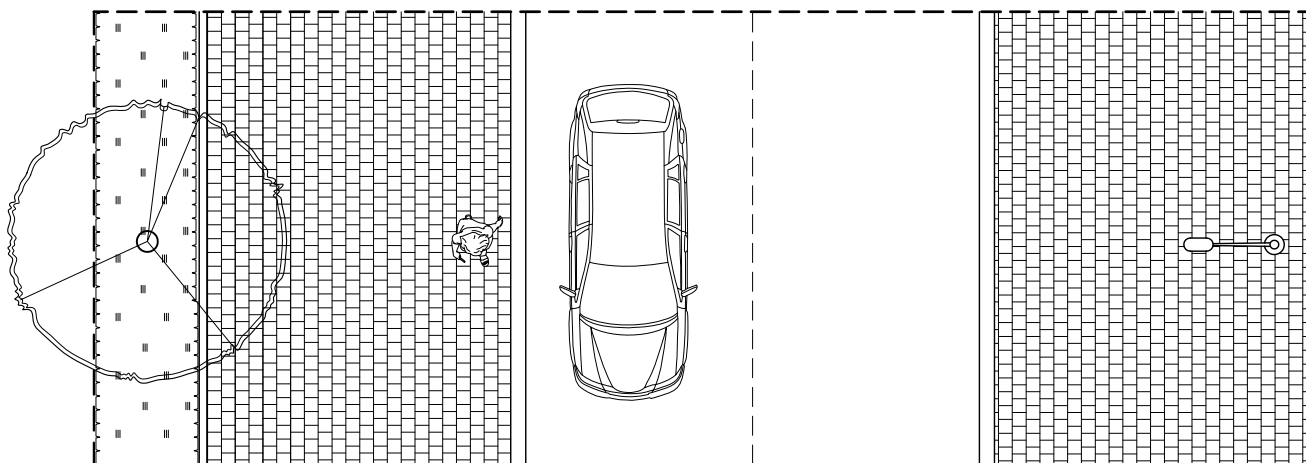
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

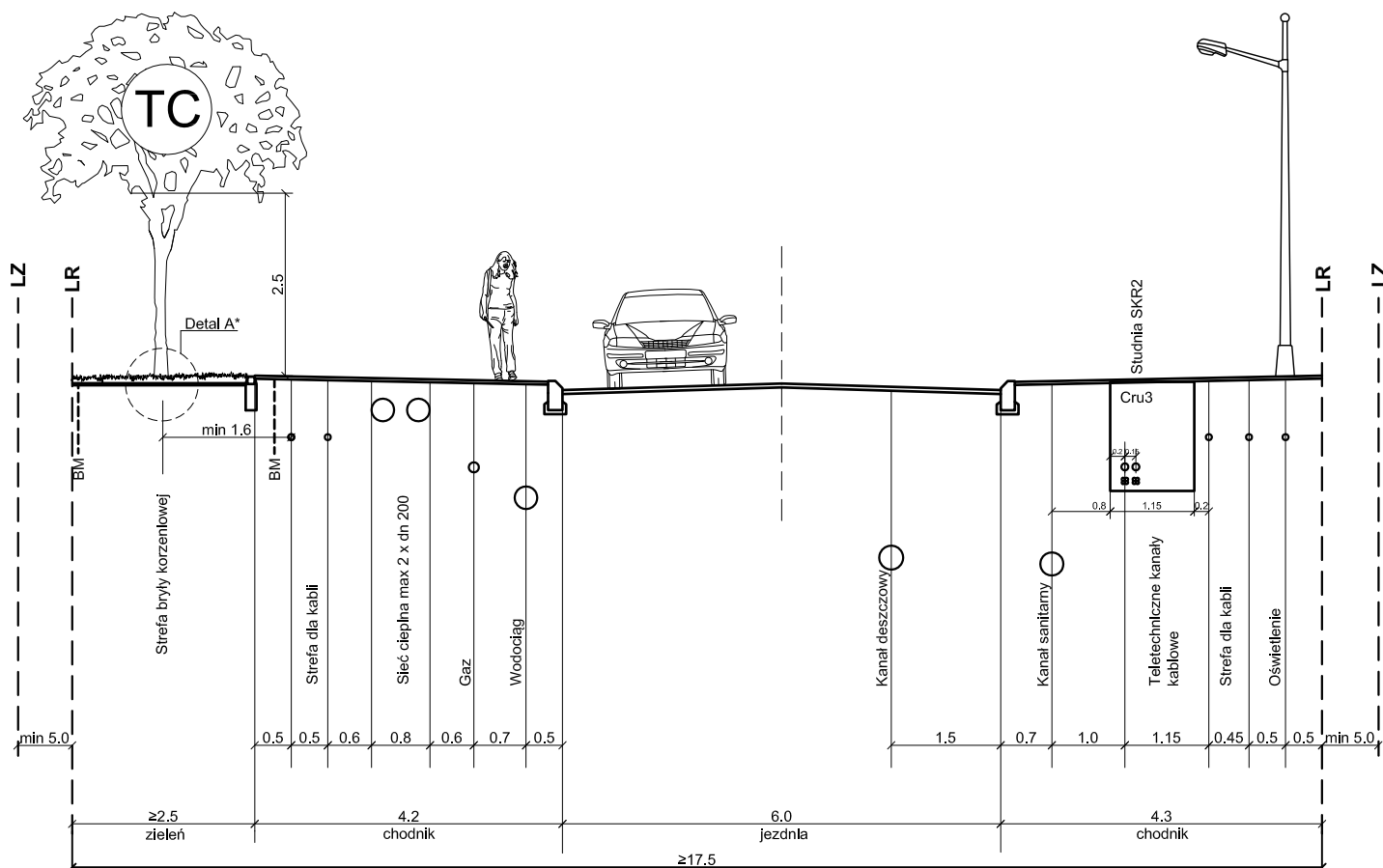
Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5A
W1-TC

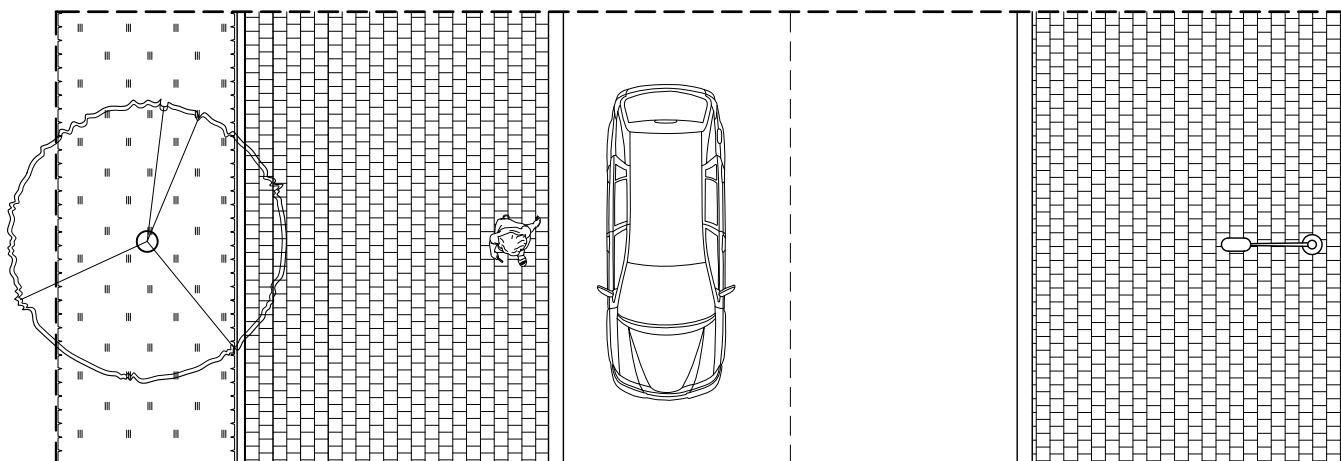


* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

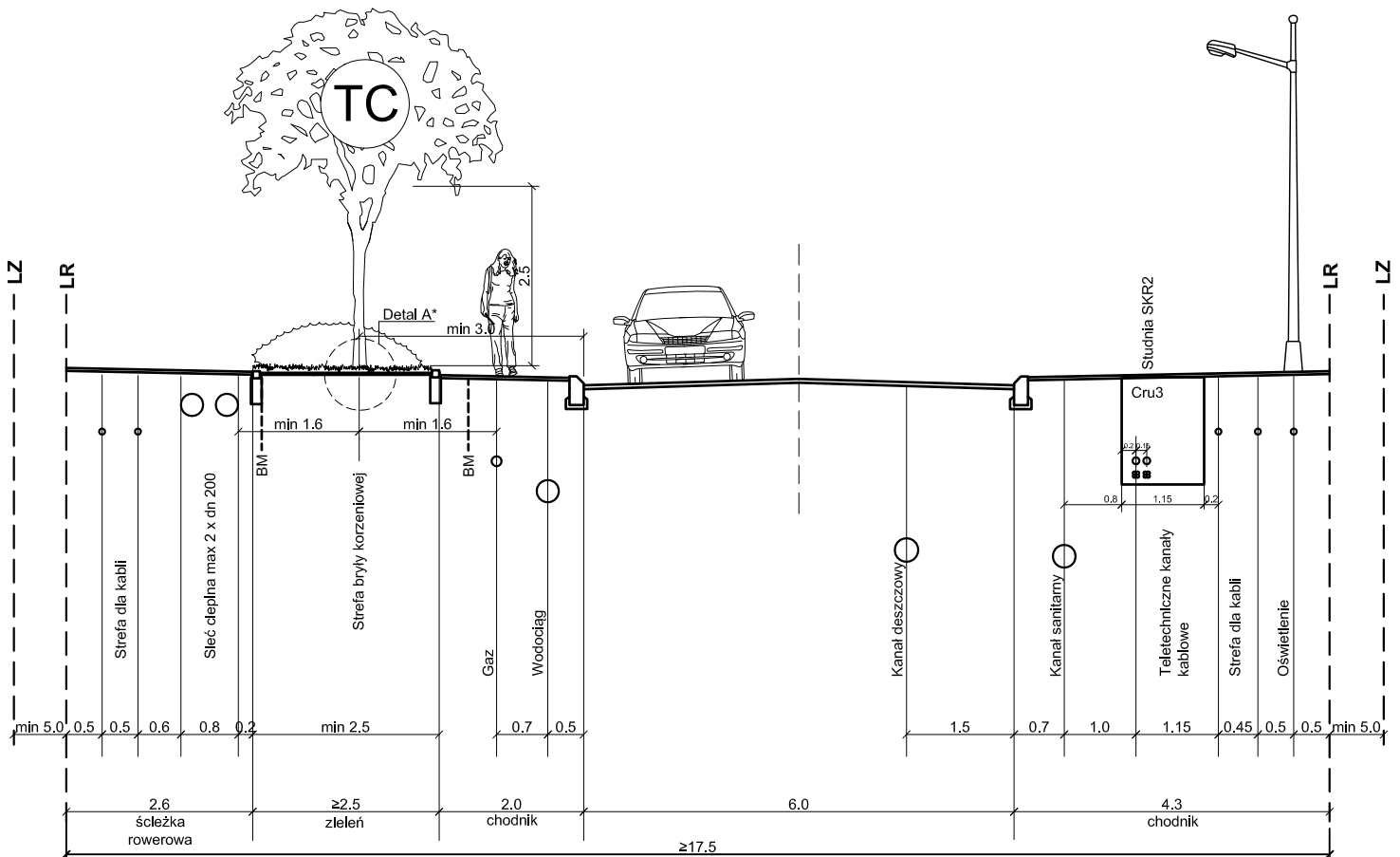
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5A
W2-TC



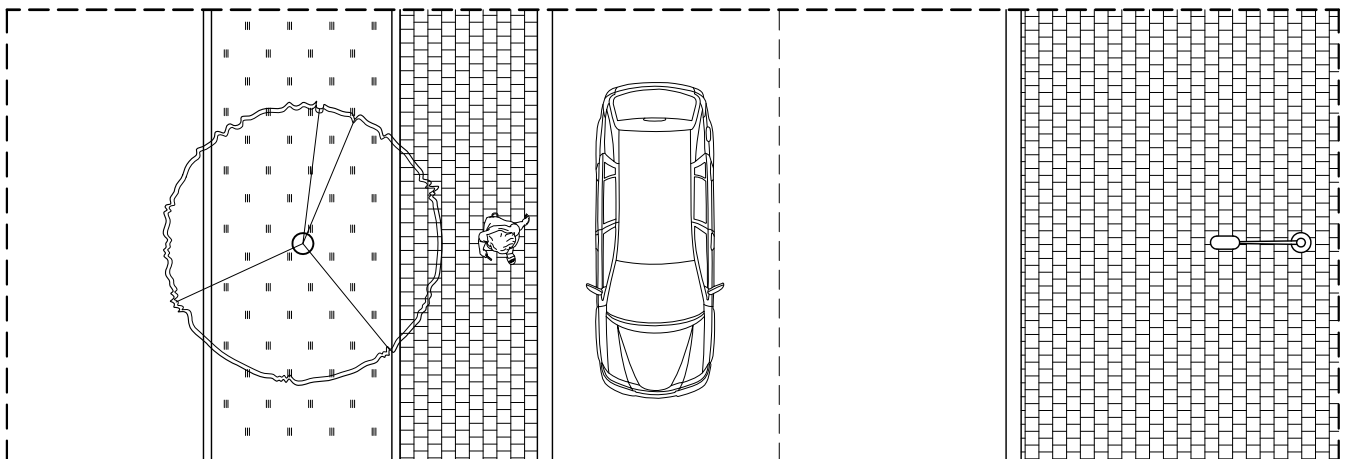
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

** Studnie SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

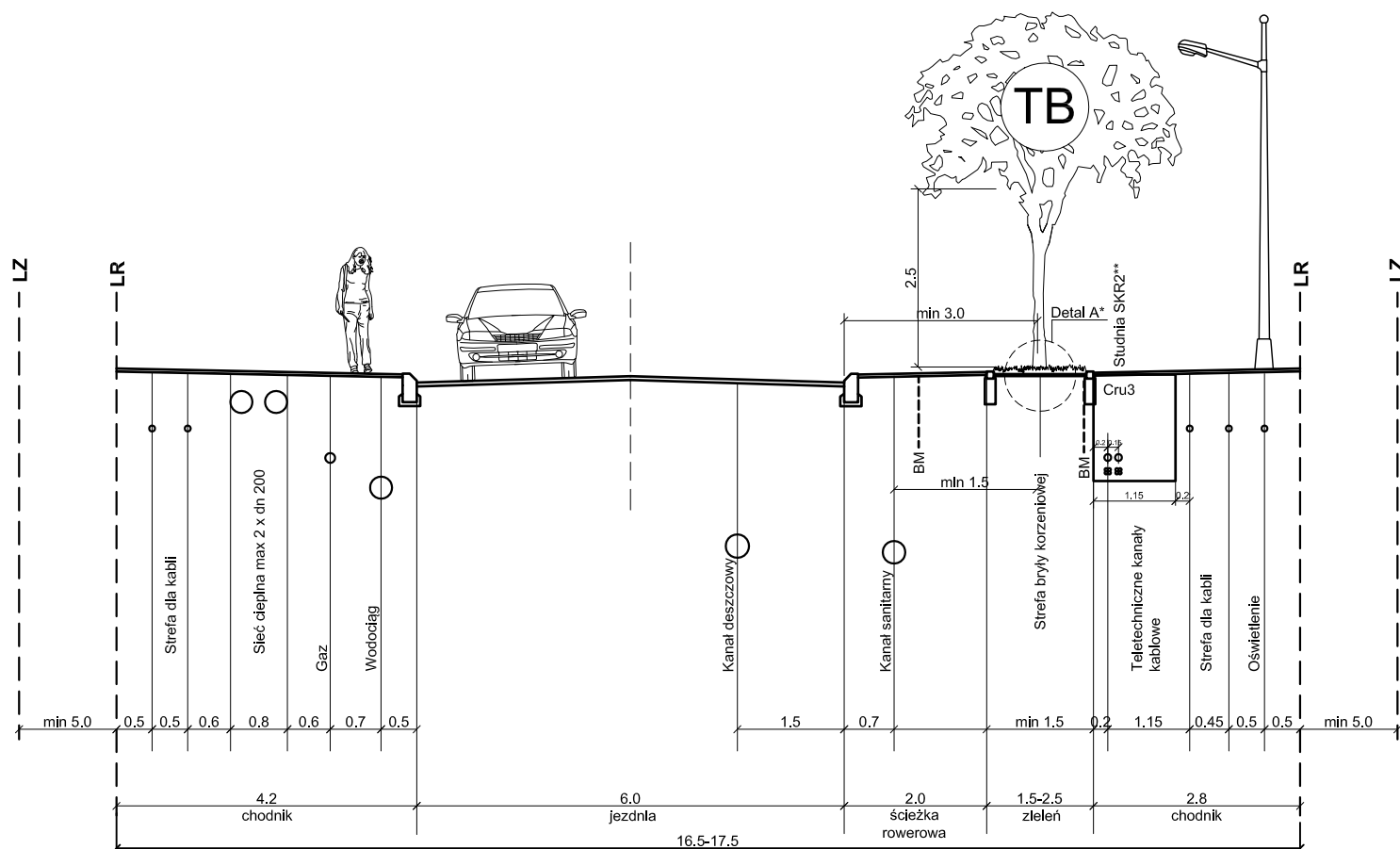
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5A
W3-TB



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

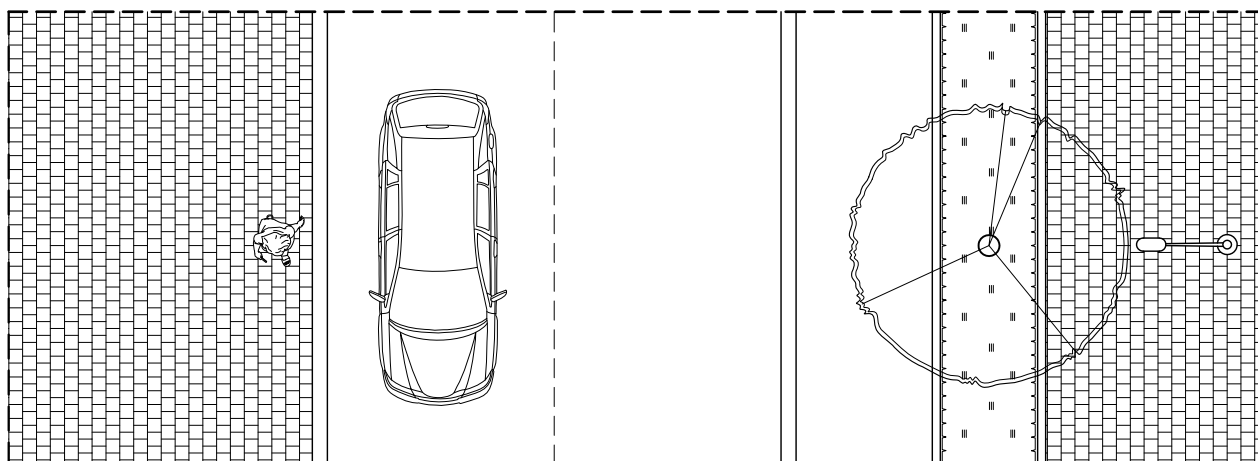
** Studnie SKR2 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

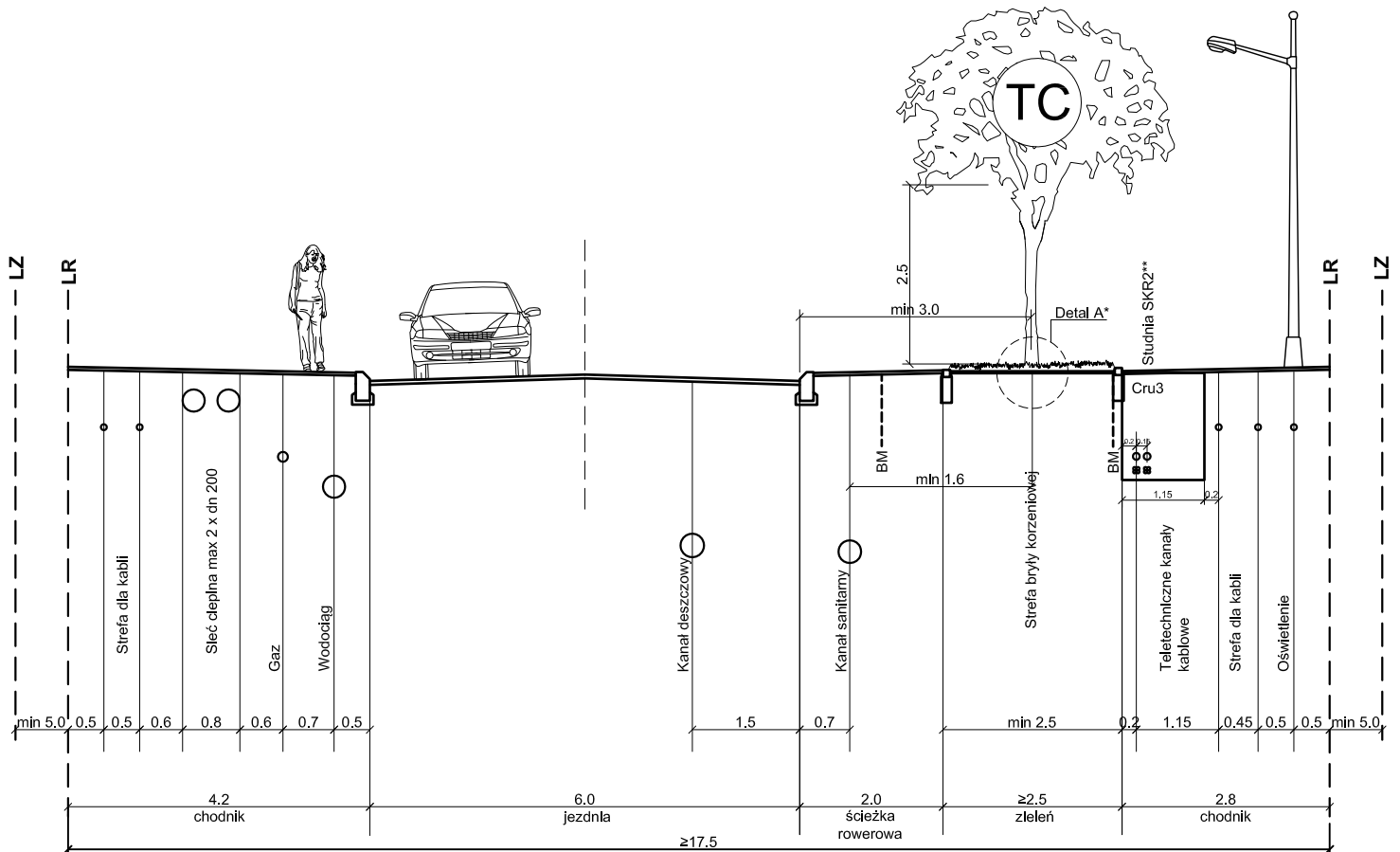
Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów aktywności gospodarczej oraz dla terenów
zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej/jednorodzinnej

D5A
W3-TC



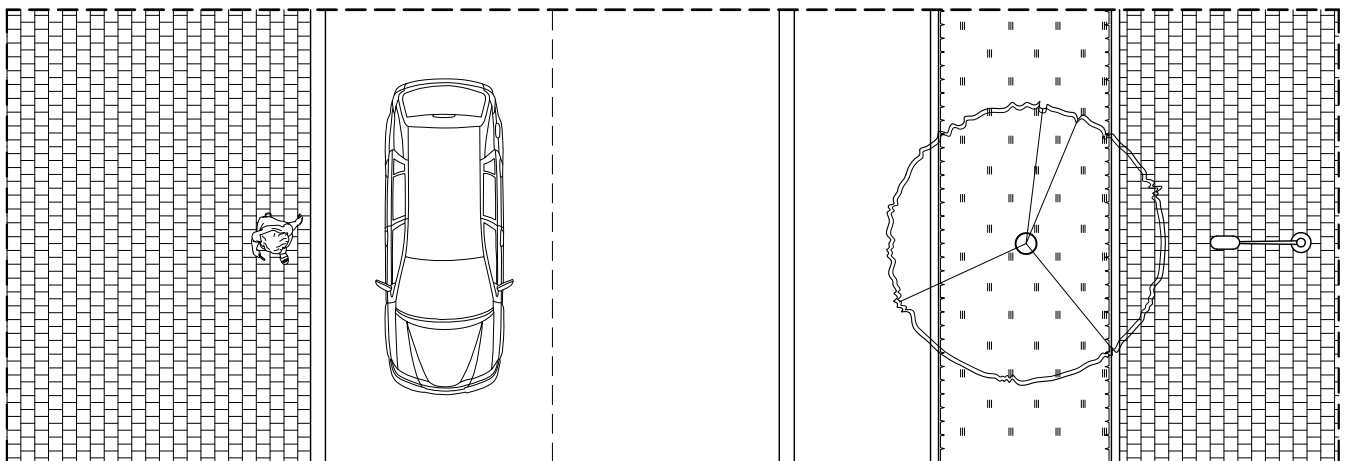
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

** Studnia SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

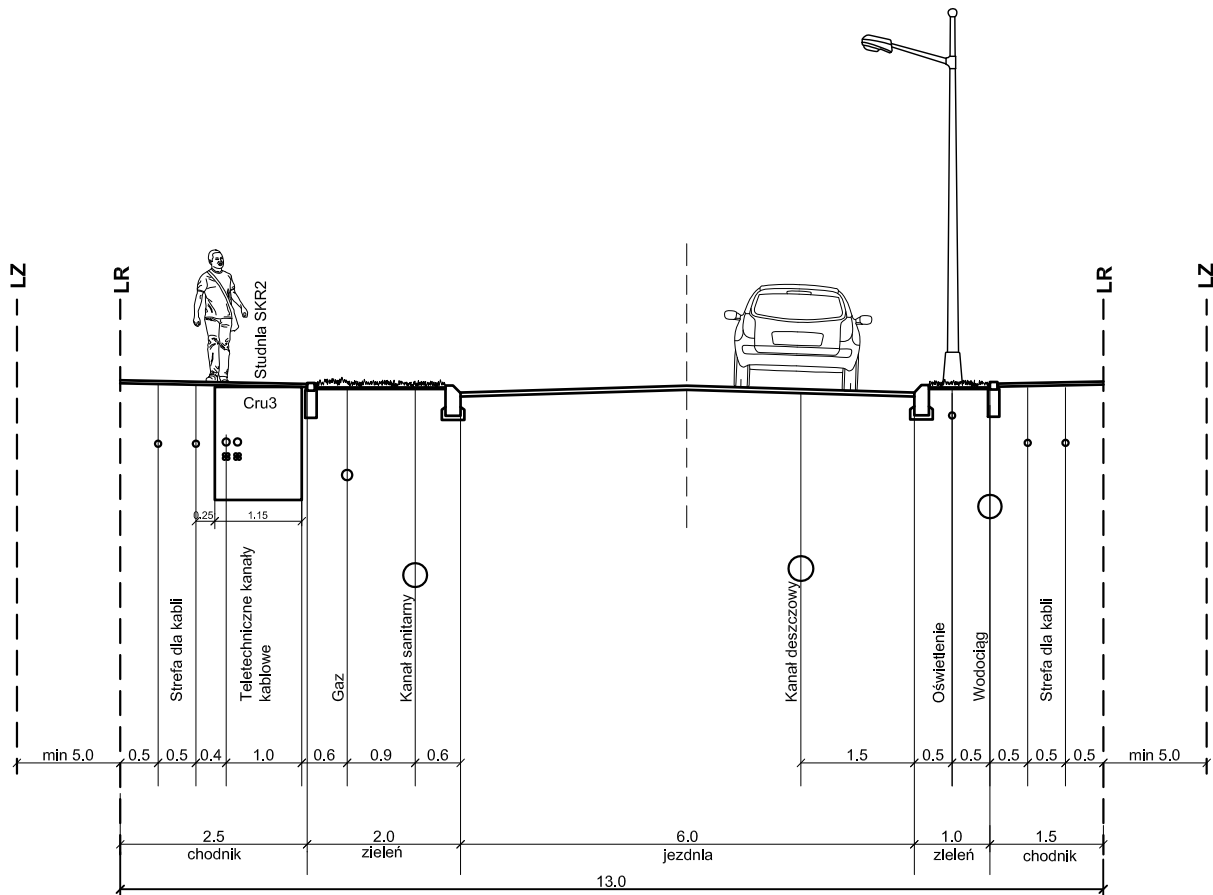
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

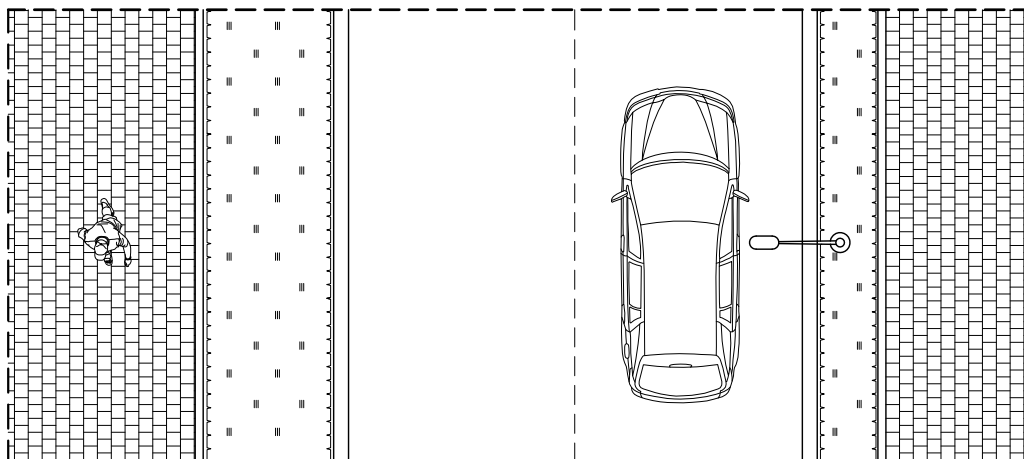


ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej

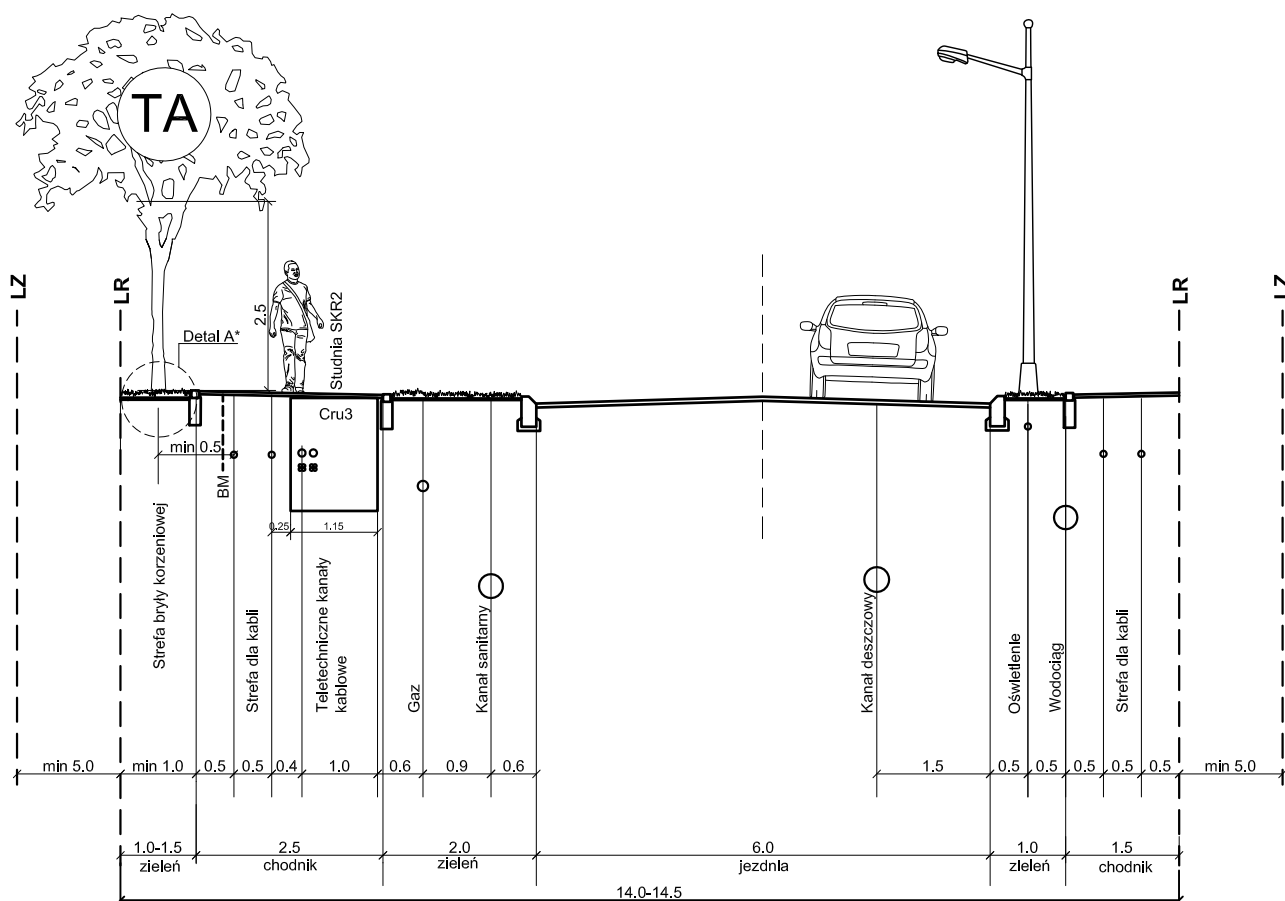
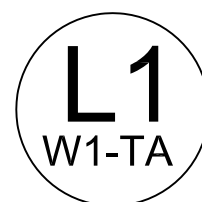
L1



Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej



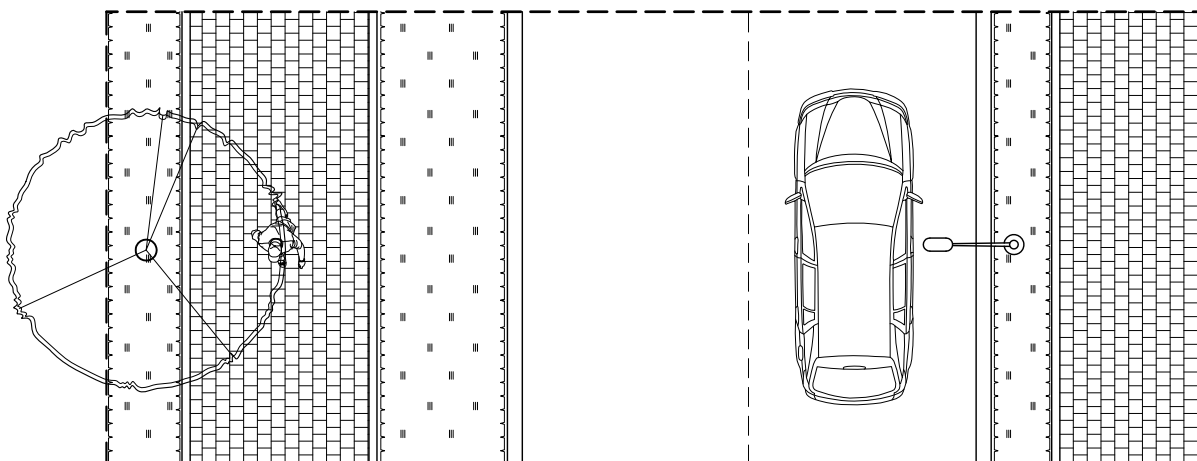
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TA - Drzewa małe (lub średnie kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

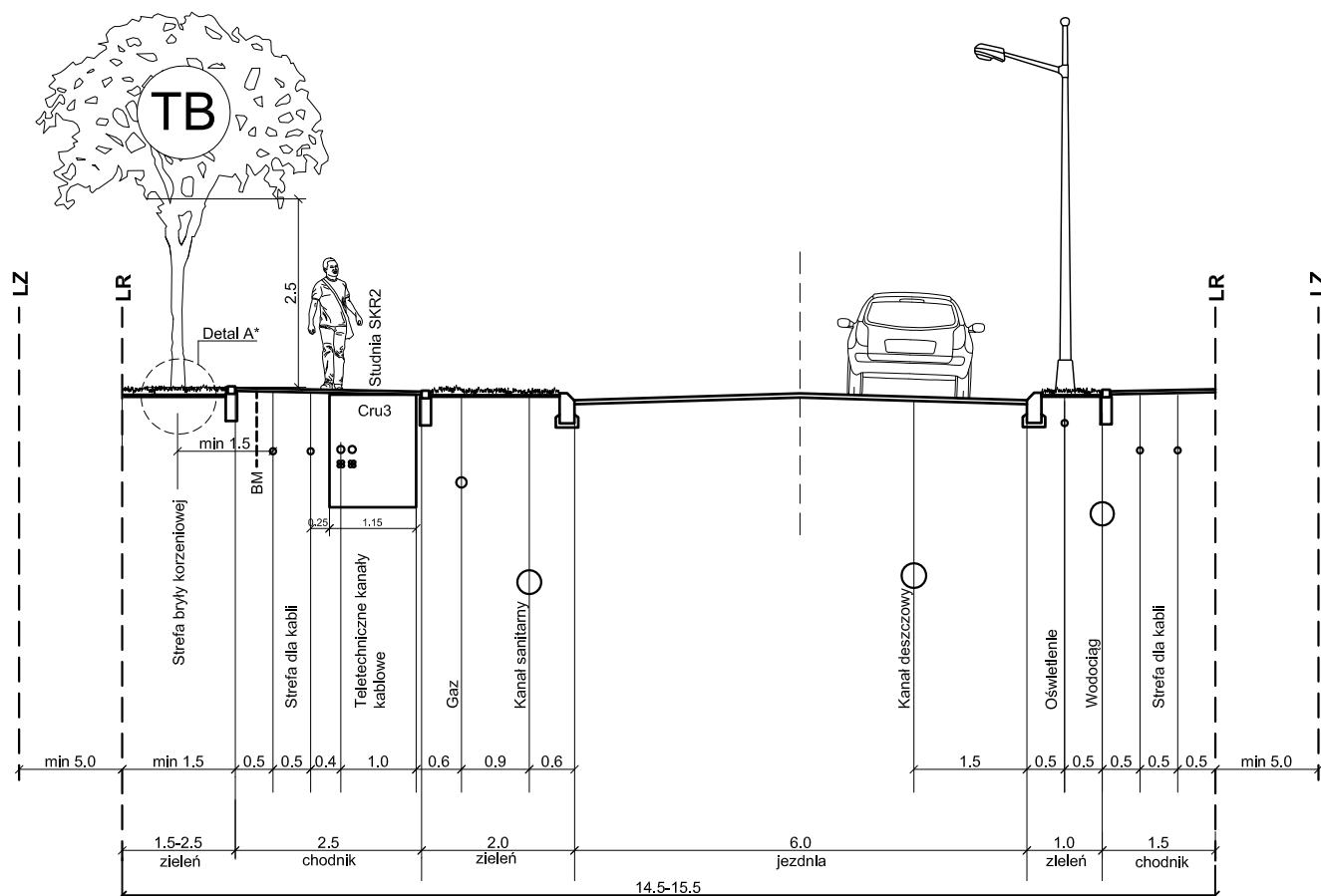
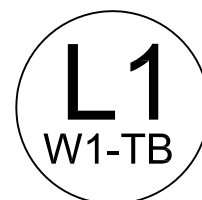
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej



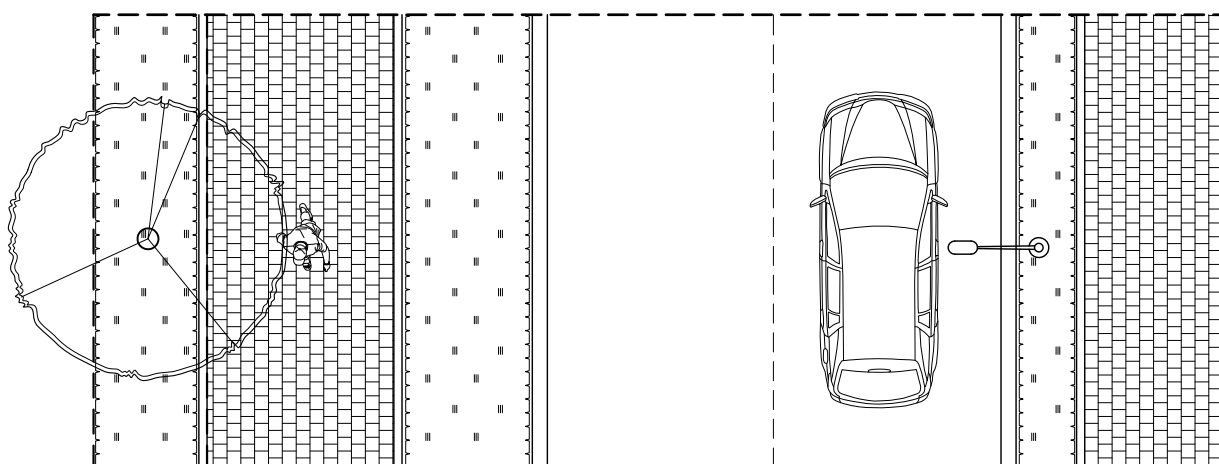
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

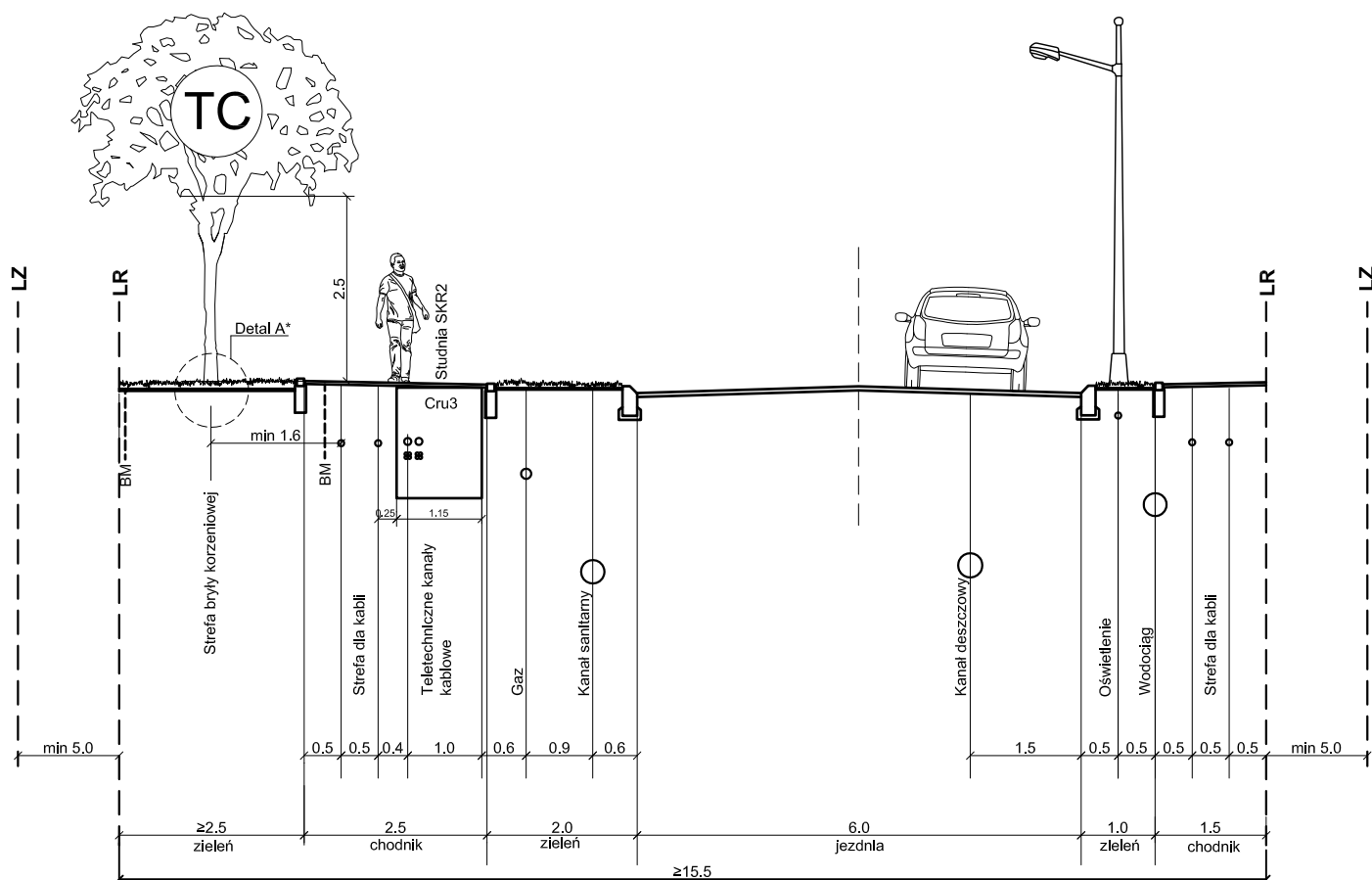
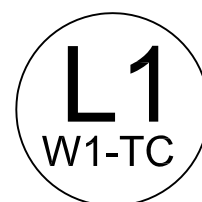
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej

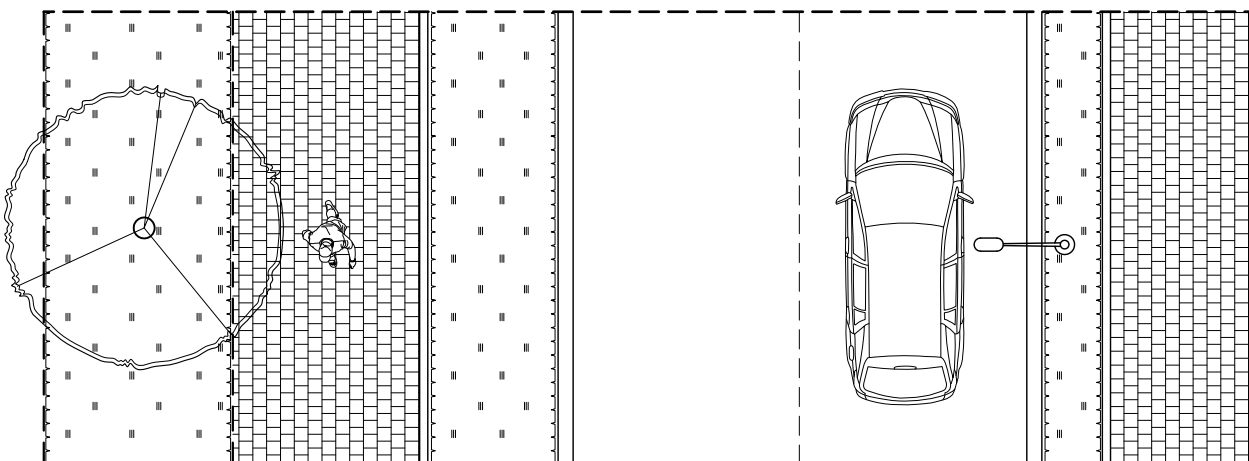


* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

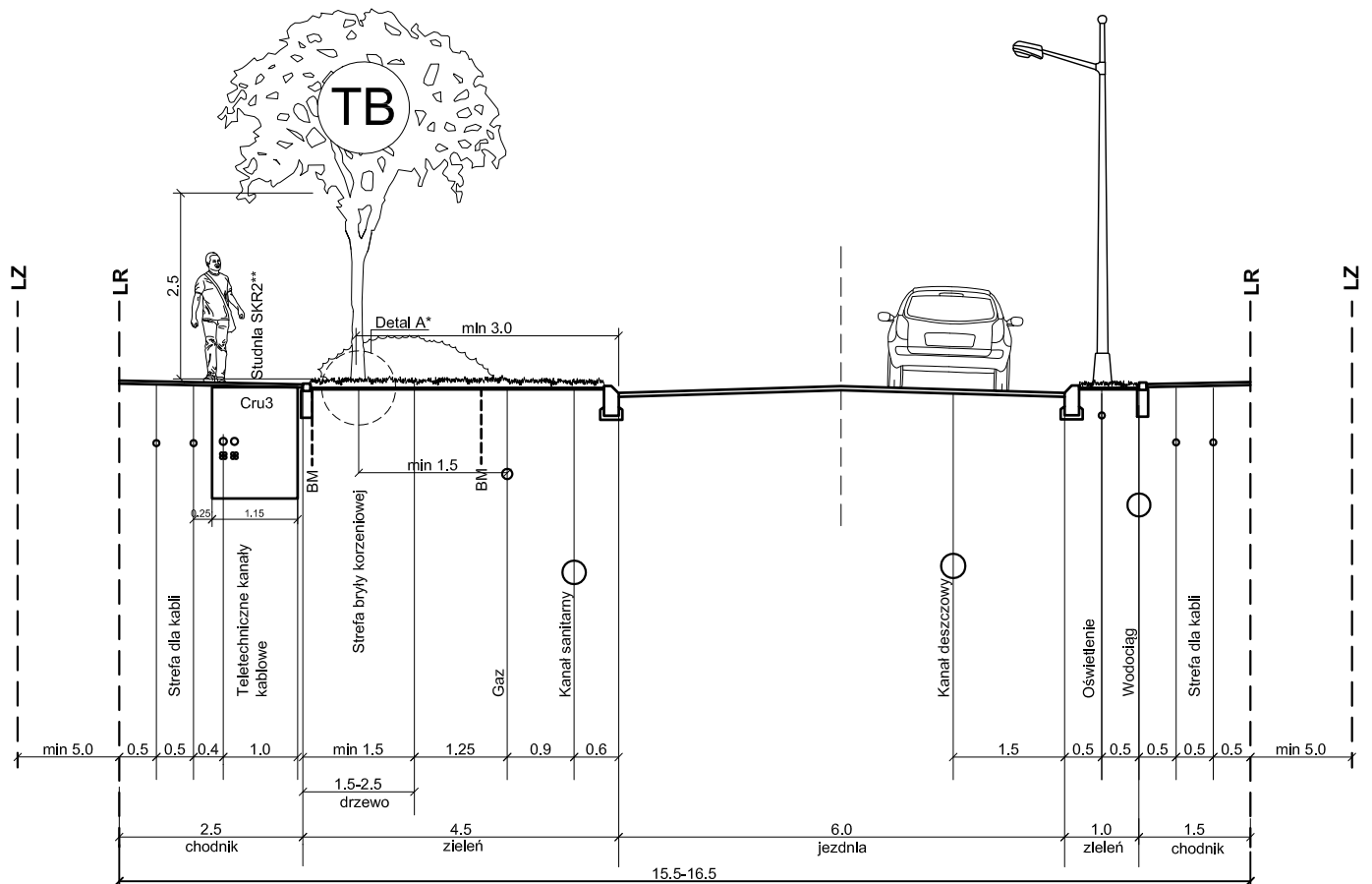
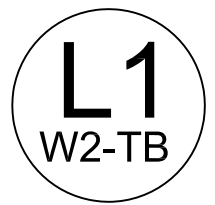
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

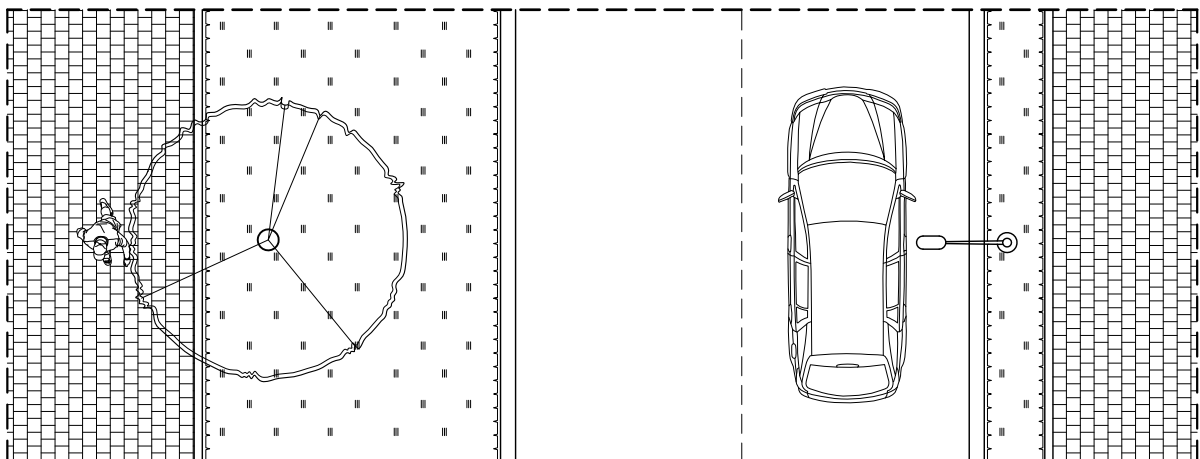
** Studnie SKR2 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TB - Drzewa średnie (lub duże kolumnowe). Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

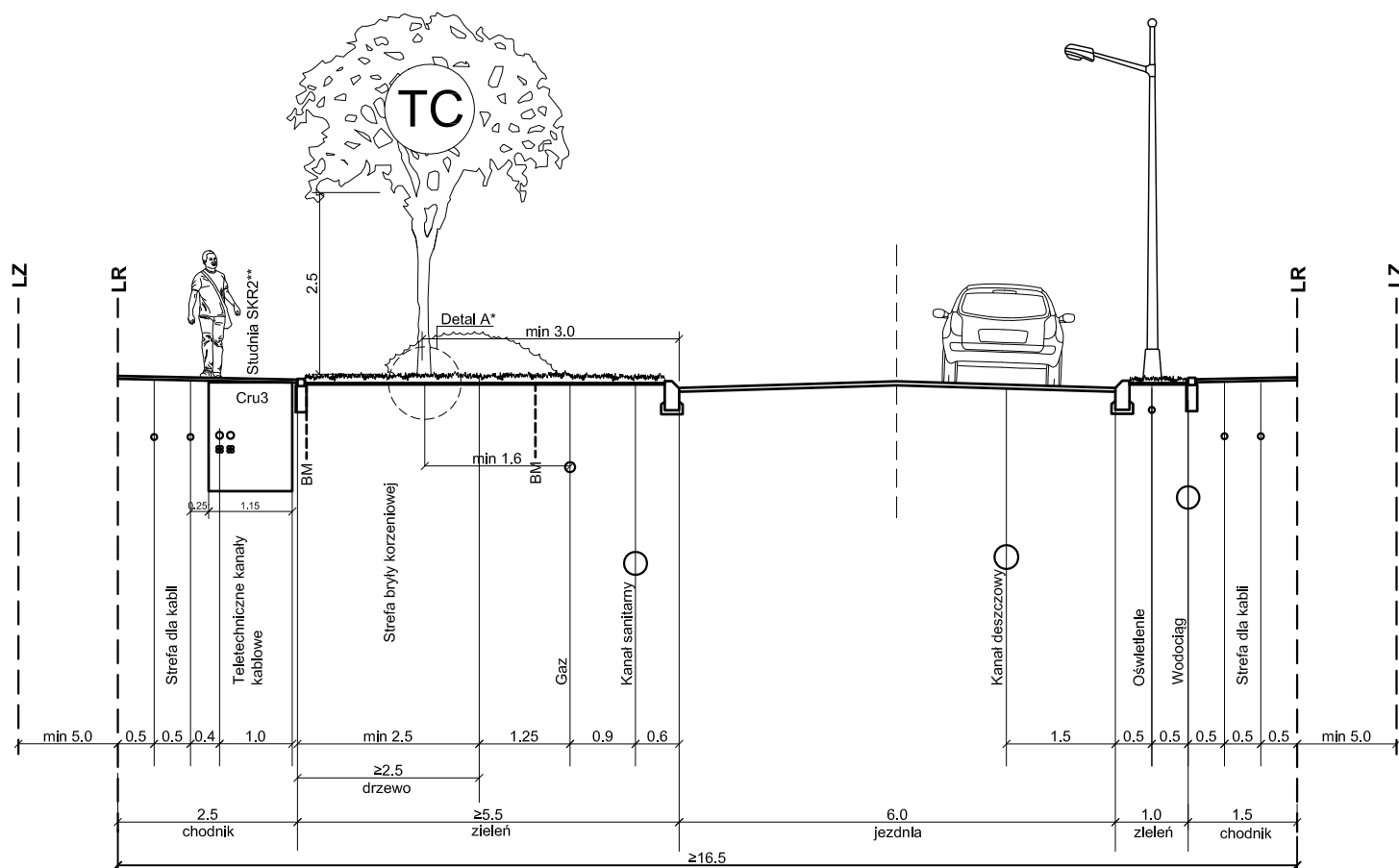
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Ze względu na wąski pas zieleni zalecane jest zastosowanie komórek glebowych - str. 26

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej



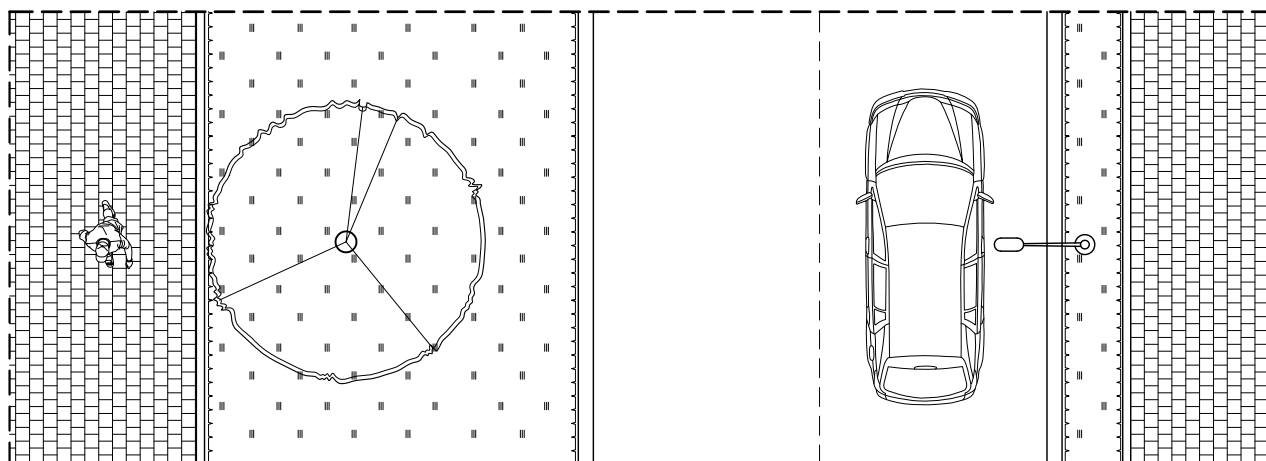
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2

** Studnie SKR1 - Instrukcja lokalizacji studni teletechnicznych - Załącznik 3

TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.

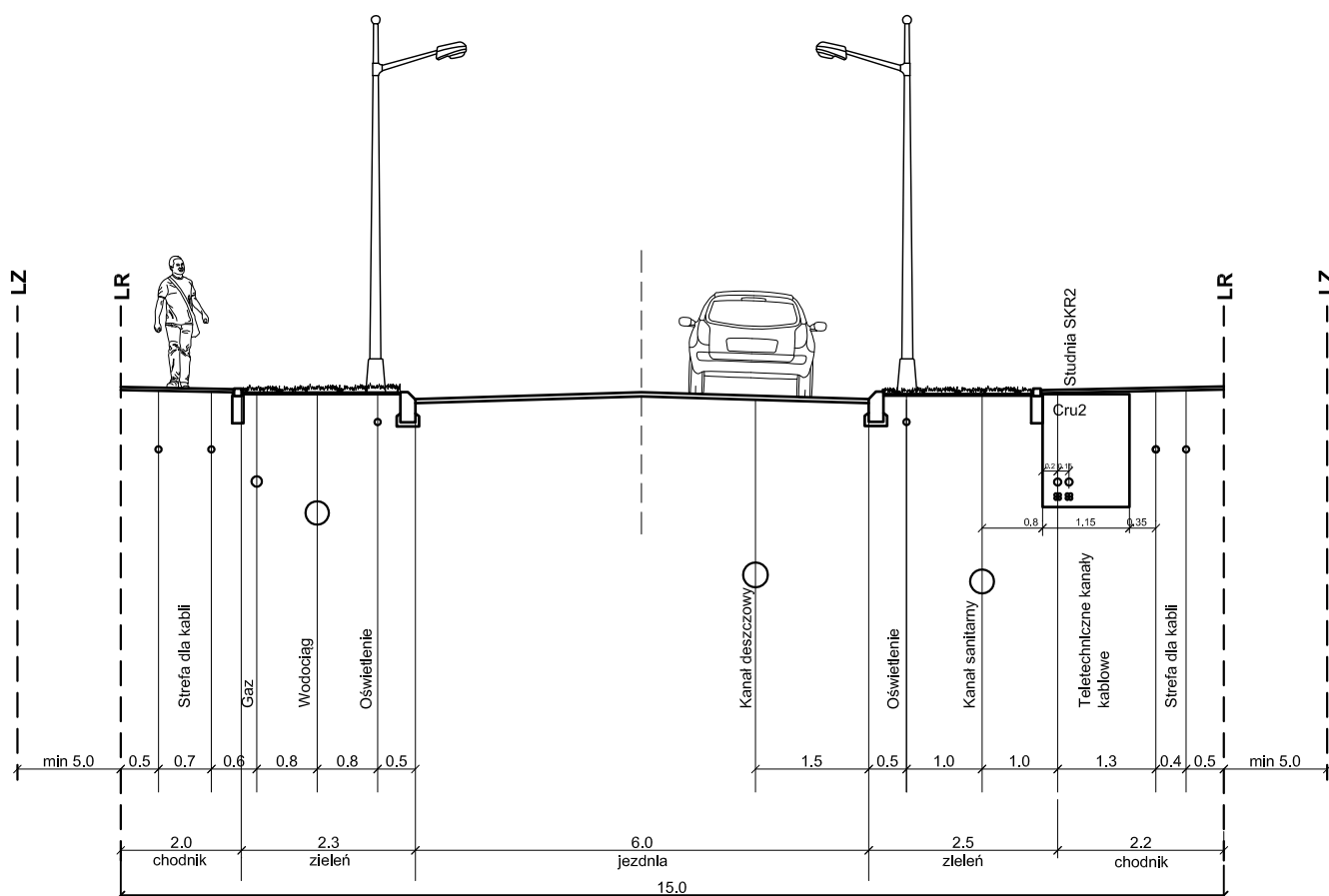
BM - Instrukcja lokalizacji barier mechanicznych dla korzeni - str. 29

Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

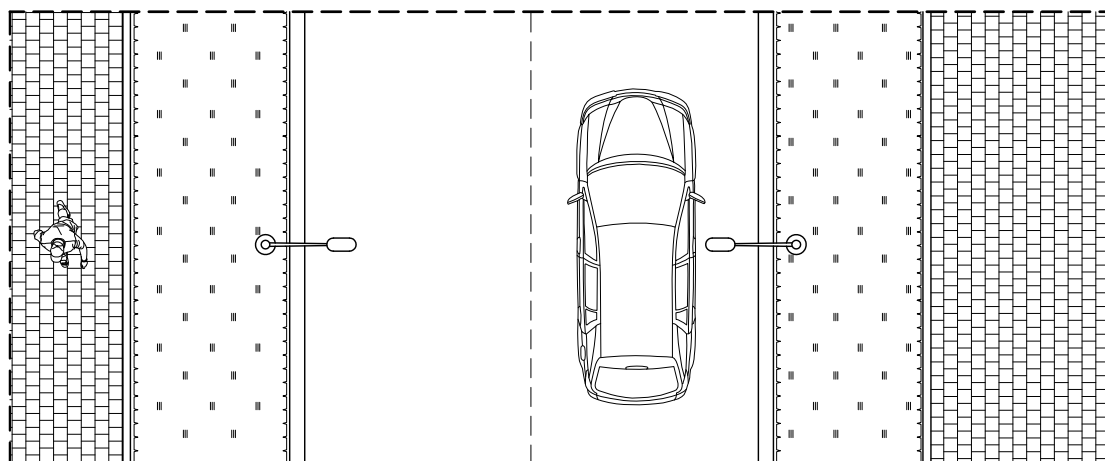


ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej

L2

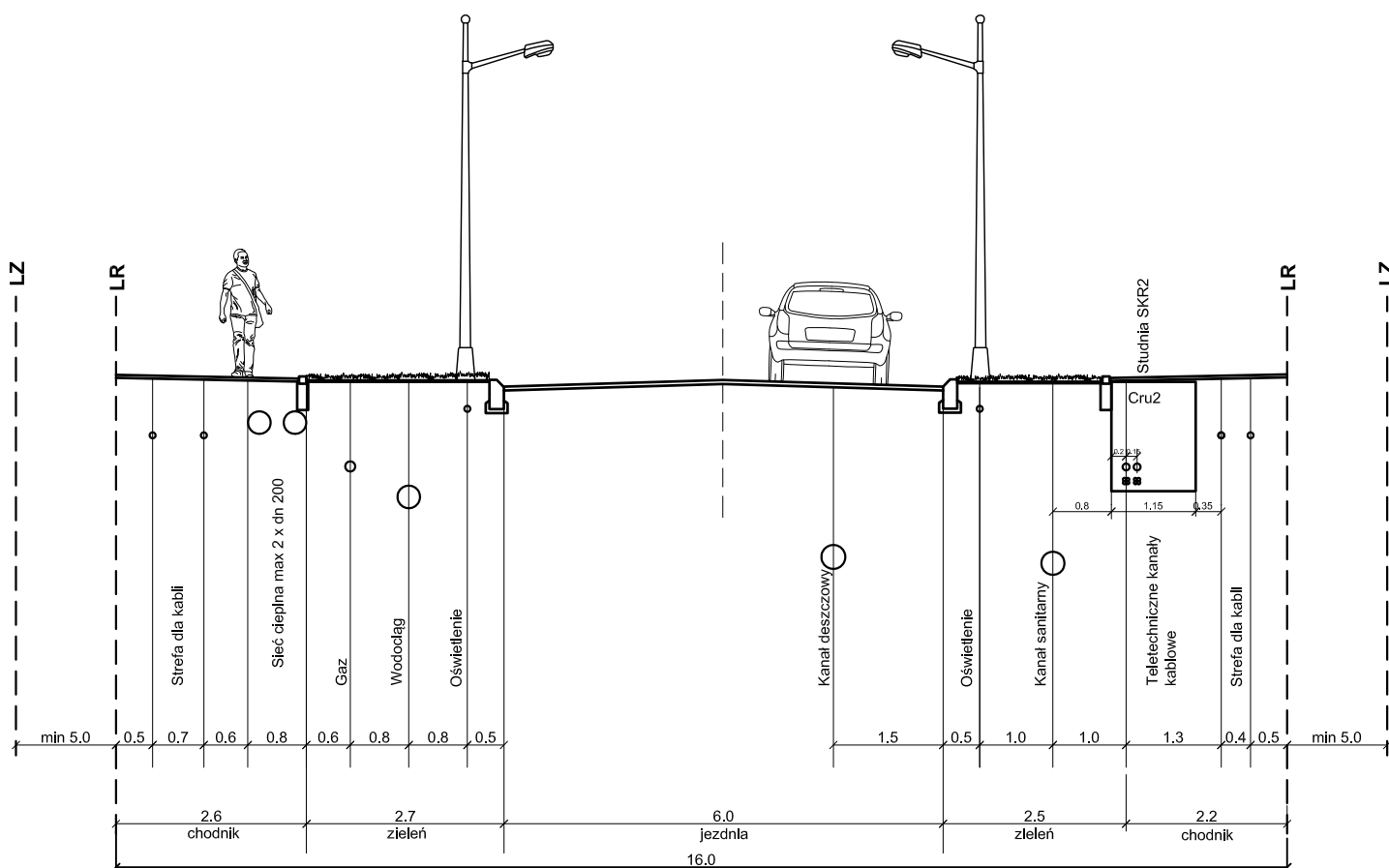


Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

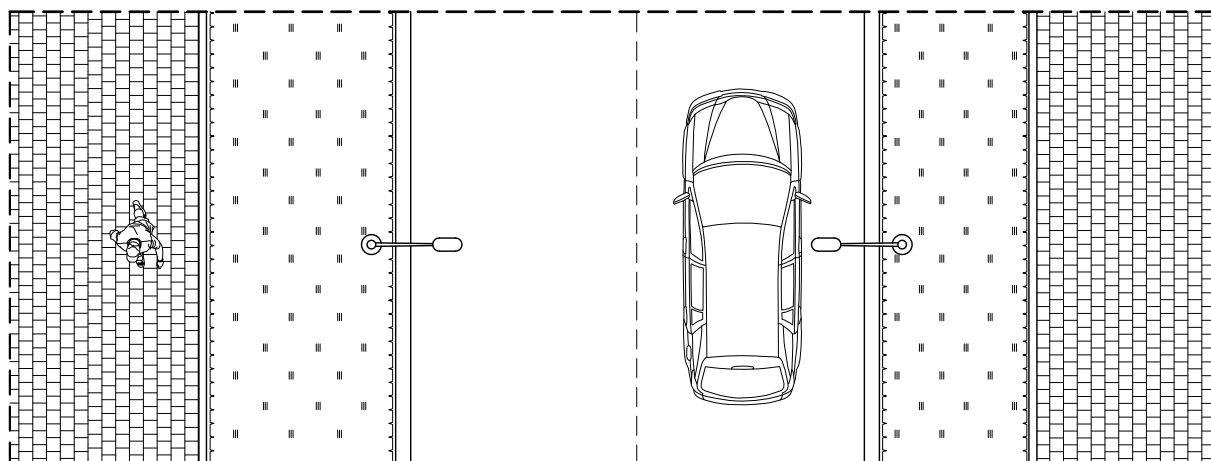


ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej

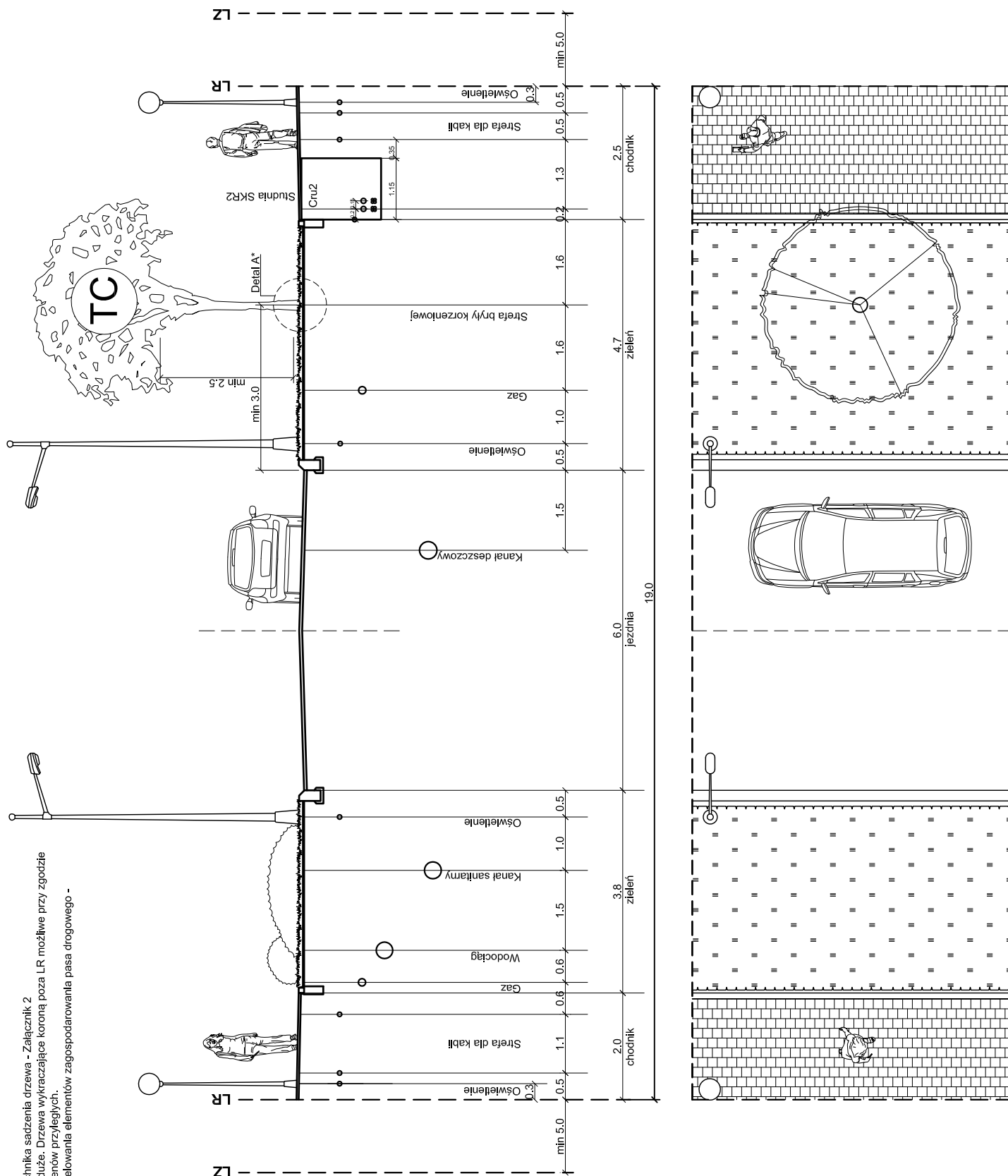
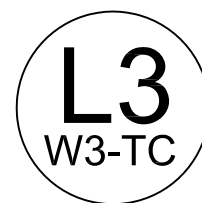
L2A



Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

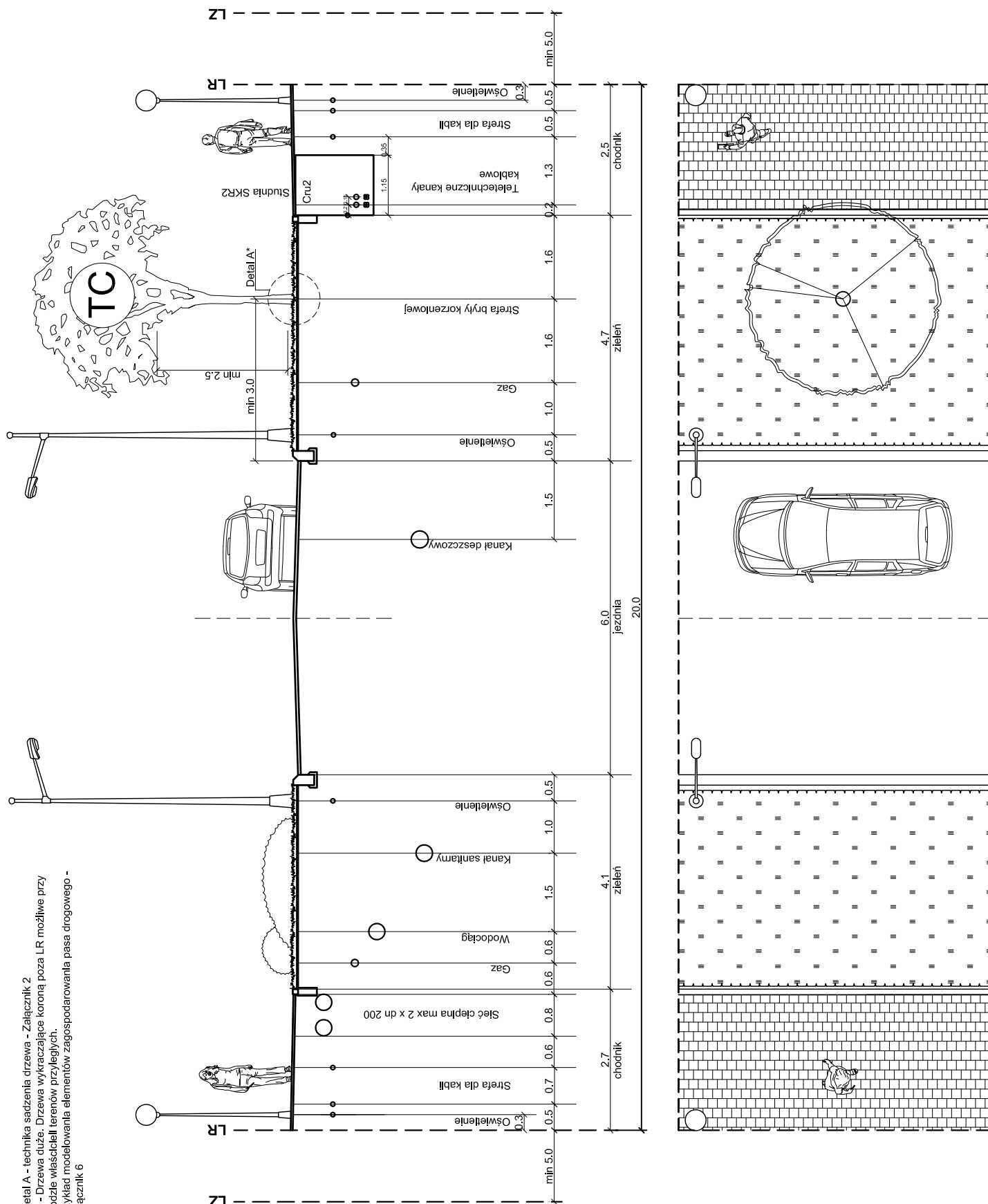


ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej
Z jednostronnym szpalerem



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
Przykład modelowania elementów pasa drogowego -
Załącznik 6

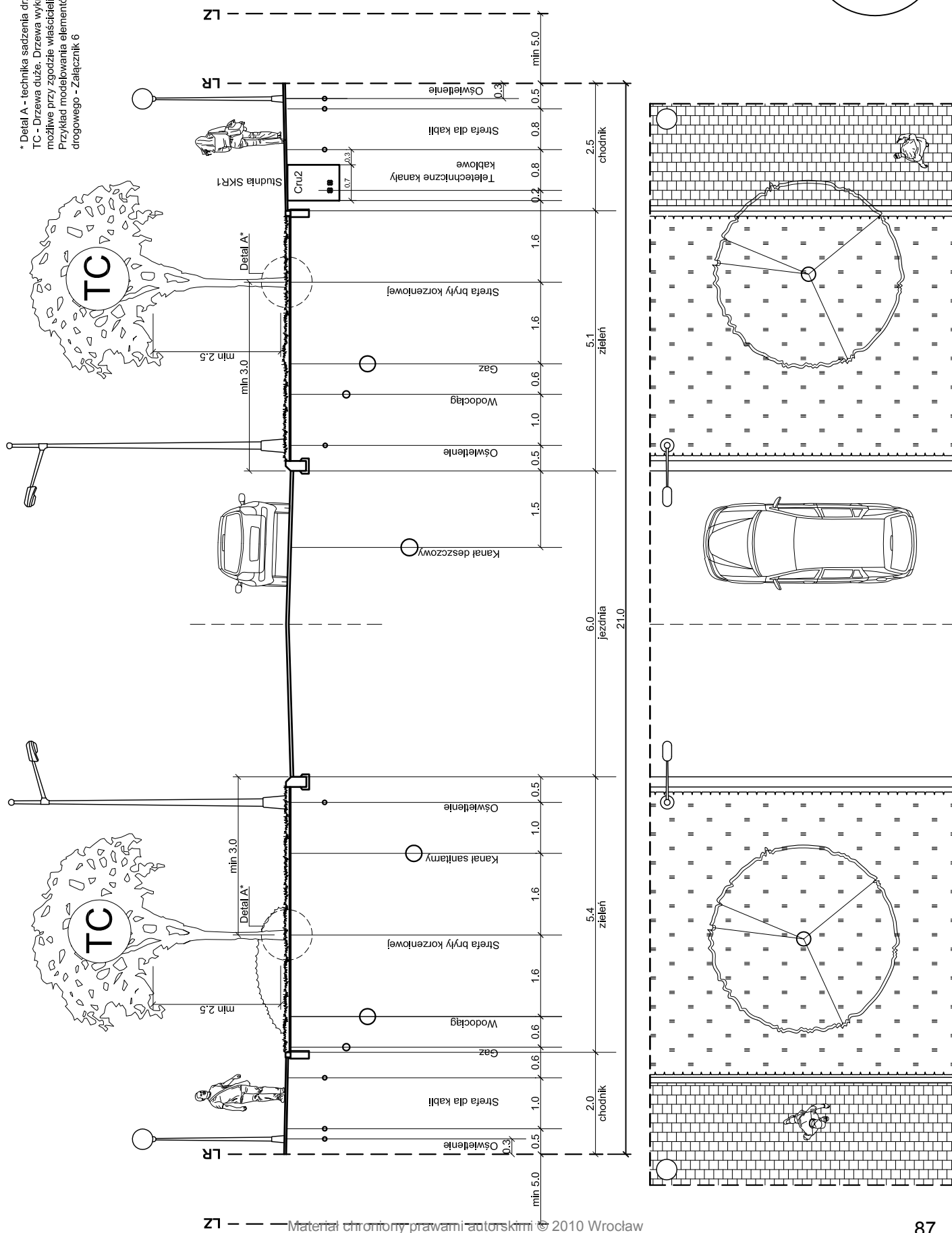
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej/wielorodzinnej
Z jednostronnym szpalerem



* Detail A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa drogowego - Załącznik 6

ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej jednorodzinnej Typ alejowy

L4
W4-TC

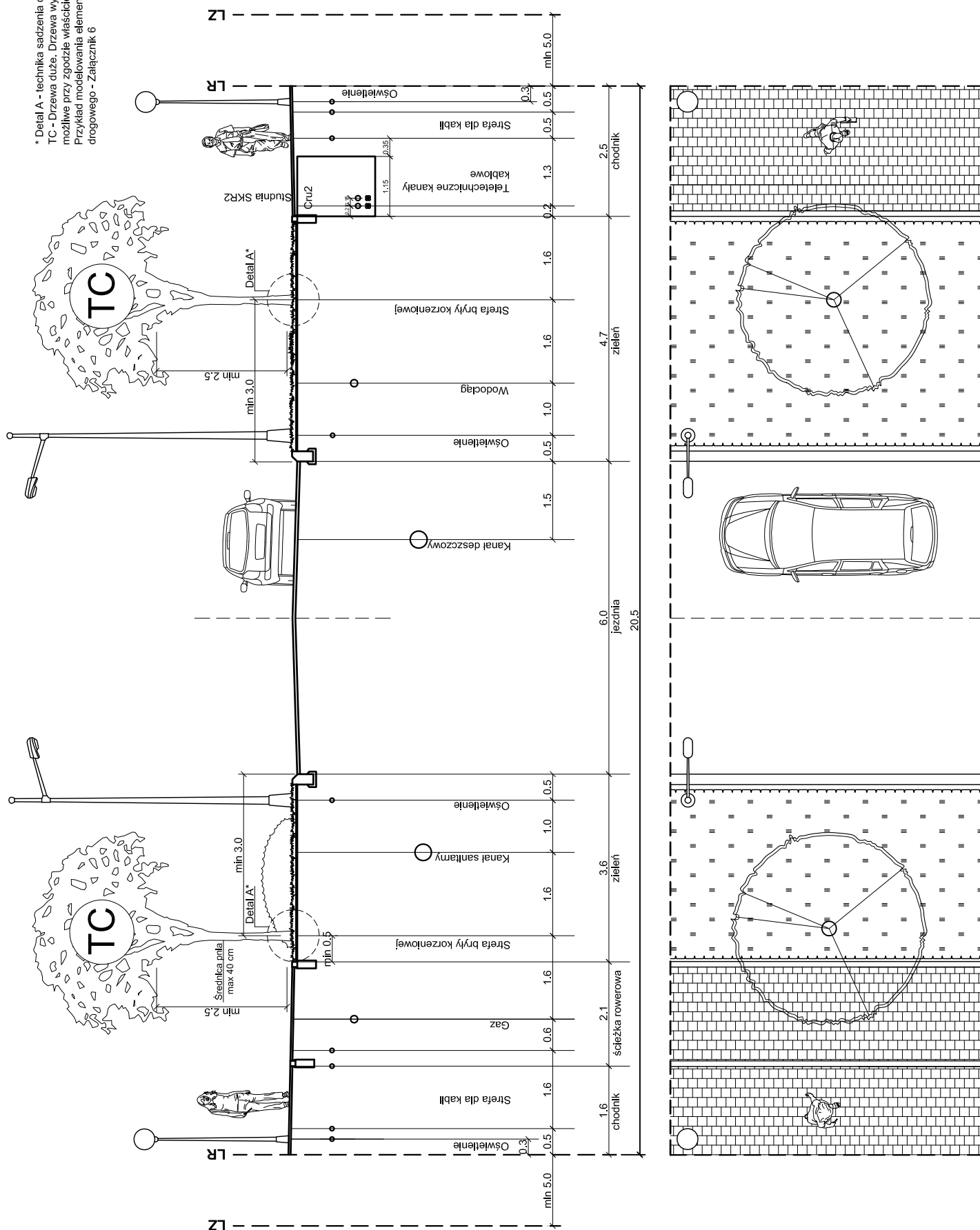


* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR
możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa
drogowego - Załącznik 6

ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej Typ alejowy

L5
W4-TC

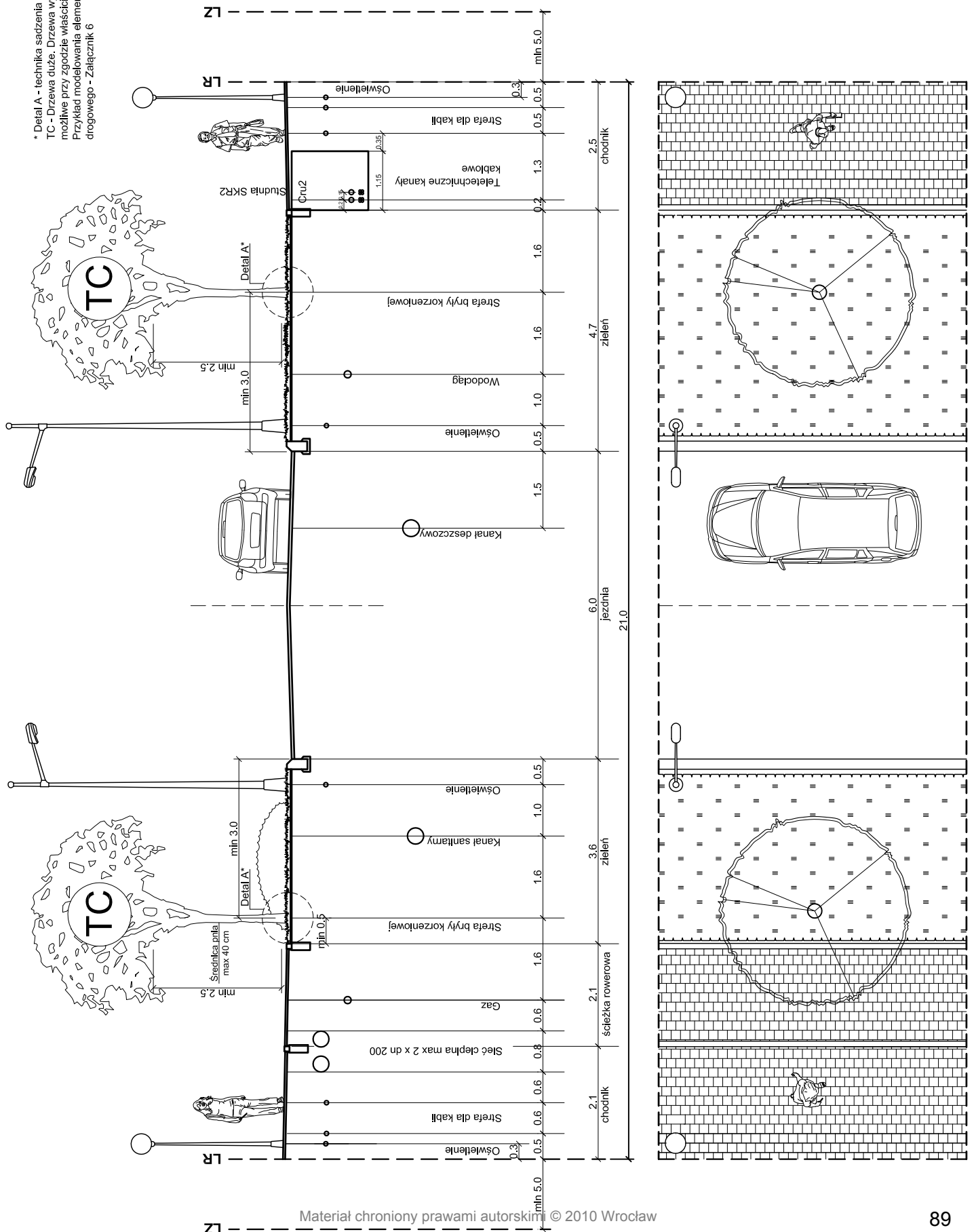
* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR
możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa
drogowego - Załącznik 6



ULICA KLASY LOKALNEJ dla terenów zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej Typ alejowy



* Detal A - technika sadzenia drzewa - Załącznik 2
TC - Drzewa duże. Drzewa wykraczające koroną poza LR
możliwe przy zgodzie właścicieli terenów przyległych.
Przykład modelowania elementów zagospodarowania pasa
drogowego - Załącznik 6



Załącznik nr 1

WYKAZ WYBRANYCH GATUNKÓW DRZEW PROPONOWANYCH WZDŁUŻ MIEJSKICH TRAS KOMUNIKACYJNYCH DLA WROCŁAWIA

gatunek	pokrój / kształt korony	typ wielkości	parametry drzewa szerokość × wysokość m × m	tempo wzrostu	gleba	uwagi
<i>Abies concolor</i> jodła kalifornijska	stożkowaty	D	5 × 15 (20)	bardzo wolne		TC
<i>Acer campestre</i> klon polny	owalny	Ś	5 (9) × 12 (15)	wolne	S	TB
<i>Acer platanoides</i> klon pospolity	kulisty	D / Ś	12 × 15	średnie	S	TC / TB
<i>Acer pseudoplatanus</i> klon jawor	kulisty	D	18 × 18	średnie	S	TC
<i>Aesculus hippocastanum</i> kasztanowiec pospolity	owalny	D	15 × 24	średnie		TC
<i>Alnus glutinosa</i> olsza czarna	owalny	D	8 (12) × 24	szybkie		TC
<i>Betula pendula</i> Brzoza brodawkowata	owalny / płaczący	D	7 (10) × 15 (18)	szybki		TC
<i>Carpinus betulus</i> grab pospolity	owalny	Ś	6 × 12	wolne	S	TB
<i>Corylus colurna</i> leszczyna turecka	owalny	D	8 (12) × 10 (15)	średnie	S	TC
<i>Crataegus x media</i> głóg pośredni	kulisty	M	6 × 6	średnie	S	TA
<i>Fraxinus excelsior</i> jesion wyniosły	owalny	D	12 (18) × 20 (24)	szybkie		TC
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> jesion pensylwański	kulisty / owalny	D	12 (15) × 20	szybkie		TC
<i>Ginkgo biloba</i> miłorząb dwuklapowy	owalny / stożkowaty	D	8 (12) × 22	wolne		TC
<i>Gleditsia triacanthos</i> lglicznia trócierniowa	owalny / rozłożysty	D	8 (12) × 20	bardzo szybkie		TC
<i>Malus sp.</i> jabłoń	kulisty	M	5 × 5	wolne / średnie	S	TA
<i>Picea omorica</i> świerk serbski	kolumnowy	Ś	3 × 12	wolne		TA
<i>Platanus x hispanica</i> 'Acerifolia' platan klonolistny	rozłożysty	D	20 × 25	szybkie	S	TC
<i>Populus nigra</i> 'Italica' topola czarna	kolumnowy	D	5 × 20	szybkie.	S	TC
<i>Prunus cerasifera</i> śliwa wiśniowa	kulisty	Ś	5 (8) × 6 (8)	średnie		TA / TB
<i>Prunus serotina</i> 'Kanzan' wiśnia piłkowana	kulisty	M	5 × 5	średnie		TA
<i>Pyrus calleryana</i> grusza droбноowocowa	owalny	Ś	6 × 12	szybkie	S	TB
<i>Sophora japonica</i> perełkowiec japoński	owalny / rozłożysty	D	8 (12) × 18 (20)	średnie		TC
<i>Sorbus aucuparia</i> jarzab pospolity	owalny / kulisty	Ś	4 × 9	średnie	S	TA / TB
<i>Sorbus aria</i> jarzab mączny	kulisty	M	4 × 8	wolne		TA
<i>Sorbus intermedia</i> jarzab szwedzki	owalny	Ś	6 × 10	średnie		TB
<i>Tilia cordata</i> lipa drobnolistna	owalny	D	15 × 22	średnie	S	TC

<i>Tilia euchlora</i> lipa krymska	owalny	D	12 × 22	średnie		TC
<i>Tilia × europaea</i> lipa holenderska	owalny	D	12 × 22	średnie		TC
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata' dąb szypułkowy	kolumnowy	D	4,5 × 18	średnie	S	TB / TC
<i>Quercus robur</i> dąb szypułkowy	rozłożysty	D	15 × 20	średnie	S	TC

LEGENDA - KLASYFIKACJA DRZEW

TA

drzewo małe (lub drzewo średnie kolumnowe)
pas zieleni szerokości 1-1,5 m
średnica pnia max 30 cm

TD

drzewo średnie (lub duże kolumnowe)
pas zieleni szerokości 1,5-2,5 m
średnica pnia max 30 cm

TB

drzewo średnie (lub duże kolumnowe)
pas zieleni szerokości 1,5-2,5 m
średnica pnia max 60 cm

TE

drzewo średnie (lub duże kolumnowe)
pas zieleni szerokości ≥ 2,5 m
średnica pnia max 60 cm

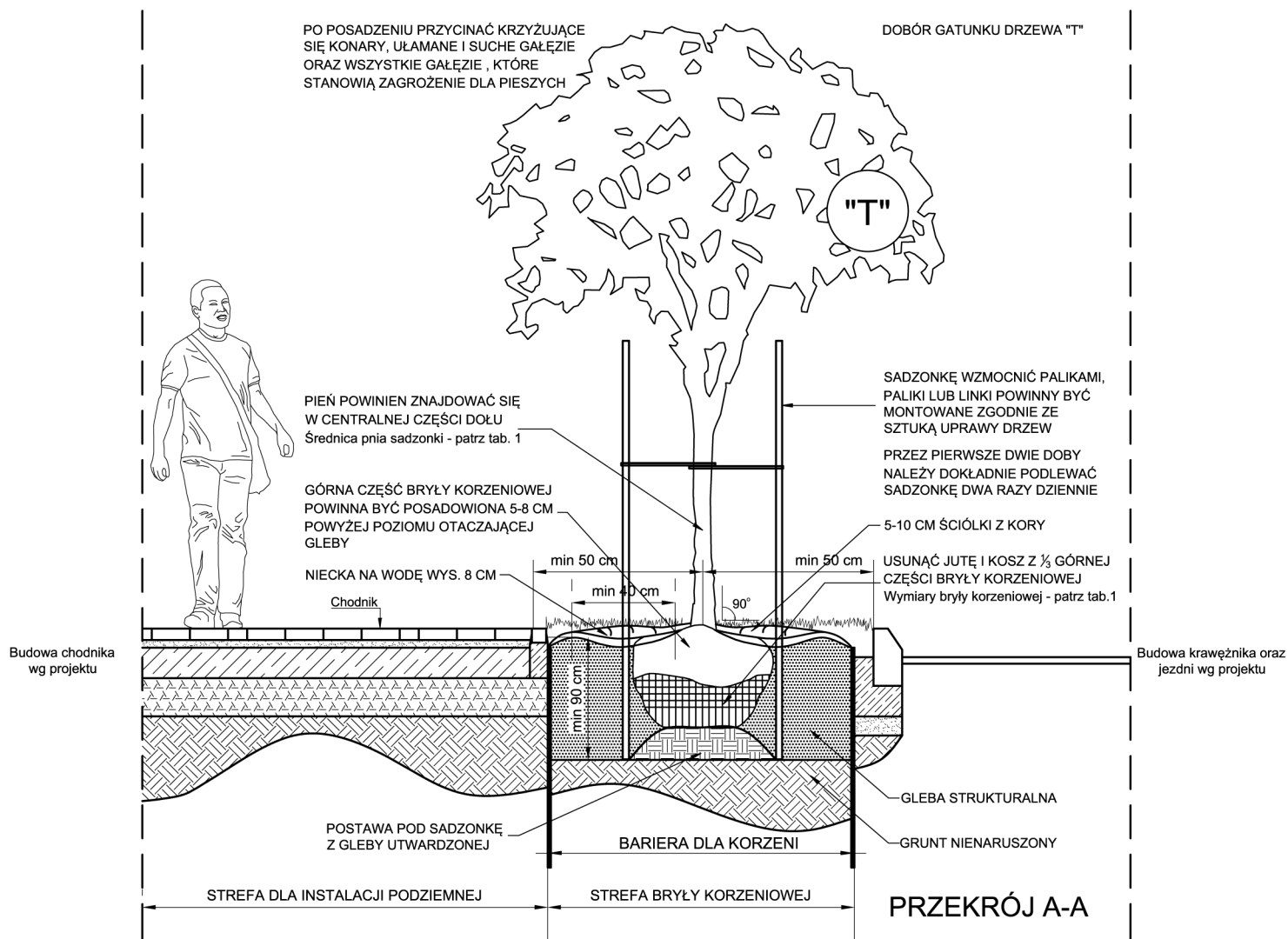
TC

drzewo duże
pas zieleni szerokości ≥ 2,5 m

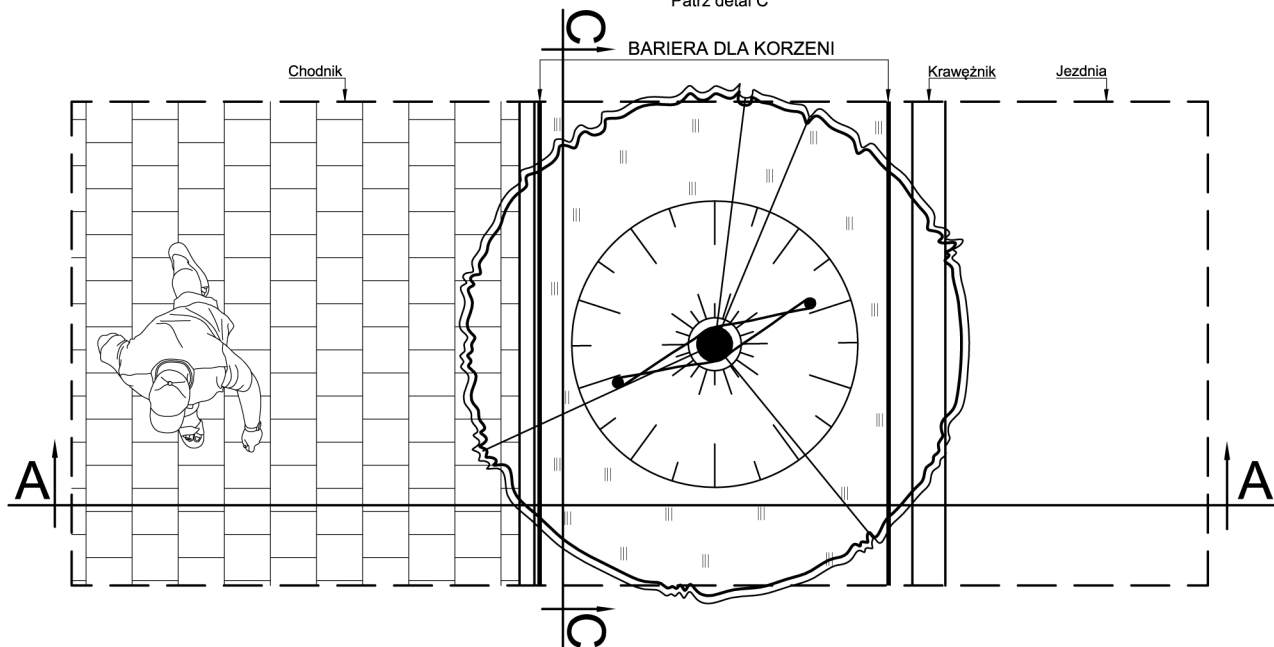
OBJAŚNIENIA

- przed wyborem gatunku należy przeprowadzić wnikliwą analizę projektowanego terenu pod kątem istniejących warunków siedliskowych, świetlnych i przestrzennych
- należy zapoznać się ze szczegółowymi wymaganiami siedliskowymi proponowanego gatunku
- w obrębie poszczególnych gatunków istnieje szereg cennych odmian o pokrojach kolumnowych, kulistych, o zmienionych barwach liści, kwiatów
- konieczne jest uwzględnienie skrajni / element związany z właściwą pielęgnacją
- S – gatunek nadający się do zastosowania na glebie strukturalnej

DETAL A
Schemat - nie skalować

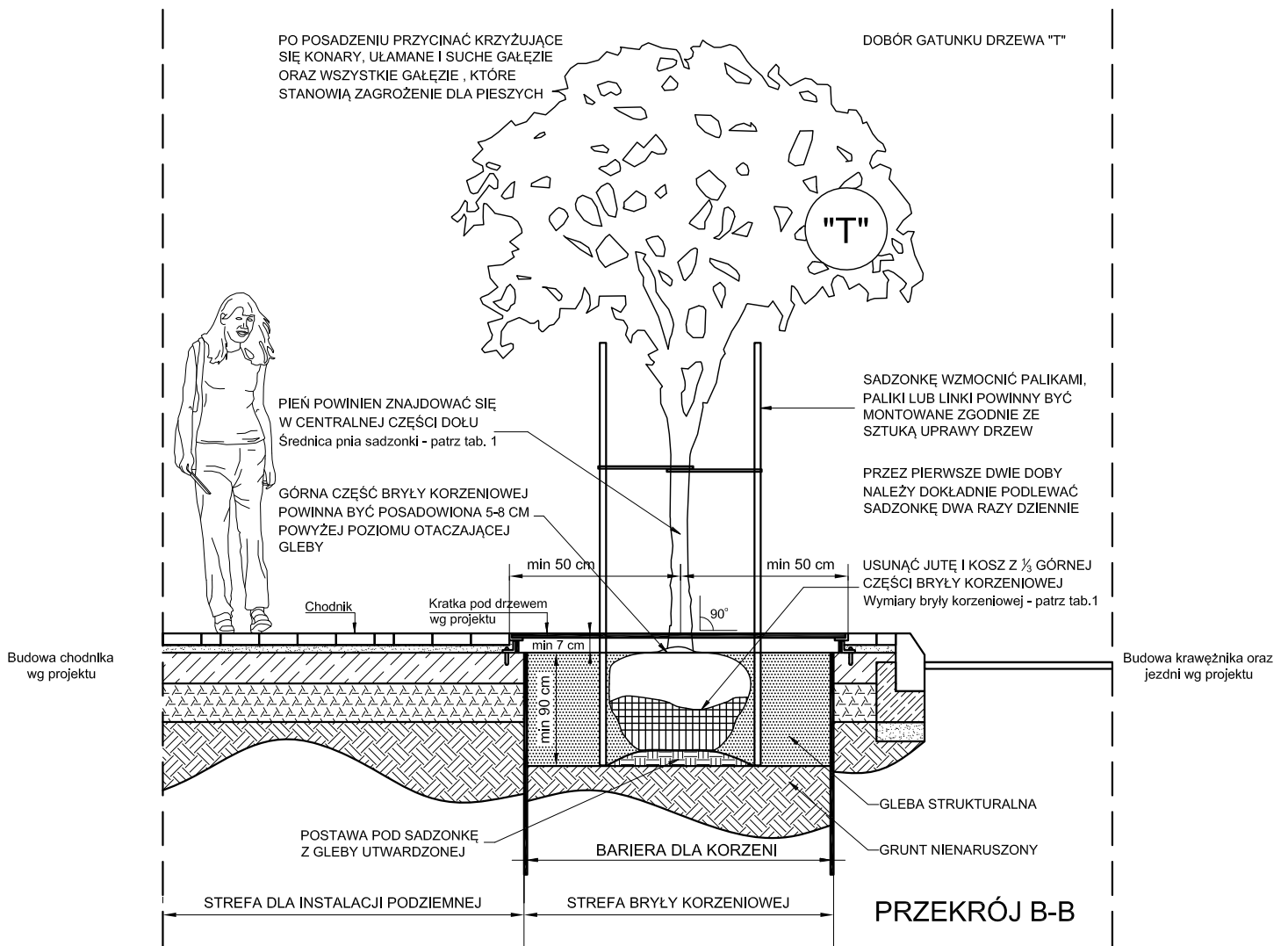


WZDŁUŻ STREFY BRYŁY KORZENIOWEJ
ROZMIESZCZONE KOMÓRKI GLEBOWE
Patrz detal C

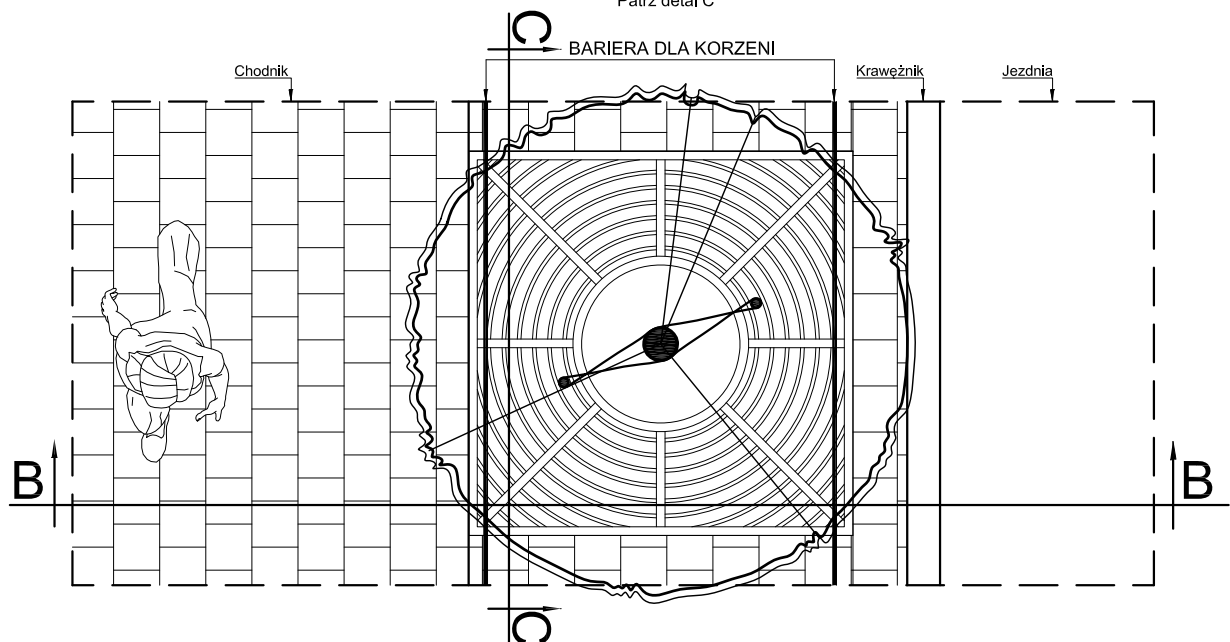


DETAL B

Schemat - nie skalować

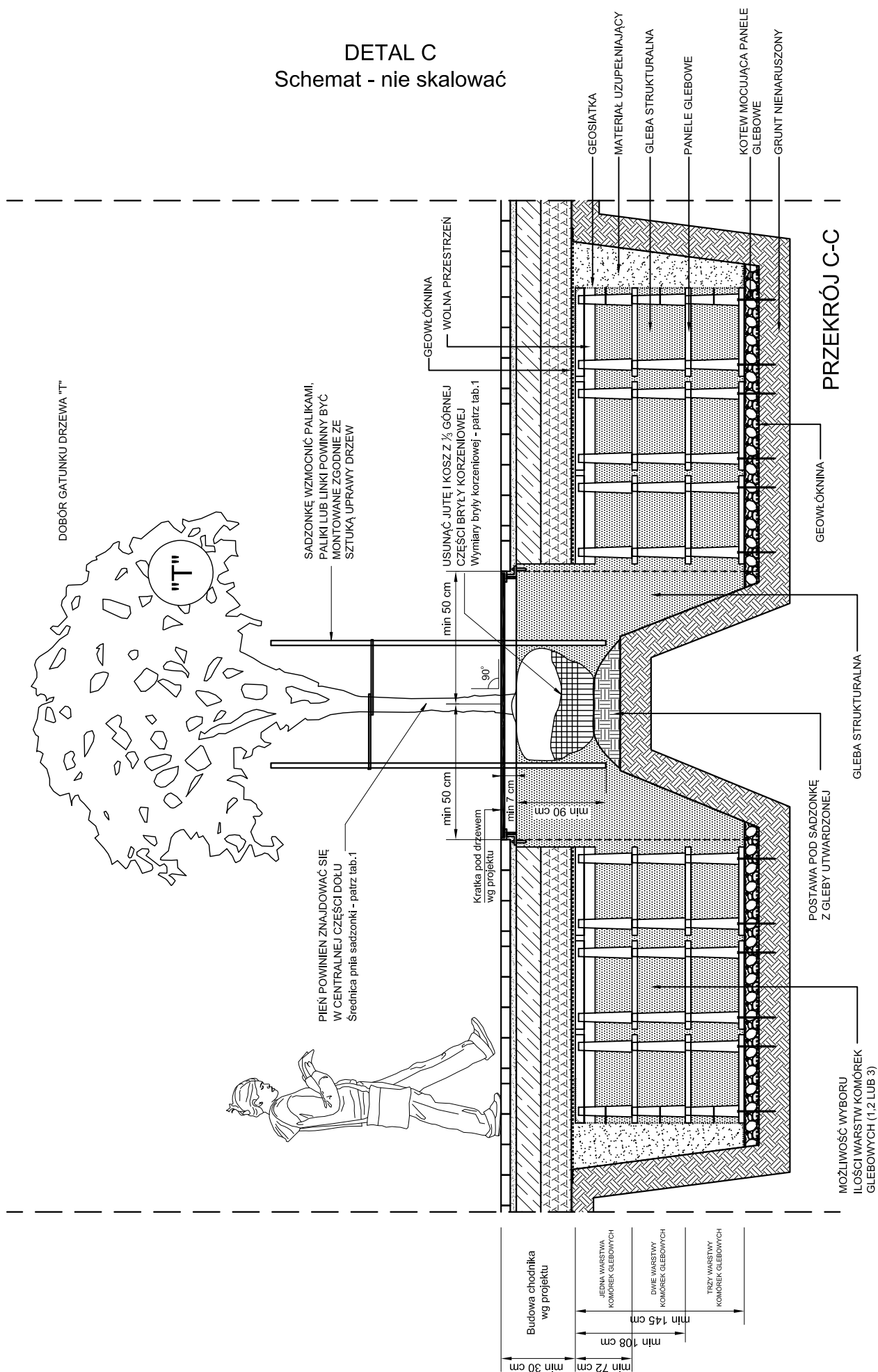


WZDŁUŻ STREFY BRYŁY KORZENIOWEJ
ROZMIESZCZONE KOMÓRKI GLEBOWE
Patrz detal C



DETAL C

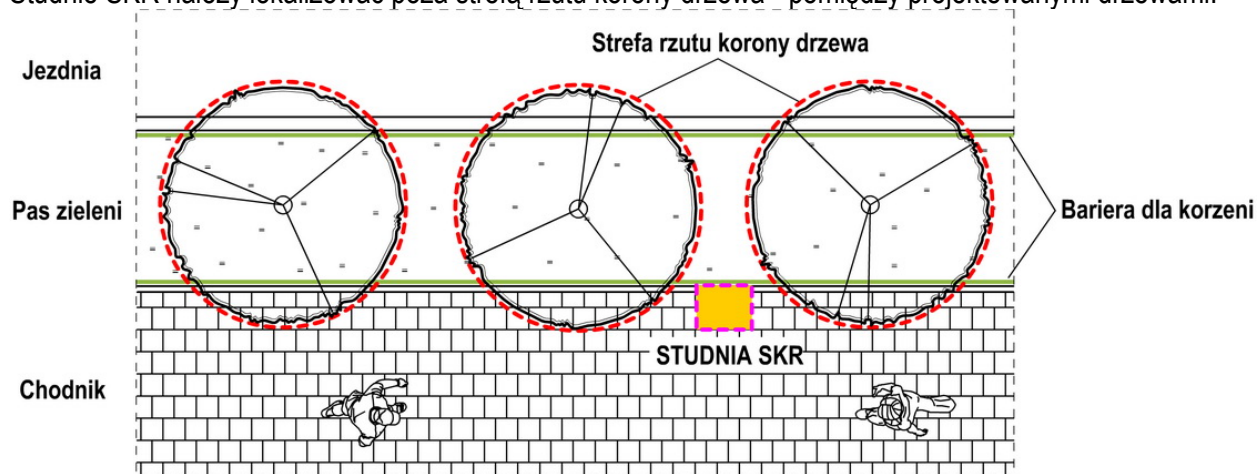
Schemat - nie skalować



Załącznik nr 3

LOKALIZACJA STUDNI SKR

Studnie SKR należy lokalizować poza strefą rzutu korony drzewa - pomiędzy projektowanymi drzewami.



Ryc. 1. Schemat lokalizowania studni SKR

Załącznik nr 4

STANDARDY BRYTYJSKIE – WYBRANE PRZYKŁADY

Liczne kraje Europy Zachodniej, a także USA i Kanada posiadają zatwierdzone przez władze standardy w zakresie projektowania zieleni obowiązujące dla danego miasta lub regionu. W Wielkiej Brytanii istnieje kilka norm dotyczących projektowania zieleni, wśród najważniejsza jest norma: BSI 5837, 2005 *Trees in relation to construction*. W normie szczegółowo zostały określone zasady projektowania zieleni w pasie drogowym (są oparte m.in. o parametry gatunku, szerokość pasa drogowego).

Minimalna odległość pomiędzy drzewem a elementami infrastruktury i zabudowy [m] wg brytyjskiej normy 5837 (drzewa w relacji z konstrukcją)			
Typ obiektu	Typ drzewa		
	Drzewo małe	Drzewo średnie	Drzewo duże
Budynki i inne budowle	-	0,5	1,2
Budynki o lekkiej konstrukcji	-	0,7	1,5
- jednokondygnacyjne drewniane budynki			
- garaże			
- ganki			
- werandy itp.			
Sieci podziemnej infrastruktury			
- na głębokości mniej niż 1m	0,5	1,5	3,0
- na głębokości powyżej 1m	-	1,0	2,0
Zabudowa o wartości historycznej	-	1,0	2,0

Wymagania w stosunku do gleby dla zapewnienia prawidłowego rozwoju korzeni (podstawą jest rozpoznanie istniejących warunków glebowych).	
Minimum / Maximum	
1)	ilość tlenu w glebie 2,5% / 21% zalecane 17%
2)	przestrzeń pomiędzy porami w glebie 12%
3)	gęstość gleby / siła penetracji korzeni w warunkach poniżej 2,5 MPa
4)	zawartość wody w glebie minimum 12% / 40%
5)	temperatura gleby 4°C / 34°C
6)	pH 3,5 / 8,2

Na podstawie przeprowadzonej analizy standardów obowiązujących w różnych miastach świata stwierdzono, że do najważniejszych zagadnień należą:

- 1) zakres merytoryczny i kompletność dokumentacji projektowej [w tym wykazanie się znajomością obowiązujących standardów przez zespół projektujący i zastosowanie wybranych rozwiązań promowanych w standardach]
- 2) wysoka jakość prac na etapie realizacji projektu [szczególnie przygotowanie gruntu]
- 3) wysoka jakość materiału szkółkarskiego [w tym właściwe parametry sadzonek]
- 4) systematyczna pielęgnacja zieleni w pierwszych trzech latach po posadzeniu
- 5) stała i systematyczna kontrola ww. zadań przez właściwe organy jednostek administracyjnych

Załącznik nr 5

SCHEMAT POSTĘPOWANIA – OBLICZENIA PARAMETRÓW SADZONKI

Przykład 1

Zadanie: Projekt drogi o szerokości pasa w liniach rozgraniczających 12,5m

- 1) wybrać modelowe rozwiązanie dla drogi z zestawu Modelowe rozwiązania w zakresie kształtowania zieleni wysokiej miejskich tras komunikacyjnych (3. Część graficzna)
- 2) wybrano model D2-W1-TC
- 3) odczytanie danych:
 - szerokość pasa terenu między jezdnią a linią rozgraniczającą drogi – 4,5m
 - pas zieleni 2,5m
 - korona drzewa nad chodnikiem – 2,5m
 - parametry drzew (rozwiązania optymalne) – drzewa duże
- 4) odczytanie danych (Tab.4, str. 24)
 - określenie odległości pomiędzy drzewami (rozstaw)
 - np. pas zieleni 2,5 / drzewo średnie / głębokość przygotowania gruntu 1,2m / rozstaw 10m
 - np. pas zieleni 2,5 / drzewo duże / głębokość przygotowania gruntu 1,5m / rozstaw 30m
- 5) wybór gatunku (Załącznik nr 1, str. 91)
- 6) wybór optymalnych parametrów sadzonki (Tab.2, str.21)

Przykład 2

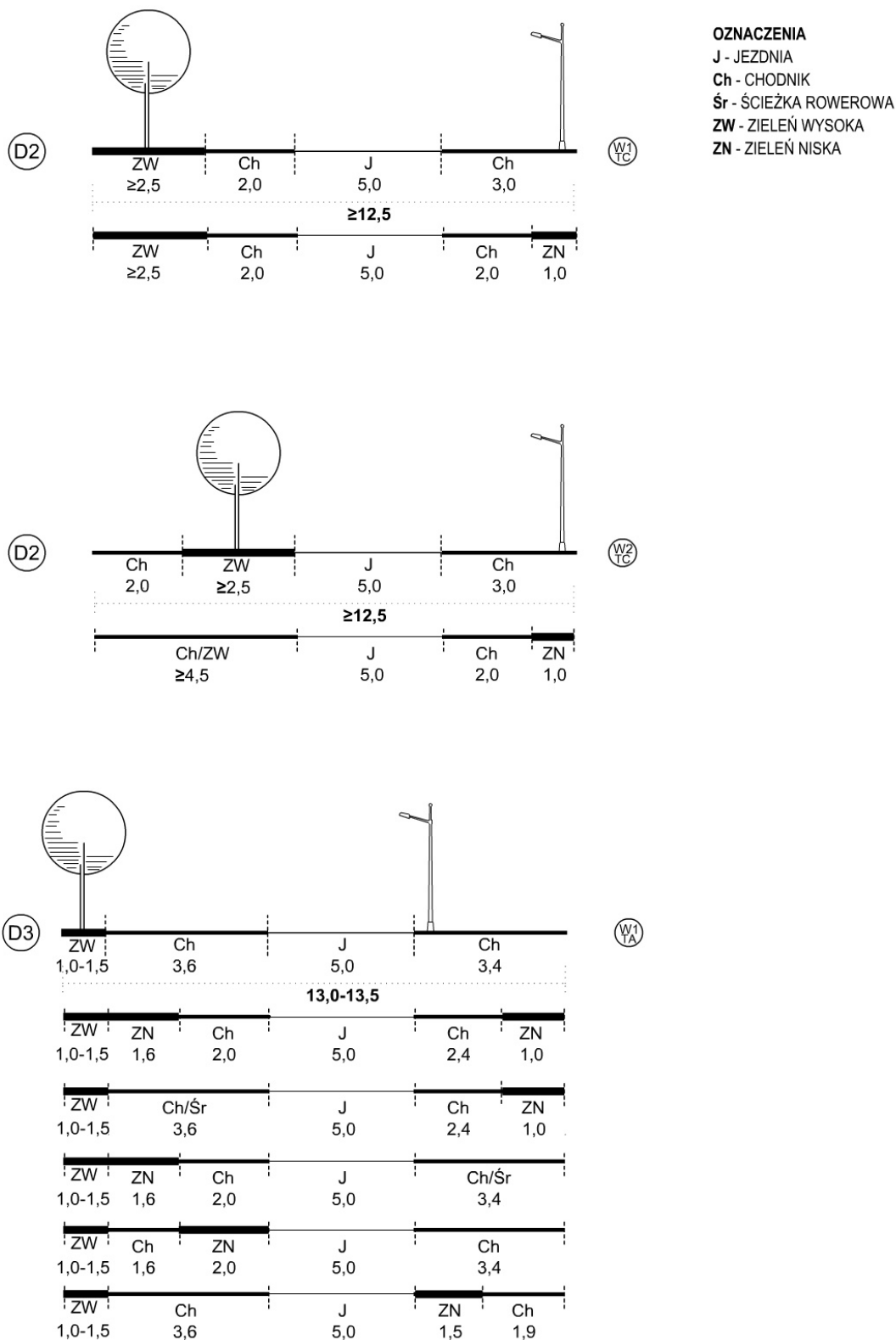
Zadanie: Projekt drogi o szerokości pasa w liniach rozgraniczających 15,5m

- 1) wybrać modelowe rozwiązanie dla drogi z zestawu Modelowe rozwiązania w zakresie kształtowania zieleni wysokiej miejskich tras komunikacyjnych (3. Część graficzna)
- 2) wybrano model L1-W2-TB
- 3) odczytanie danych:
 - szerokość pasa terenu między jezdnią a linią rozgraniczającą drogi – 7,5m
 - pas zieleni 5m - strefa bryły korzeniowej min 2m
 - korona drzewa nad chodnikiem – 2,5m
 - parametry drzew (rozwiązania optymalne) – drzewa średnie (lub duże kolumnowe)
- 4) odczytanie danych (Tab.4, str. 24)
 - określenie odległości pomiędzy drzewami (rozstaw)
 - np. pas zieleni 2,0 / drzewo małe / głębokość przygotowania gruntu 1,0m / rozstaw 4m
 - np. pas zieleni 2,0 / drzewo średnie / głębokość przygotowania gruntu 1,2m / rozstaw 12m
- 5) wybór gatunku (Załącznik nr 1, str. 91)
- 6) wybór optymalnych parametrów sadzonki (Tab.2, str.21)
- 7) należy zastosować bariery mechaniczne dla korzeni (ze względu na niewielkie odległości od krawędzi chodnika)

Załącznik nr 6

Katalog przekroji zawiera podstawowy model zagospodarowania elementów pasa drogowego. Po dokonaniu analizy przestrzennej projektowanej ulicy należy zaproponować najlepszy wariant rozmieszczenia elementów pasa drogowego w stosunku do otoczenia.

PRZYKŁAD MODELOWANIA ELEMENTÓW ZAGOSPODAROWANIA PASA DROGOWEGO



ALTERNATYWNE ZASTOSOWANIA ZIELENI PRZYULICZNEJ W WĄSKICH PASACH DROGOWYCH

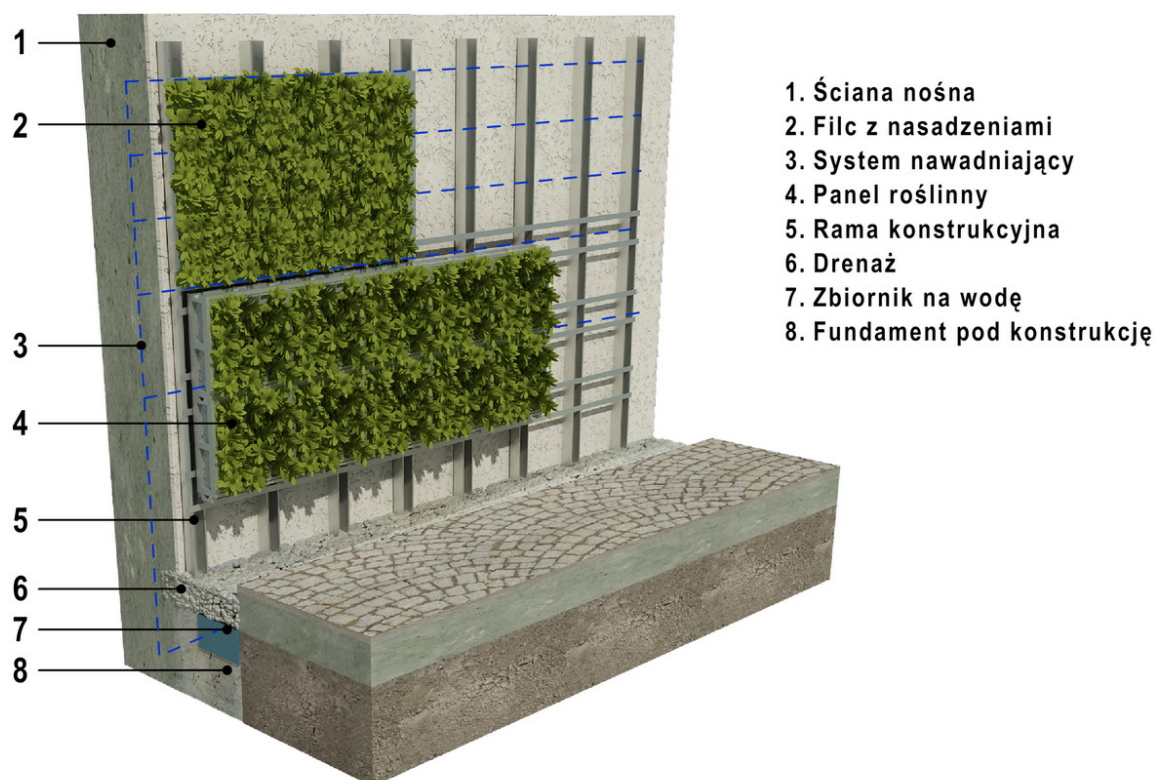
Wykorzystanie nowatorskich rozwiązań w dziedzinie upraw hydroponicznych pozwala na wprowadzenie roślinności w miejsca trudne do zagospodarowania nadając im nowy charakter i wprowadzając w nie życie. Odpowiedni dobór gatunków roślin oraz formy roślinnej ściany pozwala na transpozycję elewacji budynków, ścian przejść podziemnych i tworzenie zielonych ekranów wzdłuż dróg.

Zielone ściany znajdują zastosowanie tam, gdzie istnieje konieczność redukcji hałasu i zanieczyszczeń a szerokość pasa drogowego i lokalne warunki nie pozwalają na wprowadzenie zieleni wysokiej. Dzięki zielonym ścianom obszary wzdłuż tras komunikacyjnych zostają przekształcone w tereny biologicznie czynne, a system zieleni miasta zostaje rozbudowany.

Warto podkreślić, że roślinne ściany są również formą sztuki tworzoną dla szerokiego grona odbiorców.

KONSTRUKCJA

Konstrukcja pionowego ogrodu, jakim jest roślinna ściana składa się z trzech podstawowych zespołów: metalowej ramy, warstwy izolującej oraz paneli roślinnych, zaopatrzonych odpowiednim systemem nawadniający.

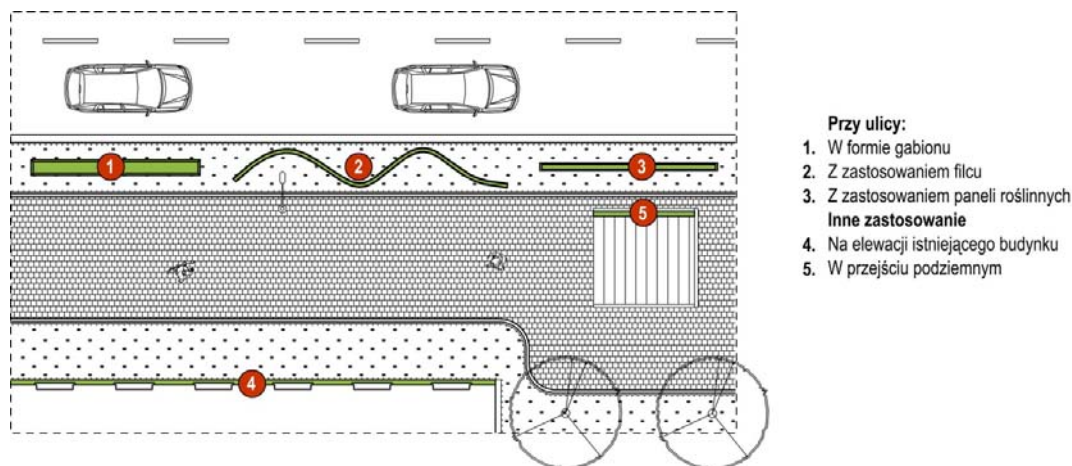


Ryc. 1. Schemat konstrukcji przykładowej roślinnej ściany

Umocowana do fundamentu roślinna ściana musi spełniać wszelkie wymogi bezpieczeństwa uwzględniając wagę roślin oraz konstrukcji, a także przewidywany wzrost obciążenia po opadach atmosferycznych. Przewidziana gęstość sadzenia roślin nie przekracza 25 sztuk na 1m² co związane jest z optymalnym dopuszczalnym obciążeniem konstrukcji. Zastosowane nawodnienie roślin ściśle związane jest z uprawą hydroponiczną, zapewniając odpowiednią ilość mikro i makroelementów. Roztwór wodny jest pompowany na szczyt roślinnej ściany, a następnie, wykorzystując siłę grawitacyjną przepływa do niżej położonych zbiorników.

Do podstawowych form roślinnych ścian zaliczamy:

- formę gabionu;
- z wykorzystaniem paneli roślinnych;
- z wykorzystaniem bezściółkowej metody kultury roślin (filc hydrauliczny);
- formy trejaży.



Ryc. 2. Schemat możliwości lokalizowania roślinnych ścian

ZASTOSOWANIE ROŚLINNYCH ŚCIAN

- zielone ekrany akustyczne
- zieleń towarzysząca ciągom komunikacyjnym
- ochrona przed graffiti
- nowatorskie rozwiązania zieleni przy przejściach podziemnych
- alternatywne technologie ocieplania budynków

KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z ZAKŁADANIA ROŚLINNYCH ŚCIAN:

1. Korzyści ekologiczne:

- produkcja biomasy oraz zwiększenie powierzchni ewaporacji
- redukcja kurzu
- redukcja metali ciężkich
- naturalna izolacja termiczna (zmniejszenie temperatury w porze letniej, izolacja cieplna w zimie)
- redukcja hałasu
- bioróżnorodność
- redukcja efektu miejskiej wyspy ciepła
- edukacja przyrodnicza
- zwiększenie wilgotności powietrza w otoczeniu

2. Korzyści wizualne:

- podnoszenie jakości krajobrazowej miasta (pionowe ogrody miasta)
- zwiększanie kompensacji terenowej (biologiczna wartość powierzchni)
- wprowadzenie zieleni do zamkniętych przestrzeni
- rodzaj dzieła sztuki

3. Pozostałe korzyści:

- pozytywny wpływ na psychikę człowieka
- unikalna konstrukcja – możliwość promocji miejsca
- funkcje dydaktyczno-naukowe
- możliwość tworzenia nowatorskich wystaw promocyjnych oraz reklamowych



Ryc. 3. Roślinna ściana w formie gabionu



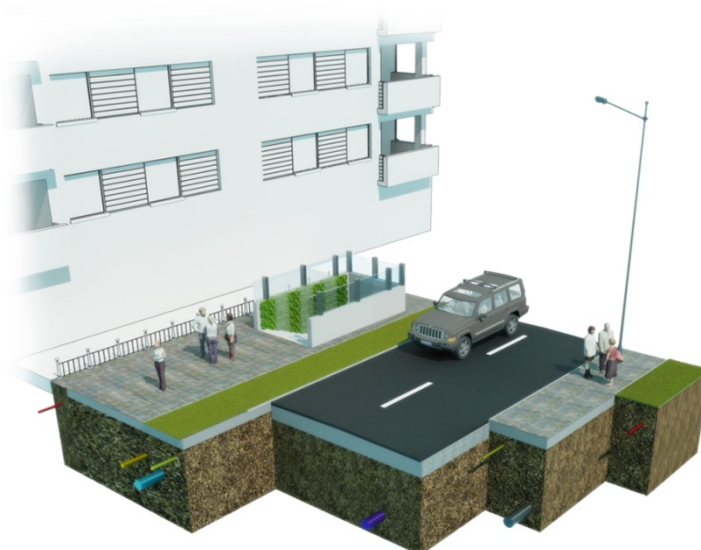
Ryc. 4. Roślinna ściana z zastosowaniem paneli roślinnych



Ryc. 5. Roślinna ściana z zastosowaniem filcu



Ryc. 6. Roślinna ściana na elewacji istniejącego budynku



Ryc.7. Roślinna ściana w przejściu podziemnym



Ryc. 8. Roślinna ściana w przejściu podziemnym



Ryc. 9. Roślinna ściana jako żywy ekran akustyczny



Ryc. 10. Roślinna ściana jako żywy ekran akustyczny przy jezdni



Ryc. 11. Roślinna ściana jako bariera dla graffiti

BIBLIOGRAFIA

1. BIAŁOBOK S., HELLWIG Z. 1955. *Drzewoznastwo*. PWRiL, Warszawa.
2. BROWICZ K., 1953. *Dęby uprawiane w Polsce*. Roczn. Sekcji Dendrol. Polskiego Tow. Bot. 9: 71 - 122.
3. Bruns Pflanzen, Catalogue of trees and shrubs 2008/9
4. BUGAŁA W. 1991. *Drzewa i krzewy dla terenów zieleni*. PWRiL, Warszawa.
5. BYLIŃSKA E., RINKE Z., RINKE M. 1993. *Dobór drzew i krzewów ozdobnych do nasadzenia w warunkach miejskich Wrocławia*. Mscr., Fizjo-Geo - opracowanie wykonane dla Wydz. Rolnictwa, Leśnictwa, Zieleni Miejskiej i Ochrony Środowiska Urzędu Miejskiego Wrocławia, Wrocław.
6. CZERWIENIEC M., LEWIŃSKA J. 1996. *Zieleń w mieście*. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
7. DUBICKI A., DUBICKA M., SZYMANOWSKI M., 2002. *Klimat Wrocławia*. [w:] Środowisko Wrocławia. Informator 2002. Dolnośl. Fund. Ekorozwoju, Wrocław, s. 9-25.
8. GILMAN E. 1997, *Trees for Urban and Suburban Landscapes*, London, Delmar publisher
9. HRYNKIEWICZ J., TELEŻYŃSKA J., 1965. *Perełkowiec japoński (Sophora japonica L.) w parkach wrocławskich*. Roczn. Sekcji Dendrol. Polskiego Tow. Bot. 19: 141-149.
10. ŁUKASIEWICZ A., 1989. *Drzewa w środowisku miejsko-przemysłowym* [w:] Życie drzew w skażonym środowisku. PAN- Inst. Dendrol., Poznań, s. 49-85.
11. MATTHECK C., BRELOER H. 1994, *The body language of trees*, London, TSO
12. NIEMIRSKI W. 1973. „*Kształtowanie terenów zieleni*”. Wyd. Arkady, Warszawa.
13. NOWAK T., NOWAK-GRZESZCZAK H., SZOPIŃSKA E. 2006. Dobór drzew i krzewów przyulicznych dla Wrocławia. płyta DVD, Wrocław. (zbiory Ogrodu Botanicznego we Wrocławiu).
14. ORZESZEK-GAJEWSKA B. 1984. „*Kształtowanie terenów zieleni w miastach*”. Instytut Urbanistyki i Planowania Przestrzennego Politechniki Warszawskiej, Państwowe Wyd. Naukowe, Warszawa.
15. ROBERTS J., JACKSON N., SMITH M., 2006, *Tree Roots in the Built Environment*, TSO
16. SENETA W., DOLATOWSKI J. 1997. *Dendrologia*. (wyd. II), Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
17. SENETA W., 1987. *Drzewa i krzewy iglaste*, PWN, Warszawa.
18. SZOPIŃSKA E., MAZUREK J., DRADRACH A. 2005. *Ocena oddziaływania szrotówki kasztanowcowiaczka (Cameraria ohridella Dechka & Dimic) na taksony z rodzaju kasztanowiec (Aesculus) na terenie Wrocławia na tle zróżnicowania taksonomicznego rodzaju*. Wrocław, Mscr. - oprac. wykonane dla KBN
19. WRZEŚNIEWSKI Z. 1976. *Ochrona środowiska w drogownictwie*. Biblioteka drogownictwa. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa.
20. CHACHULSKI Z. 2000. *Chirurgia i pielęgnacja drzew*. Wydawnictwo Legraf, Józefów – Michalin.
21. SZCZEPANOWSKA B. 2001. *Drzewa w mieście*. Wydawnictwo HORTPRESS Sp. z o. o. Warszawa.
22. BUCHWALD K., ENGELHARDT W. 1975. *Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody*. PWRiL, Warszawa.
23. WEJCHERT K. 1984. *Elementy kompozycji urbanistycznej*. Arkady, Warszawa.
24. KARCZMARCZYK S., NOWAK L. 2006. *Nawadnianie roślin*. PWRiL, Poznań.
25. CZARNECKI W. 1970. *Planowanie miast i osiedli*. Sieć komunikacji dalekiego zasięgu. t. IV, PWN, Warszawa.