

Standardy planowania i zagospodarowania ulic z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury

Zamawiający: Urząd Miejski Wrocławia
Departament Zrównoważonego Rozwoju, Biuro Wody i Energii

Wrocław, październik 2019

**Wykonawca: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Instytut Architektury Krajobrazu,
ul. Grunwaldzka 55, 50-375 Wrocław**

**Zespół autorski:
dr Elżbieta Szopińska, dr inż. arch. Justyna Rubaszek, mgr inż. Anna Gizowska**

Konsultacje branżowe: dr inż. Marek Jagiełło

Recenzent: dr hab. inż. Ewa Burszta-Adamiak, prof. UPWr.

**STANDARDY PLANOWANIA I ZAGOSPODAROWANIA ULIC Z UWZGLĘDNIENIEM
ZIELONO-NIEBIESKIEJ INFRASTRUKTURY**

powstały jako efekt współpracy Auterek z jednostkami Urzędu Miasta Wrocławia, w szczególności: Biurem Wody i Energii, Biurem Zrównoważonej Mobilności, Biurem Rozwoju Wrocławia, Wydziałem Inżynierii Miejskiej, Wydziałem Transportu, Zarządem Dróg i Utrzymania Miasta, Wydziałem Nabywania i Sprzedaży Nieruchomości, Zarządem Zieleni Miejskiej, właścicielami i gestorami sieci infrastruktury technicznej: Miejskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji S.A., Polskim Górnictwem Naftowym i Gazownictwem S.A, Zespołem Elektrociepłowni Wrocławskich Kogeneracja S.A., Tauronem Polska Energia S.A., oraz Mieszkańcami Wrocławia.

Wszystkim dziękujemy za cenne uwagi i konsultacje.

Elżbieta Szopińska, Justyna Rubaszek, Anna Gizowska

Wprowadzenie	6
Introduction.....	8
1. Planowanie i zagospodarowanie ulicy z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury	10
1.1. Pojęcie zielono-niebieskiej infrastruktury	10
1.2. Ogólne wytyczne planowania i zagospodarowania ulicy.....	10
2. Ogólna charakterystyka elementów zielono-niebieskiej infrastruktury	12
2.1 Opis rozwiązań w zakresie gospodarowania wodą opadową i roztopową.....	12
3. Szczegółowa charakterystyka wybranych rozwiązań zielono-niebieskiej infrastruktury ulicy.....	15
3.1 Podział rozwiązań w zależności od stopnia infiltracji	15
3.2 Stosowane warstwy i materiały	16
3.2.1 Warstwa wegetacyjna	16
3.2.2 Warstwa separacyjna.....	18
3.2.3 Warstwa drenażowa	18
3.2.4 Elementy uzupełniające	18
3.3 Opis rozwiązań przedstawionych w części graficznej	19
3.3.1 Mulda chłonna – wariant I	20
3.3.2 Mulda chłonna – wariant II	22
3.3.3 Ogród deszczowy (typ I) – wariant I.....	24
3.3.4 Ogród deszczowy (typ I) – wariant II.....	26
3.3.5 Ogród deszczowy (typ I) – wariant III.....	28
3.3.6 Ogród deszczowy (typ I) – wariant IV (z warstwą drenażową w formie skrzynek retencyjno-rozsączających)	30
3.3.7 Ogród deszczowy (typ II) – wariant I.....	32
3.3.8 Ogród deszczowy (typ II) – wariant II.....	34
3.3.9 Ogród deszczowy (typ III) - wpustka uliczna.....	36
3.3.10 Ogród deszczowy (typ IV) – wariant I (donica)	38
3.3.11 Ogród deszczowy (typ IV) – wariant II (donica)	40
3.4. Zalecenia dotyczące prac wykonawczych.....	52
3.5. Kontrola i utrzymanie	52
3.6. Sieci podziemnej infrastruktury technicznej w strefach z systemami bioretencji	52
3.6.1. Sieci sanitarne i wodociągowe	52
3.6.2. Sieci elektroenergetyczne	53
3.6.3. Sieci gazowe.....	53

3.6.4. Sieci ciepłownicze.....	53
3.7. Zielono-niebieska infrastruktura w istniejących pasach drogowych	54
4. Rozwiązania techniczne poprawiające warunki wegetacji roślin w pasach drogowych	55
5. Dobór gatunków roślin do nasadzeń przyulicznych	62
6. Nasadzenia drzew a sieci podziemnej infrastruktury technicznej.....	65
Źródła informacji	68
Literatura	68
Akty prawne	71
Normy.....	72
Uchwały, wytyczne, zarządzenia.....	72
Część graficzna	73

Wprowadzenie

Ulice miejskie należą do niezbędnych elementów struktury przestrzennej i funkcjonalnej miasta. Prawidłowo zaprojektowana ulica, to ulica spełniająca szereg wymogów technicznych, bezpieczna i wygodna dla jej użytkowników, ulica o właściwych proporcjach przestrzennych. To także ulica planowana integralnie z zielenią i rozwiązaniami wspierającymi zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi i roztopowymi – **zielono-niebieską infrastrukturą**.

Trudności i wyzwania jakie związane są z projektowaniem ulic miejskich wynikają z potrzeby kompromisów i pogodzenia w stosunkowo niewielkiej przestrzeni zarówno obiektów budowlanych i technicznych, w tym sieci podziemnej i naziemnej infrastruktury, a także elementów przyrodniczych. Planowanie zielono-niebieskiej infrastruktury to zadanie niezwykle ważne w obliczu problemów środowiskowych i klimatycznych, jakie występują na terenach zurbanizowanych, m.in. zanieczyszczenia powietrza i gleby, niedoboru wody gruntowej, długotrwałych okresów suszy i wysokiej temperatury.

Skala potrzeb w zakresie zagospodarowania ulic z zielenią i rozwiązaniami wspierającymi małą retencję jest ogromna – sieć uliczna zajmuje szacunkowo 30% wszystkich powierzchni uszczelnionych miasta, a procent nawierzchni nieprzepuszczalnych w obrębie ulicy wynosi zazwyczaj powyżej 80% całkowitej powierzchni. Nawierzchnie utwardzone przyczyniają się do szybkiego spływu wód opadowych z terenów zurbanizowanych, co wpływa na zmniejszenie ilości wody w glebie, a w sytuacji obfitych opadów stanowi przyczynę lokalnych podtopień, a nawet powodzi. Najczęściej stosowane materiały, takie jak beton, kamień, szybciej się nagrzewają i w większym stopniu akumulują ciepło niż powierzchnie biologicznie czynne. Ma to bezpośredni wpływ na występowanie zjawiska miejskiej wyspy ciepła, tym samym pogorszenia komfortu i zdrowia mieszkańców. Wprowadzenie nowych standardów planowania ulic jest więc zadaniem ważnym i pilnym. Ulice miasta XXI wieku powinny być wypełnione zielenią, szczególnie zielenią wysoką, wyposażone w rozwiązania umożliwiające zagospodarowanie wody opadowej i roztopowej w miejscu ich opadu. Zielone ulice są ważne nie tylko ze względów środowiskowych i klimatycznych, jak pokazują badania, są atrakcyjniejsze dla pieszych i rowerzystów.

Standardy planowania i projektowania ulic z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury stanowią kompendium wiedzy na temat proekologicznego kształtowania przestrzeni ulic, z uwzględnieniem zieleni i rozwiązań służących retencji, filtracji i infiltracji wody opadowej i roztopowej oraz elementów zagospodarowania pasa drogowego, jakimi są jezdnie, chodniki, ścieżki rowerowe i parkingi, a także sieci infrastruktury technicznej.

Konieczność łączenia lub zastępowania rozwiązań tradycyjnych rozwiązaniami wykorzystującymi naturalne procesy przyrodnicze wynika z potrzeby zmiany dotychczasowego sposobu odprowadzania wód opadowych i roztopowych na bardziej przyjazny środowisku. Zielono-niebieska infrastruktura stanowi wsparcie i uzupełnienie rozwiązań tradycyjnych, typowo technicznych, a nawet je zastępuje, co znajduje uzasadnienie ekonomiczne i środowiskowe. Nowatorstwo tematu na gruncie polskim sprawia jednak, że brak jest jeszcze przepisów i wytycznych regulujących kwestie wprowadzania zielono-niebieskiej infrastruktury w pasie drogowym, a także publikacji, które zawierałyby zasady jej projektowania w odniesieniu do ulicy.

Wrocław jest miastem, które już od kilku lat podejmuje działania na rzecz zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi m.in. przez tworzenie lokalnych regulacji (Zarządzenie Prezydenta Wrocławia NR 6541/17 z dnia 17 marca 2017 r. w sprawie gospodarowania wodami opadowymi we Wrocławiu¹ i zastąpione Zarządzeniem Nr 1158/19, z dnia 17 czerwca 2019 r.²), opracowań popularyzujących wiedzę z tego zakresu i wspierających projektantów, inwestorów i urzędników (*Katalog dobrych praktyk. Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych*, Wrocław 2017³), jak i programów dotacyjnych zachęcających mieszkańców do stosowania rozwiązań opartych na naturze na swoich posesjach (program *Złap deszcz*⁴).

Standardy planowania i projektowania ulic z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury składają się z dwóch części: tekstowej i graficznej. Część tekstowa zawiera informacje na temat planowania i projektowania ulicy z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury. Część graficzna to katalog modeli ulic, w którym pokazano różne warianty ulic klasy dojazdowej i lokalnej z propozycją rozmieszczenia poszczególnych elementów składowych pasa drogowego z uwzględnieniem infrastruktury technicznej i infrastruktury zielono-niebieskiej⁵.

Zawarte w opracowaniu informacje i rozwiązania stanowią materiał do wykorzystania zarówno przez praktyków (planistów, projektantów i wykonawców), jak również jednostki administracji publicznej, w tym Biuro Wody i Energii, Biuro Zrównoważonej Mobilności, Biuro Rozwoju Wrocławia, Wydział Inżynierii Miejskiej, Wydział Transportu, Wydział Nabywania i Sprzedaży Nieruchomości, Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta, Zarząd Zieleni Miejskiej oraz właścicieli i gestorów sieci infrastruktury technicznej: Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji, Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A, Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich Kogeneracja S.A, Tauron Polska Energia S.A.. Standardy mogą być także źródłem informacji dla mieszkańców i inwestorów zainteresowanych tematyką projektowania przestrzeni z zastosowaniem rozwiązań prośrodowiskowych.

¹ <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=6541/17>

² <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=1158/19>

³ <https://www.wroclaw.pl/srodowisko/files/dokumenty/8811/Katalog%20Dobrych%20Praktyk%20-%20drogi.pdf>

⁴ <http://bip.um.wroc.pl/artukul/842/40663/wroclawski-program-dotacyjny-zlap-deszcz-2019>; <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=XII/302/19>

⁵ Opracowanie stanowi aktualizację i rozszerzenie opracowania z 2010 r. pt. Propozycje standardów w zakresie kształtowania zielni wysokiej miejskich tras komunikacyjnych, którego integralną część stanowił katalog ulic wprowadzony do stosowania w planowaniu miejscowym ZARZĄDZENIEM NR 9448/10 PREZYDENTA WROCŁAWIA z dnia 20 maja 2010 r.; [http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Katalogi_przekrojow_ulic_z_elementami_zieleni\[1\].pdf](http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Katalogi_przekrojow_ulic_z_elementami_zieleni[1].pdf)

Introduction

City streets are among the necessary elements of the spatial and functional structure of the city. A correctly designed street is a street that meets a number of technical requirements, is safe and convenient for its users, a street with the right spatial proportions. It is also a street planned integrally with greenery and solutions supporting the sustainable management of rainwater and snowmelt water – green and blue infrastructure.

Difficulties and challenges associated with the design of urban streets result from the need to compromise and reconcile both technical infrastructure, including technical infrastructure networks, and natural elements in a relatively small space. Planning green and blue infrastructure is an extremely important task in the face of environmental and climate problems that occur in urban areas, including air pollution, groundwater shortages, long periods of drought and the urban heat island.

The scale of requirements for the development of streets with green and blue infrastructure is huge – the street network covers an estimated 30% of all the city's sealed surfaces, and the percentage of impervious surfaces within individual streets is usually above 80% of the total area. Paved surfaces contribute to the rapid runoff of rainwater from urban areas, which reduces soil water, and is a cause of local flooding and even flooding in the event of heavy rainfall. Concrete and stone heat up faster and accumulate heat more than biologically active surfaces – this has a direct impact on the urban heat island phenomenon. The introduction of new street planning standards is therefore an urgent and important task. The streets of the 21st century should be filled with greenery, including high greenery, equipped with solutions to relieve rainwater and / or combined sewerage by managing rainwater at the place of precipitation. Green streets are, as surveys show, attractive to users and more often chosen by pedestrians and cyclists.

Street planning and design standards with green and blue infrastructure are a compendium of knowledge about the pro-ecological shaping of street space, including greenery and solutions for retention, filtration and infiltration of rainwater and snowmelt water as well as elements of road lane development such as roadways, pavements, bicycle paths and parking lots, as well as technical infrastructure networks.

The need to combine or replace traditional solutions with solutions using natural processes results from the need to change the current way of draining rainwater and snowmelt to a more environmentally friendly one. The green and blue infrastructure supports and supplements traditional, typically technical solutions, and even replaces them, which is economically and environmentally justified. However, the novelty of the topic on Polish soil means that there are still no provisions and guidelines regulating the issues of introducing green and blue infrastructure in the road lane, as well as publications that would contain the principles of its design in relation to the street.

Wrocław is a city that for several years has been undertaking activities for sustainable water management, by methods that include creating local legal regulations (Mayoral Ordinance of Wrocław No. 6541/17 of 17 March 2017 regarding rainwater management in Wrocław⁶ and replaced

⁶ <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=6541/17>

by Ordinance No. 1158/19 of 17 June 2019⁷), studies popularizing knowledge in this field and supporting designers, investors and officials ("*Catalog of good practices. Principles of sustainable management of rainwater from road surface*", Wrocław 2017⁸), as well as grant programs encouraging residents to use nature-based solutions on their properties (program "*Catch the Rain*")⁹.

Street planning and design standards with green and blue infrastructure consist of two parts: text and graphics. The text part contains information on the principles of street planning and design in the context of sustainable water management. The graphic part is a catalog of models of streets in which the layout of individual components of the road lane is shown, including trees, low greenery and sustainable urban drainage¹⁰.

The information and solutions contained in the study constitute material to use by both practitioners (planners, designers and contractors) as well as public administration units, including the Water and Energy Office, the Sustainable Mobility Office, the Wrocław Development Office, the City Engineering Department, the Transport Department, the Real Estate Purchase and Sale Department, The Roads and City Maintenance Board, the City Green Board and the owners and managers of the technical infrastructure network: the Municipal Water and Sewage Enterprise, Polish Oil and Gas Mining Company, Complex of Wrocław Power Plants Kogeneracja Company, Tauron Polish Energy Company. *Standards* can also be a source of information for residents and investors interested in the subject of space design using pro-environmental solutions.

⁷ <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=1158/19>

⁸ <https://www.wroclaw.pl/srodowisko/files/dokumenty/8811/Katalog%20Dobrych%20Praktyk%20-%20drogi.pdf>

⁹ <http://bip.um.wroc.pl/artykul/842/40663/wroclawski-program-dotacyjny-zlap-deszcz-2019>; <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=XII/302/19>

¹⁰ The standards update and extend the document developed by the authors in 2010 entitled "*Proposals for standards for the development of high greenery of urban streets*", an integral part of which was the street catalog introduced for use in local planning – Mayoral Ordinance No. 9448/10 of May 20, 2010; [http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Katalogi_przekrojow_ulic_z_elementami_zieleni\[1\].pdf](http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Katalogi_przekrojow_ulic_z_elementami_zieleni[1].pdf)

1. Planowanie i zagospodarowanie ulicy z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury

1.1. Pojęcie zielono-niebieskiej infrastruktury

Zielona infrastruktura to sieć strategicznie planowanych obszarów i elementów naturalnych i półnaturalnych, która pełni szereg funkcji i dostarcza wielu korzyści społeczeństwu, inaczej dostarcza licznych usług ekosystemowych. W skład zielonej infrastruktury wchodzi różnego typu tereny pokryte przez zielenią i wody powierzchniowe, a także elementy przyrodnicze, np. lasy, zadrzewienia, pojedyncze drzewa, pola uprawne, łąki, tereny zieleni miejskiej, zielone dachy i ogrody wertykalne, a także rzeki, strumienie, rowy melioracyjne, zbiorniki wodne i wiele innych. Jedną z definicji zielonej infrastruktury zawartą w dokumencie Komisji Europejskiej pt. *Building a Green Infrastructure for Europe*, brzmi: „Zielona infrastruktura to strategicznie zaplanowana sieć wysokiej jakości obszarów przyrodniczych i półnaturalnych o innych cechach środowiskowych, która została zaprojektowana i zarządzana w celu zapewnienia szerokiej gamy usług ekosystemowych i ochrony różnorodności biologicznej zarówno na obszarach wiejskich, jak i miejskich (...)”¹¹.

Zależnie od skali w jakiej rozpatruje się zieloną infrastrukturę (kontynentalnej, krajowej, regionalnej, lokalnej) jej elementy składowe są różnie identyfikowane i w różny sposób planowane. W każdym jednak przypadku istotną jest jej wielofunkcyjność, łączność i integralność. Wielofunkcyjność rozumiana jest jako możliwość pełnienia przez zieloną infrastrukturę wielu funkcji jednocześnie; łączność odnosi się do budowania i ochrony powiązań między obszarami i tworzenia sieci, co ma kluczowe znaczenie np. dla zachowania bioróżnorodności i prawidłowego przebiegu procesów ekologicznych; integralność natomiast oznacza możliwość łączenia zielonej infrastruktury z obiektami budowlanymi i infrastrukturą techniczną.

Termin *zielono-niebieska infrastruktura* odnosi się najczęściej do elementów i obszarów, których główną rolą jest regulacja procesu obiegu wody w przyrodzie. Zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych w miejscu opadu należy do jednych z ważnych zadań zielono-niebieskiej infrastruktury. Zielono-niebieską infrastrukturę ulicy tworzyć więc będą układy elementów przyrodniczych i technicznych, które umożliwiają gromadzenie wody opadowej, jej filtrację i infiltrację w głąb gruntu, a także zwiększają powierzchnię transpiracji. Proponowane rozwiązania wspierają funkcjonowanie tradycyjnej kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej, przez jej odciążenie, co ma swoje uzasadnienie środowiskowe i ekonomiczne.

1.2. Ogólne wytyczne planowania i zagospodarowania ulicy

Za standard zagospodarowania ulicy z uwzględnieniem zielono-niebieskiej infrastruktury uznaje się:

- wprowadzanie zieleni – integralnego i niezbędnego elementu pasa drogowego, ze szczególnym uwzględnieniem drzew, jako grupy roślin najbardziej efektywnych pod względem korzystnego oddziaływania na środowisko i klimat lokalny miasta;
- wykonywanie nasadzeń zieleni zapewniających jak najlepsze warunki dla rozwoju roślin:
 - właściwe przygotowanie gleby lub jej wymianę na odpowiedniej powierzchni i głębokości; w przypadku drzew ilość odpowiednio przygotowanej gleby jest zależna od parametrów

¹¹ Building a Green Infrastructure for Europe, European Commission, 2013
(źr. https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructure_broc.pdf; doi: 10.2779/54125)

docelowych sadzonego gatunku (zalecane: 0,6m³ na 1m² rzutu korony dojrzałego drzewa), przy czym głębokość pasa pod nasadzenia nie może być płytsza niż 0,9m,

- zapewnienie dostępu do wody, w tym: podlewanie w okresach suszy, wykorzystanie podczyszczonej wody opadowej i roztopowej z obiektów bioretencji (przekierowanie na pasy zieleni lub na tereny zieleni przyległe do ulic zgodnie z określonymi zasadami, szczególnie w przypadku wody z jezdni)
- stosowanie rozwiązań technicznych mających pozytywny wpływ na kondycję zdrowotną i rozwój zieleni istniejącej, w szczególności istniejących drzew:
 - ścieżki dla korzeni, komórki glebowe, mieszanki kamienno-glebowe,
 - chodniki w formie ramp, krawężniki mostowe i inne formy obrzeży, które nie naruszają lub minimalizują redukcję systemu korzeniowego istniejących drzew,
 - nawierzchnie przepuszczalne i półprzepuszczalne, zapewniające dostęp wody i powietrza.
- stosowanie systemów bioretencji służących: retencji, filtracji i infiltracji wody opadowej i roztopowej w miejscu opadu, spowolnieniu spływu i zwiększeniu powierzchni transpiracji (poprzez wprowadzanie obiektów bioretencji tj. muldy chłonne, ogrody deszczowe)
- stosowanie spadków nawierzchni chodników i dróg rowerowych umożliwiających powierzchniowy spływ wody opadowej i roztopowej na tereny zieleni i do systemów bioretencji (niedopuszczalne jest stosowanie wyniesionych krawężników i innych barier uniemożliwiających ten spływ oraz umieszczanie pasów zieleni powyżej poziomu chodników / ścieżek rowerowych), stosowanie wyniesionych krawężników jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy posiadają one wpusty / otwory lub na fragmentach są zlicowane z poziomem nawierzchni, umożliwiając w ten sposób przepływ wody w kierunku terenu zieleni (uwaga: w przypadku wykorzystania wody opadowej i roztopowej do nawadniania roślin należy wprowadzić ograniczenia w stosowaniu soli w okresie zimy),
- wprowadzanie obowiązkowych stref dla sieci ciepłowniczych zasilających i powrotnych w ulicach przeznaczonych dla zabudowy wielorodzinnej, a także innych ulicach, które stanowią korzystne i istotne korytarze dla CO₂, co ma kluczowe znaczenie dla ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery;
- uwzględnianie przepisów prawa polskiego, a także zarządzeń, lokalnych standardów i wytycznych, dotyczących projektowania ulic i ich elementów składowych, w tym: Standardów Projektowych i Wykonawczych dla Infrastruktury Rowerowej Województwa Dolnośląskiego (Wrocław 2016), Wrocławskich Standardów Kształtowania Przestrzeni Miejskich Przyjaznych Pieszym (Wrocław 2017), Standardów projektowych i wykonawczych dla infrastruktury rowerowej województwa dolnośląskiego. Załącznik do Uchwały Nr 1987/V/16 Zarządu Województwa Dolnośląskiego z dnia 22 marca 2016 r., Katalogu dobrych praktyk. Zasad zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych (Wrocław 2017), Zarządzenia nr 5081/16 Prezydenta Wrocławia z dnia 11 sierpnia 201 r w sprawie ochrony drzew i rozwoju terenów zieleni Wrocławia, Zarządzenia nr 1158/19 Prezydenta Wrocławia z dnia 17 czerwca 2019 r. w sprawie gospodarowania wodami opadowymi we Wrocławiu.

2. Ogólna charakterystyka elementów zielono-niebieskiej infrastruktury

Przedstawione w opracowaniu rozwiązania z zakresu zielono-niebieskiej infrastruktury zapewniają retencję, filtrację i infiltrację wody opadowej i roztopowej w miejscu jej opadu, wpływają na spowolnienie spływu powierzchniowego zwłaszcza w okresach deszczy nawalnych oraz zwiększają powierzchnię parowania wody do atmosfery. Przedstawione rozwiązania należą do elementów składowych pasa drogowego. Elementy zieleni widoczne w kompozycji przestrzennej ulicy stanowią składnik warstwy wegetacyjnej, pod którą znajdują się warstwy zapewniające prawidłowe funkcjonowanie poszczególnych rozwiązań: warstwa separacyjna i drenażowa.

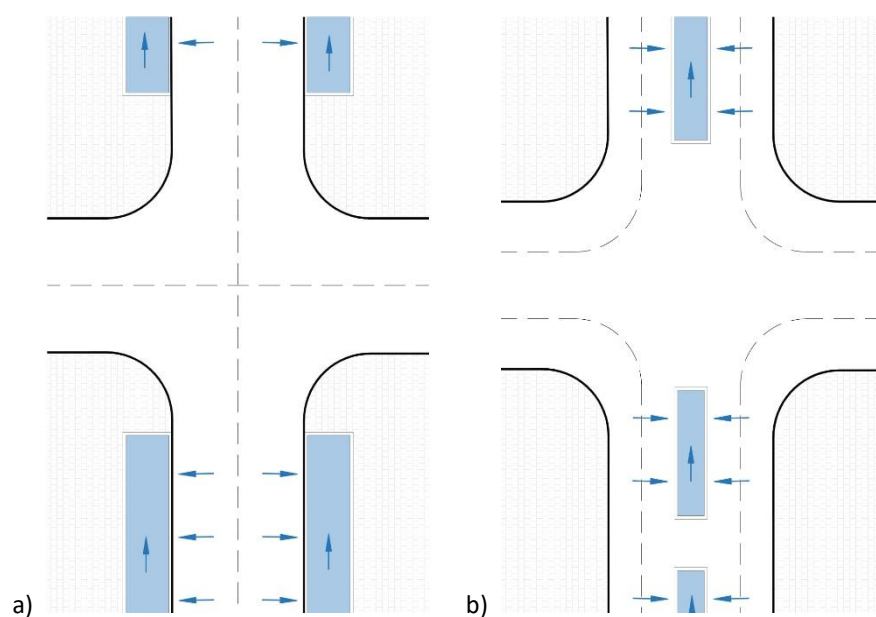
2.1 Opis rozwiązań w zakresie gospodarowania wodą opadową i roztopową

Muldy chłonne i ogrody deszczowe

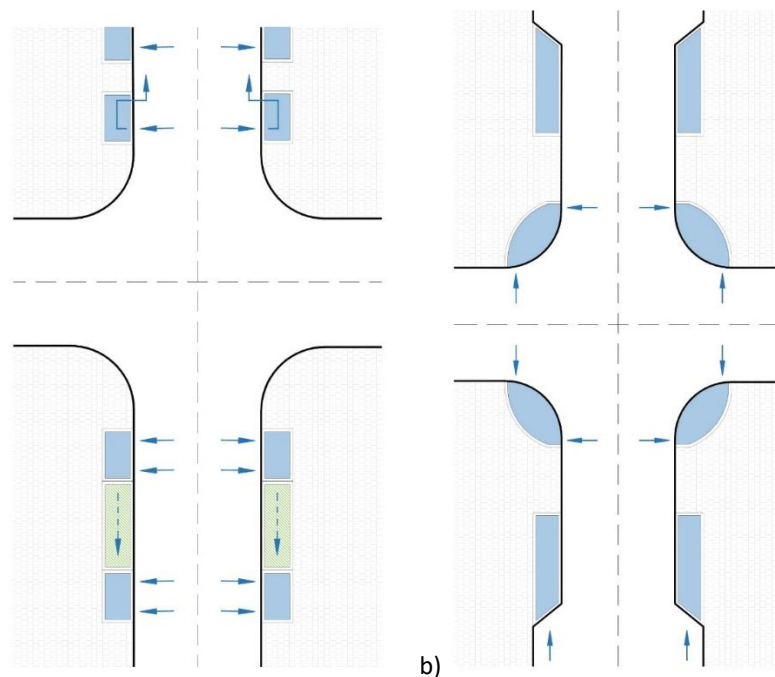
Proponowany zakres rozwiązań w zakresie gospodarowania wodą opadową i roztopową w obrębie pasa drogowego obejmuje wprowadzenie muld chłonnych lub/i ogrodów deszczowych. Cechuje je:

- niewielki stopień skomplikowania konstrukcji (możliwość wykonania w ciągu kilku dni)
- nieduże koszty wykonania i odtworzenia
- możliwość lokalizacji w różnych konfiguracjach względem jezdni, chodników, dróg rowerowych, w tym możliwość lokalizacji odcinkami, np. na fragmencie pasa zieleni lub fragmencie chodnika
- adekwatność stosowania zwłaszcza w drogach dojazdowych (D) i lokalnych (L), o mniejszym natężeniu ruchu kołowego, niż ma to miejsce w przypadku dróg wyższych klas

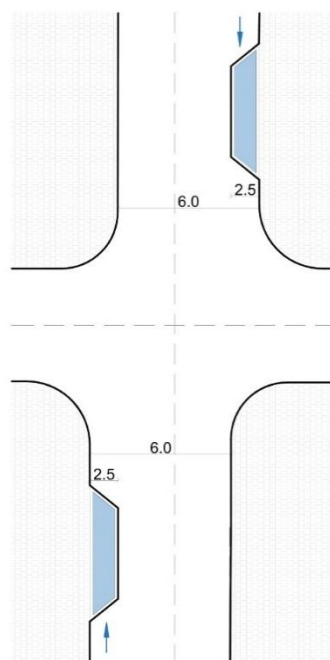
Decyzje o wyborze poszczególnych rozwiązań podejmowane są na etapie opracowywania koncepcji i projektów i wynikają z istniejących uwarunkowań terenowych. Ich przykładowe umiejscowienie w pasie drogowym pokazano na ryc. 1, 2, 3.



Ryc. 1 Przykład lokalizacji muldy: a) w pasie wzdłuż krawędzi jezdni; b) w pasie rozdzielającym jezdnie.



Ryc. 2 Przykład lokalizacji ogrodu deszczowego: a) wzdłuż krawędzi jezdni naprzemiennie z chodnikiem i/lub wzdłuż krawędzi jezdni naprzemiennie z pasem zieleni; b) w pasie chodnika naprzemiennie z zatoką parkingową; na skrzyżowaniu w miejscu niewykorzystywanym do ruchu pieszego.



Ryc. 3 Przykład lokalizacji ogrodu deszczowego w pasie jezdni (typ: wpustka uliczna) tego rodzaju rozwiązania wymaga zawężenia na fragmencie szerokości jezdni lub wprowadzenia np. na fragmencie pasa parkingów.

Za **muldę chłonną** uznaje się wydłużone i stosunkowo szerokie zagłębienie terenu z łagodnie nachylonymi skarpami, porośnięte najczęściej roślinnością zielną (trawnikiem lub łąką kwietną). Mulda chłonna projektowana jest najczęściej na dłuższych, ciągłych odcinkach ulicy. Może być przerywana z uwagi na konieczność lokalizacji studni np. studni kanalizacji sanitarnej lub wodociągowej.

Za **ogród deszczowy** uznaje się niewielkie obniżenie terenu z roślinnością o zróżnicowanym składzie gatunkowym (roślinność zielna i zdrewniała). Ogrody deszczowe lokalizowane są najczęściej na krótszych niż muldy fragmentach ulic. Ich forma jest zróżnicowana: od bardziej naturalnej organicznej po geometryczną, przypominającą formą zagłębioną w gruncie donicę.

Nazwy *mulda* i *ogród deszczowy* są adekwatne do nazw stosowanych w polskim piśmiennictwie oraz nazw angielskich (mulda, ang. *swale*; ogród deszczowy, ang. *rain garden*). W literaturze polskiej i zagranicznej spotyka się informacje, co do stosowania terminu *ogród deszczowy*, jako określenia niecek obsadzonych roślinnością lokalizowanych poza pasem drogowym (głównie w ogrodach przydomowych, parkach, skwerach). Coraz częściej jednak nazwa ta pojawia się również dla rozwiązań stosowanych w pasie drogowym, z uwagi na ich niewielkie rozmiary i zastosowaną różnorodną kompozycję roślin zielnych oraz krzewów.

Przedstawione w opracowaniu rodzaje muld chłonnych i ogrodów deszczowych różnią się między sobą kształtem, budową oraz umiejscowieniem w pasie drogowym, a także typem roślinności (tylko rośliny zielne lub rośliny zielne i zdrewniałe) i kompozycją. **Drzewa, z uwagi na brak dostępnych wieloletnich badań określających wpływ wód opadowych i roztopowych na ich rozwój, uznane są za rośliny, które w systemach bioretencji w pasach drogowych można stosować wyłącznie eksperymentalnie, zakładając monitorowanie ich rozwoju.**

Uwagi dodatkowe:

- 1) powierzchnia i głębokość zaproponowanych do stosowania w pasach drogowych muld i ogrodów deszczowych, musi być projektowana na podstawie obliczeń m.in. powierzchni spływu, wielkości opadu, ponadto musi być dostosowana do lokalnych uwarunkowań (warunków glebowych, dostępności miejsca).
- 2) na etapie planowania i projektowania należy dążyć do rozwiązań systemowych (wzajemnie powiązanych rozwiązań).
- 3) w zakresie budowy muld i ogrodów deszczowych, jeśli warunki lokalne tego wymagają, wprowadza się dodatkowe rozwiązania techniczne, które usprawniają odpływ wody, zabezpieczają przed jej przelaniem, rozprowadzają wodę w warstwie drenażowej lub/i odprowadzają jej nadmiar do odbiornika. Należą do nich:
 - studnie przelewowe i przelewowo-rozsączające stosowane w celu szybszego wprowadzenia wody z powierzchni muldy/ogrodu deszczowego i jej rozsączenia w warstwie drenażowej, np. gdy jego powierzchnia jest zbyt mała w stosunku do powierzchni spływu oraz w celu zwiększenia ilości wody do zagospodarowania na miejscu opadu;

- rury drenarskie stosowane w warstwie drenażowej (perforowane, zalecana średnica min. 100mm) pozwalające na równomierne rozprowadzenie zebranej wody lub /i przekierowanie jej nadmiaru;
- rury odprowadzające (pełne) przekierowujące wodę do kanalizacji deszczowej (zalecana średnica min. 100mm) lub do innego odbiornika.

Systemy podziemne

Oprócz muld chłonnych i ogrodów deszczowych w przestrzeniach zurbanizowanych stosowane są systemy podziemne, w których woda opadowa i roztopowa przekierowywana jest z nawierzchni chodników, dróg rowerowych lub jezdni przez wpusty kanalizacyjne do specjalnych urządzeń o określonej konstrukcji umożliwiającej magazynowanie wody deszczowej np. komórki glebowe, skrzynki rozsączające. Rozwiązania te stosowane są najczęściej w obrębie silnie utwardzonych powierzchni placów i parkingów (w tym przypadku z uwzględnieniem procesów oczyszczania wody), gdzie miejsce na zielen jest silnie ograniczone.

Należy podkreślić, że kierowanie wody z nawierzchni utwardzonych ulicy (zwłaszcza wody z jezdni) w strefę systemu korzeniowego jest obarczone bardzo dużym ryzykiem: zasolenie wody, zanieczyszczenie wody i jej stagnacja, skutkować może niedoborem tlenu i obumieraniem posadzonego drzewa. Przy stosowaniu mieszanek o dużej zawartości piasku i żwiru minimalizowane jest ryzyko negatywnego oddziaływania soli na drzewa (sól jest wypłukiwana)¹², natomiast wskazany skład podłoża wymaga określonych gatunków drzew nie zawsze adekwatnych do warunków miejskich.

Przekierowanie wody opadowej i roztopowej z nawierzchni chodników / dróg rowerowych lub jezdni w strefę systemu korzeniowego drzew z zastosowaniem mieszanki kamienno-glebowej lub komórek glebowych należy uznać za eksperymentalne (!), a jego wprowadzenie we Wrocławiu jest możliwe tylko na zasadzie badań pilotażowych objętych monitoringiem.

3. Szczegółowa charakterystyka wybranych rozwiązań zielono-niebieskiej infrastruktury ulicy

3.1 Podział rozwiązań w zależności od stopnia infiltracji

Poszczególne systemy bioretencji i ich elementy gromadzą i oczyszczają wodę, umożliwiają jej transpirację, a także jej przenikanie do gruntu (gdy warunki lokalne na to pozwalają, w uzasadnionych przypadkach mogą być projektowane jako nieprzepuszczalne).

Poniżej przedstawiono podział rozwiązań ze względu na możliwość infiltracji wody:

- 1) umożliwiające pełną infiltrację wody do gruntu przez warstwy roślinną lub/i drenażową; wskaźnik infiltracji na poziomie co najmniej 5 cm na godzinę;
- 2) pozwalające na pełną infiltrację wody do gruntu przez warstwy roślinną lub/i drenażową z zastosowaniem studzienki przelewowej.

Zastosowanie studzienki jest odpowiednie dla miejsc, gdzie występują ograniczenia przestrzenne, a w podłożu występują grunty o dobrym wskaźniku infiltracji (o dobrej przepuszczalności). Dzięki zastosowaniu studzienki możliwe jest:

¹² http://foretag.stockholm.se/PageFiles/192562/100322%20GH_HB%20STHLM%20-%20Engelsk%20version.pdf

- zmniejszenie rozmiaru ogrodu deszczowego i/lub muldy chłonnej
 - wykorzystanie bardzo dobrych właściwości filtracyjnych gleby
 - zagospodarowanie wody z większych opadów – nadmiar wody, zostanie szybciej przekierowywany przez studzienkę i rurę odprowadzającą do warstwy drenażowej a następnie do gruntu.
- 3) bez możliwości infiltracji wody do gruntu z zastosowaną izolacją (ścianki betonowe, folia z tworzywa sztucznego).

Rozwiązania te są odpowiednie dla miejsc, w których gleby nie pozwalają na infiltrację wody, a także tam, gdzie warunki terenowe tego wymagają np. na stromych zboczach, gdzie istnieje ryzyko osuwisk, występuje wysoki poziom wód gruntowych, wody są silnie zanieczyszczone lub w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów budowlanych i ich fundamentów. Mają one przelew powierzchniowy i rurę odprowadzającą w warstwie drenażowej, którą woda kierowana jest do systemu kanalizacji deszczowej lub innego odbiornika.

Warunki glebowe i terenowe określają, czy poszczególne rozwiązania typu mulda chłonna, ogród deszczowy mogą być zaprojektowane z możliwością pełnej infiltracji, częściowej infiltracji lub bez możliwości infiltracji.

3.2 Stosowane warstwy i materiały

W muldach i ogrodach deszczowych wprowadza się warstwę wegetacyjną jako niezbędną, a separacyjną i drenażową, jako warstwy stosowane opcjonalnie.

- 1) warstwa wegetacyjna (rośliny + warstwa specjalnie przygotowanego podłoża zapewniającego warunki dla rozwoju roślin, służąca także retencji i filtracji wody),
- 2) warstwa separacyjna i drenażowa (warstwa separacyjna służy oddzieleniu warstwy drenażowej od wegetacyjnej, warstwa drenażowa służy gromadzeniu i rozproszaniu wody).

3.2.1 Warstwa wegetacyjna

W skład warstwy wegetacyjnej wchodzi specjalnie przygotowane podłoże (tzw. mieszanka glebowa). Jej głębokość wynosi od 30 do 45cm przy zastosowaniu różnorodnej roślinności niskiej (zielnej i zdrewniałej), min. 15cm przy zastosowaniu trawnika. Zastosowana w podłożu gleba powinna być dostosowana do wymagań projektowanego doboru roślin (zasobność w składniki pokarmowe, odczyn pH).

Warstwę wegetacyjną można pokryć warstwą z kruszywa (żwir różnej frakcji) lub ściółką w postaci np. drobno zmielonej kory na wys. 5cm, w celu ograniczenia erozji i utrzymania wilgoci. Materiał na ściółkę musi być w 100% pozbawiony pestycydów i barwników. Ściółka nie może jednak hamować przepływu wody na trasie przepływu, blokować wlotów lub wylotów. Ściółka dopuszczana jest tylko w tych rozwiązaniach, w których nie ma studni przelewowej. Ściółkowanie obornikiem i hydrosiew z nawozem są zabronione.

Warstwa wierzchnia może być także wykonana z otoczków lub bioretencji kamieni np. w celu nadania rozwiązaniu naturalistycznego charakteru.

Mieszanka glebowa

- powinna zapewniać przesączanie wody zapobiegając jej gromadzeniu na powierzchni, maksymalny czas wsiąkania wody powinien wynosić od 48 do 72 godzin,
- uczestniczy w oddzielaniu zanieczyszczeń w miarę przesączania wody,
- tworzy warunki dla rozwoju roślin (uwaga: na etapie projektu i proponowanego doboru roślin konieczne jest określenie właściwości gleby – składnik mieszanki glebowej, pod kątem wymagań zaprojektowanych roślin !),
- zalecana przepuszczalność hydrauliczna wynosi od 2,5 cm do 30 cm/h przy dopuszczalnym zagęszczeniu mieszanki wynoszącym 85%.

Charakterystyka wybranych rodzajów mieszanki glebowej:

- 1) Mieszanina piasku 0,5-1 mm (30-35% objętości mieszanki), wierzchnia warstwa gleby (humus) lub gleba ogrodnicza (35-40% objętości mieszanki) oraz kompostu (30% objętości mieszanki)

Uwagi: Wykorzystanie wierzchniej warstwy gleby w systemach bioretencyjnych niesie ryzyko pojawiania się większej ilości chwastów z uwagi na możliwość występowania ich nasion w gruncie.

- 2) Mieszanina gliny piaszczystej i piasku 0,5-1 mm w proporcjach 1:1 oraz kompostu (30-40 % objętości mieszanki, zalecenie do ogrodów deszczowych w gruncie) (źr. City of Portland Standard Construction Specifications 01040.14 (d))

Uwagi: Glinę należy zmieszać z piaskiem a następnie dodać kompost tak, by zajmował od 30-40% objętości mieszanki. Gлина piaszczysta powinna być pobrana z poziomu min. 30 cm poniżej powierzchni gruntu z uwagi na ograniczenie występowania w niej korzeni i nasion chwastów.

- 3) Mieszanka piasku gruboziarnistego z cegłą tłuczoną, kruszywem dolomitowym lub wapiennym w proporcji piasek do kruszywa 3:1 (źr. Fundacja Sędzimir, <https://sendzimir.org.pl/wp-content/uploads/2019/03/broszura-ogrod-deszczowy-w-gruncie.pdf>)

Uwagi: Bardzo dobre właściwości infiltracyjne mieszanki, niewielkie ryzyko zatykania. Do stosowania tam, gdzie wymagana jest bardzo szybkie wsiąkanie wody.

Uwagi dodatkowe dotyczące wszystkich typów mieszanek glebowych:

- Mieszanka glebowa musi mieć jednorodną strukturę tzn. wszystkie jej składniki muszą być ze sobą dobrze wymieszane.
- Mieszanka musi być pozbawiona tzw. wolnej wody, kawałków elementów budowlanych (plastik, drewno, metal).
- Mieszanka składowana w miejscu budowy musi być zabezpieczona przed zanieczyszczeniami.
- Wartość pH mieszanki musi mieścić się w przedziale od 6,0 do 8,0 (**w zależności od zaprojektowanego doboru roślin**).
- Dopuszczony do zastosowania kompost stosowany do wykonania mieszanki to kompost z liści. Nie dopuszcza się stosowania kompostu z obornika ze względu na skład chemiczny. Wartość pH kompostu między 6,0 a 8,5.

- Wierzchnią warstwę mieszanki glebowej bioretencyjnej pokrywa się korą lub kruszywem kamiennym, np. grys drobnoziarnisty, co zabezpiecza ją przed erozją, zbyt szybkim parowaniem wody i nadmiernym rozwojem chwastów.

3.2.2 Warstwa separacyjna

Grubość warstwy 5-8 cm (10 cm), materiał: geowłóknina filtracyjna lub piasek.

Warstwa separacyjna oddziela od siebie warstwę vegetacyjną i drenażową, uniemożliwia przenikanie cząsteczek gleby i niewielkich fragmentów roślin wraz z wodą do warstwy drenażowej. W niektórych sytuacjach stosowanie w pasie drogowym geowłókniny jako warstwy separacyjnej może być kłopotliwe z uwagi na późniejszą konieczność wykonywania remontów lub przebudowy. Warstwę separacyjną stosuje się, gdy warstwa drenażowa nie jest wydzielona geowłókniną.

3.2.3 Warstwa drenażowa

Do wykonania warstwy stosuje się kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu ϕ 16-32 mm lub kruszywo dolomitowe ϕ 8-16 mm; jej głębokość uzależniona jest od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej objętości retencyjnej, średnio wynosi 30-45 cm. Zaleca się wydzielenie warstwy drenażowej geowłókniną filtracyjną z uwagi na zachowanie jej pełnych właściwości (ochrona przed zamulaniem, zatknięciem).

Warstwa drenażowa może być pominięta tam, gdzie wskaźnik infiltracji gleby rodzimej jest większy niż 5 cm na godzinę lub/i właściwości infiltracyjne gleb są lepsze niż warstwy vegetacyjnej stosowanej w obiekcie. Tam, gdzie wskaźnik infiltracji jest mniejszy niż 5 cm na godzinę należy stosować warstwę drenażową. Warstwę drenażową pomija się także tam, gdzie występuje niski poziom wód gruntowych i gdzie powierzchnia odwadniana ma niewielką wielkość. Zastosowanie warstwy drenażowej zwiększa wydajność retencji, filtracji i infiltracji.

3.2.4 Elementy uzupełniające

Do elementów stosowanych dodatkowo należą izolacje, przegrody poprzeczne (zapory), studnie przelewowe, rury doprowadzające, rozprowadzające i odprowadzające wodę.

Izolacje

- stosowane w uzasadnionych przypadkach np. w celu ochrony wód podziemnych, ochrony konstrukcji drogi,
- materiał to folie z polietylenu wysokiej gęstości, charakteryzujące się dużą wytrzymałością mechaniczną, sztywnością oraz matową strukturą.

Przegrody poprzeczne (zapory)

- pozwalają na zwolnienie prędkości powierzchniowego przepływu wody, jej zgromadzenie i zapewnienie roślinom dłuższego dostępu do wody oraz wydłużenie czasu na infiltrację,
- pozwalają zebrać gruboziarnisty osad, a także zapobiegają erozji,
- należy je wykonywać z trwałych, nietoksycznych materiałów, takich jak np. kamień, cegła, beton.

Studnie przelewowe

- stosowane w miejscach, gdzie grunt ma niższą przepuszczalność,

- stosowane w celu zebrania nadmiaru spływającej wody,
- najczęściej jako betonowe lub PVC.

Rury doprowadzające, rozprowadzające i odprowadzające wodę

- najczęściej rury PVC,
- zastosowanie rur pozwala na:
 - doprowadzenie wody do muldy, ogrodu deszczowego lub/i wprowadzenie wody bezpośrednio do warstwy drenażowej (rura pełna)
 - rozprowadzenie wody w warstwie drenażowej (rura drenarska perforowana)
 - odprowadzenie nadmiaru wody do sieci kanalizacji deszczowej lub innego odbiornika (rura pełna).

3.3 Opis rozwiązań przedstawionych w części graficznej

Zaproponowane typy i warianty muld chłonnych i ogrodów deszczowych różnią się pod względem:

- szerokości i głębokości
- kształtu zagłębienia (ukształtowanie dna, występowanie skarp lub ich brak)
- zastosowanych warstw i ich parametrów
- ukształtowania krawędzi, formy i konstrukcji obrzeża
- sposobu wpływu wody opadowej i roztopowej z nawierzchni jezdni oraz chodników/dróg rowerowych
- form roślinności.

Zestawienie wszystkich opisanych poniżej rozwiązań i ich skrócona charakterystyka zostały przedstawione w tabeli 1.

3.3.1 Mulda chłonna – wariant I

Ogólna charakterystyka: wydłużone zgłębienie o szerokości 2,30 m (szerokość liczona wraz z obustronną opaską), łagodnie nachylonych skarpach (1:3 od strony jezdni i 1:2,5 od strony chodnika /drogi dla rowerów), z warstwą wegetacyjną grubości min. 15 cm, porośnięte roślinnością zielną (np. trawnikiem). Spadek podłużny zgodny ze spadkiem drogi. Szerokość dna min. 30 cm; głębokość strefy zalewania (detencji) ok. 0,3m. Całkowita głębokość liczona od poziomu spływu wody 0,45m.

Spływ wody możliwy na całej długości bocznych krawędzi lub przez obniżenia w krawężnikach. W przypadku spływu wody od strony jezdni wzdłuż całej bocznej krawędzi zalecana jest opaska z materiałów trwałych np. z kostki kamiennej, betonowej lub żwiru. W przypadku niewielkich powierzchni odwadnianych, małej wielkości spływu powierzchniowego i/lub lokalizacji muldy w ulicy o niewielkim natężeniu ruchu możliwe jest wykonanie opaski w formie trawnika.

Roślinność: trawnik, roślinność zielna typu - łąka kwietna

Funkcje: odprowadzenie i gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Z uwagi na niewielką grubość warstwy wegetacyjnej i zastosowaną roślinność (trawnik, łąka kwietna) mniejsze właściwości podczyszczające od innych rozwiązań przedstawionych na kartach katalogowych.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikami/drogami rowerowymi.

Możliwość wprowadzenia w strefach nad sieciami wodociągowymi i sanitarnymi.

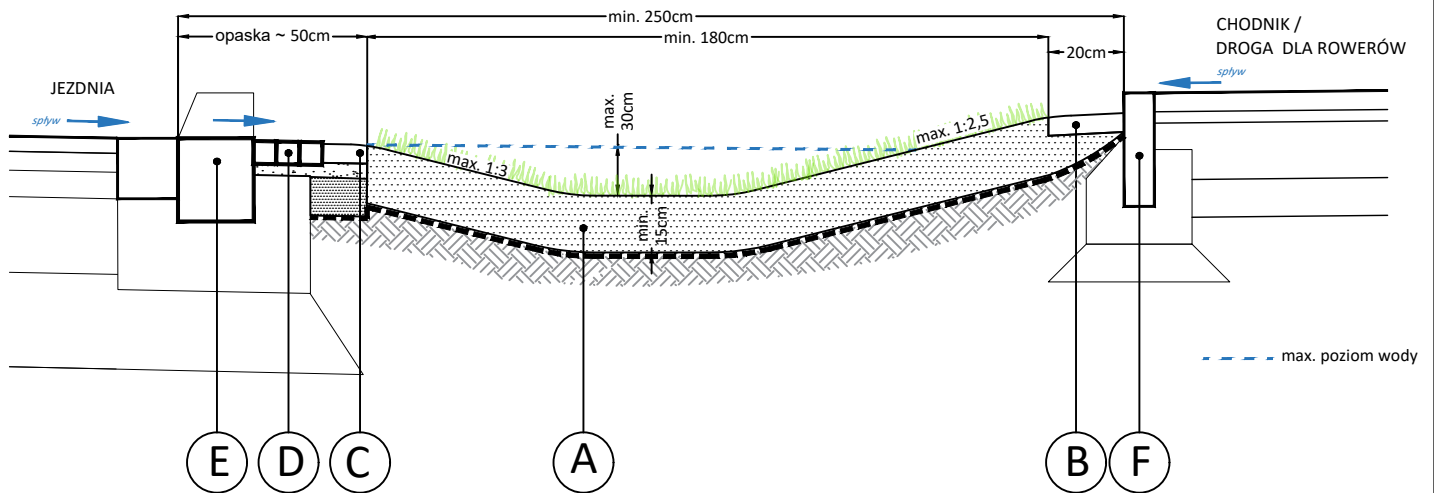
Do stosowania w miejscach o gruntach przepuszczalnych i półprzepuszczalnych.

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do muldy.

Bieżące utrzymanie: koszenie trawnika, grabienie liści, usuwanie osadów.

Mulda chłonna – wariant I (bez warstwy drenażowej)

Przekrój A - A



A

min. 15cm - warstwa vegetacyjna
mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych
geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m² (opcjonalnie)
grunt rodzimy

D

3 kostki granitowe 6/8cm
~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa

B

5cm - warstwa kruszywa Ø 16 - 32mm
grunt rodzimy

E

standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony

C

5cm - warstwa kruszywa Ø 16 - 32mm
~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa
min. 10cm - warstwa vegetacyjna zagęszczona do 90%
grunt rodzimy

F

standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi

UWAGI

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Jeśli poziom górny warstwy vegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
6. Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy vegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
7. Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
12. W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
13. Możliwość umieszczenia pod warstwą vegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.2 Mulda chłonna – wariant II

Ogólna charakterystyka: wydłużone zgłębienie terenu o szerokości ok. 2,30 m (liczone wraz z obustronną opaską), łagodnie nachylonych skarpach (1:3 od strony jezdni i 1:2,5 od strony chodnika /drogi dla rowerów), wypłaszczone dno o szer. min. 0,3 m, porośnięte roślinnością zielną (np. trawnikiem), strefą zalewania (detencji) o głębokości liczonej w najniższym punkcie – 0,3 m. **Rozwiązanie wyróżnia zastosowanie warstwy drenażowej**, która może mieć postać drenażu francuskiego wykonanego z kruszywa mineralnego o frakcji ϕ 16/63, otoczonego geowłókniną igłowaną, nietkaną. Zastosowanie drenażu francuskiego pozwala na szybkie odprowadzenie nadmiaru wody.

Warstwa wegetacyjna podobnie jak w muldzie wariantu I ma grubość min. 15 cm, co warunkuje zastosowanie roślin zielnych (trawnik, łąka kwietna). Spadek podłużny zgodny ze spadkiem drogi, przy czym spadek min. 2%. Całkowita głębokość muldy liczona od poziomu wlotu wody wraz z warstwą drenażową od 1,00 do 2,30 m zależy od formy zastosowanej warstwy drenażowej.

Spływ wody możliwy jest na całej długości bocznych krawędzi lub przez obniżenia w krawężniku (specjalnie do tego celu zaprojektowane wpusty). W przypadku spływu wody od strony jezdni na całej długości bocznych krawędzi zalecana opaska z materiałów trwałych np. ze żwiru, kostki betonowej lub kamiennej. W przypadku niewielkich powierzchni odwadnianych, małej wielkości spływu powierzchniowego i/lub lokalizacji muldy w ulicy o niewielkim natężeniu ruchu możliwe jest wykonanie opaski w formie trawnika.

Roślinność: trawnik, roślinność zielna typu - łąka kwietna

Funkcje: odprowadzenie i gromadzenie wód opadowych oraz ich podczyszczanie i przesiąkanie do gruntu. Lepsze właściwości retencyjne i szybsze odprowadzenie wody opadowej i roztopowej w stosunku do muldy wariantu I ze względu na zastosowanie warstwy drenażowej.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikami/drogami rowerowymi.

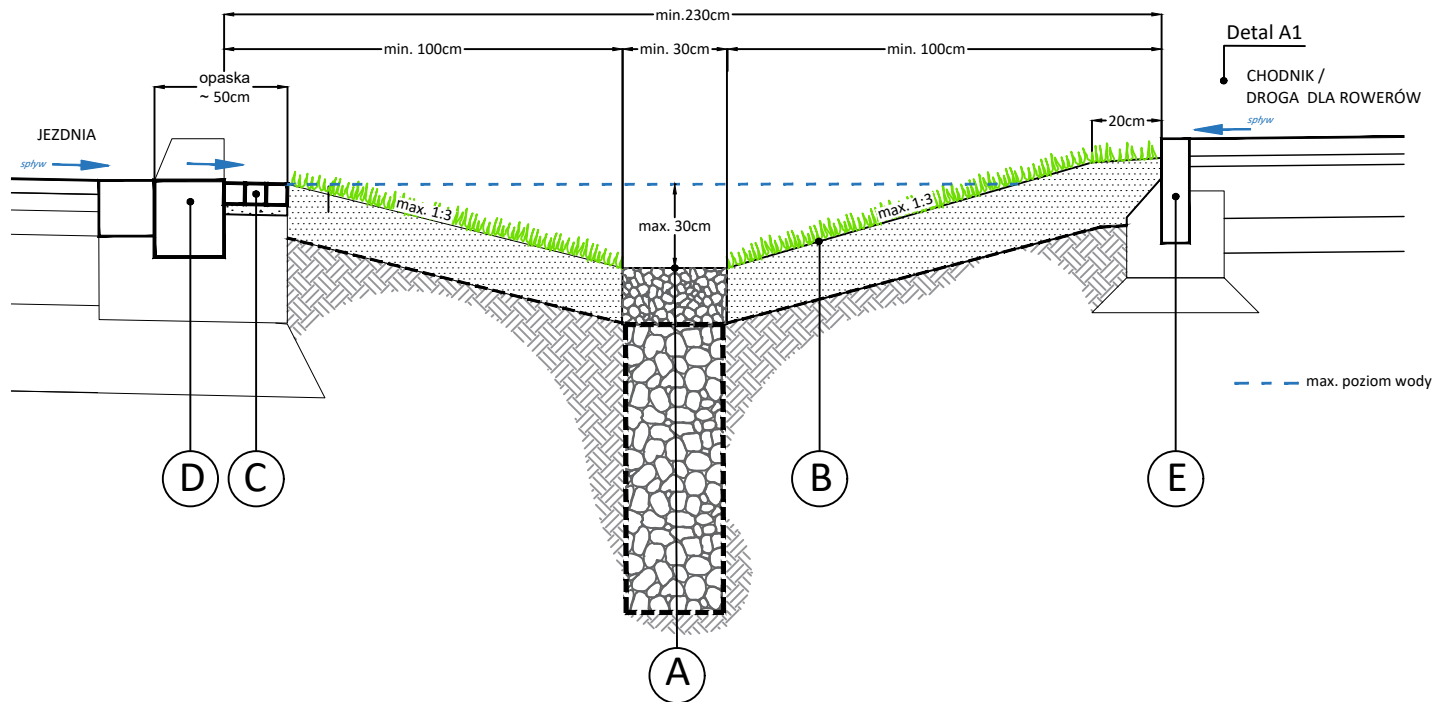
Do stosowania w miejscach o gruntach przepuszczalnych i półprzepuszczalnych. Zastosowanie na gruntach nieprzepuszczalnych wymaga odprowadzenia nadmiaru wody do odbiornika. Możliwe pełne odizolowanie hydroizolacją niepozwalającą na przenikanie wody do gruntu.

Możliwość zastosowania w strefach nad siecią wodociagową i sanitarną.

Spadki: konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do muldy. **Biezące utrzymanie:** koszenie trawnika, grabienie liści, usuwanie osadów i odpadków.

Mulda chłonna – wariant II (z warstwą drenażową)

Przekrój A - A



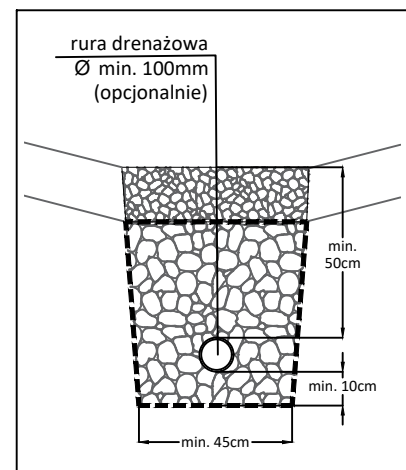
A	15cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
	min. 45cm - warstwa vegetacyjna mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ²
	(0.5) 1m -2m - warstwa drenażowa kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu fi 16-63 mm; głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń hydrologicznych (deranż francuski)
	geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ²
	grunt rodzimy

C	3 kostki granitowe 6/8cm ~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa
----------	-------------------------------------------------------------------

D	standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony
----------	-----------------------------------------------------------------------------------

E	standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi
----------	----------------------------------------------------------------------------

B	min. 15cm - warstwa vegetacyjna mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ² (opcjonalnie) grunt rodzimy
----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



UWAGI

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Jeśli poziom górny warstwy vegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
6. Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy vegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
7. Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
12. W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
13. Możliwość umieszczenia pod warstwą vegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.3 Ogród deszczowy (typ I) – wariant I

Ogólna charakterystyka: zgłębienie o szerokości 2,00m (szerokość liczona z obustronnymi bocznymi opaskami), łagodnie nachylonych skarpach (max. 1:3 od strony jezdni, i max. 1:2,5 od strony chodnika/drogi rowerowej), wypłaszczonym dnie szerokości min. 30cm (miejsca styku skarp i dna zaokrąglone).

Warstwa wegetacyjna grubości min. 45cm, co pozwala na wprowadzanie roślin zielnych i zdrewniałych; brak warstwy drenażowej. Z uwagi na brak drenażu zaleca się stosowanie na gruntach o dobrej przepuszczalności.

Spływ wody możliwy na całej długości bocznych krawędzi lub przez obniżenia w krawężniku (specjalnie do tego celu zaprojektowane wpusty). W przypadku spływu wody opadowej na całej długości od strony jezdni zalecana jest opaska na szerokość skrajni (50 cm) wykonana materiałów trwałych. W przypadku niewielkich powierzchni odwadnianych, małej wielkości spływu powierzchniowego i/lub lokalizacji ogrodu deszczowego w ulicy o niewielkim natężeniu ruchu możliwe wykonanie opaski w formie trawnika.

Całkowita głębokość ogrodu deszczowego liczona do poziomu jezdni w miejscu wpływu wody opadowej wynosi 0,75m. Głębokość strefy retencji powierzchniowej (detencji) liczona w najniższym punkcie wynosi 0,3 m.

Roślinność: roślinność zielna oraz niewysokie krzewy.

Funkcje: odprowadzenie i gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy wegetacyjnej i możliwość wprowadzenia różnorodnych roślin zielnych i krzewów.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikami/drogami rowerowymi.

Do stosowania w strefach nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (sieć sanitarna i wodociągowa).

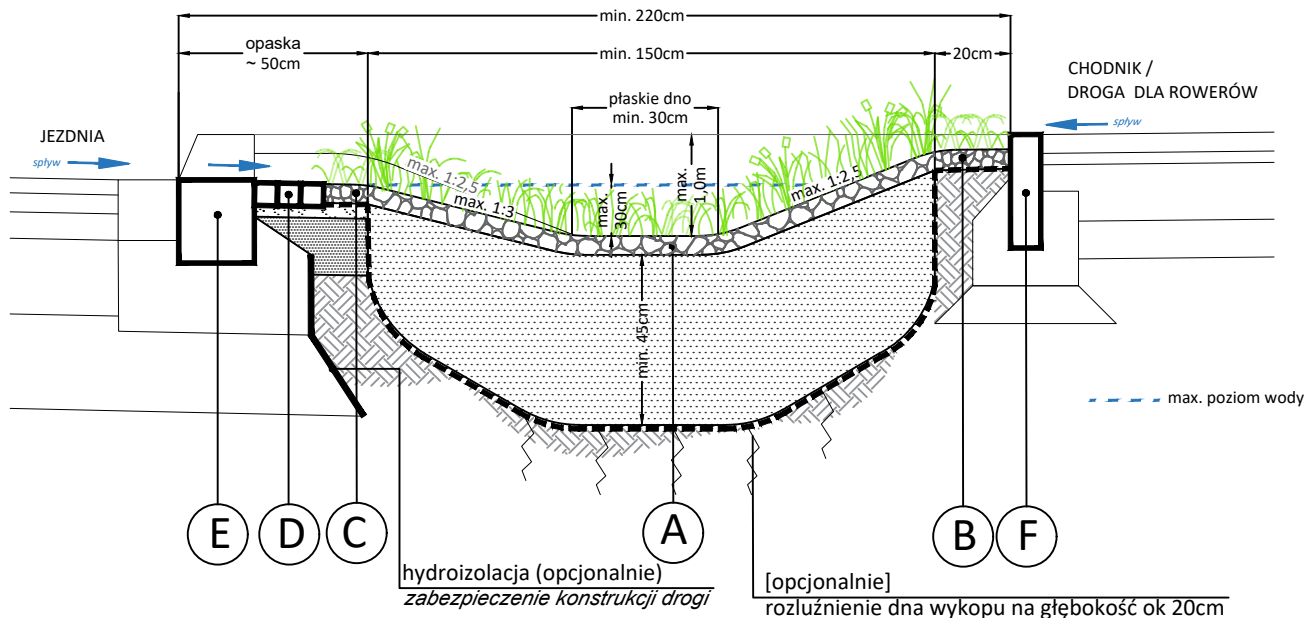
Do stosowania w miejscach o gruntach przepuszczalnych i półprzepuszczalnych.

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, zbieranie odpadków, usuwanie warstwy osadu. W okresach suszy doraźne podlewanie.

Ogród deszczowy (typ I) – wariant I (bez warstwy drenażowej)

Przekrój A - A



A	5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
	min. 45cm - warstwa wegetacyjna <i>mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych</i>
	geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ² (opcjonalnie)
	grunt rodzimy

D	3 kostki granitowe 6/8cm ~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa
----------	-------------------------------------------------------------------

E	standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi obniżony w miejscu wpustu
----------	--------------------------------------------------------------------------------------

B	5cm - warstwa kruszywa, np.: Ø 16 - 32mm grunt rodzimy
----------	-----------------------------------------------------------

F	standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów
----------	--------------------------------------------------

C	5cm - warstwa kruszywa, np.: Ø 16 - 32mm ~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa min. 10cm - warstwa wegetacyjna zagęszczona do 90% grunt rodzimy
----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

UWAGI

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Jeśli poziom górny warstwy wegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
6. Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy wegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
7. Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
12. W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
13. Możliwość umieszczenia pod warstwą wegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.4 Ogród deszczowy (typ I) – wariant II

Ogólna charakterystyka: zgłębienie o szerokości 2,00 m (szerokość liczona z obustronnymi bocznymi opaskami), łagodnie nachylonych skarpach (max. 1:3 od strony jezdni, i max. 1:2,5 od strony chodnika/ścieżki rowerowej), wypłaszczone dno o szerokości min. 30cm (miejsca styku skarp i dna zaokrąglone).

Ten wariant ogrodu deszczowego wyróżnia zastosowanie warstwy drenażowej. Warstwa ta może być zaprojektowana w formie drenażu tradycyjnego lub drenażu francuskiego.

Spływ wody możliwy na całej długości bocznych krawędzi lub przez obniżenia w krawężniku (specjalnie do tego celu zaprojektowane wpusty). W przypadku spływu wody opadowej na całej długości od strony jezdni zalecana opaska na szerokość skrajni (max. 50 cm) wykonana z kostki/płyt granitowych/betonowych, żwiru. Służy m.in. zatrzymaniu osadów spływających z jezdni.

Całkowita głębokość ogrodu deszczowego liczona od poziomu jezdni (miejsca wpływu wody) wynosi 1,10 m. Głębokość strefy powierzchniowej retencji (detencji) wynosi 0,3m.

Roślinność: roślinność zielna oraz niewielkie krzewy.

Funkcje: odprowadzenie i gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Rozwiązanie ma także dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy wegetacyjnej i możliwość wprowadzenia roślin zielnych, a także krzewów.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikami/drogami rowerowymi.

Do stosowania w strefach nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (wodociągowa i sanitarna).

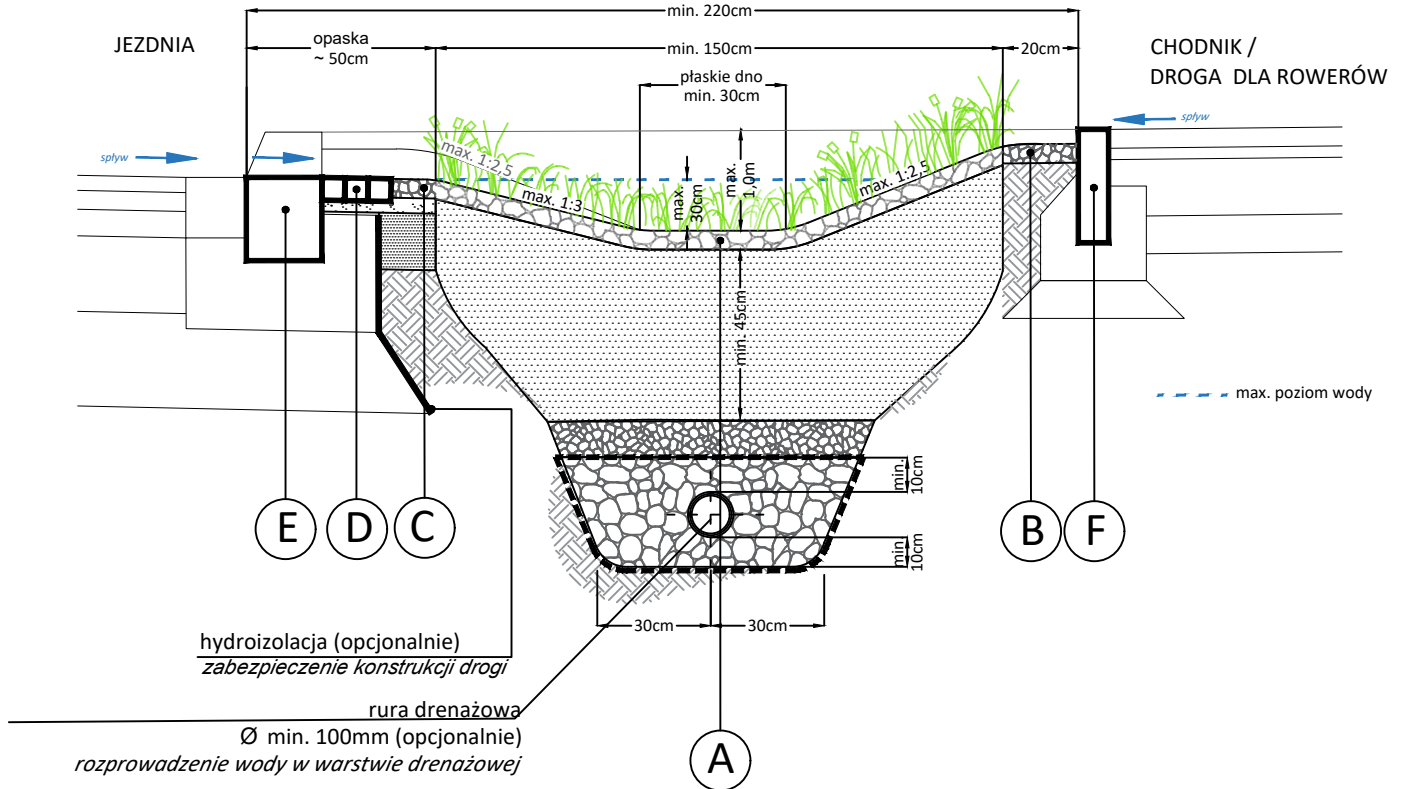
Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie całości wody z warstwy drenażowej do tradycyjnej kanalizacji deszczowej lub innego odbiornika. Istnieje możliwość pełnego zaizolowania np. przez zastosowanie hydroizolacji (np. folii EPDM).

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, usuwanie liści, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie.

Ogród deszczowy (typ I) – wariant II (z warstwą drenażową)

Przekrój A - A



A	5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
	min. 45cm - warstwa wegetacyjna <i>mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych</i>
	min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie) <i>kruszywo naturalne zwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek</i>
	min. 30cm - warstwa drenażowa <i>kruszywo naturalne zwirowe o uziarnieniu fi 16-32 mm lub 16-63mm (tzw. drenaż francuski); głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń hydrologicznych</i>
	geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ²
	grunt rodzimy

C	5cm - warstwa kruszywa Ø 16 - 32mm
	~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa
	min. 10cm - warstwa wegetacyjna zagęszczona do 90% grunt rodzimy

D	3 kostki granitowe 6/8cm
	~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa

F	standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi
---	-------------------------------------------------------------------------------

B	5cm - warstwa kruszywa Ø 16 - 32mm
	grunt rodzimy

E	standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony
---	-----------------------------------------------------------------------------------

UWAGI

- Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
- Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
- Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
- Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
- Jeśli poziom górny warstwy wegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
- Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy wegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne zwirowe Ø 16-32 mm).
- Wloty z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
- Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
- Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
- Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
- W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względnie remontów, przyłączy).
- W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
- Możliwość umieszczenia pod warstwą wegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.5 Ogród deszczowy (typ I) – wariant III

Ogólna charakterystyka: zgłębienie o szerokości 2,00 m (szerokość liczona z obustronnymi bocznymi opaskami), łagodnie nachylonych skarpach (max. 1:3 od strony jezdni, i max. 1:2,5 od strony chodnika/ścieżki rowerowej), wypłaszczonym dnie szerokości min. 30cm (miejsca styku skarp i dna zaokrąglone).

Rozwiązanie wyróżnia zastosowanie warstwy drenażowej pod całą warstwą roślinną (np. żwir o frakcji ϕ 16/32). Warstwa ta pozwala zarówno na zatrzymanie, równomierne rozprowadzenie wody oraz jej infiltrację do gruntu. Nadmiar wody może być szybciej rozprowadzony przez zastosowanie rury drenażowej.

Spływ wody możliwy na całej długości bocznych krawędzi lub przez obniżenia w krawężniku (specjalnie do tego celu zaprojektowane wpusty). W przypadku spływu wody opadowej na całej długości od strony jezdni zalecana opaska z materiałów trwałych.

Całkowita głębokość ogrodu deszczowego wynosi 1,10 m licząc od poziomu wlotu wody z jezdni. Strefa powierzchniowej retencji (detencji) ma głębokość 0,3 m (liczone w najniższym punkcie).

Roślinność: roślinność zielna oraz niewielkie krzewy.

Funkcje: zgromadzenie wód opadowych, przesiąkanie do gruntu i odprowadzenie ich nadmiaru do odbiornika. Rozwiązanie ma także dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy roślinnej i możliwość wprowadzenia roślin zielnych a także krzewów.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikami/drogami rowerowymi jako część pasa zieleni. Możliwość stosowania w strefach z sieciami podziemnej infrastruktury technicznej.

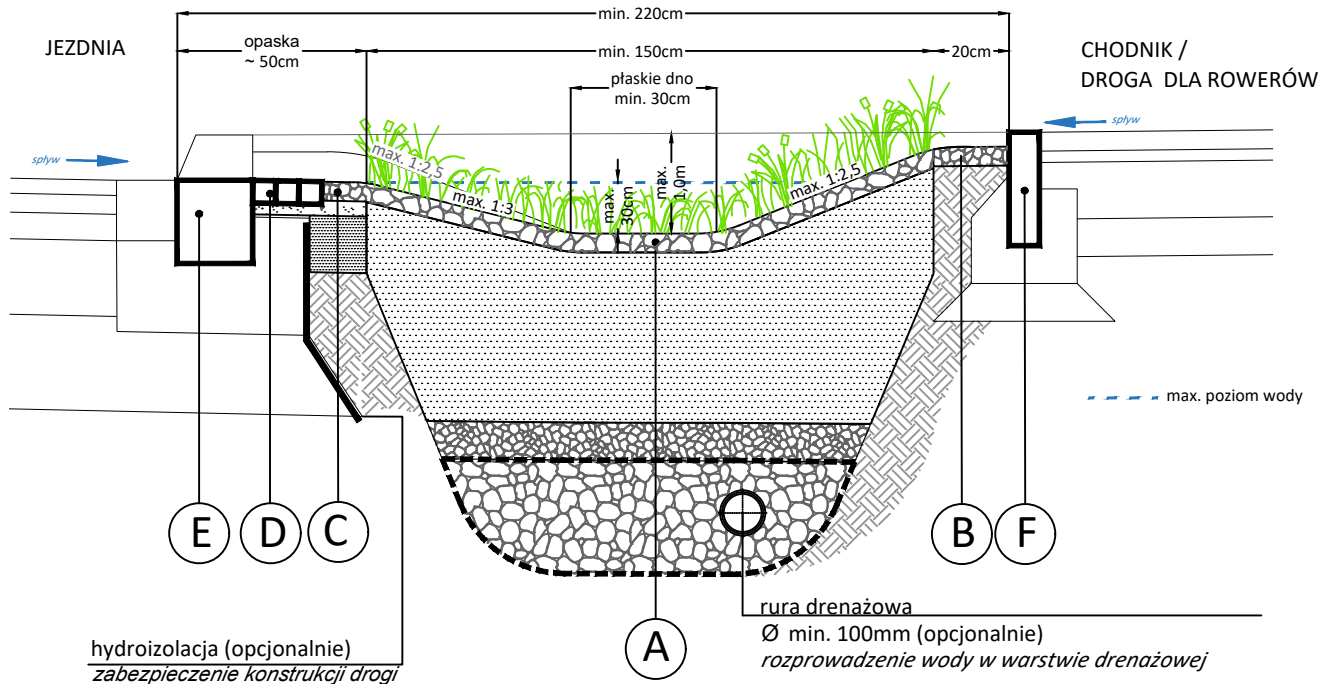
Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie całości wody z warstwy drenażowej do tradycyjnej kanalizacji deszczowej lub innego odbiornika. Możliwe zaizolowanie np. przez zastosowanie hydroizolacji np. folii EPDM.

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, zbieranie odpadków, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie, jeśli rośliny tego wymagają.

Ogród deszczowy (typ I) – wariant III (z warstwą drenażową)

Przekrój A - A



A	5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
	min. 45cm - warstwa roślinna mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych
	min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie) kruszywo naturalne żwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek
	min. 30cm - warstwa drenażowa kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu fi 16-32 mm lub 16-63mm (tzw. drenaż francuski); głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej pojemności retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń hydrologicznych
	geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ²
	grunt rodzimy

B	5cm - warstwa kruszywa Ø 16 - 32mm
	grunt rodzimy

C	5cm - warstwa kruszywa Ø 16 - 32mm
	~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa
	min. 10cm - warstwa roślinna zagęszczona do 90% grunt rodzimy

D	3 kostki granitowe 6/8cm
	~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa

F	standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi
----------	----------------------------------------------------------------------------

E	standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony
----------	-----------------------------------------------------------------------------------

UWAGI

- Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
- Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
- Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
- Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
- Jeśli poziom górny warstwy roślinnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
- Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy roślinnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
- Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
- Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
- Zastosowanie zapy z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
- Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnę wykopu na głębokość 20 cm
- W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remont, przyłączy).
- W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
- Możliwość umieszczenia pod warstwą roślinną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.6 Ogród deszczowy (typ I) – wariant IV (z warstwą drenażową w formie skrzynek retencyjno-rozsączających)

Ogólna charakterystyka: zagłębienie o szerokości 2,00 m (szerokość liczona z obustronnymi bocznymi opaskami), łagodnie nachylonych skarpach (max. 1:3 od strony jezdni i max. 1:2,5 od strony chodnika/ścieżki rowerowej), opływowym ukształtowaniu zagłębienia, wypłaszczonym dnie szerokości min. 30 cm (miejsca styku skarp i dna zaokrąglone); głębokość całkowita z warstwą drenażową w formie skrzynek retencyjno-rozsączających wynosi 1,8 m (liczone od poziomu jezdni w miejscu wpływu wody).

Ten wariant ogrodu deszczowego wyróżniają skrzynki retencyjno-rozsączające zastosowane w miejscu warstwy drenażowej otoczone geowłókniną i obsypką żwirową.

Spływ wody możliwy na całej długości bocznych krawędzi lub przez obniżenia w krawężniku (specjalnie do tego celu zaprojektowane wpusty). W przypadku spływu wody opadowej na całej długości od strony jezdni zalecana opaska na szerokość skrajni (max. 50 cm) wykonana z kostki/płyt granitowych/ betonowych, żwiru. Pełni funkcję bufora, służy m.in. przechwytywaniu pierwszych zanieczyszczeń spływających z jezdni.

Całkowita głębokość ogrodu deszczowego wynosi 1,85 m licząc wraz ze skrzynkami retencyjno-rozsączającymi, od poziomu wlotu wody z jezdni. Strefa powierzchniowej retencji (strefa detencji) ma głębokość 0,3 m.

Roślinność: roślinność zielna oraz niewielkie krzewy

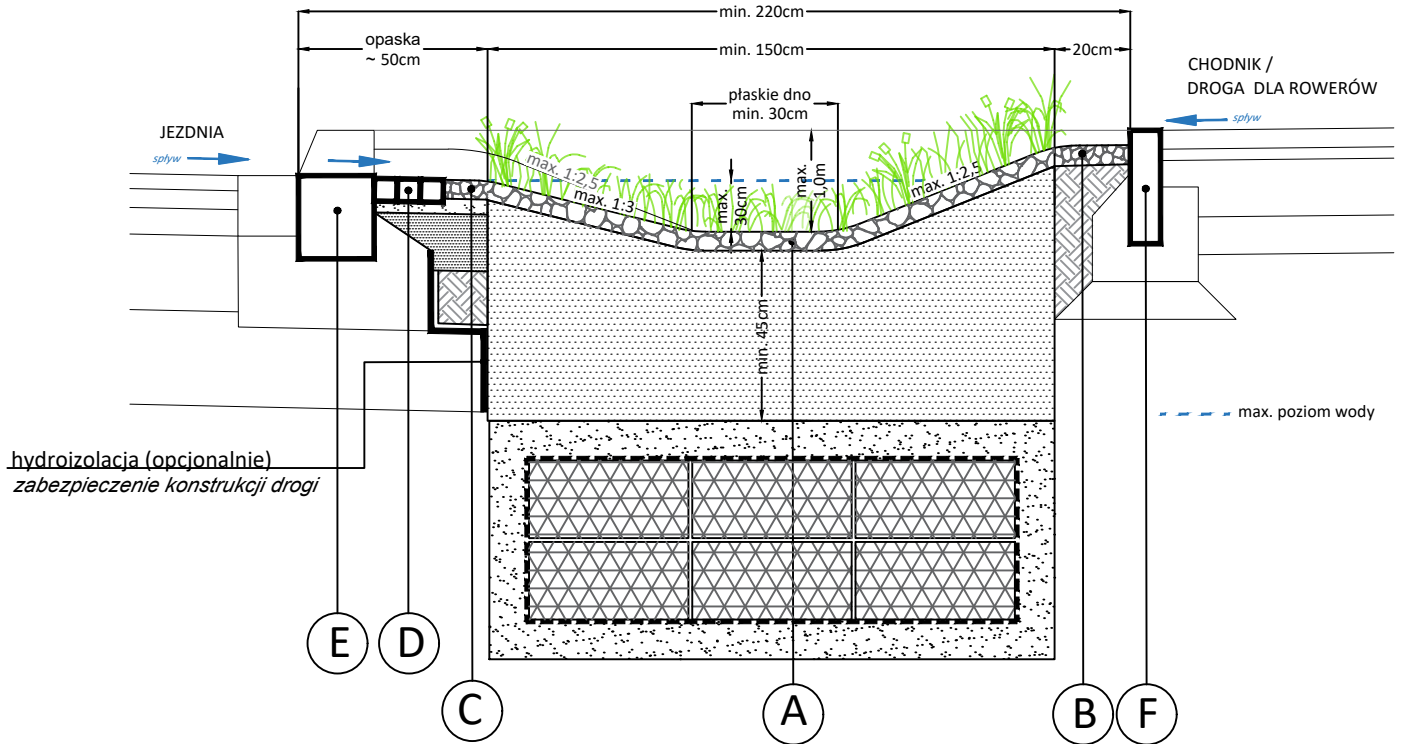
Funkcje: odprowadzenie i gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Skrzynki retencyjno-rozsączające zwiększają właściwości retencyjne. Dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy wegetacyjnej i możliwość wprowadzenia roślin zielnych a także krzewów.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikami/drogami rowerowymi. Do stosowania na gruntach przepuszczalnych i półprzepuszczalnych. Z uwagi na zastosowanie skrzynek retencyjno-rozsączających ten wariant ogrodu deszczowego nie jest przeznaczony do stosowania w strefach nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (utrudniony dostęp do sieci w przypadku konieczności remontów; wyższe koszty odtworzenia niż w przypadku innych wariantów).

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego. **Bieżące utrzymanie:** pielęgnacja roślin, grabienie liści, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie.

Ogród deszczowy (typ I) – wariant IV (z warstwą drenażową w formie skrzynek retencyjno-rozsączających)

Przekrój A - A



A	5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
	min. 45cm - warstwa wegetacyjna <i>mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych</i>
	~ 10cm - obsypka (piasek/żwir)
	geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ² (opcjonalnie)
	skrzynki retencyjno - rozsączające
	geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ²
	grunt rodzimy

D	3 kostki granitowe 6/8cm
	~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa

E	standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi, obniżony w miejscu wpustu
----------	---------------------------------------------------------------------------------------

B	5cm - warstwa kruszywa, np.: Ø 16 - 32mm
	grunt rodzimy

F	standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów
----------	--------------------------------------------------

C	5cm - warstwa kruszywa, np.: Ø 16 - 32mm
	~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa
	min. 10cm - warstwa wegetacyjna zagęszczona do 90%
	grunt rodzimy

UWAGI

- Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
- Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
- Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
- Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
- Jeśli poziom górny warstwy wegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
- Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy wegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
- Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
- Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
- Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
- Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
- W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
- W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.

3.3.7 Ogród deszczowy (typ II) – wariant I

Ogólna charakterystyka: prostokątny kształt, niewielka szerokość (1,00 m – 1,20 m), boczne ścianki wykonane ze standardowego krawężnika drogowego i obrzeży stosowanych przy budowie chodników/dróg rowerowych. Dno ukształtowane w formie delikatnej niecki lub jako płaskie (z dopuszczeniem spadku podłużnego 0,5 %).

Spływ możliwy na całej długości bocznych krawędzi przez zlicowanie górnego poziomu krawężników z poziomem jezdni /chodników/dróg rowerowych lub przez specjalnie do tego celu zaprojektowane przerwy w krawężniku lub wpusty.

Główną zaletą tego rozwiązania jest niewielka szerokość i możliwość stosowania na krótkich odcinkach, z dostosowaniem do uwarunkowań lokalnych (wjazdy/wyjazdy z posesji, studzienki kontrolne).

Całkowita głębokość liczona względem poziomu jezdni wynosi 0,95 m, strefa retencji powierzchniowej 0,15 m (mała pojemność gromadzenia wody na powierzchni).

Roślinność: roślinność zielna oraz niewielkie krzewy

Funkcje: gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Rozwiązanie ma także dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy wegetacyjnej i możliwość wprowadzenia roślin zielnych oraz krzewów.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową.

Rozwiązania możliwe do stosowania w strefach z sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (sieć wodociągowa i sanitarna).

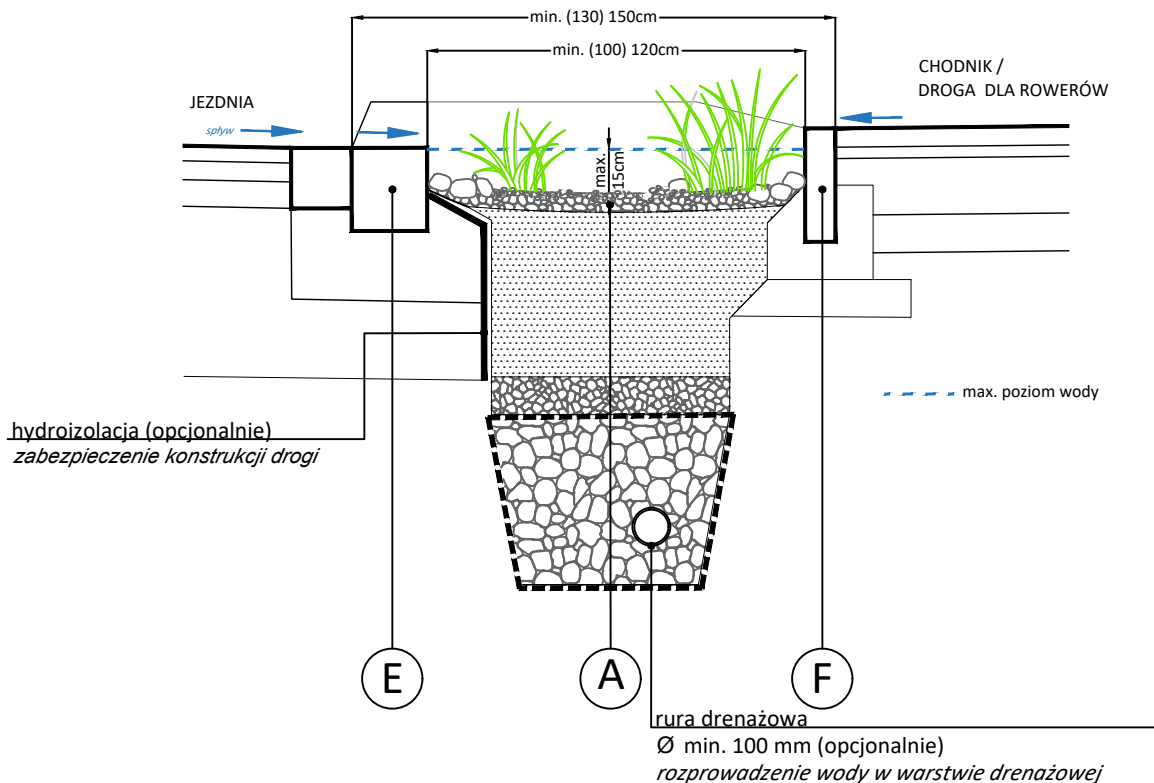
Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie całości wody z warstwy drenażowej do odbiornika, możliwe zaizolowanie np. przez zastosowanie hydroizolacji np. folii EPDM. Zastosowanie hydroizolacji wyklucza lokalizację nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (sieć wodociągowa, sanitarna).

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie.

Ogród deszczowy (typ II) – wariant I

Przekrój A - A



A

5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
min. 45cm - warstwa wegetacyjna <i>mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych</i>
min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie) <i>kruszywo naturalne żwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek</i>
min. 30cm - warstwa drenażowa <i>kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu fi 16-32 mm; głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń hydrologicznych</i>
geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m ²
grunt rodzimy

E

standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony

F

standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi

UWAGI

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapor i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Jeśli poziom górny warstwy wegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
6. Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy wegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
7. Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
12. W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
13. Możliwość umieszczenia pod warstwą wegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.8 Ogród deszczowy (typ II) – wariant II

Ogólna charakterystyka: kształt prostokątny, niewielka szerokość (0,8 m – 1,00 m). Boczne ścianki tworzy standardowy krawężnik stosowany przy chodnikach/drogach rowerowych. Dno może być ukształtowane w formie niewielkiej niecki lub jako płaskie ze spadkiem podłużnym 0,5%.

Spływ wody możliwy na całej długości przez zlicowane z nawierzchnią chodników/ dróg rowerowych krawężniki lub przez obniżenia krawężników na fragmentach lub specjalnie do tego celu zaprojektowane wpusty w krawężnikach.

Główną cechą tego rozwiązania jest niewielka szerokość i możliwość stosowania odcinkowo, z dostosowaniem do uwarunkowań lokalnych (wjazdy/wyjazdy z posesji, studzienki kontrolne).

Do stosowania między chodnikiem a drogą rowerową, dwoma chodnikami.

Całkowita max. głębokość liczona względem poziomu jezdni (miejsca wpływu wody opadowej) wynosi 1,00 m. Strefa retencji powierzchniowej o głębokości 0,1 m (0,15 m) (mała pojemność gromadzenia wody na powierzchni).

Roślinność: roślinność zielna oraz niewielkie krzewy.

Funkcje: gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Rozwiązanie ma także dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy wegetacyjnej i możliwość wprowadzenia roślin zielnych a także krzewów.

Lokalizacja w pasie drogowym: pomiędzy chodnikiem / drogą rowerową

Rozwiązania możliwe do stosowania w strefach z sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (sieć wodociągowa i sanitarna).

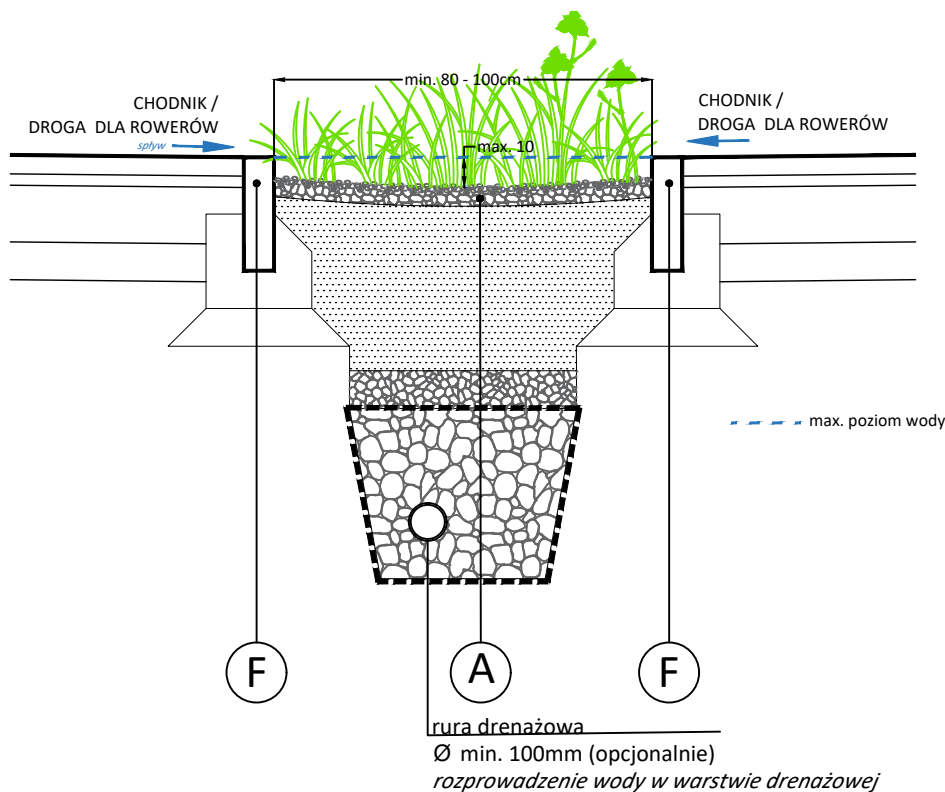
Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie całości wody z warstwy drenażowej do odbiornika, możliwe również zaizolowanie np. przez zastosowanie hydroizolacji. Zastosowanie hydroizolacji wyklucza lokalizację nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (sieć wodociągowa, sanitarna).

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiającymi spływ wody do ogrodu deszczowego.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, zbieranie odpadków, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie, jeśli rośliny tego wymagają.

Ogród deszczowy (typ II) – wariant II

Przekrój A - A



A

5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo
 Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
 min. 45cm - warstwa vegetacyjna
mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych
 min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie)
kruszywo naturalne żwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek
 min. 30cm - warstwa drenażowa
*kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu fi 16-32 mm;
 głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej
 objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń
 hydrologicznych*
 geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m²
 grunt rodzimy

E

standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony

F

standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi

UWAGI

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Jeśli poziom górny warstwy vegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
6. Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy vegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
7. Wloty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
12. W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
13. Możliwość umieszczenia pod warstwą vegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.9 Ogród deszczowy (typ III) - wpustka uliczna

Ogólna charakterystyka: kształt rzutu zbliżony do trapezu o zaokrąglonych kątach, szerokość dostosowana do parametrów ulicy, średnio 1,50 m (liczone w świetle między krawężnikami). Lokalizacja: w pasie jezdni (np. zamiennie z miejscami parkingowymi, jako wysepka przy przejściach dla pieszych i zwężenie jezdni np. w pobliżu skrzyżowań). **Z uwagi na kształt i lokalizację w pasie jezdni rozwiązanie nazywane *wpustką uliczną*.**

Ukształtowanie dna w formie niecki zagłębionej średnio o 20-30 cm w najniższym punkcie w stosunku do miejsca wpływu wody. Możliwość ukształtowania dna ze spadkiem podłużnym dostosowanym do spadku drogi. Boczne ścianki od strony jezdni wykonane ze standardowego krawężnika drogowego, a od strony chodnika/drogi rowerowej – z obrzeża chodnikowego. Spływ wody możliwy wyłącznie przez specjalnie do tego celu zaprojektowane wloty lub punktowe obniżenia w krawężnikach.

Oprócz przedstawionego rozwiązania dopuszcza się także wpustki uliczne zawierające jedynie warstwę roślinną (na gruntach przepuszczalnych lub tam, gdzie projektuje się również wylot / obniżenia w krawężniku jako ujścia dla nadmiaru wody).

Całkowita głębokość liczona od poziomu jezdni w miejscu wpustu wynosi 1,00 m.

Roślinność: roślinność zielna oraz niewielkie krzewy.

Funkcje: gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Rozwiązanie ma także dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy roślinnej i możliwość wprowadzenia roślin zielnych, a także krzewów.

Lokalizacja: w pasie jezdni

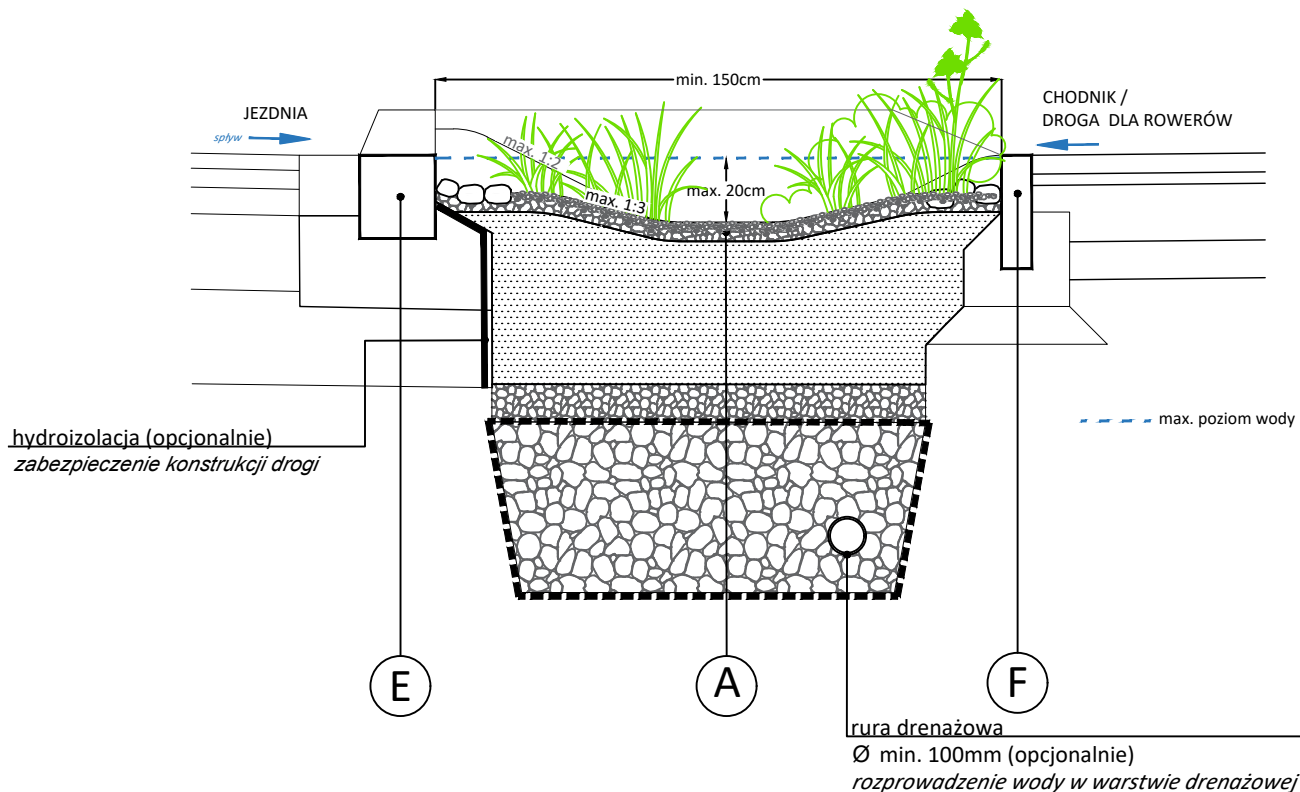
Ze względu na umiejscowienie w jezdni zazwyczaj nie wchodzi w strefy sieci podziemnej infrastruktury technicznej. Może wchodzić w strefę zlokalizowanej w drodze kanalizacji sanitarnej. Jednak jego forma i budowa nie przeszkadzają w sytuowaniu studni kanalizacji sanitarnej ani eksploatacji. Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie nadmiaru wody.

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni, chodników i dróg rowerowych (w przypadku chodników i dróg rowerowych od 1% do 3% – zalecane 2%) umożliwiających spływ wody do wpustki ulicznej.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, zbieranie odpadków, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie, jeśli rośliny tego wymagają.

Ogród deszczowy (typ III) (wpustka uliczna)

Przekrój A - A



A

- 5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo
Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
- min. 45cm - warstwa wegetacyjna
mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych
- min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie)
kruszywo naturalne żwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek
- min. 30cm - warstwa drenażowa
*kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu fi 16-32 mm;
głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej
objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń
hydrologicznych*
- geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m²
- grunt rodzimy

E

standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem drogi w miejscu wpustu obniżony

F

standardowe obrzeże chodnika / drogi dla rowerów zgodnie z projektem drogi

UWAGI

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną.
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Jeśli poziom górny warstwy wegetacyjnej jest zagłębiony w stosunku do chodnika więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę.
6. Miejsca punktowego wpływu wody z jezdni, chodnika, ścieżki rowerowej wymagają zastosowania na powierzchni warstwy wegetacyjnej materiału ograniczającego erozję (np. kruszywo naturalne żwirowe Ø 16-32 mm).
7. Włoty wody z chodnika/ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji.
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W miejscach, gdzie obiekt posadowiony jest nad sieciami lub w ich pobliżu zaleca się stosowanie warstwy separacyjnej z kruszywa o wysokiej filtracji zamiast geowłókniny (względny remontów, przyłączy).
12. W przypadku lokalizacji obiektu nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć w miejscach przyłączy i studni kontrolnych przerwy w ciągłości urządzenia.
13. Możliwość umieszczenia pod warstwą wegetacyjną skrzynek rozsączających (w przypadku braku instalacji podziemnych).

3.3.10 Ogród deszczowy (typ IV) – wariant I (donica)

Ogólna charakterystyka: Ze względu na kształt i budowę ten wariant ogrodu deszczowego nazwany jest **donicą**. Charakteryzuje go zastosowanie ścianek betonowych wylewanych na miejscu lub wykonanych z elementów prefabrykowanych. Zastosowanie ścianek zamiast tradycyjnych obrzeży drogowych/chodnikowych umożliwia znaczne zagłębienie warstwy wegetacyjnej (np. w przeciwieństwie do rozwiązania typu II), co zapewnia dużą pojemność retencji powierzchniowej (detencji). Spływ wody od strony jezdni rozwiązywany jest w formie wpustów, od strony chodnika/drogi rowerowej w formie obniżeń lub przerw w obrzeżu.

Minimalna szerokość tego wariantu ogrodu deszczowego wynosi 1,2m (dopuszcza się zwężenie do 1,00 m); głębokość (z warstwą drenażową włącznie) liczona względem poziomu jezdni wynosi od 0,9 m.

Roślinność: roślinność zielna.

Funkcje: gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Warstwa drenażowa zwiększa właściwości retencyjne. Dobre właściwości oczyszczające z uwagi na głębokość warstwy wegetacyjnej i **możliwość wprowadzenia roślin zielnych o właściwościach filtracyjnych**.

Lokalizacja w pasie drogowym: w pasie chodnika, pomiędzy jezdnią a chodnikiem/ścieżką rowerową lub pomiędzy chodnikiem/ścieżką rowerową.

Nie dopuszcza się lokalizacji w strefach nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (siecią wodociągową i sanitarną) z uwagi na utrudnione prowadzenie prac remontowych na sieciach oraz wyższe koszty odtworzenia w stosunku do innych rozwiązań.

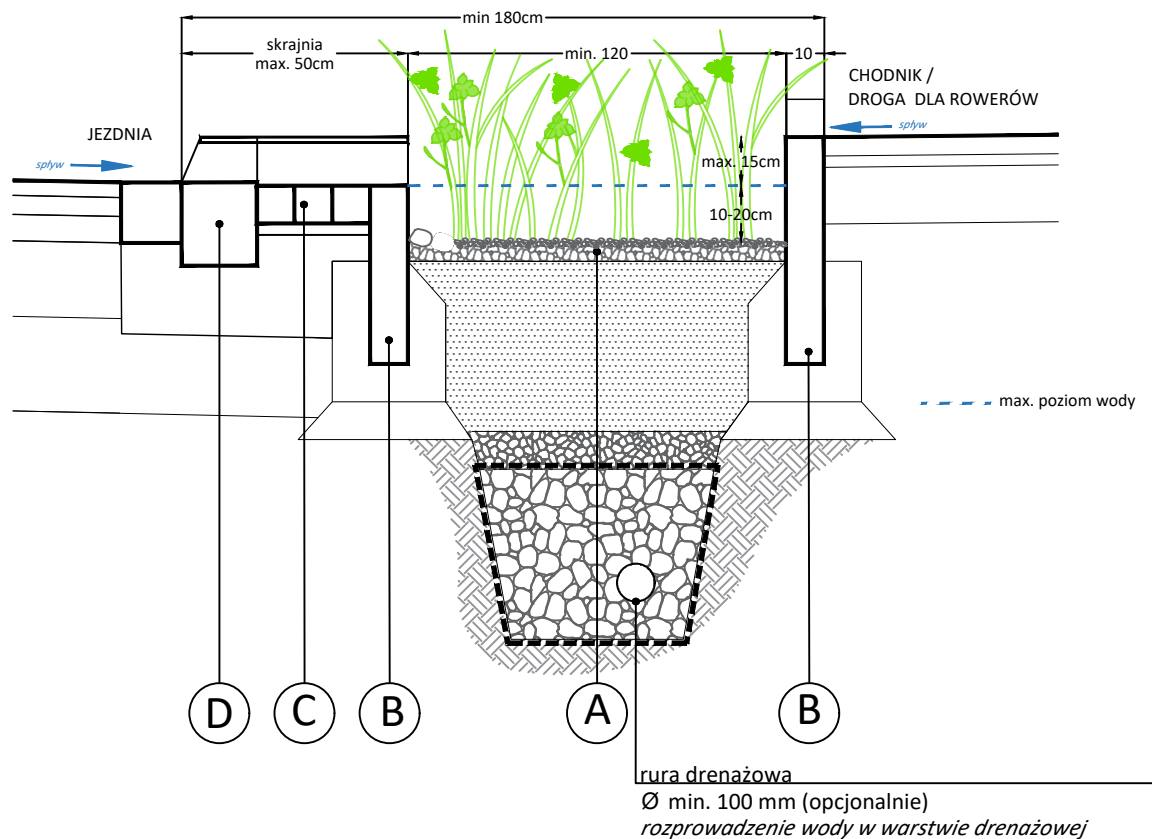
Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie nadmiaru wody do kanalizacji deszczowej lub innego odbiornika. Możliwe także zaizolowanie hydroizolacją np. membraną EPDP.

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni i chodników / dróg rowerowych umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego. W przypadku chodników spadek wynosi od 1% do 3% – zalecane 2%.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, zbieranie odpadków, usuwanie warstwy osadu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie.

Ogród deszczowy (typ IV) (donica) - wariant I

Przekrój A - A



A

5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo
 \varnothing 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
 min. 35cm - warstwa roślinna
mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych
 min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie)
kruszywo naturalne żwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek
 min. 45cm - warstwa drenażowa
*kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu f_{16-32} mm;
 głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej
 objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń
 hydrologicznych*
 geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m²
 grunt rodzimy

B

prefabrykowane ściany oporowe betonowe wys. min 80cm
 w miejscu wpustu wcięcie w prefabrykacie

C

kostka granitowa
 ~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa

D

standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem
 drogi; w miejscu wpustu obniżony

UWAGA

- Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
- Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną
- Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
- Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
- Minimalna wewnętrzna szerokość obiektu wynosi 100cm.
- Jeśli poziom górny warstwy roślinnej jest zagłębiony więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę
- Wloty wody z chodnika/ ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
- Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej całkowitą lub częściową infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi - do decyzji projektanta
- Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji - do decyzji projektanta
- Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
- W przypadku lokalizacji obiektu w pasie nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć pasy rozdziału w miejscach przyłączy i studni kontrolnych.

3.3.11 Ogród deszczowy (typ IV) – wariant II (donica)

Ogólna charakterystyka: ze względu na kształt i budowę nazwany *donicą*. **Od wariantu I odróżnia go zastosowanie gotowych elementów betonowych w kształcie litery L.** Zastosowanie ścianek wpływa na stosunkowo niskie posadowienie dna i zapewnia dużą pojemność powierzchniowego gromadzenia wody (np. w przeciwieństwie do rozwiązania typu II, gdzie obecność standardowych krawężników posadowionych na ławach betonowych pozwala na zagłębienie górnego poziomu warstwy wegetacyjnej na głębokość max. 0,15 cm względem poziomu powierzchni odwadniającej). Spływ wody możliwy przez wloty wykonane w betonowych prefabrykacjach.

Minimalna szerokość wynosi 1,5 m liczone wraz ze ściankami bocznymi i pasem kostki kamiennej/betonowej od strony krawężnika drogowego; szerokość w świetle 1,20 m, głębokość (z warstwą drenażową włącznie) liczona względem poziomu jezdni wynosi 1,0 m.

Roślinność: roślinność zielna

Funkcje: gromadzenie wód opadowych oraz ich przesiąkanie do gruntu. Dobre właściwości oczyszczające wynikają z głębokości warstwy wegetacyjnej i możliwości wprowadzenia roślin zielnych o właściwościach filtracyjnych. Zastosowanie warstwy drenażowej zwiększa właściwości retencyjne.

Lokalizacja w pasie drogowym: w pasie chodnika, pomiędzy jezdnią a chodnikiem/drogą rowerową lub pomiędzy chodnikiem/drogą rowerową.

Nie dopuszcza się lokalizacji w strefach nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej (w tym sieciami wodociągową i sanitarną) z uwagi na utrudnione prowadzenie prac remontowych na sieciach oraz wyższe koszty odtworzenia w stosunku do innych rozwiązań.

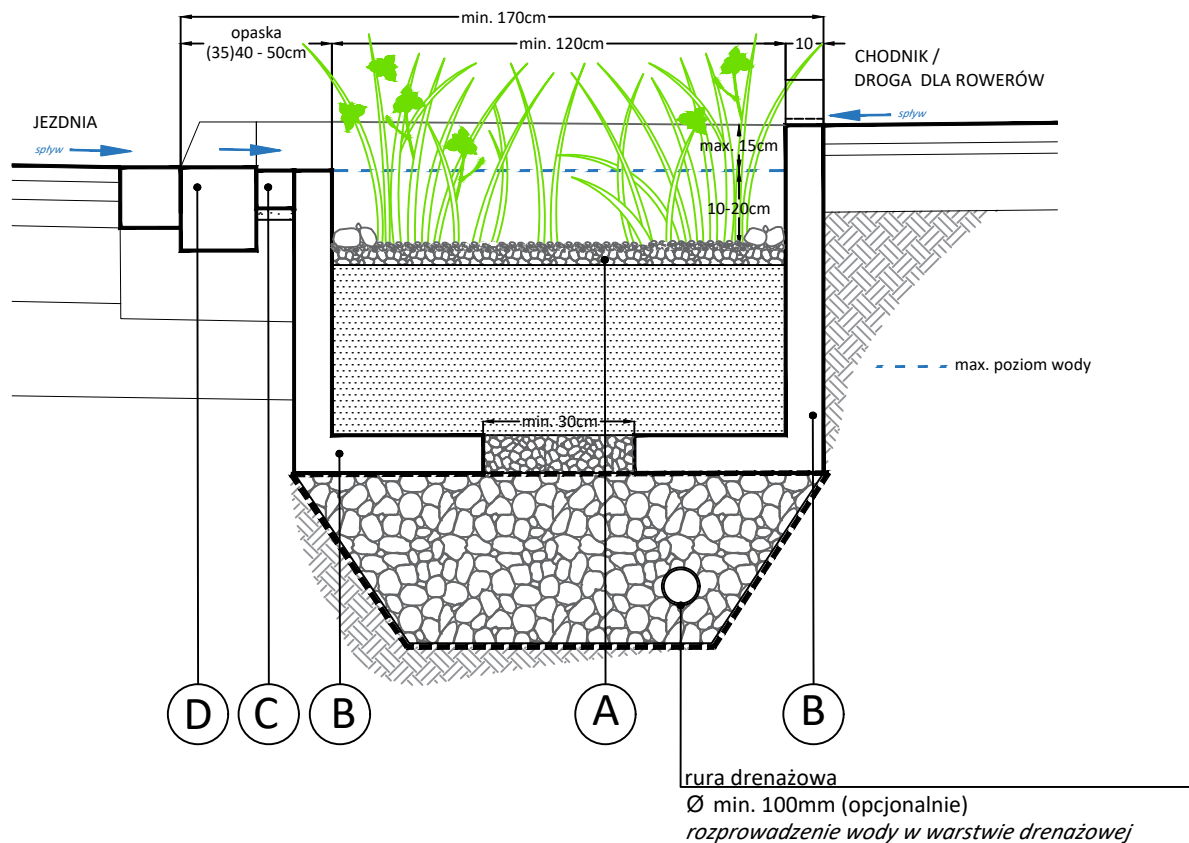
Do stosowania na gruntach przepuszczalnych, półprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych. W przypadku gruntów nieprzepuszczalnych należy umożliwić odprowadzenie nadmiaru wody do odbiornika. Możliwe pełne zaizolowanie hydroizolacją.

Spadki: Konieczne stosowanie poprzecznych spadków jezdni i chodników / dróg rowerowych umożliwiających spływ wody do ogrodu deszczowego. W przypadku chodników spadek wynosi od 1% do 3% – zalecane 2%.

Bieżące utrzymanie: pielęgnacja roślin, grabienie liści, zbieranie odpadków, usuwanie warstwy namułu. W okresach długotrwałej suszy doraźne podlewanie, jeśli rośliny tego wymagają.

Ogród deszczowy (typ IV) (donica) - wariant II

Przekrój A - A



A

- 5cm - warstwa wierzchnia np.: kruszywo
Ø 16 - 32mm lub / i 16 - 18mm
- min. 35cm - warstwa wegetacyjna
mieszanka glebowa o właściwościach retencyjnych
- min. 10cm - warstwa separacyjna (opcjonalnie)
kruszywo naturalne żwirowe o właściwościach filtracyjnych lub piasek
- min. 45cm - warstwa drenażowa
kruszywo naturalne żwirowe o uziarnieniu fi 16-32 mm;
głębokość uzależniona od lokalnych uwarunkowań i potrzebnej
objętości retencyjnej obiektu wynikającej z obliczeń
hydrologicznych
- geowłóknina filtracyjna, np.: 200g/m²
- grunt rodzimy

B

- prefabrykowane ściany oporowe betonowe wys. min 80cm
w miejscu wpustu wcięcie w prefabrykacie

C

- kostka granitowa
- ~ 2cm - podsypka piaskowo - cementowa

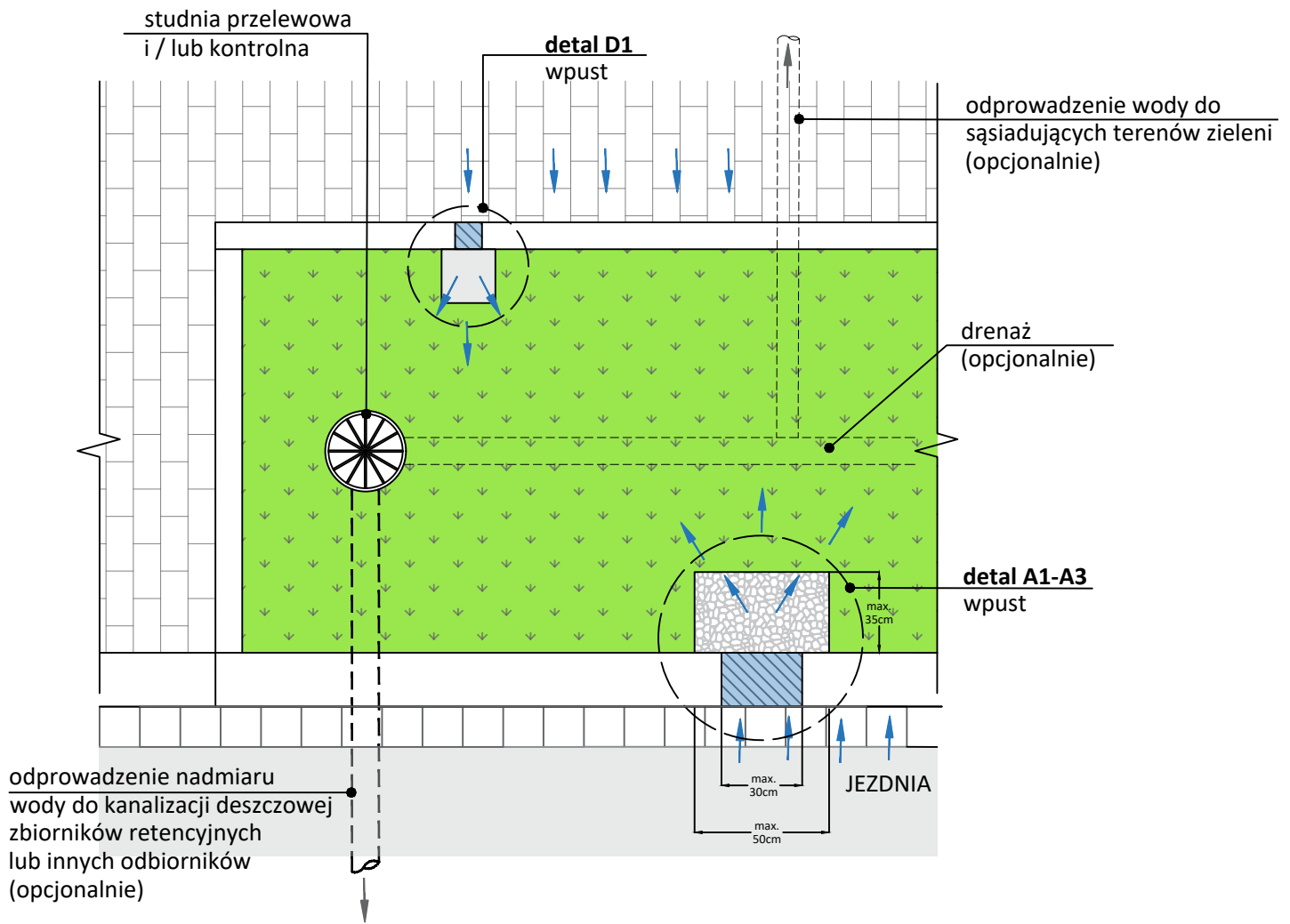
D

- standardowy krawężnik drogowy zgodnie z projektem
drogi; w miejscu wpustu obniżony

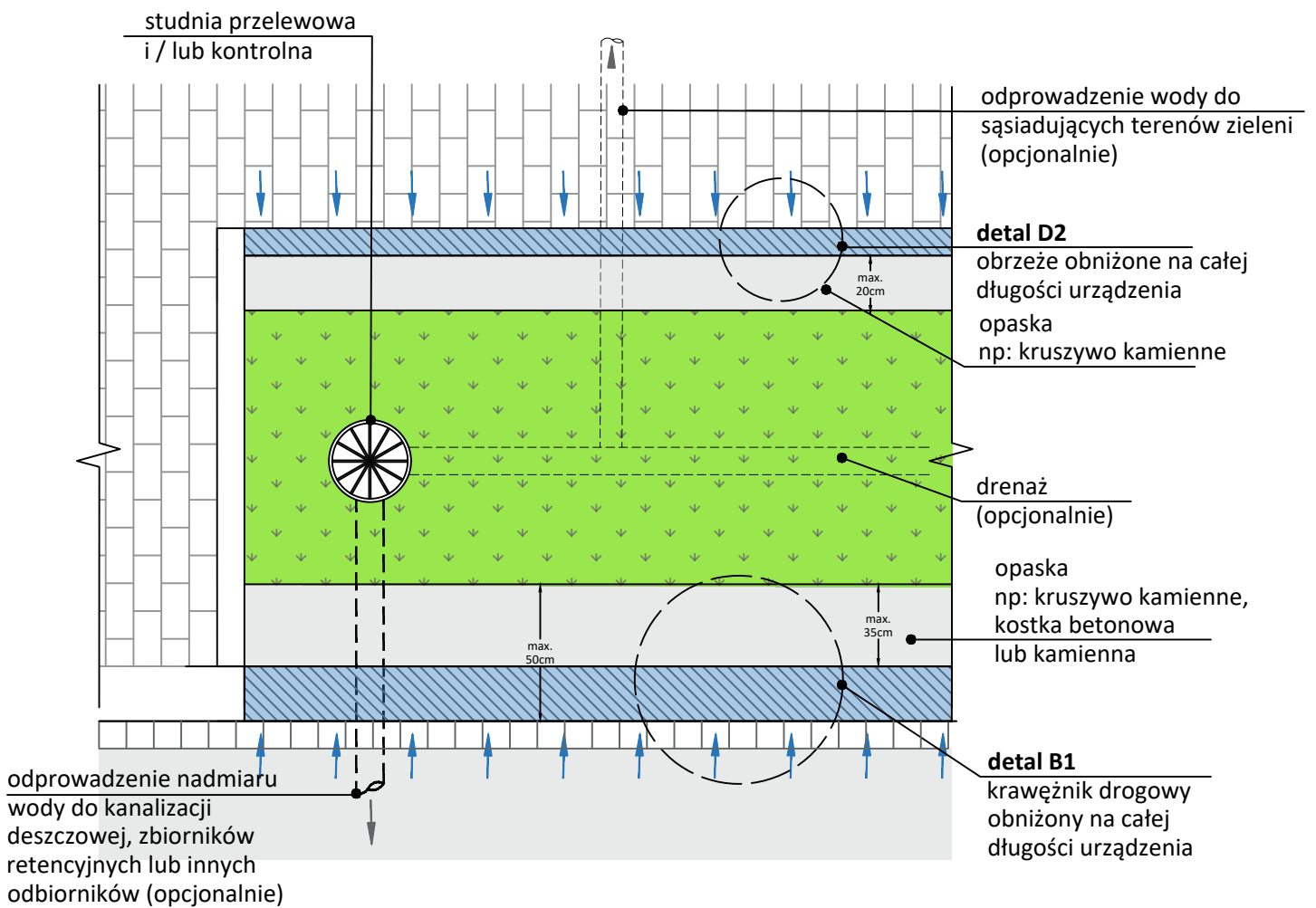
UWAGA

1. Docelowa powierzchnia i głębokość obiektu muszą wynikać z obliczeń hydrologicznych (powierzchnia spływu, opad) i być dostosowane do lokalnych uwarunkowań (warunki glebowe, dostępna powierzchnia do zagospodarowania).
2. Zaleca się stosowanie powtarzalnych pod względem proporcji (długość, szerokość) rozwiązań na danym odcinku ulicy z uwagi na spójność kompozycyjną
3. Podłużny spadek obiektu powinien odpowiadać spadkowi drogi, chyba że warunki lokalne wpływają na inne rozwiązanie.
4. Poziom chodnika powinien znajdować się powyżej górnego poziomu zapór i wlotów, aby umożliwić przelanie wody na ulicę a nie na chodnik.
5. Minimalna wewnętrzna szerokość obiektu wynosi 100cm.
6. Jeśli poziom górny warstwy wegetacyjnej jest zagłębiony więcej niż 50 cm należy zastosować balustradę
7. Wloty wody z chodnika/ ścieżki rowerowej i jezdni należy rozmieścić tak, by zapewnić optymalny spływ wody.
8. Wprowadzenie izolacji obiektu uniemożliwiającej całkowitą lub częściową infiltrację uwarunkowane warunkami lokalnymi - do decyzji projektanta
9. Zastosowanie zapory z betonu, stali, kamieni w celu spowolnienia przepływu wody i zwiększenia retencji - do decyzji projektanta
10. Dla uzyskania lepszej infiltracji po wykonaniu wykopu należy zruszyć glebę na dnie wykopu na głębokość 20 cm
11. W przypadku lokalizacji obiektu w pasie nad sieciami podziemnej infrastruktury technicznej należy przewidzieć pasy rozdziału w miejscach przyłączy i studni kontrolnych.

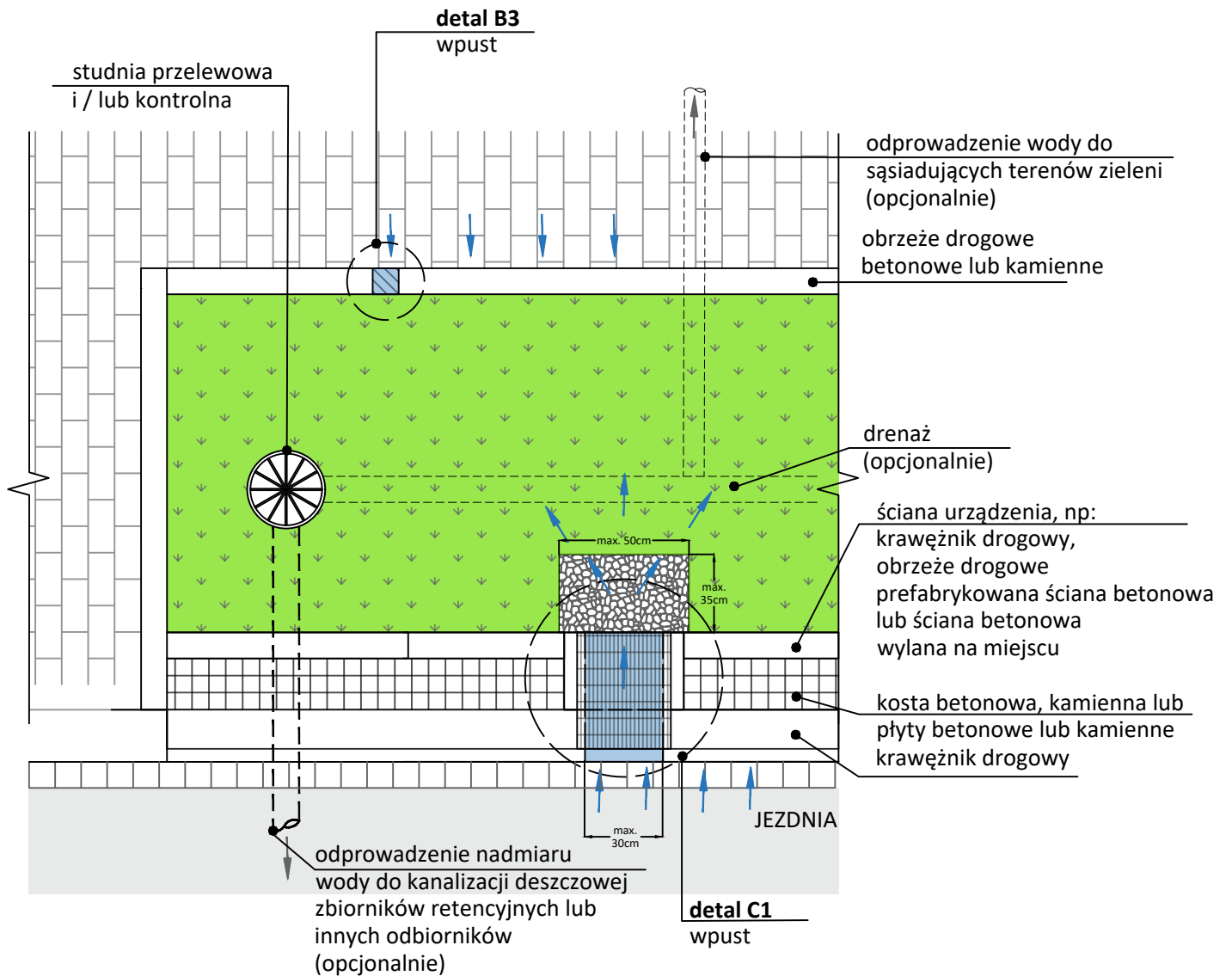
Przykłady rozwiązań wpustów



Przykłady rozwiązań wpustów

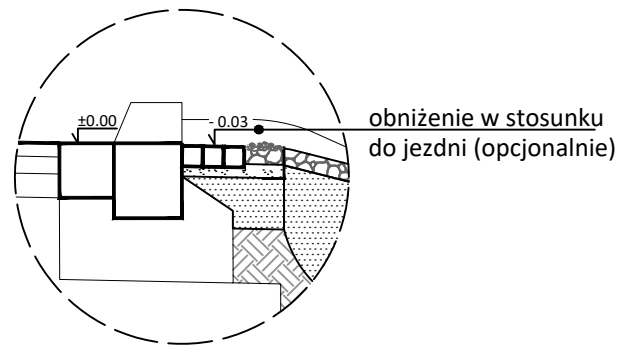
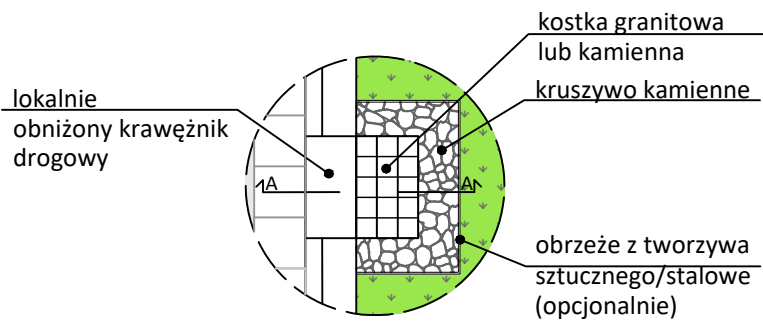


Przykłady rozwiązań wpustów

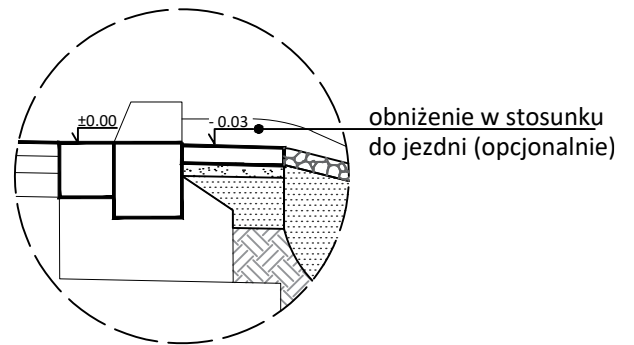
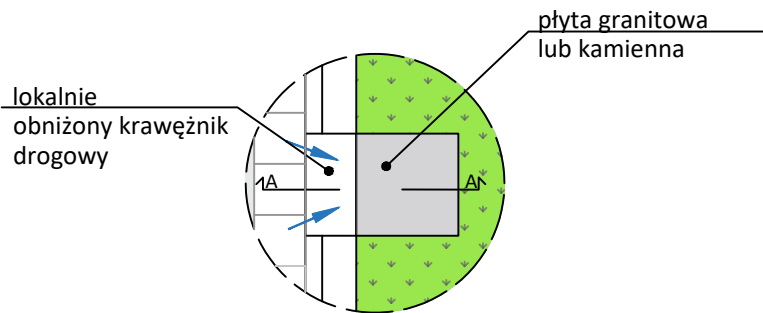


Przykłady rozwiązań wpustów

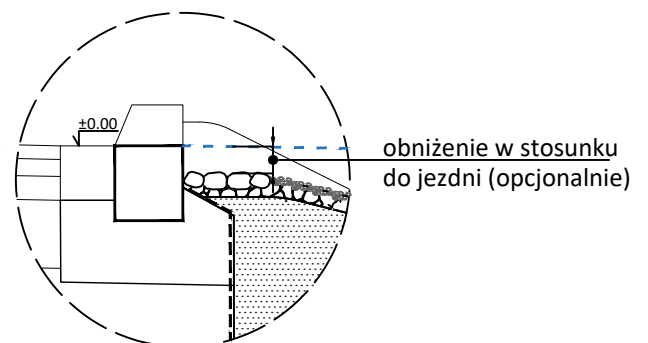
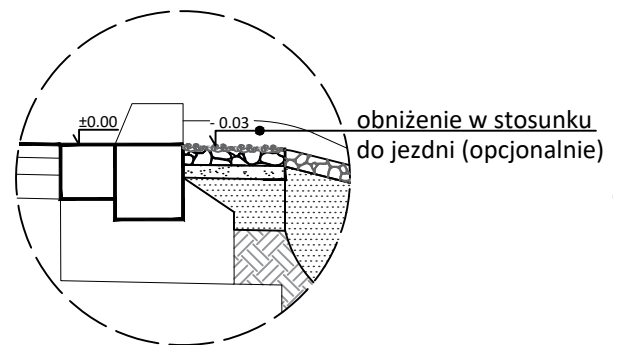
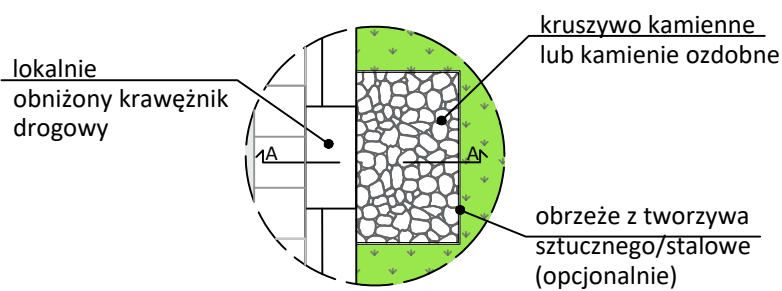
Detal A1



Detal A2

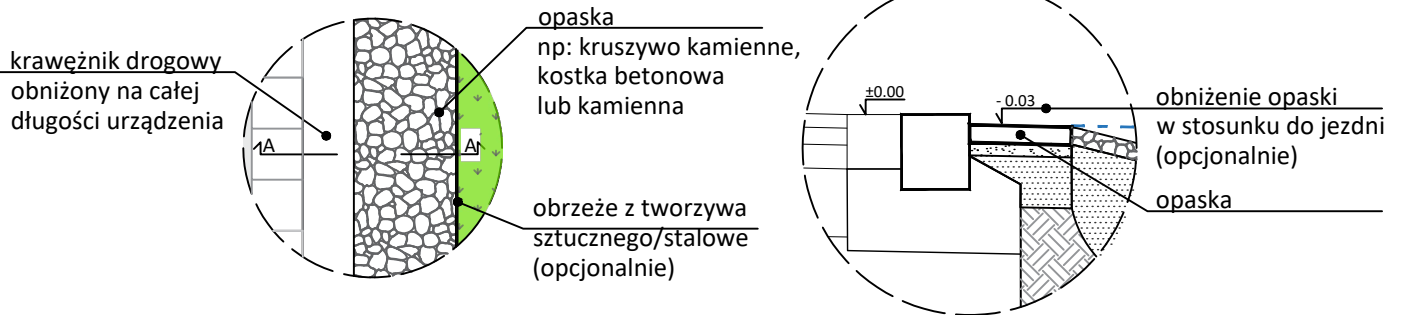


Detal A3

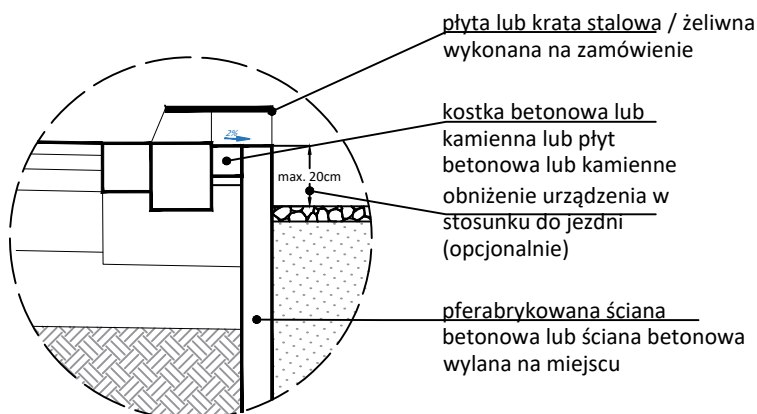
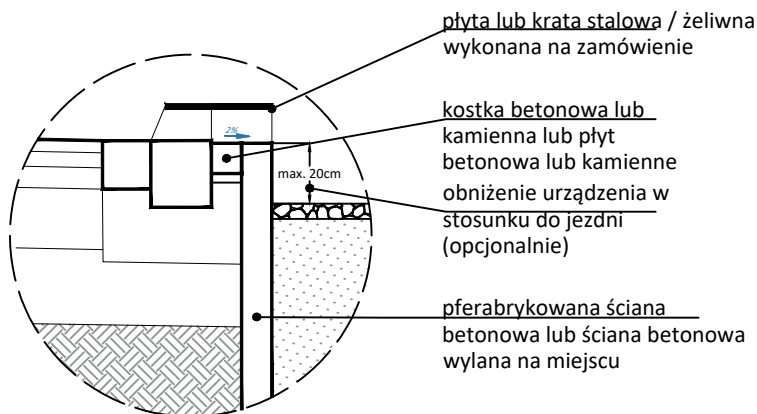
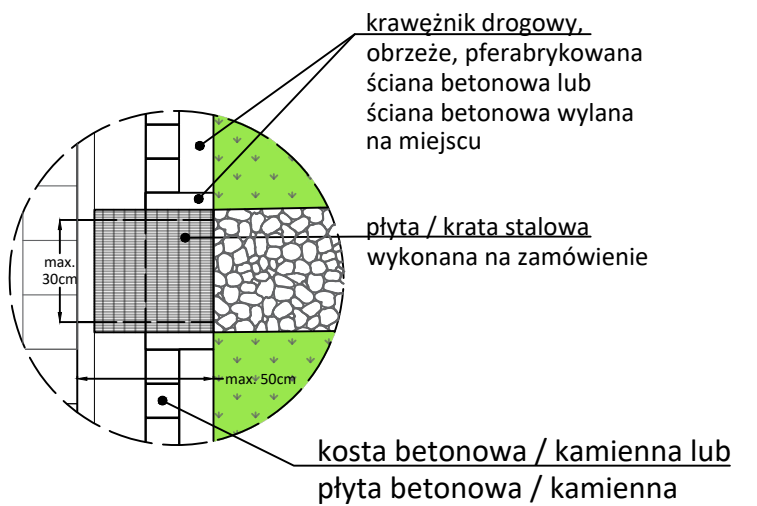


Przykłady rozwiązań wpustów

Detal B1

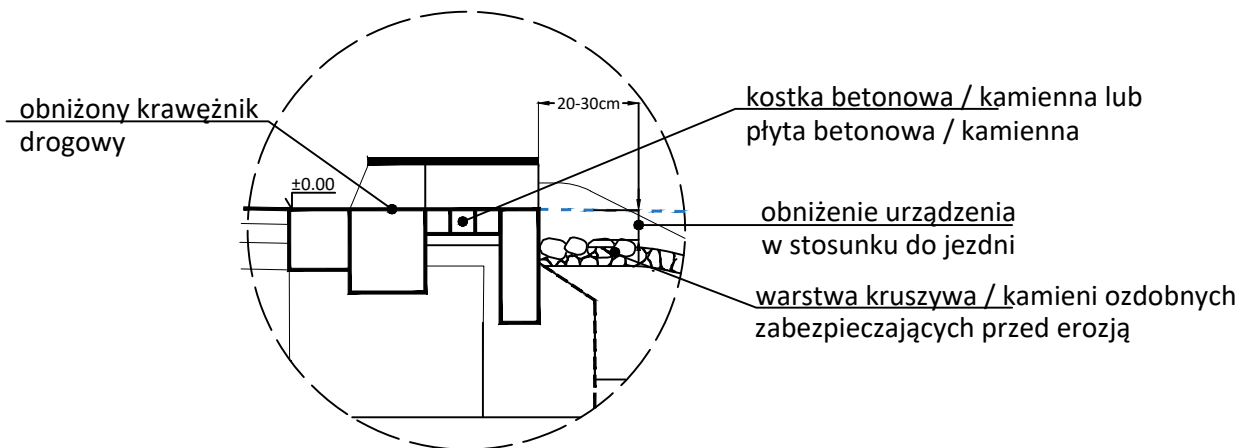
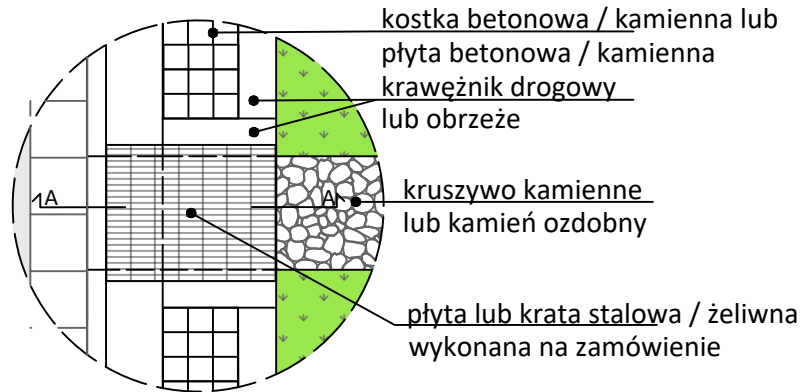


Detal C1

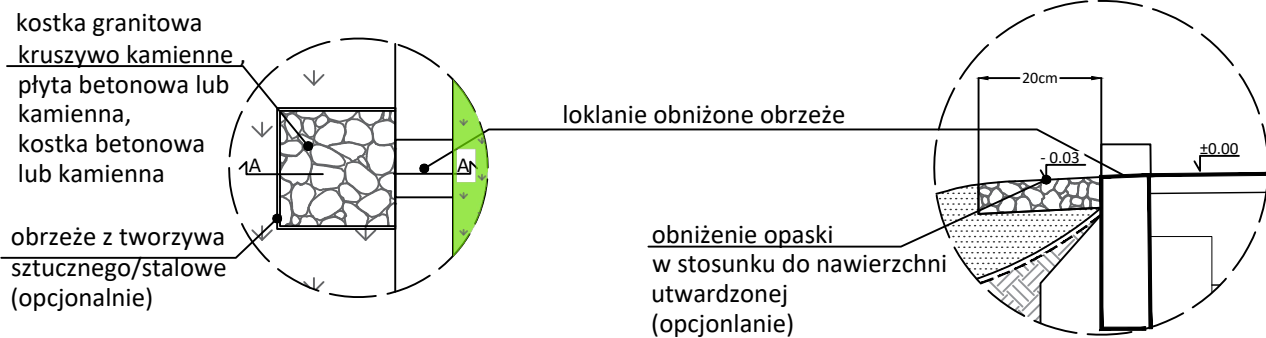


Przykłady rozwiązań wpustów

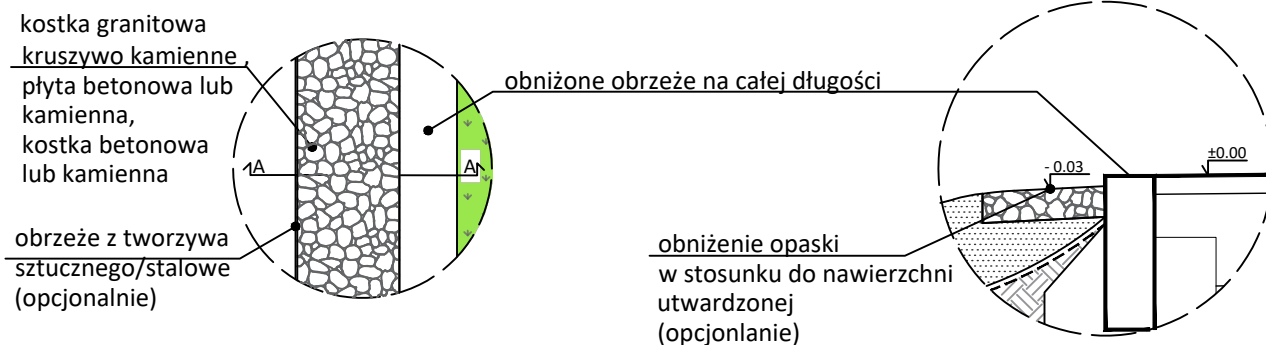
Detal C2



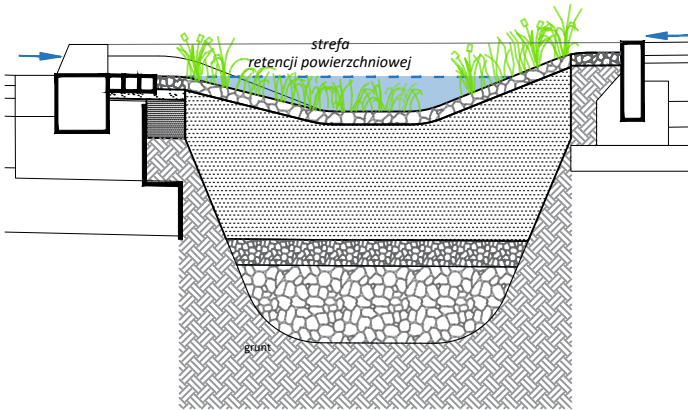
Detal D1



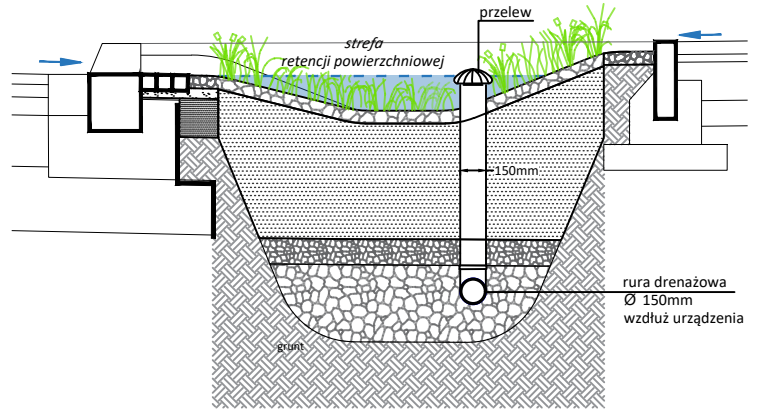
Detal D2



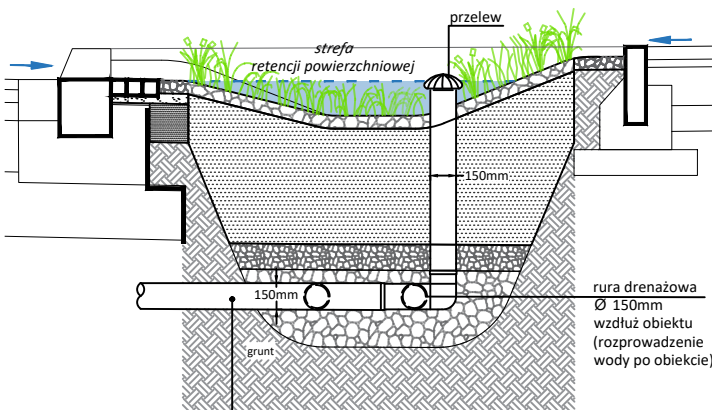
Obiekty bioretencji o pełnej infiltracji, częściowej infiltracji i bez możliwości infiltracji do gruntu



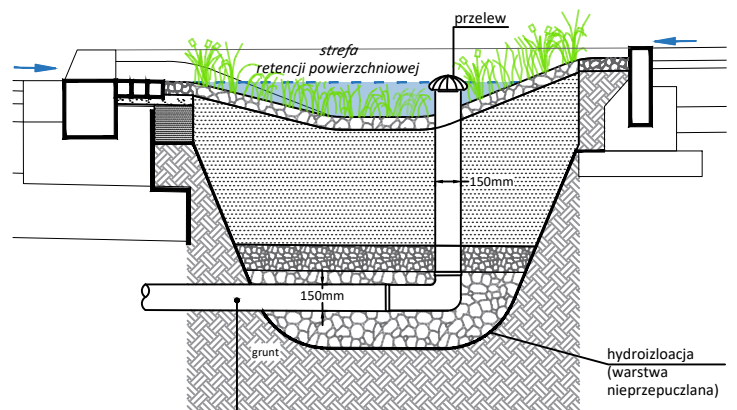
INFILTRACJA PEŁNA II
woda ze strefy retencji powierzchniowej rozprowadzana po wszystkich warstwach obiektu; brak odprowadzenia nadmiaru wody z obiektu



INFILTRACJA PEŁNA II
nadmiar wody ze strefy retencji powierzchniowej odprowadzony bezpośrednio do warstwy drenażowej, możliwe rozprowadzenie wody rurą drenażową w warstwie drenażowej; brak odprowadzenia nadmiaru wody z obiektu



INFILTRACJA CZĘŚCIOWA
nadmiar wody ze strefy retencji powierzchniowej odprowadzony bezpośrednio do warstwy drenażowej, możliwe rozprowadzenie wody rurą drenażową w warstwie drenażowej; nadmiar wody odprowadzony z obiektu



BRAK INFILTRACJI
nadmiar wody ze strefy retencji powierzchniowej odprowadzony z obiektu

Uwaga:
odprowadzenie wody z obiektu możliwe, np.: do kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej lub innych elementów systemu gospodarowania wodą opadową.

Podane w powyższych opisach wymiary oparte są na projektach przedstawionych w części graficznej (katalogowej). Przy podaniu głębokości całkowitej muld chłonnych i ogrodów deszczowych nie brano pod uwagę warstwy separacyjnej, która jest stosowana opcjonalnie, w sytuacji, gdy warstwy drenażowej nie oddziela się geowłókniną. Wliczano natomiast głębokość warstwy wierzchniej (5 cm). Warstwa wierzchnia nie musi być jednak obligatoryjnie stosowana i jak zaznaczono może być wykonana z różnych materiałów: kora, żwir, otoczaki.

Ostateczna głębokość muld i ogrodów deszczowych musi być dostosowana do lokalnych uwarunkowań.

Tab. 1 Rodzaje i charakterystyka obiektów zielono-niebieskiej infrastruktury do stosowania w ulicach

Rodzaj rozwiązania (typ i wariant)	Mulda chłonna typ I		Ogród deszczowy typ I				Ogród deszczowy typ II		Ogród deszczowy typ III	Ogród deszczowy typ IV	
	wariant I	wariant II	wariant I	wariant II	wariant III	wariant IV	wariant I	wariant II	–	wariant I	wariant II
Nazwy polskie i angielskie	<i>mulda chłonna</i> <i>ang. swale</i>		<i>ogród deszczowy / mulda chłonna</i> <i>ang. swale / rain garden</i>				<i>ogród deszczowy (wydzielony krawężnikami w pasie chodnika)</i> <i>ang. rain garden</i>		<i>ogród deszczowy wydzielony krawężnikami w pasie jezdni / tzw. wpustka uliczna</i> <i>ang. rain garden / curb extension</i>	<i>ogród deszczowy (wydzielony ściankami betonowymi w pasie chodnika) / ogród deszczowy w donicy / donica</i> <i>ang. rain garden / planter</i>	
Ogólna charakterystyka	Wydłużone zagłębienie o łagodnie nachylonych skarpach i wyptaszczonej części środkowej dna						Zagłębienie wydzielone krawężnikami o dnie płaskim lub ukształtowanym w formie niewielkiej niecki		Zagłębienie wydzielone krawężnikami o dnie ukształtowanym w formie niecki	Zagłębienie o dnie płaskim lub formie płytkiej niecki, wydzielone ściankami betonowymi wykonywanymi na miejscu	Zagłębienie o dnie płaskim lub w formie płytkiej niecki, wydzielone ściankami betonowymi prefabrykowanymi w kształcie L
Lokalizacja	Do wprowadzania w układach liniowych w pasie chodnika i pasie rozdziału między jezdniami						Do wprowadzana odcinkowo w pasie chodnika między jezdnią a chodnikiem lub drogą rowerową	Do wprowadzana odcinkowo w pasie chodnika między chodnikiem a drogą rowerową lub dwoma chodnikami	Do wprowadzana odcinkowo w pasie jezdni lub w pasie parkingów	Do wprowadzana odcinkowo w pasie chodnika	
Układ rzutu	Wydłużony prostokąt						Prostokąt		Trapez	Prostokąt	
Szerokość [m]	2,30	2,30	2,00				(1,00) 1,20	(0,80) 1,00	1,50	(1,00) 1,20	(1,20) 1,50
Głębokość całkowita liczona od poziomu jezdni [m]	0,45	1,30 -2,30	0,75	1,10	1,10	1,85	0,95	1,00	1,00	0,90	1,00
Grubość warstwy wegetacyjnej [m]	0,15	0,15	0,45								
Występowanie i grubość warstwy drenażowej [m]	brak		0,30 (0,50)			1,05 (skrzynki retencyjno-rozsączające)	0,30				
Minimalna głębokość strefy retencji powierzchniowej (tzw. detencji) [m]	0,30						0,15 (0,20)	0,10 (0,15)	0,2 (0,25)	0,15 (0,20)	0,15 (0,20)
Pojemność retencji powierzchniowej (tzw. detencji) [m]	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+-	+-	++	++++	++++
Roślinność	Roślinność zielna		Roślinność zielna, krzewy				Roślinność zielna, krzewy		Roślinność zielna		
Możliwość lokalizacji nad sieciami wod-kan. (sieć wodociągowa i sanitarna)	Tak	Tak	Tak			Nie	Tak				
Możliwość lokalizacji nad sieciami elektroenergetycznymi	Do uzgodnienia na etapie projektu										
Uwagi dotyczące lokalizacji nad sieciami ciepłowniczymi	Do uzgodnienia na etapie projektu										
Możliwość lokalizacji nad sieciami gazowymi	Do uzgodnienia na etapie projektu										
Koszty i nakład pracy przy bieżącym utrzymaniu*	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Koszty odtworzenia*	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++

* + niskie /niska, ++ średnie /średnia, +++ wysokie/wysoka **UWAGA:** Podane w tabeli wymiary są wymiarami obiektów omówionych w tekście dokumentu. Wymiary mogą ulec zmianie na etapie sporządzania projektu budowlanego po uwzględnieniu lokalnych uwarunkowań i potrzeb np. związanych z zmniejszeniem lub zwiększeniem pojemności retencyjnej.

3.4. Zalecenia dotyczące prac wykonawczych

Miejsca, w których będą wprowadzane rozwiązania służące zwiększeniu retencji, filtracji i infiltracji wody opadowej i roztopowej powinny być wyraźnie oznaczone przed rozpoczęciem budowy ulicy. Należy unikać zagęszczania gleby w miejscu przyszłej lokalizacji systemów bioretencyjnych, w celu zachowania zdolności gleby do infiltracji; w odległości 3,0 m od miejsca planowanej lokalizacji niedozwolone jest składowanie materiałów i stacjonowanie sprzętu, parkowanie i przejazd samochodów ciężarowych i dostawczych.

3.5. Kontrola i utrzymanie

Obiekty bioretencji powinny być kontrolowane co najmniej raz na trzy miesiące oraz w ciągu 48 do 72 godzin po wszystkich intensywnych opadach deszczu.

W ramach wizyt kontrolnych należy podjąć działania w zakresie:

- ręcznego usuwania chwastów wraz ze wszystkimi korzeniami i fragmentami korzeni. Nie jest dozwolone stosowanie środków chemicznych do zwalczania chwastów;
- usuwania warstw osadu (substancji mineralnych lub organicznych osadzonych w obiekcie), co jest niezwykle istotne ze względu na wydolność hydrauliczną (wlot wody, jej rozprowadzenie i infiltrację);
- usuwania liści, zanieczyszczeń stałych, odpadków itp.;
- napraw wynikających np. z erozji dna lub miejsc wpływu wody. Erozja w obiekcie bioretencji może zmniejszyć stopień infiltracji, odsłonić korzenie roślin oraz zatkać wyloty wody. Dlatego należy naprawić wszelkie nieprawidłowości w trybie pilnym.
- uzupełniania kruszywa kamiennego lub ściółki
- kontroli czasu utrzymywania się wody na powierzchni. Woda powinna wsiąkać w czasie do 48 godzin po zakończeniu opadu. Utrzymywanie się wody na powierzchni w okresie dłuższym niż 48 godzin po zakończeniu opadu wymaga monitoringu i likwidacji przyczyny stagnacji wody.

Podlewanie

W okresie pierwszych 3-lat od posadzenia rośliny należy podlewać. Podlewanie jest wymagane w okresie lata, szczególnie w okresach suszy.

3.6. Sieci podziemnej infrastruktury technicznej w strefach z systemami bioretencji

3.6.1. Sieci sanitarne i wodociągowe

Wprowadzanie sieci kanalizacji sanitarnej i wodociągowej w strefy bioretencji wymaga przerwy w ciągłości muld / ogrodów deszczowych dla wprowadzenia studni rewizyjnych (średnica wewnętrzna studni min. 1,0m (średnio 1,2m, średnica włazu \varnothing 0,6m) w formie nawierzchni utwardzonej, o wzmocnionej podbudowie i o wymiarach minimalnych 1,5 x 1,5m.

Lokalizacja sieci wodociągowych w strefach bioretencji wymaga przewidzenia miejsca pod instalowanie hydrantów na odsadźce.

W strefach nad sieciami sanitarnymi i wodociągowymi dopuszczone są wyłącznie rozwiązania pozbawione betonowych ścianek. Wprowadzenie ogrodu deszczowego z ściankami betonowymi nad siecią sanitarną i wodociągowa np. przy przebudowie ulic istniejących (tam, gdzie żadne inne rozwiązanie nie może być zastosowane np. z uwagi na brak miejsca) wymaga każdorazowo opinii MPWiK.

W razie konieczności zastosowania poziomych rur drenażowych w warstwie drenażowej należy zachować odległość między rurą drenażową a siecią sanitarną lub wodociągową w świetle min. 0,5 m. Nie należy lokalizować sieci wod.-kan. bezpośrednio pod/nad rurą drenarską.

Lokalizując sieci wod.-kan. w strefach bioretencji należy uwzględnić możliwość wykonania od nich przyłączy do nieruchomości.

3.6.2. Sieci elektroenergetyczne

W zaproponowanych modelach ulic dla Wrocławia nie przewiduje się lokalizacji rozwiązań z zakresu zrównoważonego gospodarowania wodą opadową i roztopową w strefach z sieciami elektroenergetycznymi. Wynika to z niewielkiej głębokości układania sieci elektroenergetycznych oraz ze stałej potrzeby wykonywania przyłączy, zwłaszcza w ulicach lokalnych i dojazdowych, co wiąże się z wykonywaniem wykopów punktowych, albo układaniem nowych sieci średniego lub niskiego napięcia obok kabli istniejących, jeśli obciążalność istniejących sieci nie pozwala na przyłączenie nowego odbiorcy. Sieci elektroenergetyczne należą do sieci o dość wysokiej awaryjności (znacznie większej niż sieci gazowe, wodociągowe i teletechniczne).

W strefach sieci elektroenergetycznych (zwłaszcza sieci zasilających lampy uliczne) możliwa jest natomiast punktowa lokalizacja wpustów wody opadowej i roztopowej spływającej z nawierzchni jezdni, chodników lub dróg rowerowych.

W przypadku przebudowy istniejącej ulicy lokalizacja ogrodu deszczowego lub muldy nad fragmentem sieci elektroenergetycznej wymaga uzgodnienia na etapie projektu budowlanego.

3.6.3. Sieci gazowe

W zaproponowanych modelach ulic nie przewiduje się lokalizowania w strefie ochronnej sieci gazowych muld lub ogrodów deszczowych.

3.6.4. Sieci ciepłownicze

W zaproponowanych modelach ulic dla Wrocławia nie przewiduje się jako stałego rozwiązania łączenia sieci ciepłowniczych z systemami bioretencji. Wynika to m.in. z lokalizacji tych sieci w oddaleniu od krawędzi jezdni.

W przypadku wystąpienia potrzeby łączenia w jednej strefie sieci ciepłowniczych z rozwiązaniami z zakresu bioretencji, np. w ulicach istniejących – przebudowywanych, dopuszcza się lokalizację sieci ciepłowniczych w strefie muld i ogrodów deszczowych pod warunkiem pozytywnego uzgodnienia zaproponowanych rozwiązań na etapie projektu budowlanego. Sieci ciepłownicze są zazwyczaj układane głębokościach od 0,6 m do 2,0m dlatego ewentualne wprowadzenie w ich strefie muld lub ogrodów deszczowych będzie mogło wymagać stosowania rozwiązań bez warstwy drenażowej lub z warstwą drenażową o mniejszej głębokości.

Ewentualne wprowadzenie sieci ciepłowniczych w strefy z rozwiązaniami służącymi bioretencji wymaga uwzględnienia przerw w ciągłości tych urządzeń oraz uwzględnienia miejsca dla studni eksploatacyjnych na sieci ciepłowniczej.

Lokalizacja rozwiązań z zastosowaniem rur drenażowych wymaga zachowania odległości między rurą drenażową a siecią ciepłowniczą min. 0,5m w świetle.

3.7. Zielono-niebieska infrastruktura w istniejących pasach drogowych

W przypadku istniejących pasów drogowych i konieczności wprowadzenia zielono-niebieskiej infrastruktury przed podjęciem prac projektowych należy wykonać szereg badań terenowych, które mają na celu:

- ⇒ wskazanie optymalnej lokalizacji rozwiązań służących retencji, filtracji i infiltracji wody opadowej i roztopowej;
- ⇒ określenie typu rozwiązania oraz niezbędnych prac dotyczących utrzymania / konserwacji.

Zasady wyboru właściwej lokalizacji obiektów bioretencji szerzej scharakteryzowano w tabeli 2.

Tab. 2. Zasady wyboru właściwej lokalizacji obiektów bioretencji w pasie drogowym

Kryteria wyboru		Uwagi
⇒	ocena istniejących spadków na powierzchniach utwardzonych (jezdnie, chodniki, drogi dla rowerów, itp.).	! Najkorzystniej jest wybierać najniższe punkty ! W otoczeniu nie powinno być również obniżeń, które mogą utrudniać spływ wody w strefy bioretencji
⇒	ocena możliwości wprowadzenia elementów zielono-niebieskiej infrastruktury nad istniejącymi elementami podziemnej infrastruktury technicznej. – rodzaj sieci podziemnej infrastruktury technicznej, – głębokość posadowienia sieci.	! Możliwe uzgodnienia z właściwym zarządcą sieci
⇒	ocena wykorzystania istniejącej sieci kanalizacji deszczowej. Istniejące wpusty do kanalizacji deszczowej mogą stanowić potencjalny odpływ nadmiaru wody opadowej z muld /ogrodów deszczowych.	! Proponowane dwie lokalizacje muld /ogrodów deszczowych w stosunku do istniejącego wpustu: 1. mulda / ogród deszczowy zlokalizowany powyżej istniejącego wpustu; woda opadowa przepływa przez muldę /ogród deszczowy, nadmiar wody wpływa do istniejącego wpustu 2. wpust znajduje się w muldzie / ogrodzie deszczowym; nadmiar wody jest odprowadzany przez wpust po wypełnieniu strefy retencji powierzchniowej (detencji)
⇒	ocena wykorzystania innych elementów zagospodarowania pasa drogowego, np. istniejącej zieleni niskiej, progów zwalniających, przystanków wiedeńskich, skrzyżowań lub przejść dla pieszych z wyniesioną nawierzchnią	! Elementy wyniesione w nawierzchni jezdni zatrzymują wodę opadową, która może być odprowadzana do stref bioretencji
⇒	oszacowanie powierzchni spływu	! Na podstawie pomiarów wysokościowych oraz analizy warstwicznej ukształtowania terenu
⇒	określenie lokalizacja	1. ! Zalecana lokalizacja muld/ogrodów deszczowych w pasach istniejącej zieleni niskiej, 2. w miejscach, w których można zmniejszyć powierzchnię utwardzoną (np.: fragment chodnika, miejsce parkingowe, fragment jezdni)
⇒	ocena dostępnej powierzchni	! wpływ na, np.: pojemność strefy retencji powierzchniowej
⇒	ocena rodzaju elementów zagospodarowania pasa drogowego, z którego spływa woda opadowa (jezdnie, chodnik, ścieżka rowerowa)	! wpływ na, np.: pojemność strefy retencji powierzchniowej, konstrukcję, wymiary, rodzaj wpustów
⇒	ocena rodzaju nawierzchni, z której spływa woda opadowa	! wpływ na, np.: pojemność strefy retencji powierzchniowej, konstrukcję i wymiary muldy

	(jezdnia, chodnik, ścieżka rowerowa)	/ ogrodu deszczowego, rodzaj wpustów
⇒	ocena powierzchni spływu oraz wielkość opadu	! wpływ na, np.: pojemność strefy retencji powierzchniowej oraz wymiary muldy / ogrodu deszczowego
⇒	ocena rodzaju i przepuszczalność gruntu	! wpływ na, np.: rodzaj infiltracji, głębokość i szerokość muldy / ogrodu deszczowego
⇒	ocena elementów podziemnej infrastruktury technicznej	! wpływ na, np.: głębokość muldy / ogrodu deszczowego, możliwość wprowadzenia warstwy drenażowej
⇒	ocena kierunków spływu wody opadowej	! wpływ na, np.: rodzaj i ilość wpustów, kształt muldy / ogrodu deszczowego

Oprócz wprowadzania elementów zielono-niebieskiej infrastruktury (muld chłonnych, ogrodów deszczowych), zaleca się również stosowanie innych rozwiązań mających pozytywny wpływ na obieg wody i służących jej zrównoważonemu gospodarowaniu, np.:

- ⇒ zwiększanie powierzchni biologicznie czynnej poprzez likwidację powierzchni utwardzonej, np.: zawężanie szerokich chodników, likwidacja części miejsc parkingowych, zawężanie na fragmentach pasów jezdni (wprowadzanie roślinności jako elementów spowalniających ruch pojazdów),
- ⇒ zmiana spadków poprzecznych nawierzchni (chodników, dróg dla rowerów itp.) w kierunku terenów o powierzchni biologicznie czynnej (z uwzględnieniem określonych zasad stosowania soli w okresie zimy),
- ⇒ zmiana krawężników i ukształtowania terenów zieleni przyległych do jezdni, chodników i dróg dla rowerów, tak, aby można było odprowadzać na nie wodę opadową i roztopową,
- ⇒ wprowadzanie w nawierzchniach utwardzonych korytek odwodnienia liniowego lub innych form otwartych kanałów odwadniających przekierowujących wodę na pasy zieleni.

4. Rozwiązania techniczne poprawiające warunki wegetacji roślin w pasach drogowych

Tab. 3 Zestawienie rozwiązań technicznych związanych z ochroną i rozwojem drzew w pasach drogowych

Opis rozwiązania		Uwagi	Zastosowanie	
			Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
1.	Chodniki w formie rampy (inne nazwy: kładki, mostki nad korzeniami, chodniki podwieszane)		<input checked="" type="checkbox"/>	
<p>Konstrukcja wyniesiona od kilku do kilkunastu centymetrów nad powierzchnię ziemi i osadzona w gruncie punktowo (przypomina rampę, podest, kładkę).</p> <p>Stosowana jest w miejscach zbliżenia się chodnika, drogi dla rowerów lub innej nawierzchni do istniejącego drzewa.</p> <p>Punktowe posadowienie chodnika charakterystyczne dla ramp, podestów umożliwia przejście nad systemem korzeniowym drzewa przy minimalnej ingerencji w jego system korzeniowy (ograniczenie cięcia płytko przebiegających korzeni).</p> <p>Rozwiązanie nie zmniejsza objętości gleby dostępnej dla systemu korzeniowego drzewa (brak korytowania i podbudowy jak przy budowie nawierzchni wykonywanej w sposób tradycyjny) umożliwia utrzymanie niezagęszczonego gruntu w otoczeniu drzewa.</p>		<p>+ mniejsza ingerencja w system korzeniowy przy punktowym osadzeniu konstrukcji,</p> <p>+ zwiększenie powierzchni dla rozwoju systemu korzeniowego drzewa,</p> <p>+ niezagęszczony grunt pod konstrukcją</p> <p>– uszkodzenie systemu korzeniowego drzewa przy niewłaściwym wyznaczeniu miejsc posadowienia konstrukcji lub niewłaściwie prowadzonych pracach budowlanych,</p> <p>– zagęszczenie gruntu wokół drzewa na etapie budowy konstrukcji,</p> <p>– estetyka; konstrukcje drewniane nie zawsze pasują do przestrzeni publicznej</p>		

Istnieją różne techniki wykonania chodników w formie rampy. Najczęściej konstrukcja nośna to: betonowe stopy fundamentowe (mikro)pale, pale stalowe (wkręcane), belki wspornikowe lub bloczki betonowe. Sama rampa natomiast jest wykonywana z drewna, materiałów drewnopodobnych (belki i deski), betonu (prefabrykowane elementy betonowe) oraz stali (belki i kraty pomostowe z odpowiednim antypoślizgowym wykończeniem).			
Konstrukcje wyższe niż 45 cm powinny być wyposażone w barierkę.			
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
2.	Barierki przeciwkorzenne	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Barierki wykonane z tworzywa sztucznego w formie folii, maty lub paneli, stosowane w celu ograniczenia wzrostu korzeni w niepożądanym kierunku.</p> <p>Wyróżnia się dwa rodzaje barierki przeciwkorzenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ bariery tzw. kierunkowe (nazywane również systemami kierującymi korzenie): sztywne żebrowane panele z tworzywa sztucznego stosowane w celu przekierowania rozwoju korzeni w pożądanym kierunku (np.: pod ścieżkę), ⇒ bariery tzw. blokujące (folie/maty przeciwkorzenne) wykonane z tworzyw sztucznych, np. folia polietylenowa, stosowane w celu osłony elementów infrastruktury technicznej i blokowania dostępu dla korzeni. <p>Według zaleceń producentów bariery przeciwkorzenne stosuje się w celu ochrony podziemnej infrastruktury technicznej i nie powinny być instalowane bliżej niż 2,0m od pnia drzewa. Bariery tzw. kierunkowe stosuje się natomiast w celu ochrony nawierzchni i mogą być one instalowane bliżej niż 2,0 m w stosunku do pnia drzewa.</p>		<ul style="list-style-type: none"> + ogranicza wzrost korzeni w wybranym kierunku przy zapewnieniu przestrzeni do rozwoju systemu korzeniowego w innych kierunkach + stosowanie przy istniejących drzewach pod warunkiem, że system korzeniowy nie zostanie uszkodzony (!) - często bywa stosowane niezgodnie z zaleceniami producenta (zbyt blisko pnia drzewa) lub w sposób niezgodny z przeznaczeniem np. dobierany jest niewłaściwy rodzaj bariery do danej sytuacji - nieznaną wpływ na stabilność dużych drzew 	
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
3.	Ścieżki dla korzeni		<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Wąskie kanały wypełnione rozluźnioną ziemią urodzajną, budowane pod warstwą konstrukcyjną nawierzchni w celu przeprowadzenia systemu korzeniowego drzewa pod chodnikiem / drogą dla rowerów/ do sąsiadujących z pasem drogowym powierzchni przepuszczalnych gruntów.</p> <p>Do wykonania ścieżek dla korzeni często wykorzystuje się elastyczne materiały (wkładki / panele) drenażowe, które obsypuje się rozluźnioną glebą. Panele drenażowe służą do nadania ścieżkom odpowiedniego kształtu oraz ich właściwego napowietrzenia. Korzenie podążają ścieżkami, ponieważ we wkładkach/panelach drenażowych znajduje się tlen. Ścieżki dla korzeni można wykonać również z rur PCV wypełnionych częściowo ziemią urodzajną lub z dwóch betonowych korytek odwadniających. Ścieżki dla korzeni powinny promieniście rozchodzić się od osi pnia drzewa.</p>		<ul style="list-style-type: none"> + możliwość przeprowadzenia korzeni drzew do sąsiadującego pasa zieleni + możliwość przeprowadzenia korzeni drzew pomiędzy elementami podziemnej infrastruktury technicznej - niewłaściwe wykonanie (zbyt mocne zagęszczenie) nie przyniesie efektu, - nie stosować, gdy rozwiązanie może uszkodzić system korzeniowy drzew w otoczeniu 	
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
4.	Krawężniki posadowione punktowo i inne typy obrzeży	<input checked="" type="checkbox"/>	
<p>Standardowy krawężnik betonowy z wycięciem (tzw. mostowy) umożliwiający zamontowanie nad korzeniem/korzeniami centralnymi drzewa. Stosowany przy budowie chodników, dróg dla rowerów w miejscach zbliżania się do istniejących drzew w celu ograniczenia cięcia systemu korzeniowego. Wcięcie w krawężniku wykonywane jest na budowie, dostosowane do średnicy korzenia.</p> <p>W bezpośrednim sąsiedztwie drzew niekiedy występuje potrzeba zastosowania innych obrzeży niż typowe krawężniki betonowe np. z kostki (kamiennej lub betonowej), z tworzywa sztucznego, montowane punktowo na stalowe lub plastikowe gwoździe. Istnieje też możliwość</p>		<ul style="list-style-type: none"> + mniejsza ingerencja w system korzeniowy dzięki punktowemu osadzeniu krawężników - przy niektórych zbliżeniach do drzew nie można zastosować tego rozwiązania 	

poziomego ułożenia krawężników tradycyjnych i zastosowania mniejszego fundamentowania w celu ograniczenia ingerencji w glebę i system korzeniowy drzew.			
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
5.	Podłoża strukturalne (inna nazwa: mieszanki kamiennie-glebowe)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Specjalistycznie opracowane mieszanki składające się z:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ gleby ⇒ części nieorganicznych (piasek, kruszywo, kamienie łamane) <p>Odpowiednio dobrane proporcje gleby i części nieorganicznej stwarzają warunki dla rozwoju korzeni. Mieszanke można zagęszczać, dlatego ten rodzaj podłoża może być stosowany jako podbudowa pod nawierzchnie pieszce, jezdne lub parkingi. Ciężar nawierzchni przenoszony jest przez części nieorganiczne podłoża. Gleba w podłożu pozostaje niezagęszczona, ponieważ wypełnia przestrzeń pomiędzy zaklinowanym w wyniku zagęszczenia materiałem nieorganicznym.</p> <p>Jednym z typów podłoża strukturalnych jest tzw. sztokholmski system sadzenia drzew. System składa się warstwy nośnej zbudowanej z dużych nieregularnych kamieni o wymiarach 100-150 mm oraz niezagęszczonej gleby. Warstwa nośna przykryta jest warstwą napowietrzającą (kruszywo 32-63 mm, która umożliwia właściwą wymianę gazową w glebie). Na warstwie napowietrzającej wydzielonej geowłókniną układa się warstwy konstrukcyjne nawierzchni (chodników, dróg rowerowych, parkingów).</p> <p>Przy sadzeniu drzew w podłożu strukturalnym należy wykonać system napowietrzający, który jednocześnie może służyć do kierowania powierzchniowego spływu wody z nawierzchni w otoczeniu drzewa. W przypadku przekierowywania wody opadowej i roztopowej w podłożu strukturalne należy w dolnej warstwie podłoża ułożyć drenaż odbierający jej nadmiar w celu uniknięcia zastoin wody. Zaleganie wody może przyczynić do zamierania drzew.</p> <p>W ostatnich latach do podłoża strukturalnych dodaje się biowęgiel, który posiada właściwości zatrzymywania wody oraz filtrowania zanieczyszczeń (m.in. bioremediacji) i wpływa na zawartość składników odżywczych w glebie.</p> <p>Prowadzone są również badania nad dodawaniem pumeksu, który posiada zdolność zatrzymywania wody dostępnej dla roślin w glebie.</p>		<p>+ proporcje oraz konstrukcja mieszanki zapewniają dostęp korzeni do tlenu,</p> <p>+ możliwość zastosowania pod nawierzchnią utwardzoną – zwiększenie objętości dostępnej dla prawidłowego rozwoju systemu korzeniowego,</p> <p>+ możliwość skierowania wód opadowych z chodników i dróg dla rowerów do podłoża,</p> <p>+ do poprawy warunków życia istniejących drzew (w procesie wymiany gruntu)</p> <p>- drzewa posadzone w podłożu strukturalnym wymagają bardziej intensywnego podlewania oraz nawożenia (wyłukiwanie składników odżywczych)</p> <p>- w przypadku zagęszczonej lub gliniastej gleby istnieje ryzyko zatrzymywania się wody w niższych warstwach (zalecany drenaż)</p> <p>- wykonanie mieszanki powinno być powierzone specjalistycznej firmie, rodzaj gleby dostosowany do warunków lokalnych i wymagań gatunku drzewa</p> <p>- w przypadku niewłaściwego posadzenia drzewa istnieje ryzyko jego przewrócenia</p> <p>- wymianę gruntu przy istniejących drzewach należy powierzyć specjalistycznej firmie</p>	
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
6.	Systemy komórkowe antykompresyjne (komórki glebowe)	Uwagi	
<p>To nazwa konstrukcji o funkcji antykompresyjnej w odniesieniu do gleb, która przenosi ciężar nawierzchni ścieżki/drogi rowerowej i jej podbudowy. W przestrzeń między konstrukcją wysypywana jest ziemia urodzajna, która nie ulega kompresji / ubiciu w czasie budowy nawierzchni i pod wpływem jej ciężaru. Rozwiązanie zapewnia swobodny rozwój systemu korzeniowego.</p> <p>System składa się z prostopadłościennych komórek zbudowanych z rami i pokrywy górnej oraz podstawy. Rama każdej komórki wykonana jest z 6 słupków, wzmacnianych elementami stalowymi, które odpowiadają za przenoszenie ciężaru nawierzchni i jej podbudowy. Komórki można układać jedna na drugiej (zalecana głębokość to 90 cm). Wolna przestrzeń dla rozwoju korzeni stanowi ok. 92 % powierzchni zajmowanej przez komórki glebowe (ok. 0,28 m³ gleby na każdą komórkę).</p> <p>System oprócz wspomaganie wzrostu drzew w środowisku miejskim jest</p>		<p>+ system umożliwia sadzenie drzew przestrzeni silnie utwardzonej (np.: place, deptaki, przestrzenie o dużym natężeniu ruchu pieszego)</p> <p>+ możliwość zastosowania pod nawierzchnią chodników i dróg dla rowerów</p> <p>+ zastosowanie systemu pod nawierzchnią chodnika zwiększy objętość gleby dostępnej dla drzewa</p> <p>+ możliwość lokalizacji elementów podziemnej infrastruktury technicznej w systemie – łatwy dostęp i konserwacja elementów</p> <p>+ możliwość skierowania wód opadowych z chodników i dróg dla rowerów do systemu (wymaga drenażu)</p>	

<p>również wykorzystywany do gospodarowania wodą opadową i roztopową (możliwość skierowania wody z chodników i dróg dla rowerów, a także dachów budynków i jej rozprowadzenie w systemie za pomocą rur rozprowadzająco-drenażowych i odprowadzających. Istotne jest zarówno doprowadzenie wody, jej równomierne rozprowadzenie w glebie, jak i umożliwienie odprowadzenia jej nadmiaru w celu uniknięcia tworzenia zastoin.</p> <p>Konstrukcja ta (i inne do niej podobne) minimalizuje uszkodzenia nawierzchni przez system korzeniowy przez zapewnienie przestrzeni umożliwiających ukorzenianie się drzew pod nawierzchnią. Ponadto umożliwia sadzenie drzew o większych parametrach na obszarach silnie zurbanizowanych. Jest szczególnie polecana w miejscach, w których nie ma wystarczającej powierzchni terenu (i objętości gleby) dla posadzenia nowych drzew.</p> <p>Dzięki dostępowi do odpowiedniej ilości wysokiej jakości gleby drzewa rosną zdrowe i osiągają swoje docelowe parametry.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - w przypadku zagęszczonej lub gliniastej gleby istnieje ryzyko zatrzymywania się wody w niższych warstwach systemu, co może prowadzić do stagnacji wody w strefie systemu korzeniowego i zamierania drzew (zalecany drenaż), - montaż niezgodny z zaleceniami producenta lub montaż przez niewykwalifikowaną firmę może prowadzić do zamierania drzew (montaż wymaga wyspecjalizowanych dostawców oraz specjalistów do nadzoru procesu instalacji). Producent określa kryteria zastosowania oraz warunki dotyczące gwarancji 	
<p>7. Systemy drenażowe</p>	<p>Drzewo istniejące</p>	<p>Drzewo projektowane</p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Niedobór wody w glebie wpływa niekorzystnie na wzrost, rozwój i długość życia drzewa (zamieranie). Niekorzystna jest również stojąca woda w obrębie systemu korzeniowego, która przy długotrwałym okresie stagnacji tworzy warunki beztlenowe, prowadzące do zamierania korzeni (w następstwie również całego drzewa).</p> <p>W środowisku miejskim, które charakteryzuje się przewagą powierzchni utwardzonych i nieprzepuszczalnych należy umożliwić zarówno gromadzenie wody jak i odprowadzenie jej nadmiaru.</p> <p>W przypadku sadzenia drzew w glebach gliniastych lub silnie zagęszczonych należy rozważyć montaż systemu drenażowego (rura drenażowa zabezpieczona obsypką żwirową i geowłókniną) połączonego z istniejącym systemem kanalizacji deszczowej (lub innym odbiornikiem magazynującym wodę opadową). Dno wykopu pod sadzone drzewo należy uformować tak, aby nadmiar wody spływał w kierunku drenażu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> + przy prawidłowo wykonanym drenażu brak stagnującej wody w obrębie systemu korzeniowego - wymagane odprowadzenie wody spod bryły korzeniowej do kanalizacji deszczowej lub innego odbiornika 	
<p>8. Systemy chroniące przed zasoleniem</p>	<p>Drzewo istniejące</p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Drzewo projektowane</p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Rozwiązania mające na celu ochronę istniejącej zieleni przed negatywnym wpływem soli drogowej w okresie zimowym. Jednym z możliwych zabezpieczeń jest stosowanie w okresie zimy mat słomiano – foliowych lub mat polipropylenowych. Maty wysokości ok 50-80 cm ustawiane są w formie płotków okalających zieleni (im większa odległość od elementów zieleni, tym lepiej), tak, aby zminimalizować ilość błota śniegowego dostającego się w obręb systemów korzeniowych. Przy zbliżeniu maty do jezdni folię można wywinąć na krawężnik, przez co błoto śniegowe trafia z powrotem na jezdnię. Stosuje się również zabezpieczanie pni i koron młodych drzew siatką cieniującą z włókien polipropylenowych (zapobiega osiadaniu aerozolu solnego).</p> <p>Na rynku dostępne są również tzw. maty odsalające montowane od kilku lat min. w Warszawie, Krakowie, Opolu, w 2018 r w Rybniku. System został opatentowany w Urzędzie Patentowym RP – Patent PL228854. System o nazwie ODSALAX według informacji producenta potrafi wycofać nawet ponad 2 kg soli spod 1 drzewa w sezonie zimowym. Produkt składa się z maty ochronnej wypełnionej absorberem (zrębki <i>Salix viminalis</i>); absorber posiada zdolność do wchłaniania i zatrzymywania dużych ilości wody, jest w całości biodegradowalny, a odsolony, po okresie zimowym, może służyć</p>	<ul style="list-style-type: none"> + koszty zakupu systemów niskie w stosunku do kosztów związanych z posadzeniem nowego drzewa + systemy wspomagające ochronę drzew przed solą drogową + największa skuteczność na drogach o niskiej prędkości, - mało skuteczne są maty słomiane owinięte jedynie wokół pni drzew - stosowanie jedynie mat nie chroni drzewa przed aerozolem solnym 	

jako ściółka mulczująca.			
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
9.	Worki do kropelkowego nawadniania	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Worek wykonany z polichlorku winylu, w którym znajdują się otwory o małej średnicy, przez które woda uwalniana jest do gleby przez ok. 5 – 9 godzin. Worek napełniany jest raz na tydzień.</p> <p>Zaleca się zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami Zarządu Zieleni Miejskiej stosowanie worków o pojemności 75 litrów na każde drzewo.</p>		<p>+ produkt wspomagający podlewanie młodych drzew</p> <p>– nie są znane skutki oddziaływania stagnującej w worku wody u podstawy pnia</p> <p>– podane przez producenta zalecenia dotyczące ilości wody potrzebnej dla 1 drzewa nie gwarantują prawidłowego nawadniania drzewa. Prawidłowa częstotliwość i ilość wody niezbędna do podlewania zależy min. od gatunku drzewa, gleby, miejsca posadzenia, warunków atmosferycznych.</p>	
		Drzewo istniejące	Drzewo projektowane
10.	Systemy nawadniające i napowietrzające	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Systemy napowietrzające instalowane są w celu stymulacji rozwoju korzeni w głębszych warstwach gleby przez dostarczenie do nich powietrza. Systemy te stosowane są głównie w miejscach, w których drzewo jest otoczone nawierzchnią utwardzoną, a objętość gleby jest niewystarczająca do prawidłowego rozwoju drzewa. Systemy składają się z rur perforowanych umieszczonych na odpowiedniej głębokości; Rury mogą pełnić również funkcje nawadniające i przekierowywać spływ wody deszczowej z chodnika / drogi rowerowej (umieszczanie linii kroplującej w rurze napowietrzającej). Na rynku dostępne są gotowe systemy nawadniająco-napowietrzające.</p> <p>Przy sadzeniu drzew w podłożach strukturalnych (np. system sztokholmski sadzenia drzew) stosuje się również tzw. studnie napowietrzające, które jednocześnie mogą pełnić funkcje nawadniające drzewa (spływ wody deszczowej z chodnika / drogi rowerowej).</p> <p>System może zostać uszkodzony przez korzenie w ciągu 5-10 lat od ułożenia, co jest dopuszczalne, jeśli drzewo (drzewa) prawidłowo się rozwija.</p>		<p>+ system wspomagający rozwój systemu korzeniowego drzewa, zwłaszcza w przestrzeni silnie utwardzonej</p> <p>+ możliwość zastosowania w otoczeniu istniejących drzew (np.: przy wymianie nawierzchni), jeśli nie zostanie uszkodzony system korzeniowy</p> <p>– niewłaściwa instalacja może prowadzić do zamierania drzewa (np.: stagnacja wody w obrębie systemu korzeniowego)</p>	

Uwaga: Wprowadzanie każdego rozwiązania technicznego w pasach drogowych związanego z ochroną i rozwojem drzewa musi być konsultowane ze specjalistą na etapie projektowym. Prace wykonawcze należy prowadzić pod stałym nadzorem specjalisty ds. zieleni.

Tab. 4a Zestawienie sposobów zabezpieczenia drzew po posadzeniu

Opis	Uwagi
<p>1. Stabilizacja drzewa za pomocą palików</p> <p>Jest to najpopularniejsza i najprostsza metoda stabilizacji posadzonych drzew. Drzewa stabilizuje się za pomocą konstrukcji z palików drewnianych. Paliki powinny być impregnowane ciśnieniowo, o średnicy 6-8 cm, o jednym z końców zaostroszonym, co ułatwia wbijanie w podłoże. Wysokość palika uzależniona jest od wysokości osadzenia korony, optymalnie paliki mają wysokość odpowiadającą 1/3 wysokości drzewa (ok. 150 – 250 cm). Drzewa należy mocować za pomocą 3 palików zachowując kształt trójkąta równobocznego. Każdy palik musi być zagłębiony w gruncie do głębokości min. 1 m. Paliki należy wbić poza obrysem bryły korzeniowej, w odległości 30-40 cm od niej. Do palików w górnej części należy przybić poprzeczne listewki w celu stabilizacji konstrukcji. Na wysokości ok. 30 cm od góry palika, mocowane są taśmy stabilizujące drzewo. Należy zabezpieczyć część drzewa w miejscu zamocowania taśmy elastycznej np. wężem gumowym, aby nie doszło do uszkodzenia kory.</p>	<ul style="list-style-type: none"> + możliwość przymocowania kilku drewnianych listewek w dolnej części palików jako zabezpieczenie przed uszkodzeniem podstawy pnia drzewa w trakcie koszenia oraz zwierzętami. - przy niewłaściwym wbiciu palików można uszkodzić bryłę korzeniową, - należy kontrolować, czy przy wzroście obwodu pnia drzewa taśmy nie były zbyt mocno naciągnięte i nie uszkodziły kory.
<p>2. Stabilizacja za pomocą systemu kotwienia brył korzeniowych</p> <p>System do podziemnego mocowania średnich i dużych drzew. Umożliwia posadowienie drzewa w gruncie rodzimym lub na stropach garaży czy dachach budynków.</p> <p>Alternatywa dla tradycyjnego palikowania drzew – system jest niewidoczny. Nie opóźnia rozwoju korzeni stabilizujących. System może być regulowany wielokrotnie, w zależności od rozwoju pnia.</p> <p>Systemy w większości zaprojektowane są w taki sposób, aby zabezpieczyć i ustabilizować bryłę korzeniową przez okres 3 – 5 lat. Po upływie tego okresu część elementów systemu ulega biodegradacji (wg informacji od producentów), a elementy aluminiowe można usunąć. System w zależności od producenta składa się z:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ pasów wraz z kotwami do mocowania w gruncie, ⇒ pasa ściągającego wraz z napinaczem, <p>materiału do zabezpieczenia bryły korzeniowej (np.: mata kokosowa)</p>	<ul style="list-style-type: none"> + duża siła uciążu – nawet do ok. 1400 kg na jedną kotwę + niewidoczna dla oka metoda stabilizacji drzew + pasy nie uszkadzają bryły korzeniowej, + systemy dostępne w różnych wariantach, np.: z kotwami wykonanymi z aluminium lub kompozytu o wysokiej wytrzymałości + estetyczne - systemy stosowane na rynku od ok. 30 lat, ale nadal nieznanym jest ich wpływ na statykę i rozwój drzew
<p>3. Stabilizacja za pomocą odciągów</p> <p>Metoda polegająca na stabilizacji drzewa za pomocą linek stalowych, które kotwi do gruntu. Należy wykonać min. trzy odciągi zachowując kształt trójkąta równobocznego. Linki w gruncie mocujemy za pomocą specjalnych kotew. Miejsce mocowania odciążu do pnia, powinno być zabezpieczone za pomocą specjalnych gumowych podkładek.</p>	<ul style="list-style-type: none"> + duża siła uciążu na jedną kotwę, + sprawdza się w przypadku starszych drzew o obwodzie pow. 30 cm lub o szerokiej bryle korzeniowej, gdzie niemożliwe jest wykonanie palikowania, + estetyka - wymaga dużo miejsca

Tab.4b Zalecenia dodatkowe dotyczące utrzymania roślin w pasie drogowym

1.	Podlewanie roślin
	<p>Skuteczne nawadnianie roślinności, szczególnie drzewiastej wymaga dostarczenia dużej jednorazowej dawki wody. Pozwala to na przeniknięcie odpowiedniej ilości wody do niższej położonych korzeni.</p> <p>Poza określoną ilość wody, którą należy jednorazowo zastosować w celu uzyskania pożądanego efektu, istotny jest zasięg nawadnianej powierzchni gleby. Skuteczne nawadnianie drzew nakłada konieczność nawadniania całej, maksymalnie dużej, powierzchni chłonnej systemu korzeniowego – min. rzut korony</p> <p>Określenie częstotliwości nawadniania wymaga uwzględnienia kilku elementów: rodzaju gleby, panujących warunków wilgotności powietrza i gleby.</p>
2.	Nawożenie roślin
	<p>Nawożenie nie jest standardowym zabiegiem pielęgnacyjnym na terenach zieleni. W szczególności dotyczy to nawożenia drzew i krzewów. Rośliny o ustabilizowanym systemie korzeniowym często znajdują te składniki w glebie w wystarczającej ilości. System korzeniowy penetruje dużą objętość gleby. Jednak coraz częściej spotyka się objawy ograniczonego wzrostu i osłabienia stanu zdrowotnego.</p> <p>Niedobór składników pokarmowych wymaga odpowiedniego ich uzupełnienia, przy czym specyfikacja braków powinna być uzyskana na podstawie analiz – badań glebowych.</p> <p>Istotna jest również metoda nawożenia, którą należy dostosować do warunków przestrzennych, wielkości i wieku drzewa. W przypadku zastosowania nawozów na powierzchni gleby (podlewanie, rozsypywanie), istotna jest struktura gleby, w przypadku ubitych gleb przenikanie nawozów jest silnie ograniczone.</p>
	<p>Średnie tygodniowe zapotrzebowanie (dawka optymalna) na wodę: powierzchni trawiastej wynosi od 5 do 15 mm/m², obsadzonej roślinami wyższymi 40 do 50 mm/m²</p> <p>Dawkę wody w zależności od rodzaju nawadniania można podzielić na 2 do 3 cykli nawadniania.</p> <p>Optymalna głębokość nawilżenia gleby powinna wynosić: od 10 do 15cm w przypadku trawników, od 20 do 40cm w przypadku krzewów, ok. 60cm przy nawadnianiu drzew.</p> <p>Najczęściej przyjmuje się, że w przypadku drzew i krzewów posadzonych na miejsce stałe i rosnących tam od dłuższego czasu, podlewanie rozpoczynamy, kiedy gleba jest sucha na głębokości 8-10cm.</p> <p>W razie pogarszania się stanu drzewa niezmiernie ważne stają się zabiegi poprawiające strukturę gleby oraz jej zasobność w składniki pokarmowe (!).</p> <p>Zakres badań glebowych Fizyczne właściwości gleby - struktura gleby (porowatość, przestwory i struktura gruzełkowata) Badania pH – odczyn gleby Badania makroelementów w glebie - zasolenie - w g NaCl/dm³ - N-NO₃ - zawartość mg/dm³ - formy przyswajalne: P, K, Ca, Mg - zawartość Cl Badanie mikroelementów - zawartość mg/dm³ formy przyswajalne: Cu, Zn, Mn, Fe, B</p> <p>Nawożenie powinno zostać przeprowadzone w okresie od początku wegetacji maksymalnie do 15 czerwca.</p>

5. Dobór gatunków roślin do nasadzeń przyulicznych

W przypadku planowania doboru roślin do pasa drogowego punktem wyjścia jest ocena warunków klimatycznych, które wynikają z położenia geograficznego miasta (pomimo obserwowanych zmian zrejonizowany dobór drzew wydaje się być dalej aktualny). Kolejnym punktem procesu projektowego jest ocena cech klimatu lokalnego – określenie specyficznych cech danego środowiska miejskiego. Kryteria doboru roślin do pasów drogowych uwzględniają jako podstawową cechę odporność gatunku na zanieczyszczenia (!). Z uwagi na intensywność ruchu zarówno pojazdów, jak i pieszych, istotna jest również odporność gatunku na działania silnych wiatrów - kruchość pędów (tzn. gatunki o kruchych pędach nie powinny być stosowane przy drogach). Istotna jest również odpowiednia budowa systemu korzeniowego (nie należy stosować gatunków o predyspozycjach do wykrotów). O nieco mniejszym znaczeniu są cechy związane z budową owoców (szczególnie uciążliwe są owoce duże i silnie barwiące). Liczba wymaganych kryteriów oraz zmieniające się warunki klimatyczne – długotrwałe okresy suszy, wysokie temperatury w okresie letnim – bardzo silnie ograniczają liczbę gatunków roślin (drzew), możliwych do zastosowania w pasach drogowych miast. W przypadku konieczności stosowania dużych drzew silną przeszkodą jest również ograniczona przestrzeń umożliwiająca swobodny rozwój części nadziemnych i podziemnych. Współczesny proces utrzymania drzew w dobrej kondycji, szczególnie w pasie drogowym, wymaga zwiększonych nakładów finansowych, które należy uwzględnić na etapie realizacji (wysoka jakość prac i materiału roślinnego, właściwe przygotowanie gleby; zastosowanie rozwiązań poprawiających warunki życia roślin drzewiastych; zastosowanie rozwiązań kompensujących ograniczoną przestrzeń i dostęp do wody) i na etapie utrzymania (systematycznie realizowane zabiegi, szczególnie podlewanie). Obserwowane w praktyce tendencje ograniczania liczby gatunków prowadzące do zmniejszenia różnorodności gatunkowej skutkować mogą występowaniem negatywnych zjawisk.

Tab. 5.1. Wykaz zalecanych gatunków drzew do pasów drogowych*

	Nazwa gatunku	Pochodzenie	Typ drzewa
⇒	<i>Acer campestre</i> (klon polny)	gatunek rodzimy	średnie
⇒	<i>Acer platanoides</i> (klon pospolity)	gatunek rodzimy	duże
⇒	<i>Acer pseudoplatanus</i> (klon jawor)	gatunek rodzimy	duże
⇒	<i>Aesculus hippocastanum</i> (kasztanowiec pospolity)	gatunek obcy	duże
⇒	<i>Carpinus betulus</i> (grab pospolity)	gatunek rodzimy	średnie
⇒	<i>Corylus colurna</i> (leszczyna turecka)	gatunek obcy	duże
⇒	<i>Crataegus x media</i> (głóg pośredni)	mieszaniec	małe
⇒	<i>Fraxinus excelsior</i> (jesion wyniosły)	gatunek rodzimy	duże
⇒	<i>Ginkgo biloba</i> (miłorząb dwuklapowy)	gatunek obcy	duże
⇒	<i>Platanus x hispanica</i> 'Acerifolia' (platan klonolistny)	gatunek obcy	duże
⇒	<i>Populus nigra</i> 'Italica' (topola czarna)	mieszaniec	duże
⇒	<i>Pyrus calleryana</i> (grusza drobnoowocowa)	gatunek obcy	średnie
⇒	<i>Sophora japonica</i> (perełkowiec japoński)	gatunek obcy	duże
⇒	<i>Sorbus aria</i> (jarząb mączny)	gatunek rodzimy	małe
⇒	<i>Sorbus intermedia</i> (jarząb szwedzki)	gatunek rodzimy	średnie
⇒	<i>Tilia cordata</i> (lipa drobnolistna)	gatunek rodzimy	duże
⇒	<i>Tilia euchlora</i> (lipa krymska)	gatunek obcy	duże
⇒	<i>Tilia x europaea</i> (lipa holenderska)	mieszaniec	duże
⇒	<i>Ulmus laevis</i>	gatunek rodzimy	duże
⇒	<i>Quercus robur</i> (dąb szypułkowy)	gatunek rodzimy	duże

*możliwe jest zastosowanie odmian wskazanych gatunków

Tab. 5.2. Wykaz zalecanych gatunków krzewów do pasów drogowych*

	Nazwa gatunku	Gatunek rodzimy / obcego pochodzenia
⇒	<i>Acer tataricum</i> (klon tatarski)	gatunek obcy
⇒	<i>Caragana arborescens</i> (karagana syberyjska)	gatunek obcy
⇒	<i>Chaenomeles japonica</i> (pigwowiec japoński)	gatunek obcy
⇒	<i>Cornus alba</i> (dereń biały)	gatunek obcy
⇒	<i>Cornus mas</i> (dereń jadalny)	gatunek obcy
⇒	<i>Cotoneaster bullatus</i> (irga pomarszczona)	gatunek obcy
⇒	<i>Cotoneaster horizontalis</i> (irga pozioma)	gatunek obcy
⇒	<i>Crataegus crus-galli</i> (głóg ostrogowy)	gatunek obcy
⇒	<i>Forsythia x intermedia</i> (forsycja pośrednia)	mieszaniec
⇒	<i>Hippophaë rhamnoides</i> (rokitnik pospolity)	gatunek rodzimy
⇒	<i>Juniperus</i> sp. (jałowiec)	odmiany
⇒	<i>Ligustrum ovalifolium</i> (ligustr jajolistny)	gatunek obcy
⇒	<i>Ligustrum vulgare</i> (ligustr pospolity)**	gatunek obcy
⇒	<i>Physocarpus opulifolius</i> (pęcherznica kalinolistna)	gatunek obcy
⇒	<i>Potentilla fruticosa</i> (pięciornik krzewiasty)	gatunek obcy
⇒	<i>Ribes alpinum</i> (porzeczka alpejska)	gatunek rodzimy
⇒	<i>Rosa</i> sp. (róża)	odmiany
⇒	<i>Spiraea</i> sp. (tawuła)	różne gatunki (z wyłączeniem inwazyjnych)
⇒	<i>Taxus</i> sp. (cis)	odmiany
⇒	<i>Weigela florida</i> (krzewuszką cudowną)	gatunek obcy

*możliwe jest zastosowanie odmian wskazanych gatunków

** głównie żywopłoty formowane (rozważnie)

W przypadku gatunków roślin proponowanych do nasadzeń w obiektach bioretencji szczególnie istotna jest odporność gatunku na zanieczyszczenia oraz zdolność wiązania związków toksycznych. W tym zakresie w doborach roślin dominują gatunki zielne, w naturze często związane z siedliskami wilgotnymi równocześnie o szerokim zakresie tolerancji ekologicznej. Na gruncie polskim istnieje niewiele danych na temat zastosowania roślin i ich efektywności funkcjonalnej, w połączeniu z rozwiązaniami służącymi gospodarowaniu wodą opadową i roztopową szczególnie silnie zanieczyszczoną (woda z jezdni). Przedstawiona propozycja doboru roślin stanowi więc wypadkową danych z literatury fachowej i doświadczeń praktycznych zebranych z informacji podawanych na stronach internetowych miast zachodnioeuropejskich i amerykańskich (tab. 6).

Tab. 6 Wykaz zalecanych gatunków roślin zielnych do obiektów bioretencji w pasach drogowych

	Rośliny zielne do systemów bioretencji	Uwagi
⇒	trawy	wszystkie typy urządzeń
⇒	trzcina pospolita	wody o wysokim stopniu zanieczyszczenia
⇒	sit rozpierzchły	wody o wysokim stopniu zanieczyszczenia
⇒	turzyca owłosiona	wody o wysokim stopniu zanieczyszczenia
⇒	turzyca pospolita	–
⇒	turzyca biała	–
⇒	pałka szerokolistna	wody o wysokim stopniu zanieczyszczenia
⇒	pałka wąskolistna	wody o wysokim stopniu zanieczyszczenia
⇒	kosaciec żółty	wody o niskim stopniu zanieczyszczenia
⇒	kościec syberyjski	wody o niskim stopniu zanieczyszczenia
⇒	tojeść rozesłana	–
⇒	krwawnica pospolita	–
⇒	rdest wężownik	–
⇒	mięta nadwodna	–
⇒	niezapominajka błotna	–
⇒	długosz królewski	stanowiska zacienione
⇒	wietlica samicza	stanowiska zacienione

(–) brak danych

Uwagi dodatkowe

Zalecane cechy roślin stosowanych w systemach zielono-niebieskiej infrastruktury:

- ⇒ gatunki rodzime dostosowane do warunków lokalnych środowiskowych i klimatycznych (najkorzystniej)
- ⇒ gatunki obce o specyficznych właściwościach (wyklucza się gatunki inwazyjne !)
- ⇒ zdolność adaptacji, łatwego przyjmowania po posadzeniu
- ⇒ odporność na obecność związków toksycznych

Oczyszczanie wody opadowej i roztopowej w systemach zielono-niebieskiej infrastruktury obejmuje:

- ⇒ Usuwanie zawiesiny ogólnej
- ⇒ Usuwanie substancji ropopochodnych
- ⇒ Redukowanie węgla organicznego
- ⇒ Obniżanie zawartości bakterii
- ⇒ Usuwanie metali ciężkich
- ⇒ Usuwanie związków fosforu
- ⇒ Usuwanie związków azotu

Uwaga:

Spośród roślin drzewiastych zalecanych do obiektów bioretencji umieszczanych w obszarach, gdzie gromadzona woda może być zanieczyszczona, wskazuje się formy krzewiaste z rodzaju wierzby (m.in. *Salix caprea*, *Salix viminalis*).

6. Nasadzenia drzew a sieci podziemnej infrastruktury technicznej

Zapisy dotyczące terenów zieleni miejskiej znajdujemy w Ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2018, poz. 1945 ze zm.), w Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2019 poz. 1396 ze zm.), oraz Ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2018 poz. 1614 ze zm.). W kwestii 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 2016 r. poz. 124 ze zm.) W rozporządzeniu tym, znajdujemy przepisy mówiące o lokalizacji drzew w pasie drogowym. Wynika z nich, że odległość pnia drzewa od krawędzi jezdni, która jest drogą publiczną, nie może być mniejsza niż 3,0m bez względu na parametry docelowe gatunku. W przestrzeniach zurbanizowanych zapis ten wymaga planowania pasów drogowych o szerokościach większych niż byłoby to możliwe w przypadku uzależnienia odległości sadzenia drzewa od klasy drogi, jak i wielkości gatunku (z podziałem na drzewa małe, średnie, duże). Przepis ten nie dotyczy jednak dróg wewnętrznych, które mogą stanowić część układu komunikacji planowanego na osiedlach, czy w strefach aktywności gospodarczej.

Na etapie projektowania zieleni w pasie drogowym konieczne jest uwzględnienie minimalnych odległości usytuowania drzew od pozostałych elementów składowych pasa drogowego. Istotne jest również uwzględnienie minimalnych odległości drzew od elementów infrastruktury technicznej nie związanych z pasem drogowym, aczkolwiek w polskich warunkach lokalizowanych w ulicach i drogach.

Za elementy infrastruktury technicznej nie związane z pasem drogowym, uważa się:

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

Obowiązujące minimalne odległości sadzenia drzew od sieci uzbrojenia w oparciu o przepisy prawne, normy, wytyczne podano w tabeli 8.

Tab. 8 Obowiązujące minimalne odległości sadzenia drzew od sieci uzbrojenia podziemnego i nadziemnego w oparciu o przepisy prawne, normy i wytyczne

Dział	Rodzaj sieci / uwagi	Odległość między siecią a drzewem	Przepisy prawne, normy, wytyczne
Elektroenergetyka	Usytuowanie sieci względem drzew nie jest regulowane parametrem odległości. Każdorazowo odległość między drzewem, a siecią uzgodnić należy na etapie wykonywania projektu	—	N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
Telekomunikacja	kable ziemne Uwaga: zabezpieczenia specjalne i szczególne wg uzgodnienia	2,0 m licząc od lica pnia drzewa	Rozporządzenie Ministra infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz.U. 2005 nr 219 poz. 1864)
Gazownictwo-gazociągi	gazociągi o średnicy do DN 300 włącznie	2,0 m licząc od osi gazociągu do pnia drzewa	Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie, § 10. 4. (Dz.U. 2013 poz. 640)
	gazociągi o średnicy większej niż DN 300 Uwaga: Wszelkie prace w strefach kontrolowanych mogą być prowadzone tylko po wcześniejszym uzgodnieniu sposobu ich wykonania z właściwym operatorem sieci gazowej.	3,0 m licząc od osi gazociągu do pnia drzewa	
Wodociągi i kanalizacja	wodociągi do 300mm, 300-500 mm, ponad 500mm i sieci sanitarne	1,5 m licząc w świetle od krawędzi pnia do krawędzi rury	Wytyczne do opracowywania dokumentacji technicznych oraz budowy przewodów i przyłączy wodociągowych i kanalizacyjnych oraz przepompowni kanalizacyjnych MPWIK Wrocław
		2,0 m licząc od osi drzewa istniejącego 15,0 m dla pomników przyrody, licząc od osi drzewa	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL, ZESZYT 9, Warunki techniczne wykonania i odbioru sieci kanalizacyjnych, zalecane do stosowania przez Ministerstwo Infrastruktury, Stefan Płuciennik, Jerzy Wilbik, Warszawa, 2003

Sieci ciepłownicze	–	2,0 m licząc od osi drzewa	Brak przepisów, dane na podstawie zaleceń FORTUM i Kogeneracji SA
--------------------	---	-----------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Uwaga:

- Wykonanie nasadzeń w odległości bliższej niż zalecana, wymaga indywidualnego uzgodnienia z zarządcami sieci na etapie projektowania i dodatkowo zastosowania barier przestrzennych ograniczających dostęp korzeni (szczególnie w przypadku drzew o dużych parametrach).

Wymagania w zakresie sieci ciepłowniczych

Zalecane odległości we Wrocławiu

Sieć ciepłownicza – odległość sieci od drzew liczona w świetle: **zalecane 2,0m** (od krawędzi pnia drzewa do lica ściany zewnętrznej rurociągu).

Uwagi:

- Lokalizacja drzew w nienormatywnym zbliżeniu do sieci ciepłowniczej (poniżej 2,0m), jest możliwa pod warunkiem uzgodnienia z FORTUM i zastosowania dodatkowych rozwiązań technicznych związanych z ochroną systemu korzeniowego.
- FORTUM nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne uszkodzenia korzeni i samych drzew wynikłe w trakcie eksploatacji lub usuwania awarii sieci ciepłowniczej.
- W trakcie sadzenia drzew i krzewów w pobliżu sieci wykonawca powinien uwzględnić wpływ sieci ciepłowniczych (temperatura medium) na warunki rozwoju roślin.
- Ze względu na konieczność planowania kompensacji termicznych na sieciach ciepłowniczych, które wychodzą poza standardową strefę sieci ciepłowniczych (w modelowych przekrojach ulic strefa o szer. min. 1,2m) należy brać pod uwagę niezbędne dopuszczalne odstępstwo od lokalizacji względem innych sieci i drzew.

Źródła informacji

Literatura

- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension
V. Novotny, P. Brown (red.), Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management, IWA Publishers, London, 267-283
- Alves, A., Gersonius, B., Kapelan, Z., Vojinovic, Z., Sanche, A. (2019). Assessing the Co-Benefits of green-blue-grey infrastructure for sustainable urban flood risk management, Journal of Environmental Management, Vol. 239 (1), s. 244-254
- Alvem, B.M., Embrén, B., Orvesten, A., Stäl, O. (2009). Planting beds in the city of Stockholm. A Handbook, Stockholms Stad
http://foretag.stockholm.se/PageFiles/192562/100322%20GH_HB%20STHLM%20-%20Engelsk%20version.pdf
- Bassuk, N.L., Trowbridge, P.J. 2004. Trees in the Urban Landscape. Site Assessment, Design and Installation, John Wiley and Sons, Hoboken, NY
- Benedict, M., McMahon, E. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series. Washington, DC: Sprawl Watch Clearinghouse
- Benedict, M., McMahon, E. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities, Island Press, Washington
- Broszury instruktażowe dotyczące zwiększania retencji krajobrazowej. Fundacja Sędzimir.
<https://sendzimir.org.pl/publikacje/broszury-instruktażowe-dot-zwiekszania-retencji-krajobrazowej/>
- Breuste, J., Artmann, M., Li, J.X., Xie, M.M. (2015). Special issue on green infrastructure for urban sustainability. J. Urban Plann. Dev., s. 141
- Burszta-Adamiak, E. (2008). Alternatywne sposoby zagospodarowania wód opadowych w warunkach miejskich, Ekologia i Technika, Vol. XIV, nr 6, s. 271-275
- Burszta-Adamiak, E. (2010). Zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi, Rynek Instalacyjny, nr 9, s. 56-58
- Burszta-Adamiak, E. (2011). Zagospodarowanie spływów opadowych za pomocą systemów bioretencji, Rynek Instalacyjny, nr 3, s. 91-93
- Burszta-Adamiak, E., Wody opadowe w miastach, Rynek Instalacyjny, 2012, nr 5, s. 35-38
- Burszta-Adamiak, E., Łomotowski, J., Kuśnierz, M., Smolińska, B. (2011). Oczyszczanie wód z zawiesin w systemach hydrofitowych, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 12, s. 483-485
- Burszta-Adamiak, E., Kuśnierz, M., Łomotowski, J. (2011). Retencja i oczyszczanie wód w systemach hydrofitowych [w:] Łomotowski J. (red.) Wody opadowe a zjawiska ekstremalne, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa, s. 157-162.
- Burszta-Adamiak, E., Rubaszek, J. (2014) Projektowanie systemów zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi, Rynek Instalacyjny, 1230-9540, Nr 10, 71-74
- City of Portland, Stormwater management Manual, 2016

<https://www.portlandoregon.gov/bes/64040>

City and County of Denver, Ultra-Urban Green Infrastructure Guidelines, 2016

Davies, C., Hansen, R., Rall, E., Pauleit, S., Laforteza, R., de Bellis, Y., Santos A., Tosics, I. (2015). Green infrastructure Planning and Implementation: The Status of European Green Space Planning and Implementation Based on an Analysis of Selected European City-regions. GREEN SURGE Deliverable 5.1.

EC (European Commission) (2013). Building a Green Infrastructure for Europe.
https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructure_broc.pdf

EC (European Commission) (2013). The EU strategy on green infrastructure. http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/strategy/index_en.htm

Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S. ..., Viklander, M. (2014). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage, *Urban Water Journal*, 12 (7), 525-542

Geiger, W., Dreiseitl, H. (1999). Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik, Oficyna Wydawnicza PROJPRZEM EKO, Bydgoszcz

Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R., Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure, *Built Environment*, 33, 115-133

Grey, V., Livesley, S.J., Fletcher, T.D., Szota, Ch. (2018). Establishing street trees in stormwater control measures can double tree growth when extended waterlogging is avoided, *Landscape and Urban Planning* 178, 122-129

Gudelis-Taraszkiewicz, K. (2013). Metody odwadniania dróg w XXI wieku, *Inżynier Budownictwa*, nr 5, 76–82.

Hansen R., Olafsson A.S., van der Jagt, A.P.N., Ralla E., Pauleit S. (2017). Planning multifunctional green infrastructure for compact cities: What is the state of practice? *Ecol. Indic.*

Januchta-Szostak, A. (2011). Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań

Kownacki, M. (2015). Odwodnienia dróg i mostów, *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*, wrzesień-październik, s. 48-52

Kozłowska, E. (2008). Proekologiczne gospodarowanie wodą opadową w kontekście architektury krajobrazu, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław

Królikowska, J., Królikowski, A. (2012). Wody opadowe. Odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa

Lejcuś, K., Burszta-Adamiak, E., Dąbrowska, J., Wróblewska, K., Orzeszyna, H., Śpitalniak, M., Misiewicz, J. (2017). Katalog dobrych praktyk. Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych, Urząd Miejski Wrocławia, Wrocław

Lennon, M., Scott, M., O'Neill, E. (2014). Urban Design and adapting to flood risk: The role of green infrastructure, *Journal of Urban Design*, 19 (5), s. 745-758

Liptan, T., Santen, D. (2016). Sustainable Stormwater Management, Timber Press

- Liu, L., Jensen, M.B. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities, *Cities*, Vol. 74, s. 126-133
- Loos, F., van Vliet, M. (2016). *Green Streetscape Design with Stormwater Management*, Images Publishing Group Pty Ltd.
- Nakagami, K., Kubota, J., Setiawan, B.I. (2016). *Sustainable Water Management*, Springer Verlag, Singapore
- New York State. *New York State Stormwater Management Design Manual*. Center for Watershed Protection & Department of Environmental Conservation., 2015
- Pauleit, S., Liu, L., Ahern, J., Kazmierczak, A. (2011). Multifunctional green infrastructure planning to promote ecological services in the city. [w:] J. Niemelä (red.) *Urban ecology. Patterns, processes and applications*, Oxford University Press, Oxford, s. 272-285.
- Rubaszek, J. (2016). Zielone tętnice Wrocławia: przykład odnowy krajobrazu ulicy / The Green Arteries of Wrocław: The Example of Renovation of the Street Landscape, *Architektura Krajobrazu / Landscape Architecture*, nr 4, (53), s. 46-63
- Rubaszek, J., Szopińska, E. (2018). Zielono-niebieska infrastruktura w planowaniu i zagospodarowaniu obszarów zurbanizowanych, [w:] M. Wiland, E. Hubicka, A. Derc, A. Woźniak (red.), *Problemy Planistyczne – Wiosna 2018: zeszyt 1*, Oficyna Wydawnicza SU ZOIU, s. 113-124
- Stormwater Retrofit Guidance Manual (2015). Philadelphia Water
<https://www.phila.gov/water/PDF/SWRetroManual.pdf>
- SuDS in London – a guide (2016)
<http://content.tfl.gov.uk/sustainable-urban-drainage-november-2016.pdf>
- The Queensway Sustainable Sidewalk Project. Sustainable Technical Evaluation Program. Low Impact Development Series
https://sustainabletechnologies.ca/app/uploads/2018/10/Queensway-Case-Study_FINAL.pdf (dostęp: 12.10.2019)
- Szopińska, E. (2010). *Rośliny drzewiaste w wielkomiejskiej przestrzeni Wrocławia: poradnik dla architektów krajobrazu, deweloperów i zarządców zieleni*, Opti Group, Wrocław
- Słyś, D. (2008). *Retencja i infiltracja wód deszczowych*. Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów
- Słyś, D. (2013). *Zrównoważone systemy odwodnienia miast*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław
- Slaney, S. (2017). *Stormwater Management for Sustainable Urban Environments*, Images Publishing Group Pty Ltd.
- Solarek, K., Ryńska, E., Mirecka, M. (2016). *Urbanistyka i architektura w zintegrowanym gospodarowaniu wodami*, Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- Sybilski, D. (red.) *Ekologiczne zagadnienia odwodnienia pasa drogowego*. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2009
- Szopińska, E., Rubaszek, J., Skarżyński, D. (2008). *Propozycje standardów w zakresie kształtowania zieleni wysokiej miejskich tras komunikacyjnych*
http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Propozycje_standardow_opracowanie_katalog%5B1%5D.pdf

- Szopińska, E. (2013). Standardy kształtowania zieleni miejskich tras komunikacyjnych. W: I. Bińkowska, E. Szopińska, Leksykon zieleni Wrocławia, Wydawnictwo Via Nova, Wrocław, s. 797-798
- Szopińska, E., Kazak, J., Kempa, O., Rubaszek, J. (2019). Spatial Form of Greenery in Strategic Environmental Management in the Context of Urban Adaptation to Climate Change, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 28, No. 4, s. 2845-2856
- Szopińska, E., Rubaszek, J. (2009). Rozwiązania techniczne w projektowaniu i realizacji zieleni wysokiej w krajobrazie zurbanizowanym. [w:] M.E. Drozdek, I. Wojewoda, A. Purcel (red.) Zieleń miast i wsi – współczesna i zabytkowa: techniki i technologie dla terenów zieleni, Ofic. Wydaw. Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Sulechowie, Sulechów, s. 19-25
- Suchocka, M. (2016). Inżynierskie metody poprawy warunków wzrostu i ochrony drzew miejskich, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa, Warszawa
- Szczepanowska, H.B. (2001). Drzewa w mieście, Hortpress, Warszawa
- Szczepanowska, H.B., Sitarski, M. (2016). Drzewa. Zielony kapitał miast, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa, Warszawa
- Szulc, A. (2013). Zielone miasto. Zieleń przy ulicach. Agencja Promocji Zieleni Sp. z o.o., Kraków
- Szulczewska, B. (2018). Zielona Infrastruktura – czy koniec historii? Studia Tom CLXXXIX, Polska Akademia Nauk, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Warszawa
- Vega, O. (2018). Application of Stormwater Tree Trenches in the City of Vancouver, https://sustain.ubc.ca/sites/sustain.ubc.ca/files/GCS/2018_GCS/Reports/2018-52%20Application%20of%20Stormwater%20Tree%20Trenches%20in%20the%20City%20of%20Vancouver_Vega.pdf (dostęp: 10.10.2019)
- Wałęga A. Pawlik-Radecki A., Kaczor, G. (2013). Naturalne sposoby zagospodarowania wód opadowych, Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków
- Wang, J., Banzhaf, E. (2018). Towards a better understanding of Green Infrastructure: A critical review. Ecol. Indic. 85, 758-772
- Wojciechowska, E., Gajewska, M., Żurkowska, N., Obarska-Pempkowiak, H. (2015). Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk
- Woods-Ballard, B., Wilson, S., Udele-Clark, H., Illman, S., Ashley, R., Kellagher, R. (2015). The SUDS manual, Report C753, Construction Industry Research & Information Association (CIRIA), London
- Wrocławskie standardy kształtowania przestrzeni miejskich przyjaznym pieszym (2017). K. Cebra, J. Wiszniowski (red.), Urząd Miejski Wrocławia, Wrocław
<https://www.wroclaw.pl/rozmawia/wroclaw-przyjazny-pieszym-raport-oraz-poprawiony-dokument>

Akty prawne

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2019 r. poz. 1186 ze zm.)
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym Dz.U. 2018 poz. 1945 ze zm.),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (DZ.U. 2019 poz. 1396 ze zm.),
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2018 poz. 1614 ze zm.).

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 2016 r. poz. 124 ze zm.)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 640)

Rozporządzenie Ministra infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz.U. 2005 nr 219 poz. 1864)

Normy

N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

PN-EN 124:2000 Zwieńczenia wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego. Zasady konstrukcji, badania typu, znakowanie, sterowanie jakością

Uchwały, wytyczne, zarządzenia

UCHWAŁA NR XII/302/19 RADY MIEJSKIEJ WROCŁAWIA z dnia 4 lipca 2019 r. w sprawie zasad udzielania dotacji celowej na zadania służące ochronie zasobów wodnych, polegające na gromadzeniu wód opadowych i roztopowych w miejscu ich powstania, <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=XII/302/19>

Wytyczne do opracowywania dokumentacji technicznych oraz budowy przewodów i przyłączy wodociągowych i kanalizacyjnych oraz przepompowni kanalizacyjnych, MPWIK, Wrocław

https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/wp-mpwik-new/wp-content/uploads/2019/04/01122941/Wytyczne-sieci-przy%C5%82%C4%85cza-objekty-i-urz%C4%85dzenia-wod.-kan_.pdf

Wymagania techniczne COBRTI INSTAL, zeszyt 9, Warunki techniczne wykonania i odbioru sieci kanalizacyjnych. Zalecane do stosowania przez Ministerstwo Infrastruktury, Stefan Płuciennik, Jerzy Wilbik, Warszawa, sierpień 2003

https://www.kiwk.katowice.pl/wp-content/uploads/2017/05/11_Warunki-Techniczne-Wykonania-i-Odbioru-sieci-Kanalizacyjnych-COBRTI-INSTAL.pdf

ZARZĄDZENIE NR 9448/10 PREZYDENTA WROCŁAWIA z dnia 20 maja 2010 r. zmieniające zarządzenie nr 1749/07 PREZYDENTA WROCŁAWIA z dnia 17 września 2007 r. w sprawie zasad i trybu opracowywania koncepcji drogowych oraz wprowadzenia Katalogu przekrojów ulic wraz ze strefowaniem podziemnej infrastruktury technicznej, dla ulic wyznaczonych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego [http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Katalogi_przekrojow_ulic_z_elementami_zieleni\[1\].pdf](http://www.zzm.wroc.pl/userdata/Katalogi_przekrojow_ulic_z_elementami_zieleni[1].pdf)

Zarządzenie nr 1217/19 PREZYDENTA WROCŁAWIA z dnia 28 czerwca 2019 r. w sprawie ochrony drzew i rozwoju terenów zieleni Wrocławia

<http://www.zzm.wroc.pl/userdata/2019-07-02-09-57-58/156206233162.pdf>

Zarządzenie Nr 1158/19 PREZYDENTA WROCŁAWIA z dnia 17 czerwca 2019 r. w sprawie gospodarowania wodami opadowymi we Wrocławiu <http://uchwaly.um.wroc.pl/uchwala.aspx?numer=1158/19>

Część graficzna

Część graficzna zawiera katalog z modelowymi przykładami ulic klasy dojazdowej (**D**) i klasy lokalnej (**L**) oraz wybrane rozwiązania zielono-niebieskiej infrastruktury do stosowania w pasie drogowym.

Katalog stanowi materiał pomocniczy przy sporządzaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz opracowywaniu koncepcji i projektów zagospodarowania ulic.

Uwagi dotyczące modeli ulic

Przedstawione na kartach katalogowych modele ulic oprócz standardowych elementów pasa drogowego, takich jak: jezdnie, chodniki, drogi rowerowe, parkingi, oświetlenie, zawierają elementy infrastruktury technicznej nie związane z drogą oraz elementy zielono-niebieskiej infrastruktury w formie muld chłonnych, ogrodów deszczowych służące zagospodarowaniu wód opadowych i roztopowych w miejscu opadu.

Uwagi dotyczące rozwiązań służących zagospodarowaniu wód opadowych i roztopowych w miejscu opadu

- w katalogu podano minimalne szerokości muld chłonnych i ogrodów deszczowych, ich proponowaną lokalizację w stosunku do innych elementów zagospodarowania pasa drogowego
- wybór typu i wariantu rozwiązania do zastosowania zależy przede wszystkim od wielkości opadów, powierzchni spływu powierzchniowego oraz istniejących warunków glebowych, a także dostępnego miejsca i innych uwarunkowań przestrzennych
- lokalizacja, głębokość i kształt muld, ogrodów deszczowych nie powinny stanowić zagrożenia dla ruchu drogowego
- spadki nawierzchni utwardzonych powinny umożliwiać spływ wód opadowych i roztopowych na tereny – pasy zieleni.
- minimalna odległość dna muld, ogrodów deszczowych od zwierciadła wód gruntowych wynosi od 1,0 m do 1,5m.
- muldy i ogrody deszczowe lokalizowane w pobliżu drzew należy tak projektować, aby nie dopuścić do stagnacji wody w strefie systemu korzeniowego (!)
- należy zapewnić łatwy dostęp, obsługę i konserwację muld, ogrodów deszczowych
- w uzasadnionych przypadkach (gleby słabo przepuszczalne, wysoki poziom wód gruntowych, lokalizacja, np. na stromych zboczach, zanieczyszczone wody lub gleby, lub w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów budowlanych i ich fundamentów) należy stosować uszczelnienie dna materiałem nieprzepuszczalnym np. folie z tworzyw sztucznych.

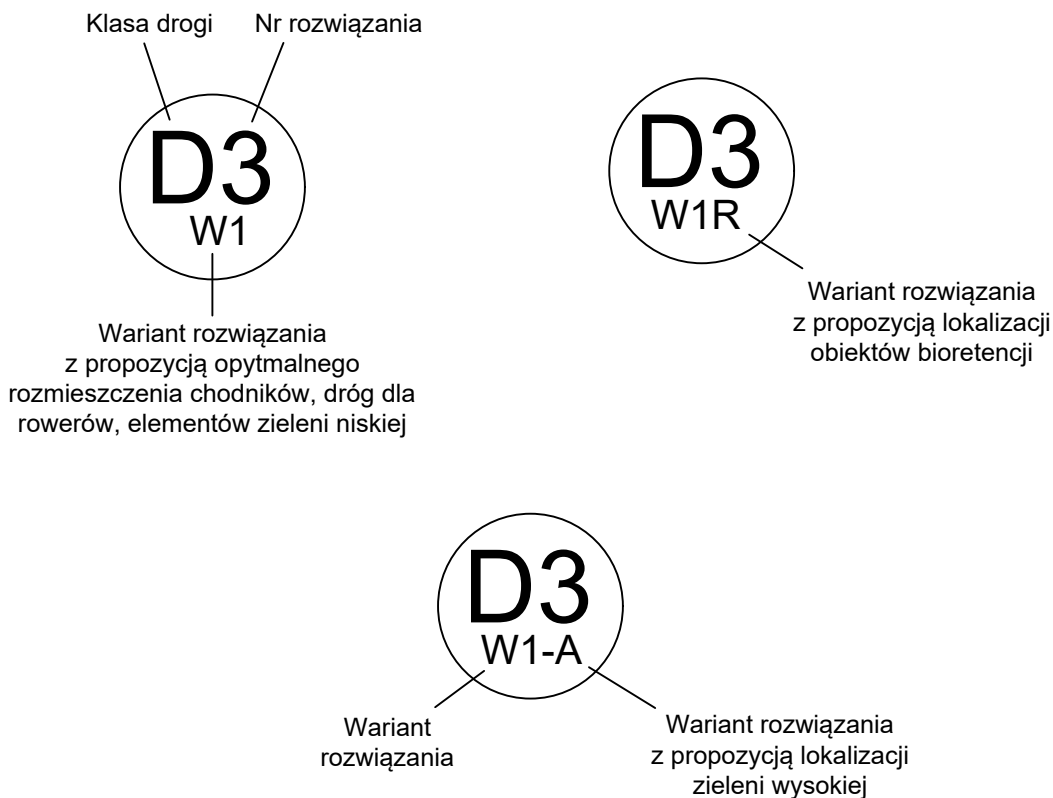
INSTRUKCJA CZYTANIA KATALOGU

Symbole na rysunkach oznaczają:

LR - linia rozgraniczająca ulicy

LZ - linia zabudowy

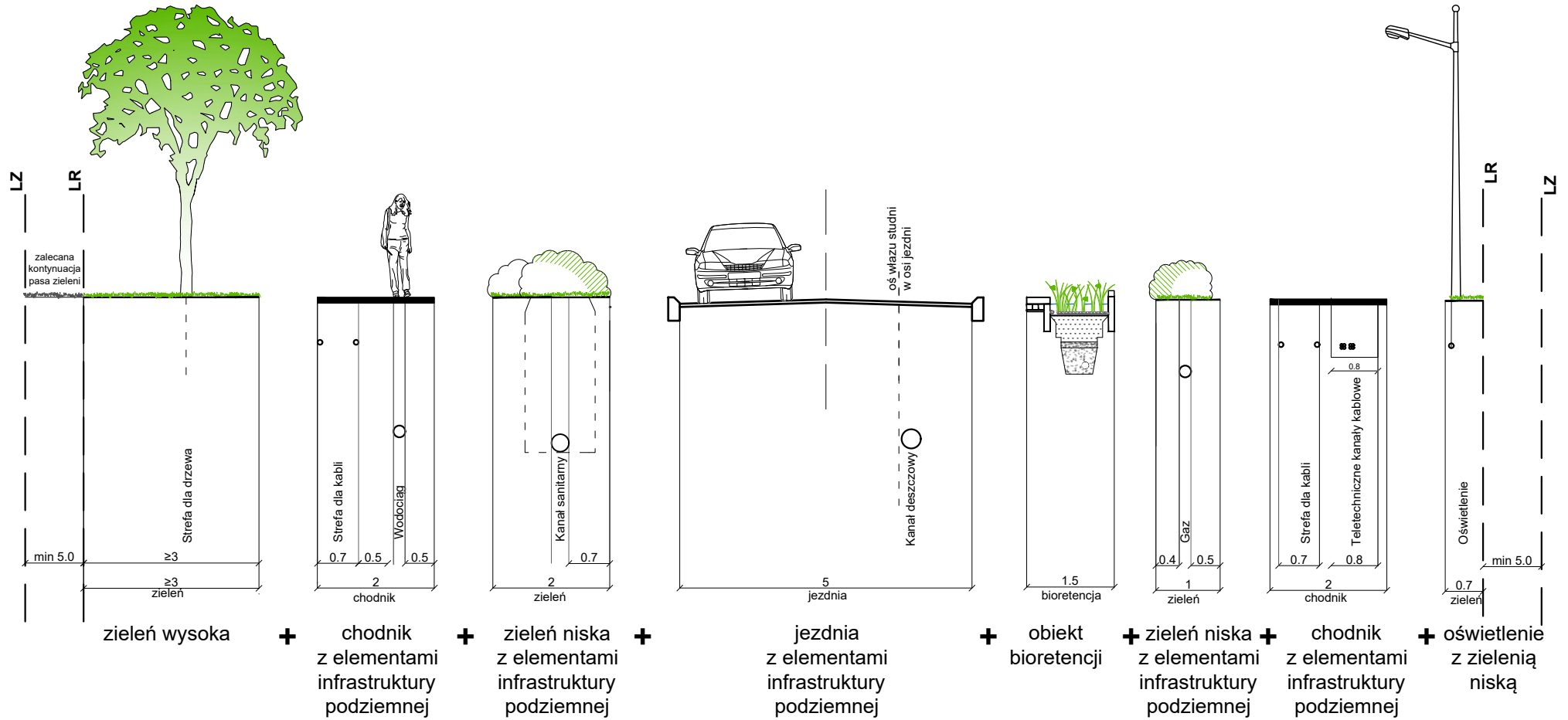
BM - bariera mechaniczna (bariera przeciw korzeniom)



UWAGI

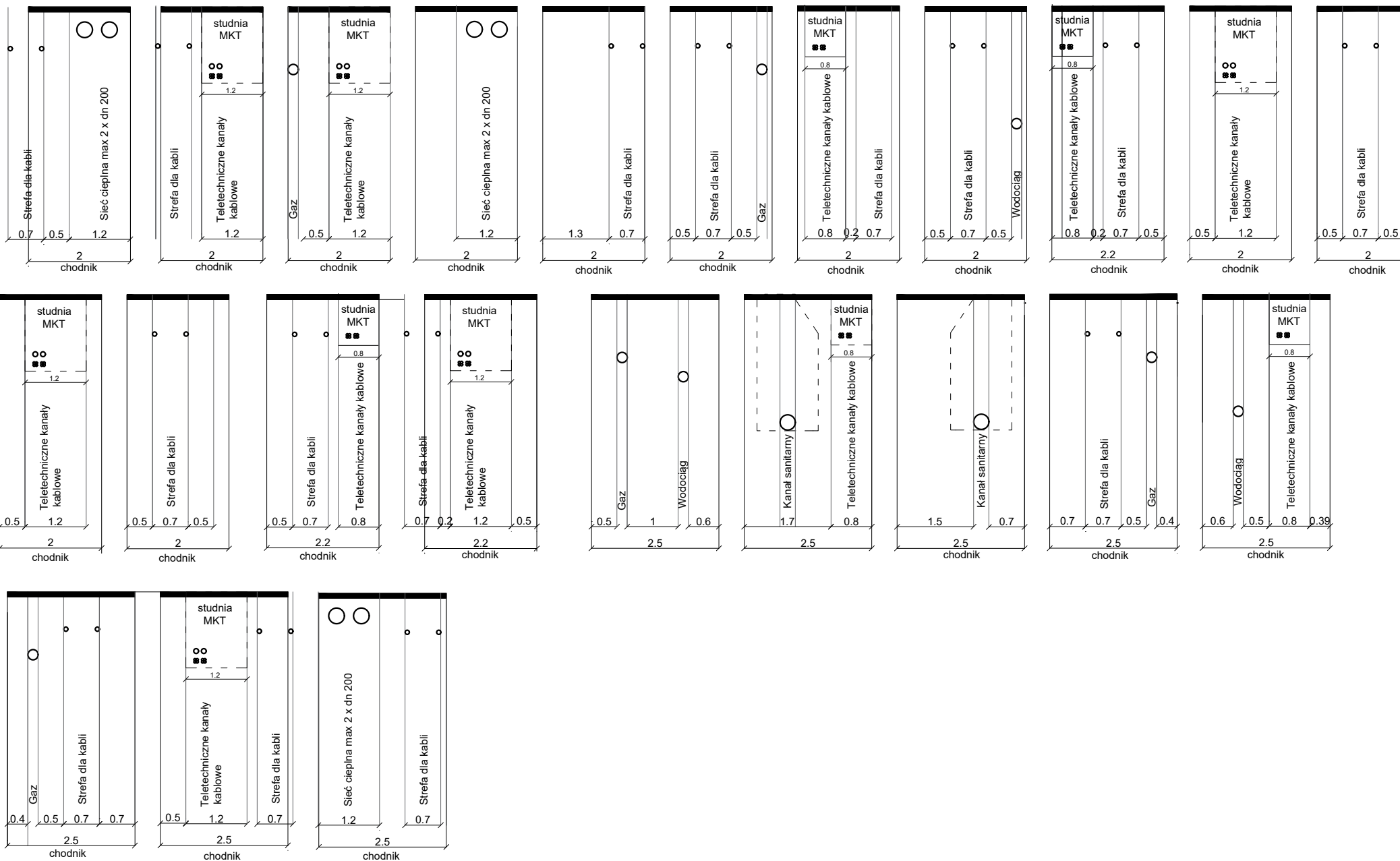
- Katalog zawiera następujące rozwiązania:
 - D1, D2/L1, L2...- numery rozwiązań dla dróg dojazdowych/lokalnych różniące się rozmieszczeniem elementów infrastruktury podziemnej
 - W1, W2, W3...- wariant rozwiązania uwzględniający optymalne rozmieszczenie podstawowych elementów pasa drogowego w stosunku do elementów infrastruktury podziemnej,
 - W1-R, W2-R, W3-R....- wariant rozwiązania z propozycją lokalizacji obiektów gospodarowania wodą opadową i roztopową.
 - W1-A, W1-B, W1-C... - wariant rozwiązania z propozycją lokalizacji zieleni wysokiej
- Przyjęto pasy dla zieleni wysokiej szerokości min. 3,0m

ELEMENTY SKŁADOWE ULICY - PRZEKRÓJ



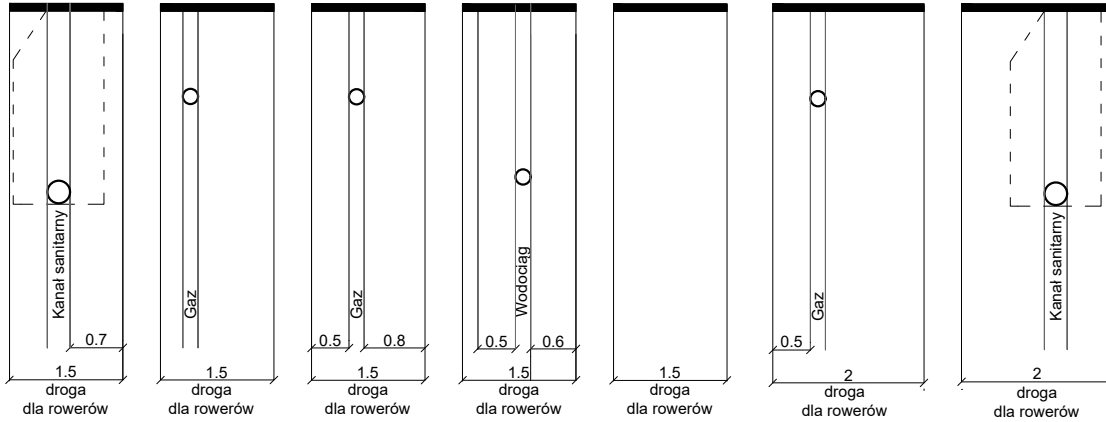
ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

CHODNIK

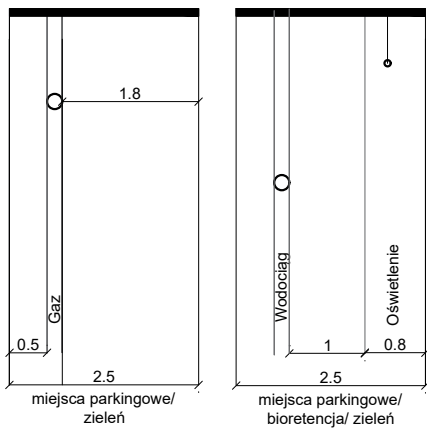


ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

DROGA DLA ROWERÓW

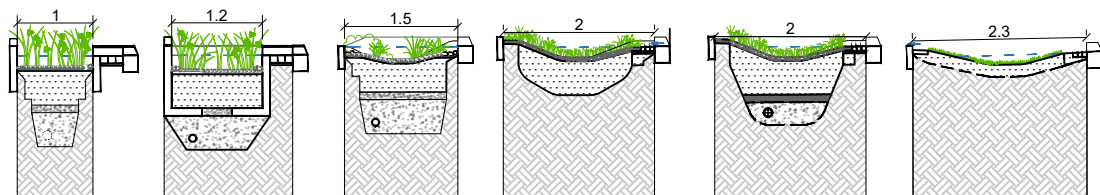


MIEJSCA PARKINGOWE

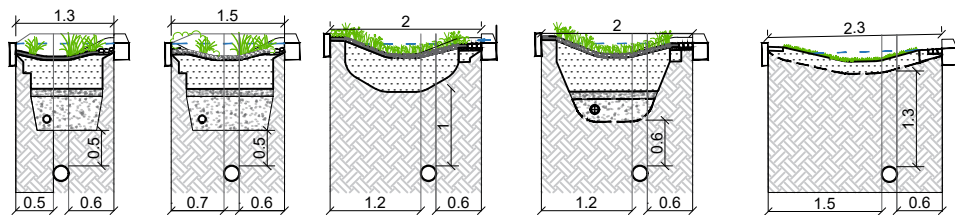


ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

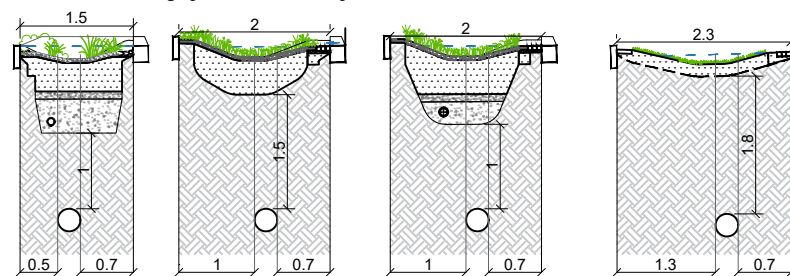
OBIEKTY BIORETENCJI



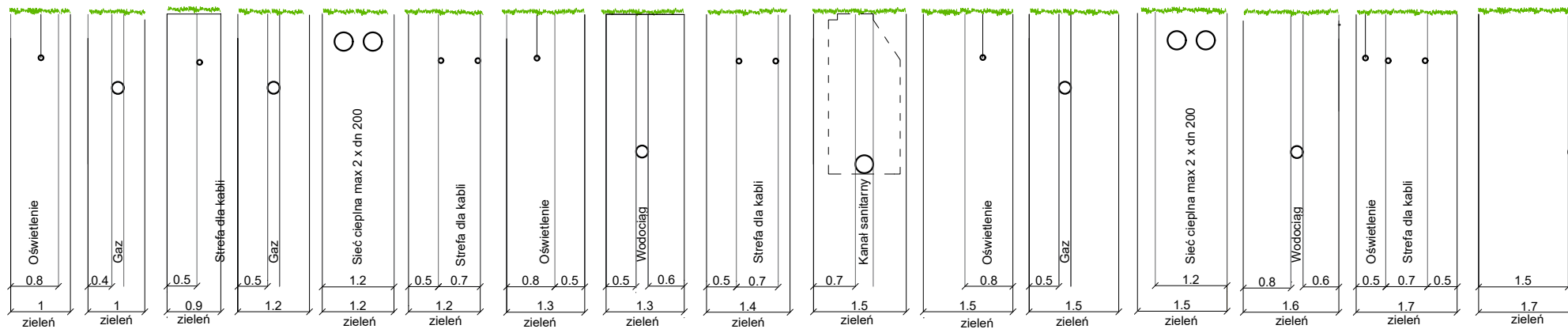
z wodociągiem



z kanalizacją sanitarną

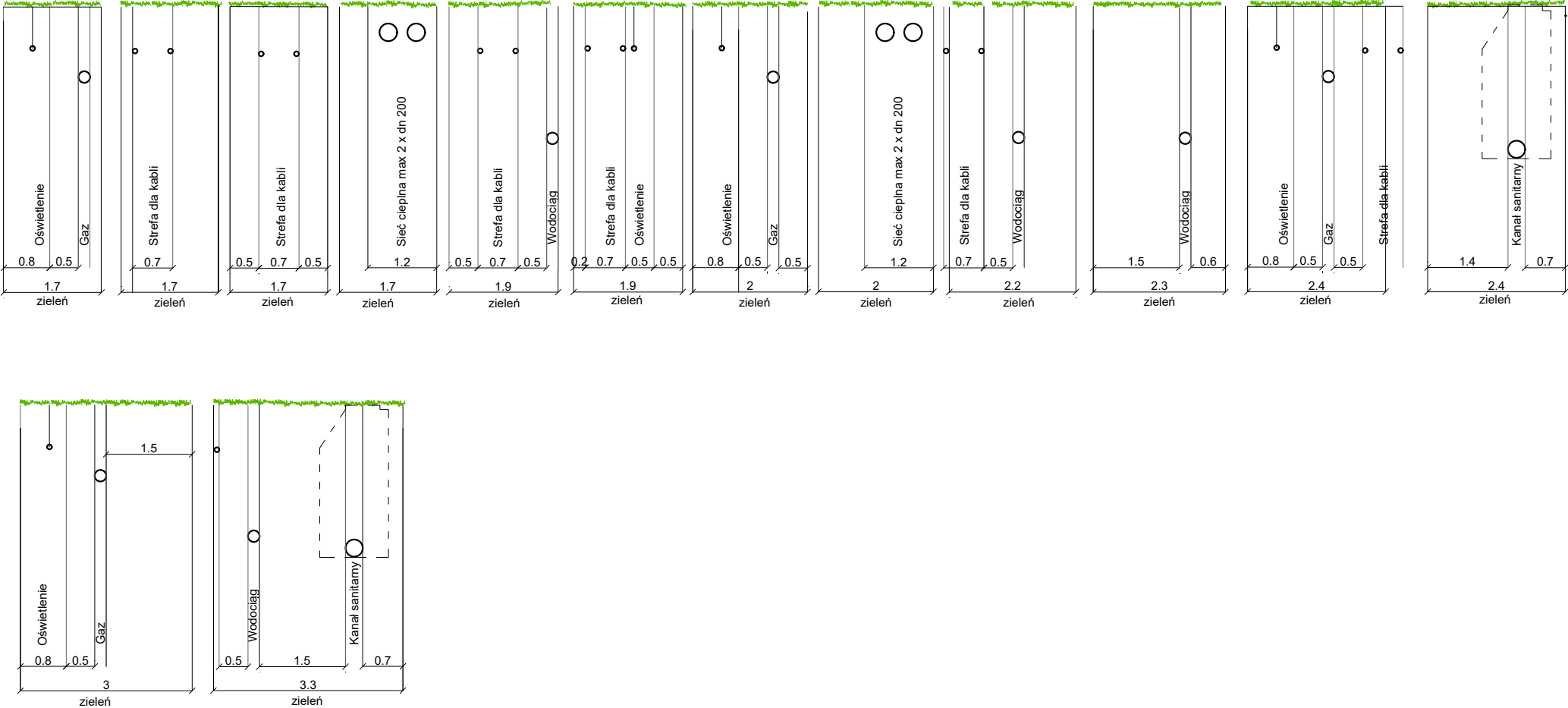


ZIELEŃ NISKA



ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

ZIELEŃ NISKA



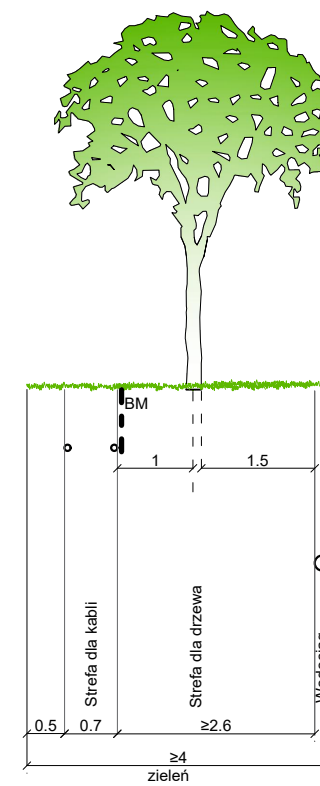
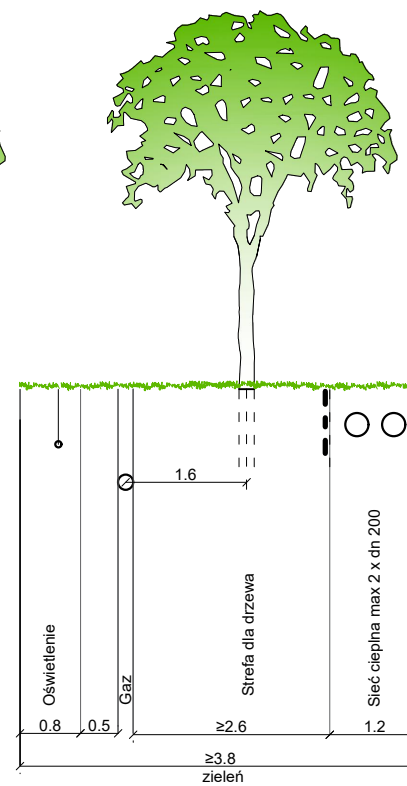
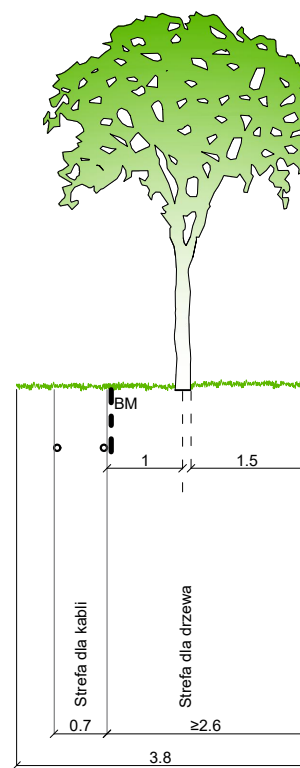
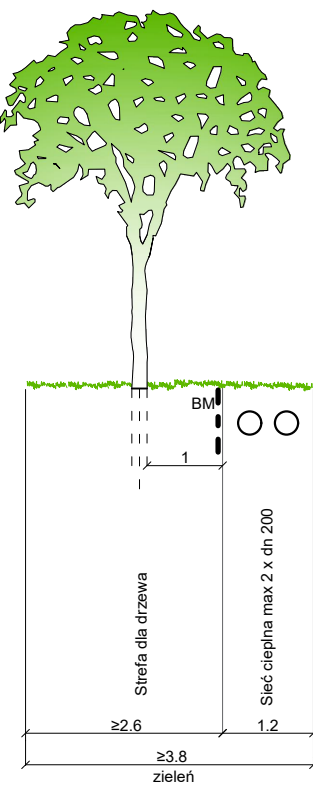
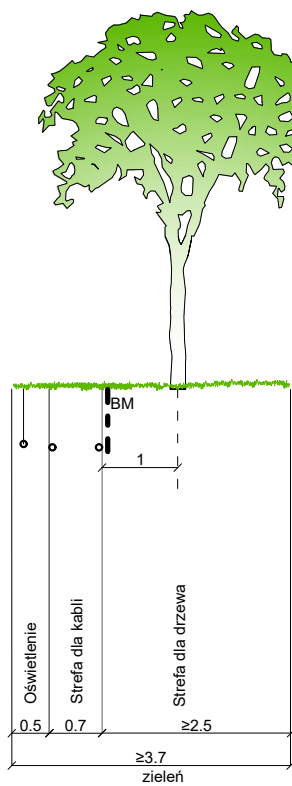
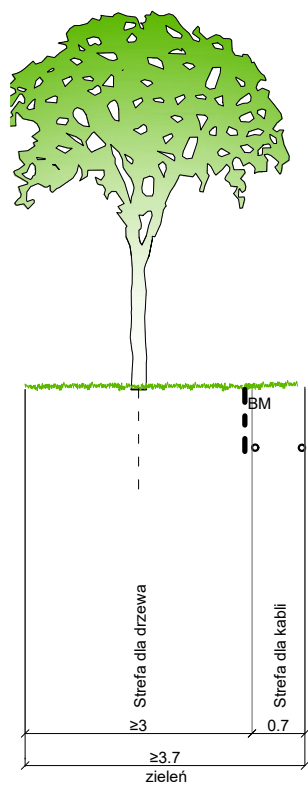
ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

ZIELEŃ WYSOKA



ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

ZIELEŃ WYSOKA



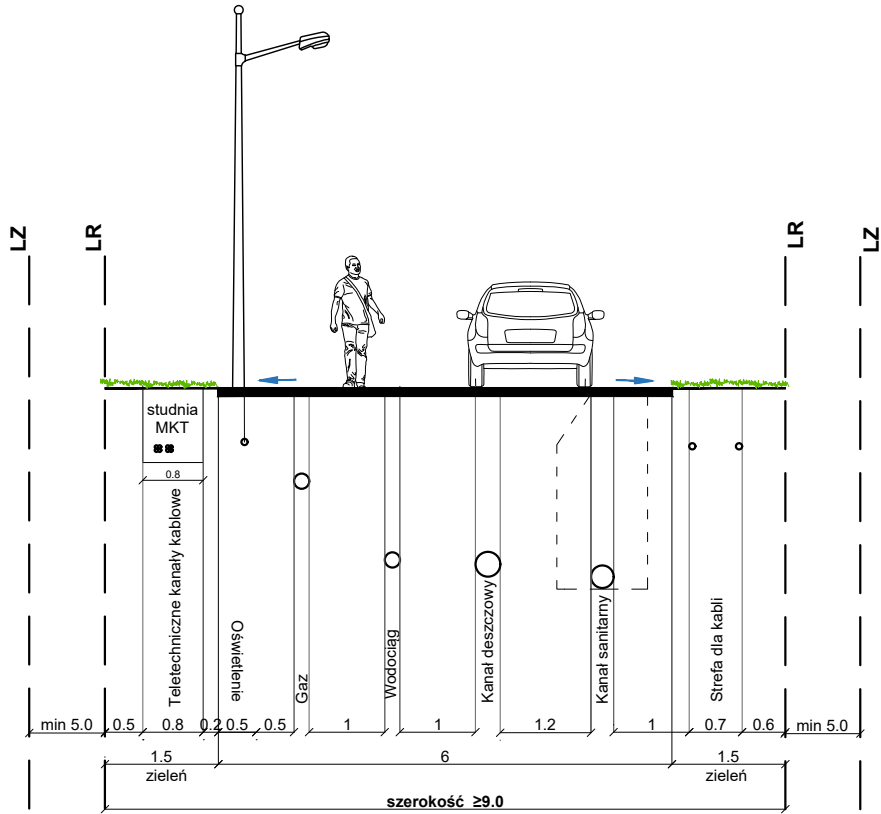
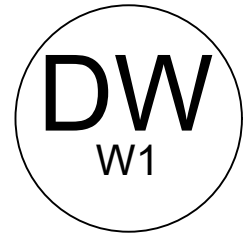
ELEMENTY SKŁADOWE ULICY

ZIELEŃ WYSOKA



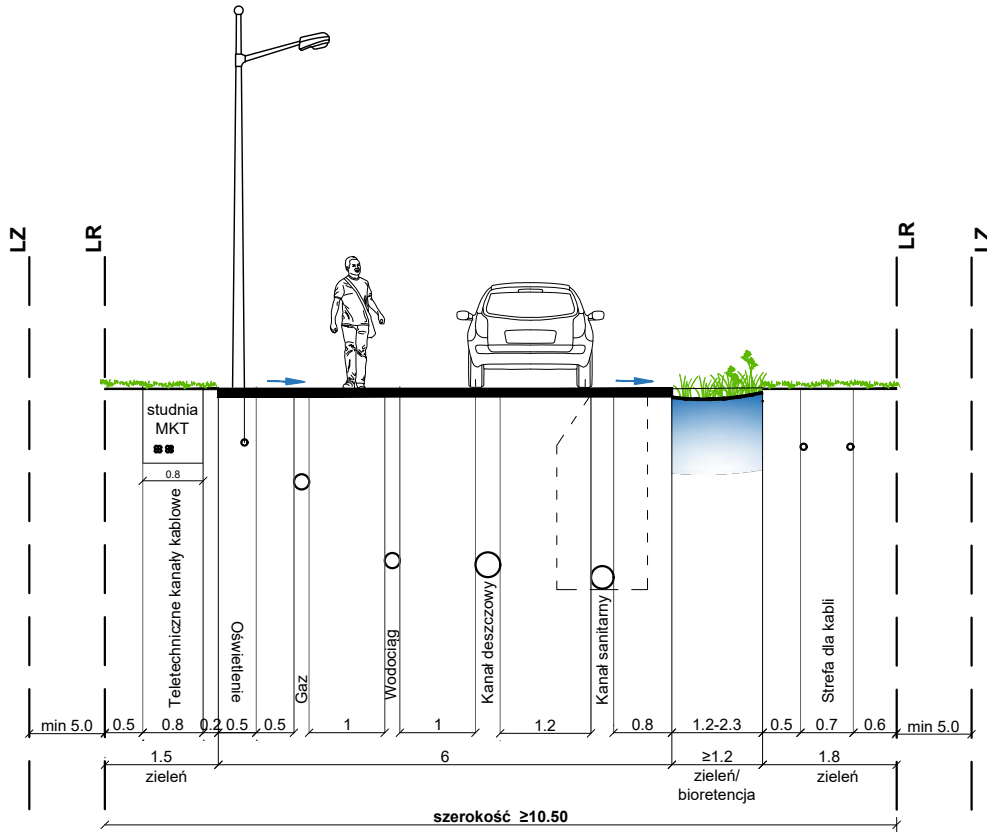
DROGA DOJAZDOWA / WEWNĘTRZNA

typu ciąg pieszo-jezdny



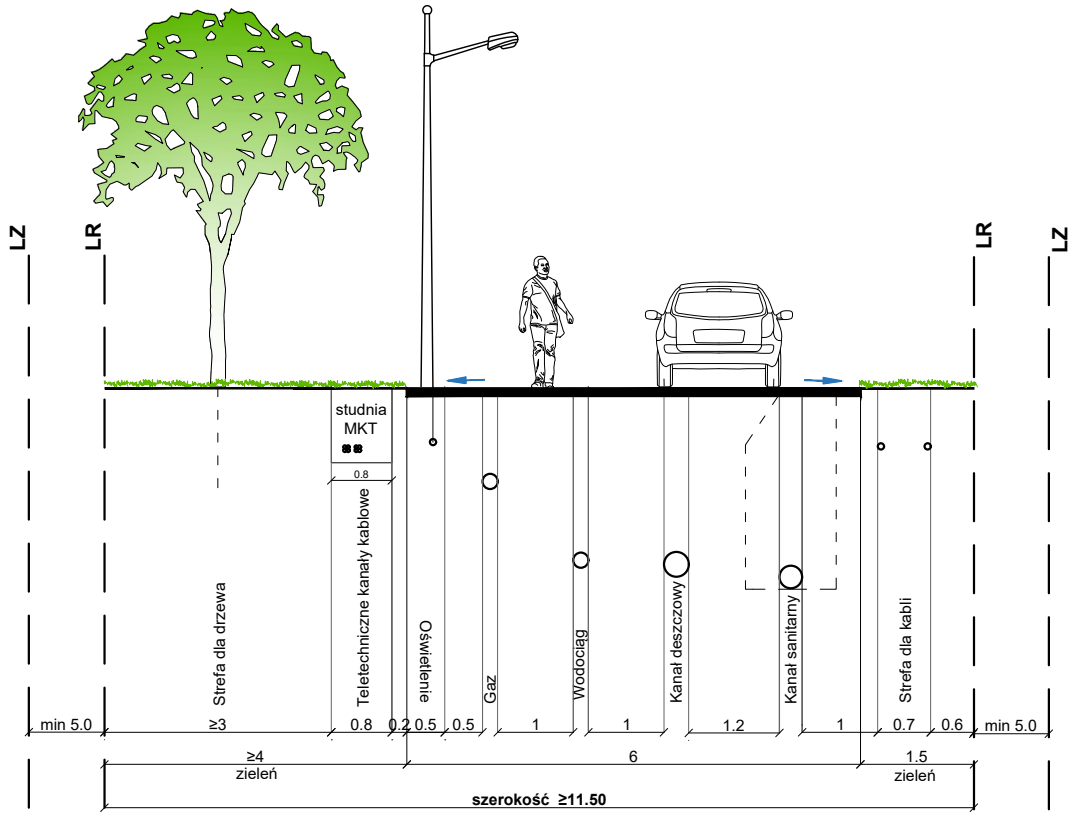
DROGA DOJAZDOWA / WEWNĘTRZNA

typu ciąg pieszo-jezdny

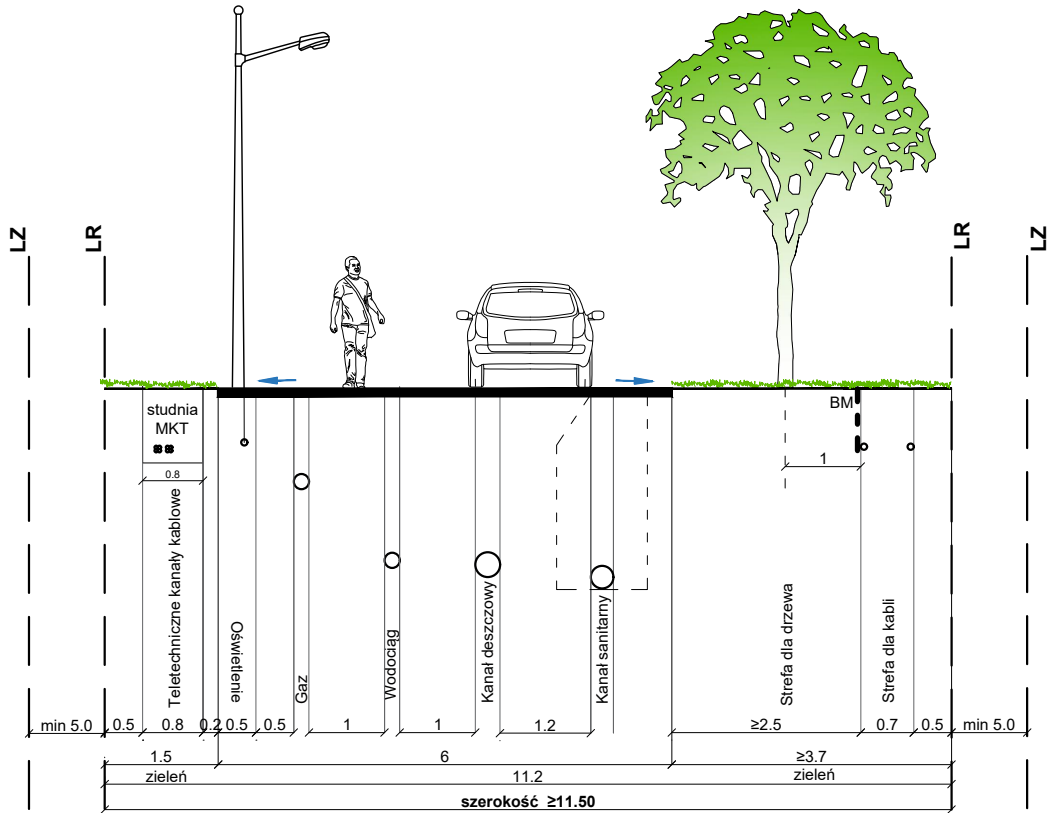
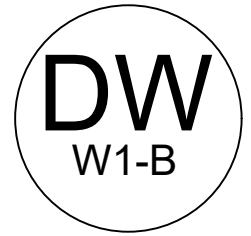


DROGA DOJAZDOWA / WEWNĘTRZNA

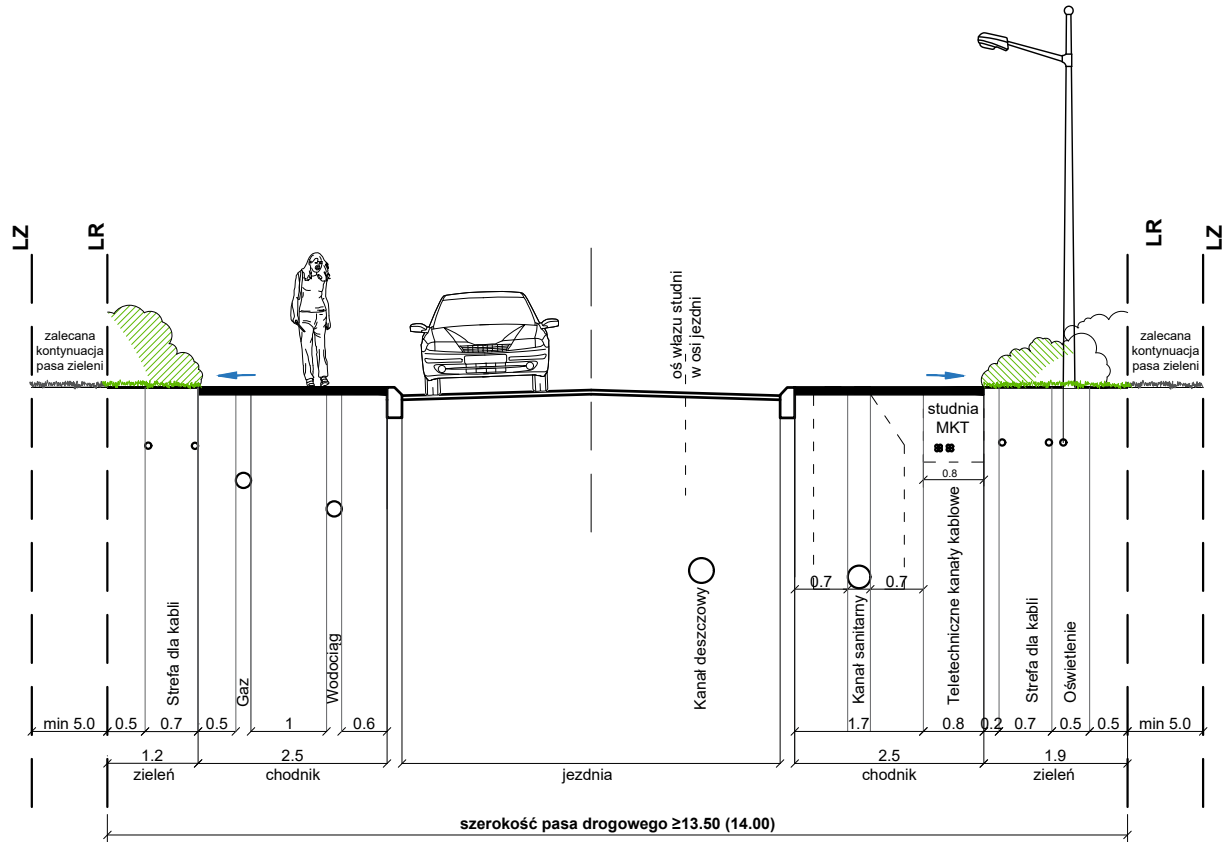
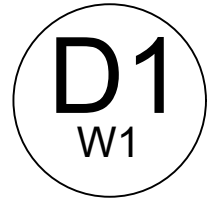
typu ciąg pieszo-jezdny



DROGA DOJAZDOWA / WEWNĘTRZNA
typu ciąg pieszo-jezdny

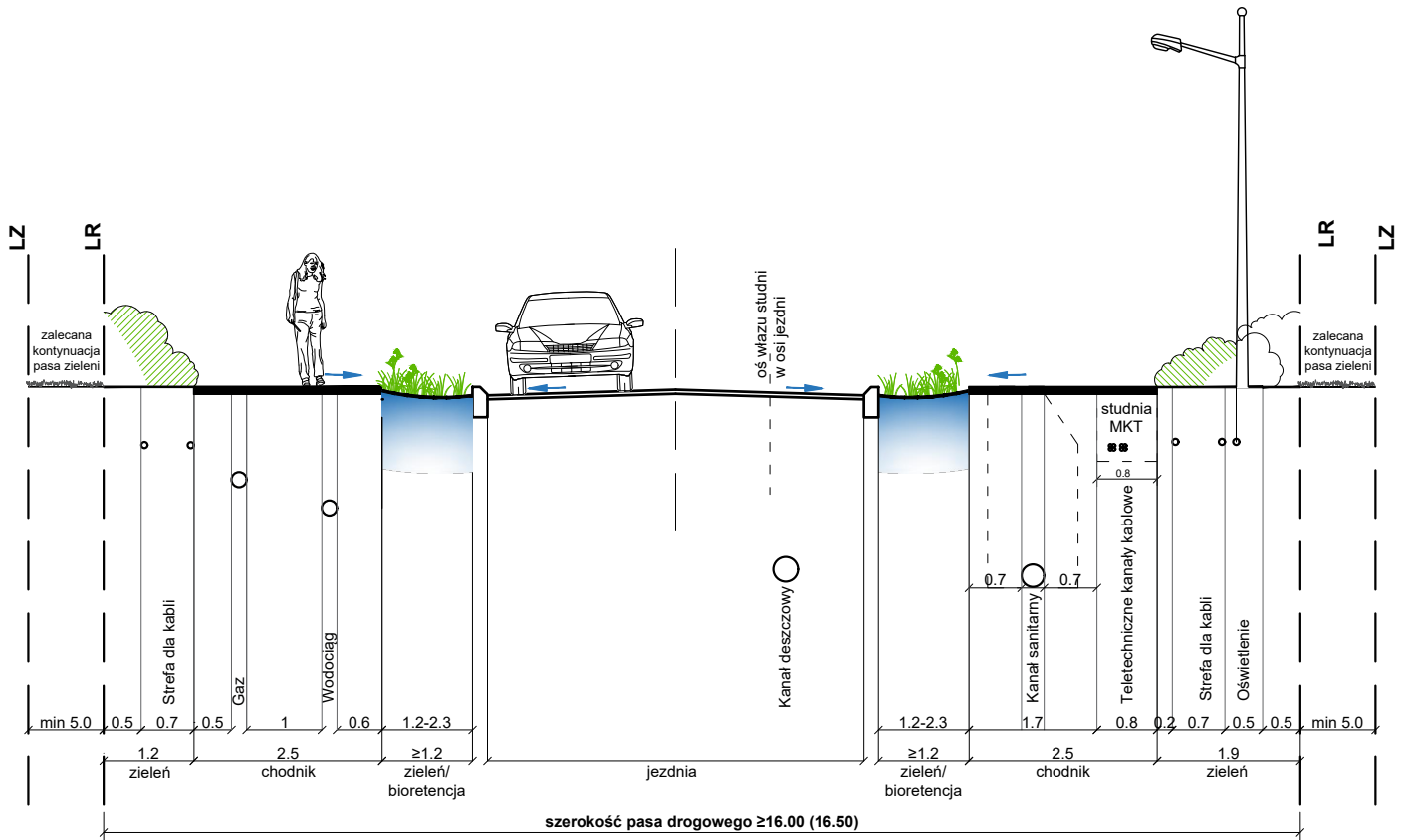


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



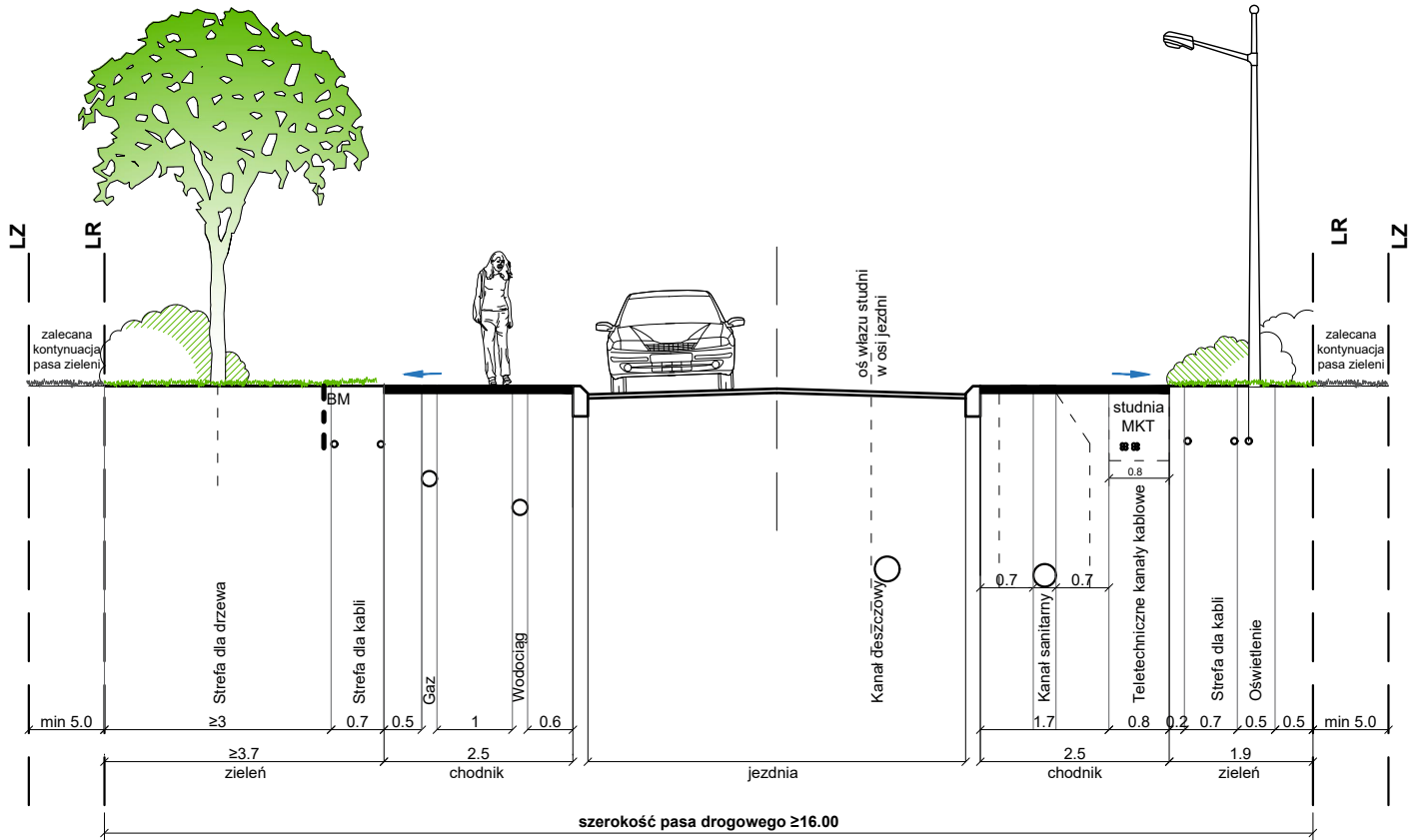
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ

dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji



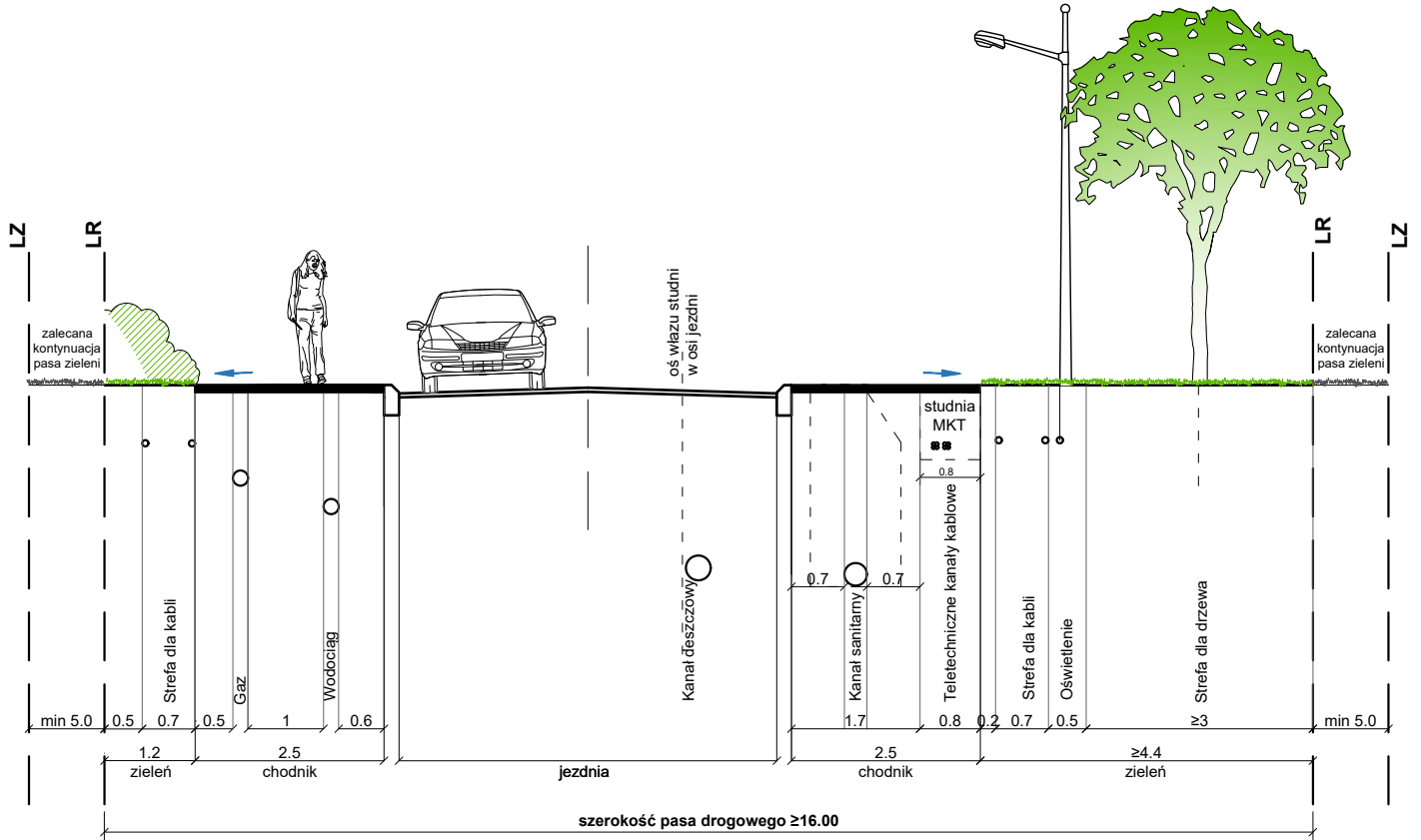
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

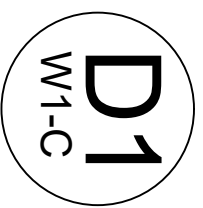
D1
W1-A



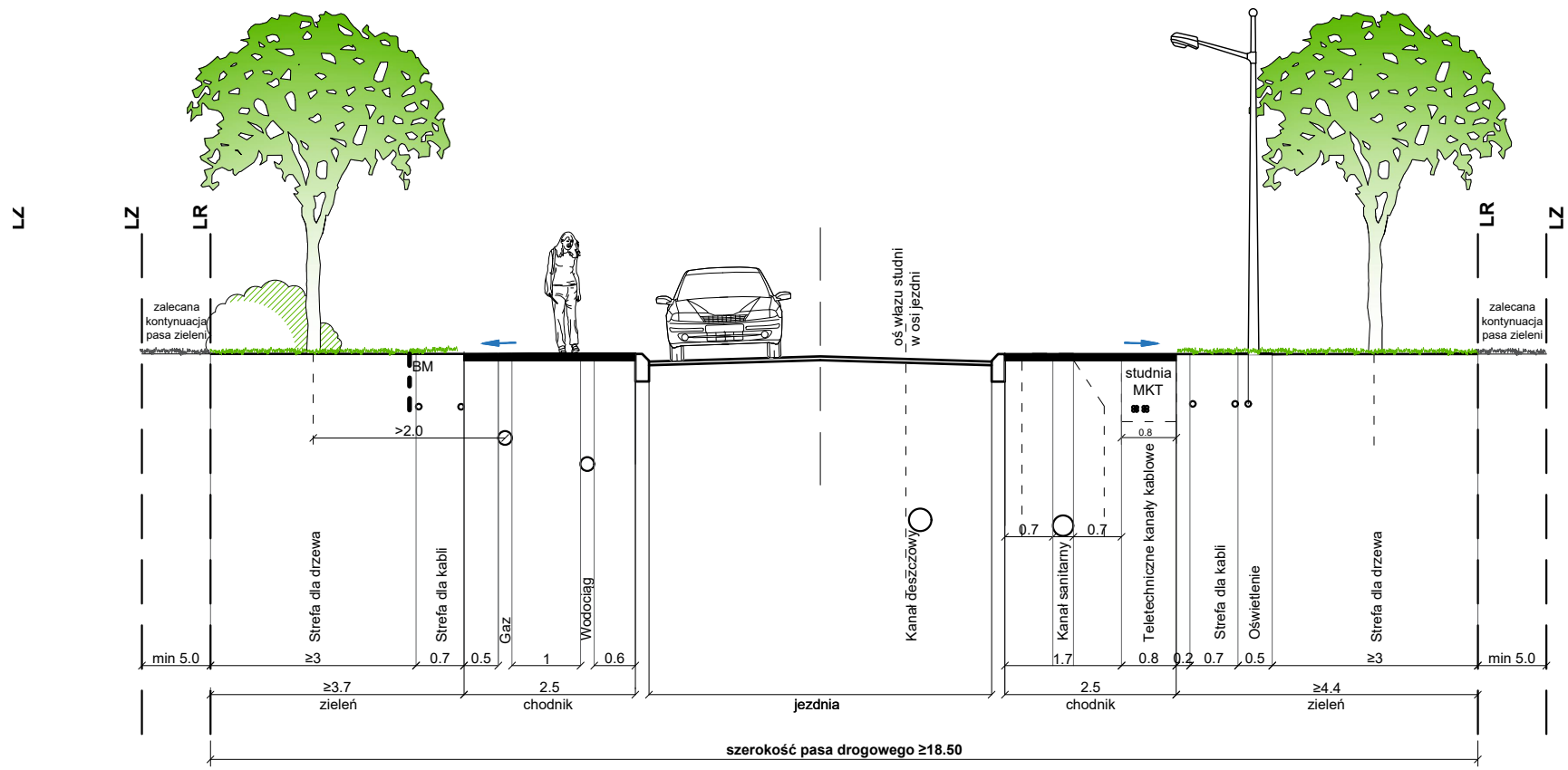
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

D1
W1-B

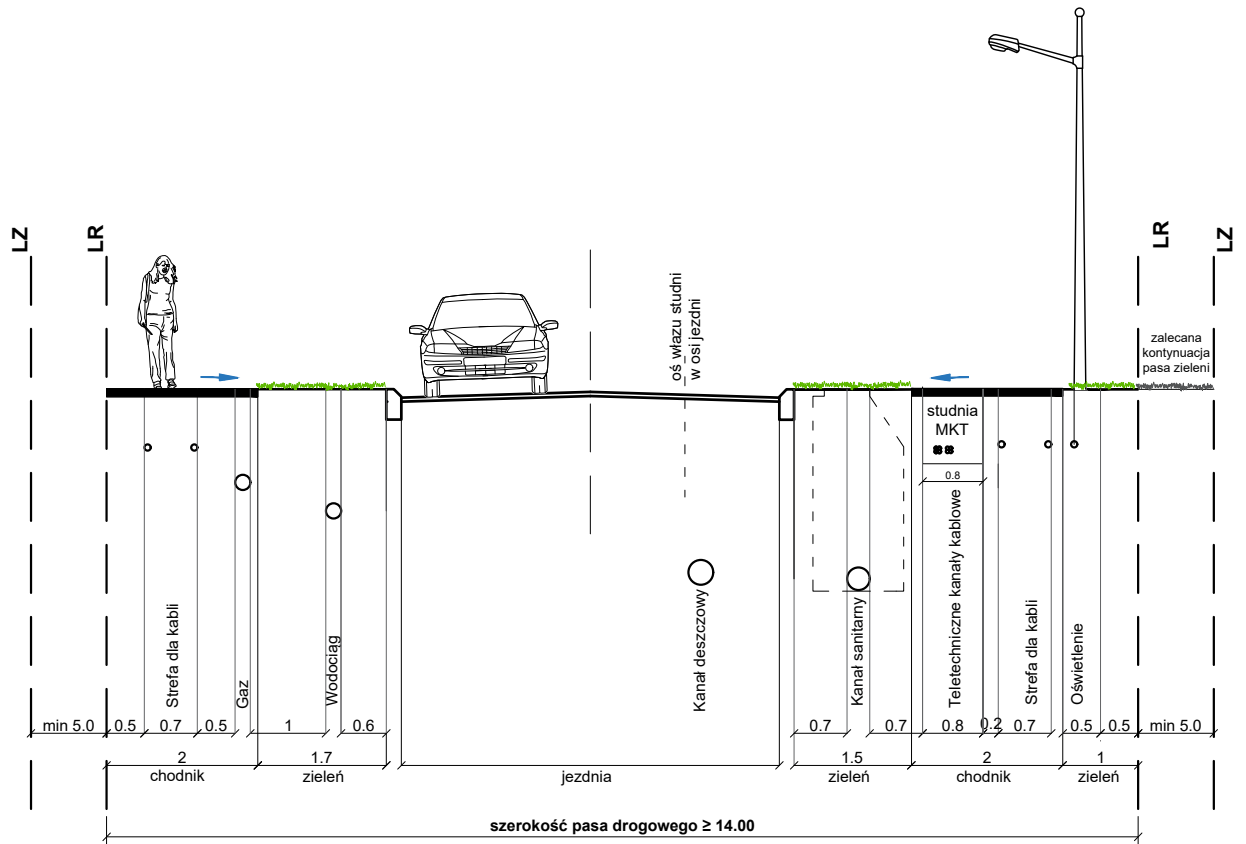
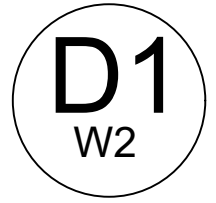




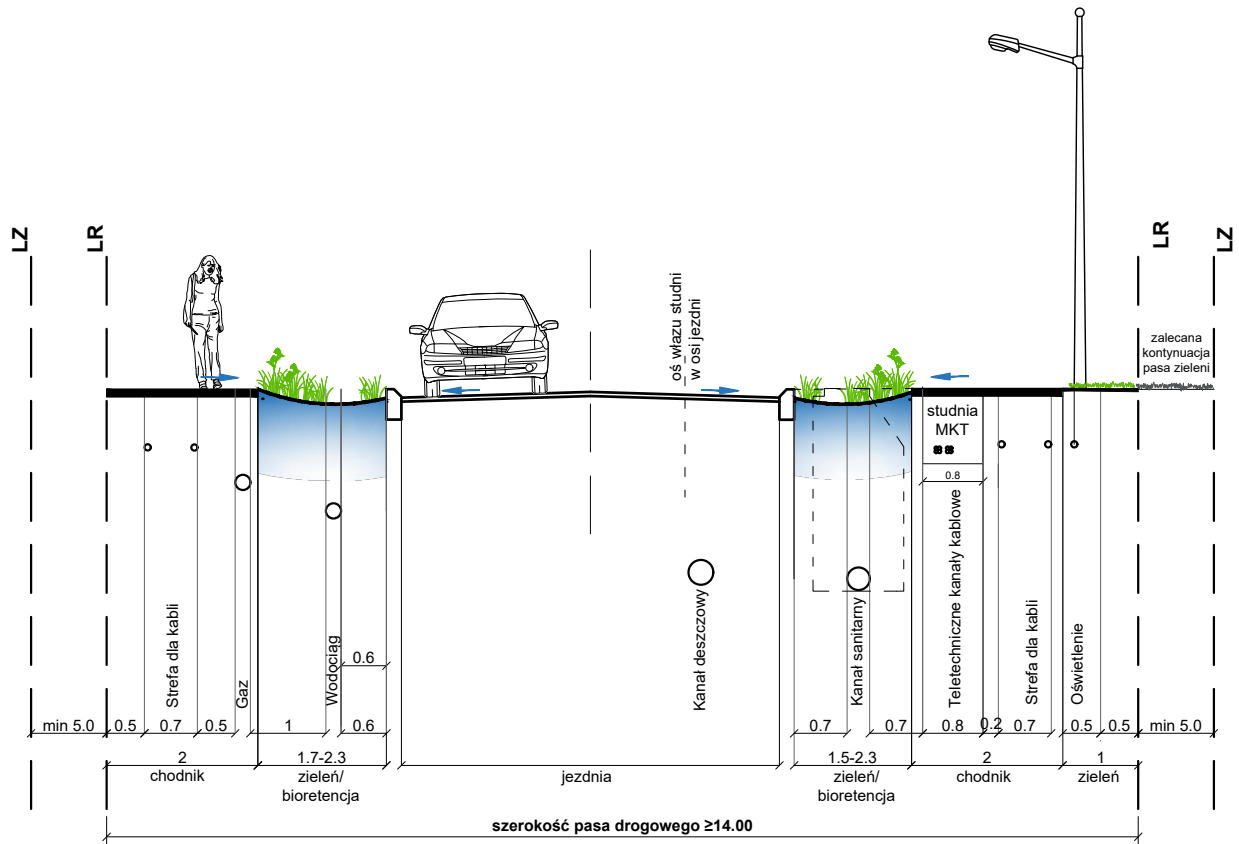
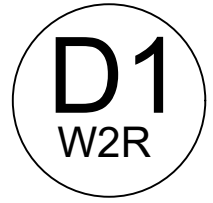
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji



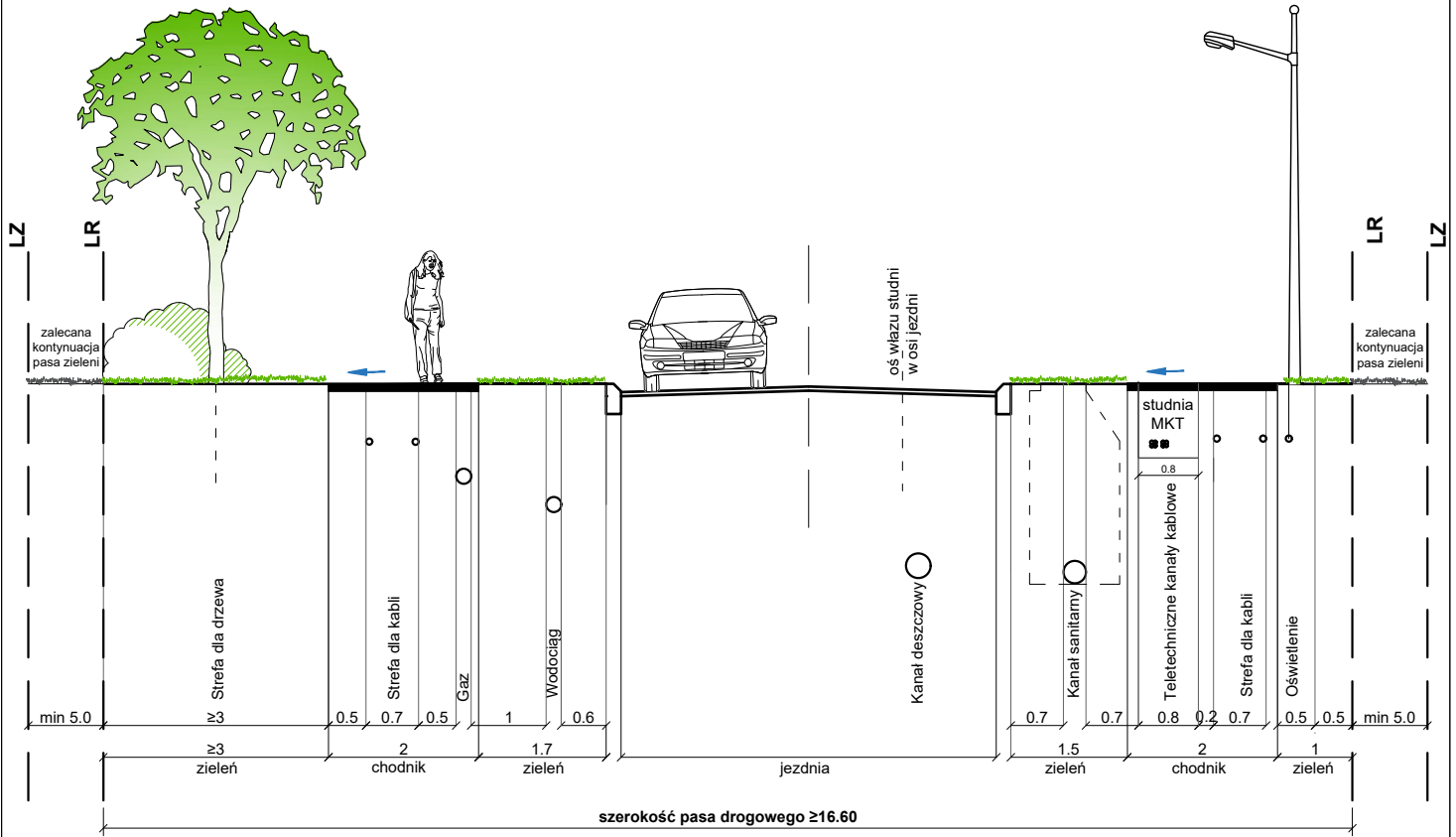
Uwaga:

1. W miejscu studni kanalizacji sanitarnej przerwy w ciągłości obiektu bioretencji

ULICA KLASY DOJAZDOWEJ

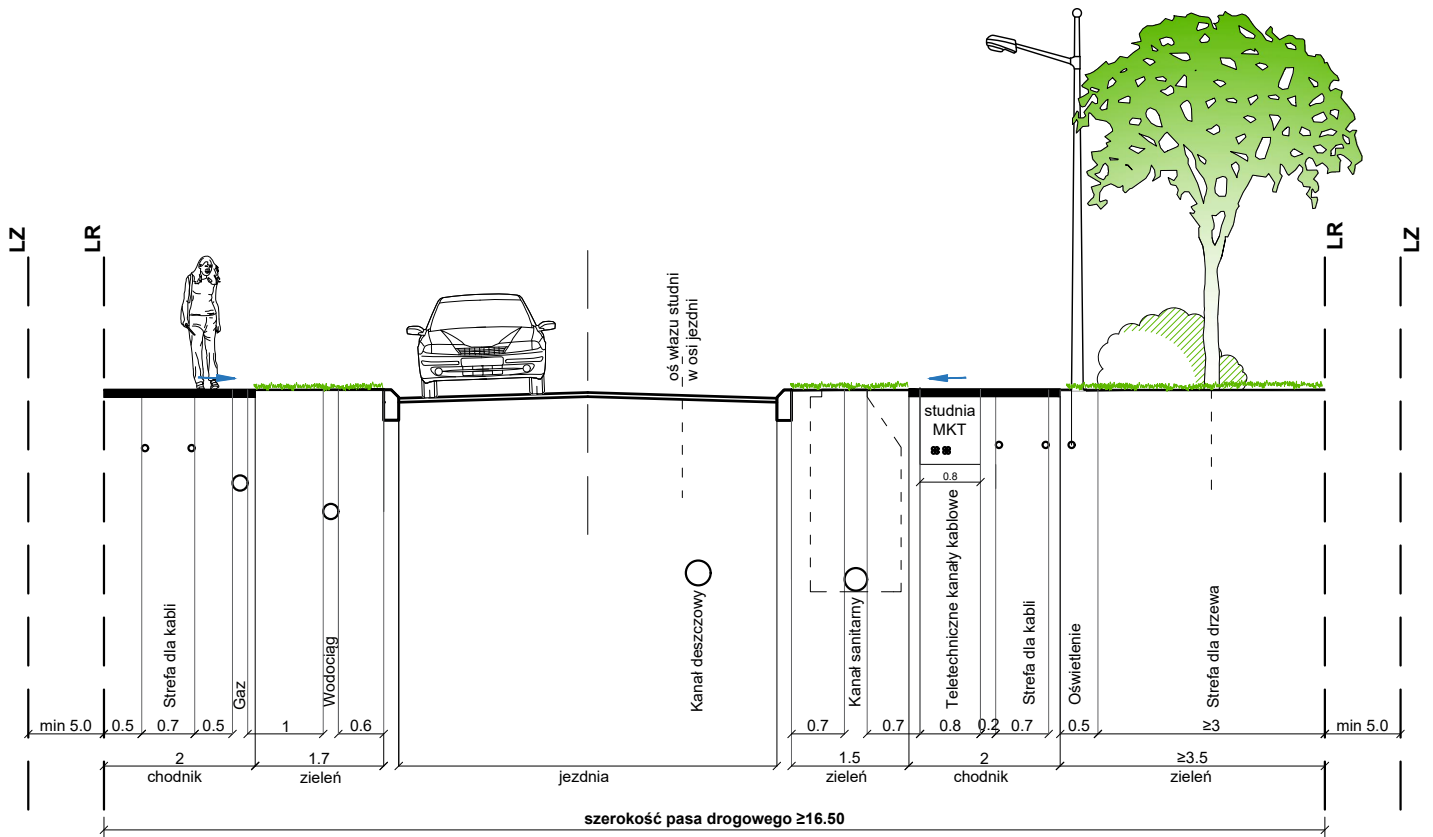
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

D1
W2-A

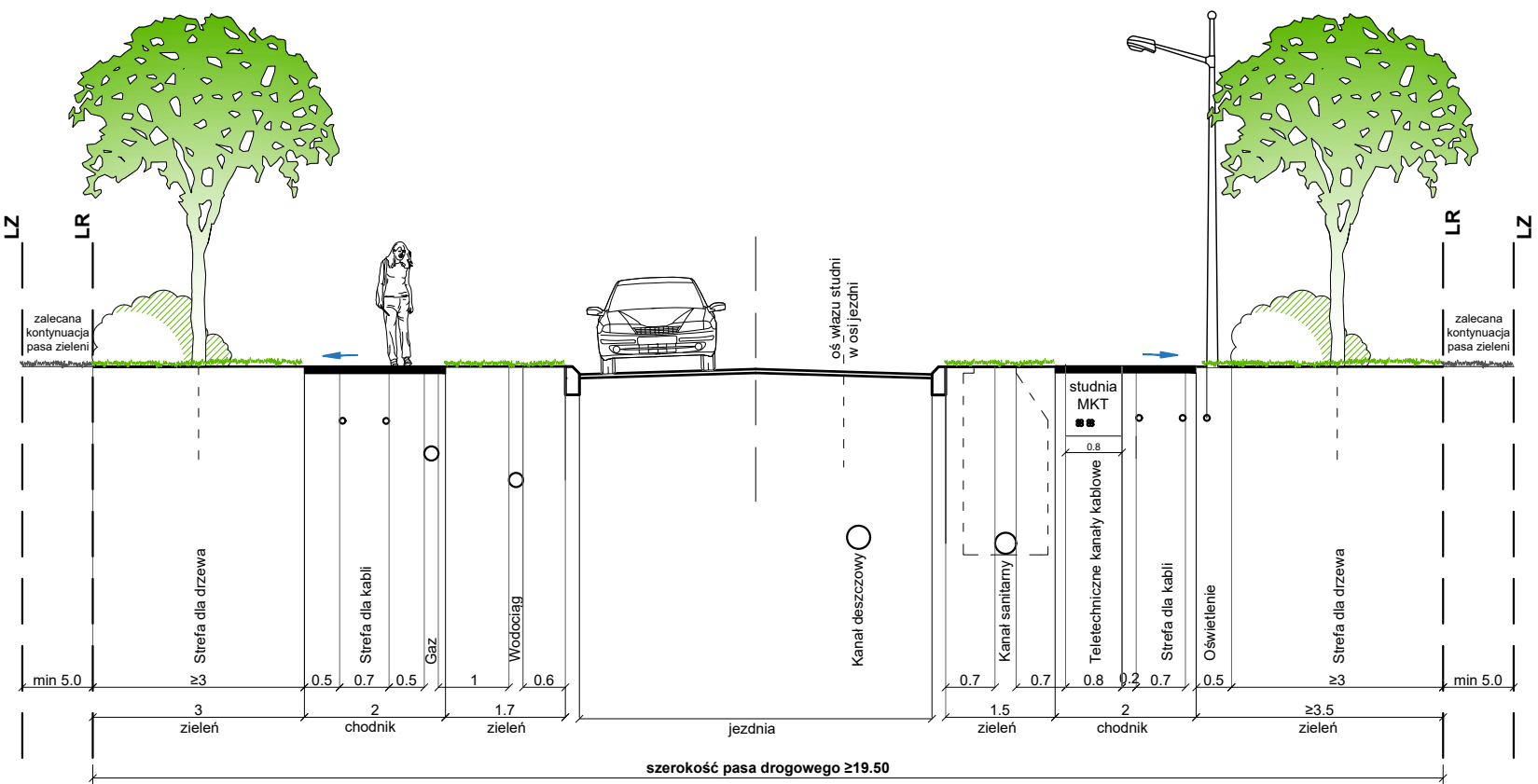


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

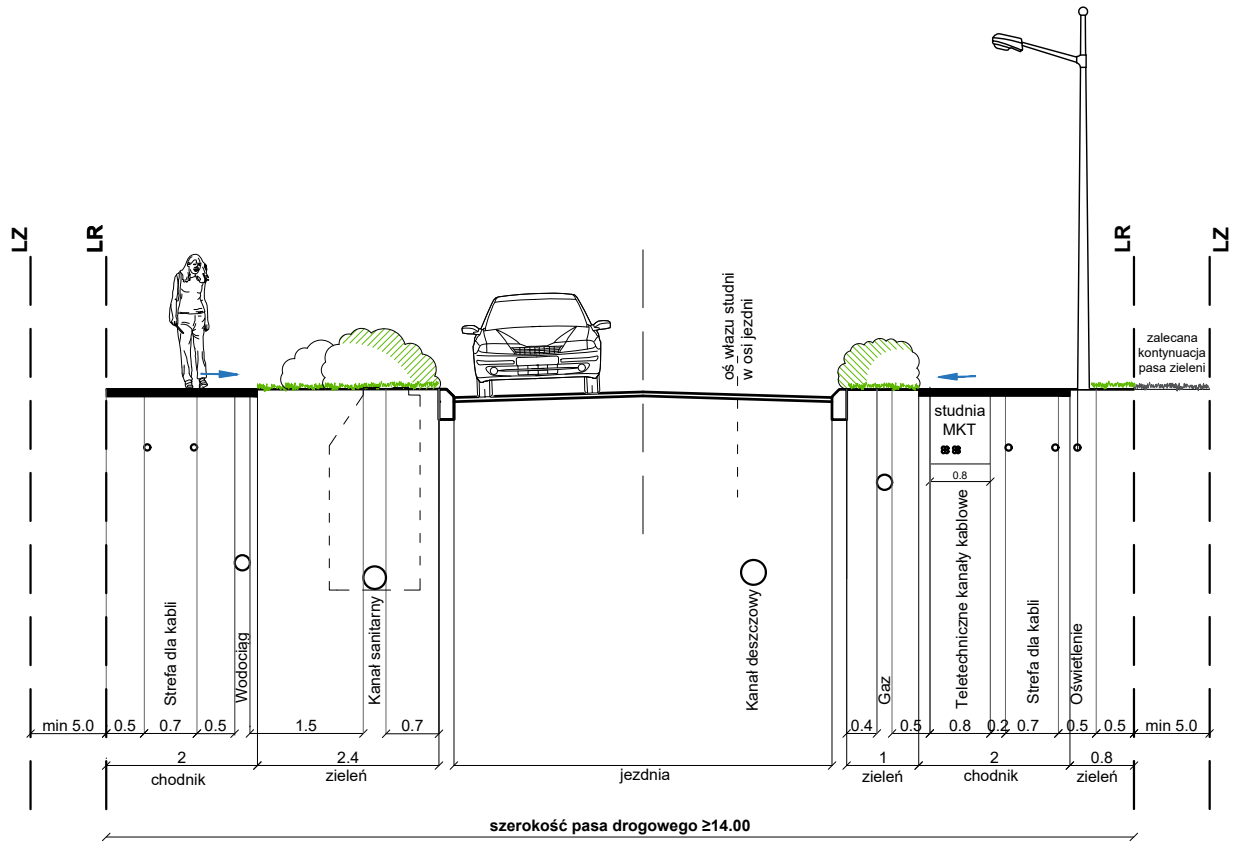
D1
W2-B



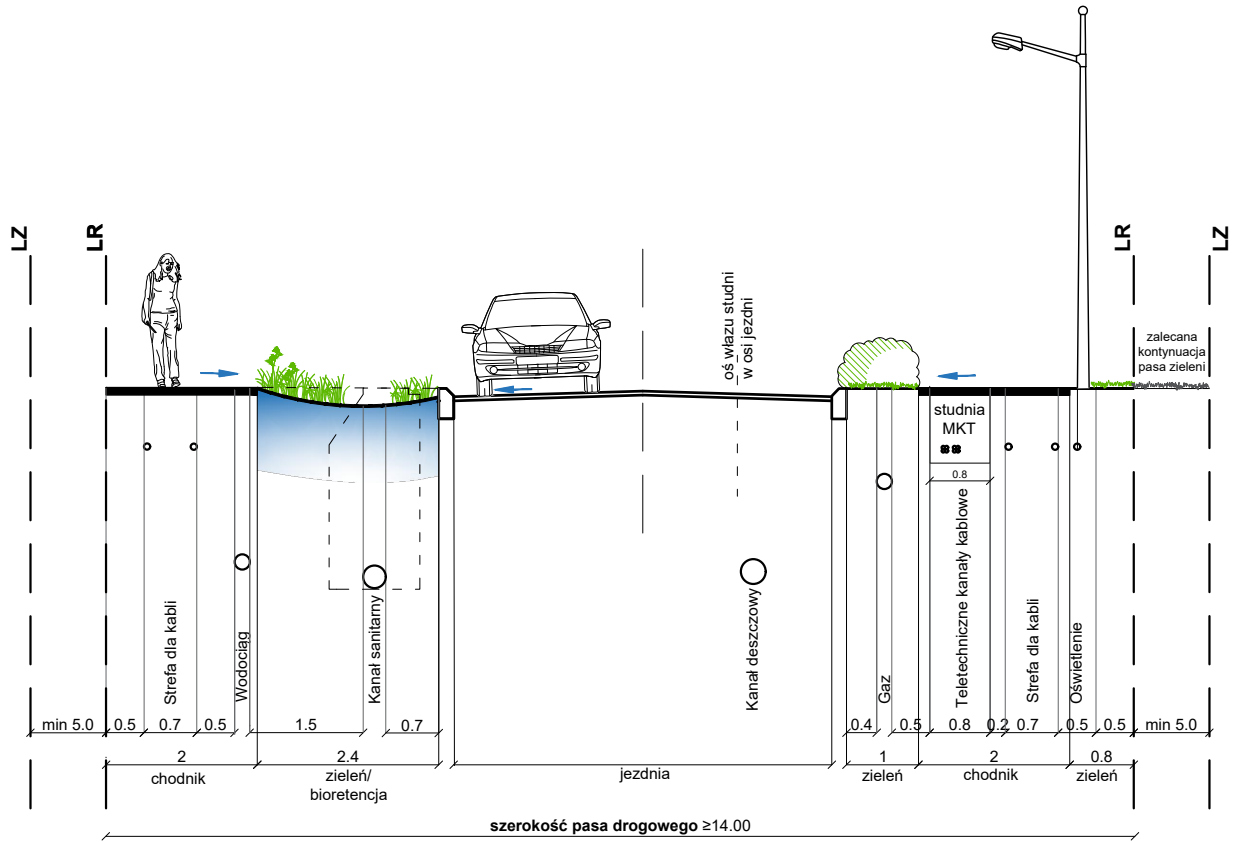
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji

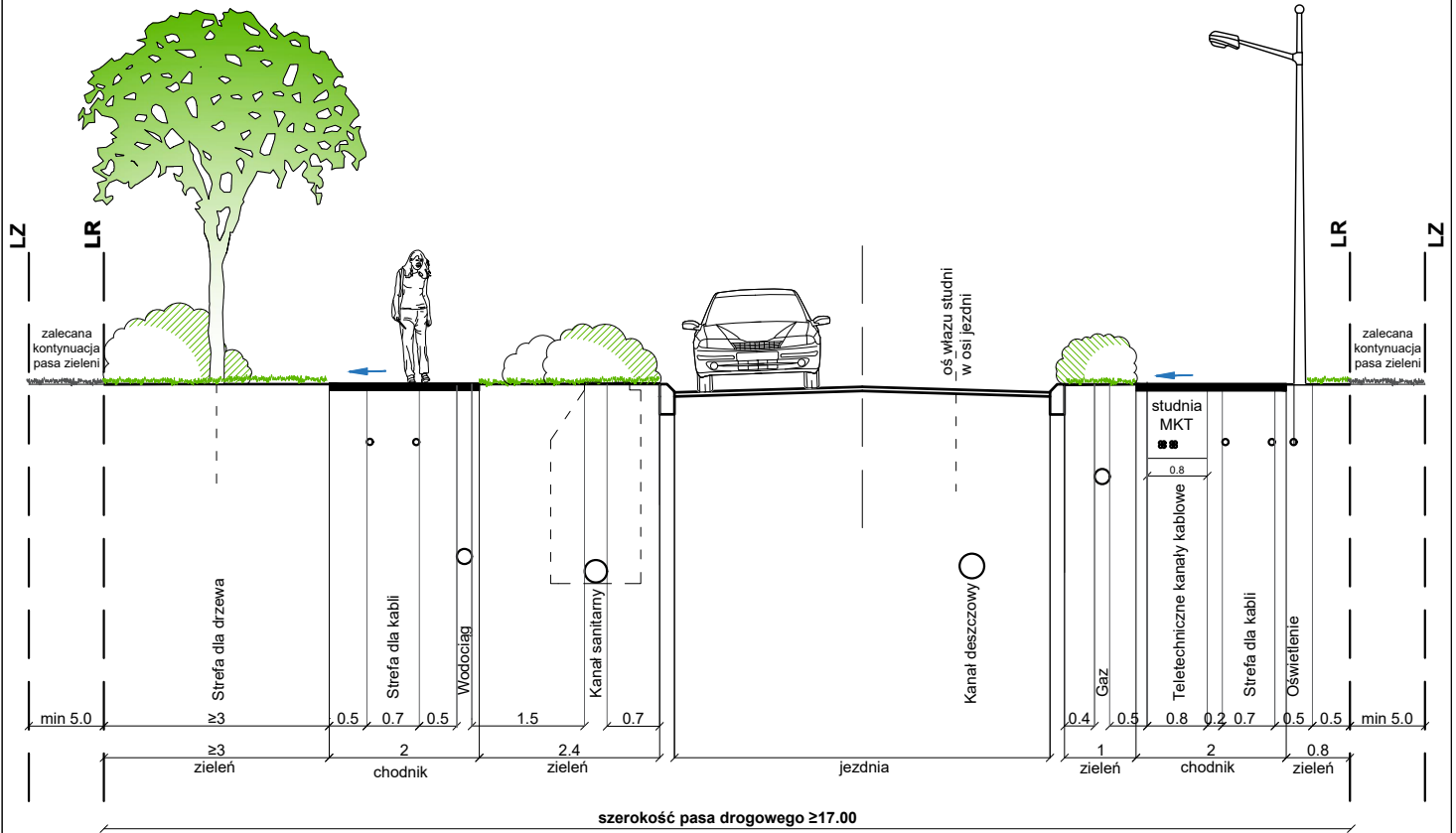


Uwaga:

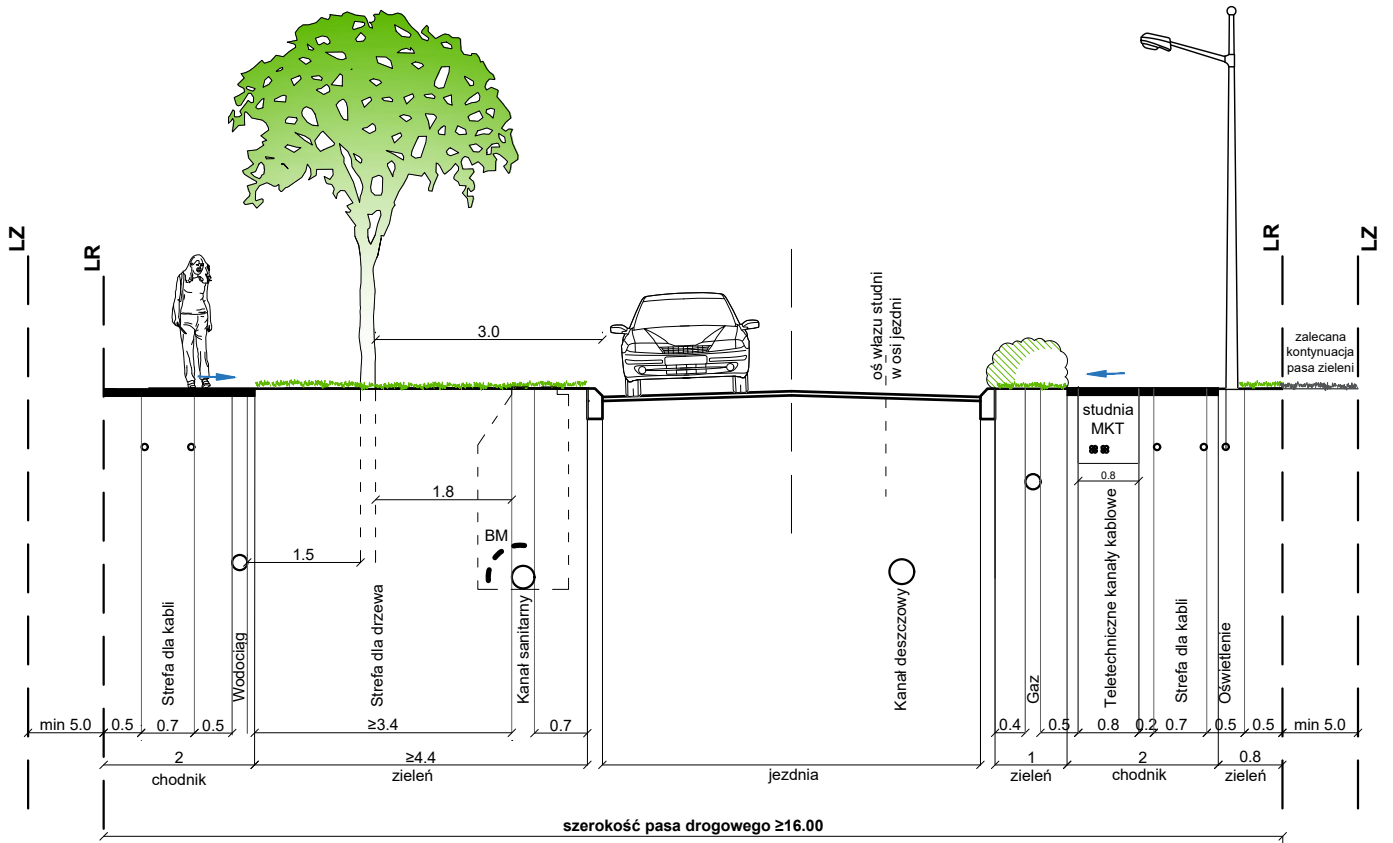
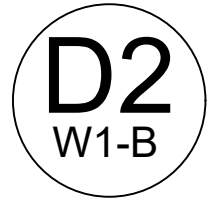
1. W miejscu studni kanalizacji sanitarnej przerwy w ciągłości obiektu bioretencji

ULICA KLASY DOJAZDOWEJ

dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

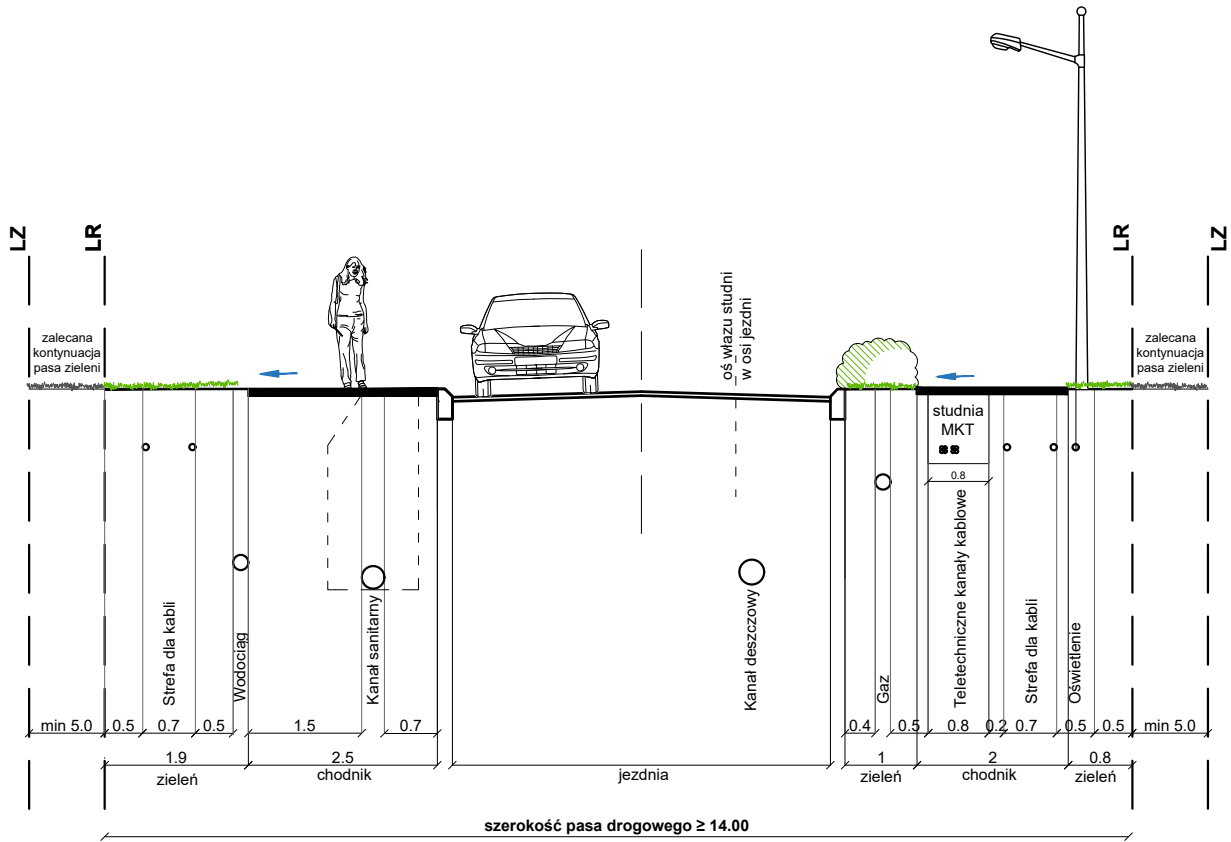


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

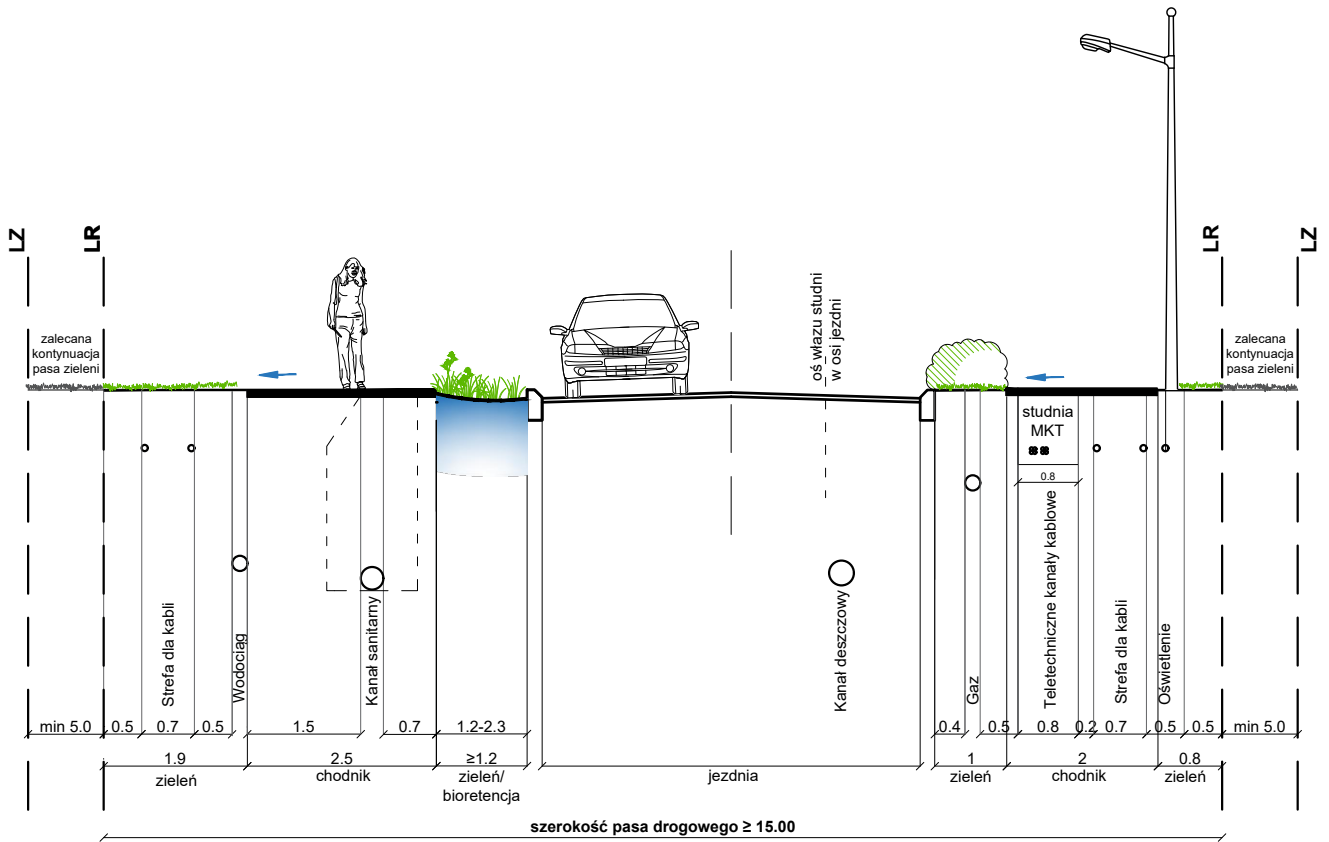


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej

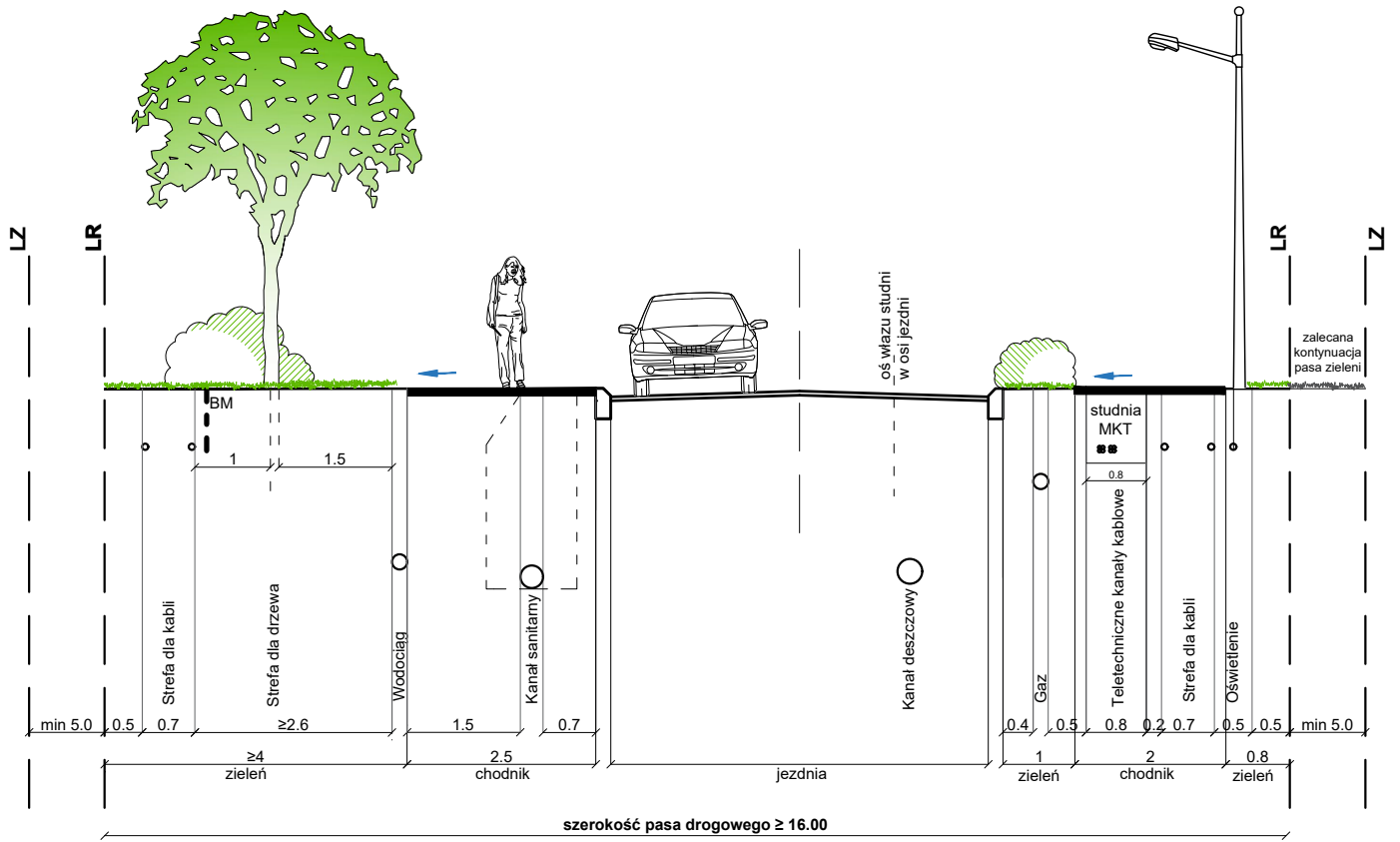
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji

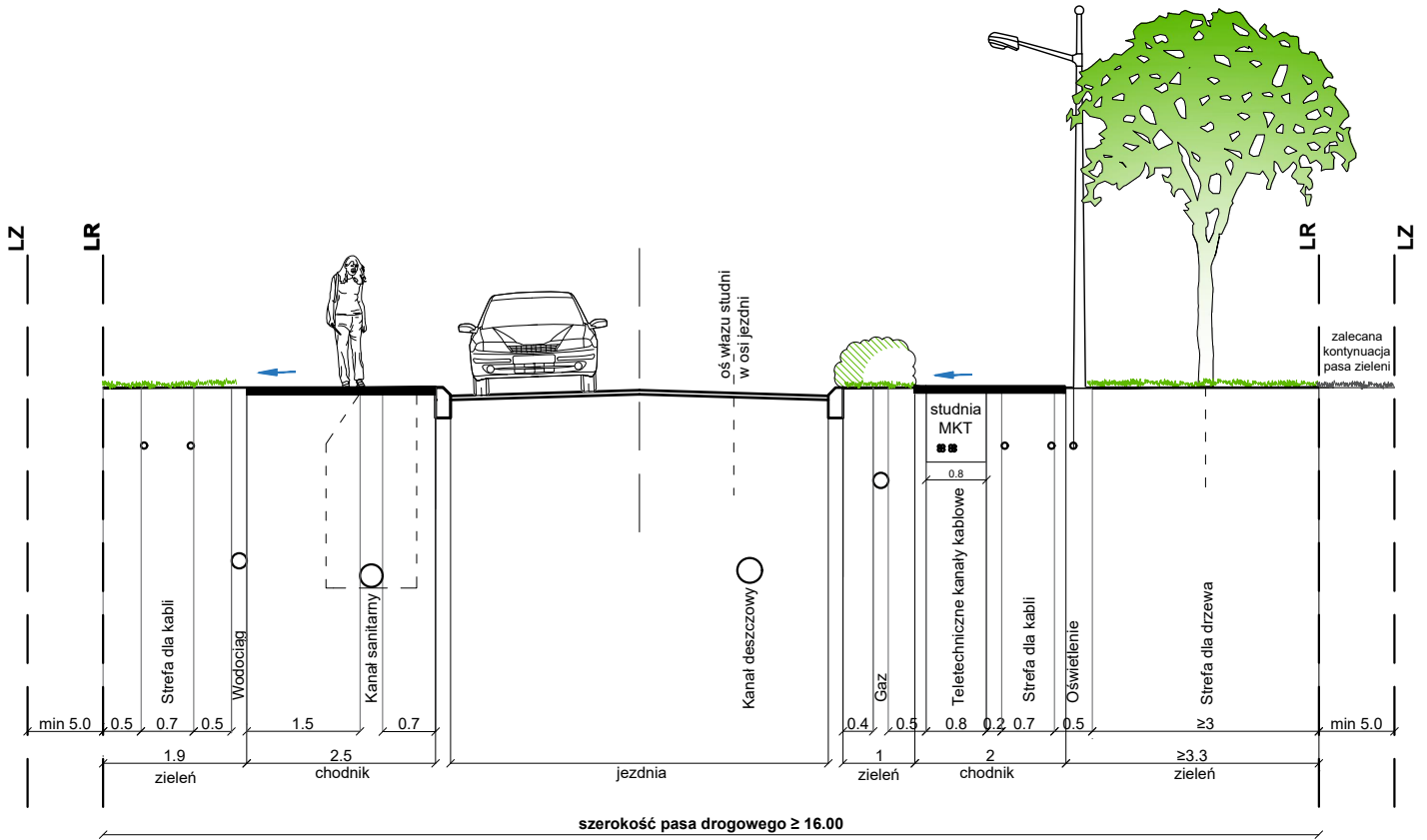
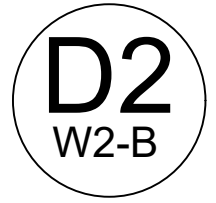


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

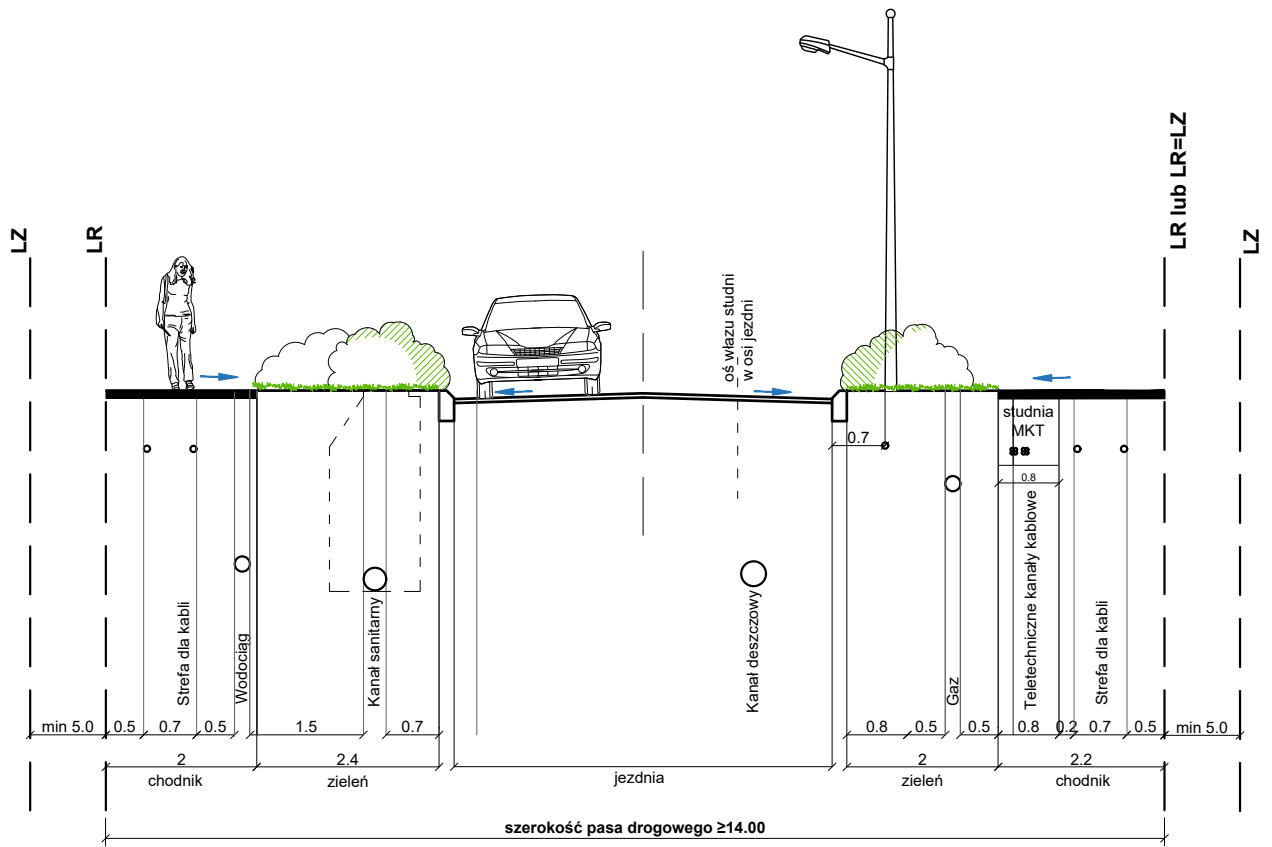
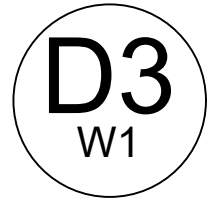


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

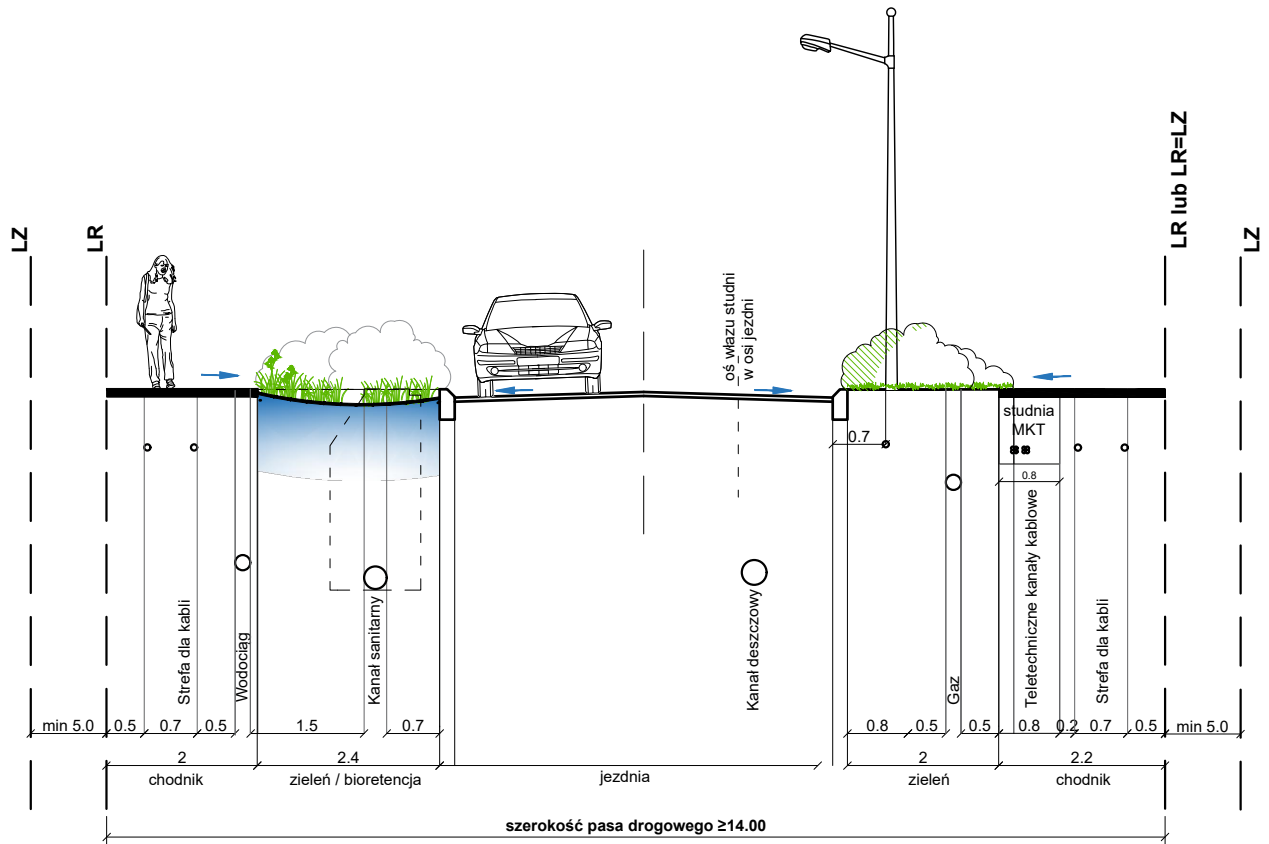
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



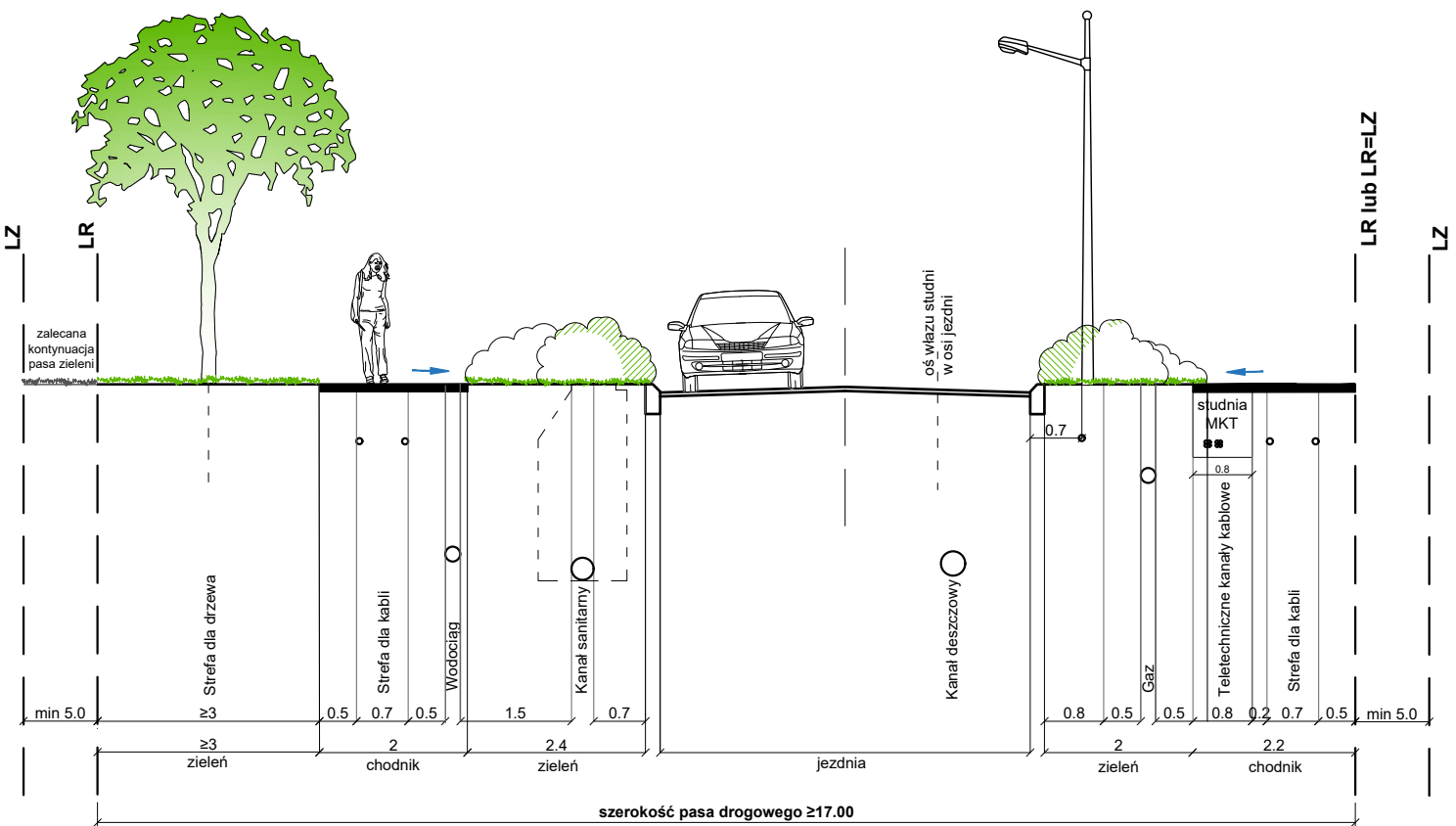
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji



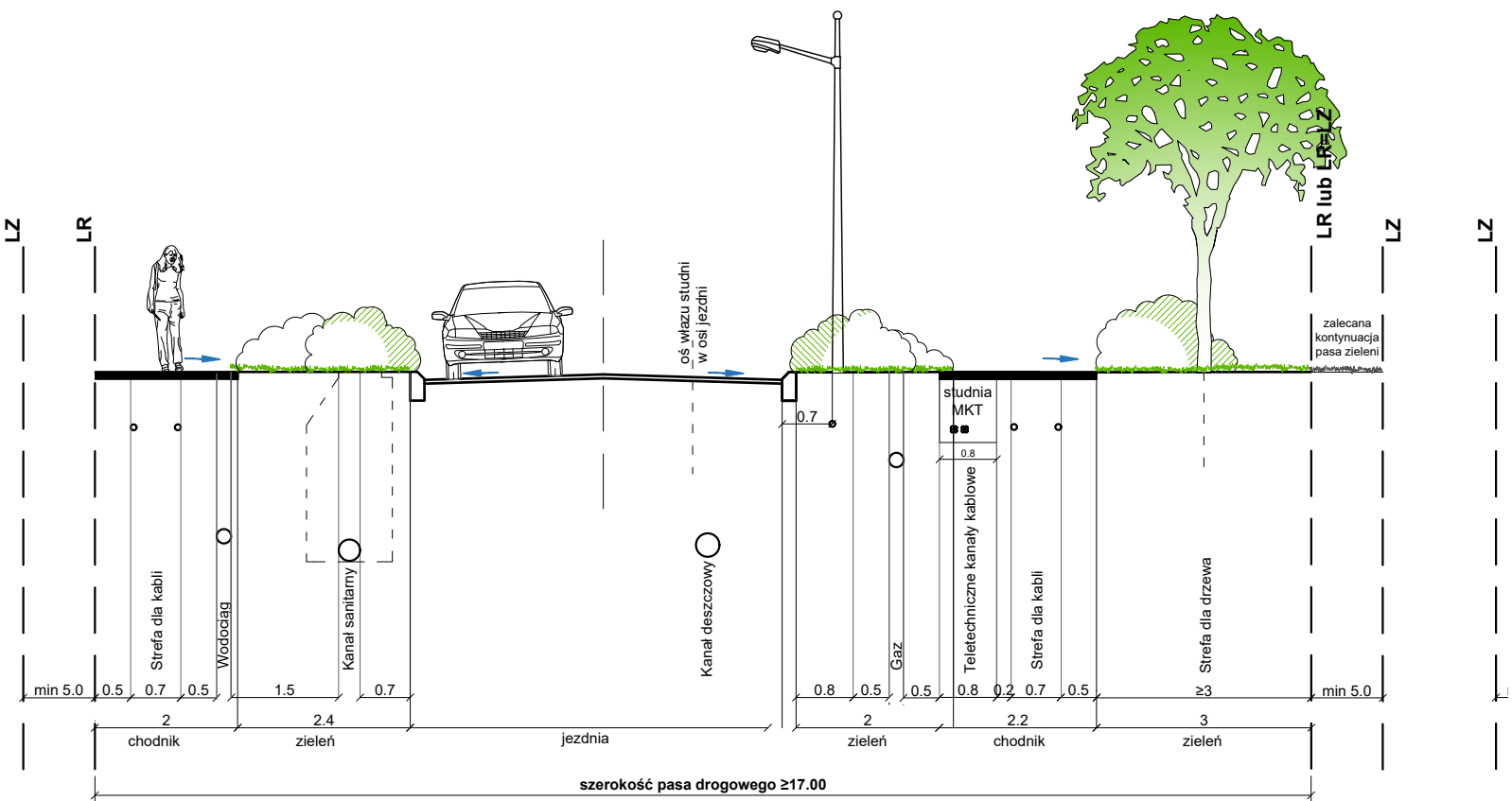
Uwaga:

1. W miejscu studni kanalizacji sanitarnej przerwy w ciągłości obiektu bioretencji

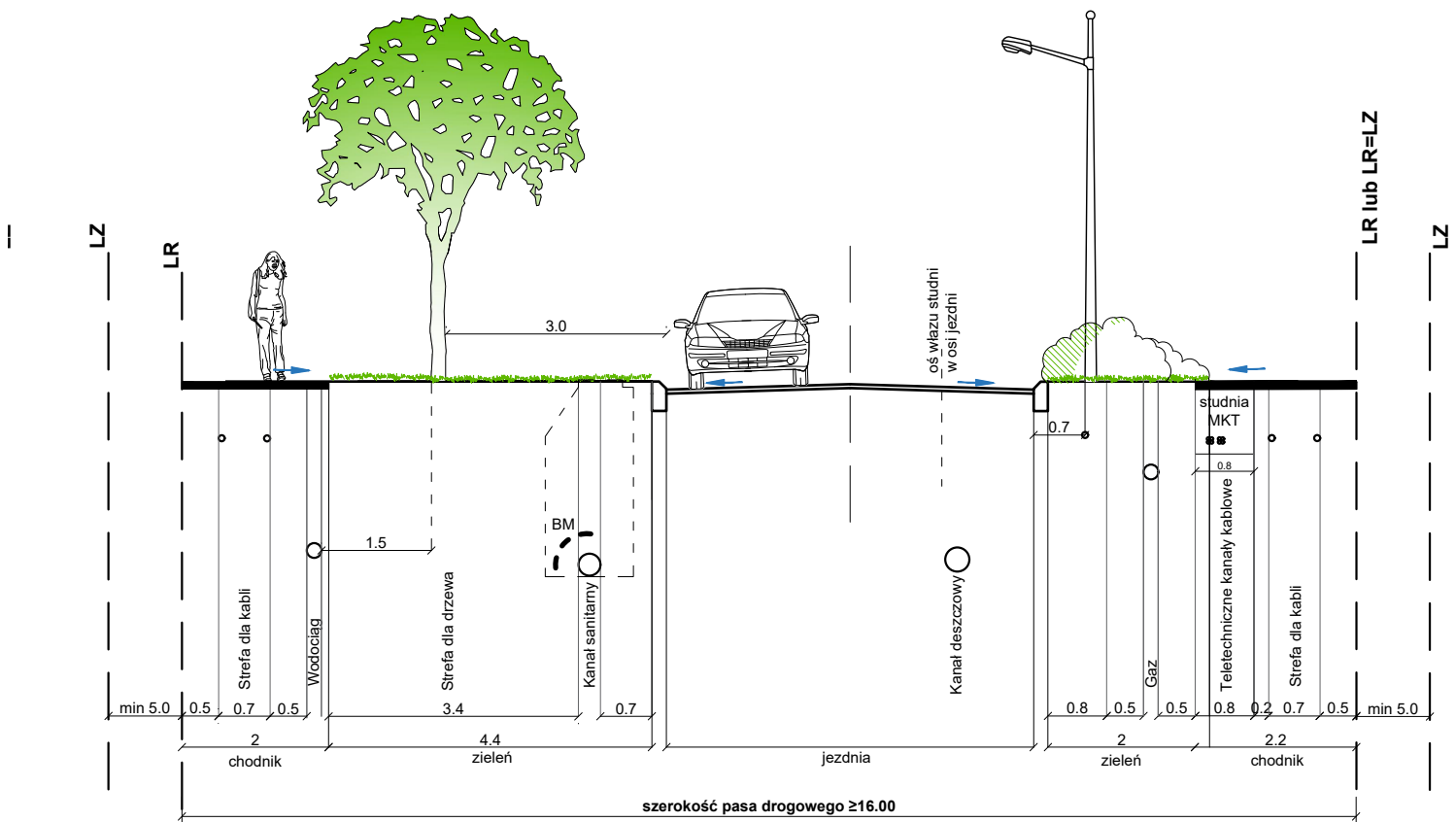
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



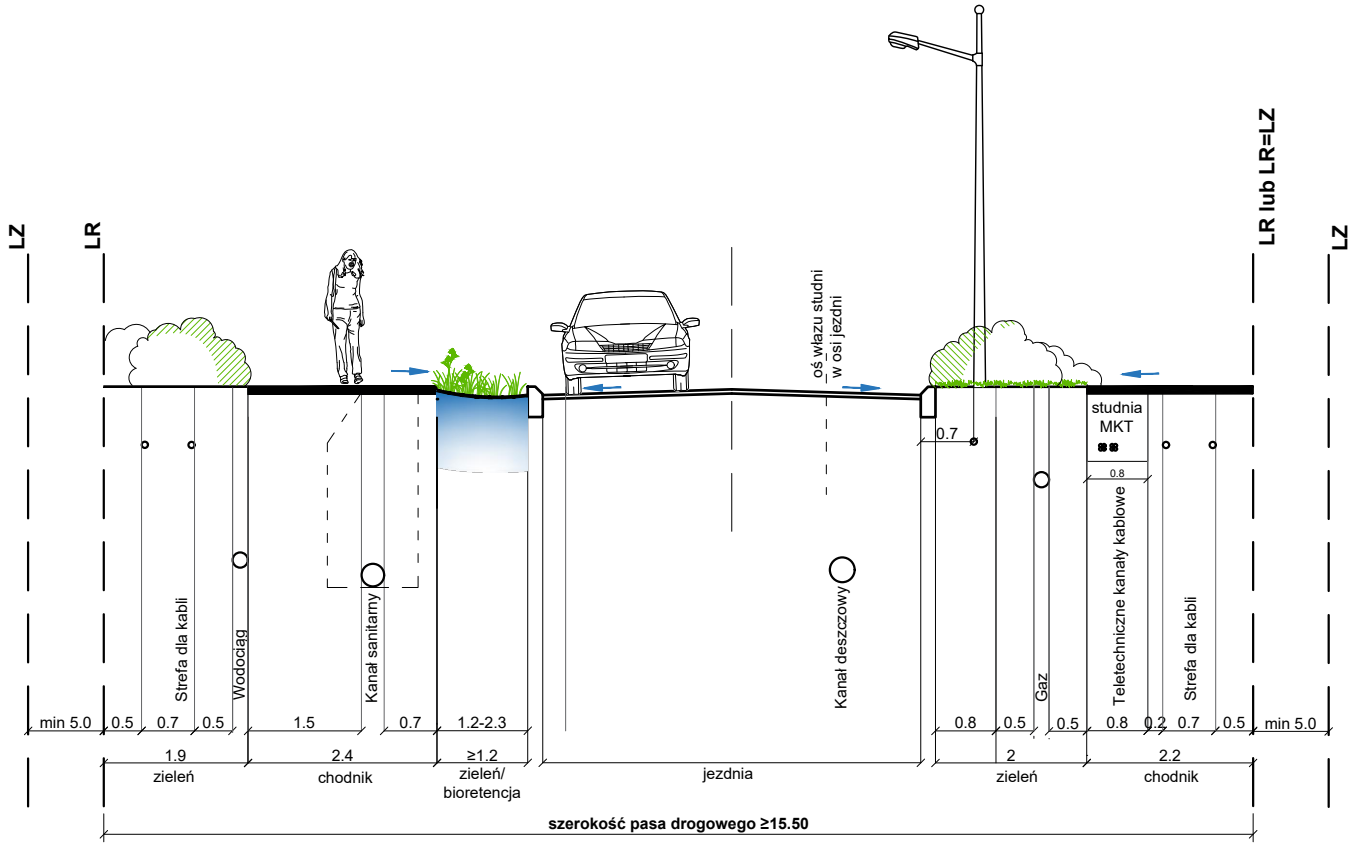
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



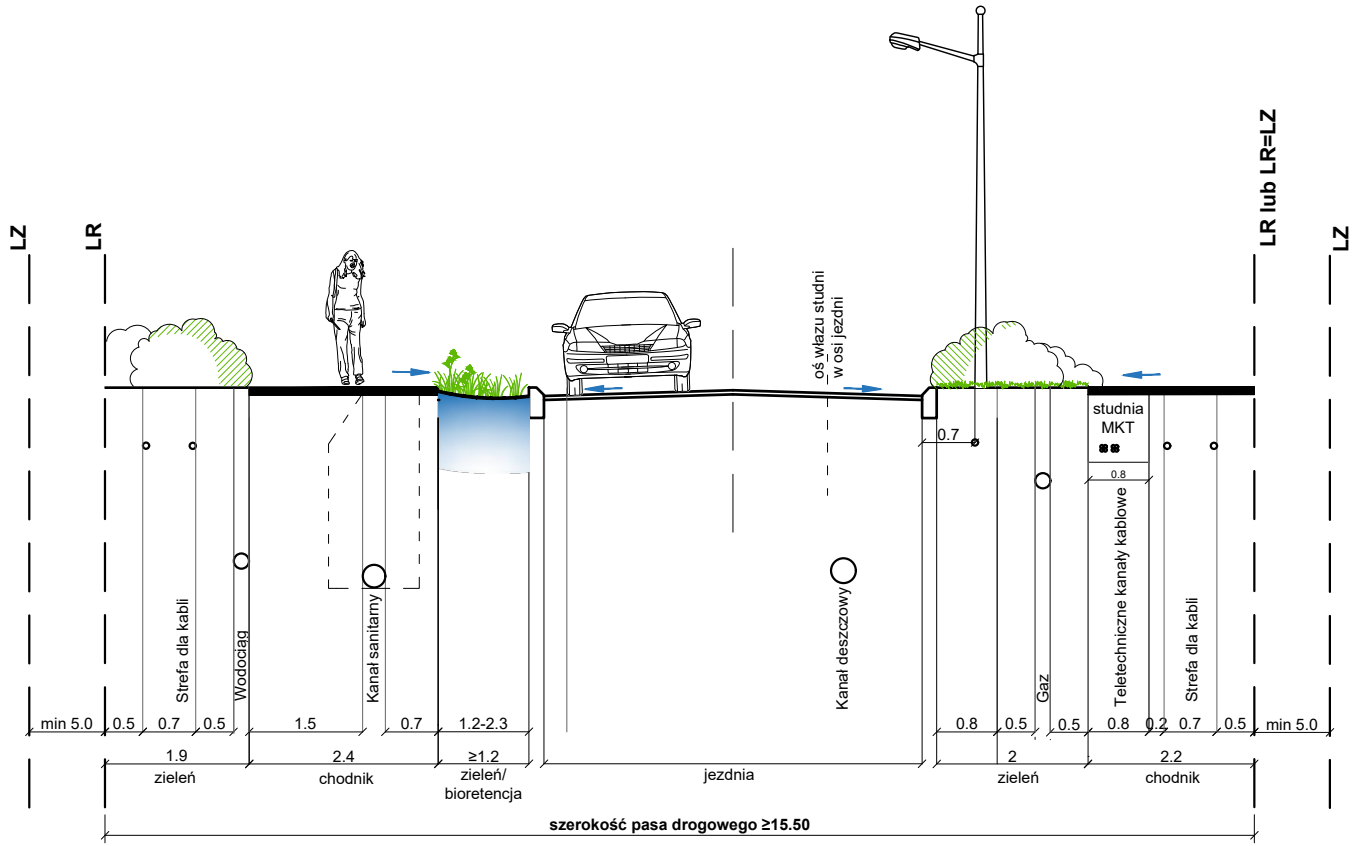
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



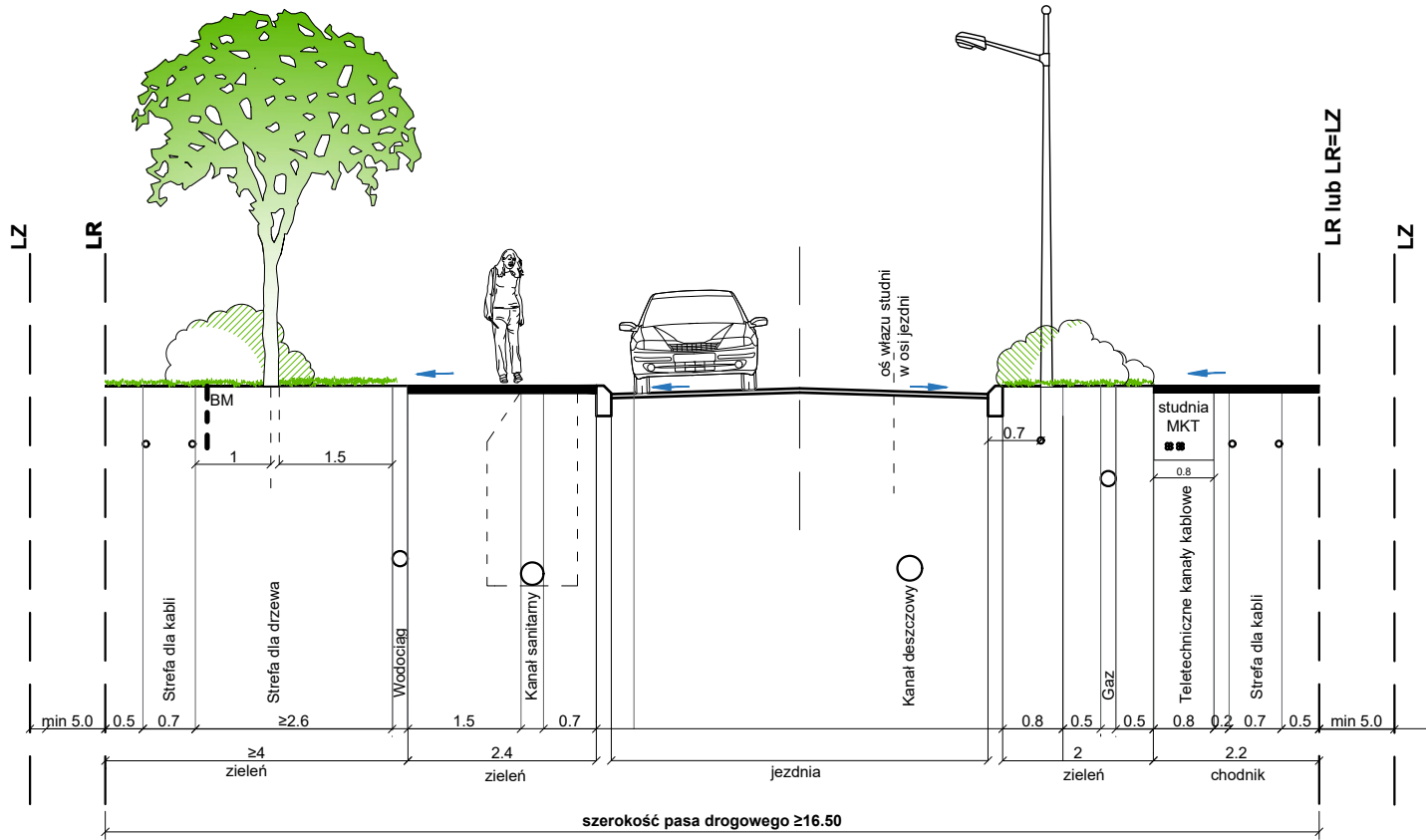
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji

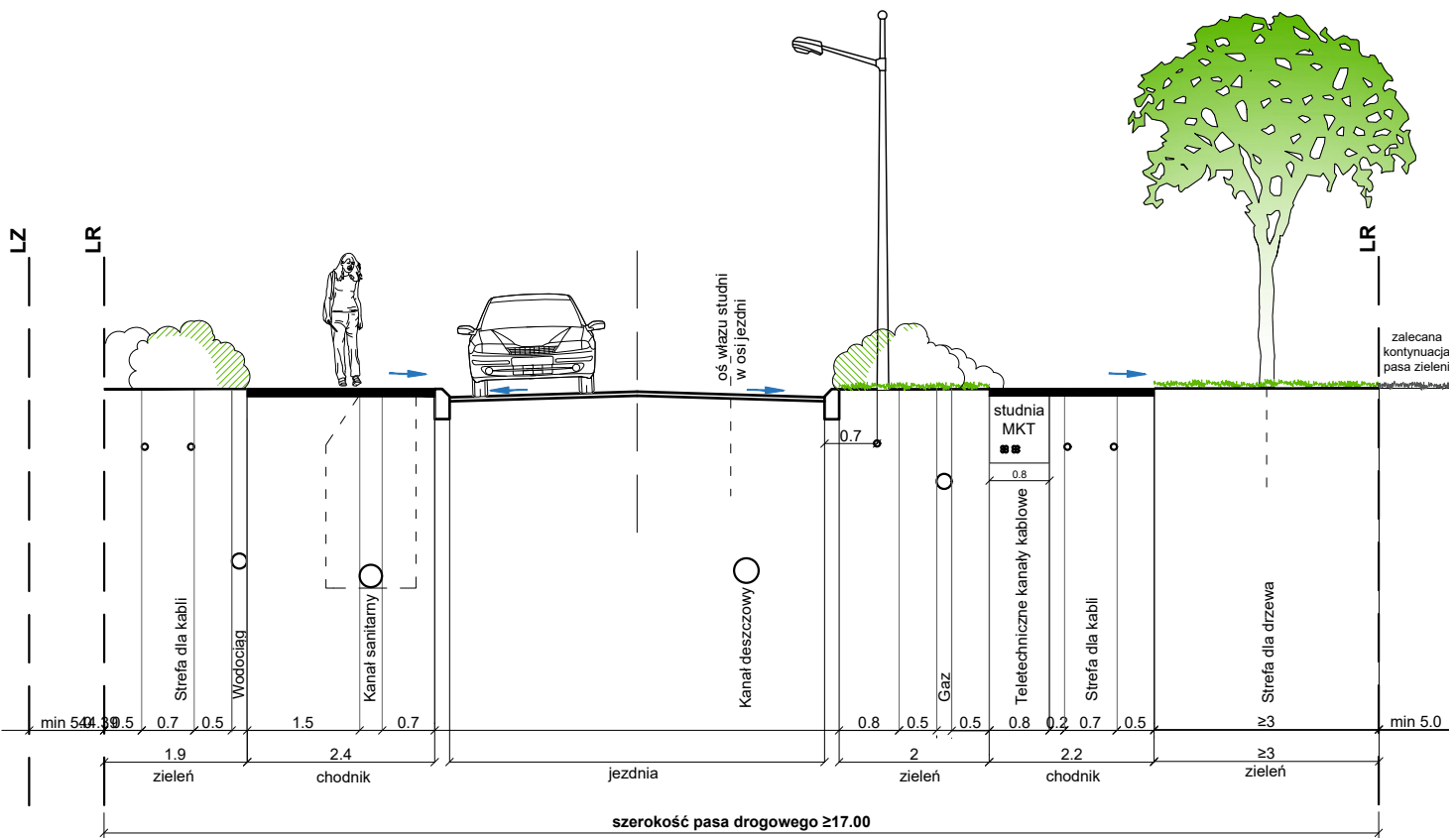


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

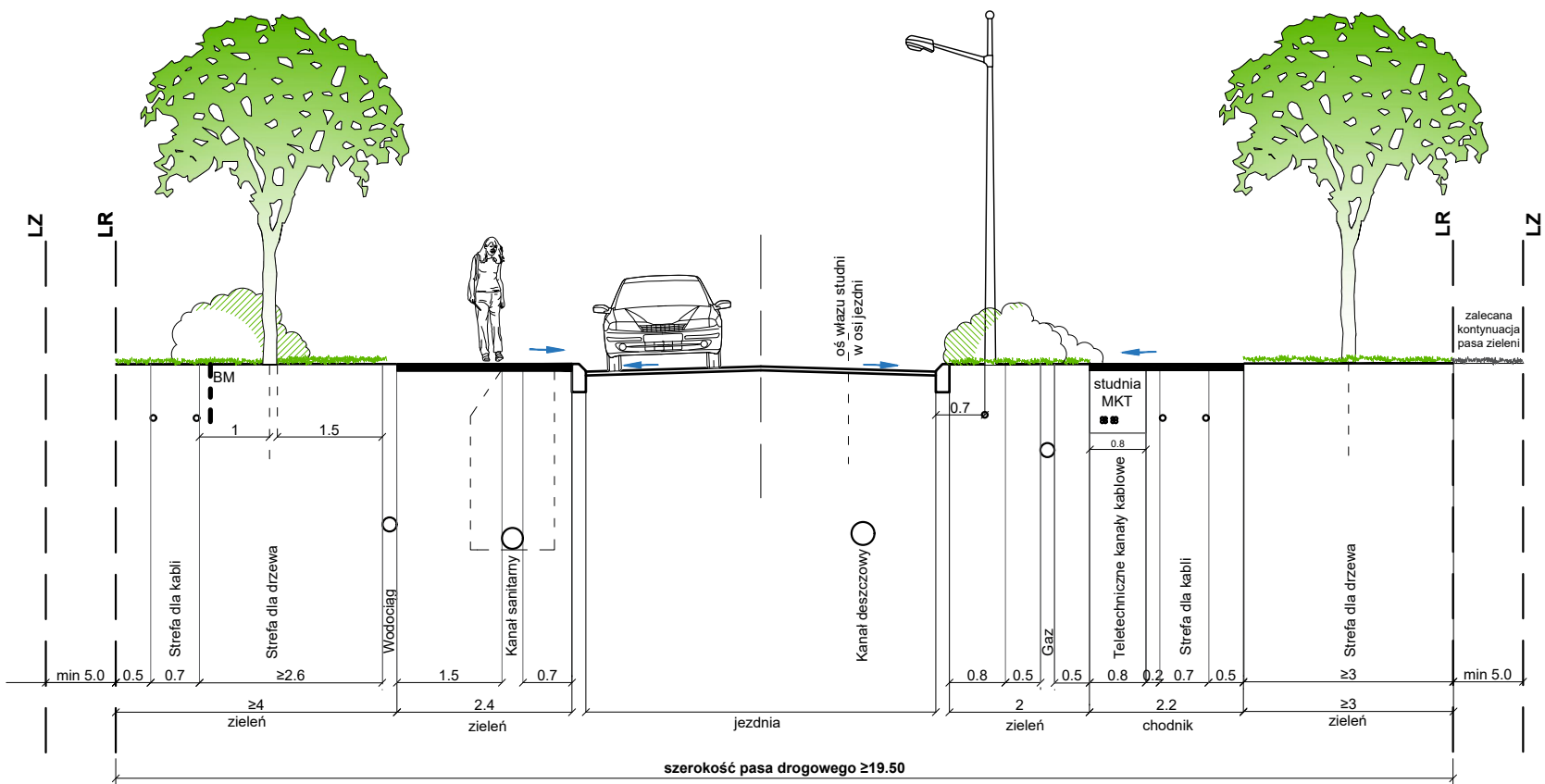


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

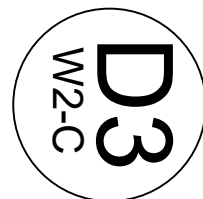
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



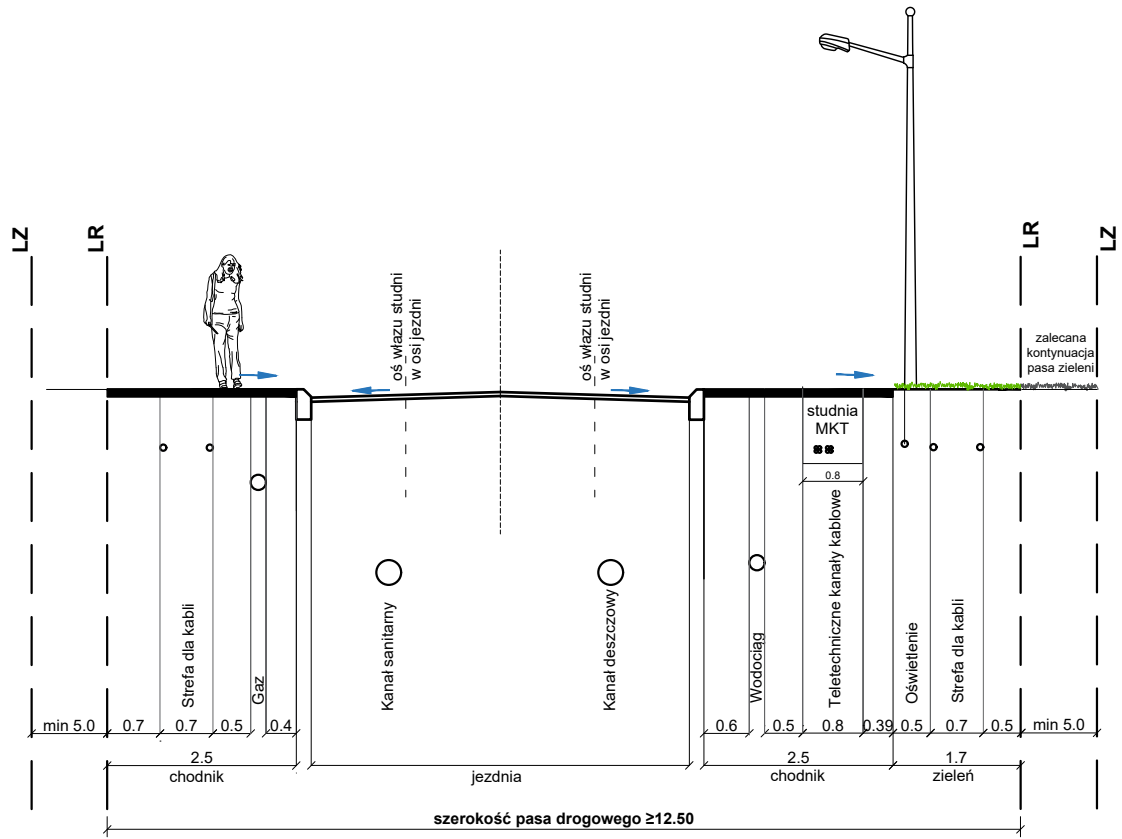
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



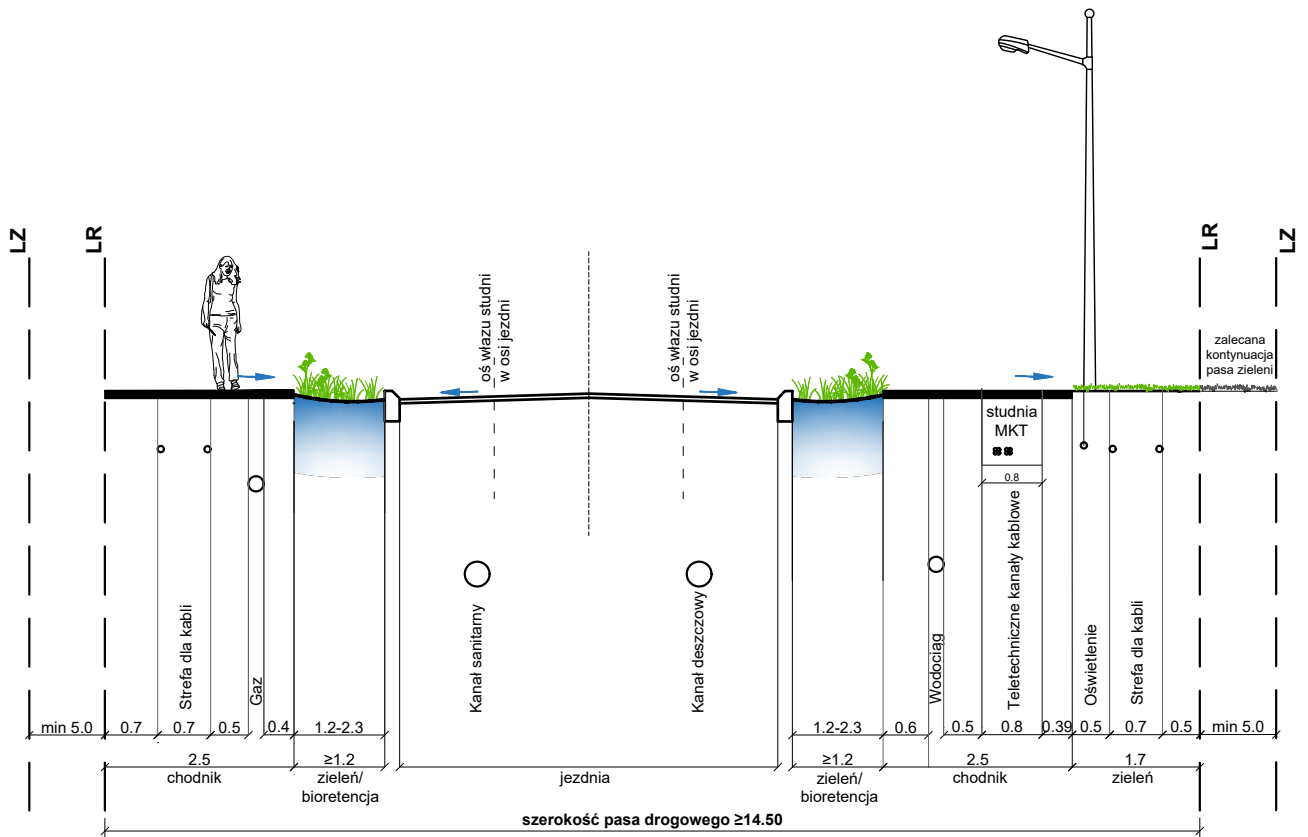
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



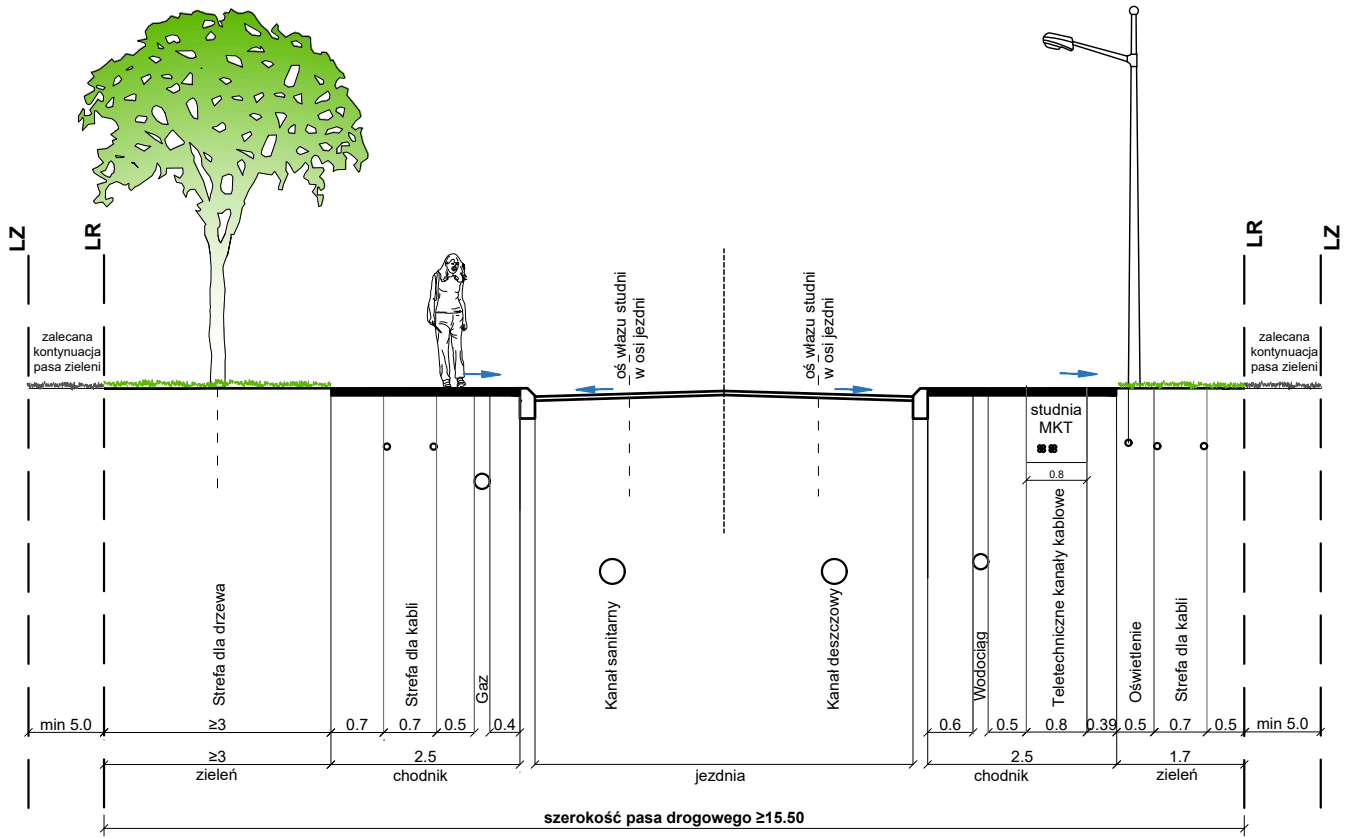
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



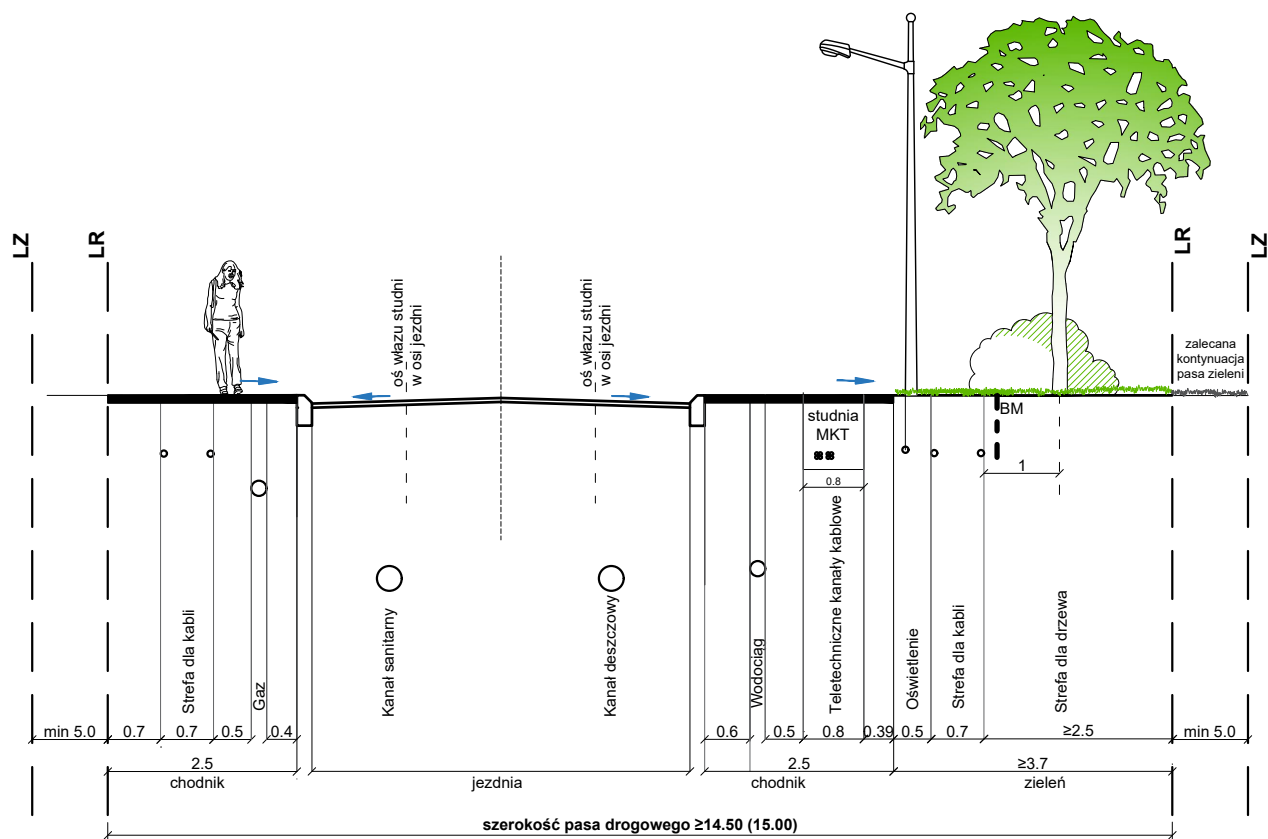
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji



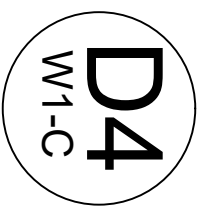
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



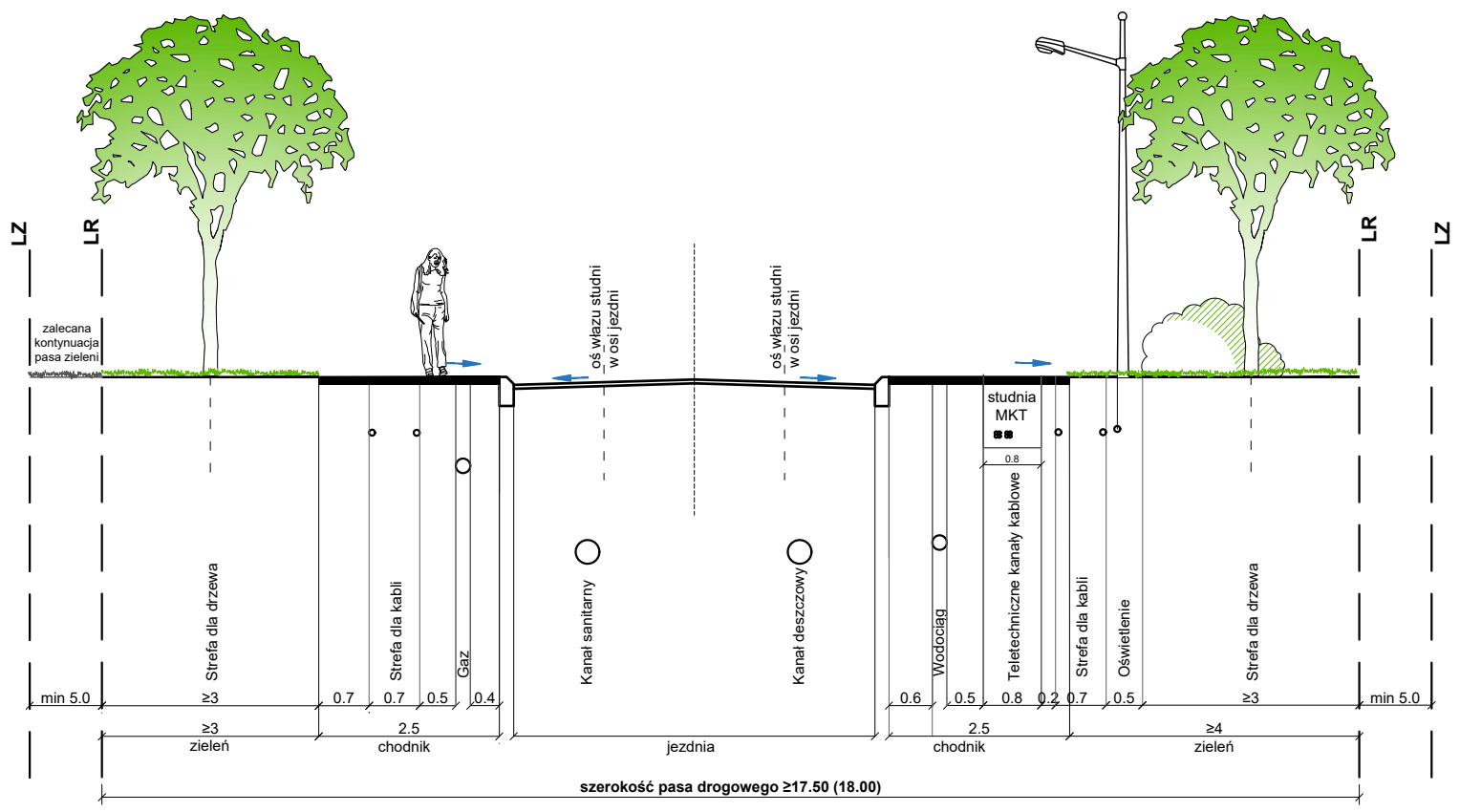
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



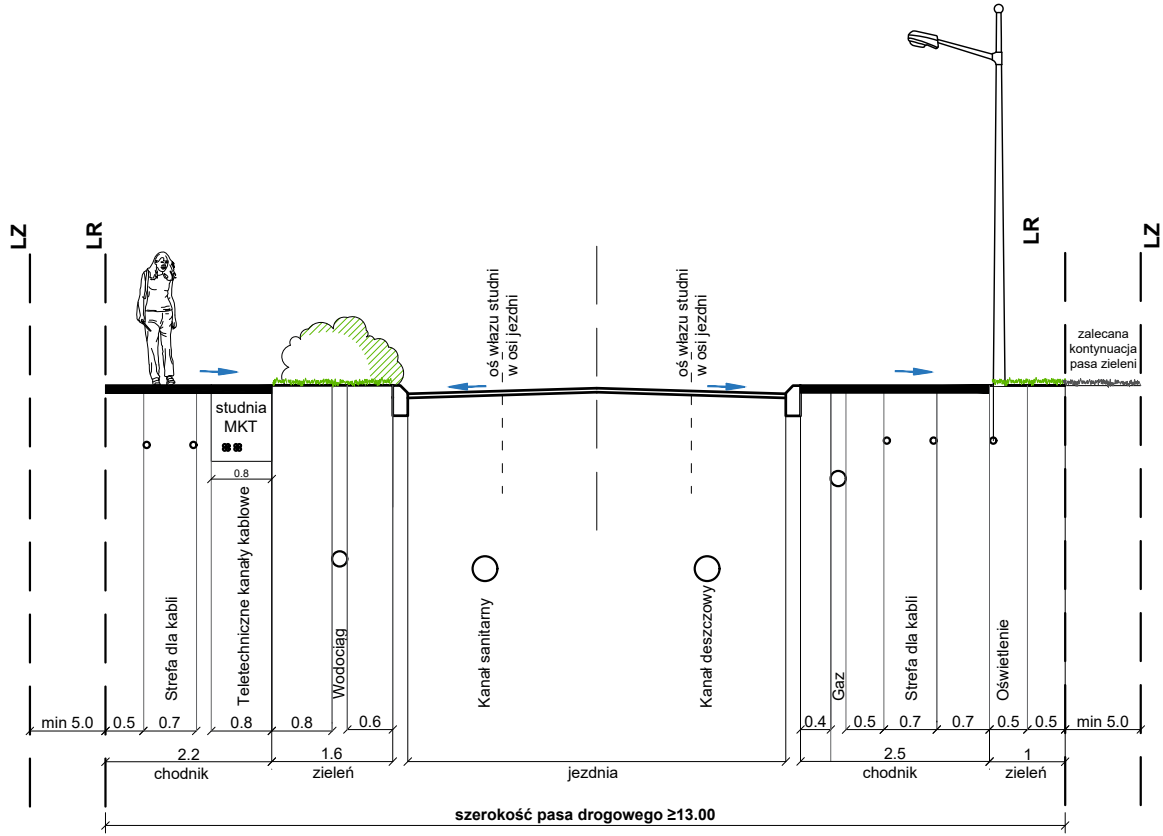
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



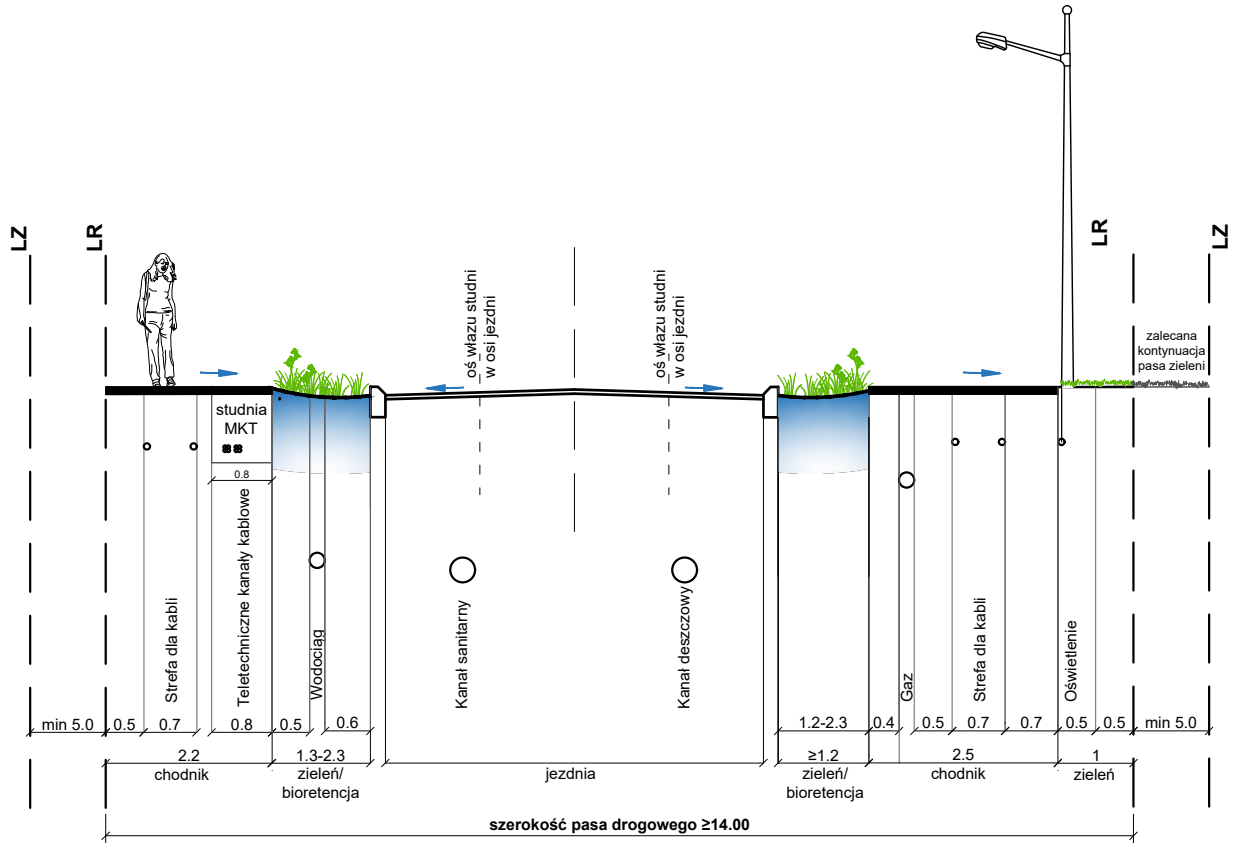
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



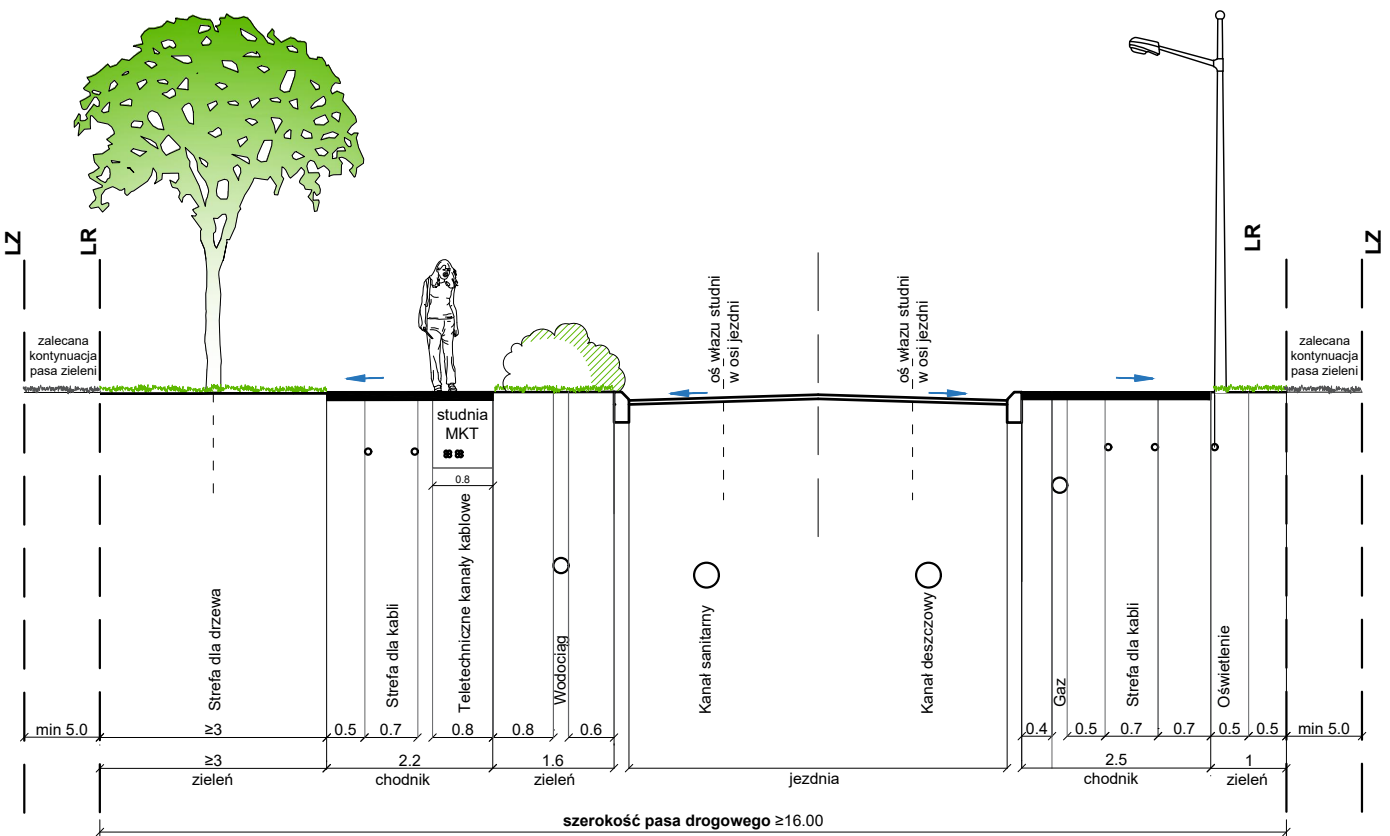
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



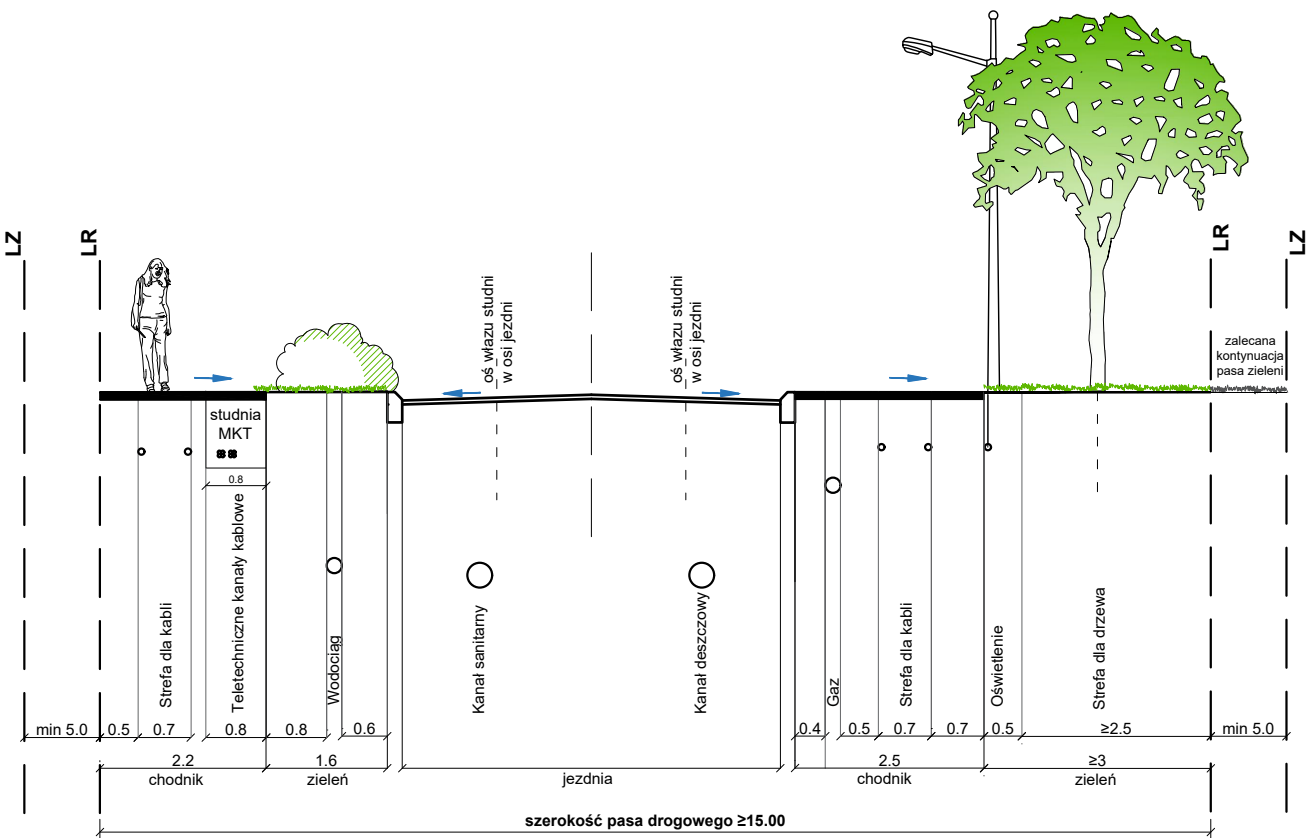
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji



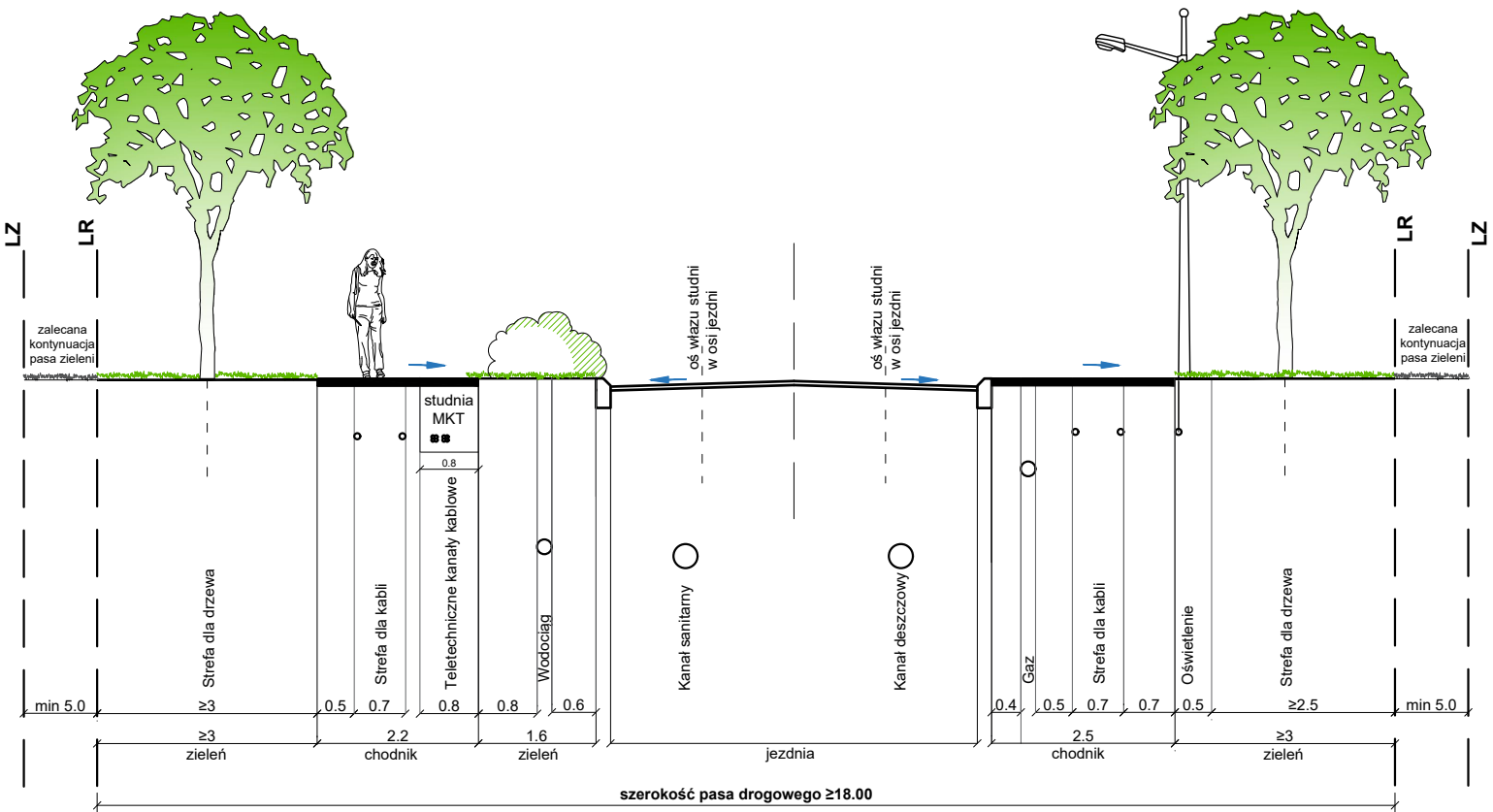
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



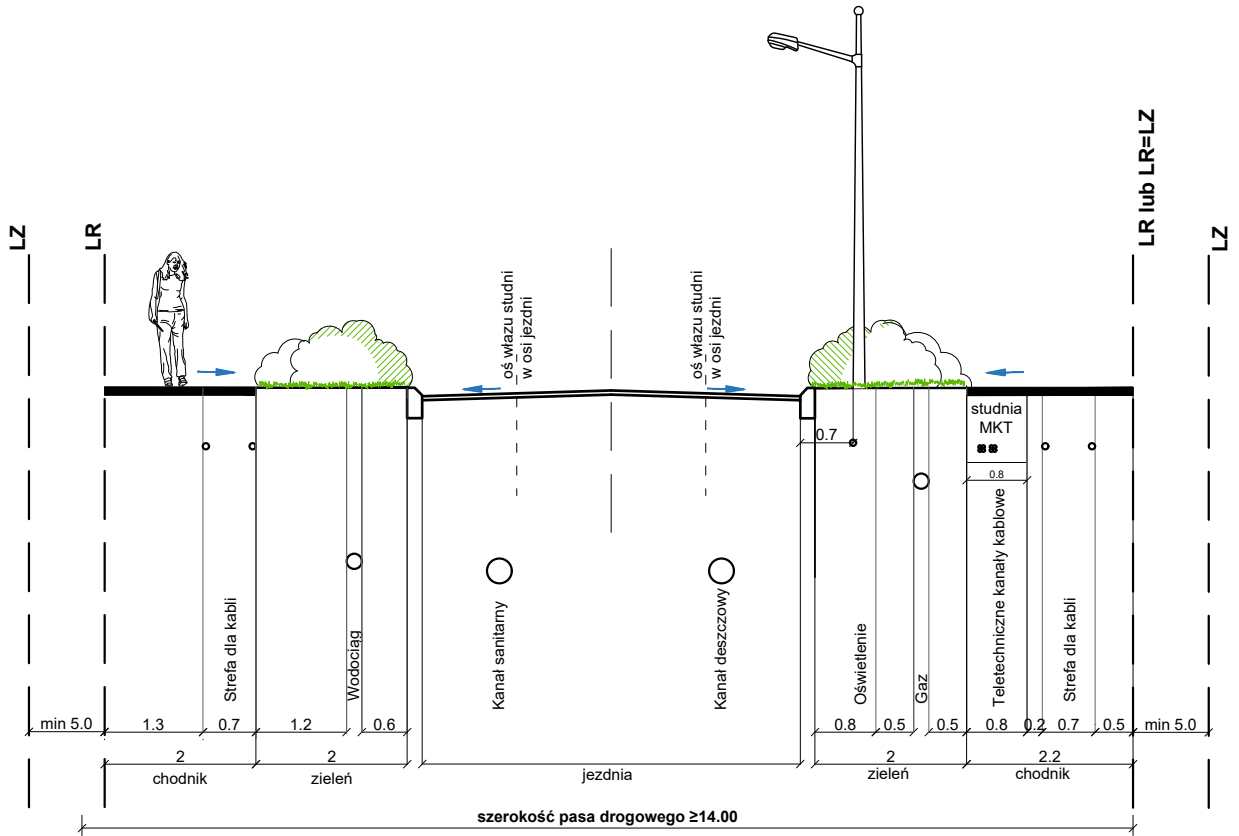
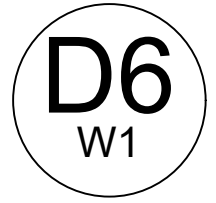
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



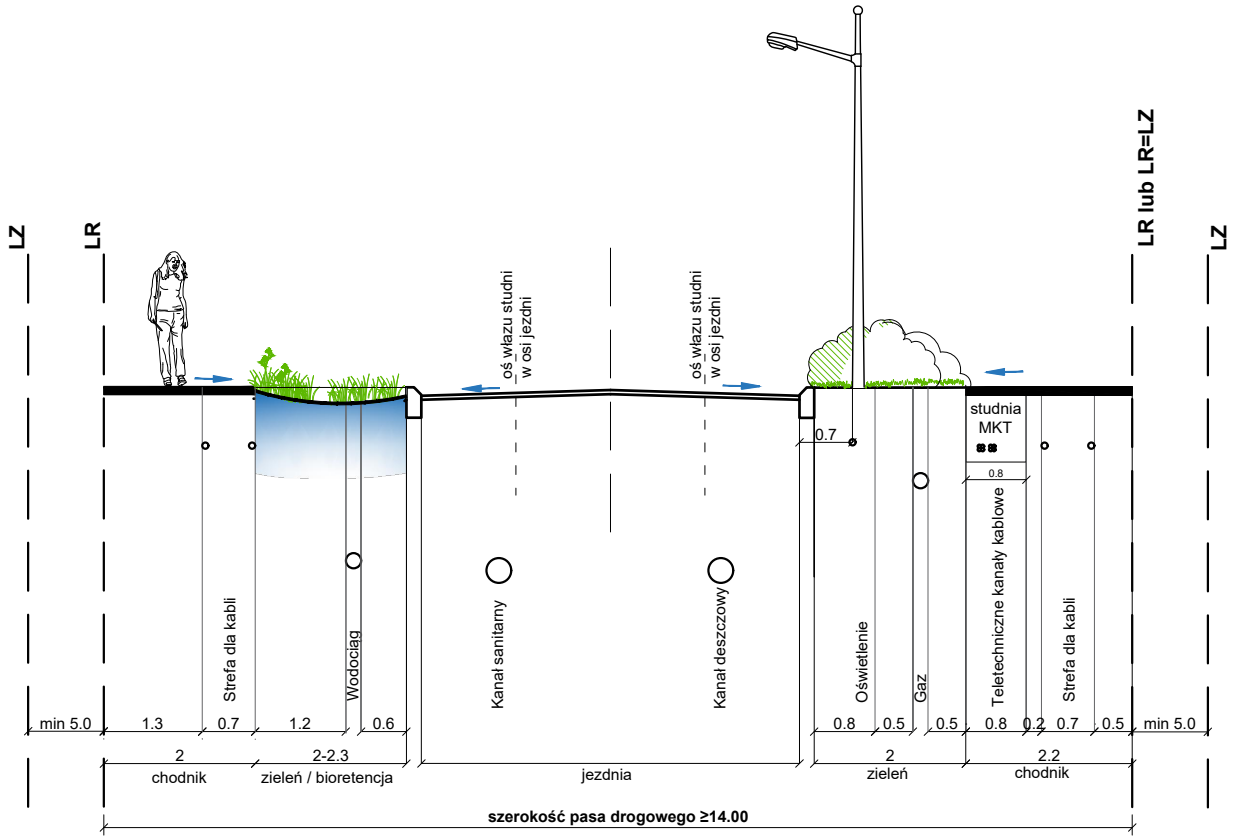
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

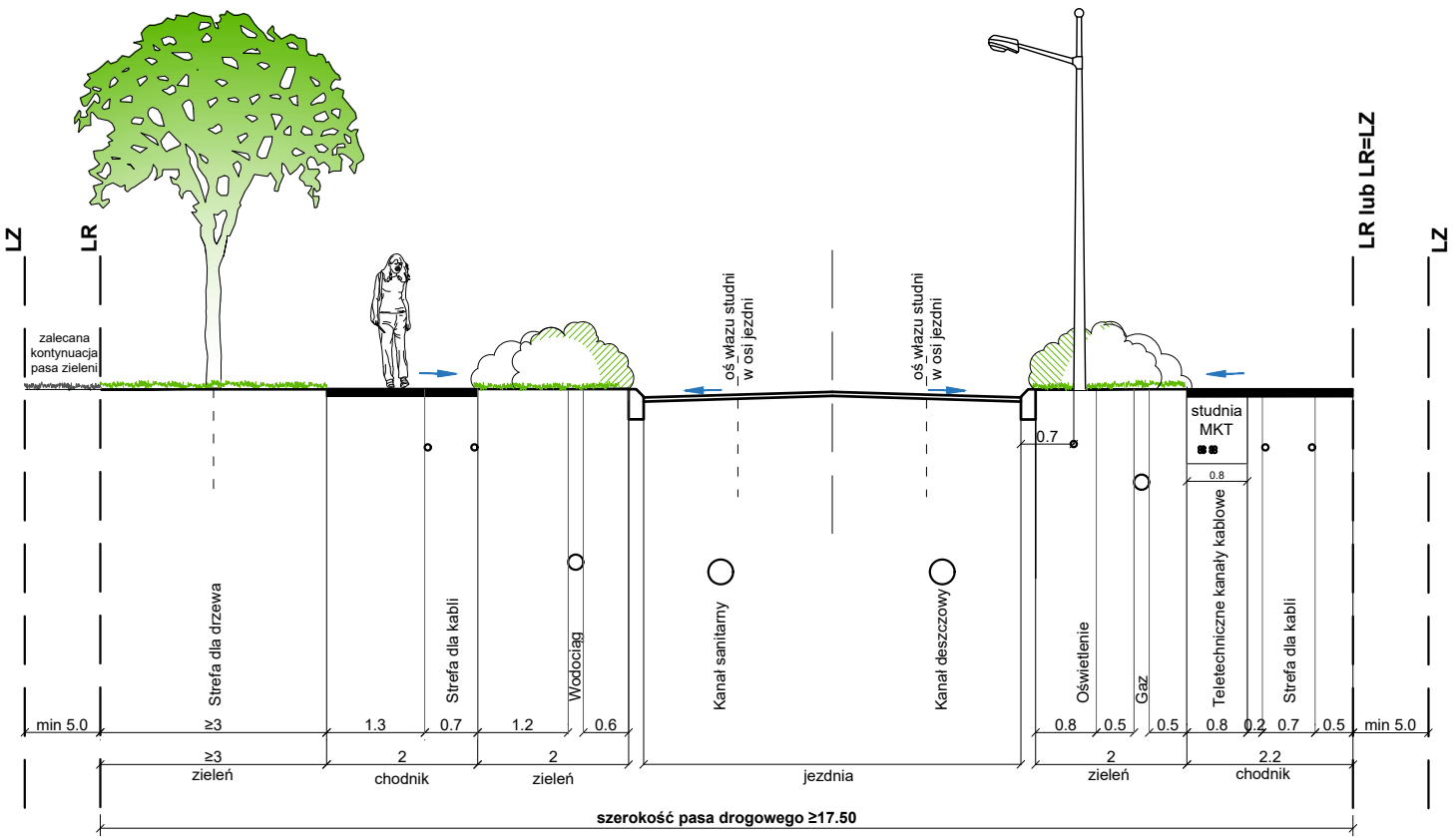


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

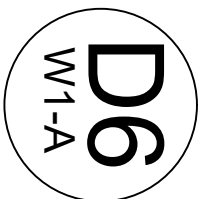


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
 z obiektami bioretencji

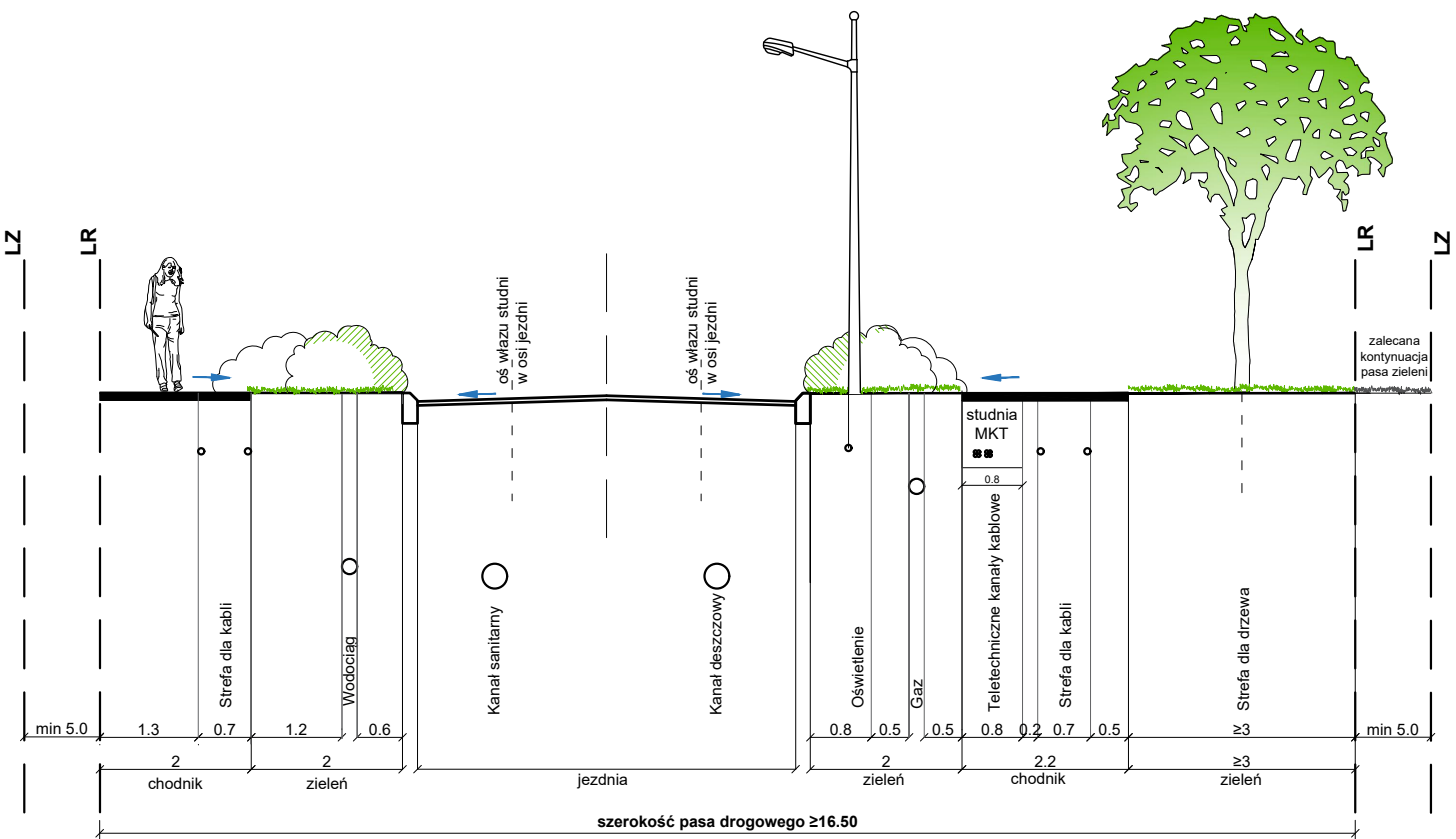




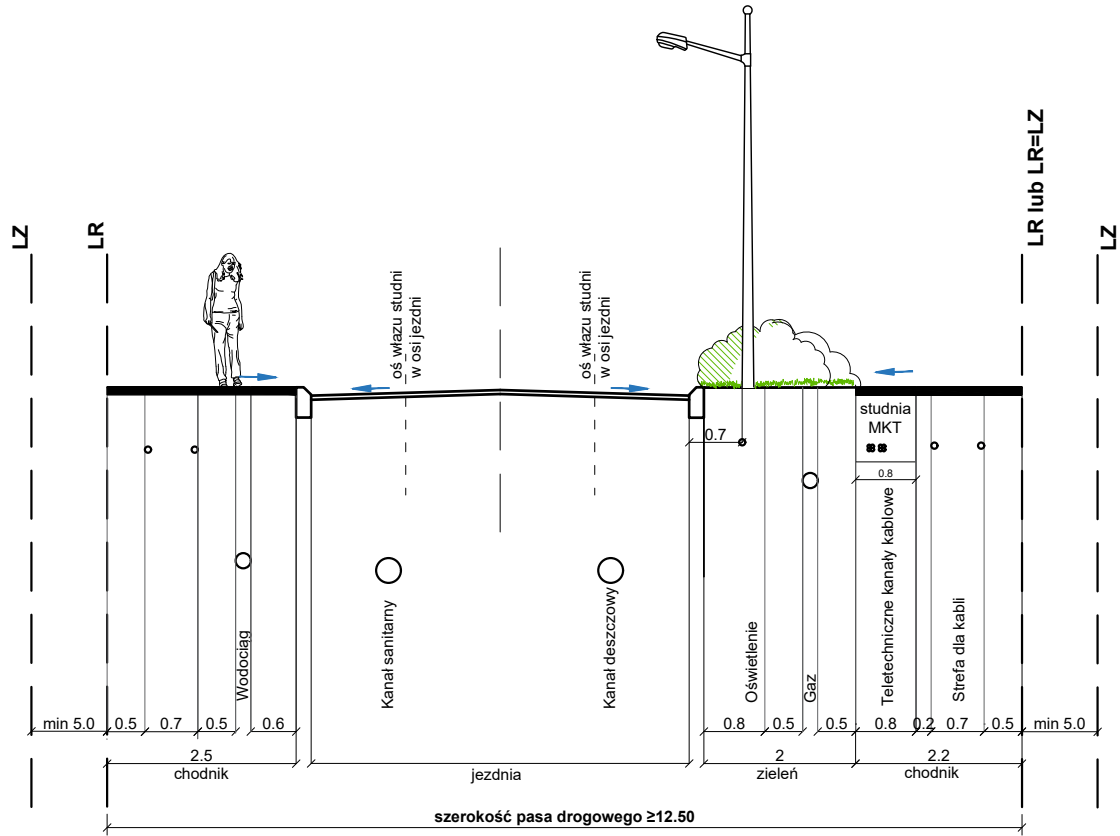
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



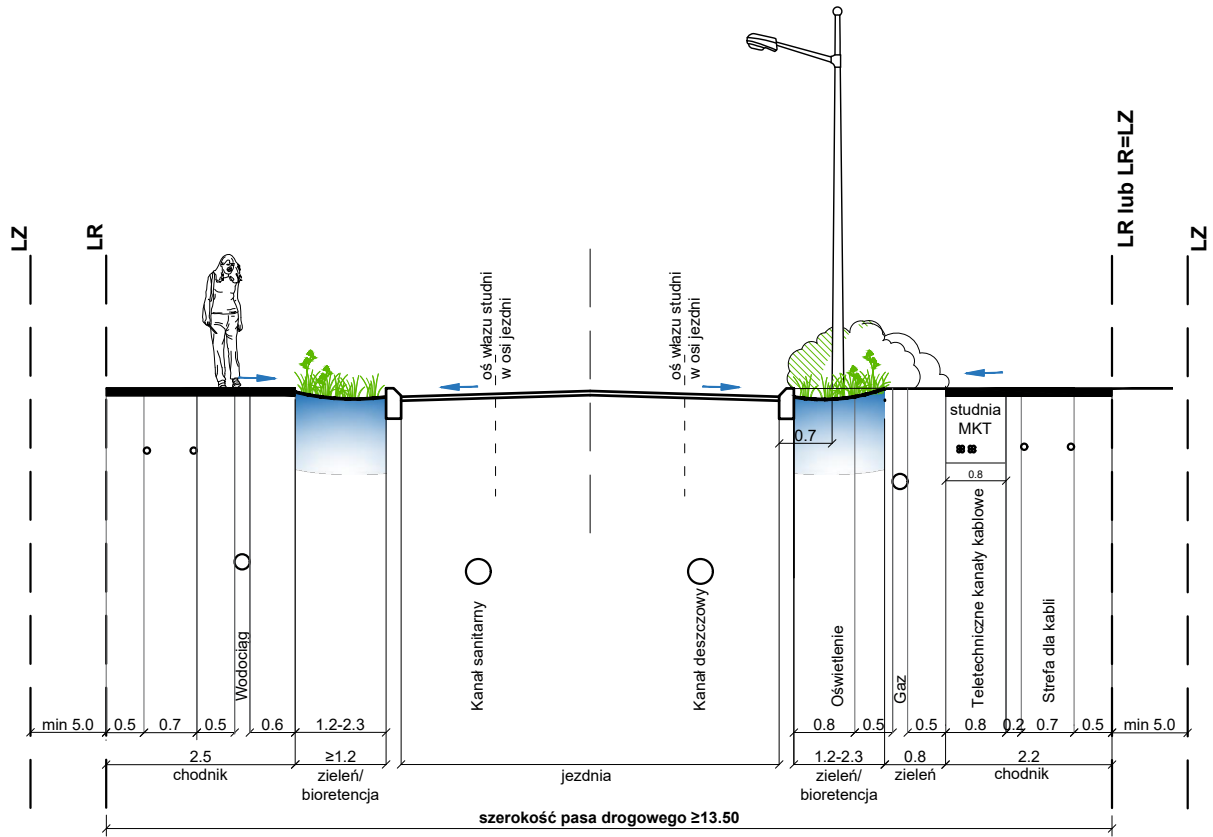
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej
z obiektami bioretencji

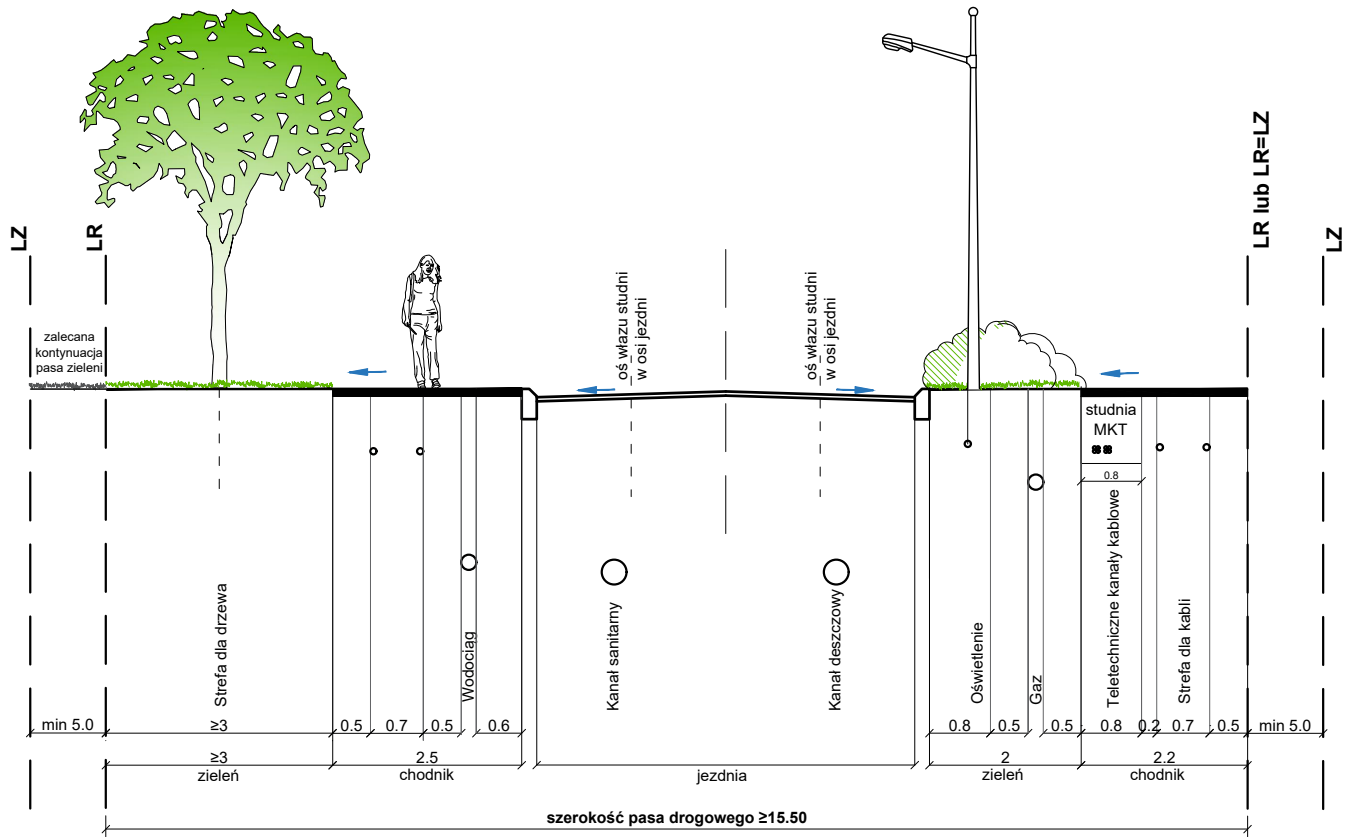


Uwaga:

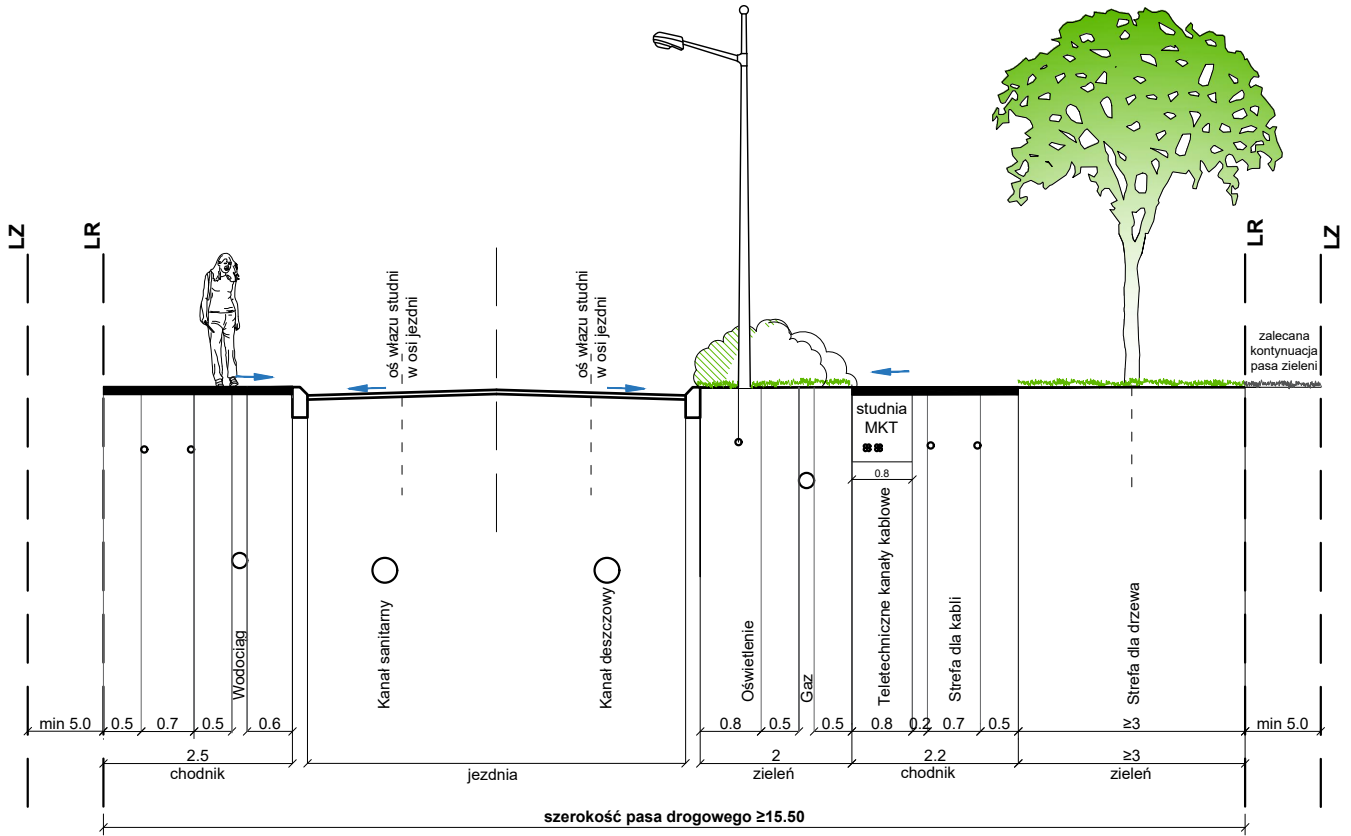
1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.

ULICA KLASY DOJAZDOWEJ

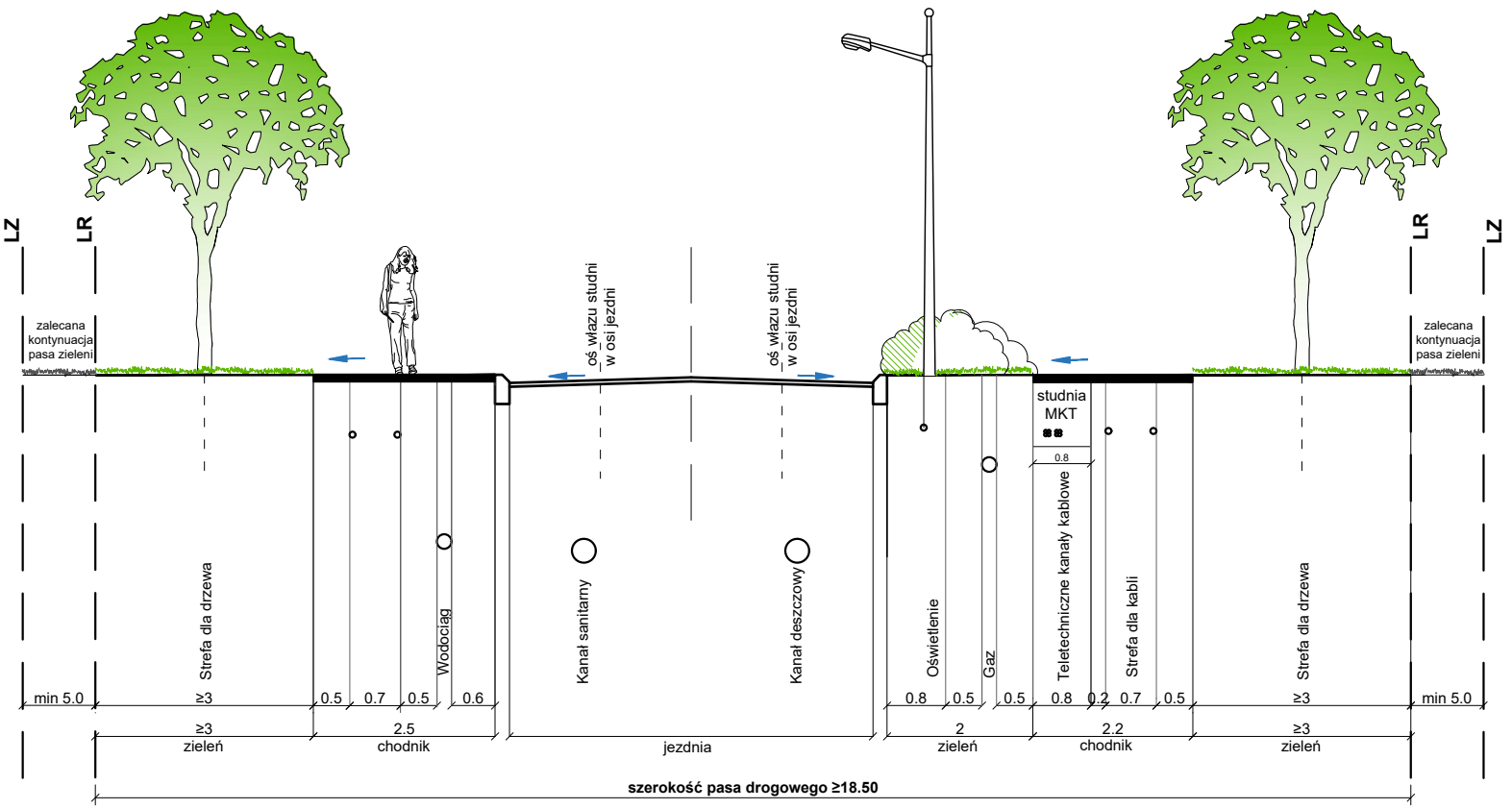
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



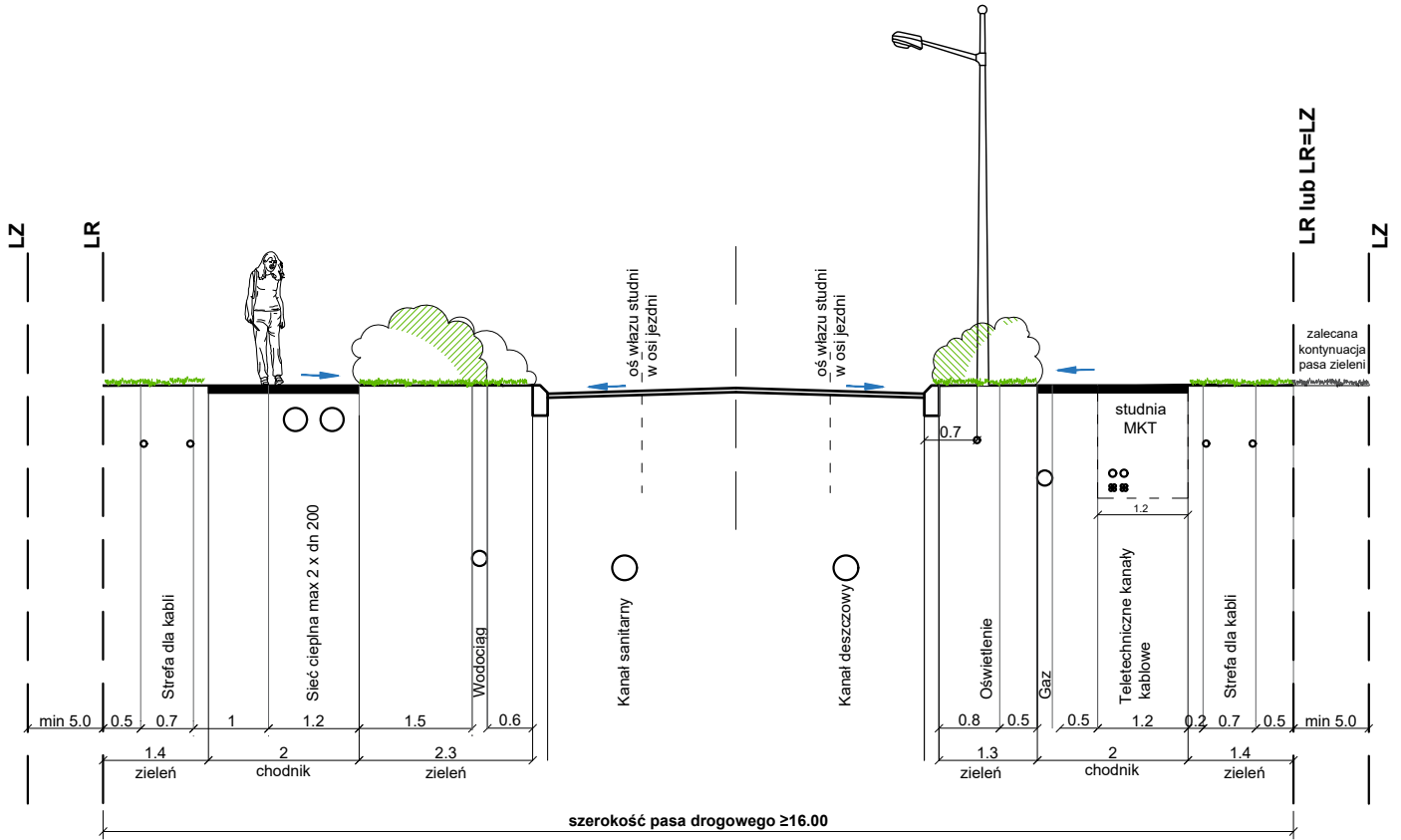
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



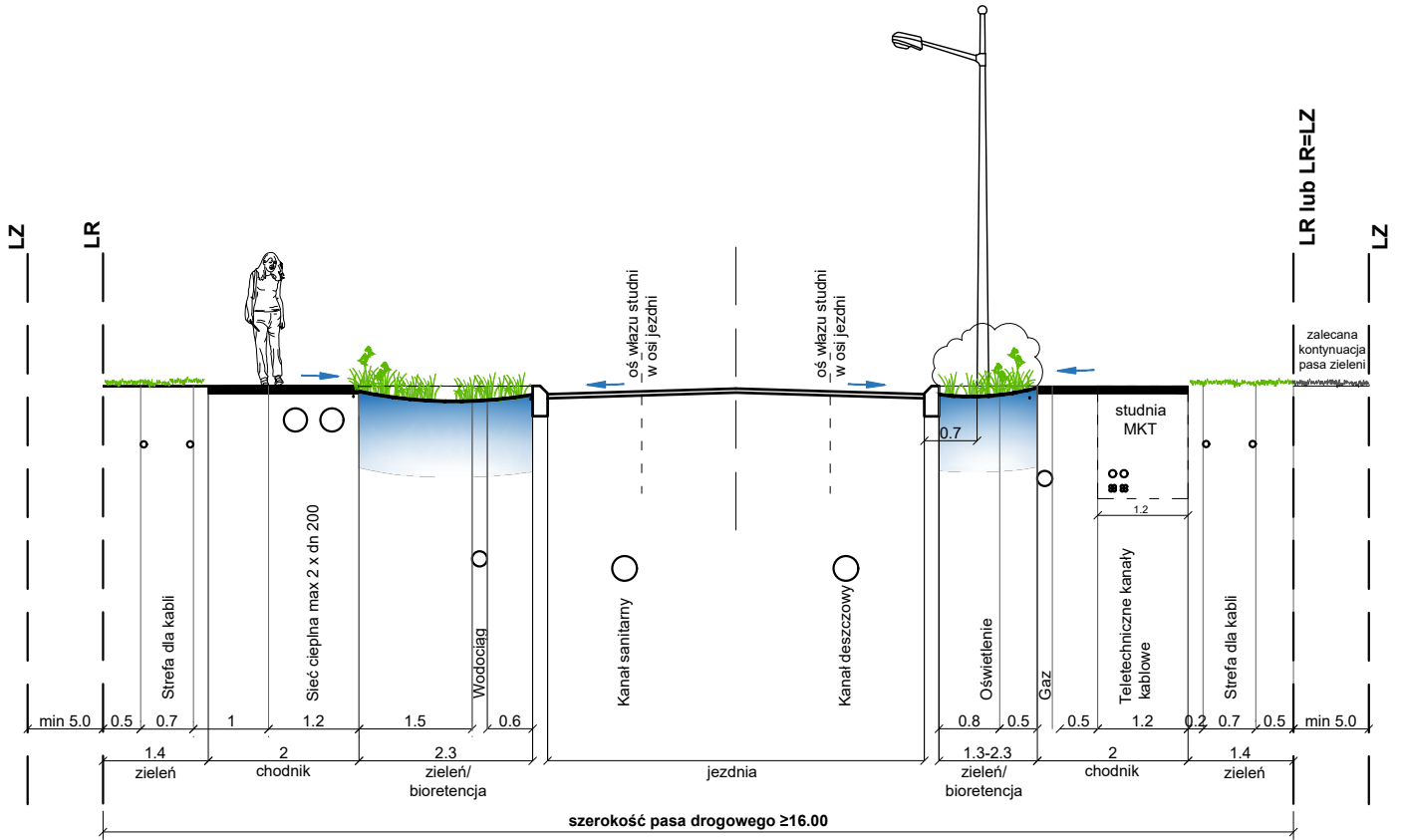
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej



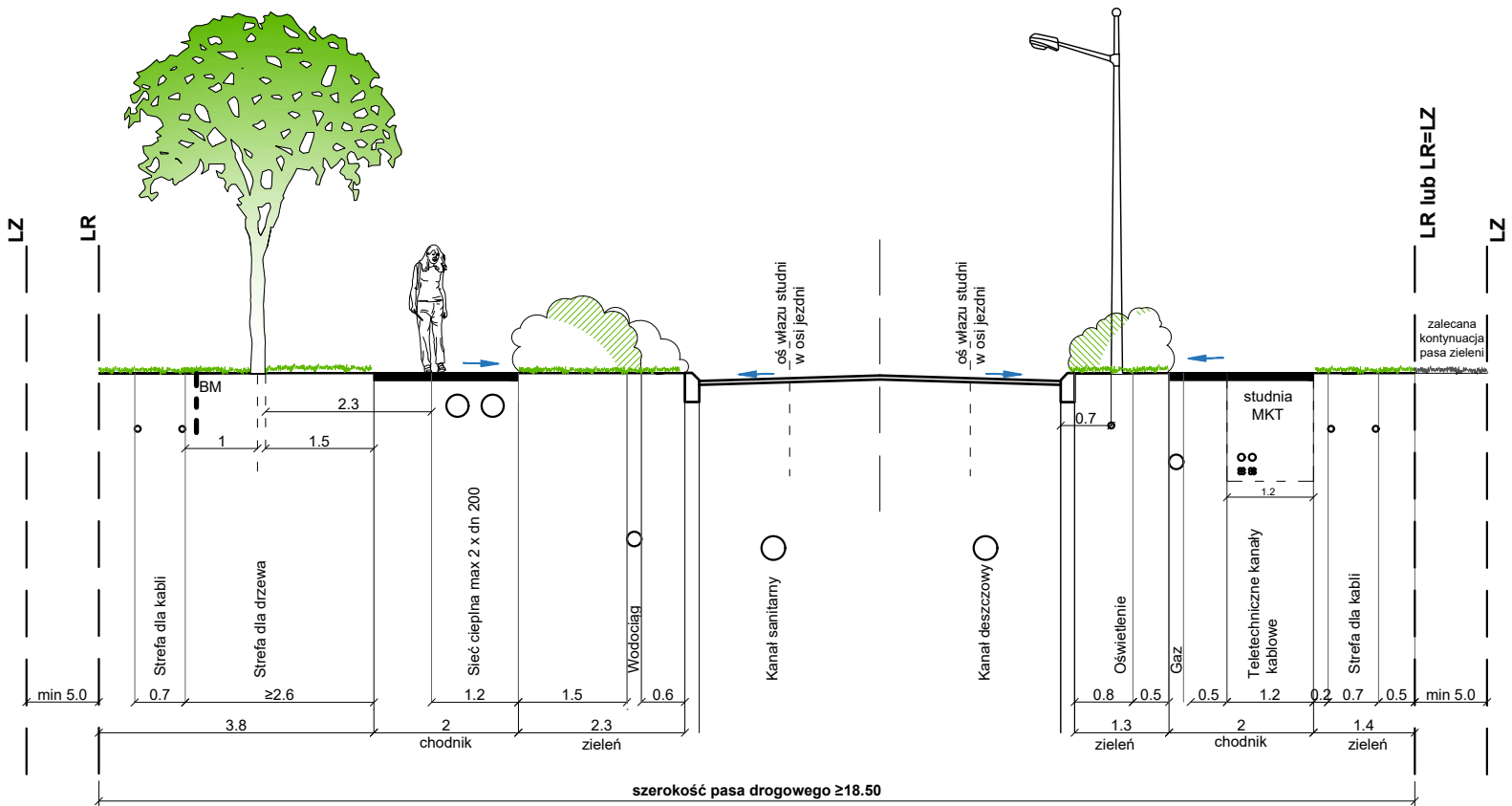
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej
z obiektami bioretencji



Uwaga:

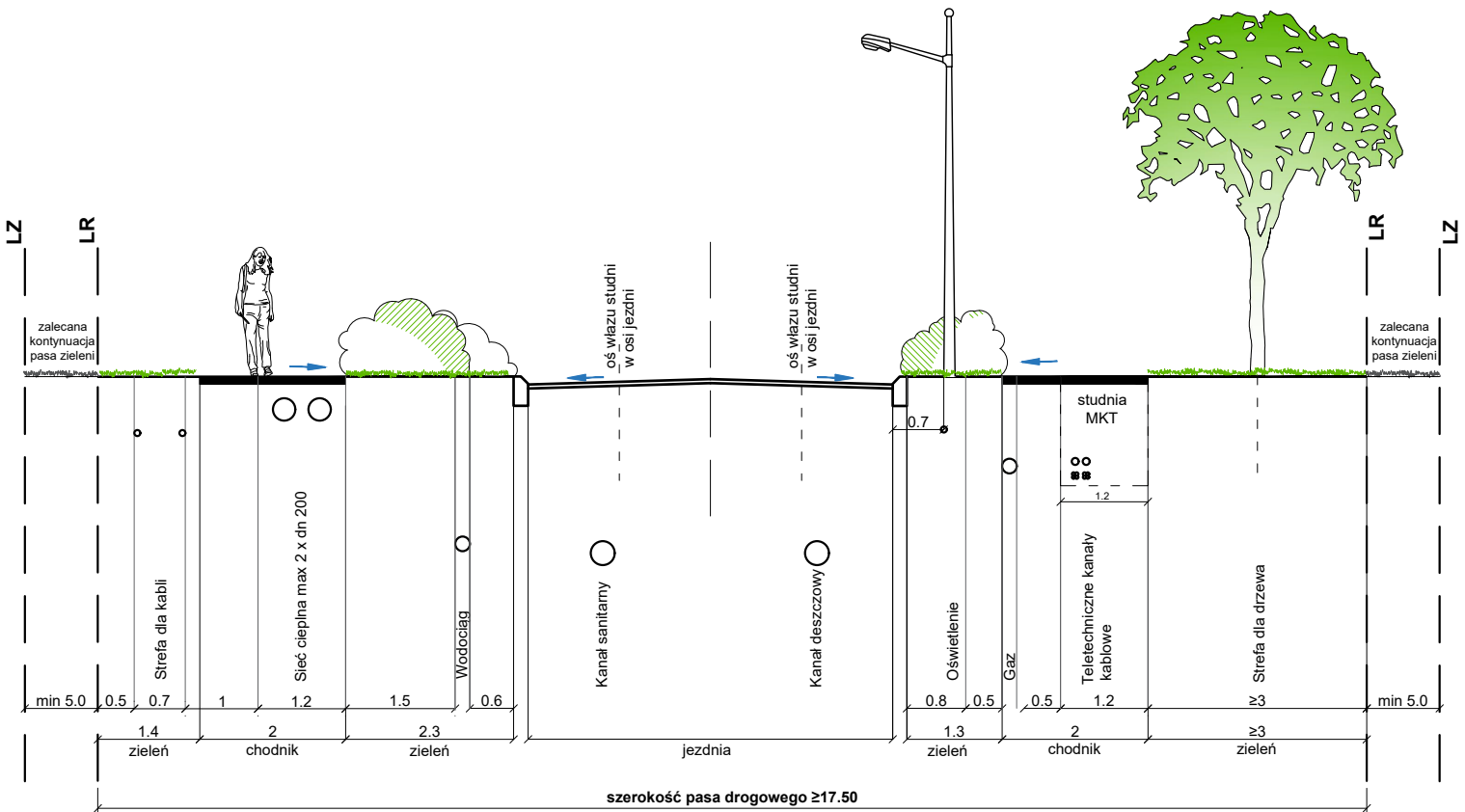
1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.

ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej

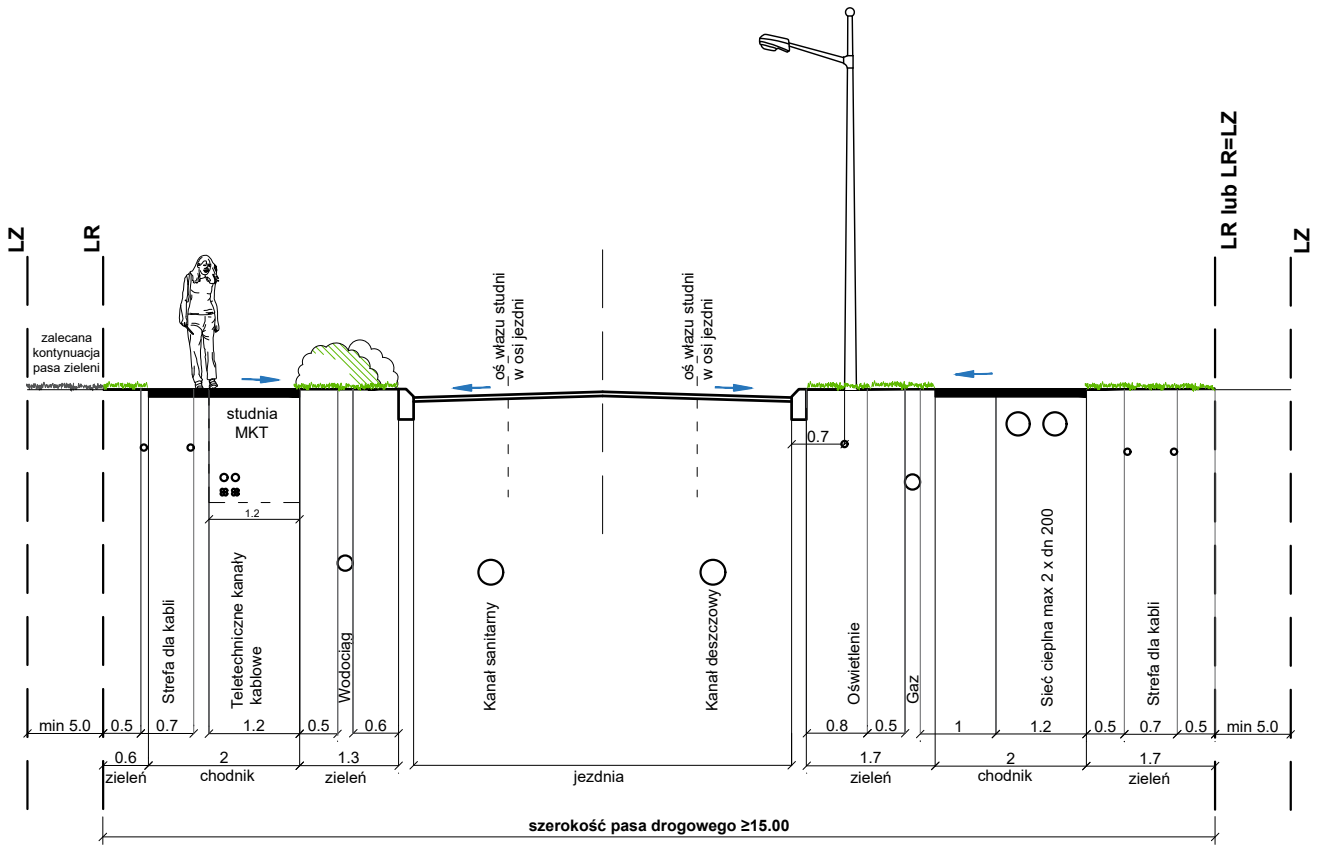


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

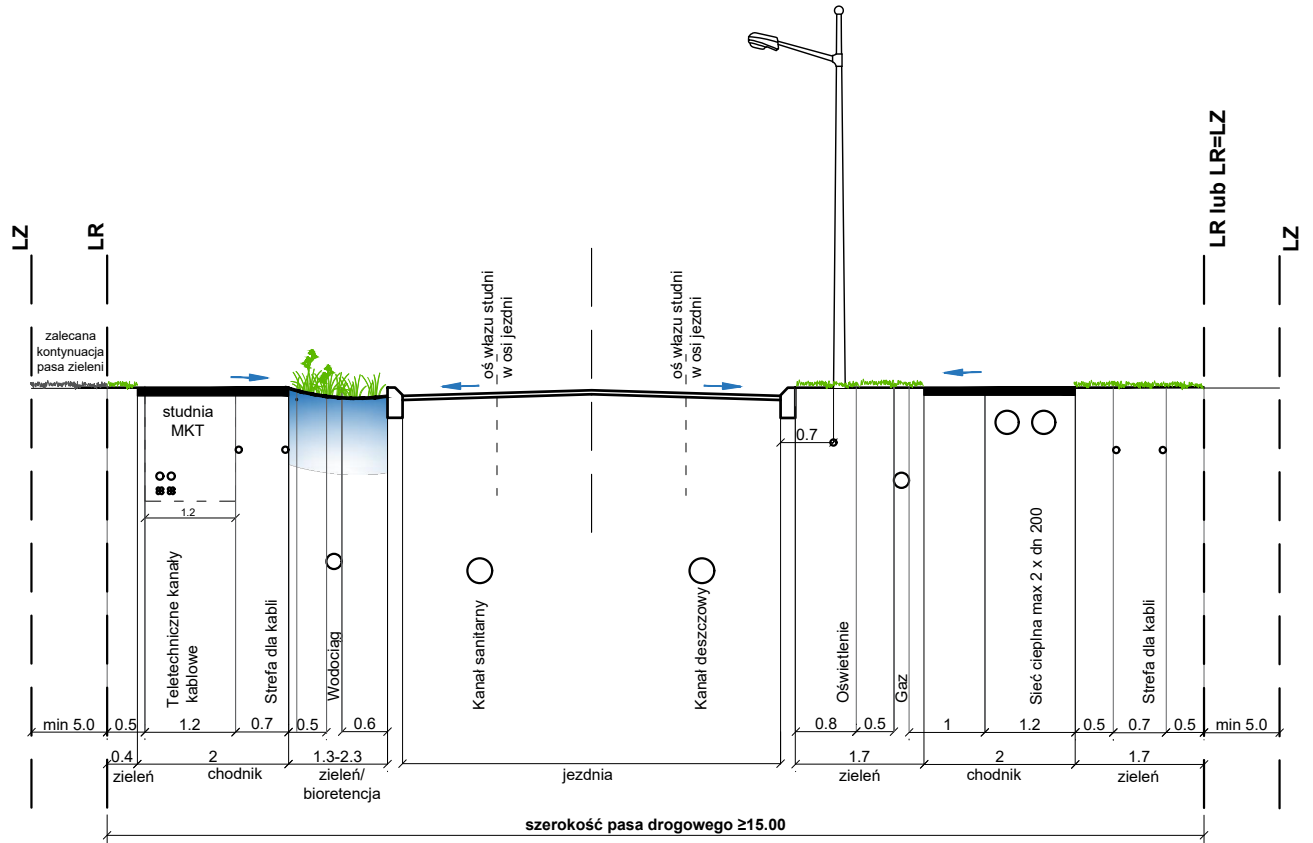
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej



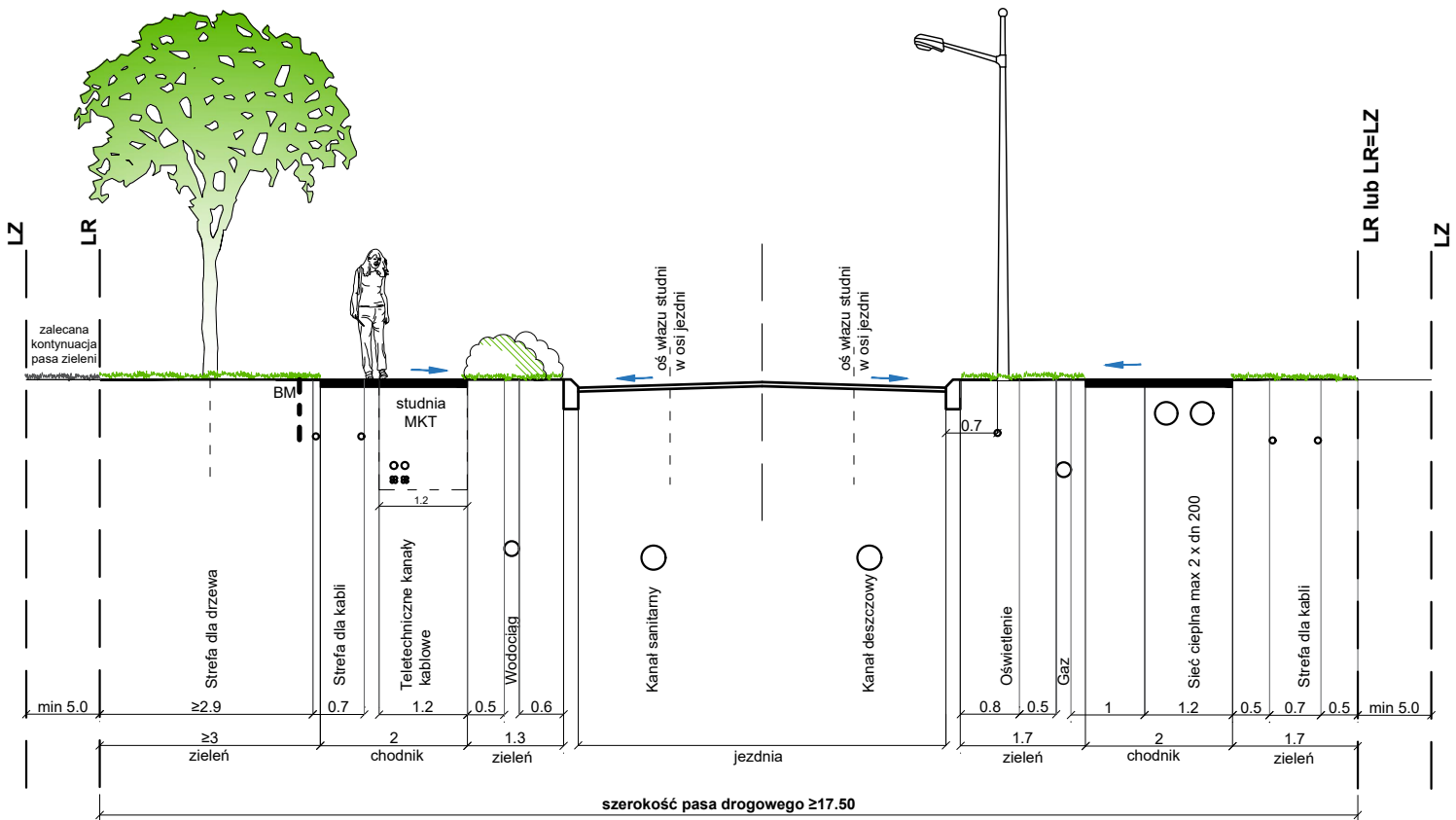
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej i jednorodzinnej i wielorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej
 z obiektami bioretencji

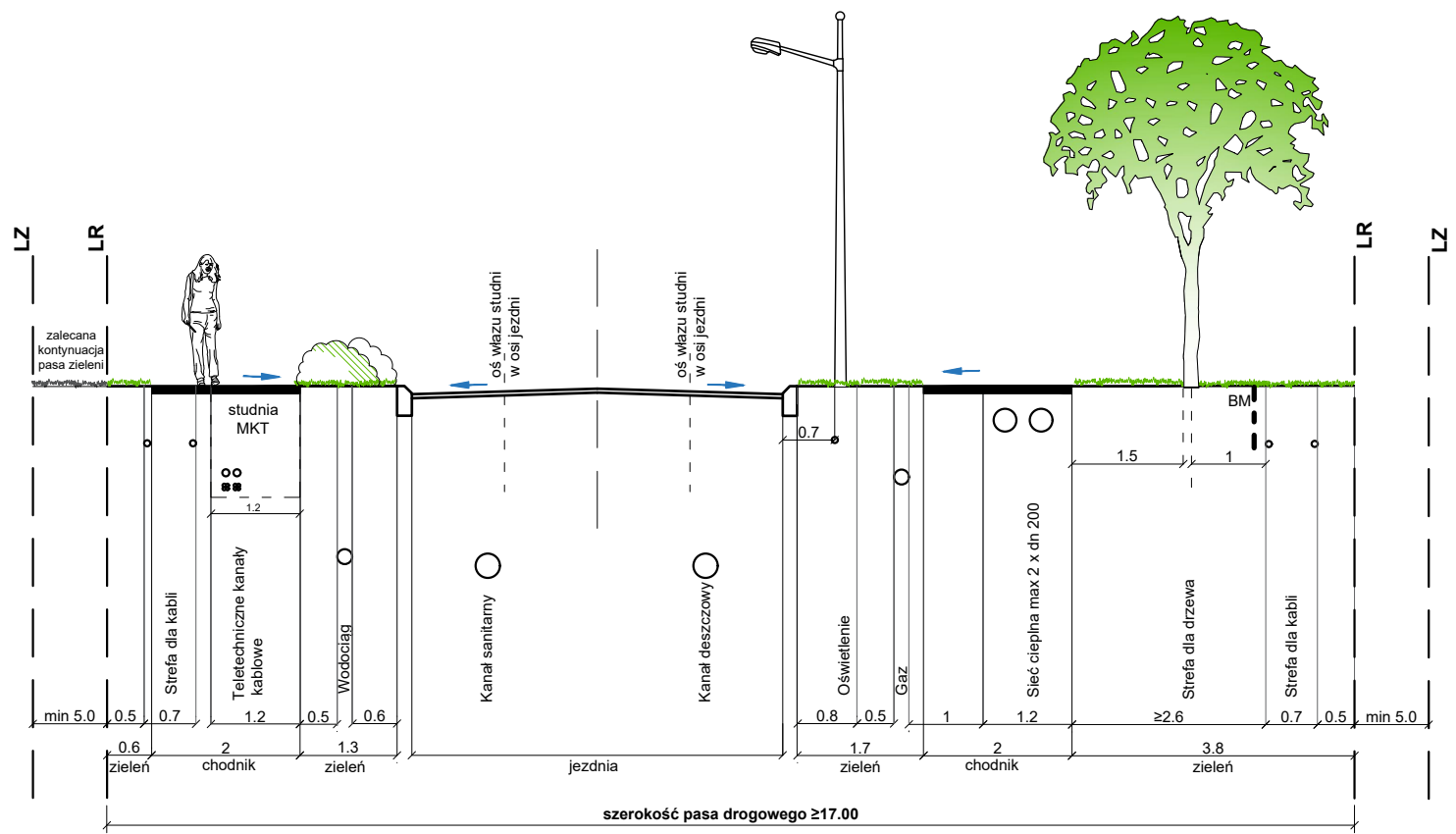


ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej

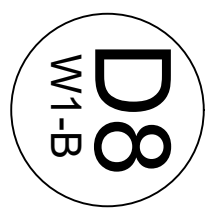


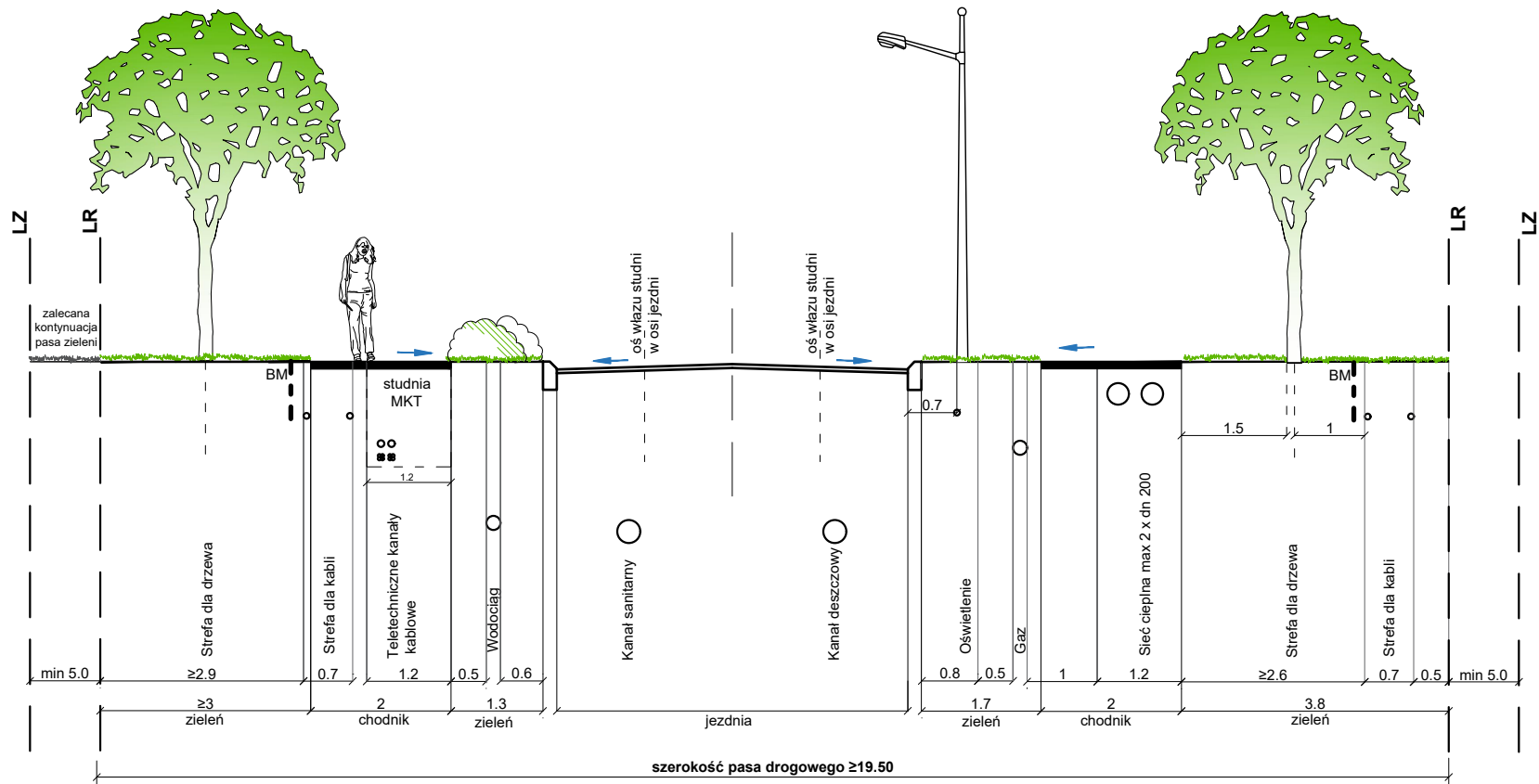
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej



BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



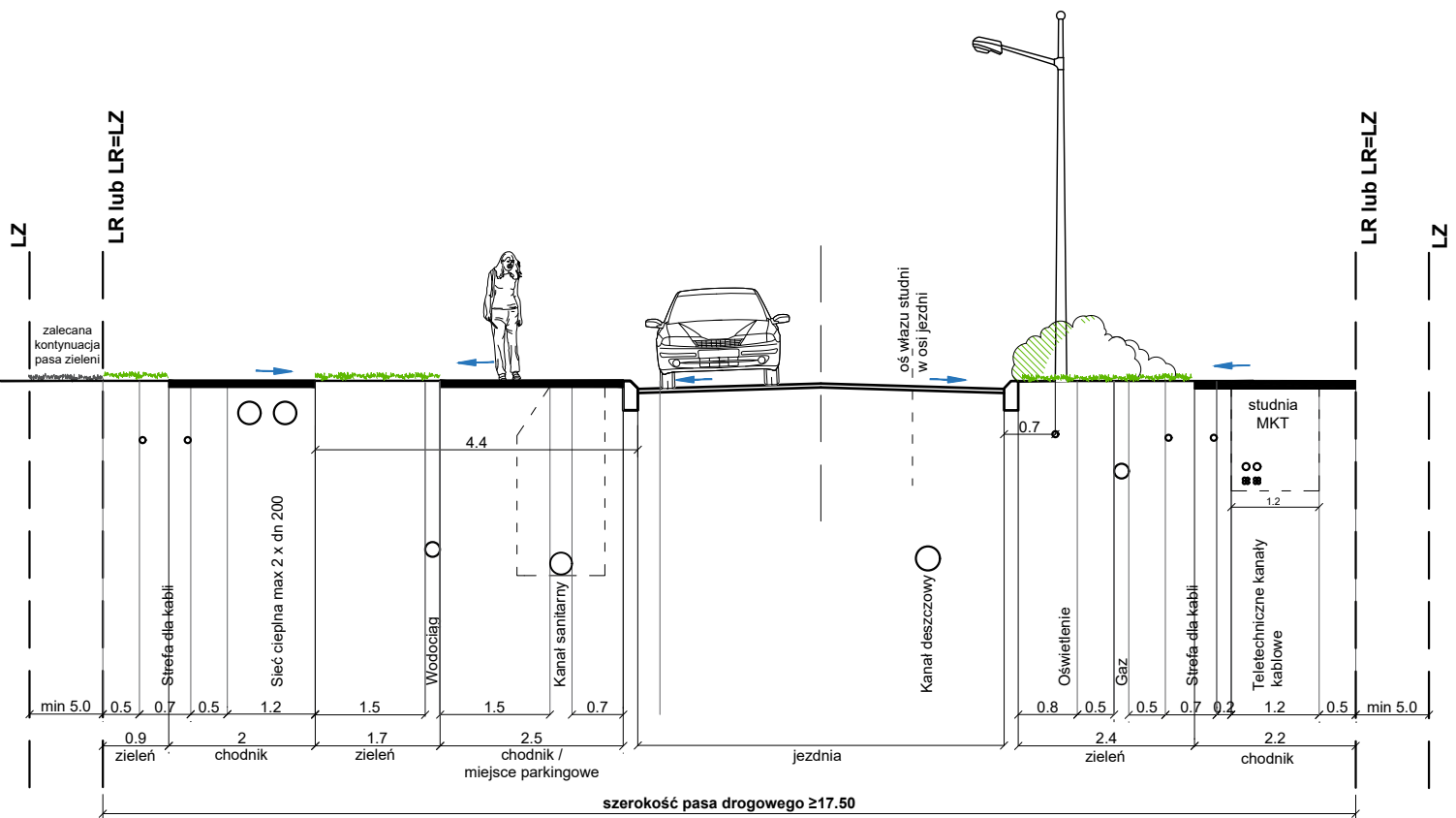


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

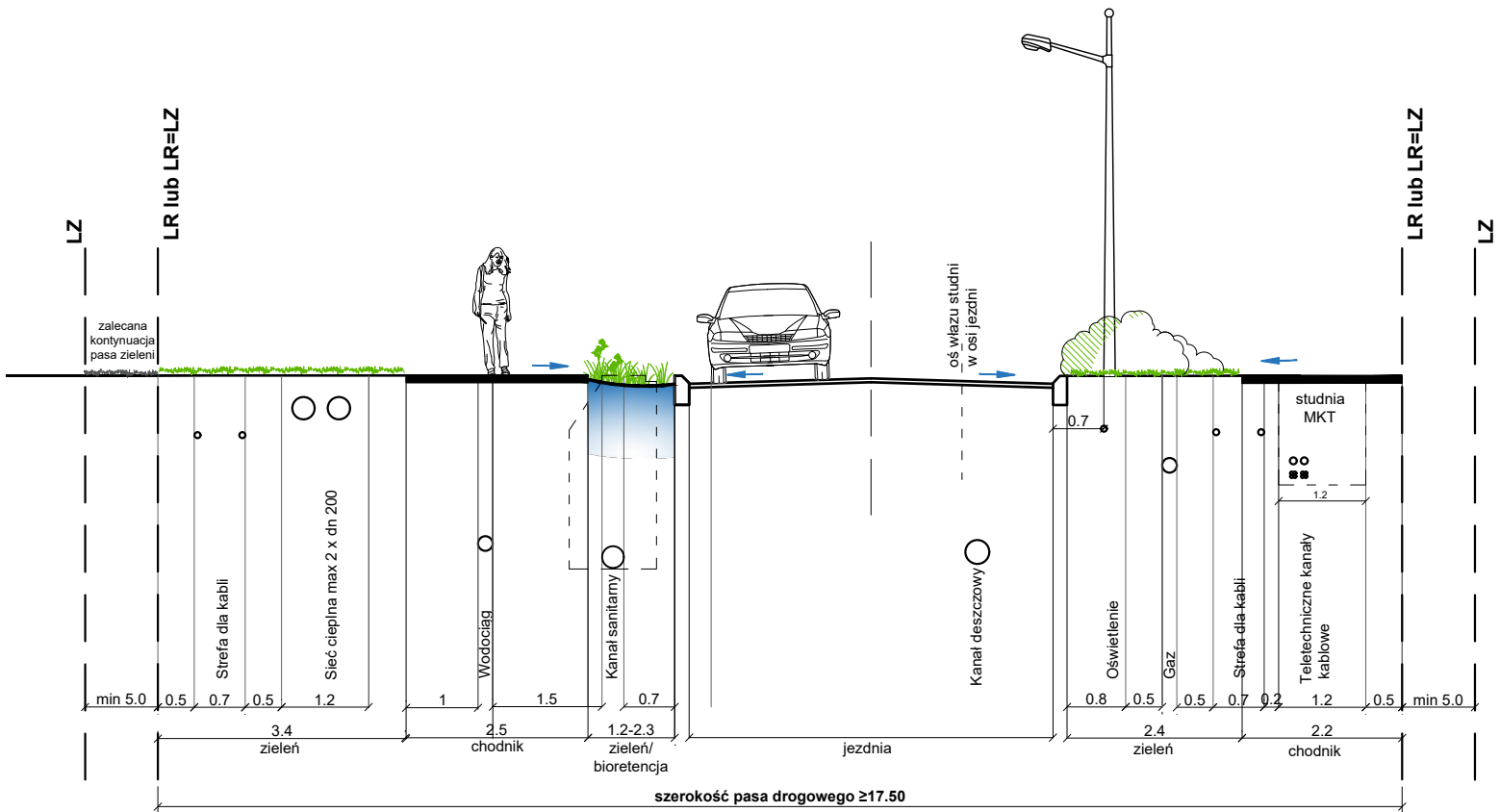
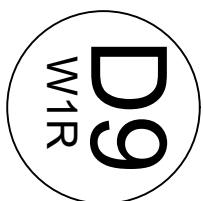
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej



ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej



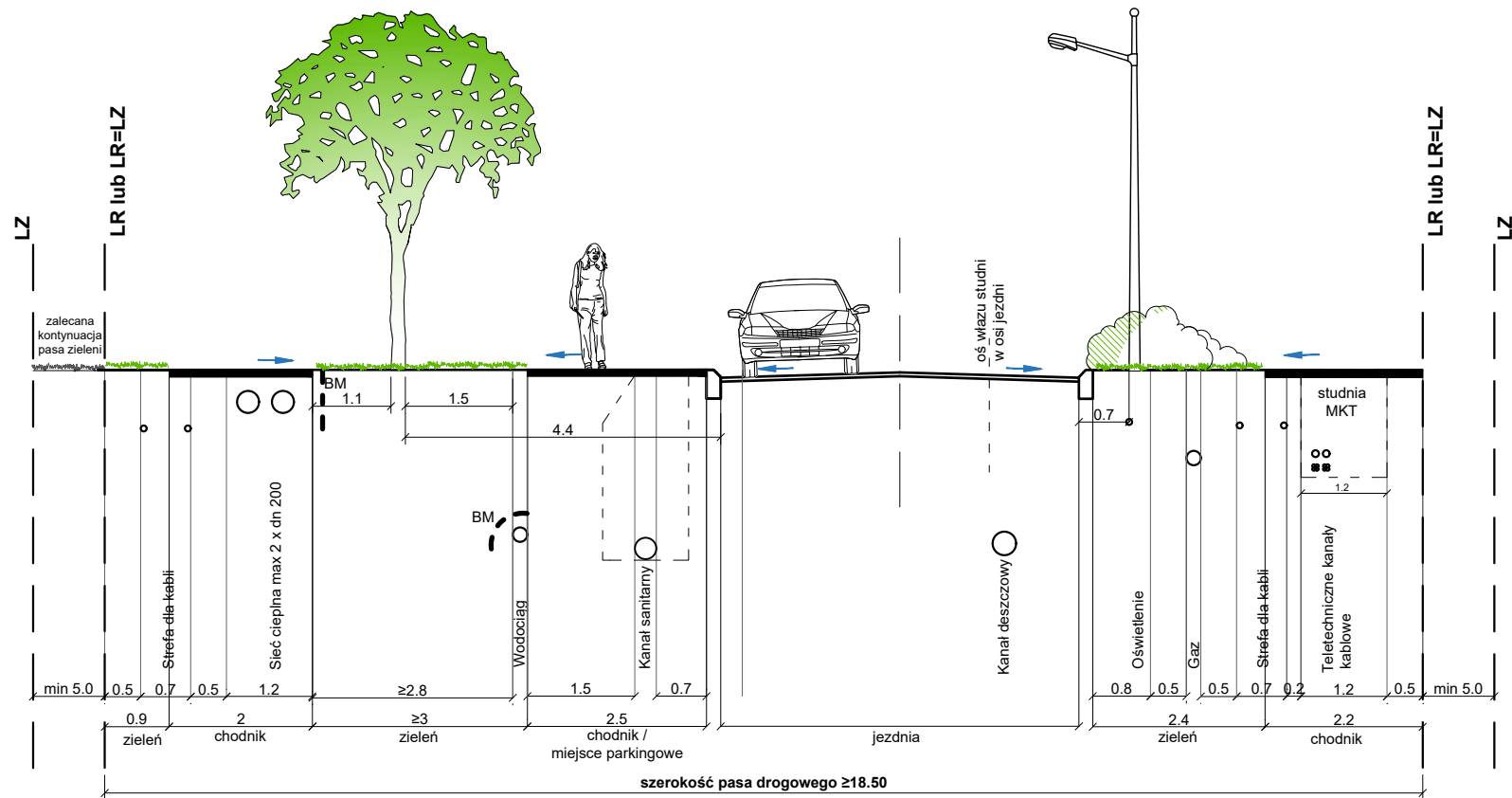
ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej
 z obiektami bioretencji



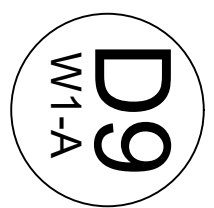
Uwaga:

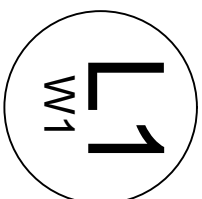
1. W miejscu studni kanalizacji sanitarnej przerwy w ciągłości obiektu bioretencji

ULICA KLASY DOJAZDOWEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej

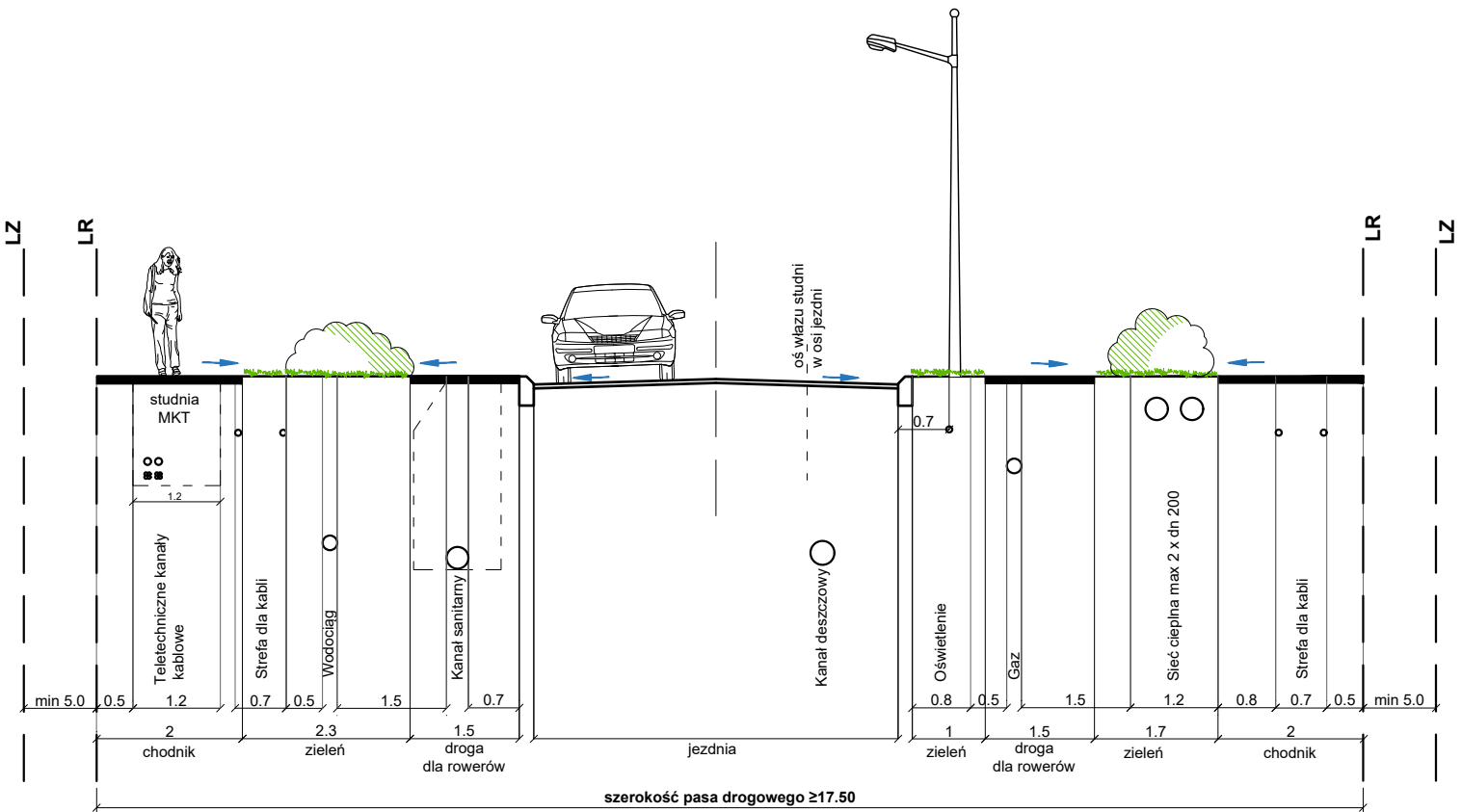


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

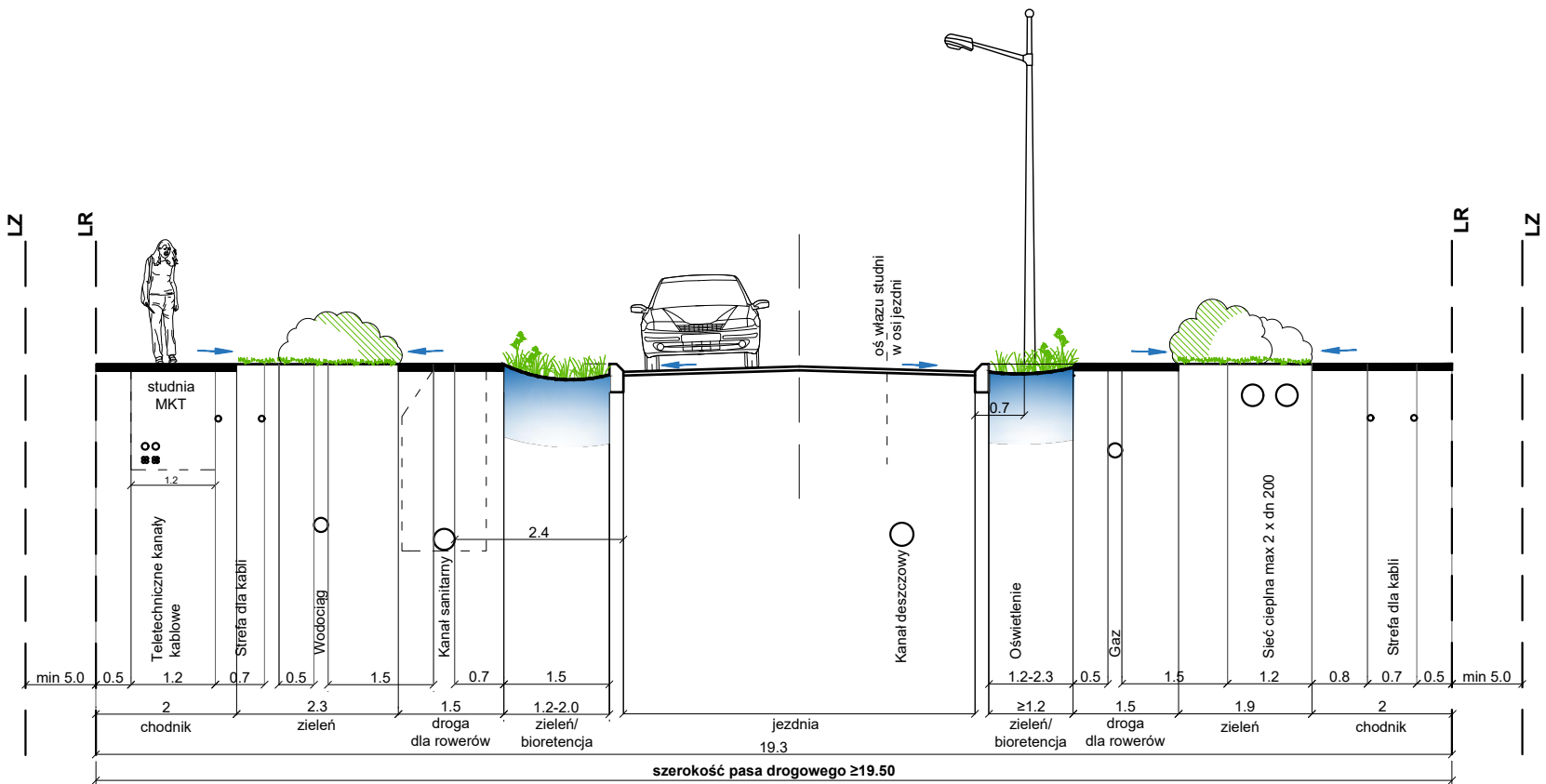
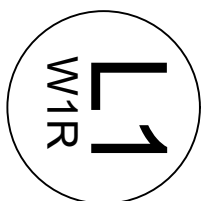




ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

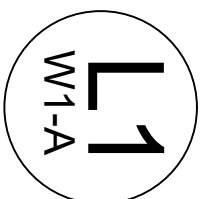


ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
z obiektami bioretencji

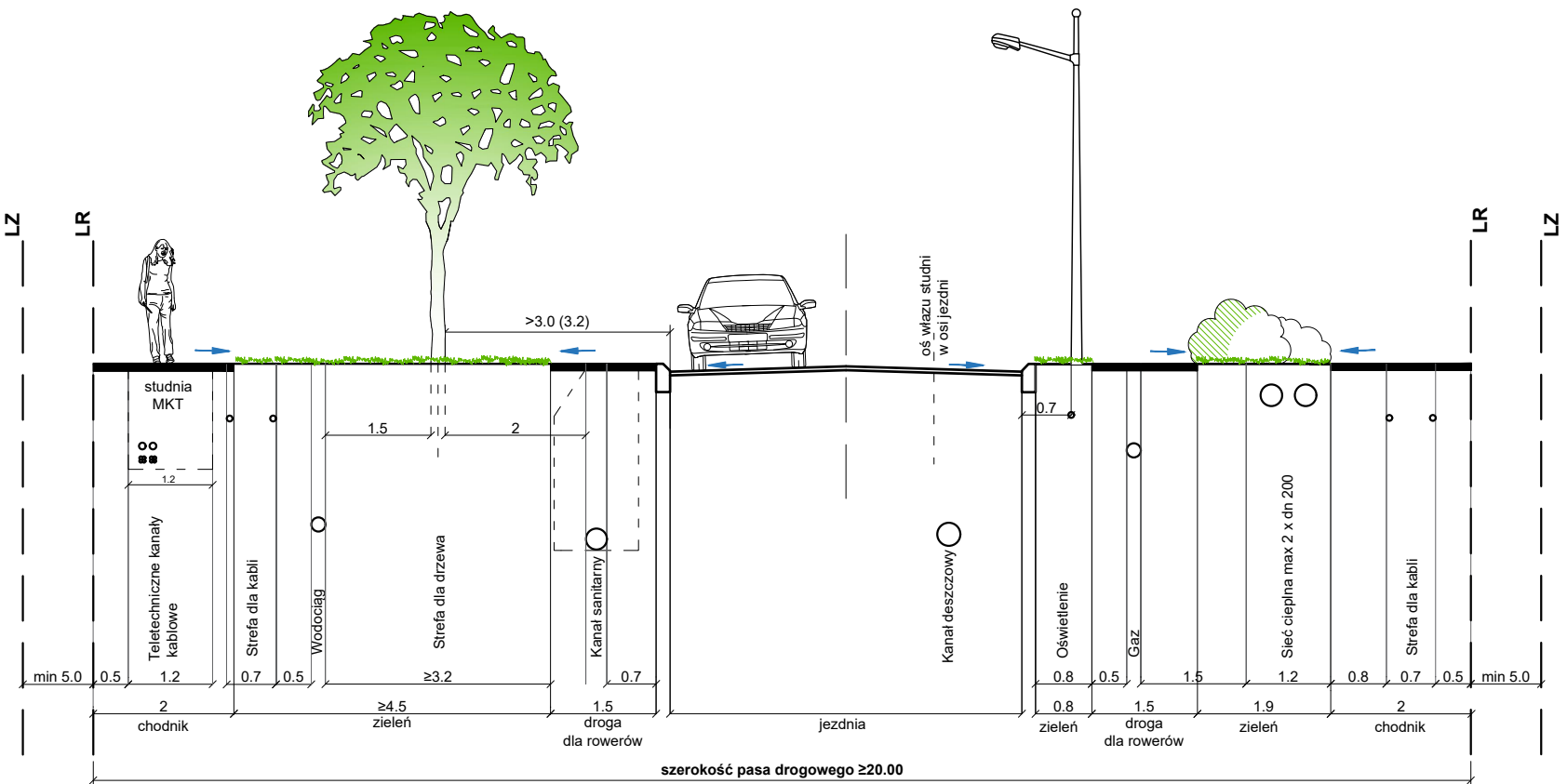


Uwaga:

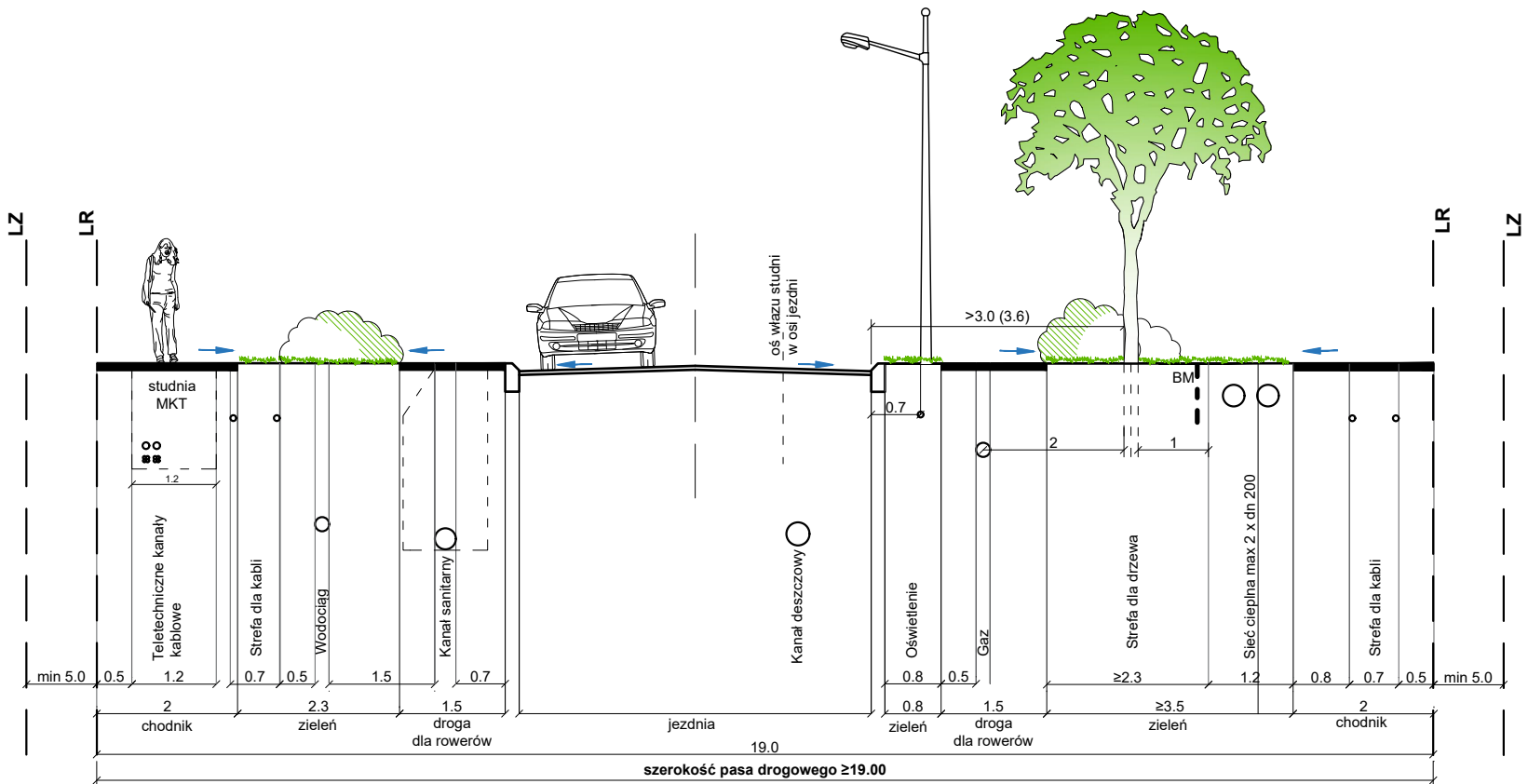
1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.



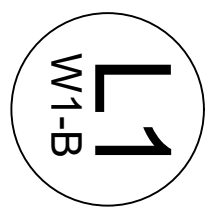
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



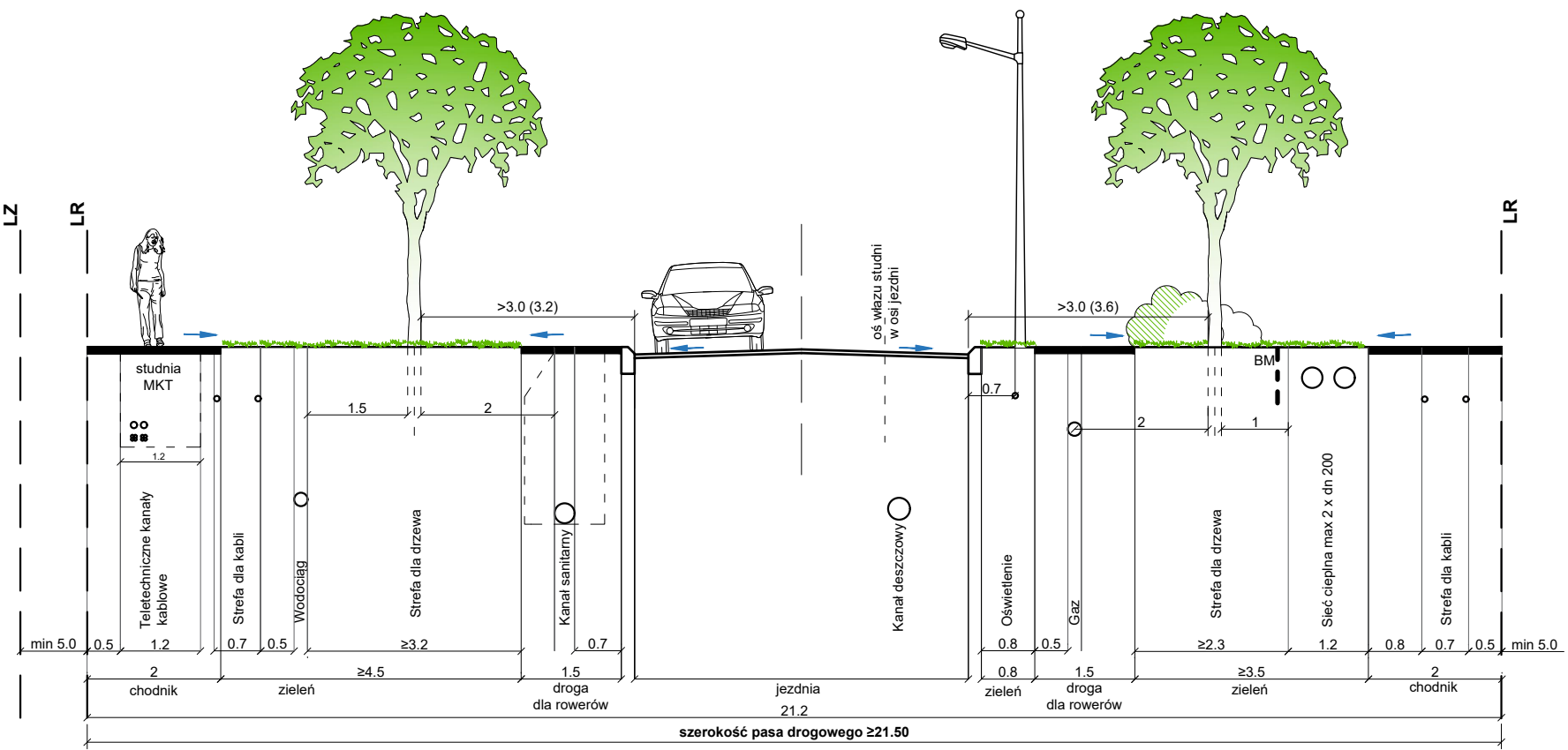
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



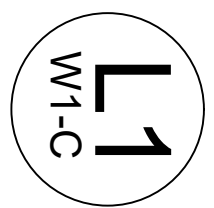
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

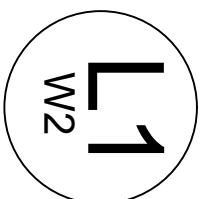


ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

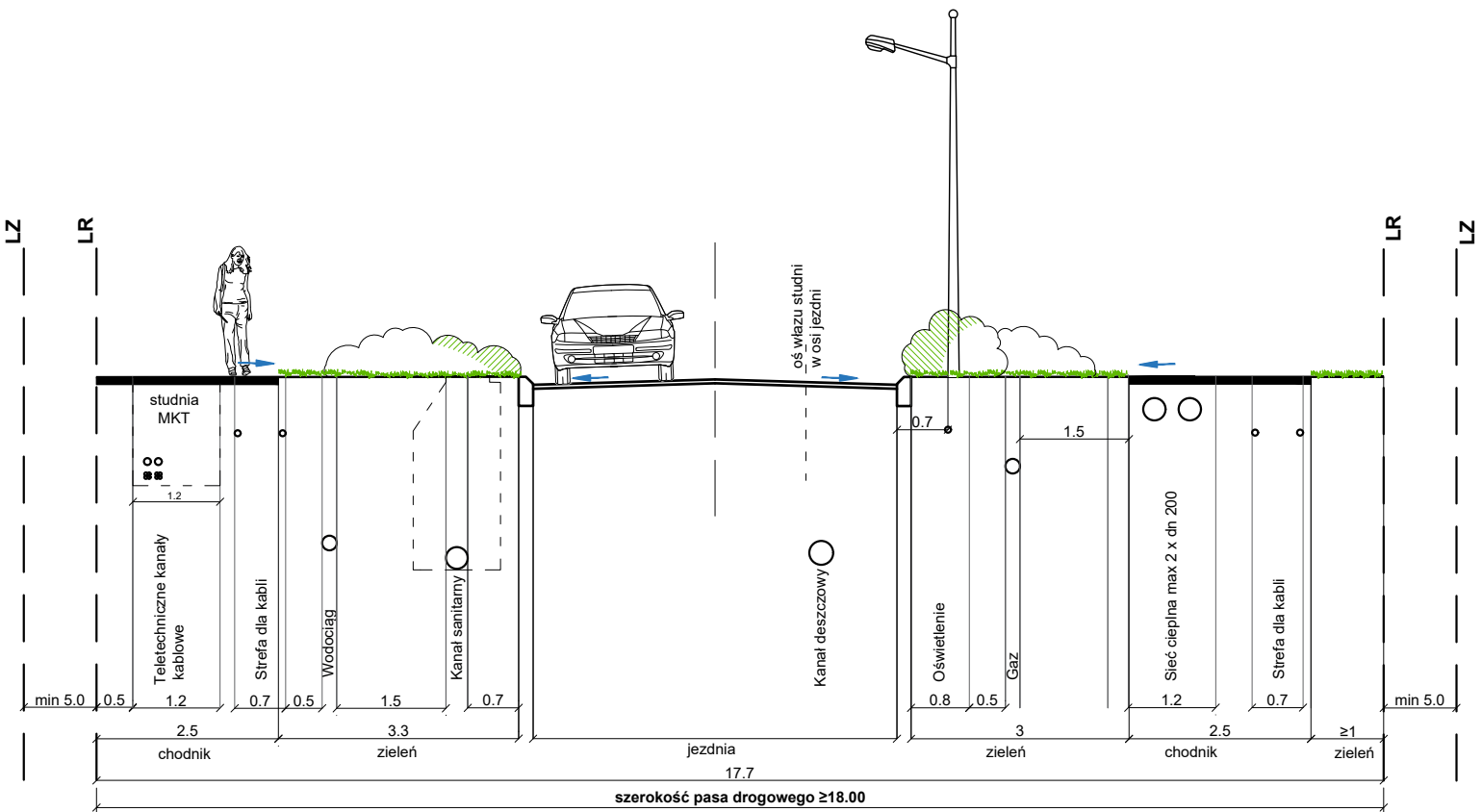


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

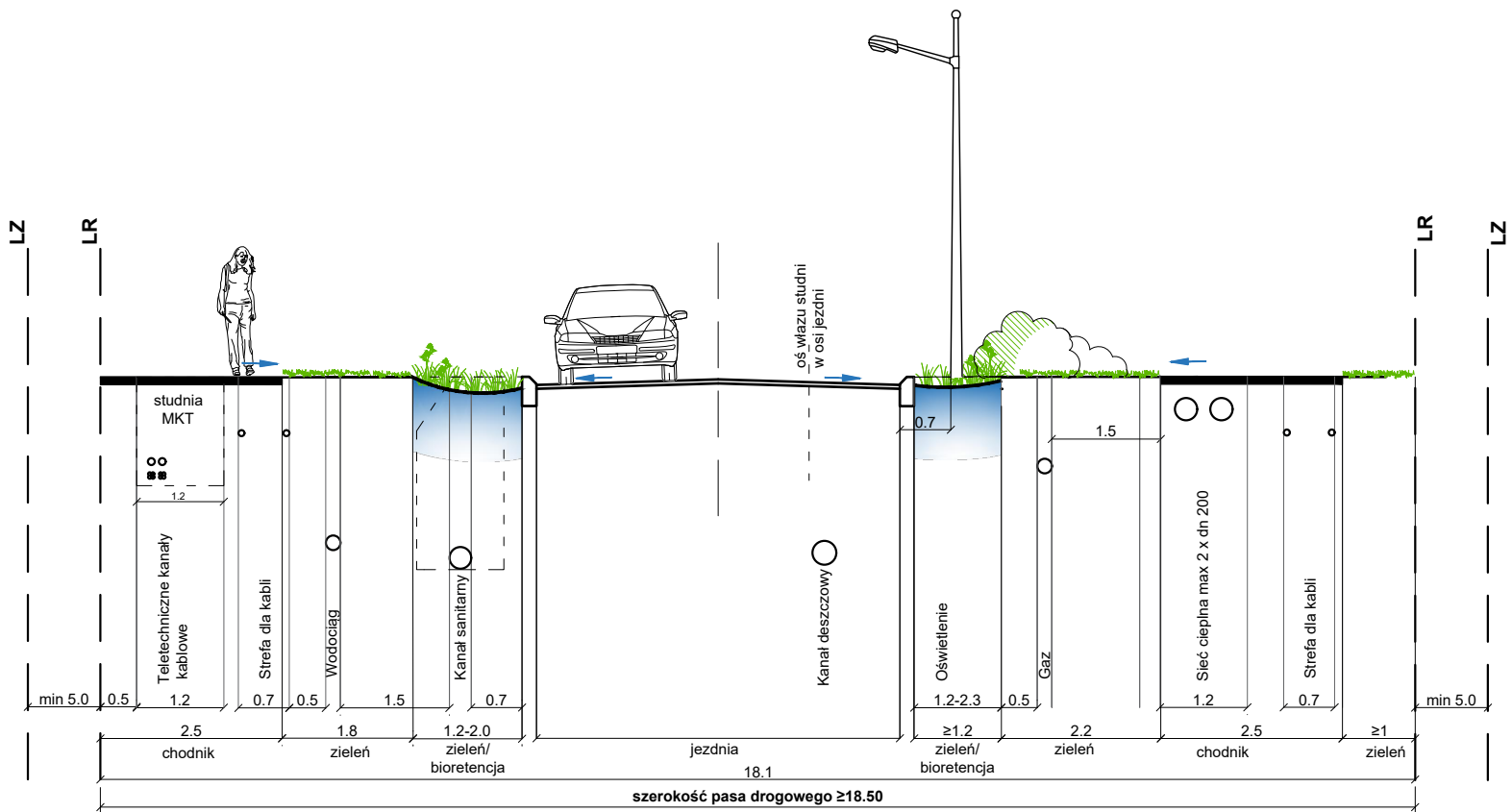




ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

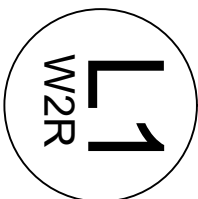


ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
z obiektami bioretencji

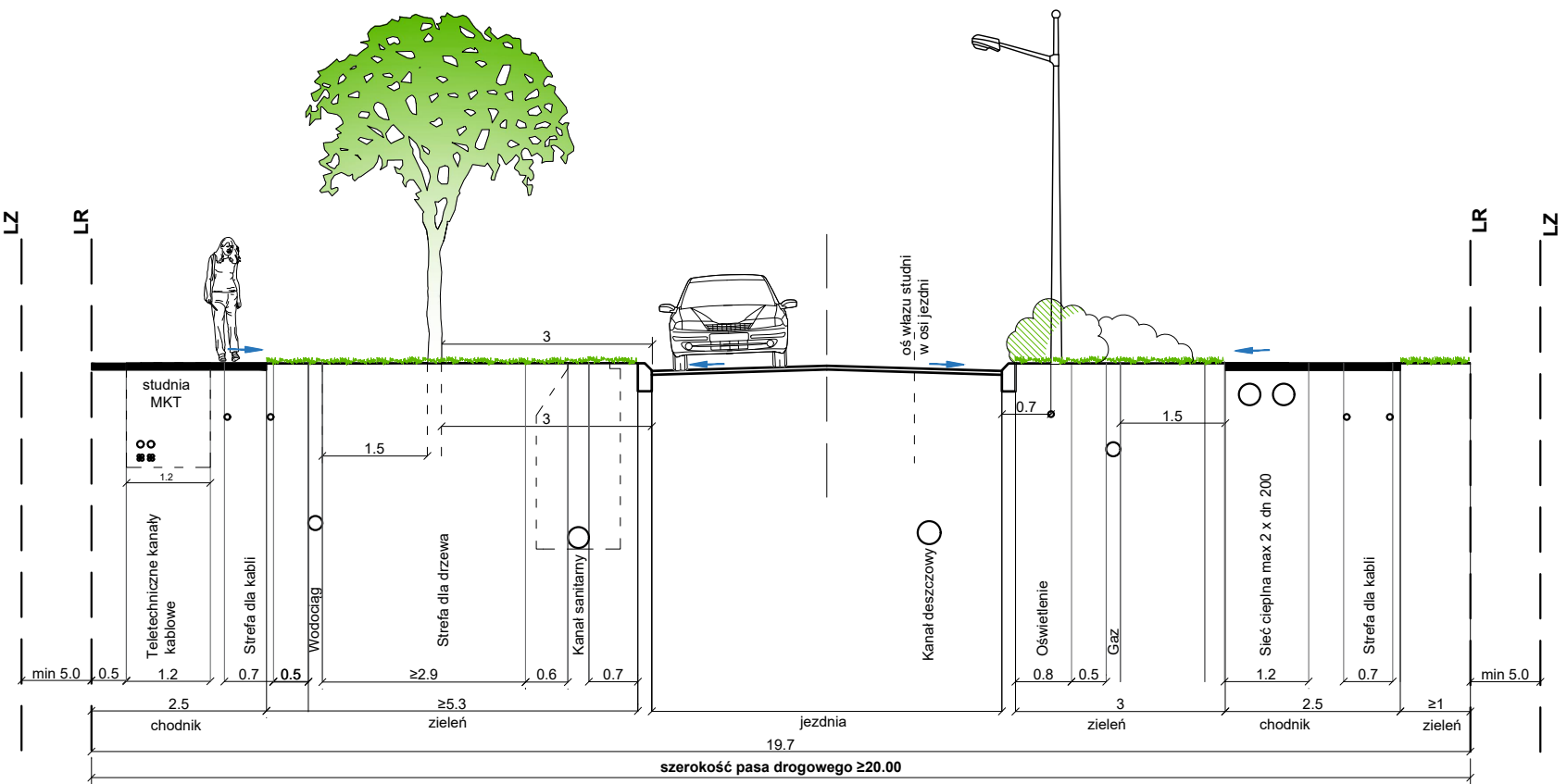
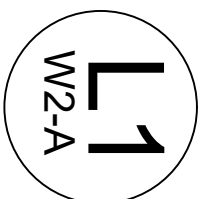


Uwaga:

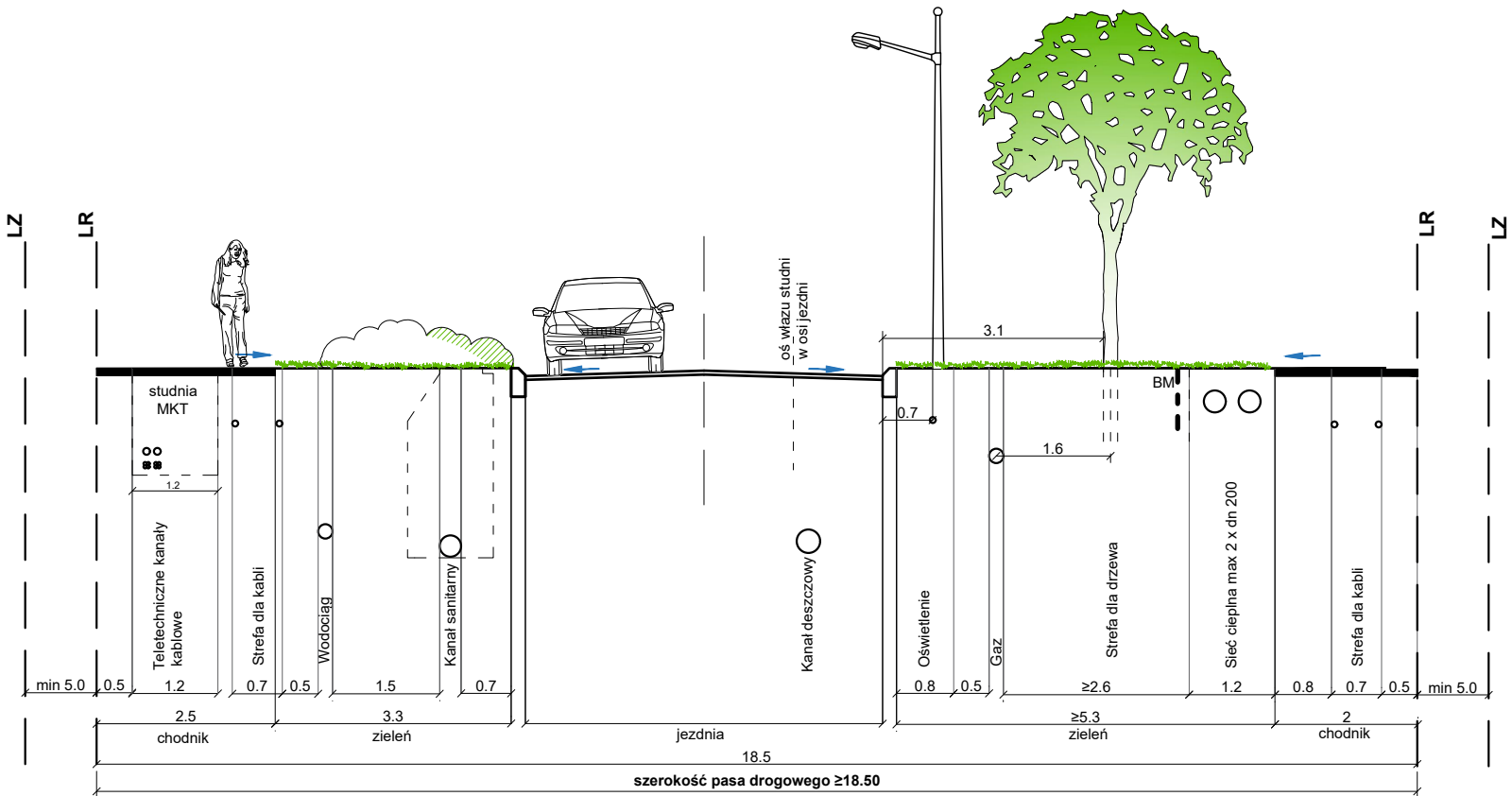
1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.
3. W miejscu studni kanalizacji sanitarnej przerwy w ciągłości obiektu bioretencji.



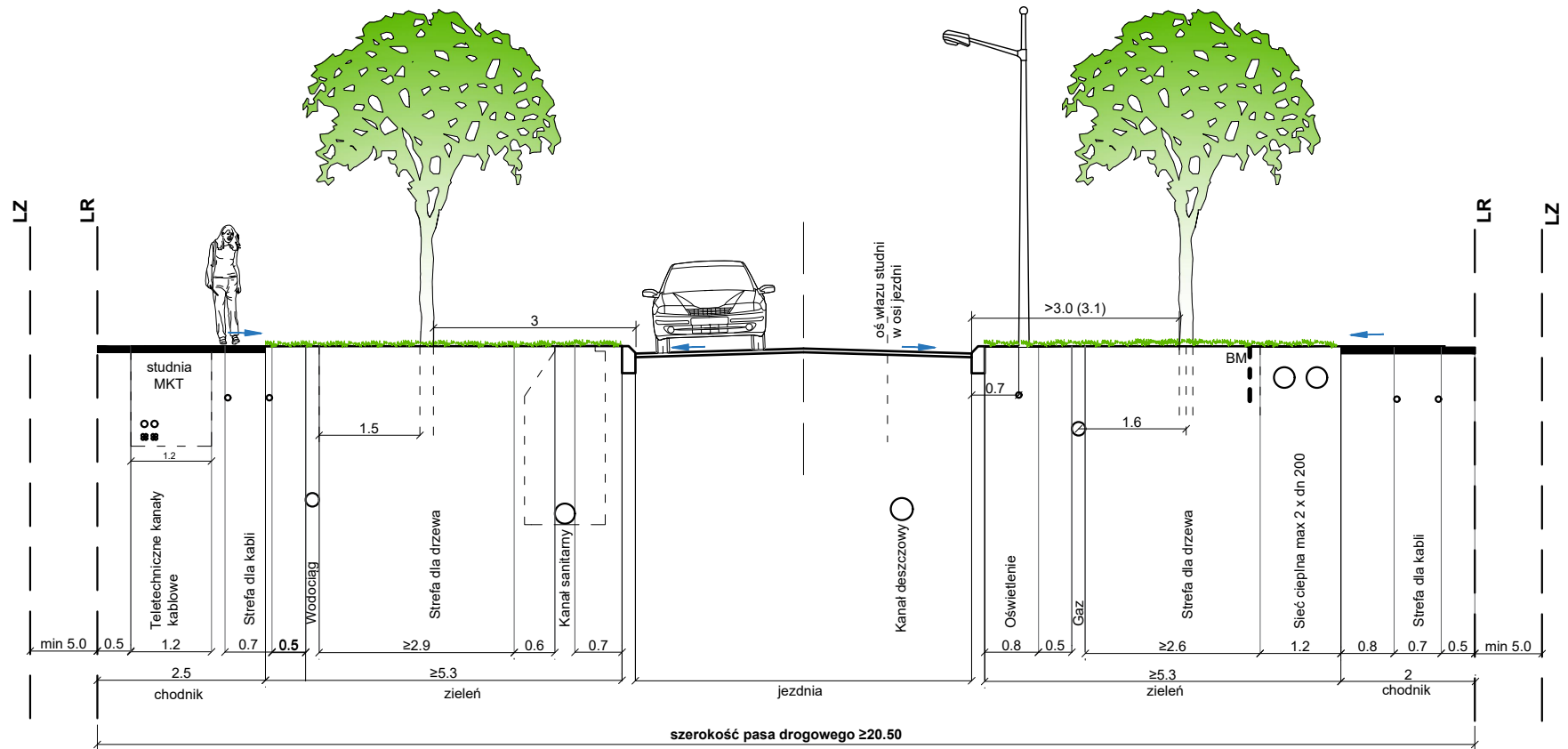
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

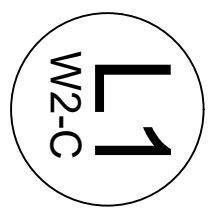


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

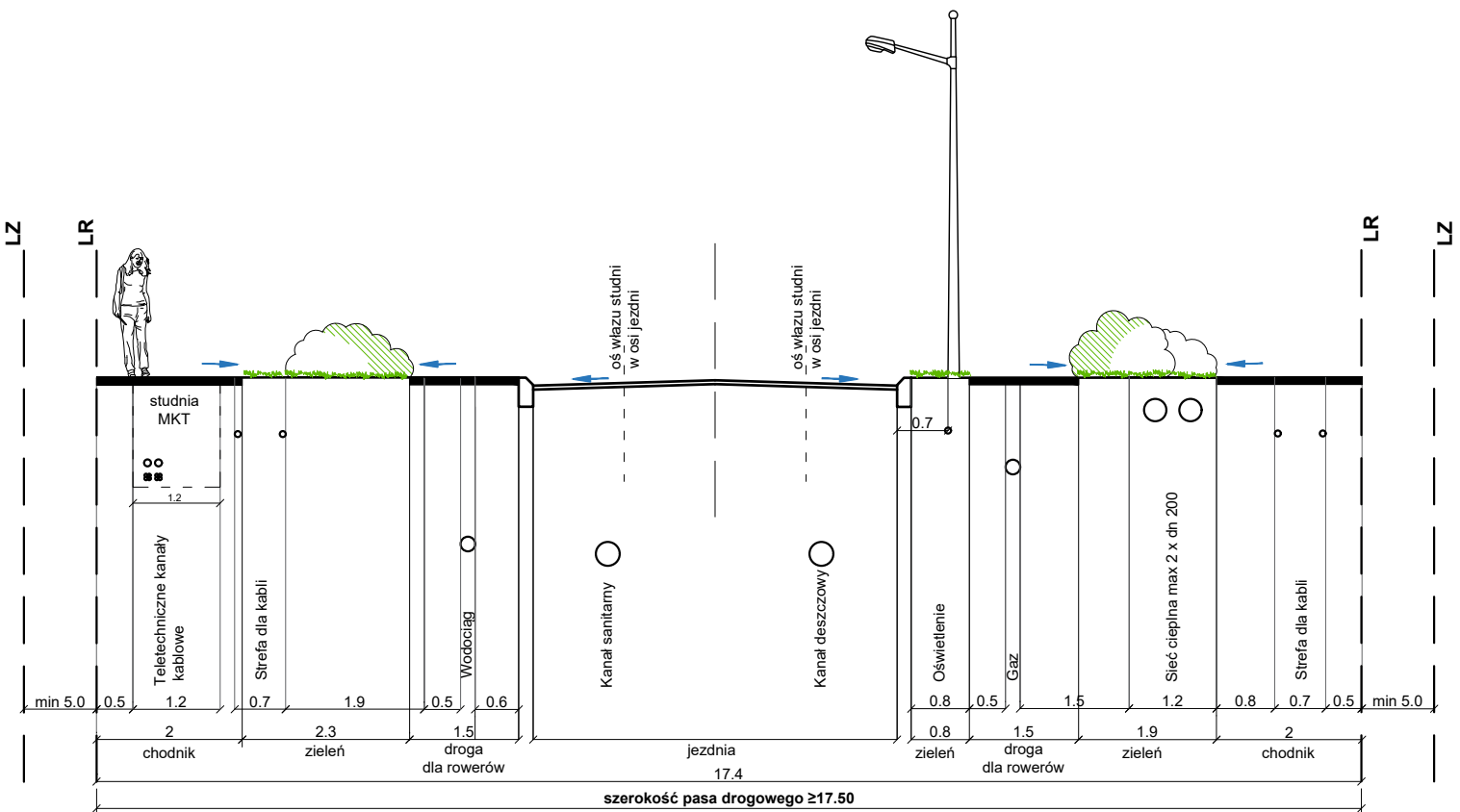
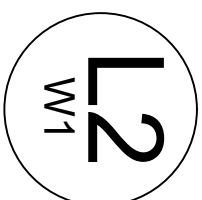


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

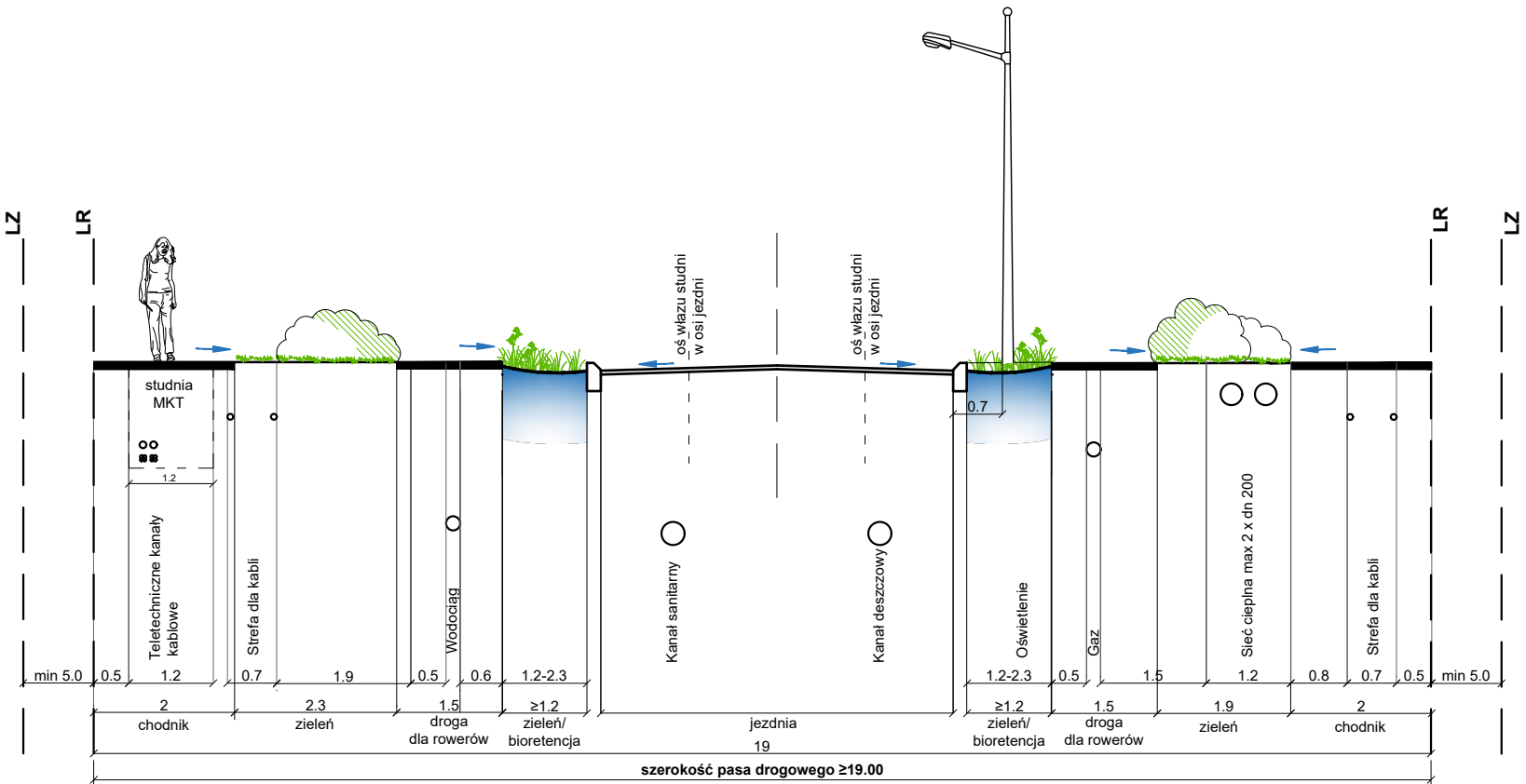
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



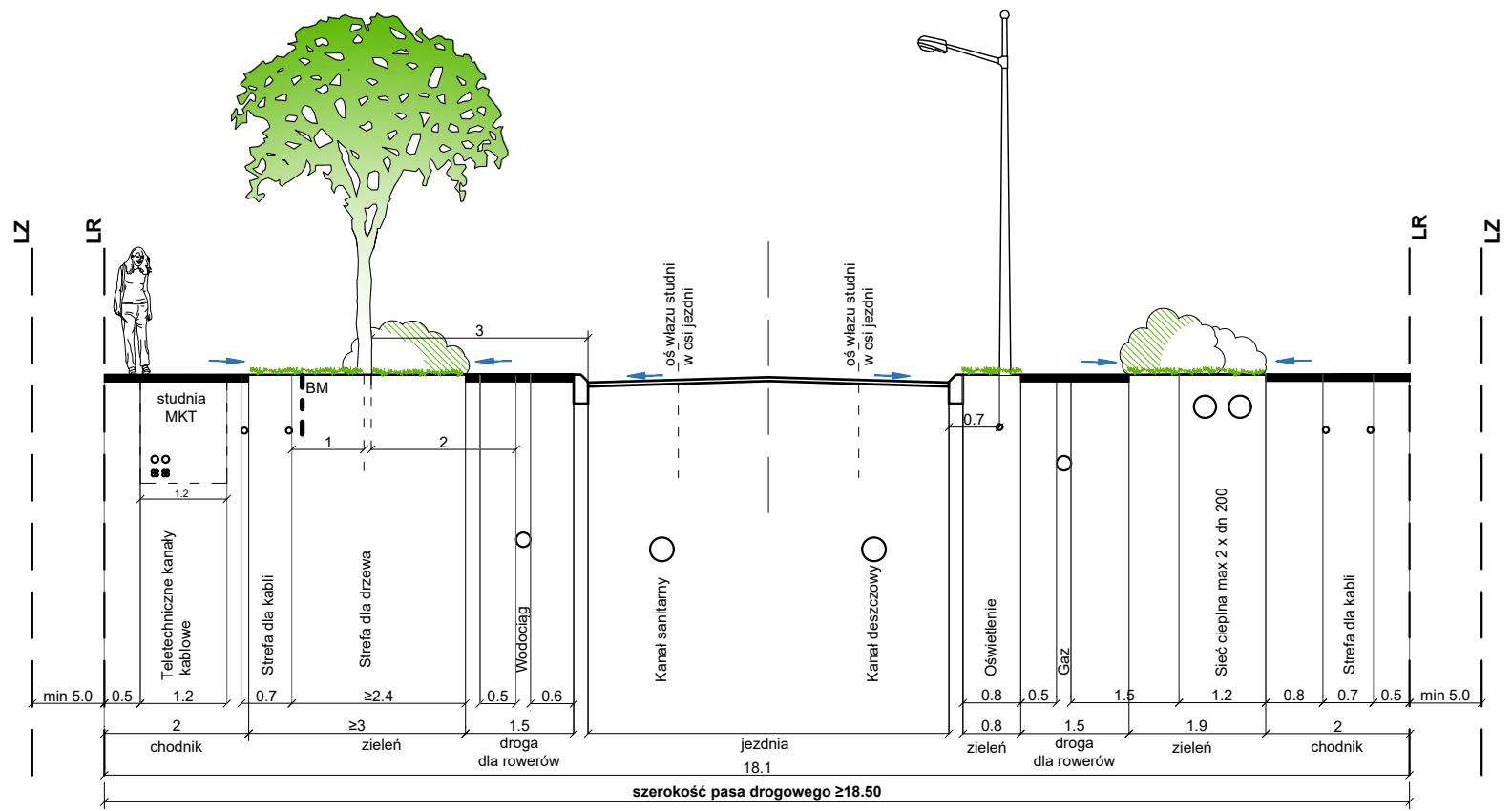
ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
 z obiektami bioretencji



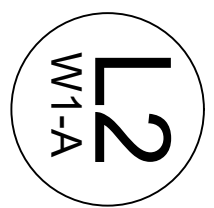
Uwaga:

1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.

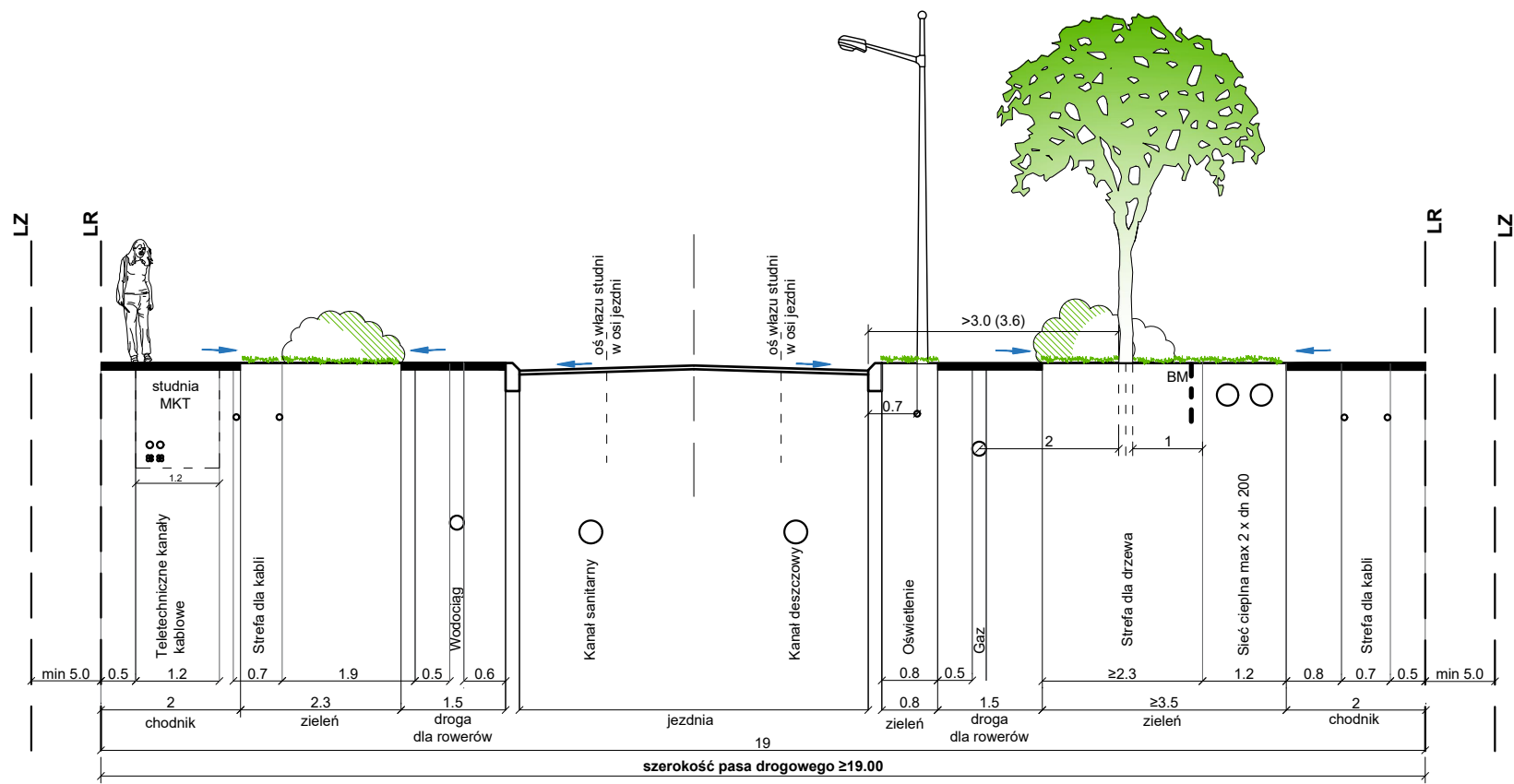
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



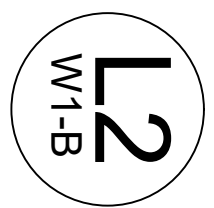
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



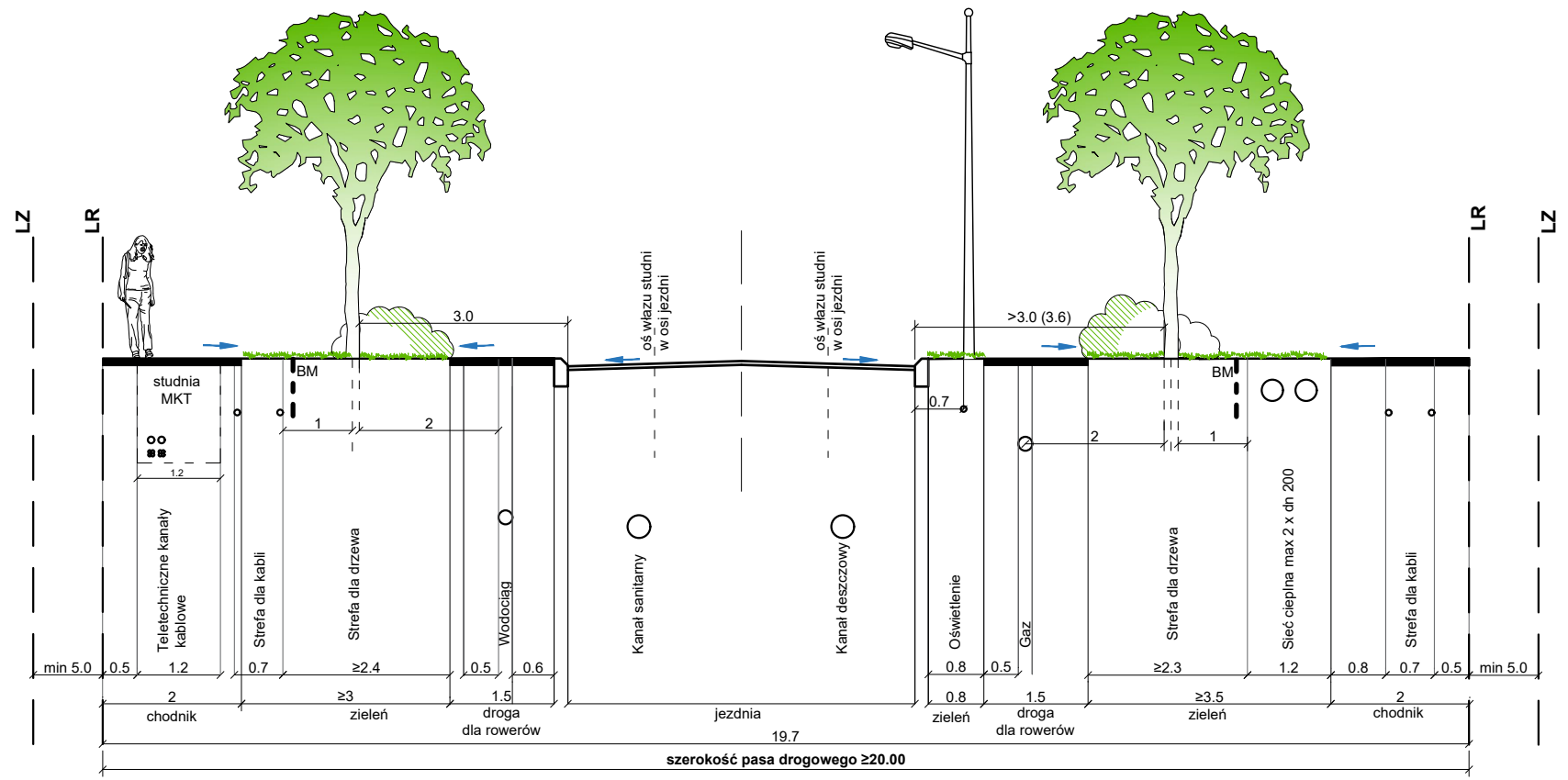
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



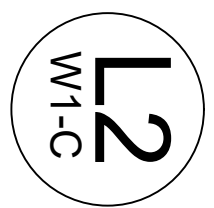
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

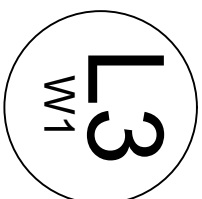


ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

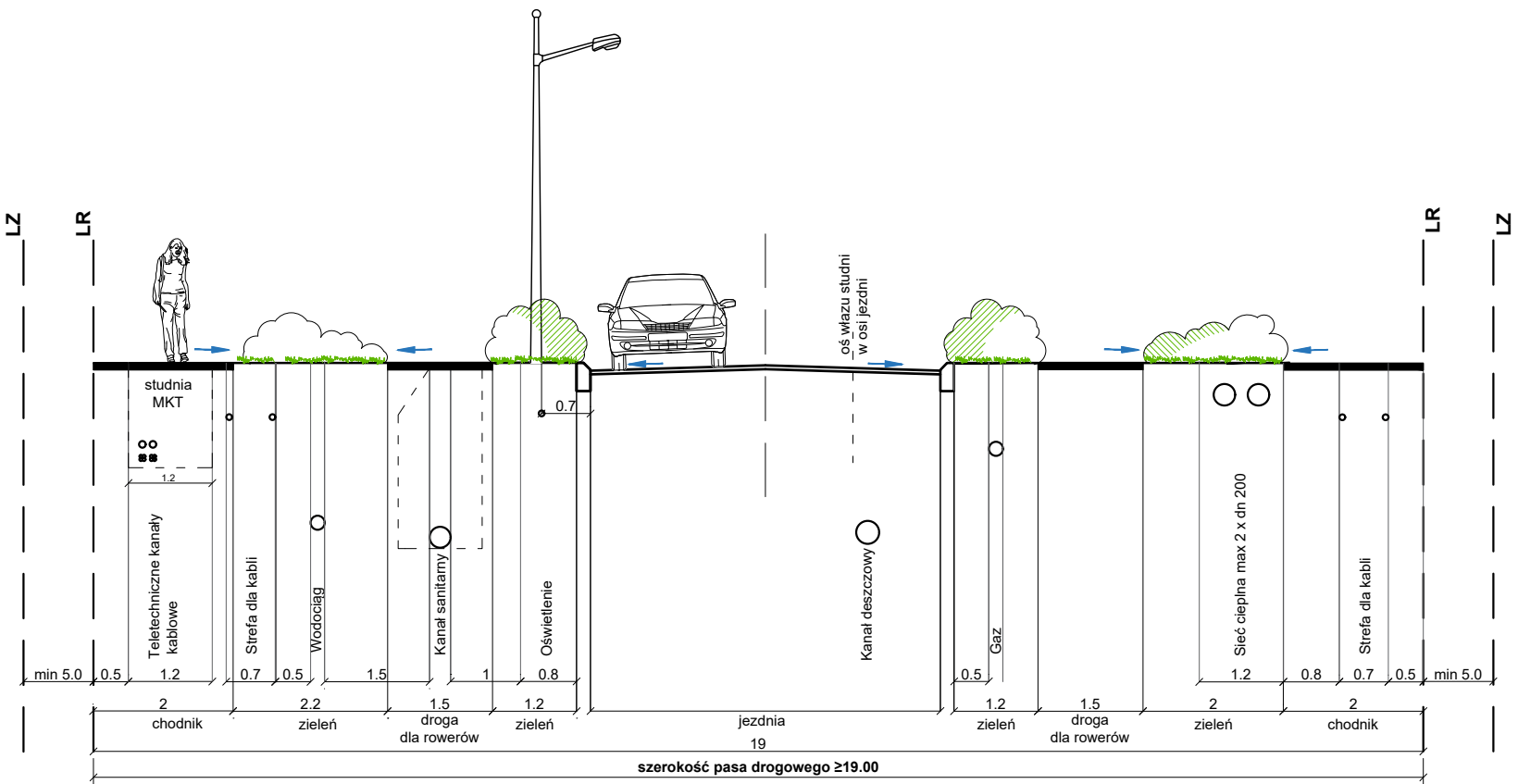


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

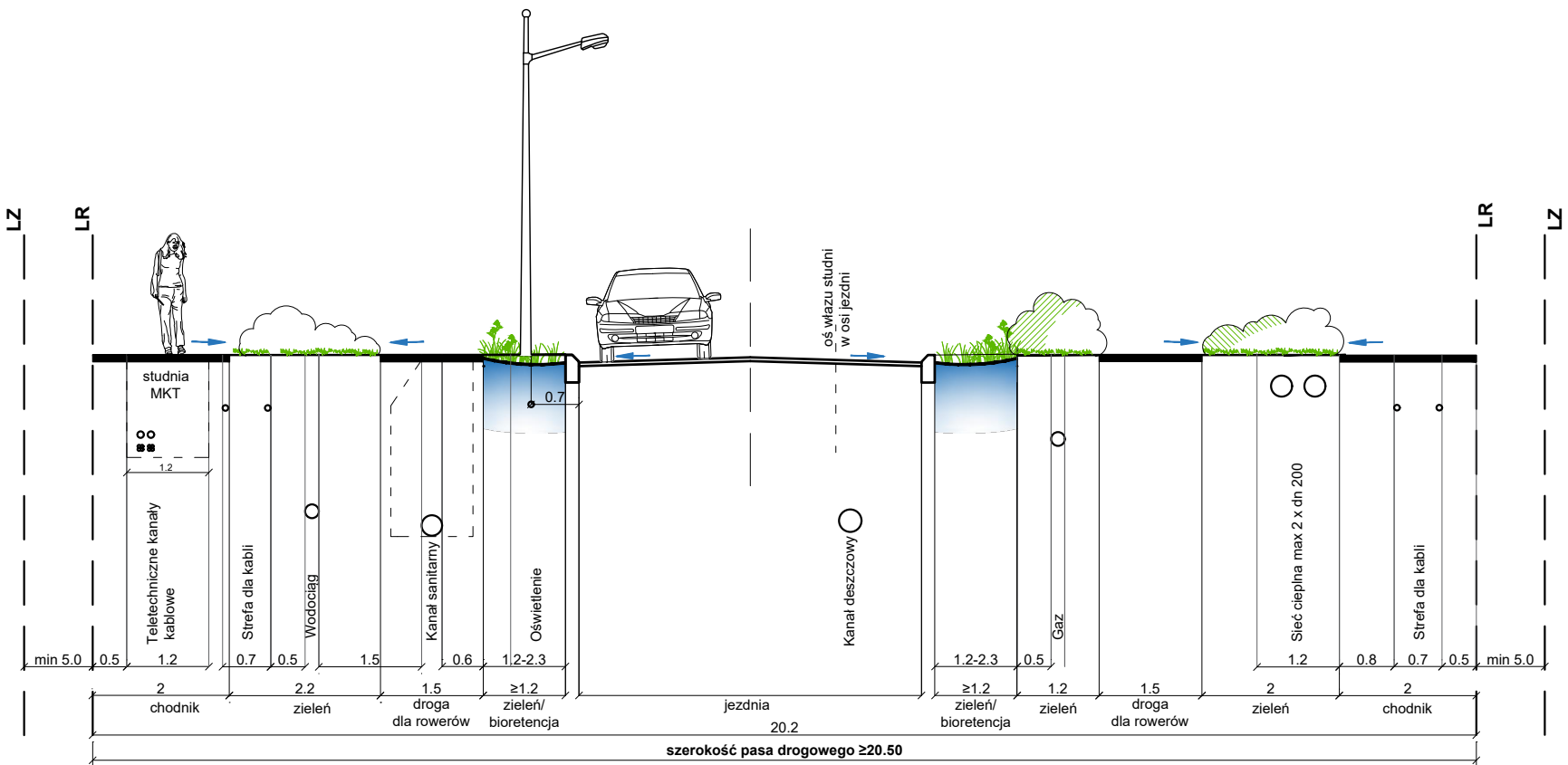




ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



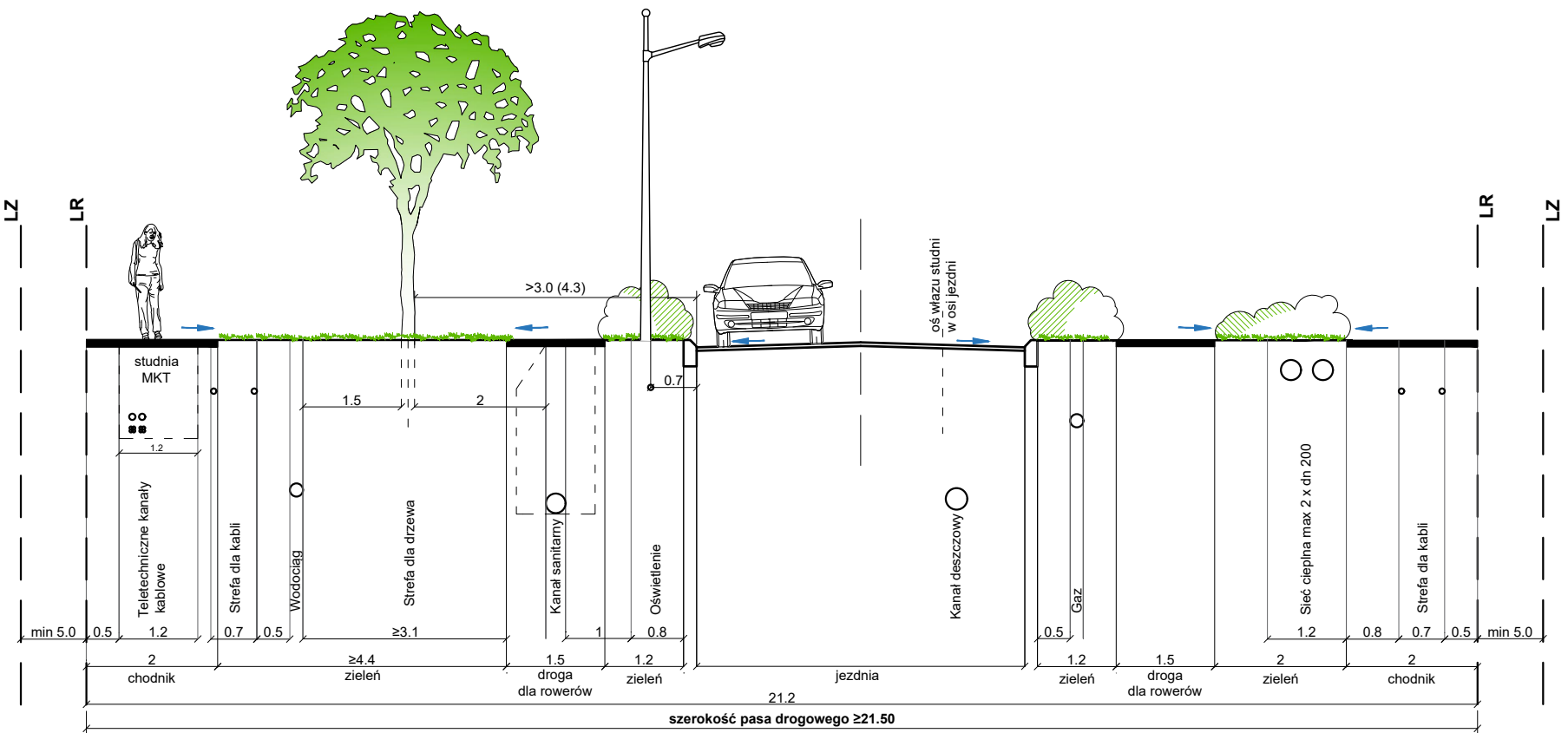
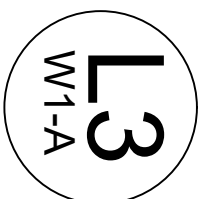
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
z obiektami bioretencji

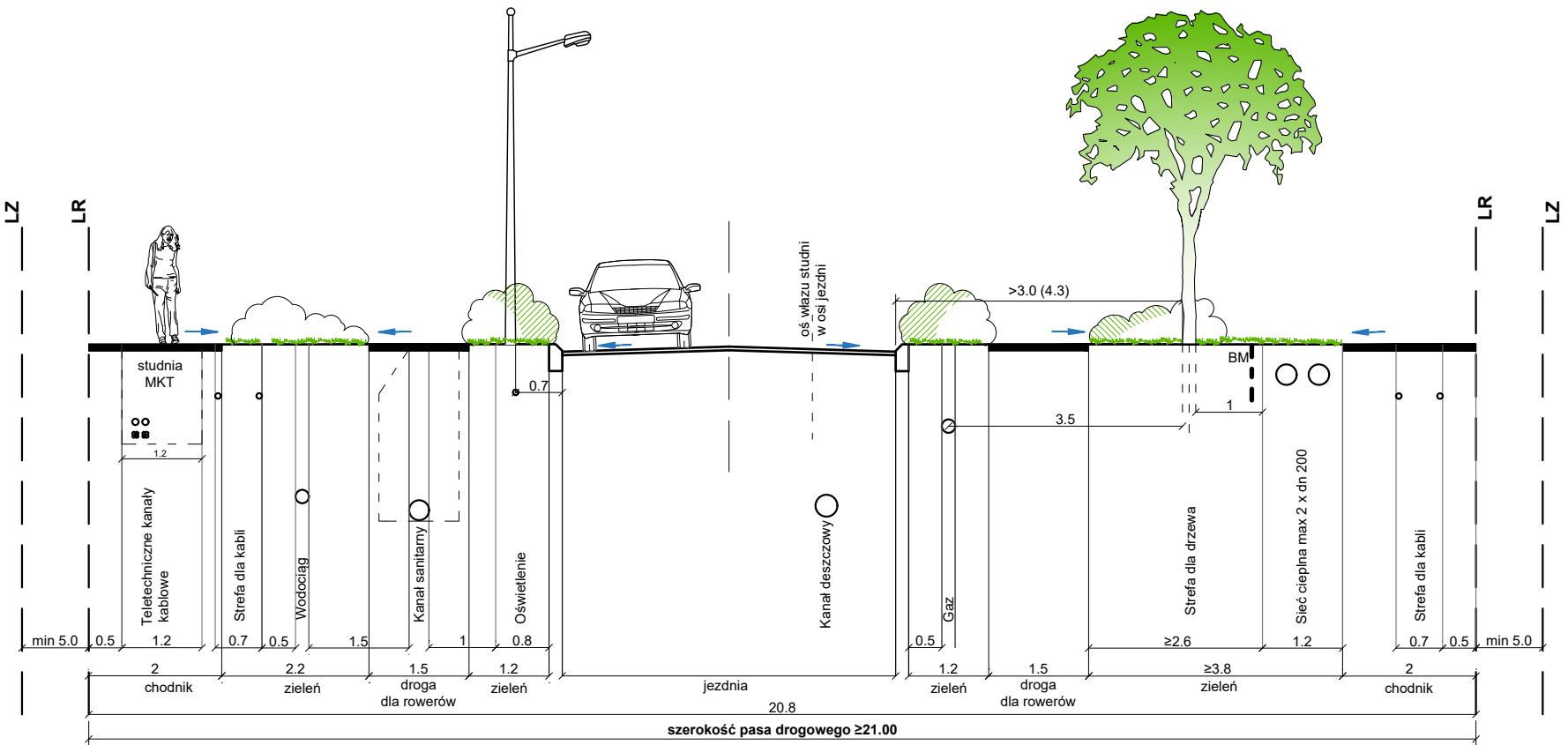


Uwaga:

1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.

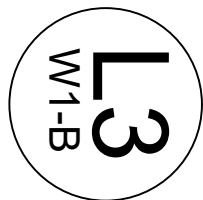
ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



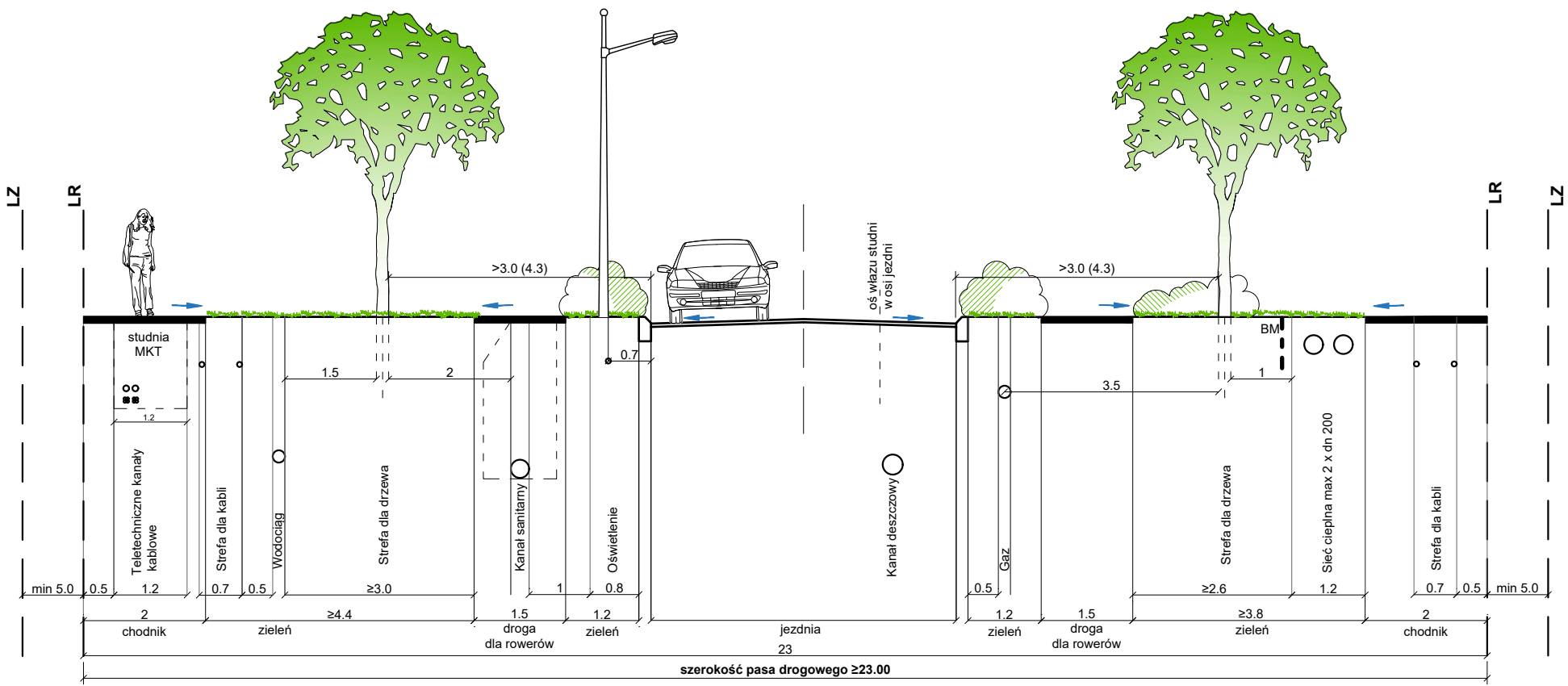


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

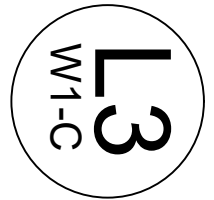
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



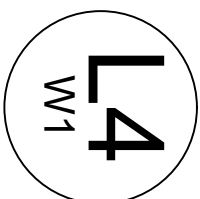
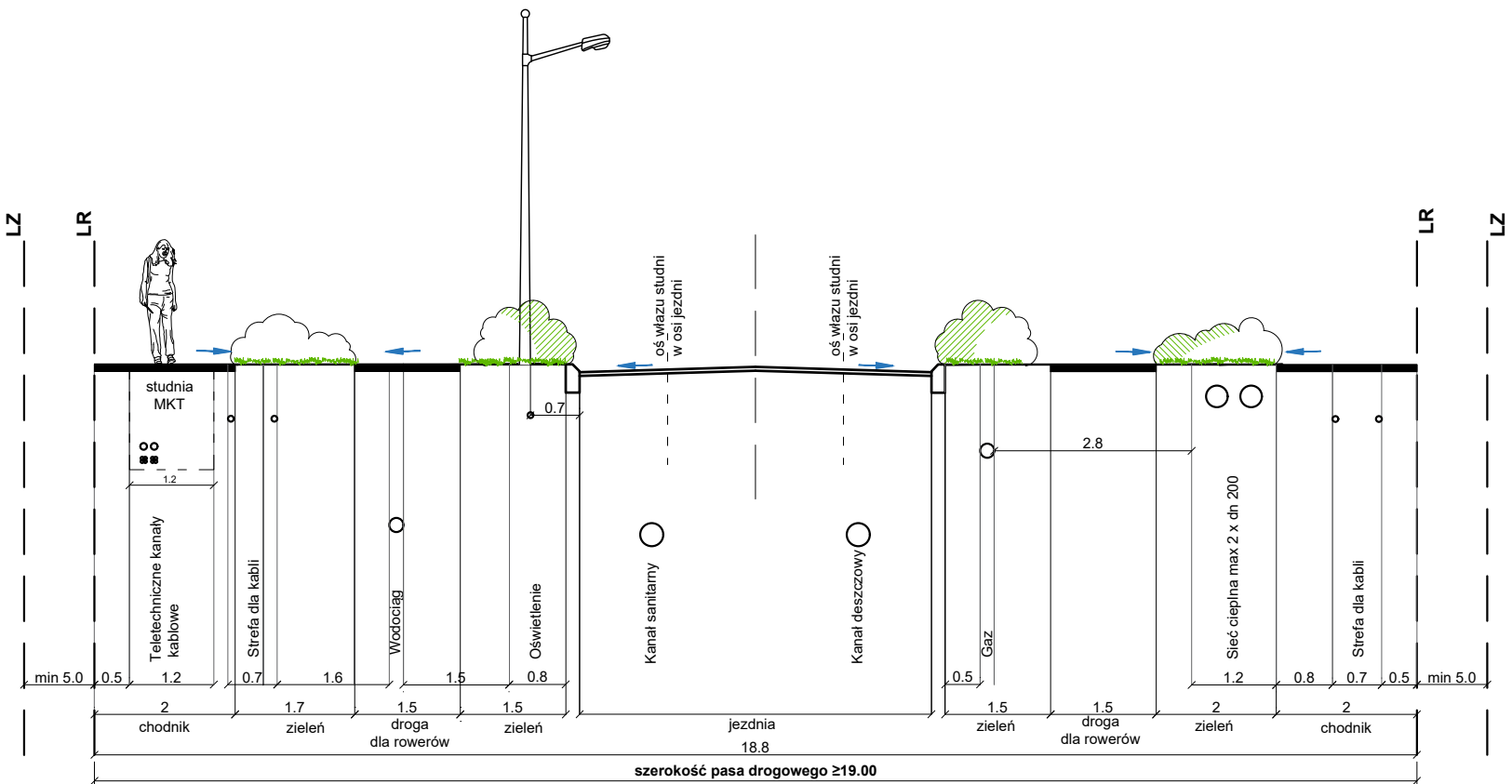
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



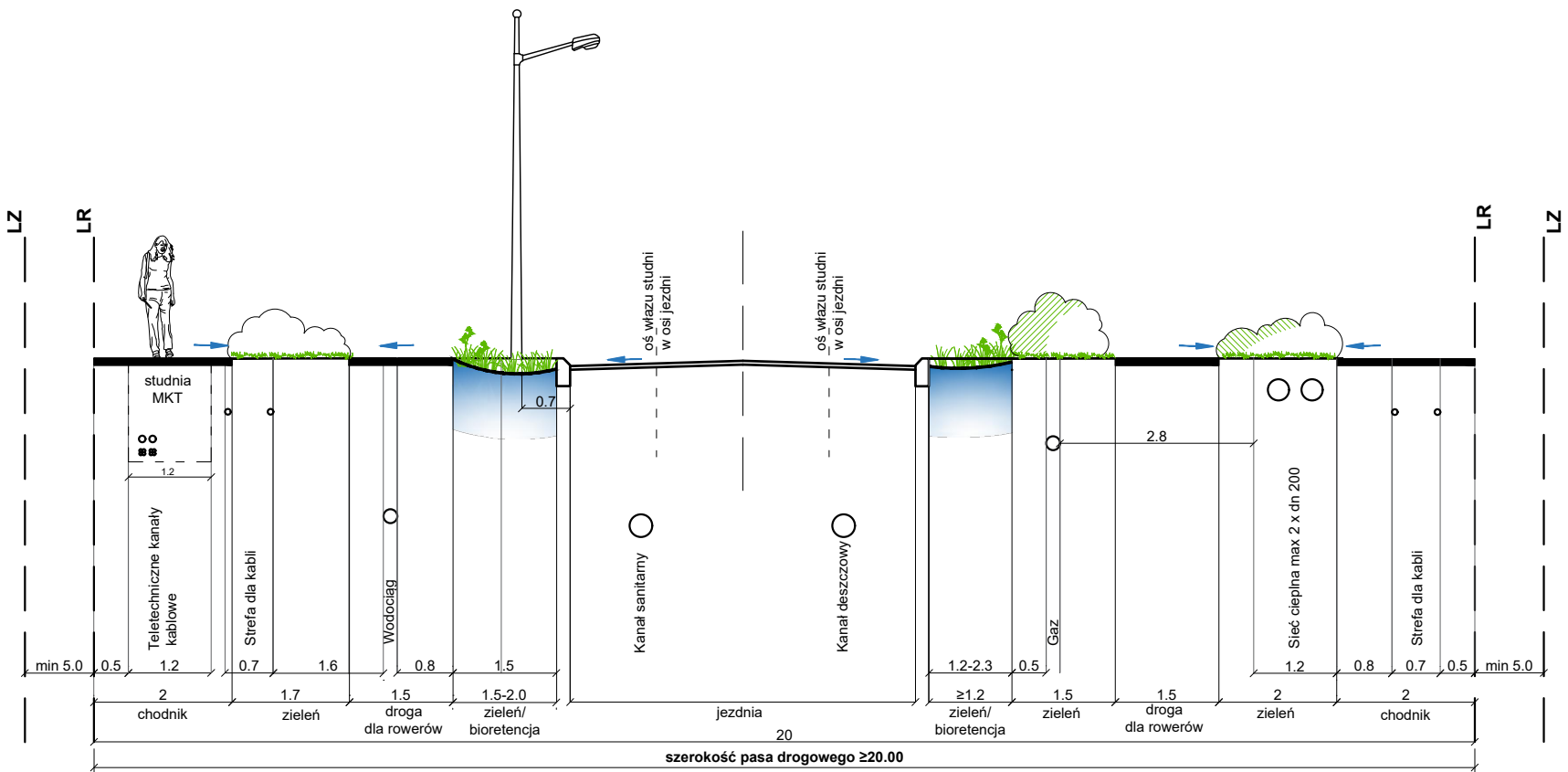
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

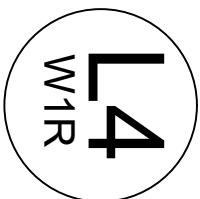


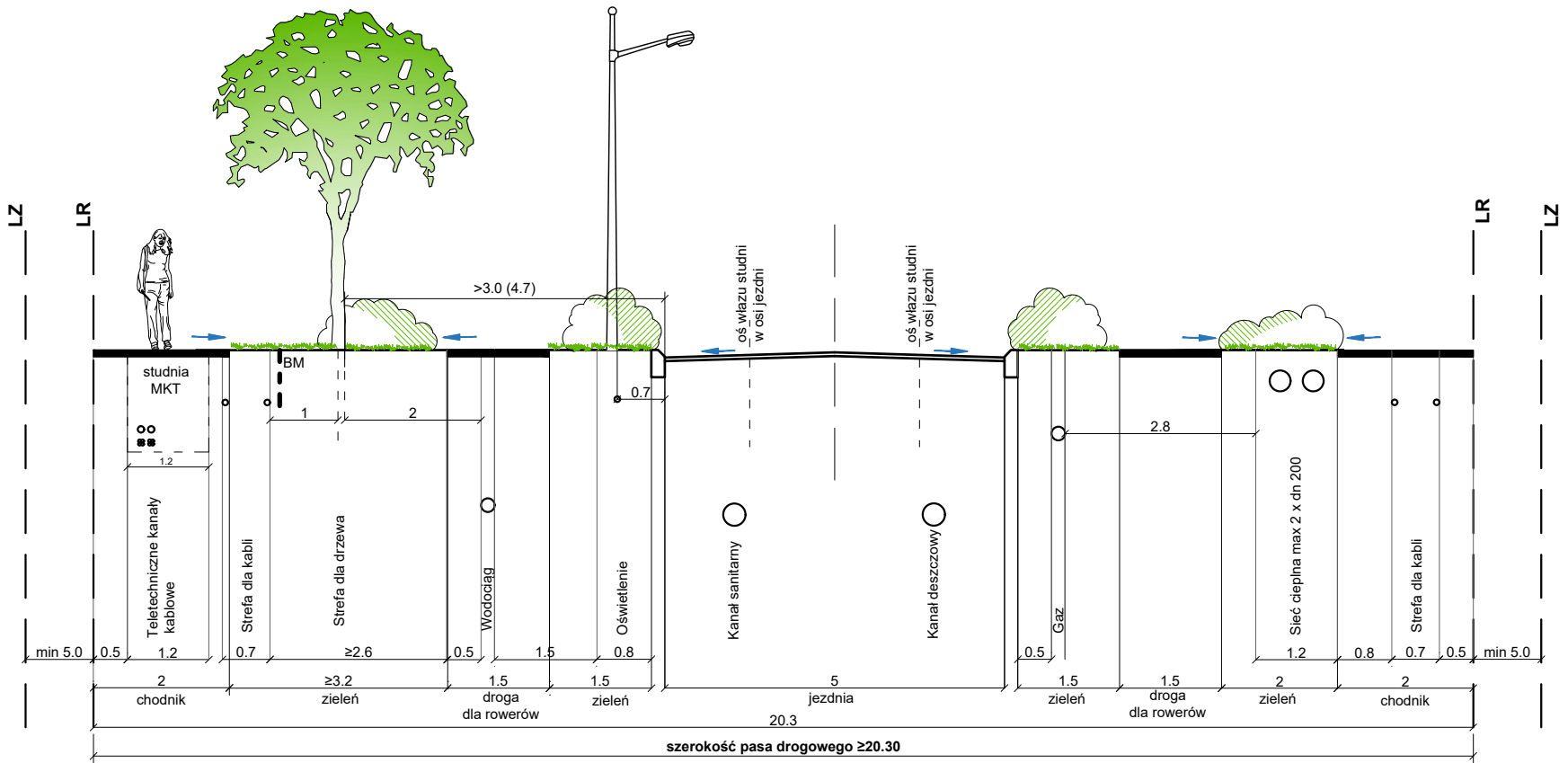
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
z obiektami bioretencji



Uwaga:

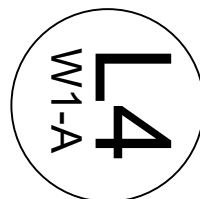
1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.



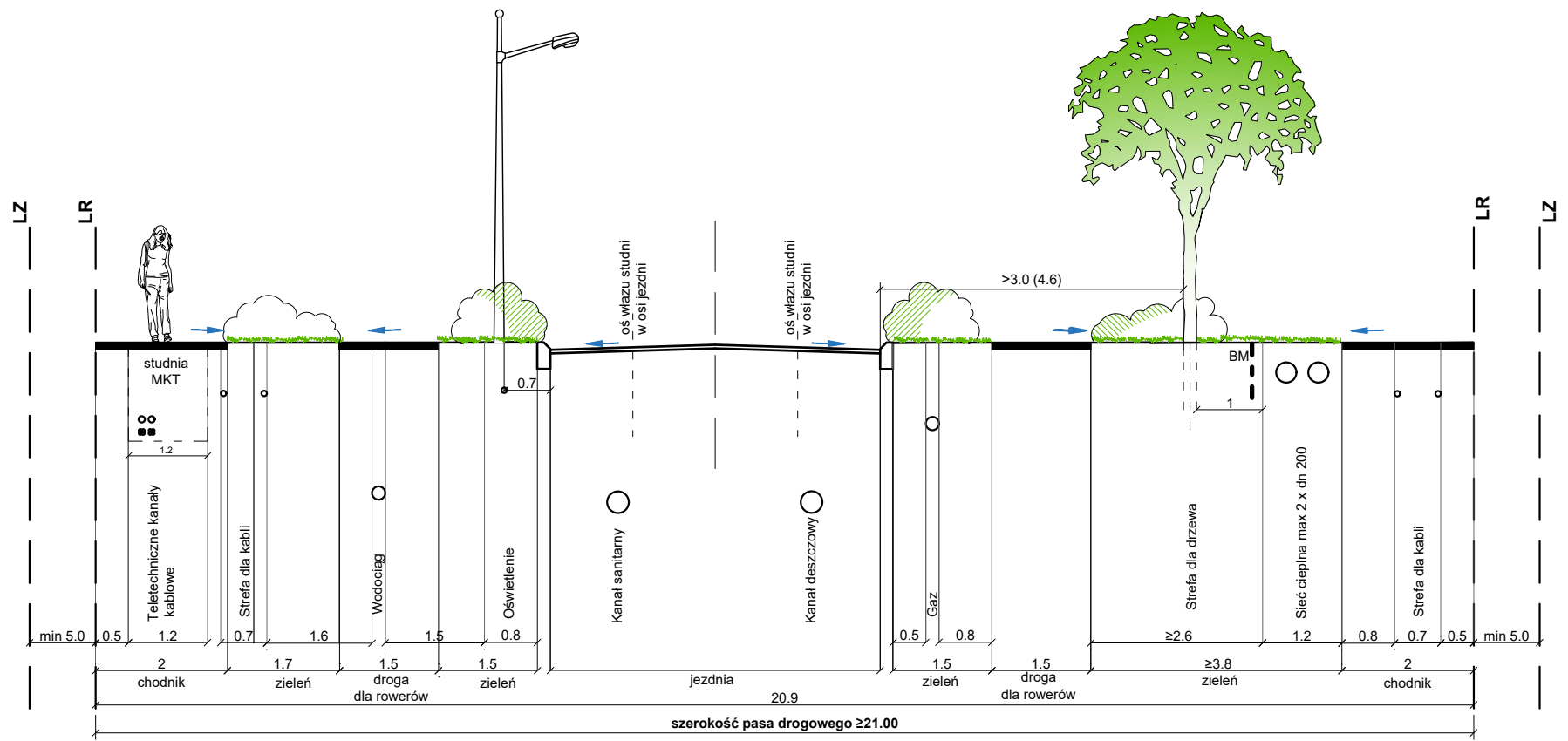


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

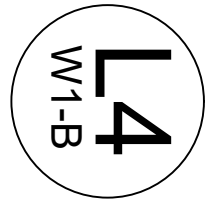
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



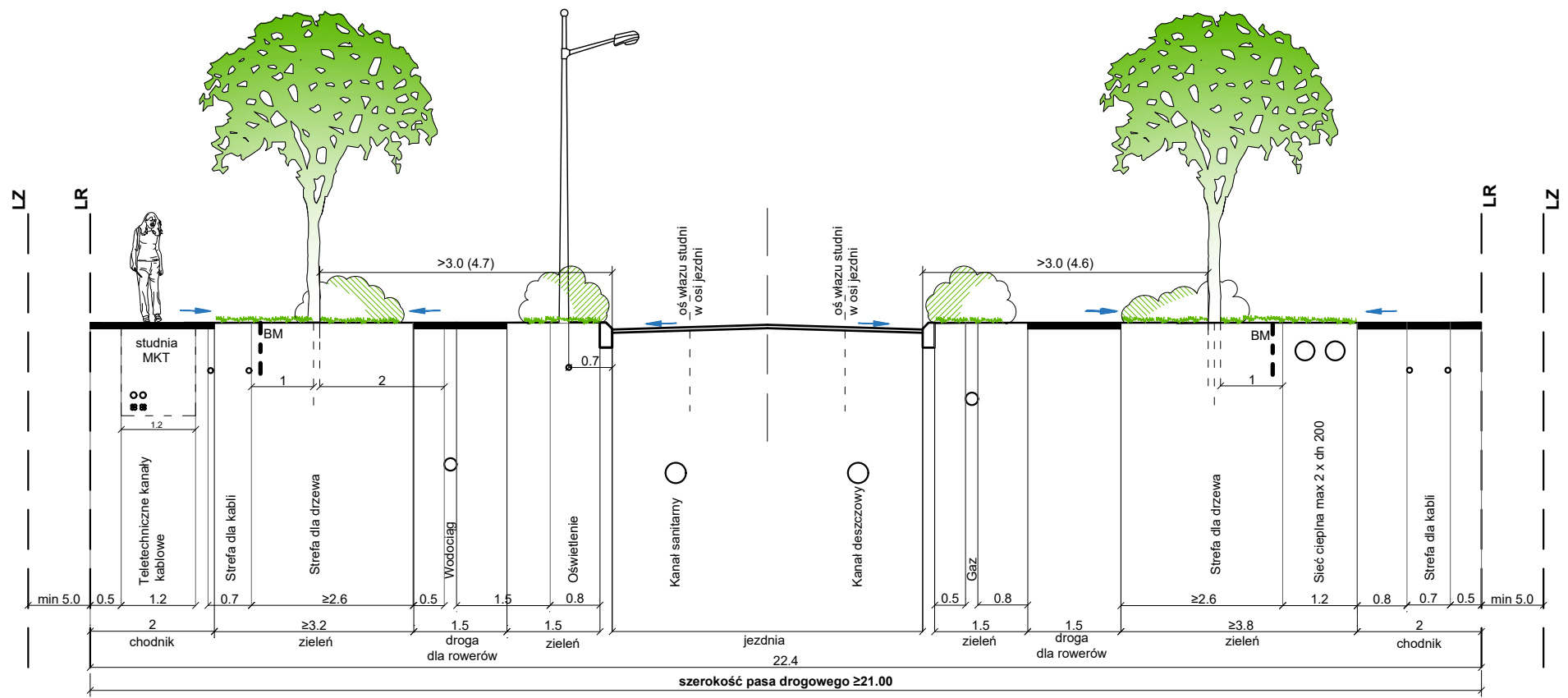
ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



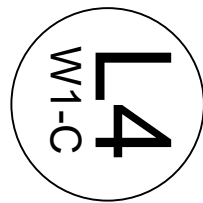
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



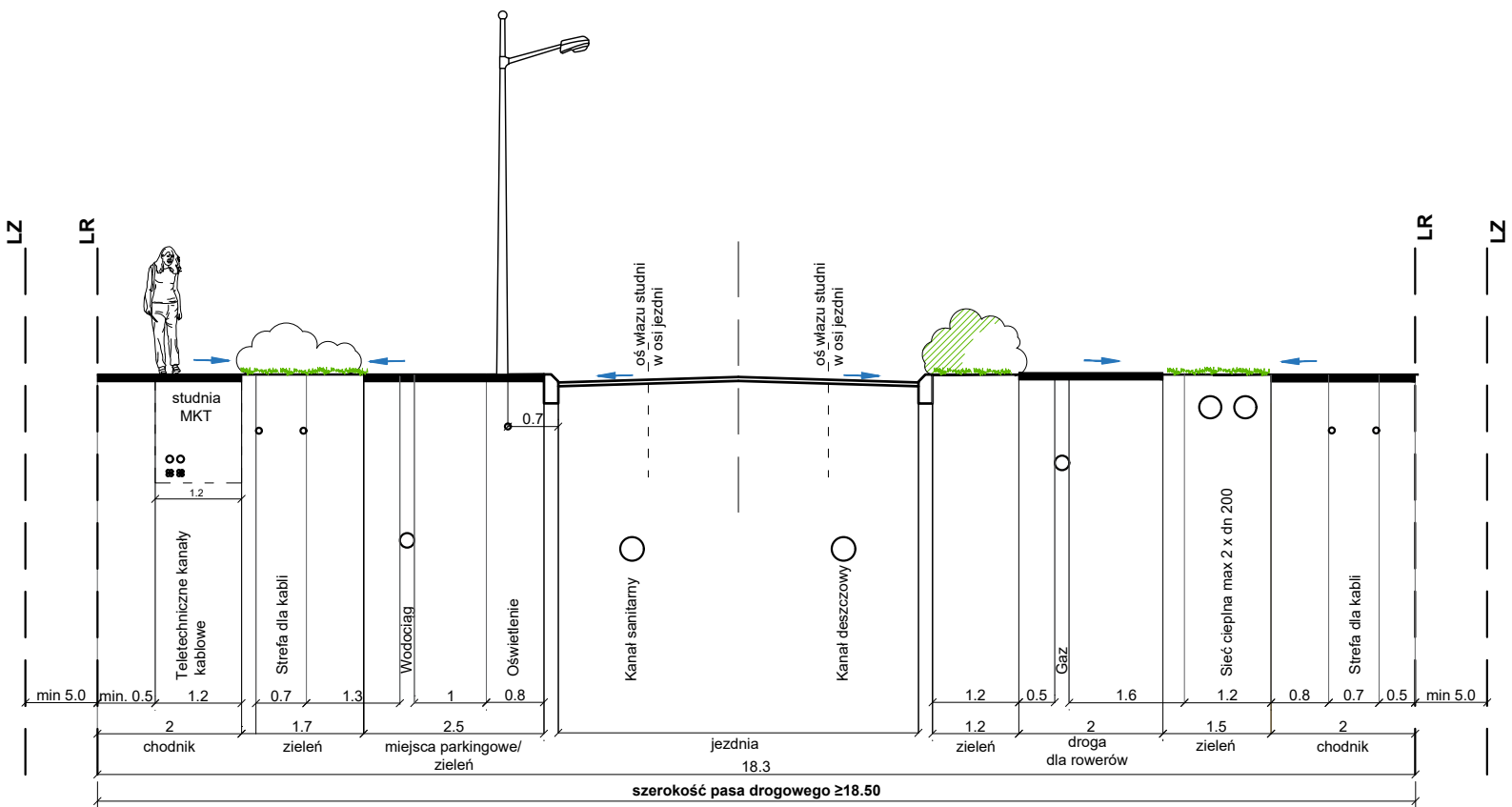
ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



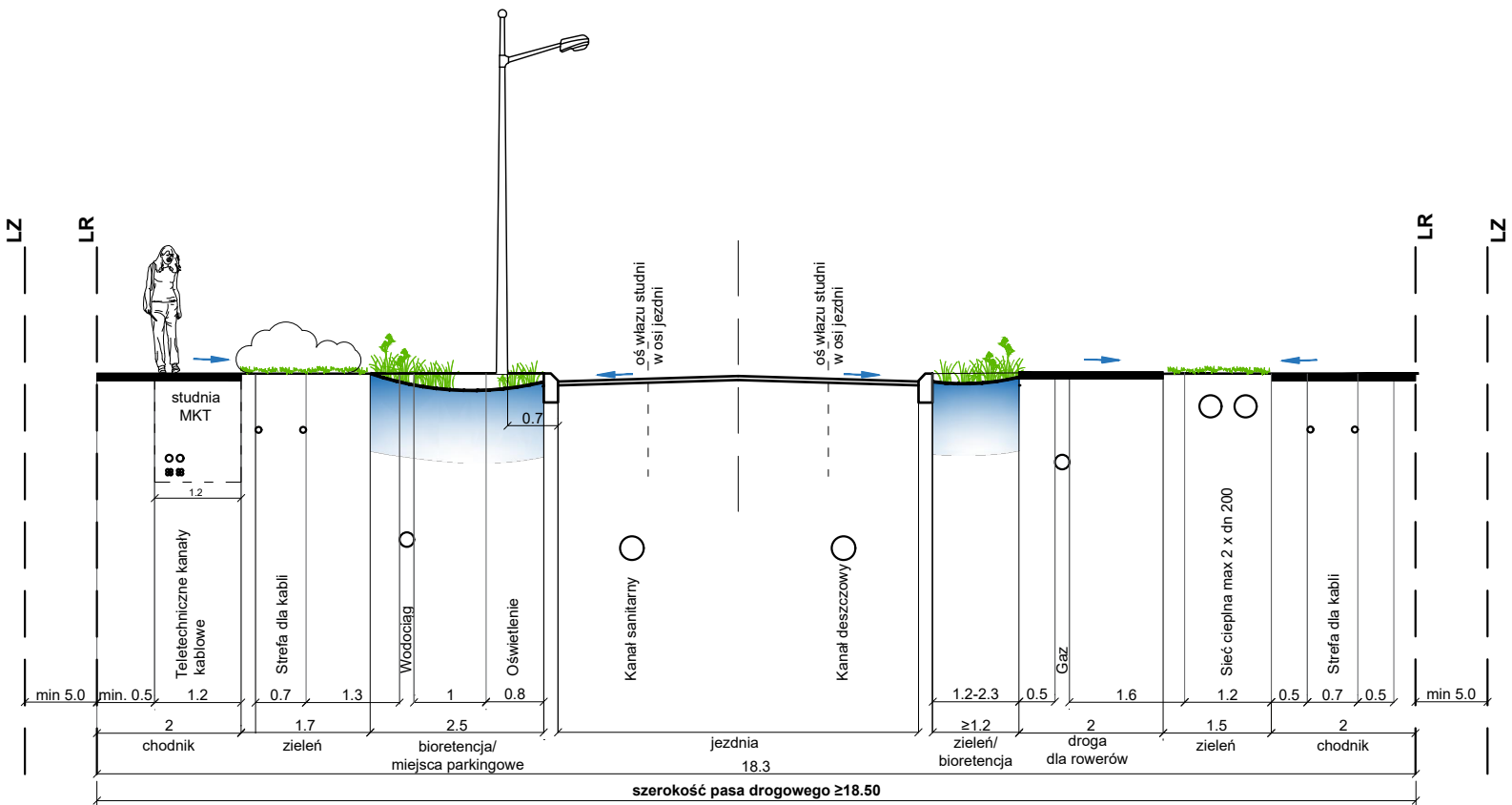
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

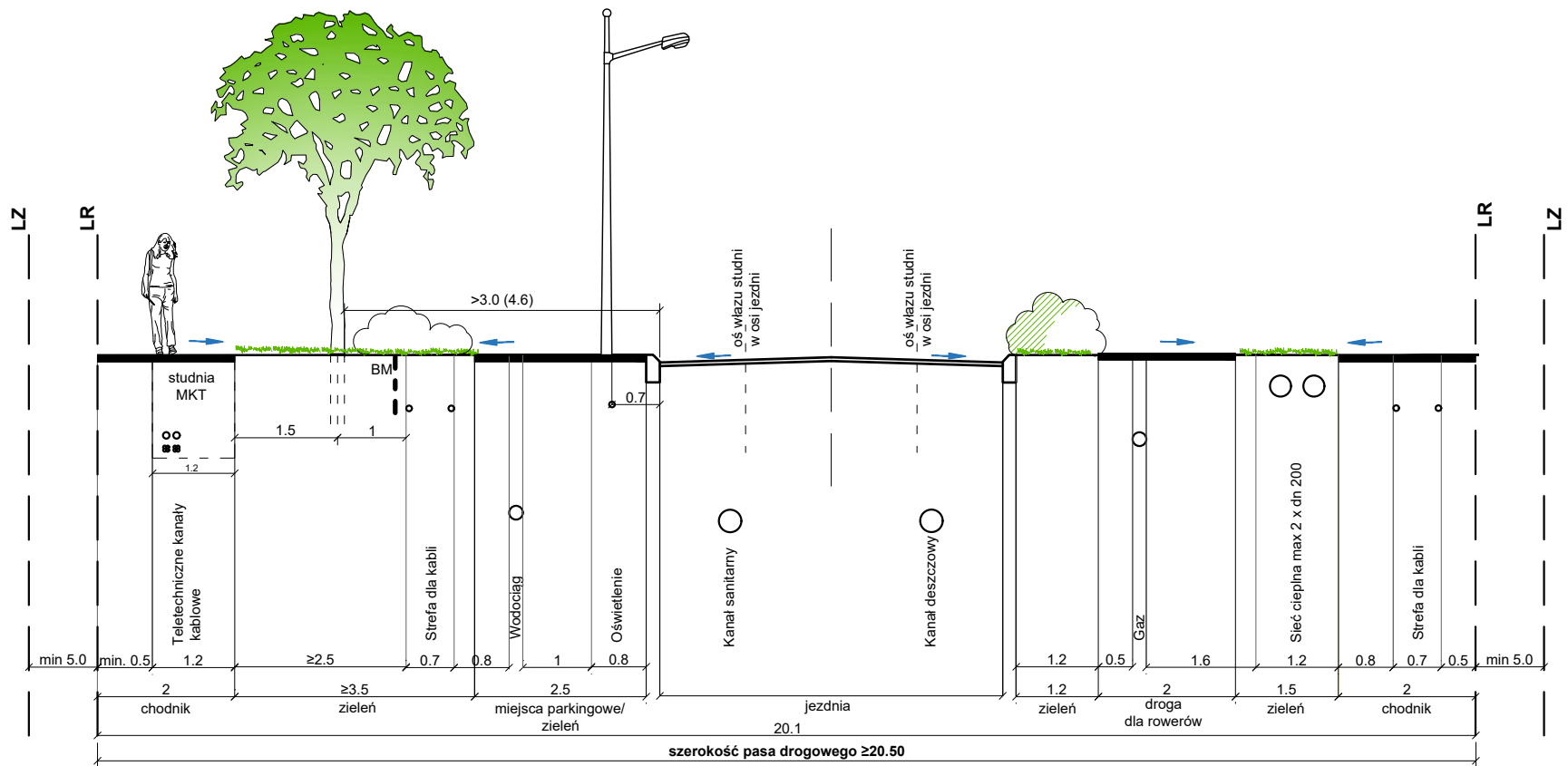


ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
 z obiektami bioretencji



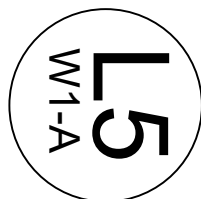
Uwaga:

1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.

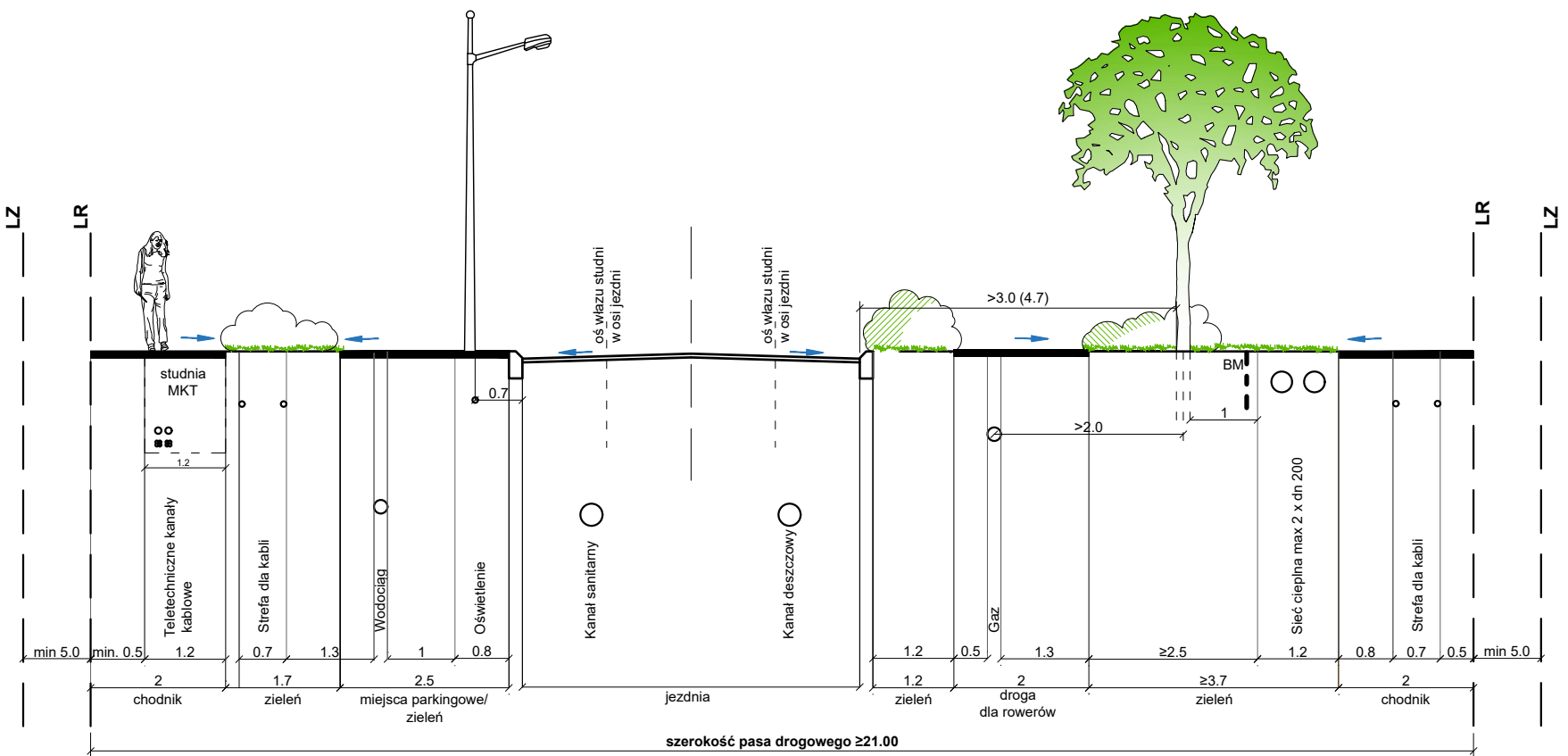


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

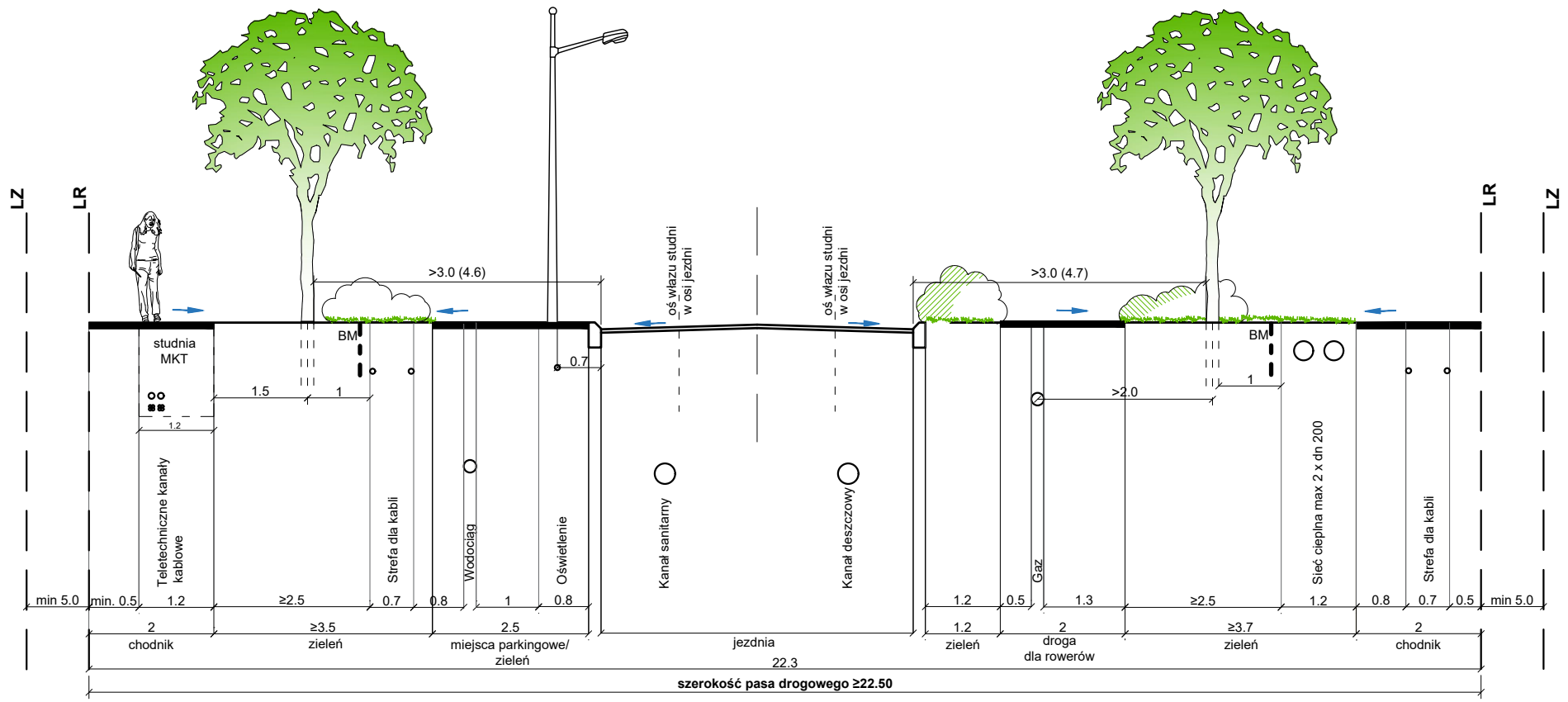


ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej

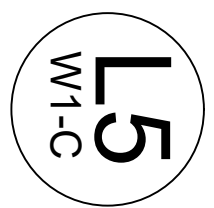


BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.

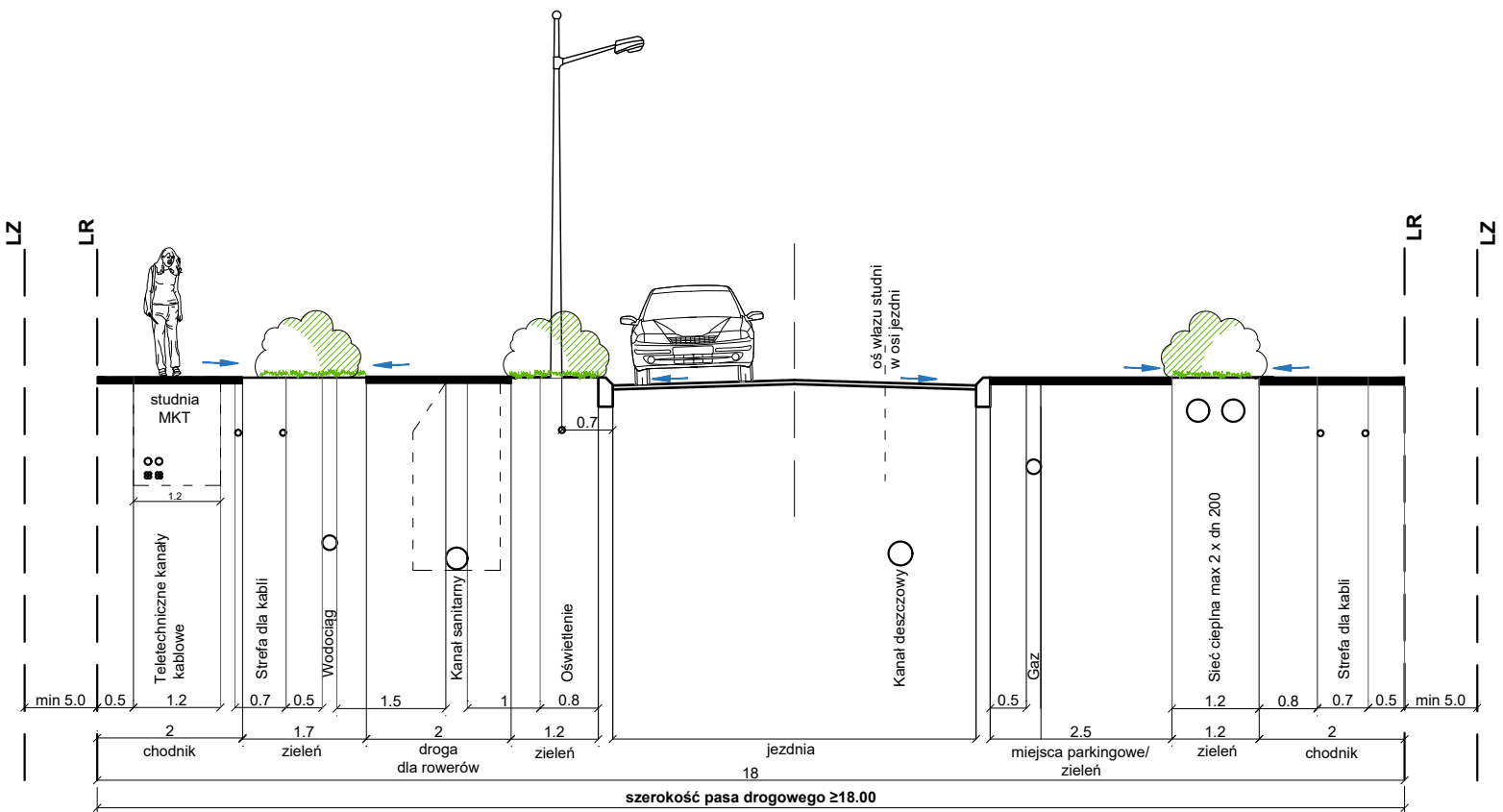
ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



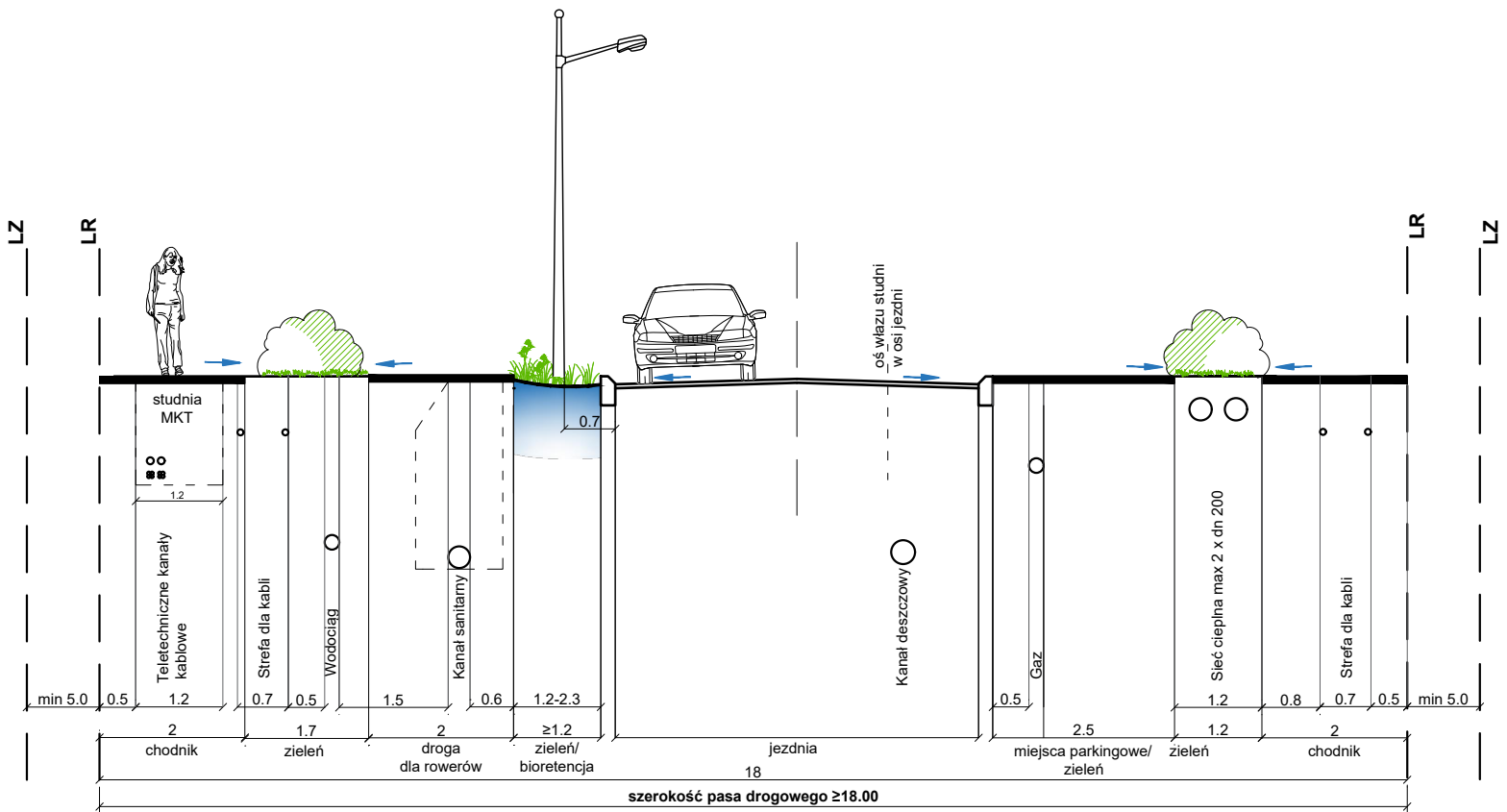
BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.



ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



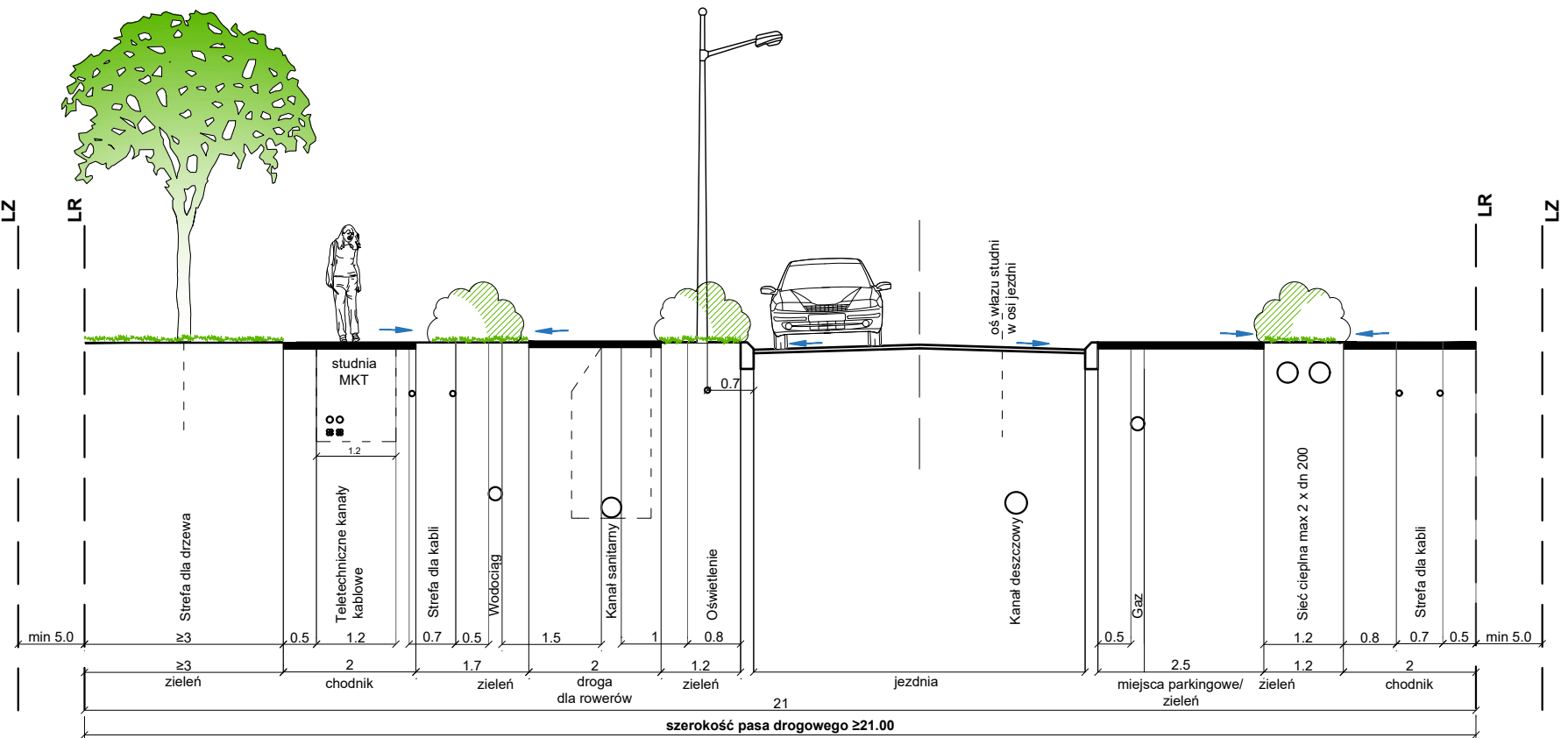
ULICA KLASY LOKALNEJ
 dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej
 z obiektami bioretencji



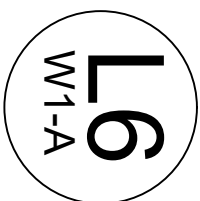
Uwaga:

1. Obiekty bioretencji lokalizowane zamiennie z oświetleniem drogi.
2. Proponuje się zasilanie oświetlenia punktowo ze strefy kabli.

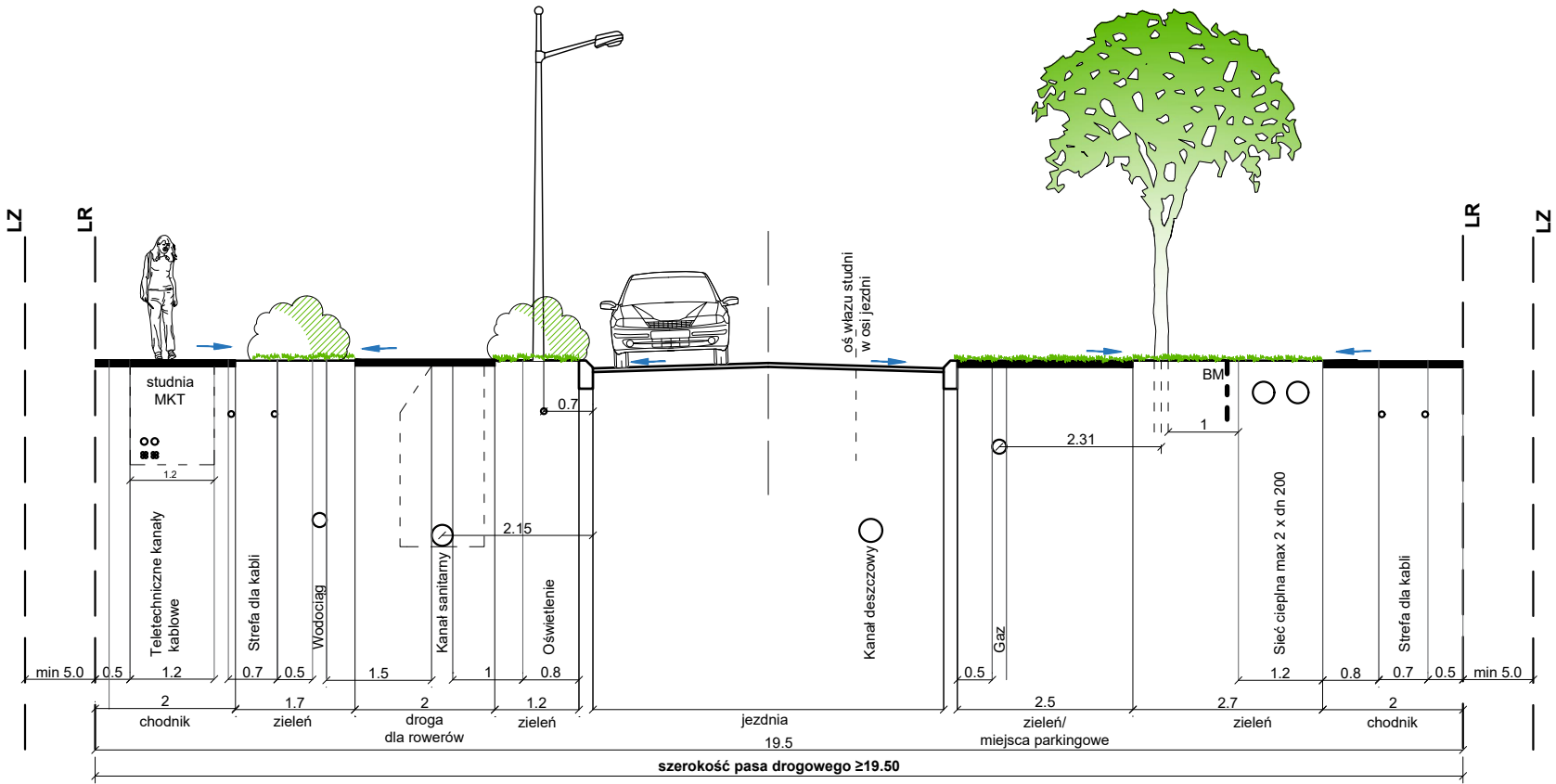




ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



ULICA KLASY LOKALNEJ
dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej / wielorodzinnej



BM - proponowana lokalizacja bariery mechanicznej. Odległość od sieci do ustalenia z zarządcą lub właścicielem sieci.