

Toruń, 11-12.12.2023

**Nowe wyzwania w odwodnieniu  
dróg zamiejskich i ulic  
– Wytyczne rekomendowane  
WR-D-71**

**Elementy odwodnienia powierzchniowego i wglębnego dróg  
w WR-D-71**

Stanisław Gaca  
Katedra Dróg, Kolei i Inżynierii Ruchu  
Politechnika Krakowska



# PROBLEMY

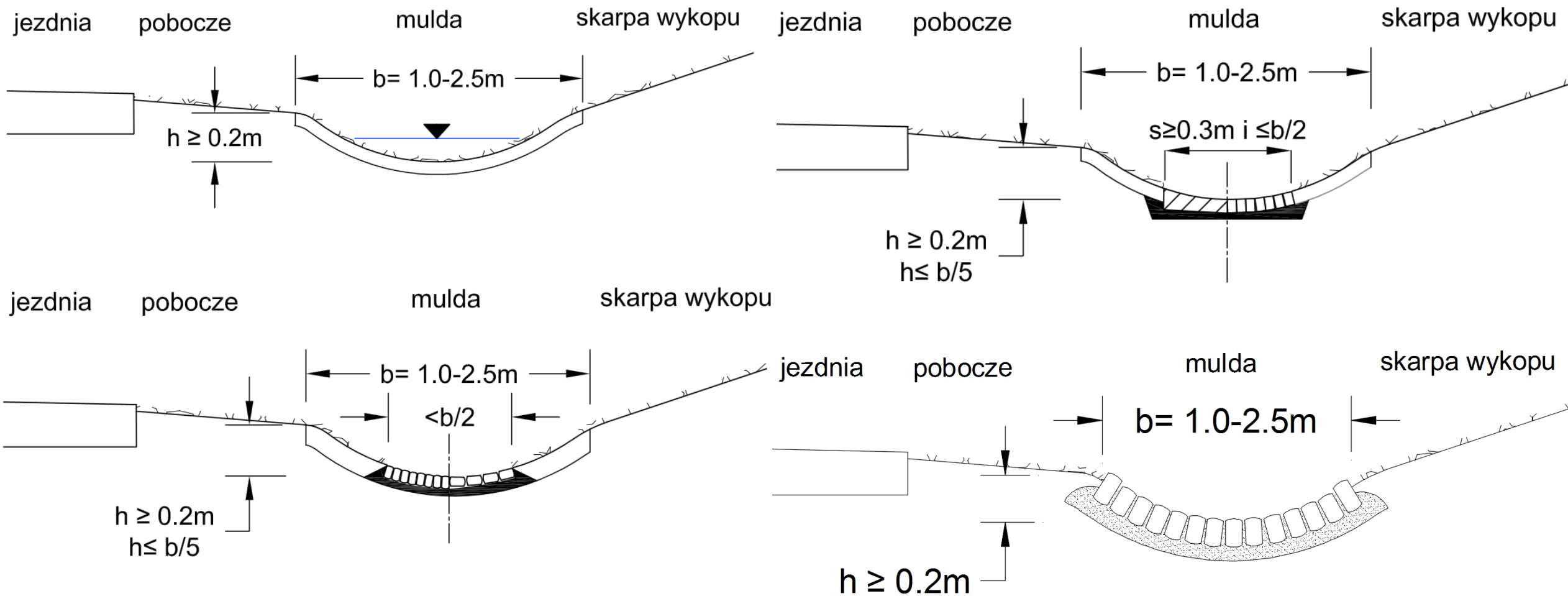
- 1. Przykłady typowych schematów rozwiązań odwodnienia powierzchniowego – *aktualizacja rekomendacji projektowych***
- 2. Przykłady wybranych schematów rozwiązań odwodnienia w głębnego**
- 3. Rampy drogowe – uwagi do projektowania**

## **MULDY I ROWY**

- 1. Powiązanie z wymaganiami bezpieczeństwa ruchu**
- 2. Przepustowość**
- 3. Sprawdzenie warunków trwałości – erozja**
- 4. Możliwość wykorzystania jako urządzenia podczyszczające – ograniczenie stosowania umocnień**
- 5. Zdolności infiltracyjne/uszczelnienie – w zależności od wrażliwości podłoża**

# MULDY I ROWY

Muldy o parametrach podanych w WR-D-71-2 nie są traktowane jako przeszkody i mogą być sytuowane w wymaganej szerokości strefy wolnej od przeszkód określonej w WR-D-22-1

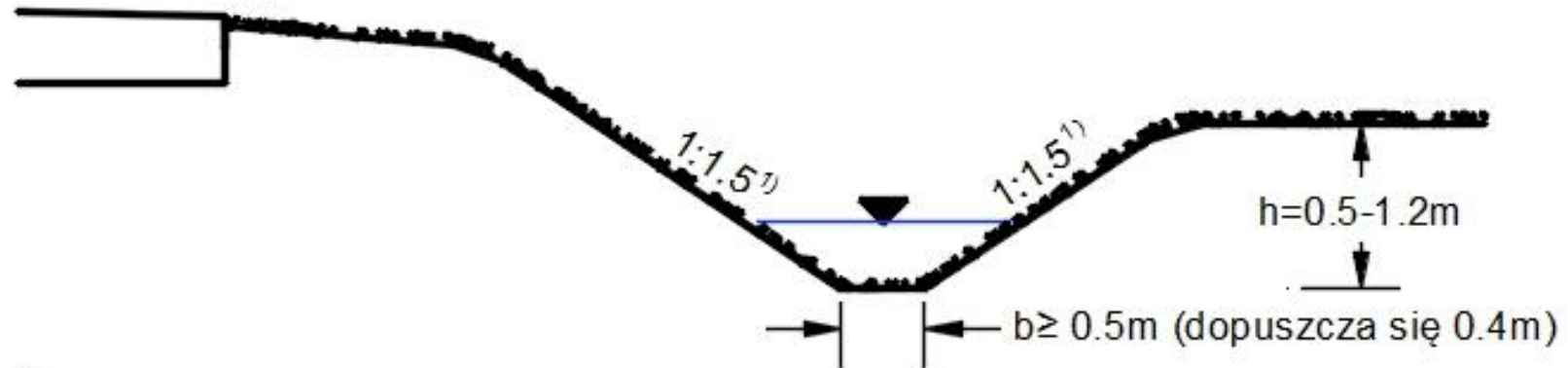


# MULDY I ROWY

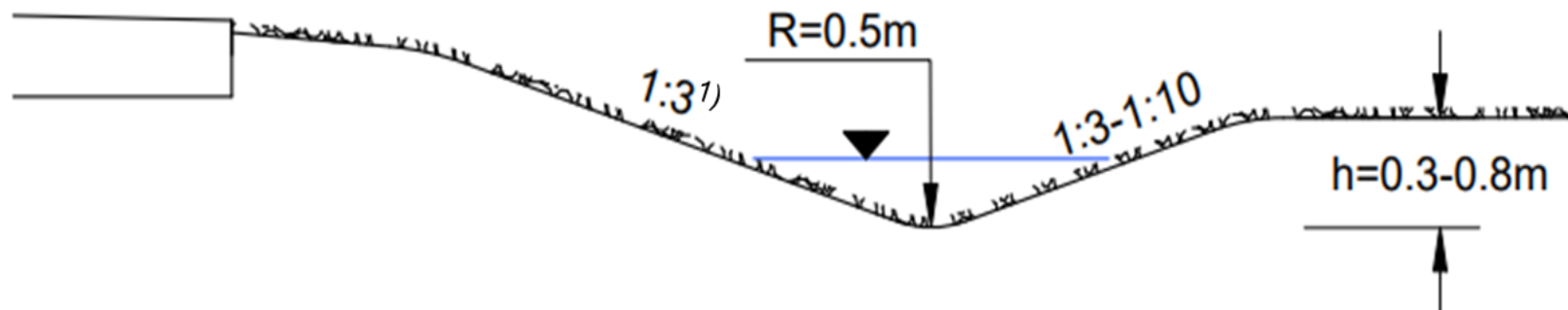
Spadek podłużny dna muldy projektowany jest w nawiązaniu do krawędzi pobocza lub spadku terenu. Jeżeli spadek podłużny dna muldy nie zapewnia jej wymaganej przepustowości, to warunki hydrauliczne spływu wody można poprawić przez:

- a) zwiększenie spadku dna muldy,
- b) zwiększenie przekroju poprzecznego muldy z uwzględnieniem ograniczeń podanych w tekście WR-D-71-2,
- c) wykonanie umocnienia dna muldy z gładkiego materiału o współczynniku szorstkości mniejszym niż w przypadku muldy trawiastej,
- d) wykonanie wpustów deszczowych w osi muldy,
- e) wykonanie drenażu w osi muldy zwiększającego odbiór wody przez przesiąkanie.

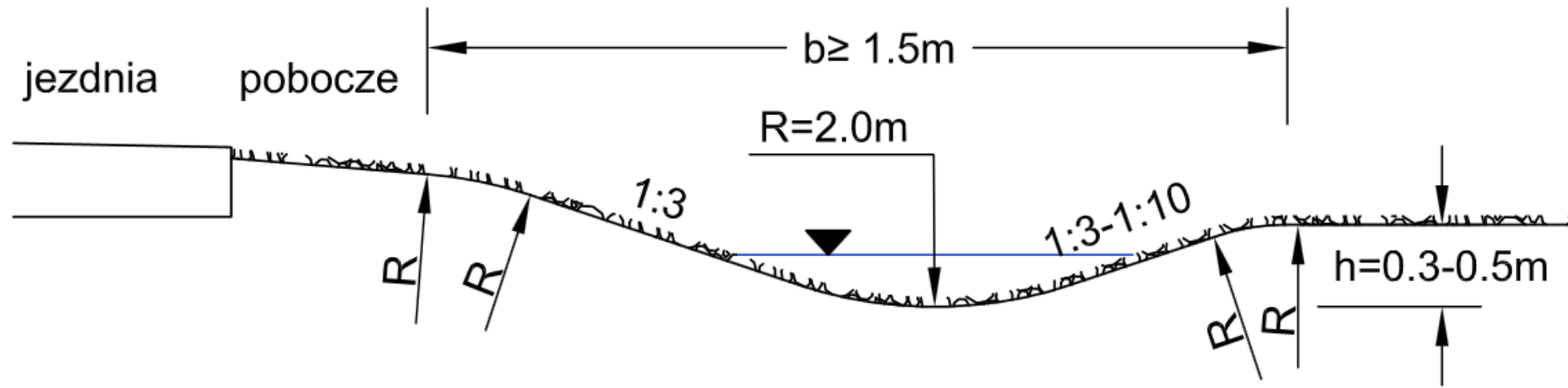
Rowy przydrożne o pochyleniu skarp większym niż 1 : 3 traktowane są jako przeszkody i mogą być sytuowane przy krawędzi drogi tylko poza strefą wolną od przeszkód, zgodnie z wymaganiami określonymi w WR-D-22-1 podrozdział 6.3, a jeżeli nie ma takiej możliwości, to wówczas pomiędzy krawędzią jezdni i rowem umieszcza się barierę ochronną.



1) zaleca się stosowanie skarp o mniejszych nachyleniach, gdyż sprzyja to zwiększeniu wsiąkania wody oraz poprawia efekt wytrącania zanieczyszczeń w formie zawiesiny. W trudnych warunkach dopuszcza się zwiększenie nachylenia skarp rowu trapezowego do wartości nie większej niż 1:1, przy spełnieniu warunków stateczności skarpy.



1) zaleca się stosowanie skarp o mniejszych nachyleniach, jeżeli wynika to z wymagań bezpieczeństwa ruchu lub potrzeby zwiększenia wsiąkania wody



Jeżeli pozwalają na to warunki miejscowe i wymagania ochrony wód podziemnych, stosuje się rozwiązania ułatwiające wsiąkanie wody w rowie do gruntu przez warstwę gleby porośniętą roślinnością, zwykle trawą.

Krawędzie przecięcia skarp rowu z poboczem i terenem zaokrągla się ze względów utrzymaniowych.

Przeciwdziałanie erozji skarp i dna rowu może wymagać zastosowania ich umocnienia, którego rodzaj zależy od spadku podłużnego dna rowu, rodzaju podłoża gruntowego i objętości wody odprowadzanej rowem.

Ze względów środowiskowych zaleca się obsiewanie skarp i dna rowu trawą, jeżeli nie jest on w sposób ciągły napełniony wodą.



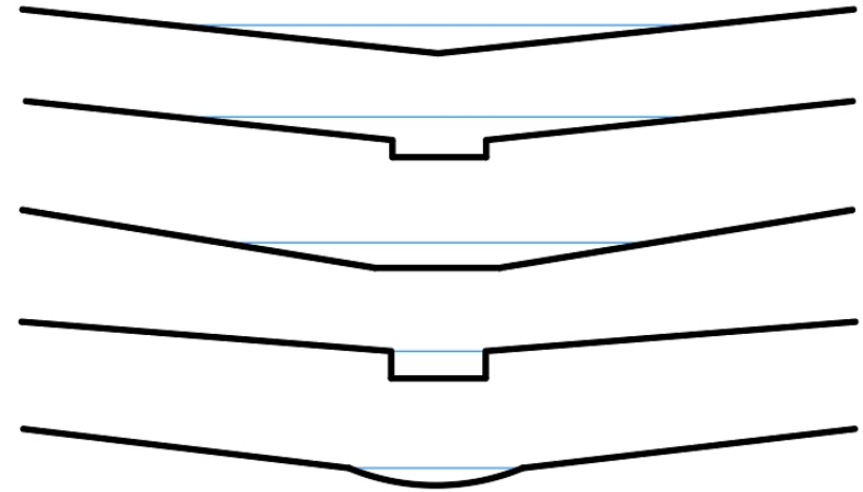
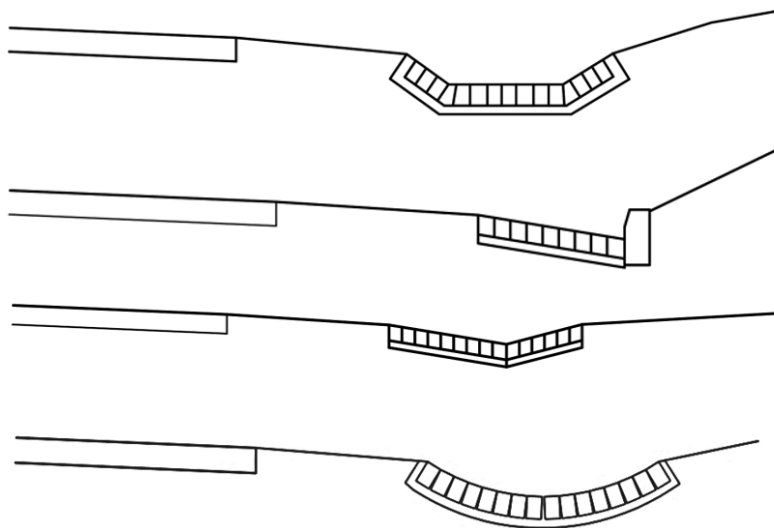
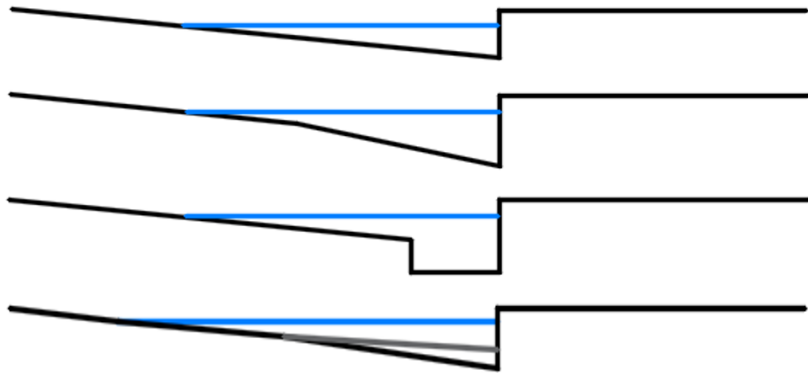






# ŚCIEKI DROGOWE I ULICZNE – wybrane wymagania

1. Przepustowość
2. Funkcjonalność
3. Trwałości – konstrukcja i posadowienie
4. Estetyka



# Ścieki drogowe i uliczne – wybrane wymagania

Ścieki drogowe i uliczne stanowią odrębną część drogi i powinny znajdować się poza jezdnią, częścią pobocza o nawierzchni twardej (pasem awaryjnym, opaską zewnętrzną) oraz opaską wewnętrzną z zastrzeżeniem podanym w akapicie (4)

(4) Dopuszcza się odprowadzenie wody w osi jezdni ulicy klasy L lub D przy zastosowaniu ścieku zakrytego będącego częścią konstrukcji nawierzchni. Dopuszcza się również zastosowanie ścieku odkrytego o szerokości konstrukcyjnej nie przekraczającej 0,250 m i głębokość nie większej niż 0,025 m bez wliczania tego ścieku do wymaganej szerokości jezdni. Konstrukcja ścieku zakrytego i odkrytego powinna spełniać warunek nośności wynikający z dopuszczenia ruchu pojazdów po ścieku.

W szczególnych przypadkach, np. przy odwodnieniu ramp drogowych lub wlotów skrzyżowania, ściek może być wbudowany w nawierzchnię jezdni i stanowić jej konstrukcyjną część. W takich przypadkach konstrukcja ścieku powinna spełniać warunki nośności i równości określone dla nawierzchni

# Ścieki drogowe i uliczne – wybrane wymagania

Wynikający z konstrukcji ścieku uskok przy krawędzi z jezdnią, częścią pobocza o nawierzchni twardej (pasem awaryjnym, opaską zewnętrzną) oraz opaską wewnętrzną powinien być nie większy niż 0,05 m z uwzględnieniem dodatkowych ograniczeń wynikających z warunków ruchu pieszych i rowerów

Ścieki otwarte dwuskrzydłowe, ścieki zamknięte skrzynkowe i szczelinowe projektuje się jako przejezdne, szczególnie na wlotach skrzyżowań, zjazdach, wyjazdach, wjazdach, parkingach, zatokach przystankowych i placach. Ścieki zamknięte projektuje się jako przejezdne także w miejscach wymagających specjalnych rozwiązań odwodnienia powierzchniowego, np. w obrębie ramp drogowych.

Konstrukcja ścieków wraz z ich posadowieniem powinna uwzględniać ich możliwe obciążenie ruchem pojazdów. W celu oceny tego obciążenia i projektowania konstrukcji ścieku wprowadza się klasy obciążenia ścieku

# Kryteria ustalania klasy obciążenia ścieku

Klasa obciążenia ścieku		Ruch na jezdni wzdłuż ścieku	Ruch w poprzek ścieku
<b>A</b>	Małe obciążenie	Brak ruchu samochodów ciężarowych, bardzo mały ruch samochodów osobowych	Brak przejazdów przez samochody ciężarowe, okazjonalne przejazdy samochodów osobowych np. na dojazdach do pojedynczej zabudowy mieszkaniowej
<b>B</b>	Średnie obciążenie	Okazjonalny ruch samochodów ciężarowych i regularny ruch samochodów osobowych. Okazjonalne najechania przez samochody ciężarowe na ściek	Okazjonalne przejazdy samochodów ciężarowych i regularne przejazdy samochodów osobowych np. do zabudowy mieszkaniowej
<b>C</b>	Duże obciążenie	Regularny ruch samochodów ciężarowych, w tym o dużych naciskach na oś. Regularne lub częste przypadki najeżdżania na ściek przez samochody ciężarowe np. przy ich wymijaniu się	Regularne przejazdy samochodów ciężarowych, w tym o dużych naciskach na oś (np. dojazd do obiektów komercyjnych i przemysłowych).
<b>D</b>	Bardzo duże obciążenie	Duży ruch samochodów ciężarowych, w tym o dużych naciskach na oś. Częste przypadki przejeżdżania przez krawędzie ronda ze ściekami, przez ścieki na zatokach przystankowych.	Bardzo częste przejazdy samochodów ciężarowych, szczególnie o dużych naciskach na oś (np. dojazdy do terenów przemysłowych z częstymi dostawami towarów samochodami ciężarowymi)

## Ścieki drogowe i uliczne – wybrane wymagania

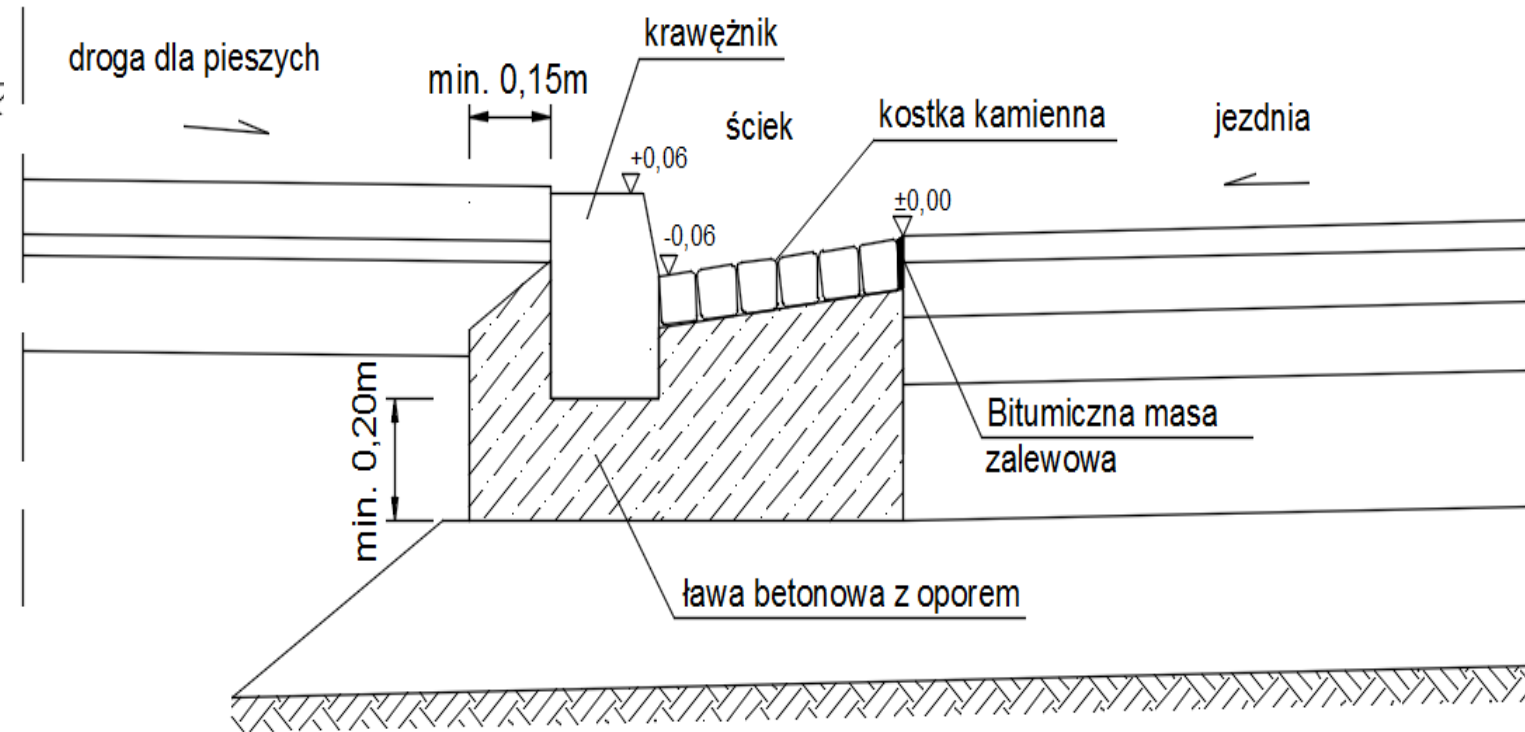
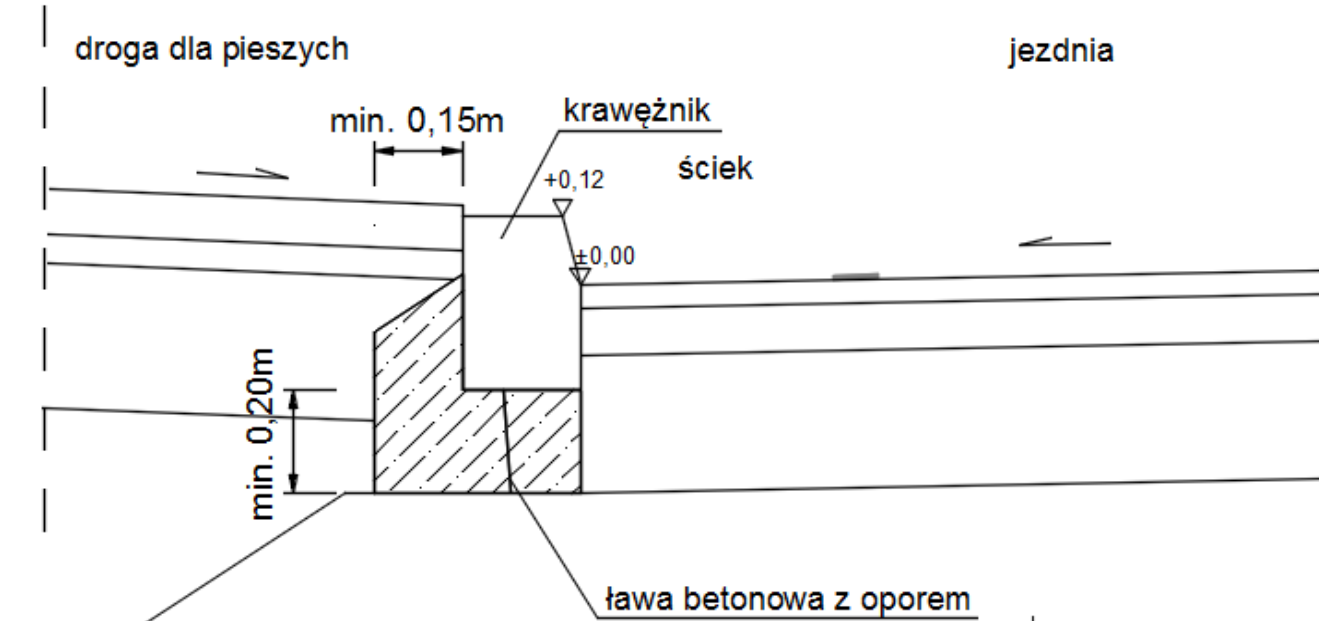
Nośność podłoża, na którym posadowiona jest ława fundamentu ścieku powinna, w zależności od klasy obciążenia ścieku, spełniać następujące wymagania określone przez wtórny moduł odkształcenia:

- a) Klasa obciążenia A:  $E_2 \geq 80$  MPa (50 MPa w przypadku dróg dla pieszych, dróg dla rowerów i dróg dla pieszych i rowerów)
- b) Klasa obciążenia B:  $E_2 \geq 100$  MPa
- c) Klasa obciążenia C:  $E_2 \geq 120$  MPa
- d) Klasa obciążenia D:  $E_2 \geq 120$  MPa

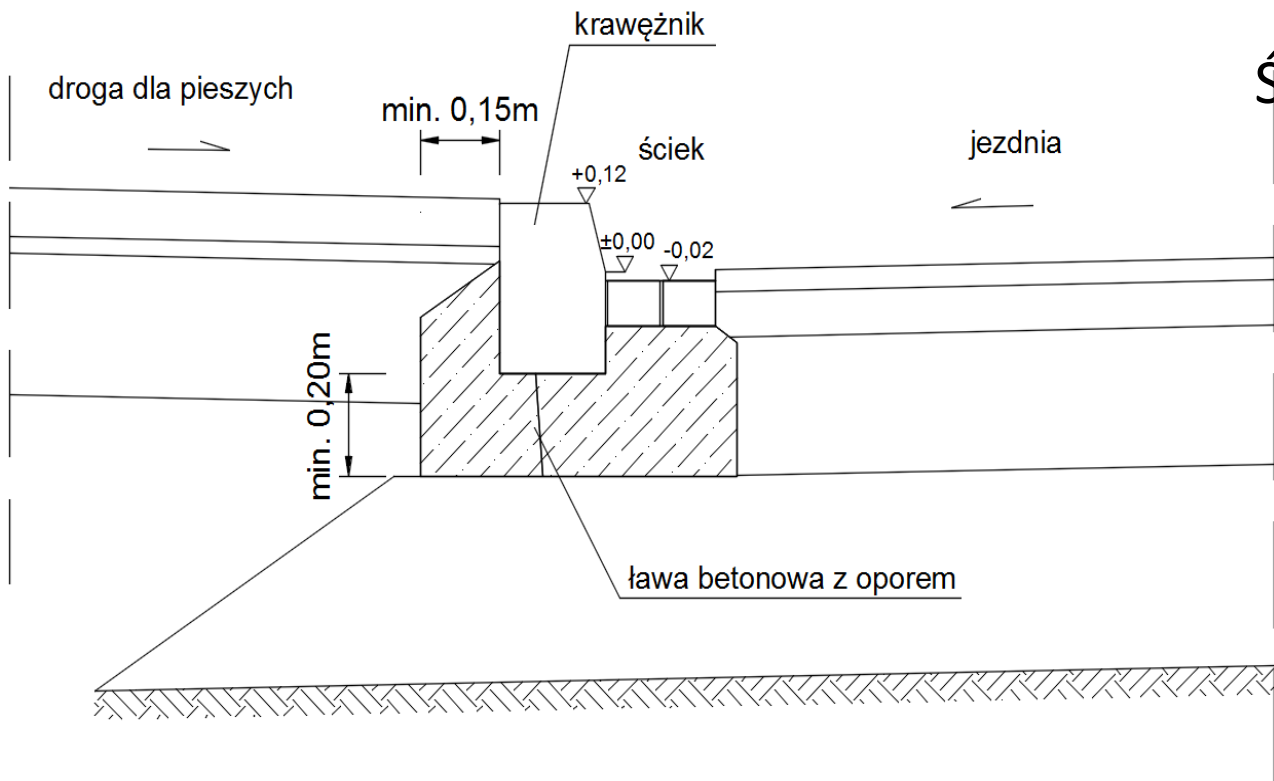
Ława betonowa pod krawężnikami ograniczającymi ściek i pod ściekami powinna być wykonana z betonu zapewniającego wytrzymałość ławy dostosowaną do klasy obciążenia ścieku, lecz nie niższą niż 12,5 MPa. Zaleca się stosowanie betonu co najmniej klasy C16/20.

W ściekach powinny być wykonane szczeliny dylatacyjne umożliwiające kompensację odkształceń termicznych. Szczeliny te zaleca się stosować co 6 – 8 m i w odległości 0,5 – 1,0m od wpustu deszczowego

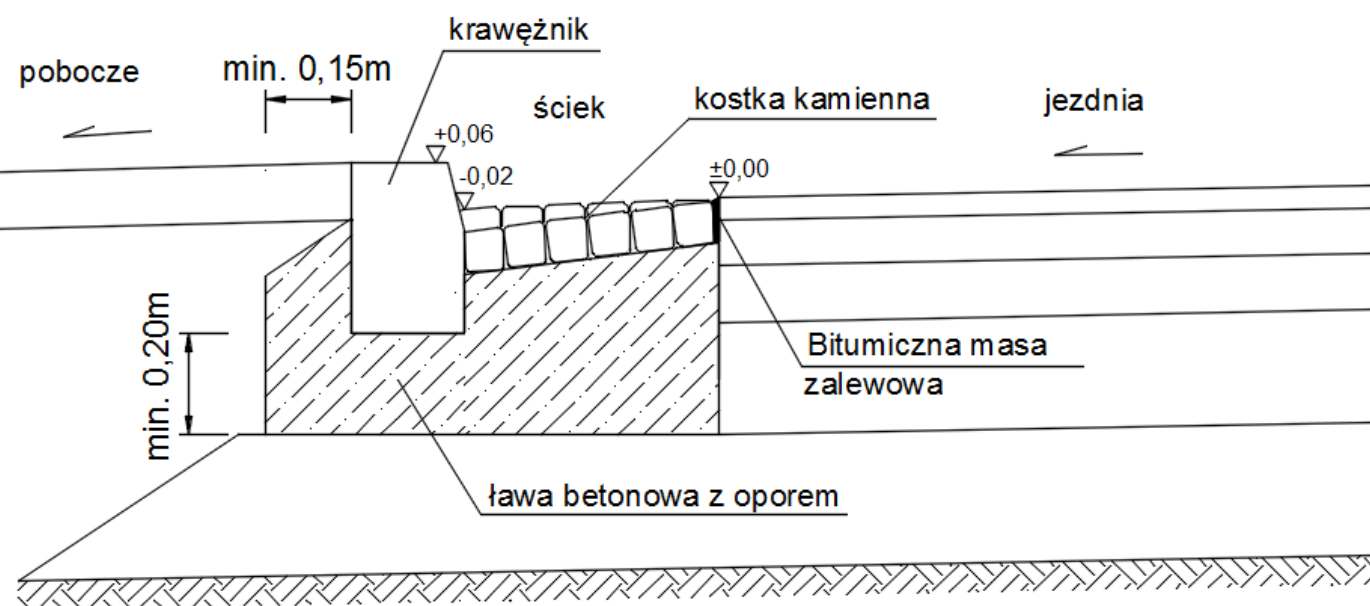
# Ścieki trójkątne – przykłady konstrukcji





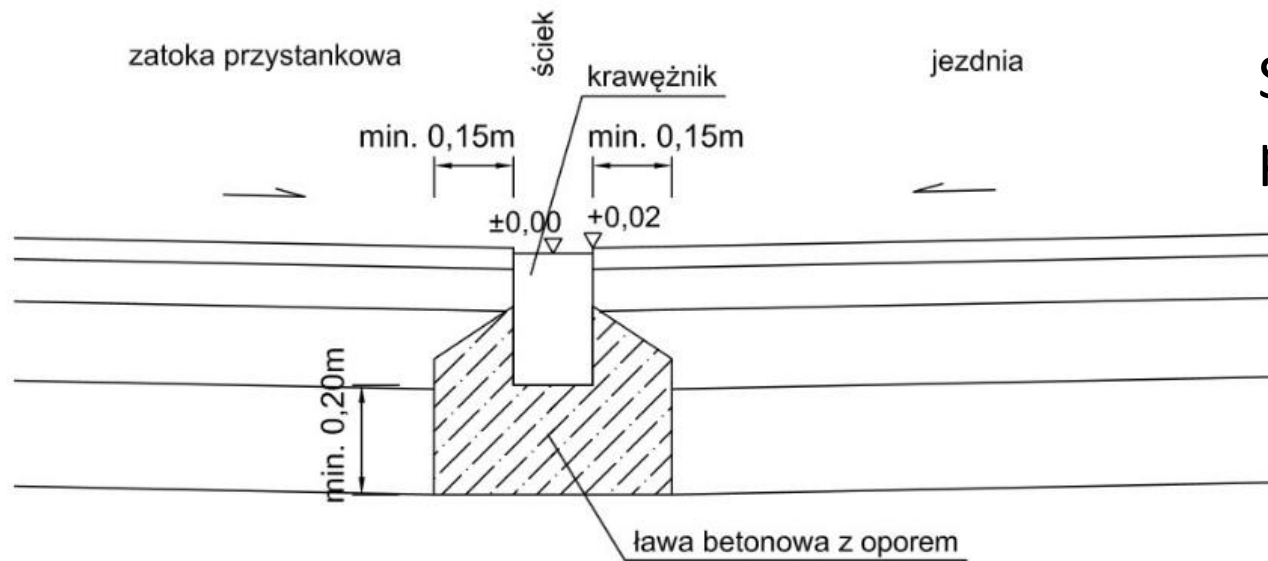


Ściek przykrawężnikowy obniżony - przykład



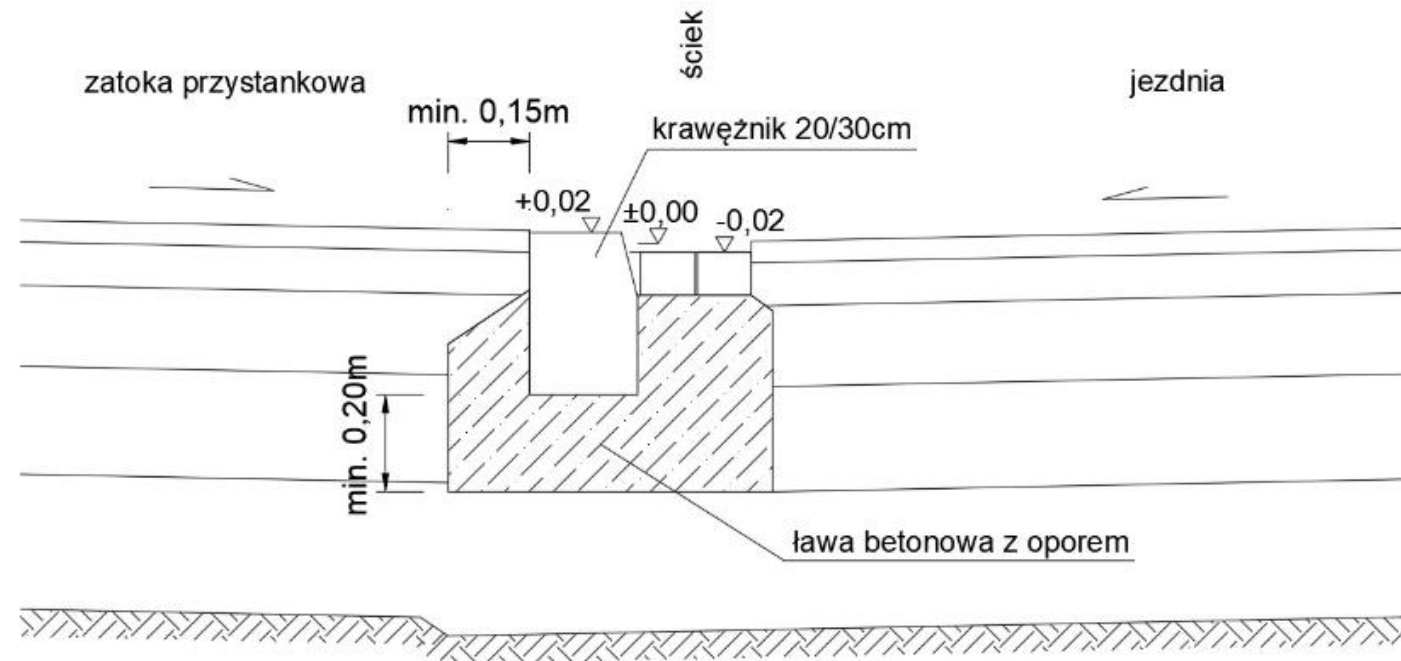
Ścieki przykrawężnikowy pilasy - przykład

a) ściek dwuskrzydłowy z krawężnikiem „wtopionym” z obniżeniem

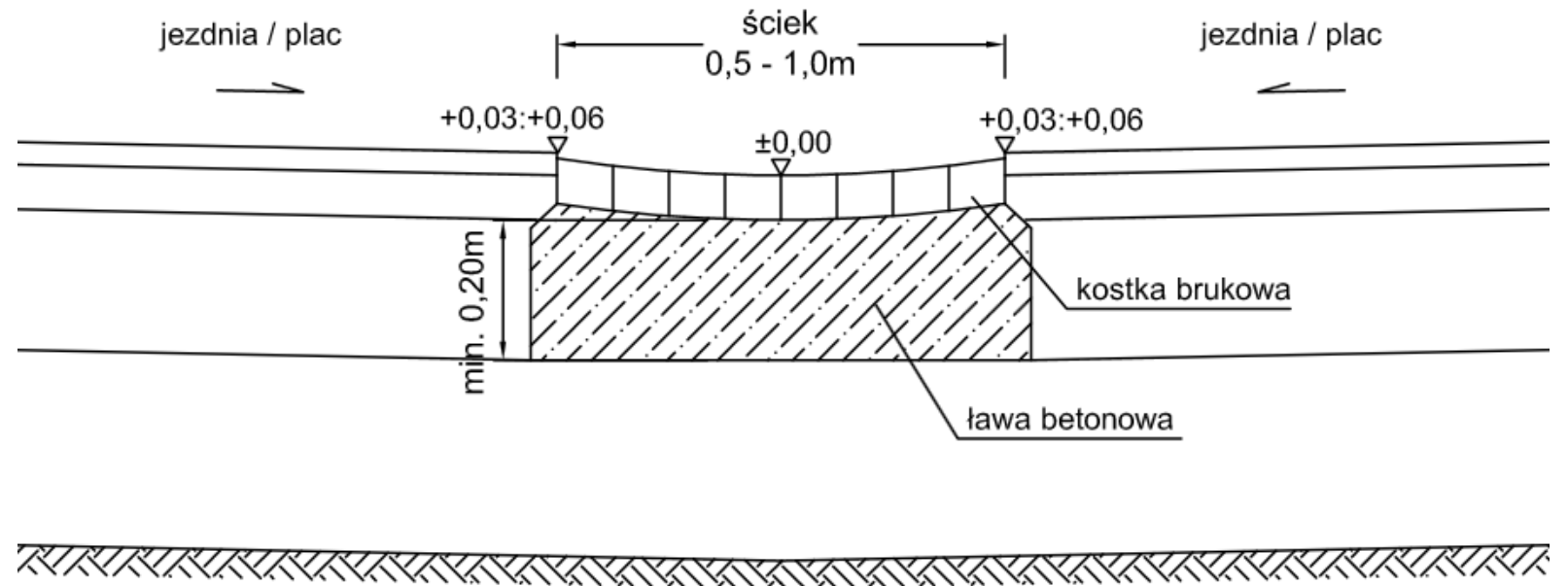
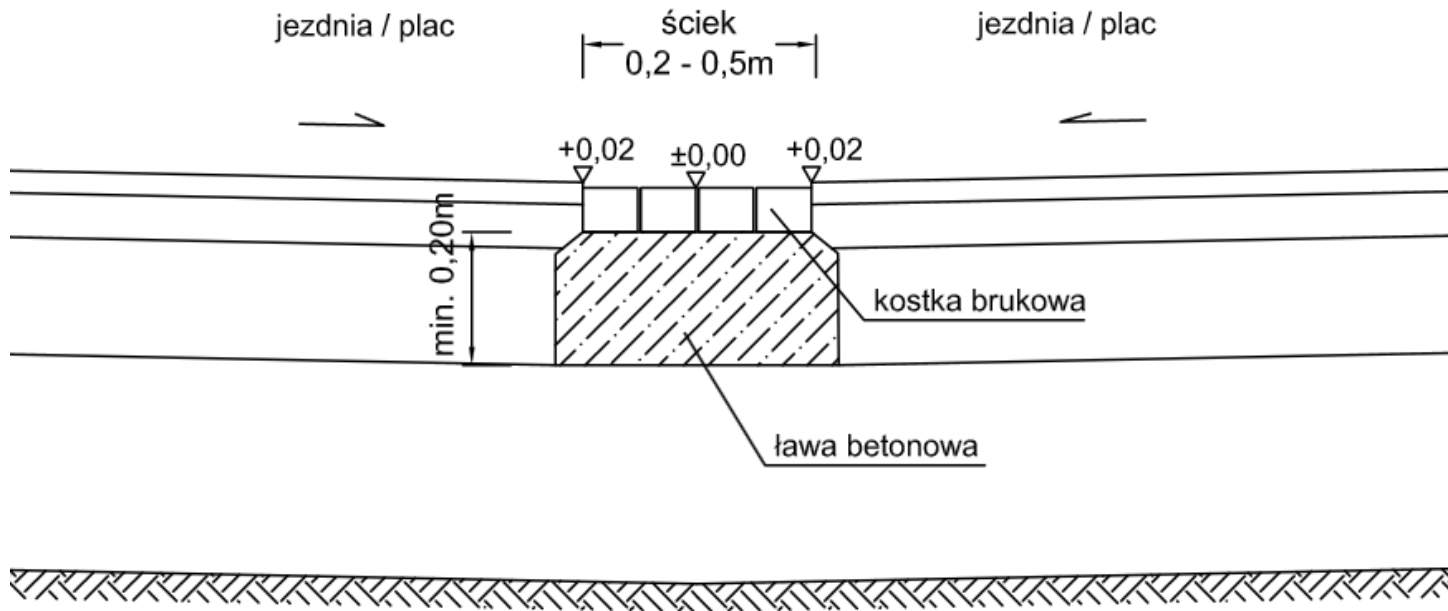


Ścieki na długości zatok przystankowych - przykłady

b) ściek obniżony z krawężnikiem najazdowym

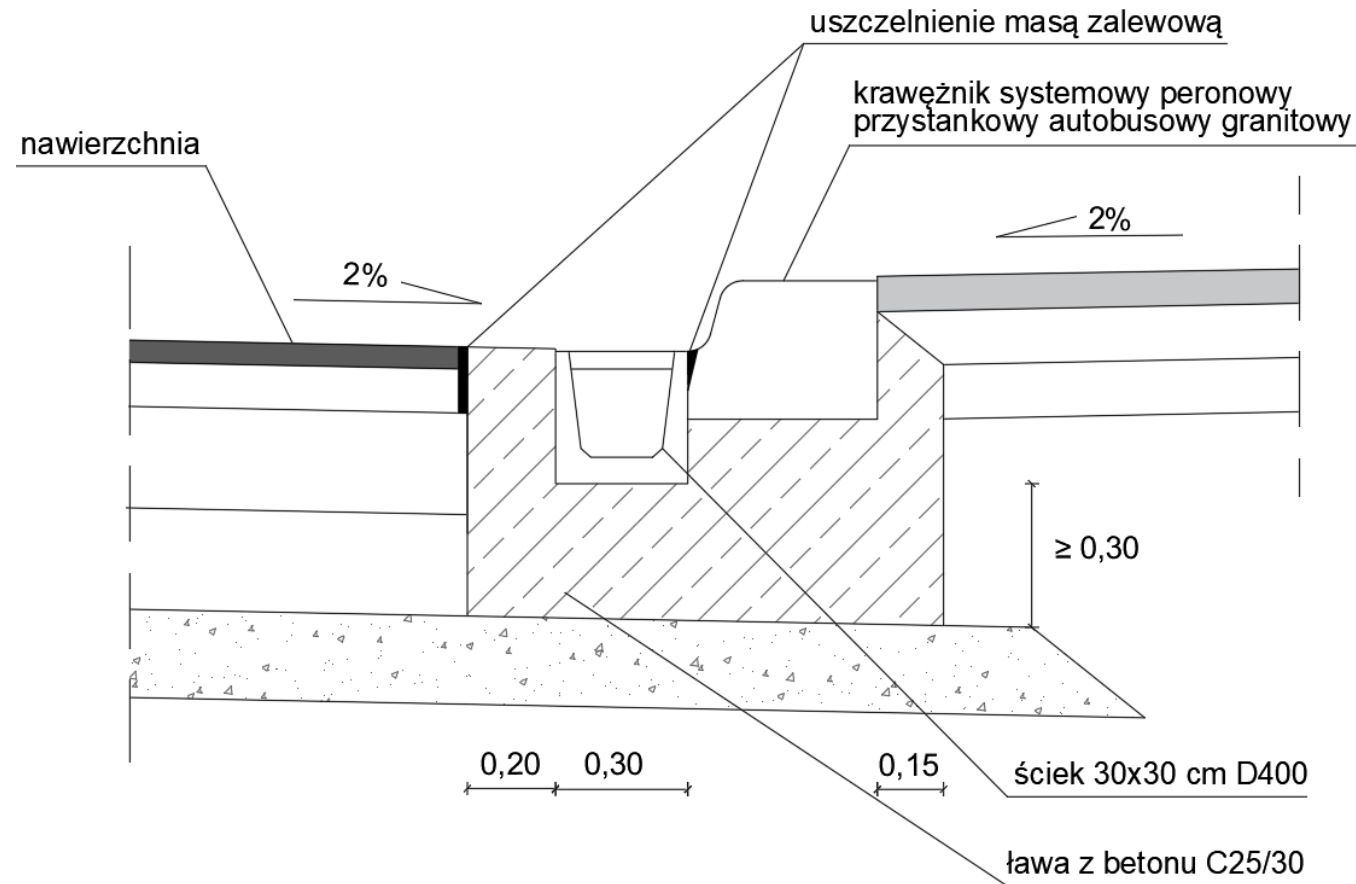


# Ścieki otwarte dwuskrzydłowe







# Ścieki zamknięte

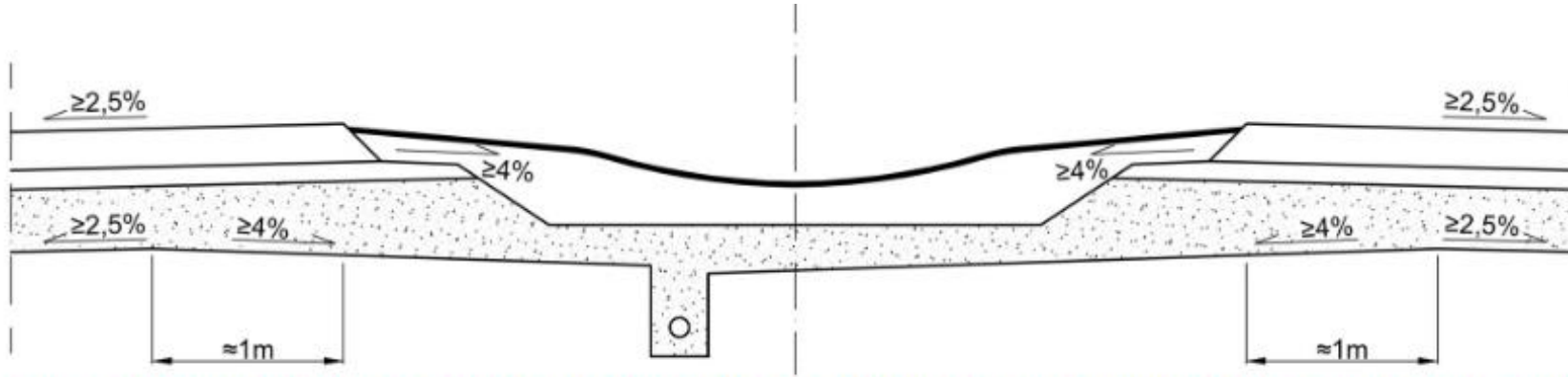
Jeżeli ścieki zamknięte są projektowane jako przejezdne, to muszą odpowiadać przewidywanym dla danej powierzchni wymaganiom statycznym i dynamicznym.



Przykład schematu wbudowania ścieku zamkniętego w konstrukcję nawierzchni podatnej - krawędź jezdni na przystanku autobusowym bez zatoki przystankowej

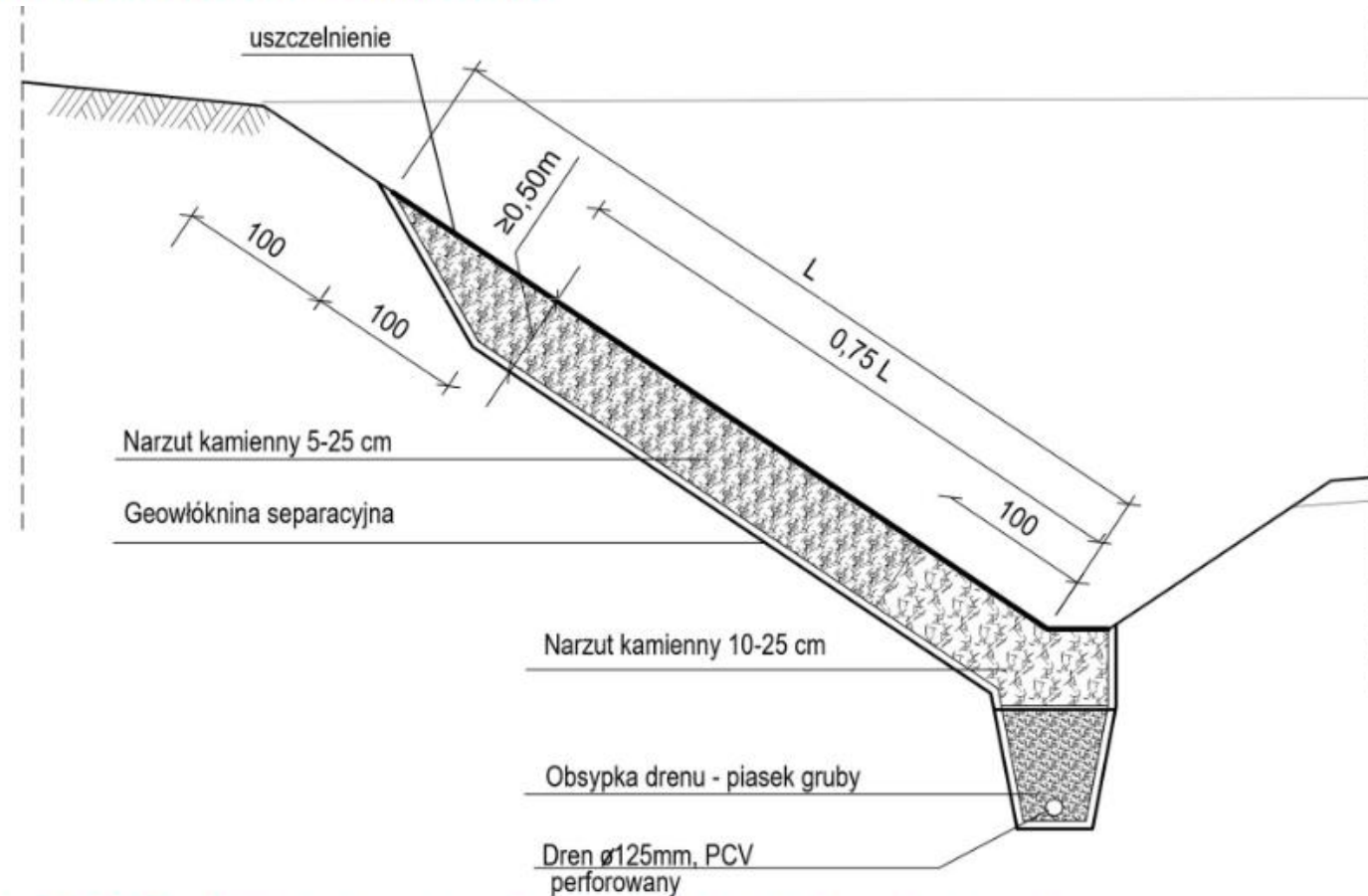
**Tab. 4.6.4.1. Zalecane przypadki stosowania ścieków przykrawężnikowych na drogach zamiejskich i ulicach**

Typ ścieku	Zalecenia i przeciwwskazania stosowania
<p data-bbox="428 197 863 237">przykrawężnikowy zwykły</p> 	<ul data-bbox="1047 201 2201 362" style="list-style-type: none"> <li>• drogi zamiejskie i ulice klasy L lub D, jeżeli zapewniona jest wymagana sprawność hydrauliczna ścieku związana z rozstawem wpustów ulicznych bez przekraczania dopuszczalnej szerokości strugi wody</li> </ul>
<p data-bbox="298 468 996 508">przykrawężnikowy wydzielony – trójkątny</p> 	<ul data-bbox="1047 432 2237 705" style="list-style-type: none"> <li>• ulice klasy G, Z, L lub D, jeżeli potrzeba zastosowania takiego ścieku wynika z wymagań sprawności hydraulicznej, gdyż ten typ ścieku charakteryzuje się bardzo dobrą sprawnością</li> <li>• niekorzystny w obrębie zjazdów</li> <li>• nie powinien być stosowany w obrębie przejść dla pieszych i przejazdów dla rowerów</li> </ul>
<p data-bbox="308 751 986 791">przykrawężnikowy wydzielony obniżony</p> 	<ul data-bbox="1047 743 2252 962" style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązanie standardowe przykrawężnikowego ścieku wydzielonego</li> <li>• stosowanie w obrębie przejść dla pieszych jest możliwe przy wyniesieniu krawężnika ponad dno ścieku nie większe niż 0,03 m, a w obrębie przejazdu dla rowerów przy wyniesieniu krawężnika ponad dno ścieku nie większe niż 0,01 m</li> </ul>
<p data-bbox="333 1072 960 1112">przykrawężnikowy wydzielony pilasty</p> 	<ul data-bbox="1047 1001 2181 1329" style="list-style-type: none"> <li>• na odcinkach dróg zamiejskich i ulic o pochyleniu podłużnym mniejszym niż 0,5%</li> <li>• jeżeli wynika to z wymagań sprawności hydraulicznej w trudnych warunkach, która jest zwiększana konstrukcją ścieku</li> <li>• niekorzystny w obrębie zjazdów</li> <li>• nie powinien być stosowany w obrębie przejść dla pieszych i przejazdów dla rowerów</li> </ul>



## Drenaż – przykłady „nowych” rozwiązań

Rys. 5.3.4. Schematy rozwiązań warstwy odsączającej połączonej z odwodnieniem pasa dzielącego o nawierzchni gruntowej



Rys. 5.4.2.1. Przykład ułożenia warstwy odsączającej na skarpie i odprowadzenia wody

## RAMPY DROGOWE – problem odwodnienia

Ryzyko wypadków na odcinkach ramp jest w czasie opadów 2÷4 razy większe niż na odcinkach prostych o suchej jezdni, a udział wypadków z udziałem pojedynczych pojazdów na odcinkach ramp drogowych w czasie opadów deszczu może osiągać 50%

plan pochyleń ukośnych i linii sływu wody opadowej na rampie istniejącej drogi



poprzeczne ścieki kryte na rampie drogowej – działanie naprawcze



## Możliwości poprawy sprawności odwodnienia ramp:

- zwiększenie pochylenia niwelety drogi na odcinku rampy. Wymaga to jednak dodatkowej kontroli długości linii spływu i grubości warstwy wody,
- zwiększenie promienia łuku poziomego do wartości umożliwiającej pochylenia poprzecznego na łuku takiego samego jak na prostej,
- zastosowanie warstwy ścieralnej z asfaltobetonu porowatego,
- wbudowanie w nawierzchnię zakrytych ścieków przejmujących spływ wody w miejscach przekroczeń dopuszczalnej grubości warstwy wody (przerwanie linii spływu wody),
- specjalne konstrukcje rampy z podziałem jej powierzchni na części ze spadkiem wypadkowym zapewniającym sprawny spływ wody (tzw. koperta),
- ograniczenie dopuszczalnej prędkości w czasie występowania opadów deszczu (*znaki zmiennej treści lub znaki stałe o wzorze graficznym dopiero planowanym do wprowadzenia*),
- rowkowanie powierzchni rampy w celu ułatwienia spływu wody wytworzonymi rowkami (nie jest zalecane do stosowania bezpośrednio po wykonaniu nowej nawierzchni).



# WNIOSKI

WR-D-71 zawiera przykłady konstrukcji urządzeń odwodnienia powierzchniowego wskazując najczęściej przedziały zalecanych parametrów geometrycznych, pozostawiając projektantom dość dużą swobodę w ustaleniu końcowej formy (wymiarów) urządzeń.

Dotychczasowe zalecenia projektowe zostały uzupełnione m.in. o:

- a) przykłady muld i rowów infiltracyjnych z ich zalecanymi wymiarami
- b) wymagania konstrukcyjne dla ścieków podnoszące ich trwałość
- c) przykłady odwodnienia dróg dla pieszych i dróg dla rowerów
- d) bardziej dokładne wymagania projektowania ramp drogowych z uwzględnieniem sprawności ich odwodnienia