

Toruń, 11-12.12.2023

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

## **Ogólne zasady odwodnienia powierzchniowego i wglębnego w WR-D-71**

**Stanisław Gaca**  
Katedra Dróg, Kolei i Inżynierii Ruchu  
Politechnika Krakowska

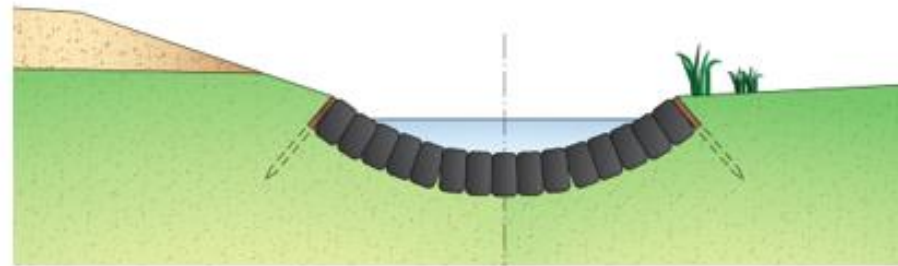


# **PROBLEMY**

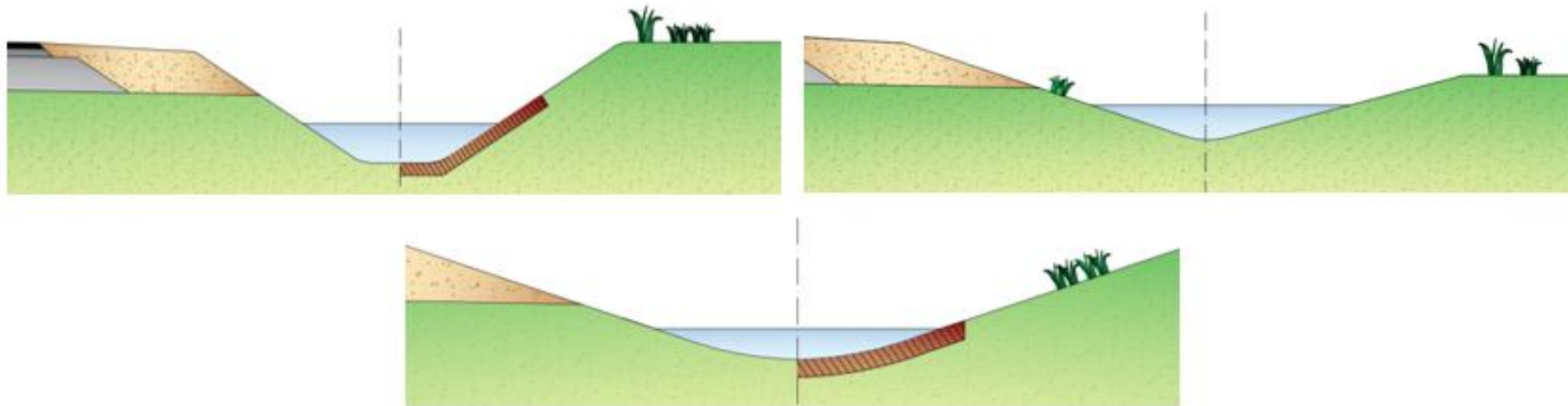
- 1. Ogólne wymagania jako ukierunkowanie sposobu projektowania i wyboru rozwiązań szczegółowych**
- 2. „Nowe” elementy w projektowaniu proponowane w WR-D-71**
- 3. Zalecenia WR-D-71, a swoboda projektowania**

a) mulda

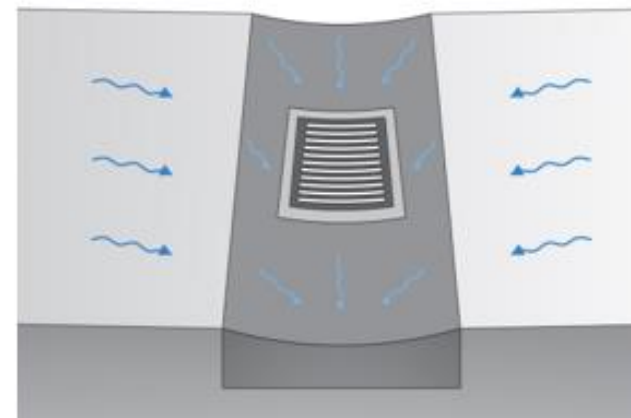
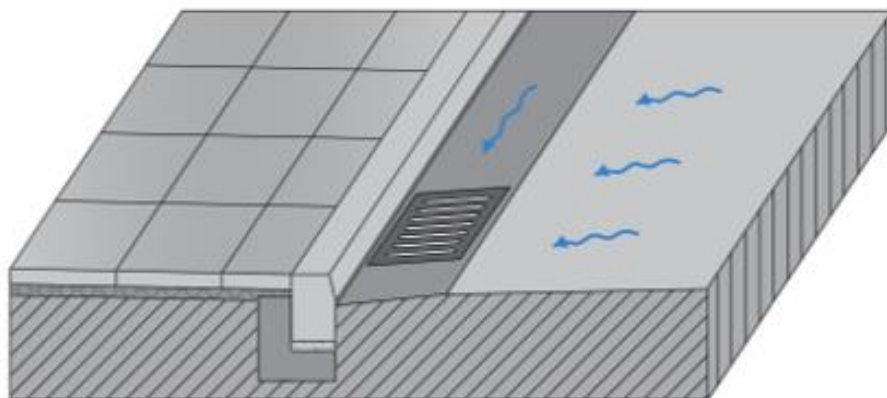
# Przykłady urządzeń odwodnienia powierzchniowego



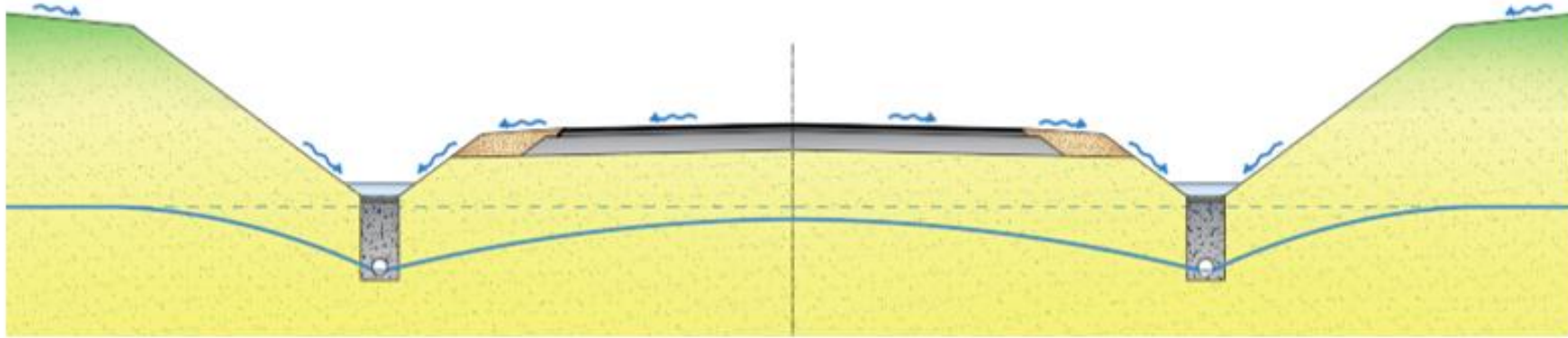
b) rowy: trapezowy, trójkątny, oplywowy



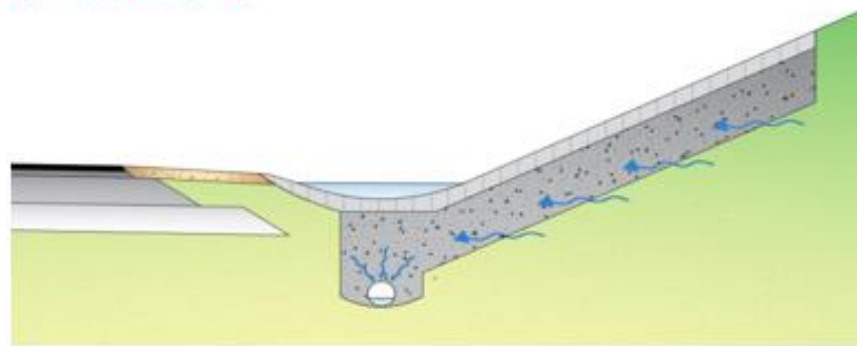
c) ścieki: przykrawężnikowy, muldowy



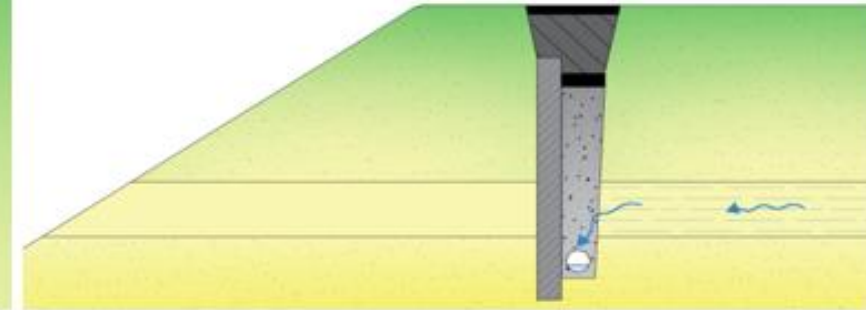
a) obniżenie zwierciadła wody gruntowej



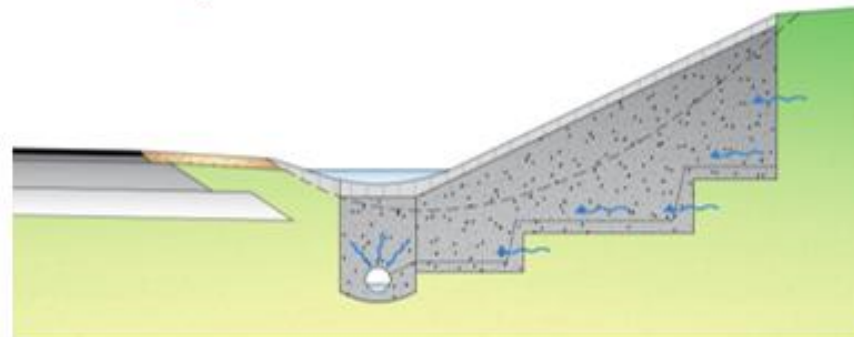
b) drenaż skarpowy



c) drenaż odcinający



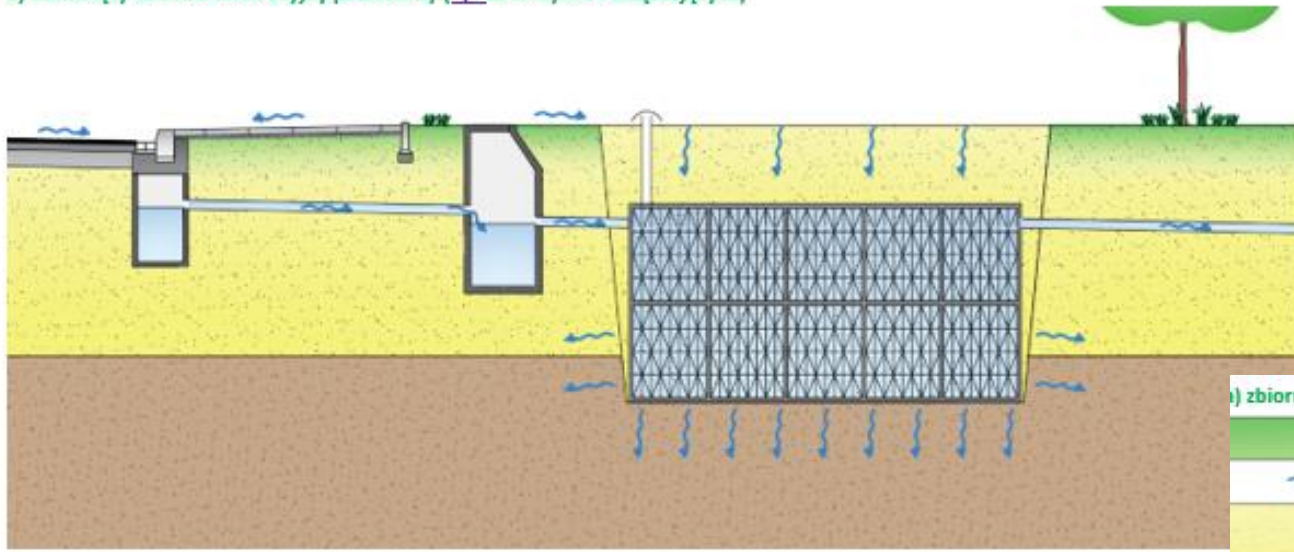
d) drenaż zabezpieczający w terenach osuwiskowych



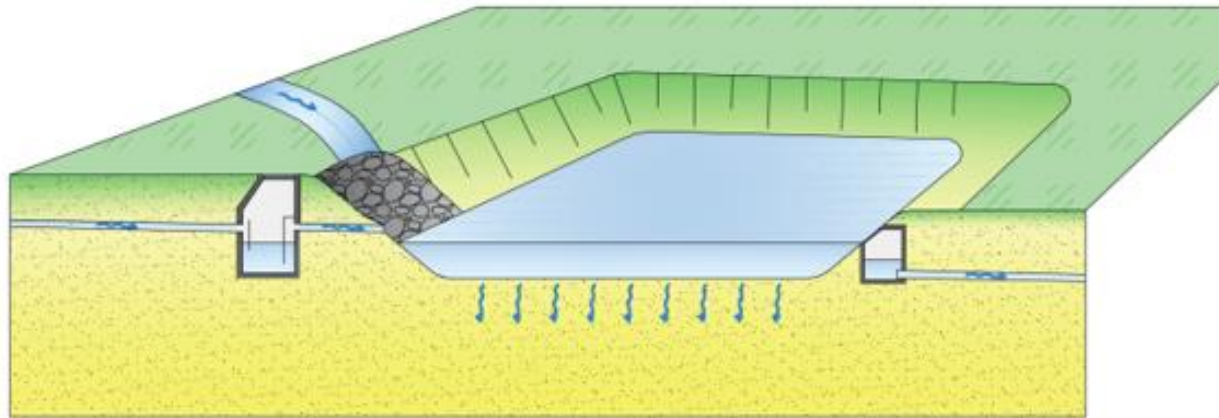
Rys. 4.2.5. Przykładowe schematy drenażu przejmującego wody gruntowe

# Przykłady zbiorników

a) zamknięty zbiornik infiltracyjny podziemny (np. ze skrzynek rozsączających)



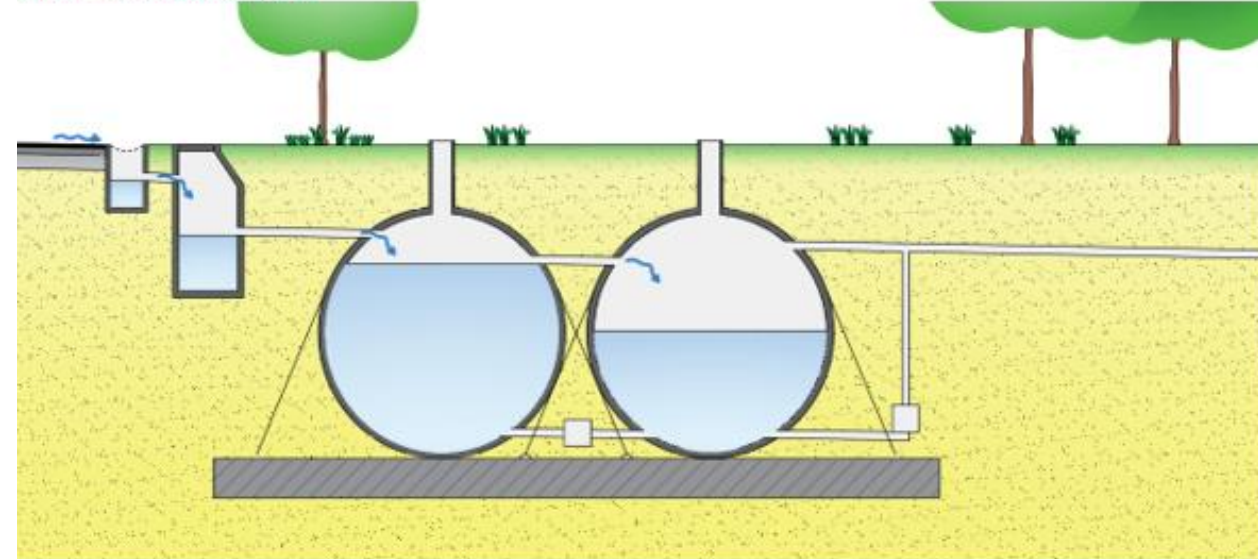
b) otwarty zbiornik infiltracyjny



i) zbiornik retencyjny otwarty



ii) zbiornik retencyjny zamknięty



# OGÓLNE WYMAGANIA W PROJEKTOWANIU ODWODNIENIA (I)

- ❑ Zaleca się dążyć do przestrzennego oddzielenia drogi od obszarów o szczególnych potrzebach ochrony, a jeżeli nie jest to możliwe, to stosuje się specjalne rozwiązania odwodnienia
- ❑ System odwodnienia projektuje się w taki sposób, aby wykorzystywał on głównie grawitacyjne odprowadzanie wód do odbiornika. Przepompownie stosuje się tylko w przypadkach, gdy nie ma innej możliwości odprowadzenia wody
- ❑ Wysokościowe rozwiązania dróg powinny zapewniać odpływ wód powierzchniowych oraz z urządzeń do odwodnienia w głębnego z naturalnym spadkiem i najkrótszą możliwą drogą, z wykorzystaniem, jeżeli pozwalają na to warunki miejscowe, możliwości infiltracji jako sposobu przyjmowania wody
- ❑ Istniejące na obszarze, przez który prowadzona jest droga, naturalne warunki odwadniania zakłóca się w jak najmniejszym stopniu (nie powinny być zakłócone) przez budowę lub przebudowę drogi, a istniejące naturalne odbiorniki wody zachowuje się

## OGÓLNE WYMAGANIA W PROJEKTOWANIU ODWODNIENIA (II)

- Nie dopuszcza się zmiany kierunku i natężenia odpływu wód opadowych lub roztopowych, ani kierunku odpływu wód ze źródeł ze szkodą dla gruntów sąsiednich, a także odprowadzania wód na grunty sąsiednie bez zgody ich właściciela lub zarządcy .
- Należy ograniczać w stopniu, w jakim jest to możliwe, ingerencję w warunki przepływu i zalegania wód podziemnych, przez unikanie np. odcinania ich przepływu lub obniżania ich poziomu.
- Pochylenia podłużne i poprzeczne powierzchni nawierzchni powinny być takie, aby minimalizować zarówno długości przepływu strug wody, jak i grubość jej warstwy (filmu wodnego).
- Wszystkie systemy i urządzenia do odwodnienia dobiera i projektuje się w taki sposób, aby można było je łatwo kontrolować i utrzymywać.
- Rozmieszczając urządzenia do odwodnienia w przekroju drogi, należy zadbać o to, aby były one łatwo dostępne, a prace konserwacyjno-naprawcze nie utrudniały znacząco ruchu i nie uszkadzały innych urządzeń drogowych.

## OGÓLNE WYMAGANIA W PROJEKTOWANIU ODWODNIENIA (III)

- Urządzenia odwodnienia nie mogą negatywnie wpływać na trwałość konstrukcji nawierzchni, a ich rozwiązania powinny uwzględniać technologiczne uwarunkowania budowy i utrzymania nawierzchni
- Systemy odwadniające, w tym systemy infiltracji, retencji i oczyszczania zaleca się projektować w powiązaniu z naturalnymi walorami terenu, biorąc pod uwagę także uwarunkowania eksploatacyjne i lokalne oraz integrację z krajobrazem.
- W przypadku przebiegu drogi przez obszary szczególnego zagrożenia powodzią uwzględnia się możliwy wpływ budowanej drogi na przyległy teren oraz przepływ wód powodziowych. (np. niweleta drogi powinna być wyniesiona ponad najwyższą rzędną wody zalewowej (wyznaczonej przy prawdopodobieństwie opadu 1%).
- Wszystkie elementy systemu odwodnienia dobiera się w taki sposób, aby ich przepustowość była wystarczająca do odprowadzenia miarodajnego strumienia objętościowego wód,
- Zakres i częstotliwość zabiegów utrzymaniowych powinny zapewniać zachowanie wymaganej przepustowości urządzeń do odwodnienia w okresie eksploatacji.



## **„NOWE” – wymagania dotyczące utrzymania urządzeń odwodnienia dróg**

**Częstość i zakres kontroli odwodnienia są determinowane następującymi uwarunkowaniami:**

- a) potencjalne zagrożenia i straty wynikające z niesprawności urządzeń odwodnienia,
- b) wymagania ochrony gruntów, wód powierzchniowych i wód podziemnych, w tym np. w wyznaczonych strefach ochronnych,
- c) wymagania użytkowe określone dla poszczególnych części dróg,
- d) dodatkowe wymagania określone przez dostawców niektórych urządzeń odwodnienia, wynikające z zapewnienia sprawności tych urządzeń, np. separatory zanieczyszczeń, przepompownie

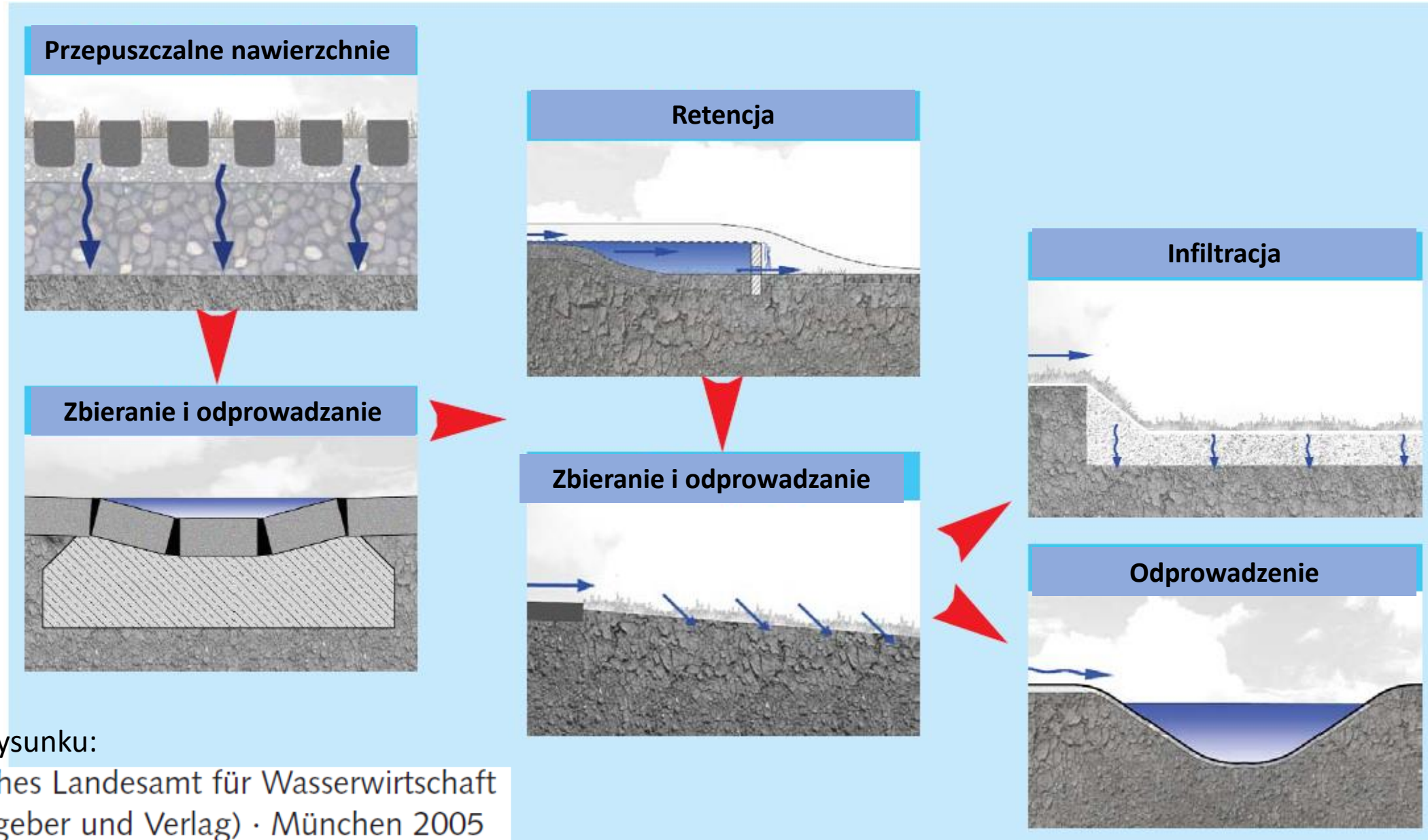
**WR-D-71-2 zawiera:**

- a) tabelaryczne zestawienia opisujące dla poszczególnych elementów drogi: sposób kontroli; częstość kontroli; elementy odwodnienia podlegające sprawdzeniu i możliwe zalecenia naprawcze
- b) wzór raportu dokumentującego przeprowadzenie kontroli

Element drogi	Częstość kontroli	Elementy podlegające sprawdzeniu i możliwe zalecenia naprawcze
Jezdnia	Raz w roku (szczegółowa ocena ramp w pierwszym roku eksploatacji), w powiązaniu z przeglądem drogi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wysokościowe ukształtowanie w rejonie ramp drogowych w aspekcie sprawności spływu wody (ocena w czasie opadów deszczu), w przypadku stwierdzenia utrudnień spływu wody stosuje się rozwiązania podane w podrozdziale 12.6</li> <li>• spływy wody w obszarze skrzyżowania</li> <li>• nierówności nawierzchni utrudniające spływ wody, w przypadku występowania takich nierówności usuwa się je</li> </ul>
Pobocza	Dwa razy w roku (w tym sprawdzenie bezpośrednio po nawalnym deszczu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• możliwe utrudnienia spływu wody wynikające z wysokości pobocza względem krawędzi jezdni i jego pochylenia</li> <li>• równość pobocza, ślady erozji poboczy gruntowych</li> <li>• w przypadku stwierdzenia degradacji pobocza lub nieprawidłowych spadków należy wyprofilować poboczne zgodnie z ogólnymi wymaganiami (pochylenie 6-8%) lub według projektu</li> </ul>
Muldy i rowy	Dwa razy w roku – wiosną i jesienią w ramach przeglądu drogi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spadki podłużne i ocena spływu wody, w przypadku wątpliwości pomiar spadku</li> <li>• głębokość muldy/rowu</li> <li>• stan skarp, w przypadku ich rozmycia usuwa się ubytki lub odnowią się skarpy</li> <li>• stopień zarośnięcia; jeżeli stan roślinności zagraża trwałości skarp lub powoduje zmniejszenie przepustowości muldy/rowu, taką roślinność usuwa się</li> <li>• stopień zamulenia; jeżeli grubość warstwy namułu przekracza 3 cm, wykonuje się oczyszczanie dna muldy/rowu</li> <li>• w przypadku muld i rowów z uszczelnionym dnem kontrola obejmuje stan także uszczelnień</li> </ul>

*Przykład zapisanych wymagań*

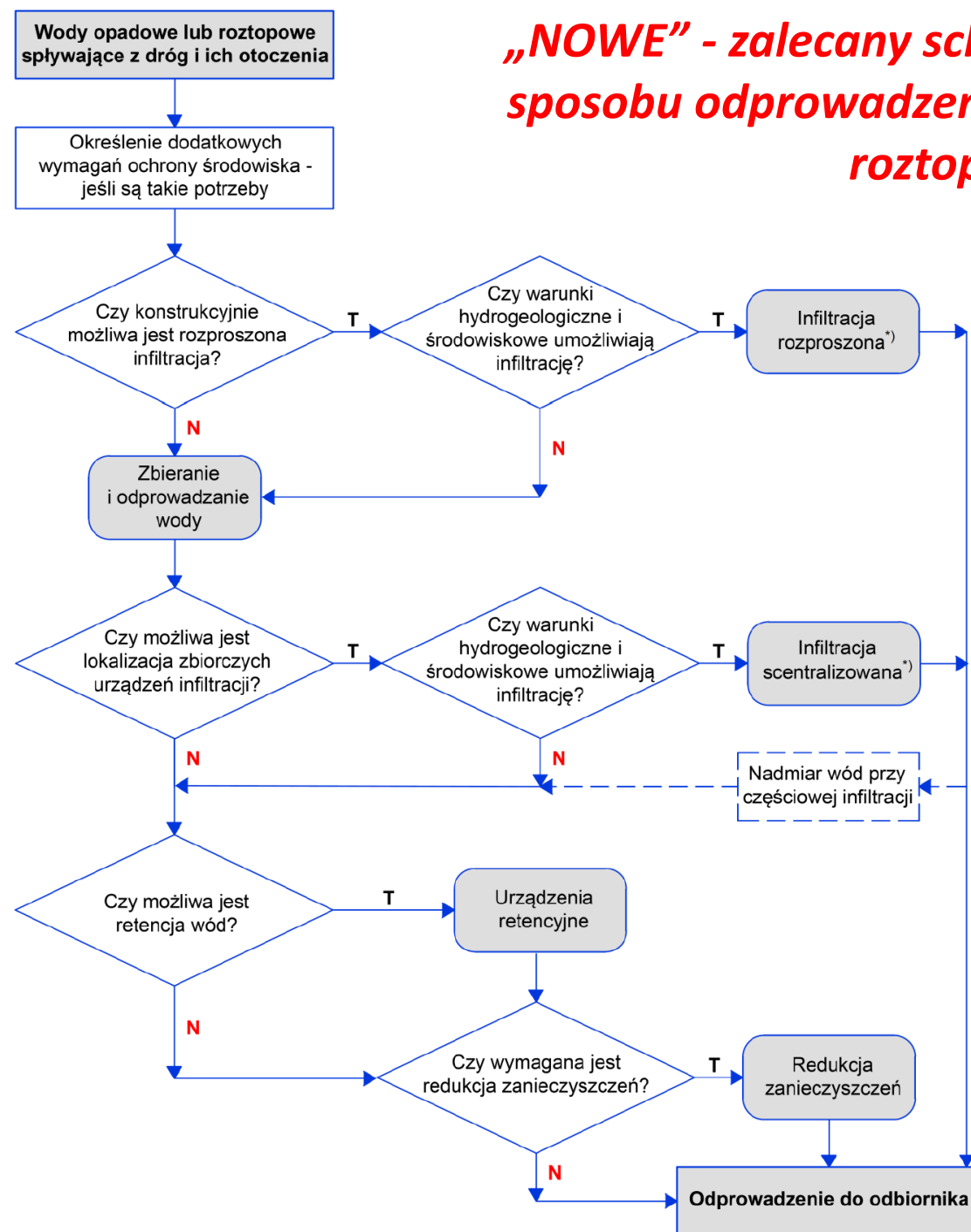
# „NOWE” – zalecenia (zmiany) w projektowaniu urządzeń odwodnienia dróg - elementy odwodnienia „bliskiego naturze”

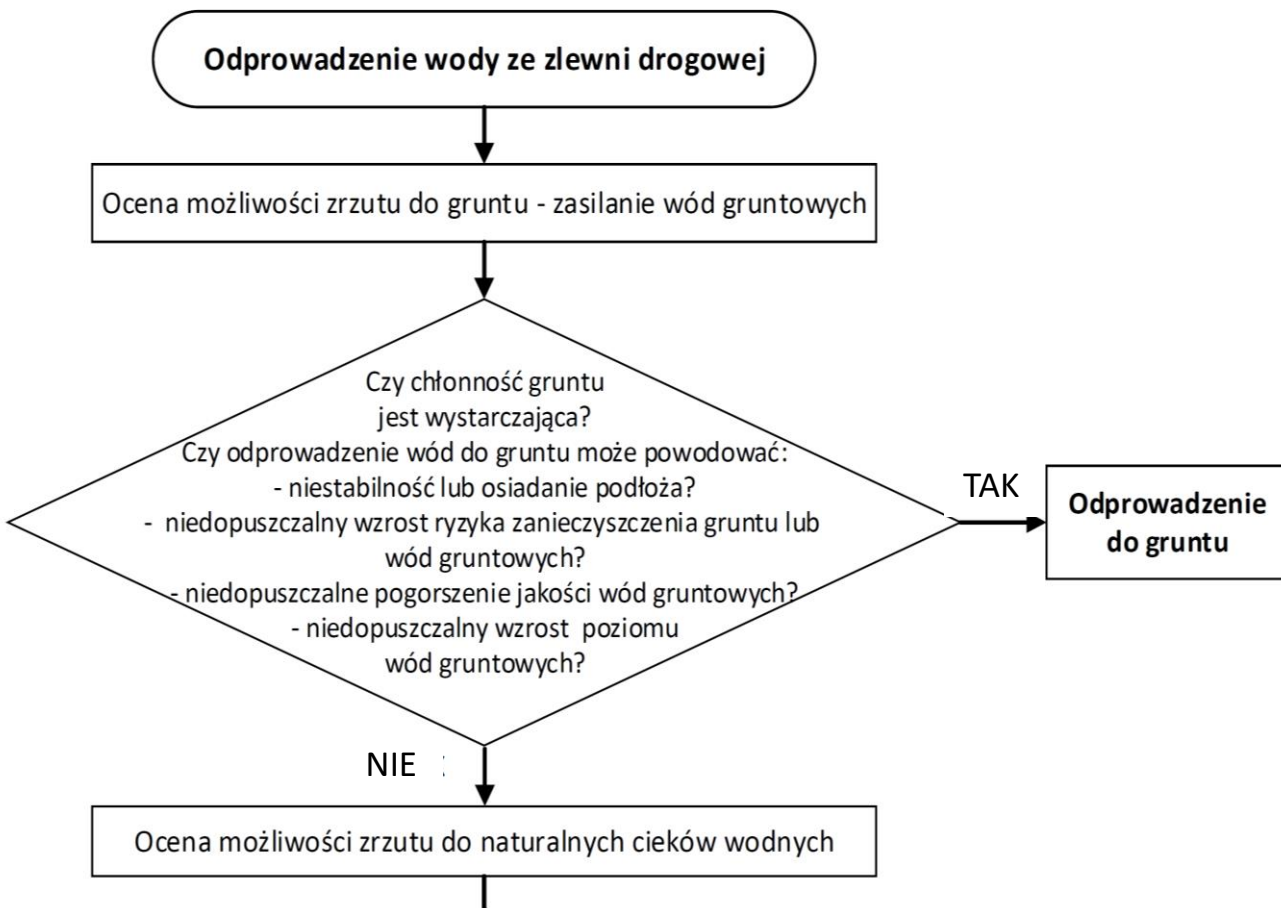


Źródło rysunku:

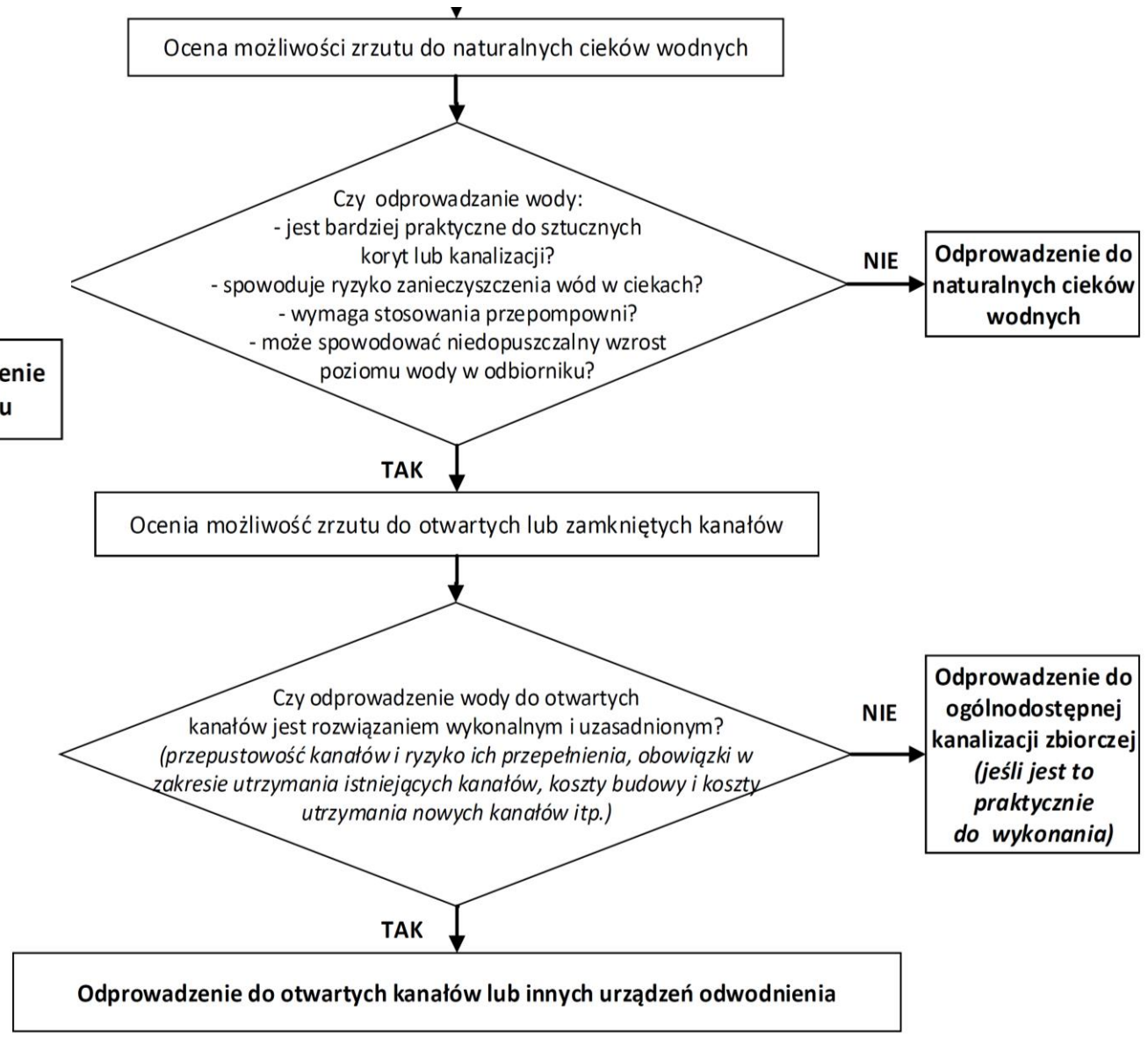
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
(Herausgeber und Verlag) · München 2005

# „NOWE” - zalecany schemat blokowy wyboru sposobu odprowadzenia wód opadowych lub roztopowych





**CD.**

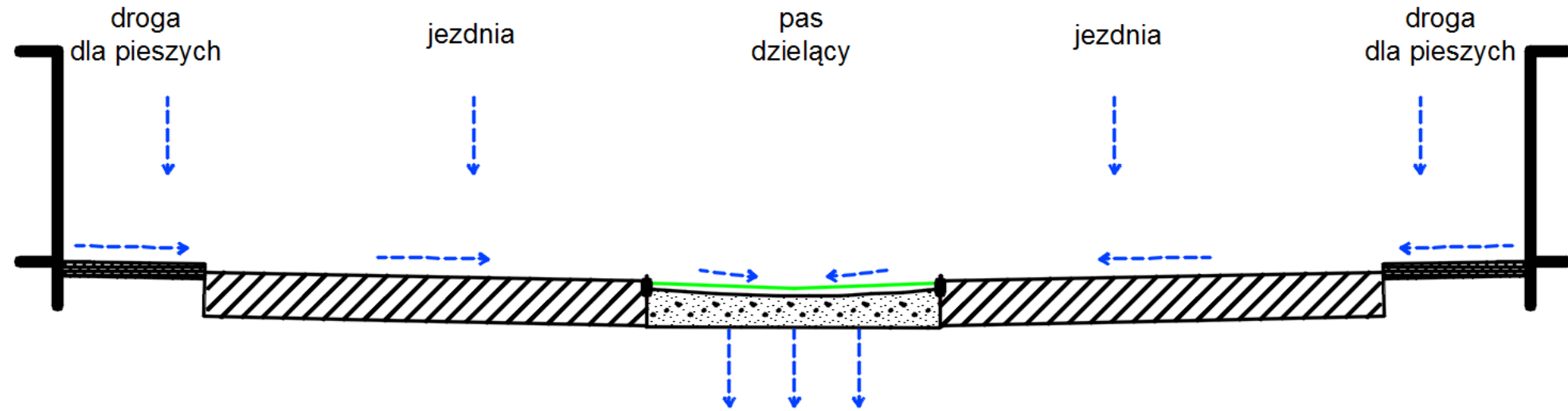


**Schemat blokowy uwarunkowań wyboru sposobu przejścia wód ze zlewni drogowej - przykład**

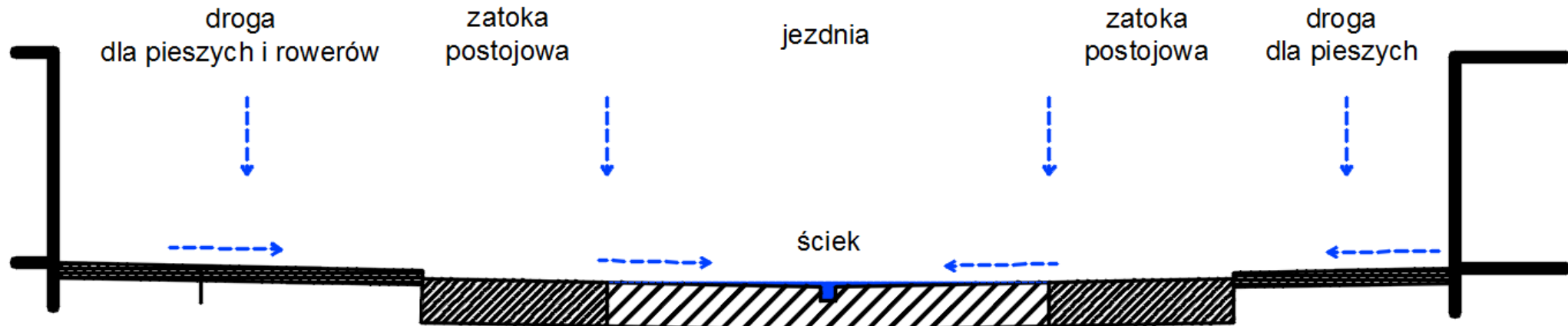
Opracowanie na podstawie: Design Manual for Roads and Bridges. Drainage General Information, CG 501 Design of highway drainage systems. Version 2.1.0.

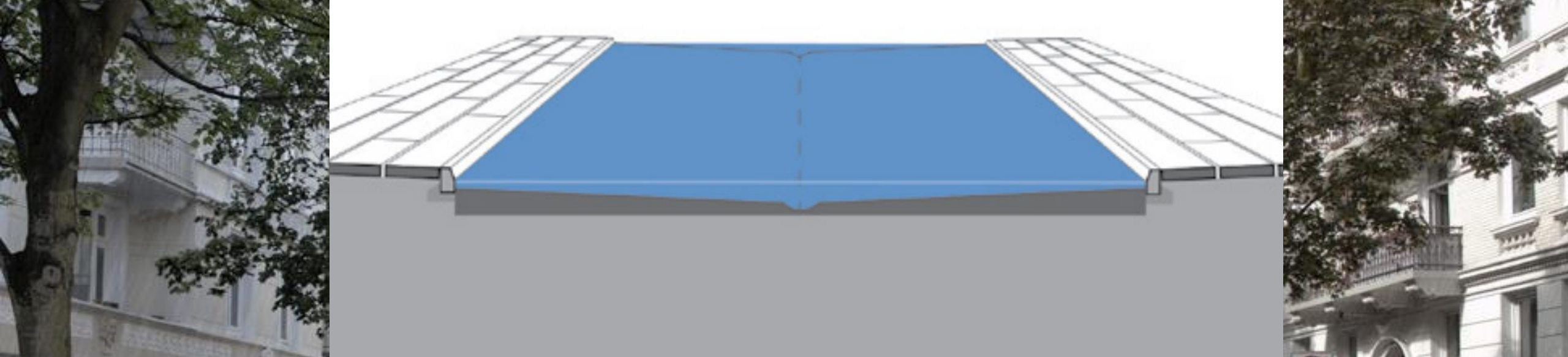
# Przykłady niestandardowego podejścia do odwodnienia dróg i ulic

Odprowadzenie wody przez infiltrację w pasie rozdzielającym (możliwe łączenie z drenażem)



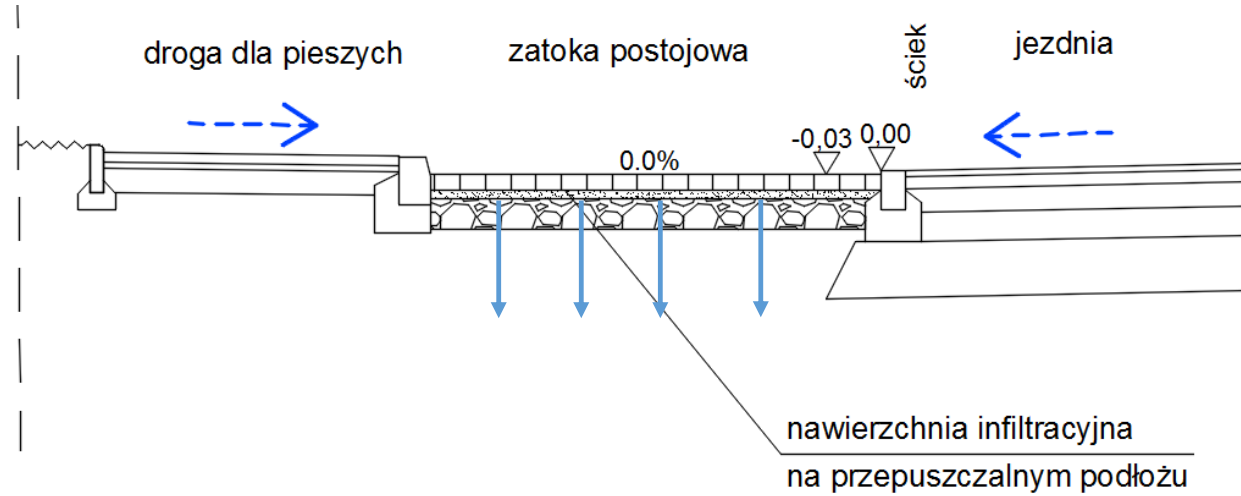
Możliwość wykorzystania ulicy jako urządzenia retencji wody (przypadki opadów większych od miarodajnych)



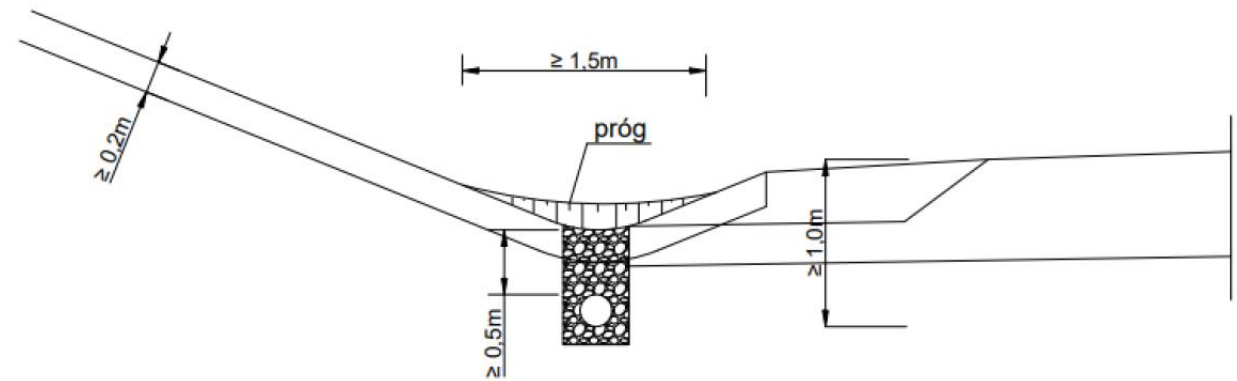


# Przykłady niestandardowego podejścia do odwodnienia dróg i ulic

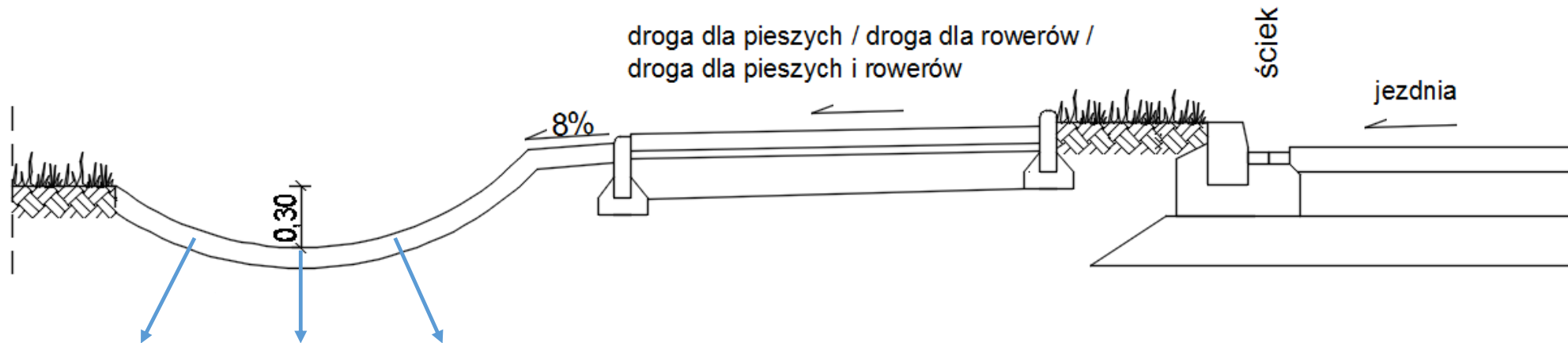
## Wykorzystanie zatoki postojowej do infiltracji i retencji wody



## Przykład muldy z piętrzeniem wody w połączeniu z drenażem



## Odciążenie kanalizacji przez częściową infiltrację wody





# Brak rozstrzygnięć w WR-D-71: przenoszenie rozwiązań zagranicznych do praktyki krajowej – doświadczenia i uwarunkowania lokalne



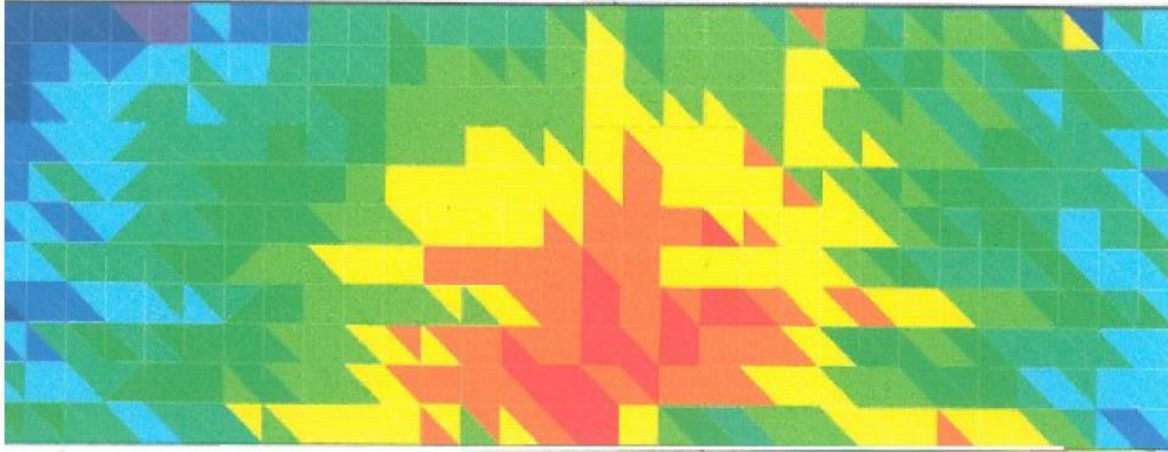
## Brak rozstrzygnięć w WR-D-71: przenoszenie rozwiązań zagranicznych do praktyki krajowej – doświadczenia i uwarunkowania lokalne



# Przykłady niestandardowego podejścia do odwodnienia dróg i ulic

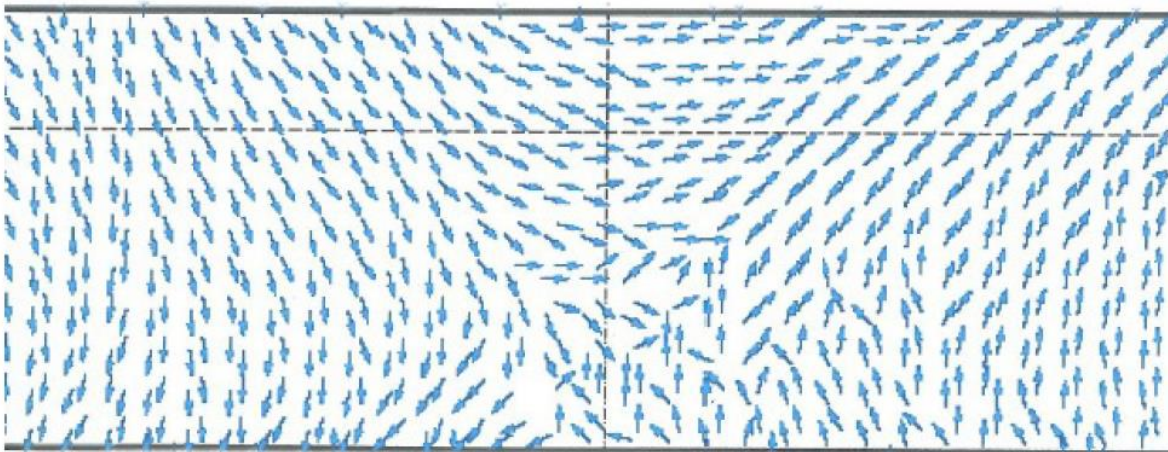
Plany pochyleń ukośnych zamiast planu warstwicowego (rampa drogowa, miejsca o utrudnionym splywie wody)

a)

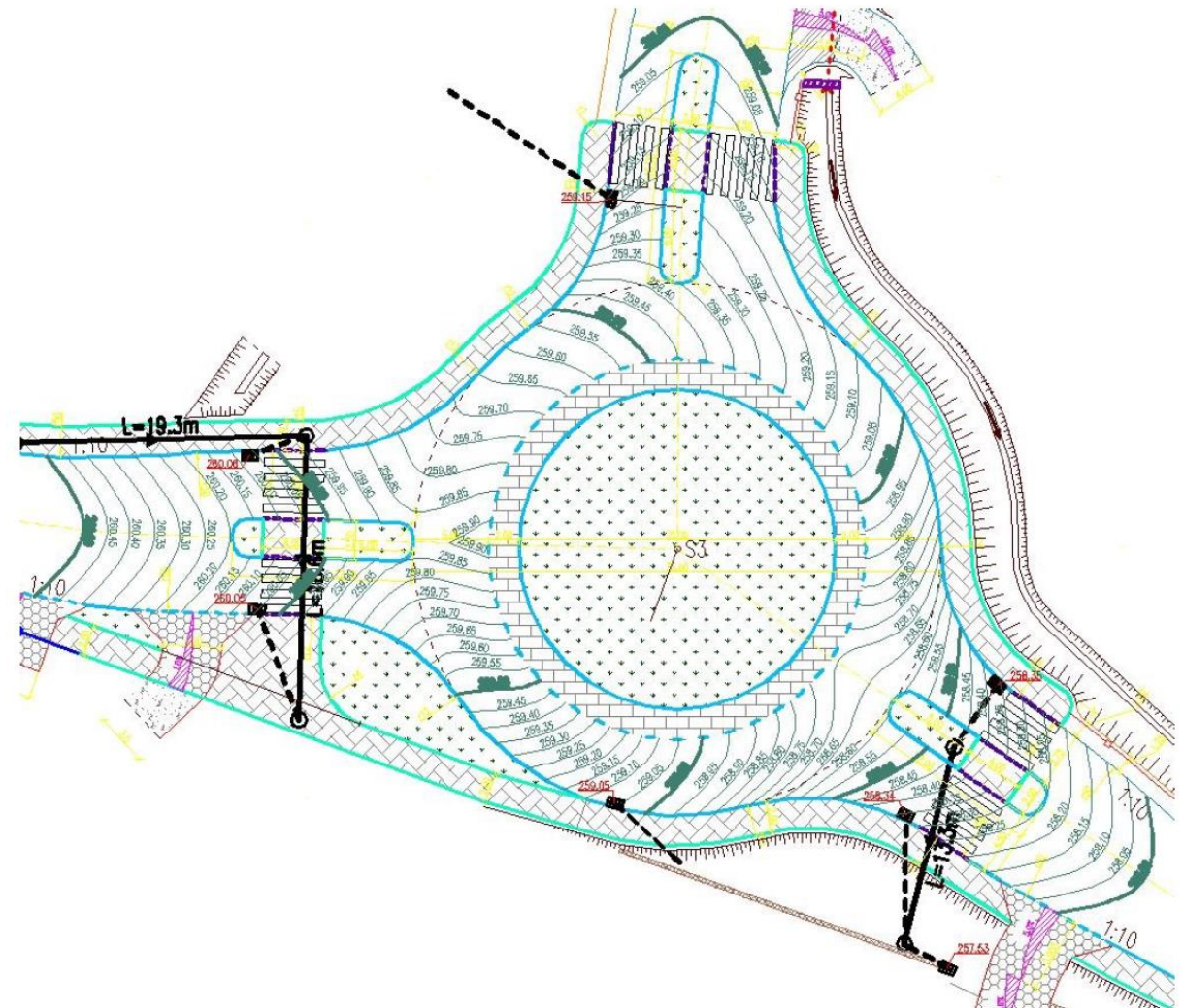


Wartości pochyleń ukośnych: ■ 0,0-0,19% ■ 0,2-0,39% ■ 0,4-0,49% ■ 0,5-0,69%

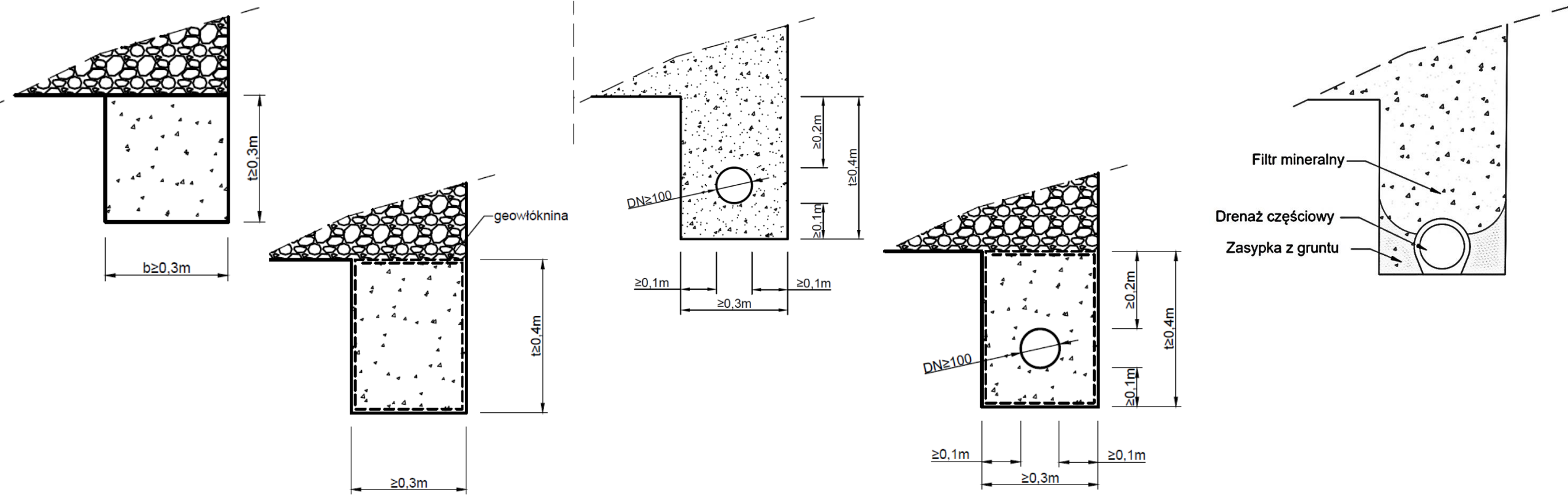
b)



Plany warstwicowe – typowe rozwiązania skrzyżowań



# Dodatkowe wymagania – odwodnienie wgłębne



Uziarnienie materiału filtra powinno zapewniać dobrą przepuszczalność wody i równocześnie zabezpieczać przed przenikaniem drobnych cząstek z odwadnianego gruntu do filtra. Warunek stabilności filtra można sprawdzić doświadczalnie lub za pomocą reguły filtracji Terzaghi'ego

$$\text{Filtr} \quad \frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 4$$

Grunt

Jako materiał filtracyjny zaleca się stosować kruszywo grube niełamane (okrągłe ziarno, wielkość ziaren 16/32 mm) o następującym uziarnieniu:

- a) przejście przez sito o oczku 64 mm – 100% masy próbki,
- b) przejście przez sito o oczku 44 mm – 98-100% masy próbki,
- c) przejście przez sito o oczku 32 mm – 85-89% masy próbki,
- d) przejście przez sito o oczku 16 mm – 0-10% masy próbki.

### ***DLACZEGO NIE KRZYWA PRZESIEWU? – Warunki dla dostawcy kruszywa***

Jako warstwy oddzielające filtr od gruntu używa się geosyntetyków, które muszą spełniać wymagania określone w normach.

Rury drenarskie i dna wykopów powinny mieć podłużny spadek, przy którym prędkość przepływu odprowadzanej wody zawiera się w przedziale od 0,5 do 3,0 m/s. Podłużny spadek rur z tworzyw sztucznych z gładką powierzchnią wewnętrzną powinien być nie mniejszy niż 0,3%.

Dreny z rurami drenażowymi są zalecaną formą drenażu podłużnego (liniowego), gdy pochylenie dna drenu jest mniejsze niż 1,0% oraz wymagana jest ich wysoka niezawodność funkcjonowania drenażu.

Zaleca się, aby przewody drenarskie były łączone w studzienkach drenarskich (pełniących także funkcje studzienek kontrolnych), zlokalizowanych w punktach zmiany spadku lub zmiany kierunku przebiegu kanału, lecz nie rzadziej niż co 100 m. Średnica studzienek kontrolnych jest uwarunkowana wymiarem łączonych w niej rur, głębokością posadowienia rur oraz wymaganiami mechanicznymi.

**Możliwość inspekcji drenażu!!!** *Np. średnice umożliwiające wjazd robota inspekcyjnego*

Zaleca się, aby woda gromadząca się w przewodach drenarskich była odprowadzana przez rozsączenie w gruncie. Dopuszcza się jej odprowadzanie do systemu kanalizacji deszczowej przez studzienki przyłączeniowe lub do rowów. Sposób odprowadzenia nie może powodować spiętrzeń wody i jej powrotu/wtłaczania do drenażu.

Jeżeli woda z drenażu odprowadzana jest na skarpe, to wylot rury powinien wystawać co najmniej 0,10 m od płaszczyzny skarpy lub obudowy wylotu, aby zapobiec przedostawaniu się mniejszych zwierząt do rury drenażowej. Jeżeli nie jest to możliwe, to otwór wylotu zabezpiecza się uchylną klapą. W tym celu stosuje się klapy burzowe zamykające się samoczynnie pod własnym ciężarem i otwierające przy wypływie. Zaleca się umocnienie skarpy w rejonie wylotu rury drenu w zależności od natężenia wypływającej wody z drenu.

Głębokość systemów drenażowych dobiera się w taki sposób, aby działały one również w okresach zimowych. W przypadku drenów bez rur drenażowych co najmniej  $\frac{1}{3}$  wysokości drenu powinna się znajdować poniżej głębokości przemarzania gruntu

## **ZALECENIA WR-D-71, A SWOBODA PROJEKTOWANIA**

- 1. Zalecenia WR-D-71 zostały sformułowane na podstawie najnowszego stanu wiedzy technicznej i ich stosowanie powinno zapewnić sprawne odwodnienie dróg**
- 2. Korzystanie z niektórych zaleceń może wymagać uzasadnienia kosztami cyklu życia, gdyż same koszty budowy „nowych rozwiązań” mogą być większe niż w przypadku rozwiązań tradycyjnych**
- 3. Katalog rozwiązań przedstawionych w WR-D-71 nie jest kompletny i w niektórych przypadkach konieczne może być poszukiwanie indywidualnych rozwiązań**
- 4. Zagrożeniem w indywidualnym projektowaniu może być traktowanie WR-D-71 jako obligatoryjnych warunków realizacji umowy**
- 5. W projektowaniu odwodnienia dróg i ulic konieczna jest zmiana dotychczasowego podejścia polegającego na branżowym projektowaniu na rzecz projektowania zintegrowanego, w którym uwzględnia się łączny wpływ wszystkich części drogi na zapewnienie wymaganych cech użytkowych drogi**
- 6. ?????? – stanowisko słuchaczy**