

X Międzynarodowa Konferencja



Śląskie Forum  
Drogownictwa

Szczyrk, 12-14.06.2024

[www.kongresdrogowy.pl](http://www.kongresdrogowy.pl)



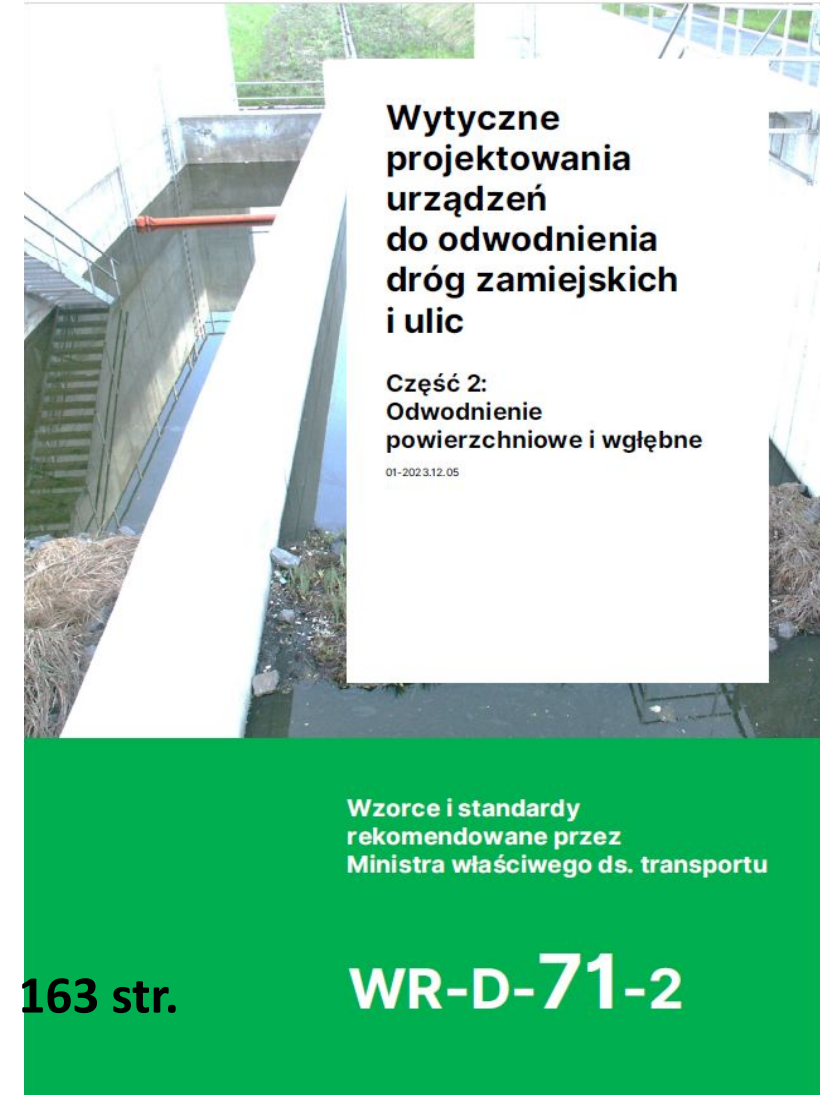
# POLSKIE WYTYCZNE PROJEKTOWANIA ODWODNIENIA DRÓG ZAMIEJSKICH, ULIC I PLACÓW – ZMIANY DOTYCHCZASOWEJ PRAKTYKI (WR-D-71)

Stanisław Gaca

Katedra Dróg, Kolei i Inżynierii Ruchu  
Politechnika Krakowska



# Wytyczne rekomendowane przez Ministra Infrastruktury w dniu 28 listopada 2023 r.



## AUTORZY:

Część 1: Janusz Bohatkiewicz, Stanisław Gaca, Paweł Licznar, Jacek Zalewski

Część 2: Janusz Bohatkiewicz, Stanisław Gaca, Krzysztof Ostrowski, Tadeusz Sandecki, Joanna Wachnicka, Marek Więckowski, Remigiusz Wojtal, Krystian Woźniak

## **PLAN PREZENTACJI**

- 1. Wnioski z dotychczasowej praktyki odwodnienia dróg i ujęcie wyzwań przyszłości w *WR-D-71***
- 2. Zawartość *WR-D-71***
- 3. Najważniejsze zmiany w dotychczasowej praktyce odwodnienia dróg wprowadzane zapisami *WR-D-71***
- 4. Szanse i zagrożenia w praktycznym wdrażaniu *WR-D-71***

## WYBRANE PROBLEMY ODWODNIENIA WIDOCZNE NA DROGACH:

- rozlewiska wody na jezdni i długie odcinki spływu strug wody po jezdni
- rozlewiska lub szerokie strugi wody płynącej przy krawędziach dróg, jako następstwo wyniesienia poboczy ponad krawędź jezdni lub niewystarczającej przepustowości wpustów deszczowych do kanalizacji
- uszkodzenia krawędzi jezdni i deformacje gruntowych poboczy - skutek nadmiernego zwilgocenia podłoża gruntowego
- uszkodzenia nawierzchni, w tym koleiny i spękania siatkowe wywołane m.in. obniżeniem nośności warstw podłoża
- uszkodzenia skarp nasypów i wykopów wywołane ich zawilgoceniem
- podtapianie terenów w otoczeniu dróg spowodowane m.in. niewydolnością urządzeń odwodnienia powierzchniowego dróg lub nieprawidłowym odprowadzaniem wód z tych urządzeń
- ..... ???

## POTENCJALNE PRZYCZYNY BŁĘDÓW - *reagowanie*:

- rutynowe traktowanie projektowania urządzeń odwodnienia jako typowych, bez szerszego spojrzenia na kompleks powiązań tego projektowania ze sprawnością i bezpieczeństwem ruchu, z uwarunkowaniami klimatycznymi, zarządzaniem zasobami wodnymi i uwarunkowaniami środowiskowymi – ***kompleksowe projektowanie***
- przyjmowanie błędnych założeń projektowych np. w odniesieniu do szacowania miarodajnego spływu wód powierzchniowych ze zlewni i ocen „sprawności urządzeń odwodnienia” – ***aktualizacja zasad projektowania***
- pomijanie w projektowaniu pełnej analizy kosztów cyklu życia – ***ogólny problem, zmiana podejścia do projektowania dróg***
- niedocenywanie zadań utrzymania sprawności urządzeń odwodnienia – ***określenie i egzekwowanie wymaganych standardów utrzymania***



# **WNIOSKI Z DOTYCHCZASOWEJ PRAKTYKI PRZEŁOŻONE NA ZALECENIA W WR-D-71 (I)**

- 1. Zmiany klimatyczne i występowanie ekstremalnych zjawisk atmosferycznych:**
  - A) powiązanie poziomu ryzyka opadów nie tylko z klasą techniczną dróg i ulic, ale także z ich funkcją i oczekiwaną niezawodnością (indywidualne oceny)
  - B) Aktualizacja danych do wyznaczanie miarodajnych odpływów wody ze zlewni
- 2. Zalecenie „pozostawiania wód z opadu w miejscu jego wystąpienia” oraz ograniczanie objętości wód odprowadzanych poza pas drogowy:**
  - A) podanie sposobu obliczania wód „pozostających” i „odprowadzanych” do odbiorników
  - B) podanie rodzajów i warunków stosowania urządzeń przejmujących wodę na miejscu, z uwzględnieniem także warunków miejskich ( np. rowy infiltracyjnych, systemy rozsączające, systemy retencyjno-infiltracyjne itp.)
  - C) podanie warunków lokalizacji urządzeń retencyjnych i infiltracyjnych o odpowiedniej „wydajności” w pasie drogowym

## **WNIOSKI Z DOTYCHCZASOWEJ PRAKTYKI PRZEŁOŻONE NA ZALECENIA W WR-D-71 (II)**

- 3. Zalecenie rozdzielania odprowadzania wód ze zlewni terenowej i z obrębu pasa drogowego** (*o ile jest to możliwe*)
- 4. Minimalizacja kosztów utrzymania** (dostępność do urządzeń odwodnienia, prostota form stosowanych urządzeń i zagospodarowania ich otoczenia)
- 5. Ograniczanie ingerencji w strefę wód podziemnych**
- 6. Zalecenie kierowania wody z odwodnienia wglębnego jako niezanieczyszczonej z powrotem do gruntu** (np. przez studnie chłonne, rowy lub zbiorniki infiltracyjne)
- 7. Zwiększenie roli kryterium bezpieczeństwa ruchu w projektowaniu i eksploatacji urządzeń odwodnienia**
- 8. „Nowe” konstrukcje ścieków jako odrębnej części drogi**
- 9. Zalecenia w zakresie utrzymania urządzeń odwodnienia**

## Zawartość *WR-D-71* jako reakcja na ogólne zapisy *Rozporządzenia* dotyczące odwodnienia

1. Zapisy realizujące zasadę łączenia projektowania odwodnienia z innymi ogólnymi wymaganiami dla dróg np. sprawności i bezpieczeństwa ruchu
2. Otwarty katalog urządzeń odwodnienia – *swoboda decyzyjna projektanta*
3. Podanie sposobów zapewnienia „sprawności odwodnienia” z pozostawieniem częściowo oceny spełnienia tego wymagania projektantowi (*„sprawność” powinna być analizowana z uwzględnieniem funkcji odwadnianych elementów drogi*)
4. Zalecenia dotyczące przyjmowania założeń do wyznaczania opadu miarodajnego
5. Uzupelnienie ogólności zapisów w *Rozporządzeniu* – *WR-D-71* jako jedno ze Źródeł wiedzy technicznej



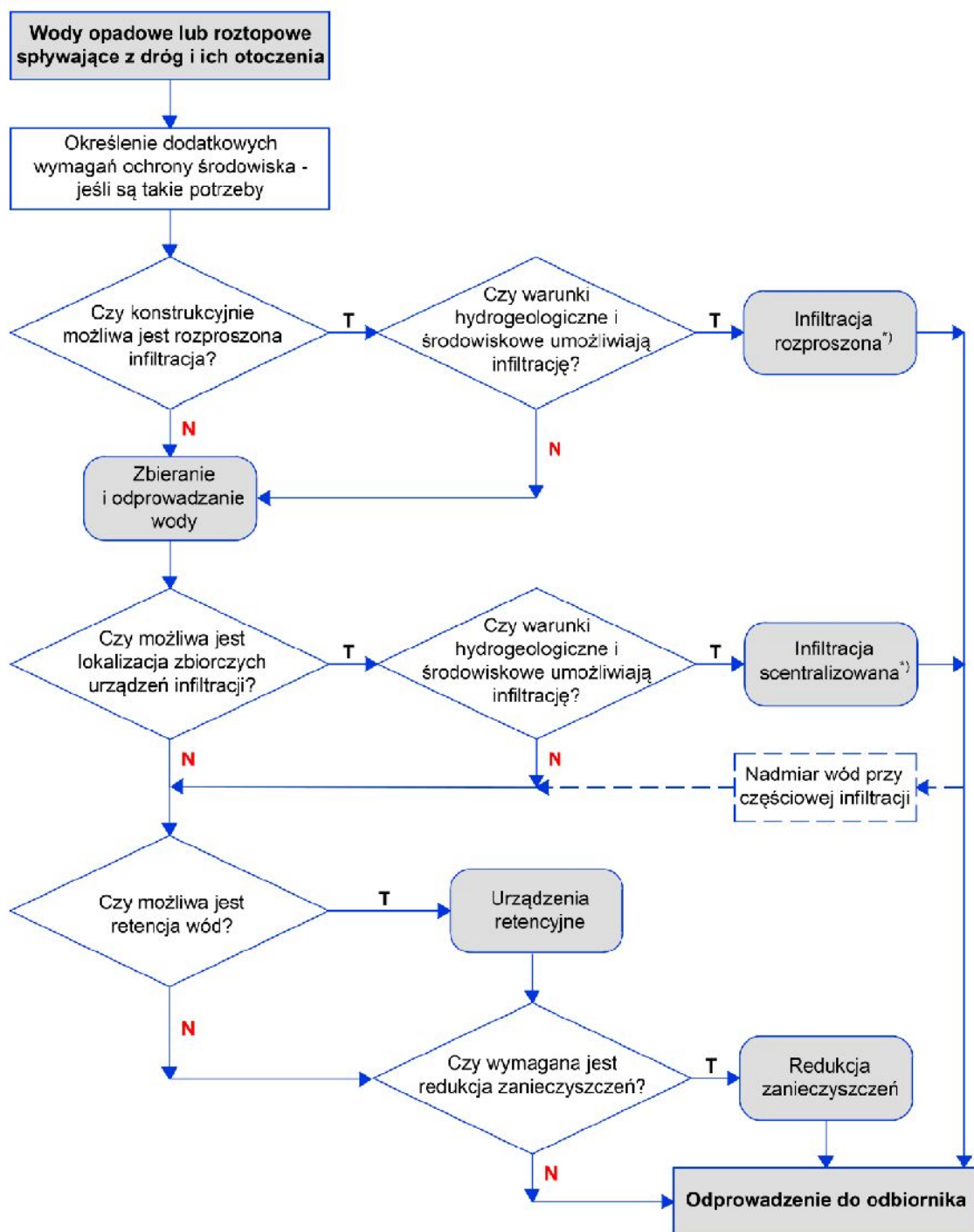
# UWARUNKOWANIA I ELEMENTY SYSTEMU ODWODNIENIA OPISANE W *WR-D-71*

## ***WR-D-71-1***

- Ogólne zasady projektowania odwodnienia
- Podstawy wymiarowania urządzeń do odwodnienia
- Zalecany zakres zawartości projektu odwodnienia

## ***WR-D-71-2***

- Odwodnienie powierzchniowe
- Odwodnienie wgłębne
- Przepusty
- Przepompownie
- Oczyszczanie i retencja wód powierzchniowych
- Odwodnienie dróg na obszarach ochrony wód
- Odwodnienie dróg w czasie budowy
- Roślinność w systemach odwodnienia
- Kontrola oraz utrzymanie systemów i urządzeń do odwodnienia

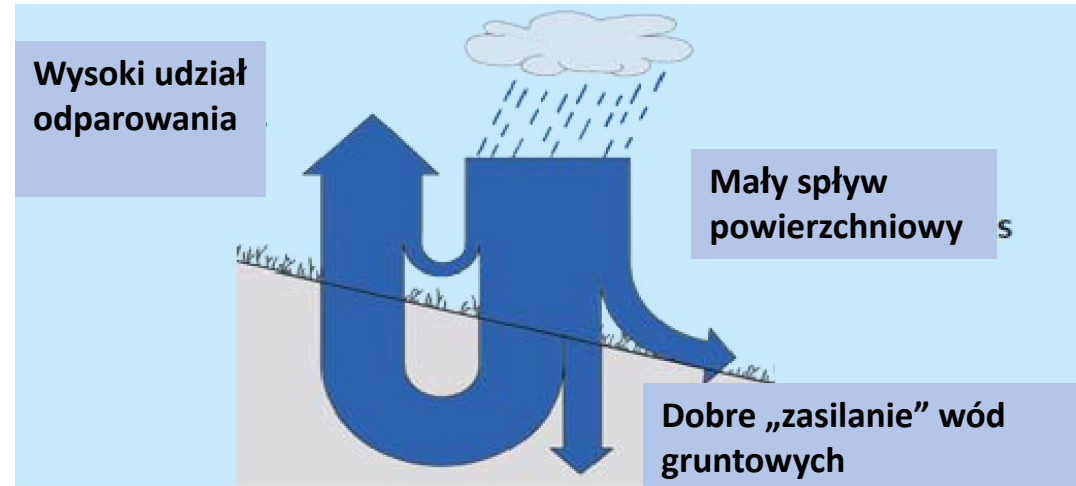


**„NOWE”**

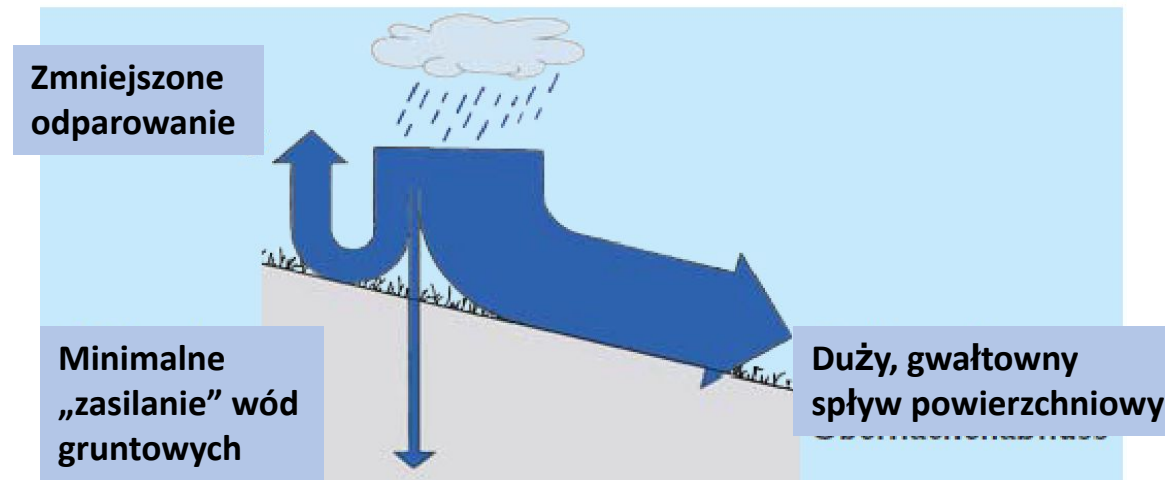
***- zalecany schemat blokowy wyboru sposobu odprowadzenia wód opadowych lub roztopowych – główne założenia:***

- 1. Preferencje dla zagospodarowania wody przez infiltrację rozproszoną lub zbiorczą**
- 2. Konieczność analizy potrzeb i możliwości retencji wód**
- 3. Odprowadzanie wody do systemów kanalizacyjnych pod warunkiem, że nie ma innej możliwości jej zagospodarowania „na miejscu”**
- 4. Odprowadzanie wód do odbiornika pod warunkiem spełnienia wymagań ochrony środowiska**

# ***Powody zalecenia stosowania urządzeń infiltracyjnych i retencyjnych, szczególnie w warunkach miejskich – redukcja chwilowych maksymalnych odpływów powierzchniowych***



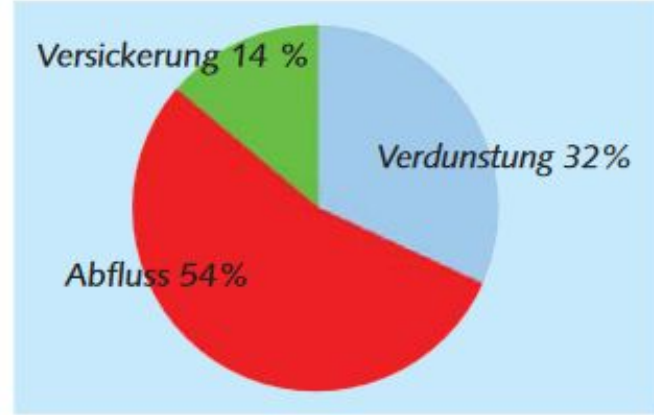
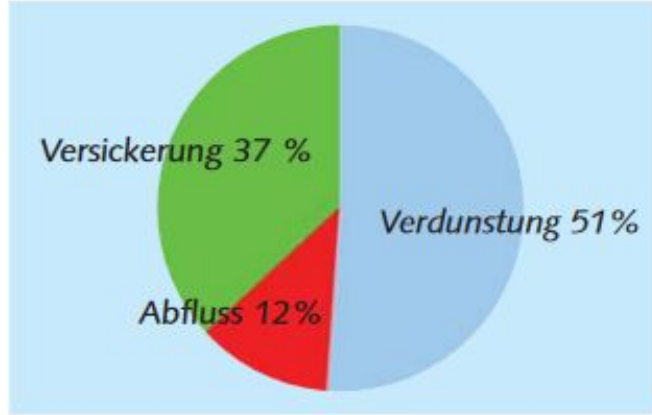
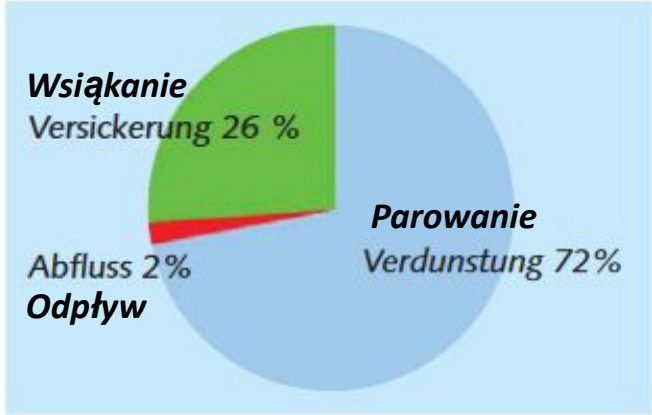
**Podłoże naturalne!!!**



**Podłoże uszczelnione!!!**

## **ROZWIĄZANIE PROBLEMU:**

***wodę zbieramy i odprowadzamy do systemów zbiorczych tylko wówczas, jeśli nie ma innej możliwości jej zagospodarowania „na miejscu”***



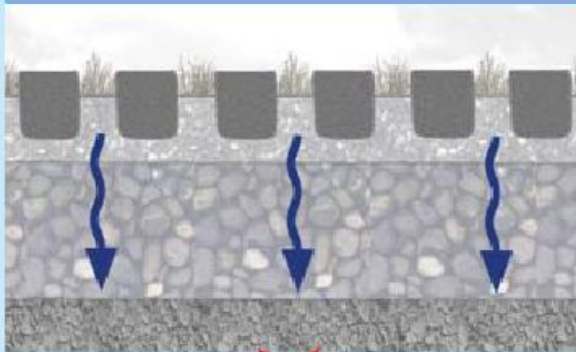
Wpływ zagospodarowania terenu na odpływ wody ze zlewni – przykład wyników badań



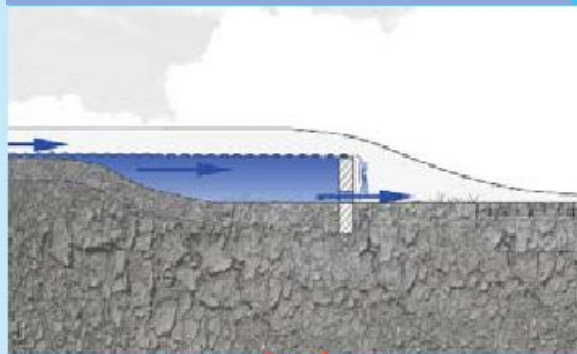
# „NOWE”

## – zalecenia projektowania urządzeń odwodnienia dróg „bliskich naturze”

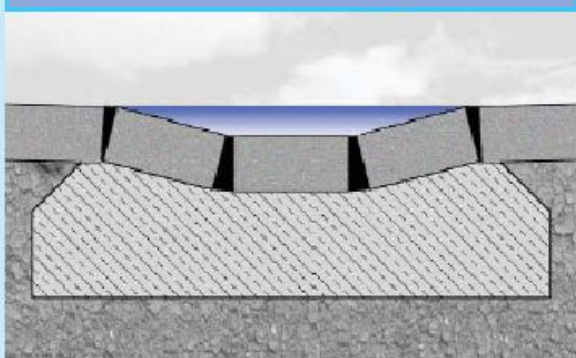
Przepuszczalne nawierzchnie



Retencja



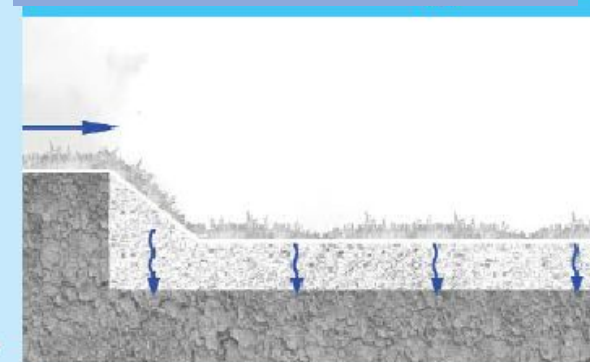
Zbieranie i odprowadzanie



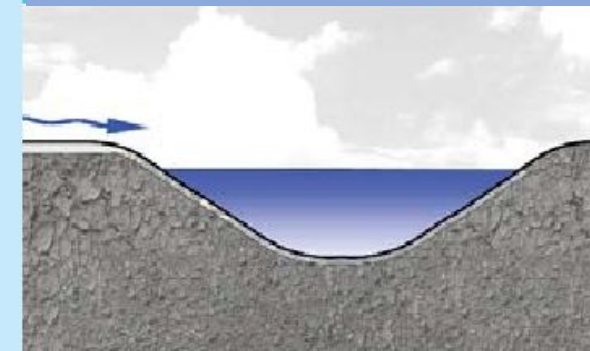
Oczyszczanie



Infiltracja

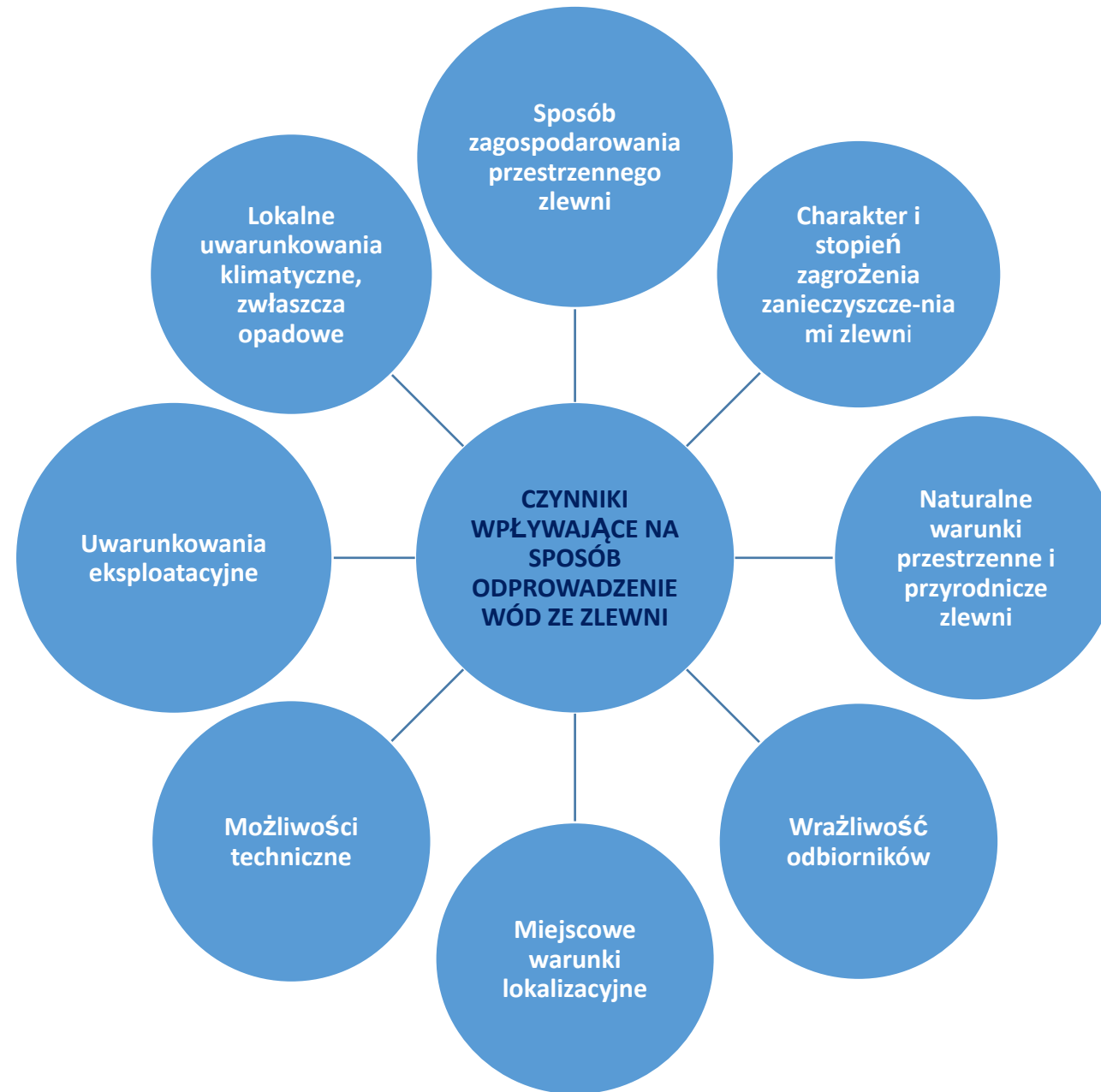


Odprowadzenie



Źródło rysunku:

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



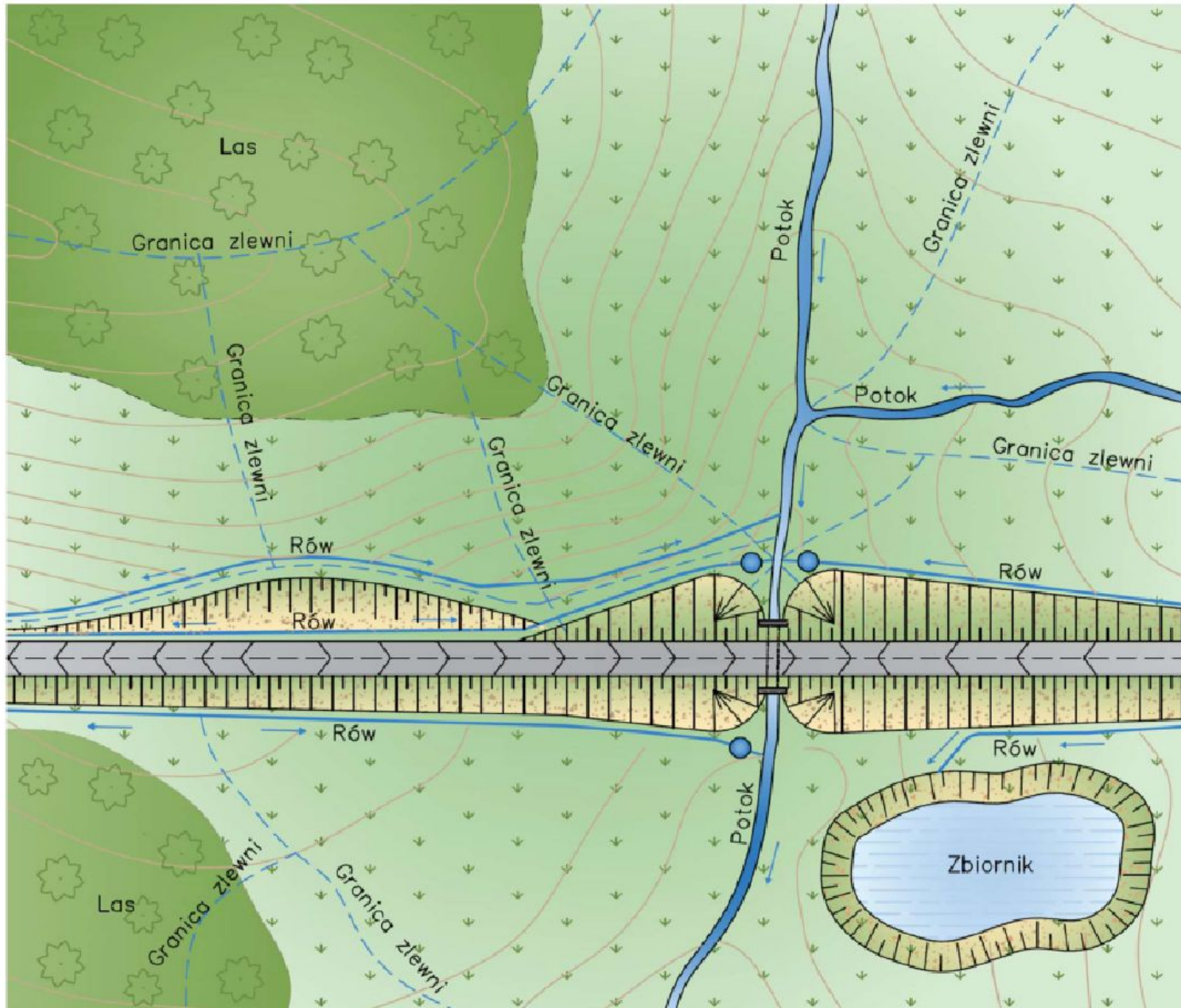
## Wybór sposobu odprowadzenia wód

- złożony proces decyzyjny wymagający kompleksowego podejścia do projektowania



## „NOWE”

– wyznaczanie miarodajnego odpływu wód opadowych z pasa drogowego i z przyległych terenów



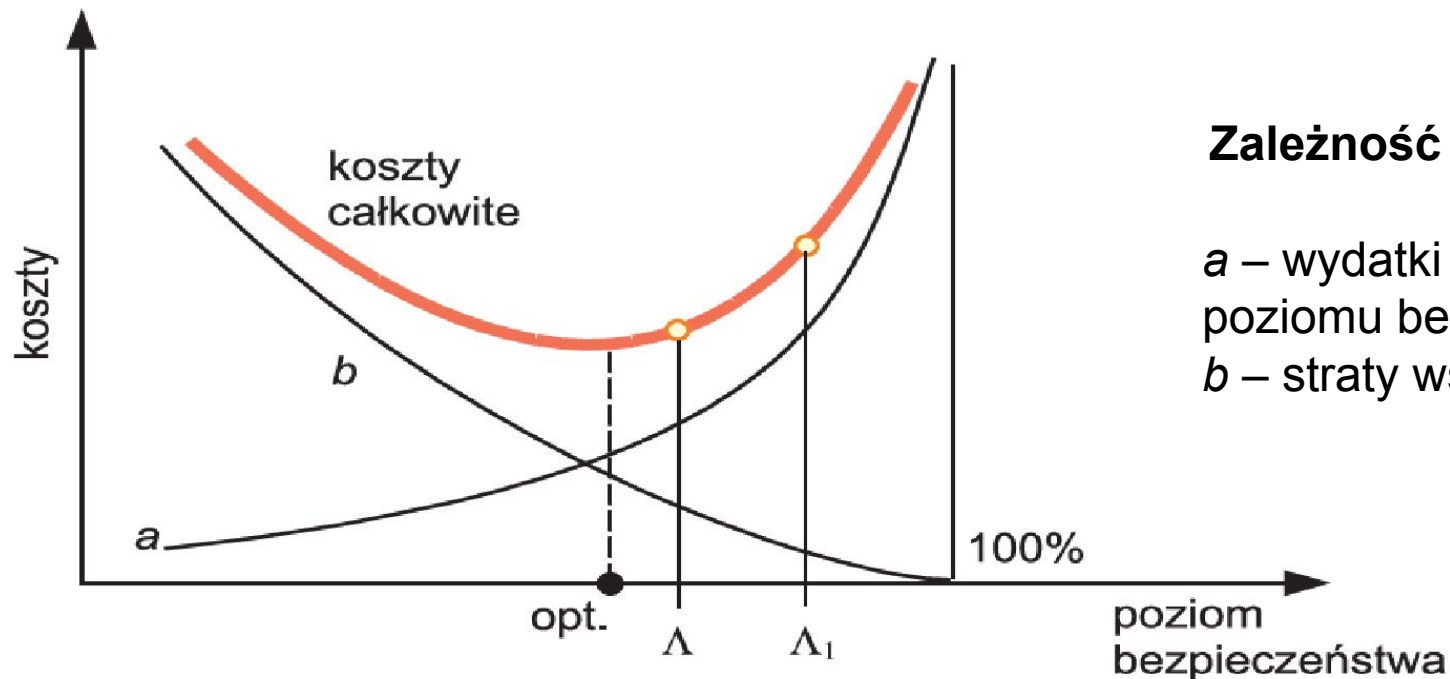
Schemat obszaru analiz w projektowaniu systemów odwodnienia

# „Świadome projektowanie urządzeń odwodnienia wymaga dobrego zrozumienia uwarunkowań wynikających z losowości opadów deszczu”

Podstawowym narzędziem w projektowaniu powinna być analiza ryzyka ze świadomością ograniczeń ekonomicznych i funkcjonalnych.

**RYZYO** - kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia oraz jego skutków.  
(*Prawdopodobieństwo poniesienia strat o określonej skali szkody*).

**Zarządzanie ryzykiem** - podejmowanie decyzji i realizowanie działań, które prowadzą do osiągnięcia akceptowalnego poziomu ryzyka.



## Zależność kosztów bezpieczeństwa od wymaganego poziomu bezpieczeństwa

*a* – wydatki potrzebne na zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa,  
*b* – straty wskutek zdarzeń i zjawisk niepożądanych

# Przyjmowane w obliczeniach urzędzeń odwodnienia prawdopodobieństwa $p$ (częstości $C$ ) występowania deszczów miarodajnych (*element zarządzania ryzykiem*)

Odwadniane elementy infrastruktury drogowej		Prawdopodobieństw $p$	Częstość $C$
Drogi zamiejskie	drogi klasy A lub S	10%	10 lat
	drogi klasy GP	20%	5 lat
	drogi klasy G lub Z	50%	2 lata
	drogi klasy L lub D	100%	1 rok
	miejsca obsługi podróżnych (MOP) na drogach klasy A lub S	10%	10 lat
	miejsca obsługi podróżnych (MOP) na drogach klasy GP	20%	5 lat
Ulice	tereny mieszkaniowe	$\leq 50\%$	$\geq 2$ lata
	centra miast, tereny usługowe i przemysłowe	$\leq 20\%$	$\geq 5$ lat
	infrastruktura zaliczana do krytycznej z uwagi na funkcjonowanie sieci ulic	10%	10 lat
	najbardziej wrażliwe na zalania i podtopienia sekcje infrastruktury (np. wjazdy do tuneli, przejścia i przejazdy podziemne)	5%	20 lat





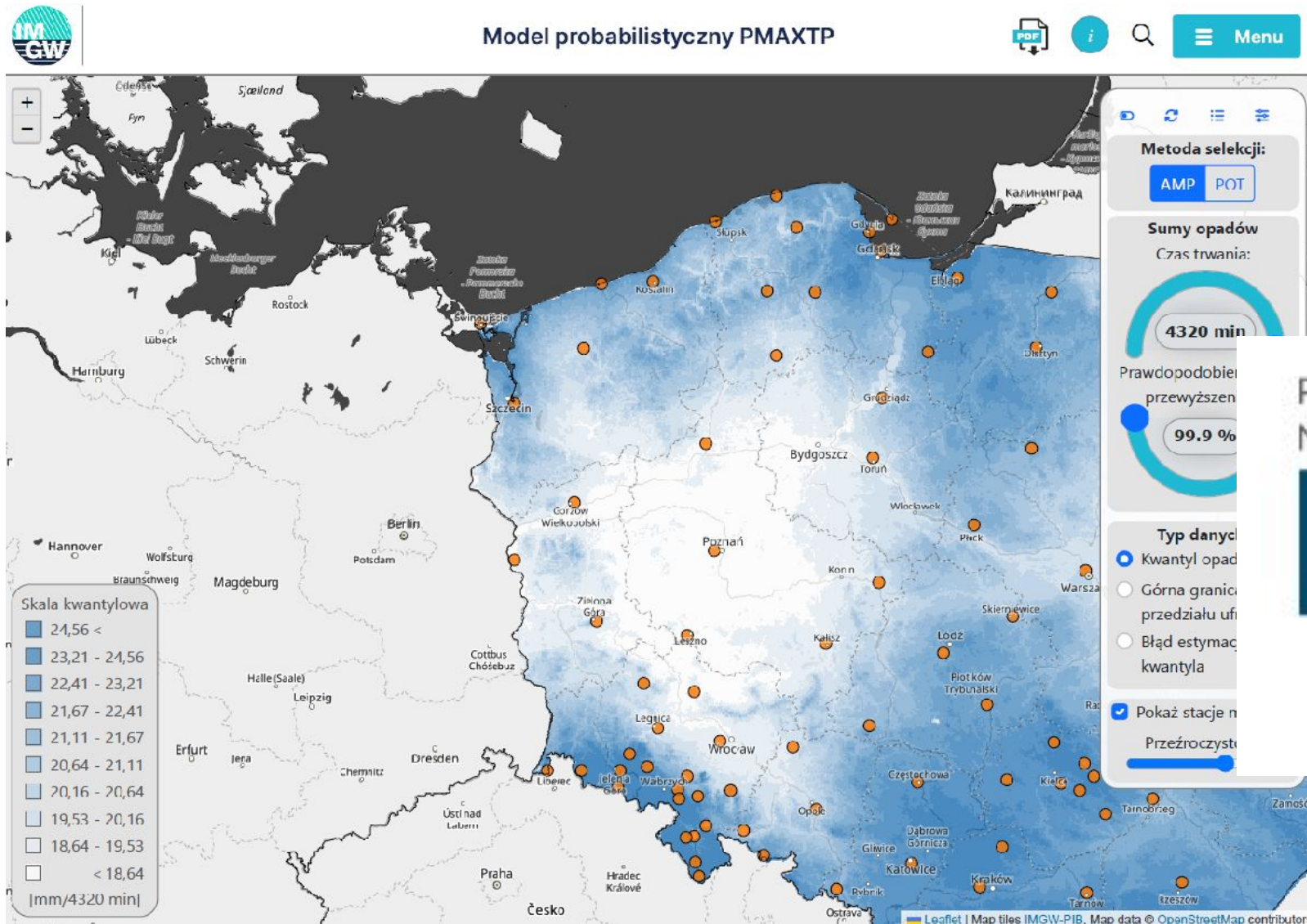
*Jak przyjmować  
prawdopodobieństwo  
występowania deszczu  
miarodajnego?*



<https://wiadomosci.gazeta.pl/wiadomosci/>

„NOWE”

– korzystanie z dostępnych modeli opadowych



POLSKI ATLAS  
NATEŻEŃ DESZCZÓW

PANDA

<https://retencja.pl/aplikacje/panda/>

<https://klimat.imgw.pl/opady-maksymalne/>



# Dlaczego zmieniamy metodę obliczeń natężenia deszczu miarodajnego?

Stosowanie dotychczas wykorzystywanej formuły Błaszczyka powoduje istotne zaniżanie wartości natężenia deszczu miarodajnego, a **względny błąd oszacowania tego natężenia może osiągać nawet 50%**, w zależności od czasu trwania deszczu, jego prawdopodobieństwa i lokalizacji zlewni.

## Natężenie opadu $q$ dla różnych czasów trwania $t$

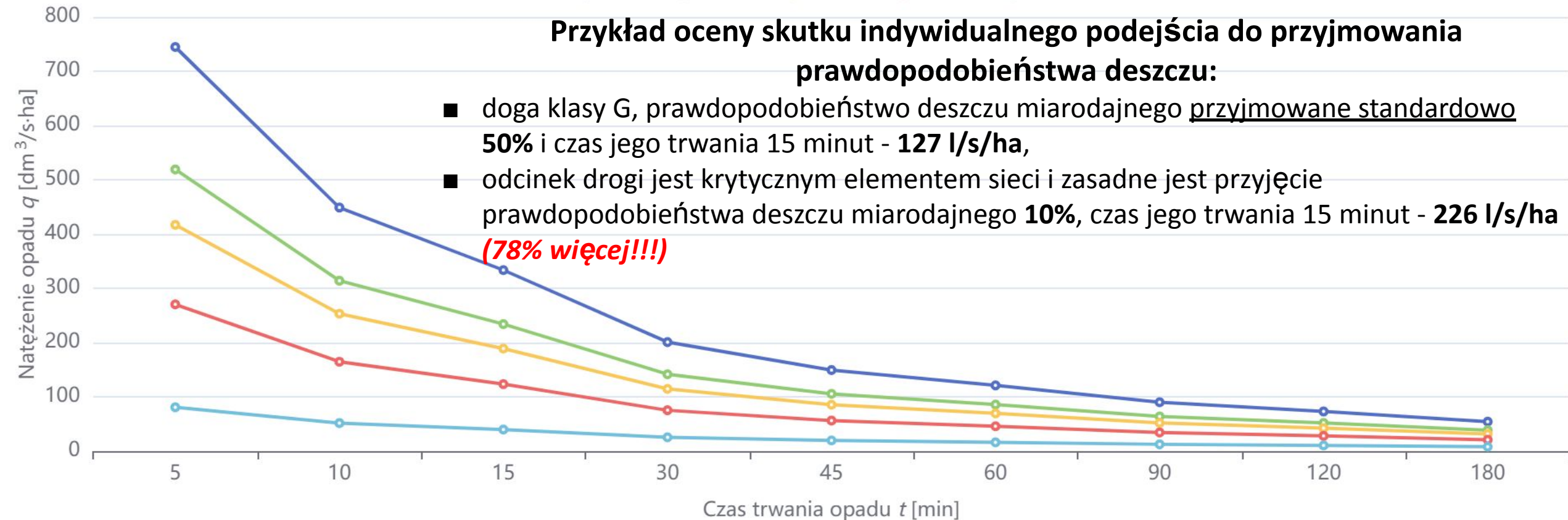
—○— 2% —○— 10% —○— 20% —○— 50% —○— 99,9%

**Model IMGW – dane Kraków Balice**

### Przykład oceny skutku indywidualnego podejścia do przyjmowania prawdopodobieństwa deszczu:

- doga klasy G, prawdopodobieństwo deszczu miarodajnego przyjmowane standardowo 50% i czas jego trwania 15 minut - **127 l/s/ha**,
- odcinek drogi jest krytycznym elementem sieci i zasadne jest przyjęcie prawdopodobieństwa deszczu miarodajnego **10%**, czas jego trwania 15 minut - **226 l/s/ha**

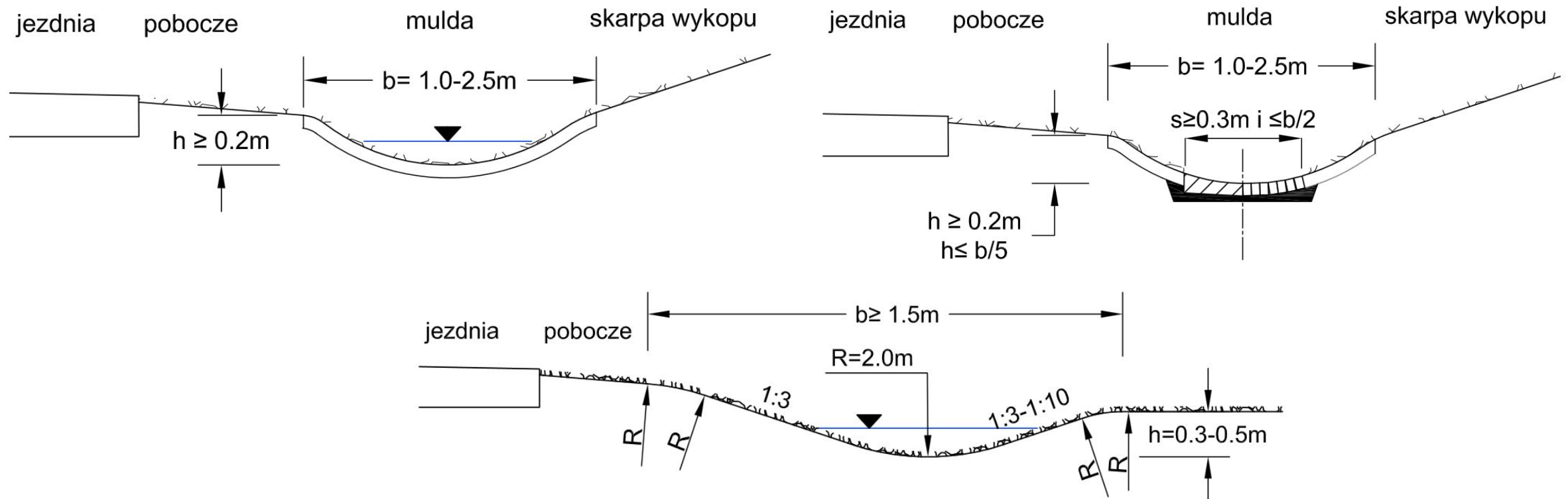
**(78% więcej!!!)**





# MULDY I ROWY

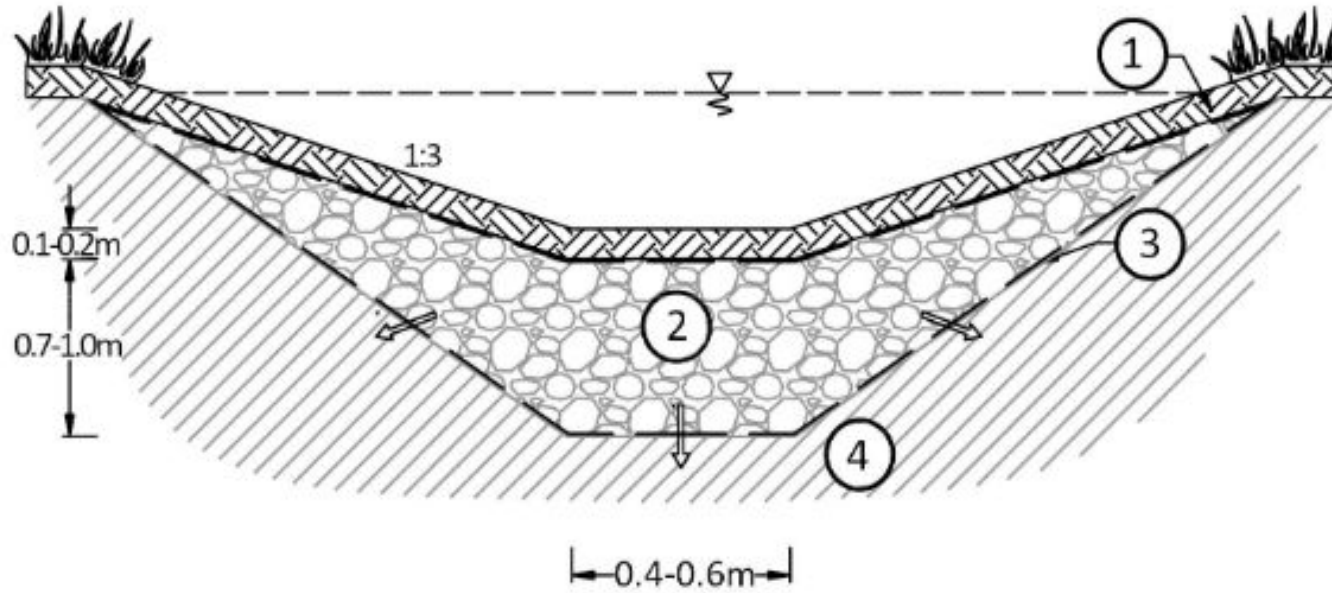
Muldy o parametrach podanych w WR-D-71-2 nie są traktowane jako przeszkody i mogą być sytuowane w wymaganej szerokości strefy wolnej od przeszkód określonej w WR-D-22-1



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.

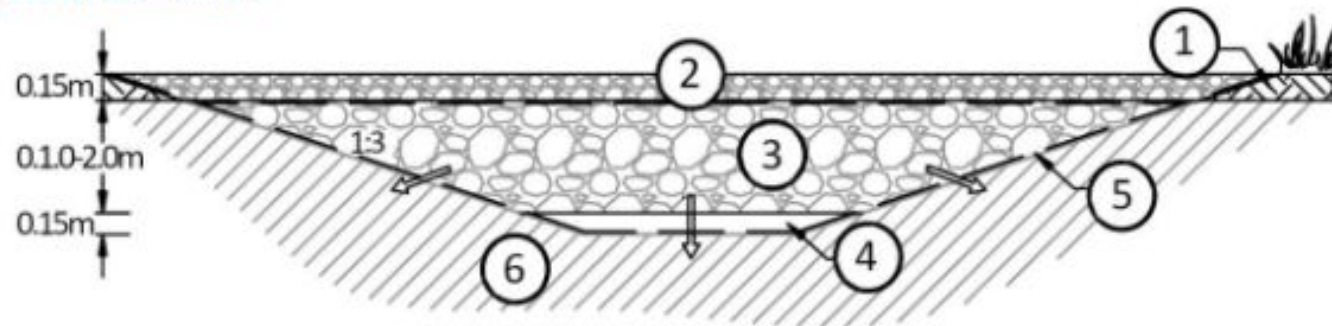
# Nietypowe rozwiązania rowów

## a) wypełnienie częściowe



- ① Humus
- ② Kruszywo naturalne niełamane 16/32
- ③ Geowłóknina
- ④ Grunt rodzimy przepuszczalny

## b) wypełnienie całkowite

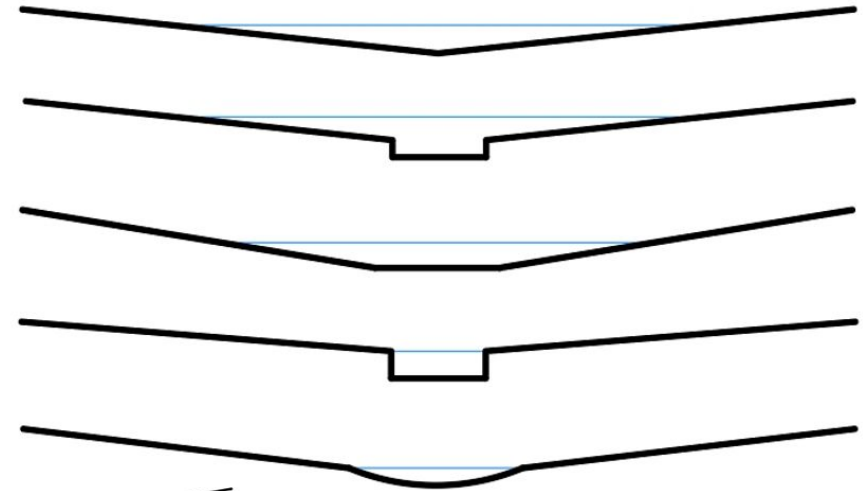
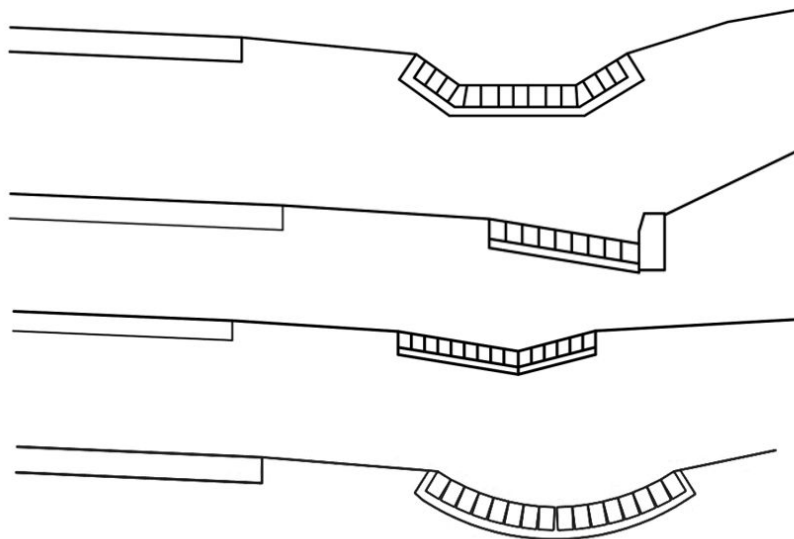
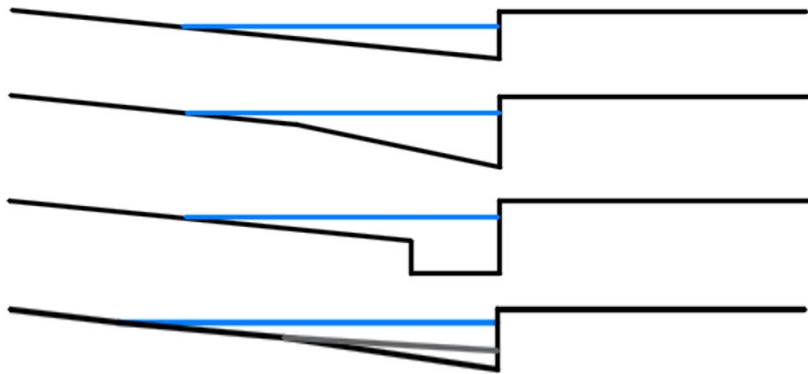


- ① Humus
- ② Kruszywo naturalne niełamane 8/16
- ③ Kruszywo naturalne niełamane 16/32
- ④ Piasek średni
- ⑤ Geowłóknina
- ⑥ Grunt rodzimy przepuszczalny

Rys. 4.7.5.4. Schematy rowów infiltracyjnych z częściowym i całkowitym wypełnieniem materiałem filtracyjnym [25]

# ŚCIEKI DROGOWE I ULICZNE – „nowe” rozszerzenie ogólnych wymagań

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



# Konstrukcja Ścieków (trwałość) – „nowe” kryteria ustalania klasy obciążenia Ścieku

Klasa obciążenia Ścieku		Ruch na jezdni wzdłuż Ścieku	Ruch w poprzek Ścieku
A	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	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
C	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).
D	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 – „nowe” wymagania konstrukcyjne

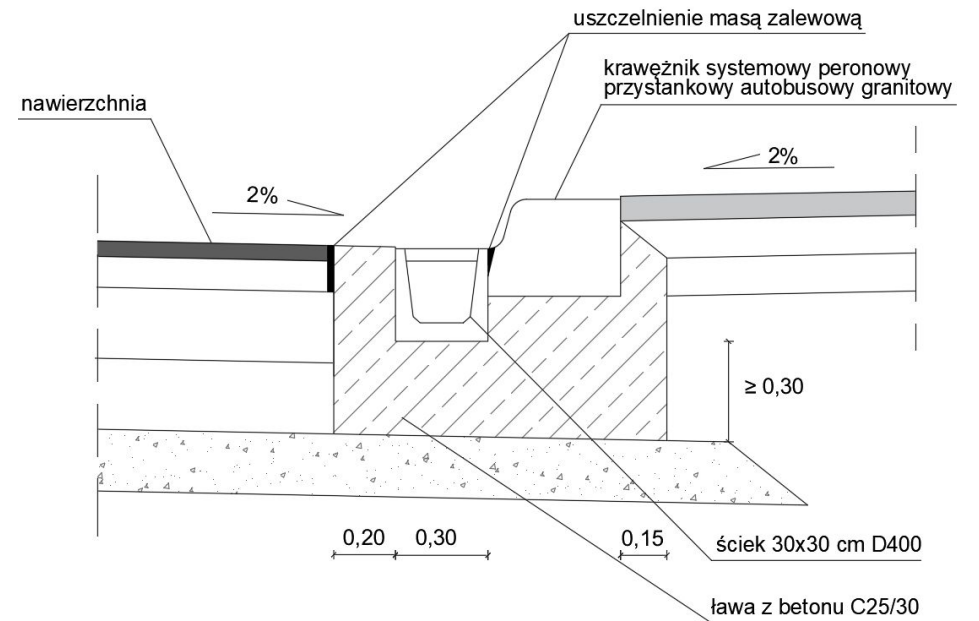
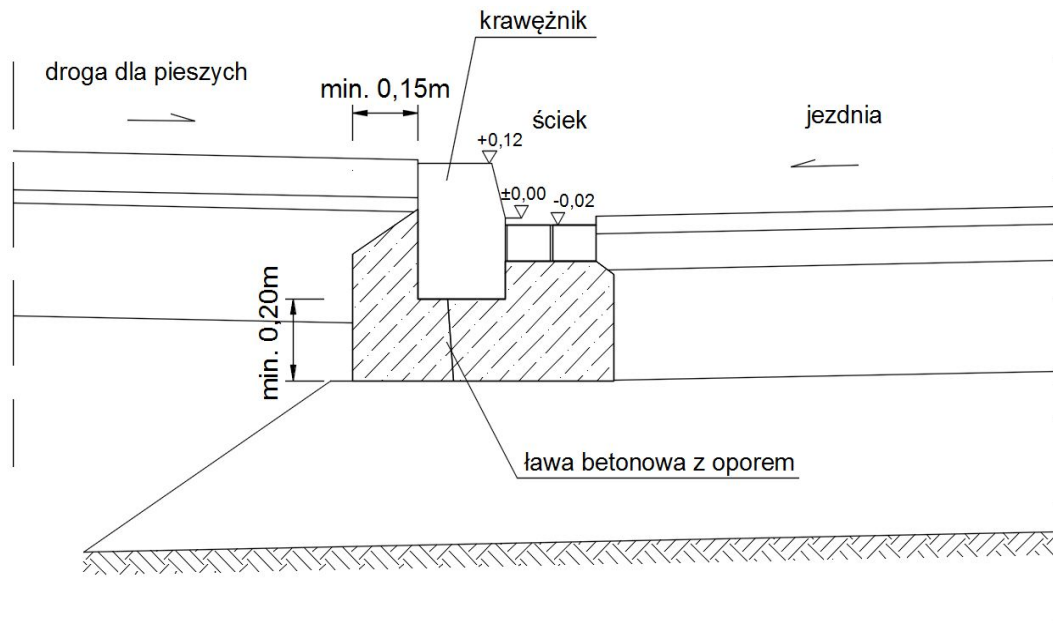
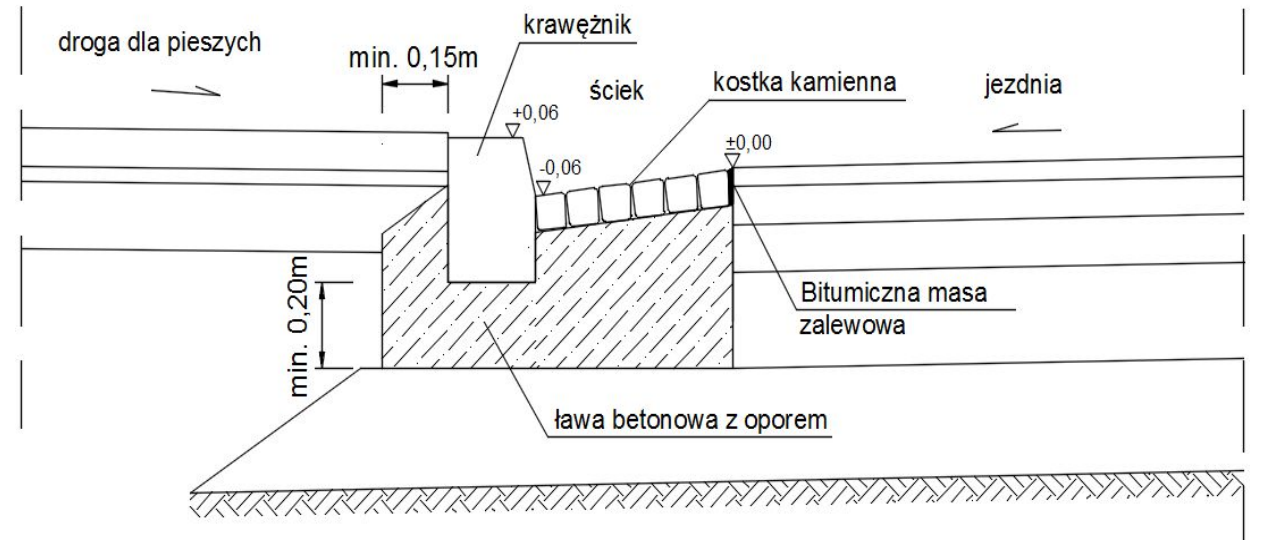
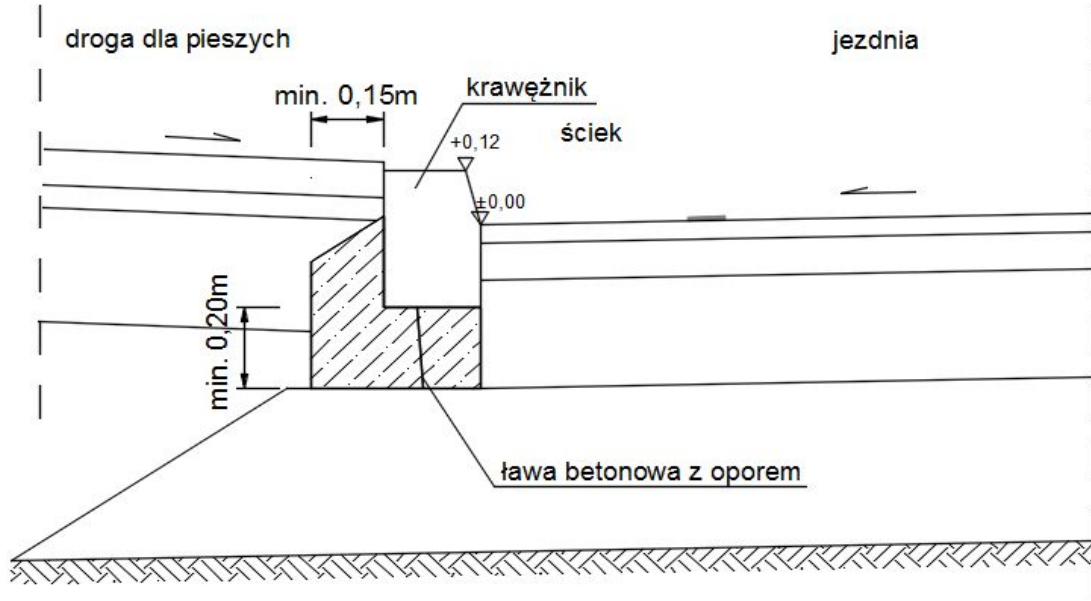
Nośność podłoża, na którym posadowiona jest ława fundamentu ścieku powinna, w zależności od klasy obciążenia ścieku, spełniać następujące wymagania określone przez wtórny moduł odkształcenia:

- 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 – przykłady konstrukcji

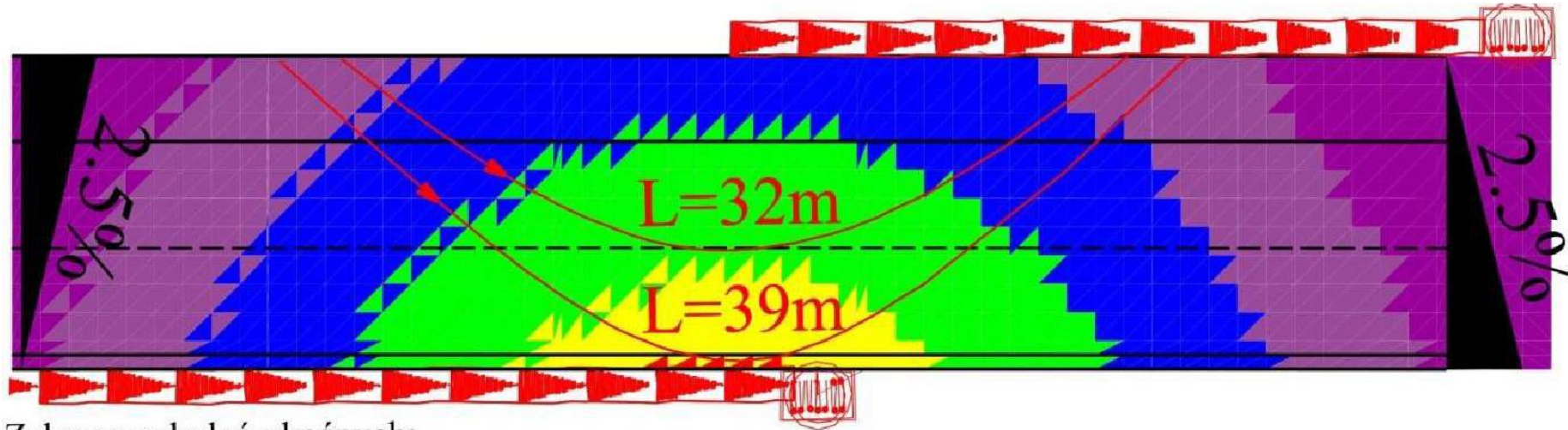




## „NOWE” – projektowanie odwodnienia ramp i skrzyżowań z wykorzystaniem linii spływu

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%

**Wartość pochylenia ukośnego powierzchni jezdni w każdym jej miejscu powinna być nie mniejsza niż 0,7%, gdy zmienia się kierunek pochylenia poprzecznego jezdni – sprawdzanie przez plan pochyłości ukośnych (linie spływu)**



Zakres pochyłości ukośnych:

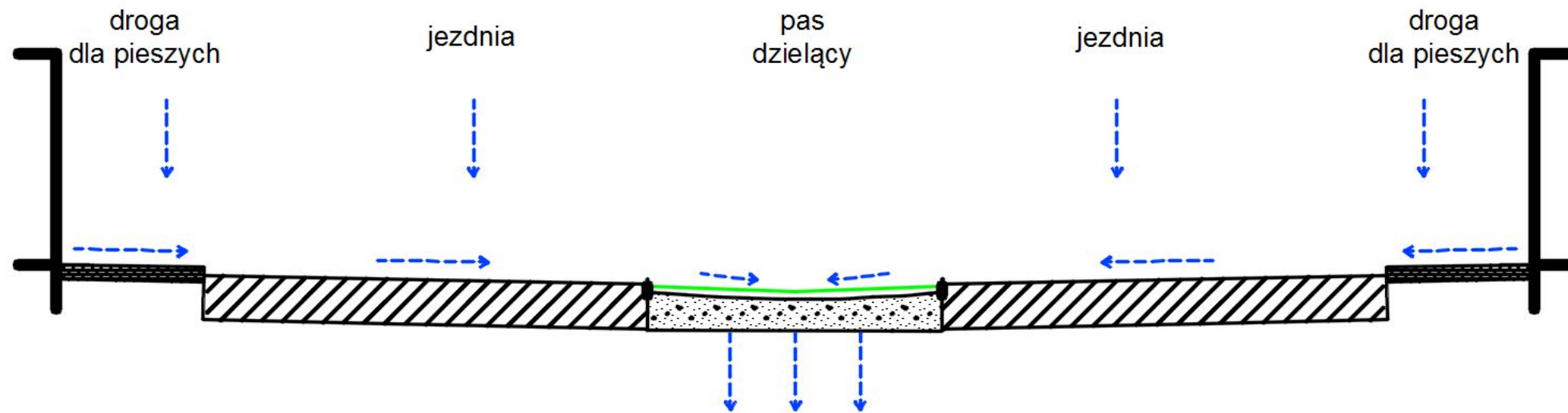
0.7% - 1.0%    1.0% - 1.5%    1.5% - 2.0%    2.0% - 2.5%    >2.5%

— podstawowe linie spływu

*Przykład planu pochyłości ukośnych powierzchni nawierzchni na rampie drogowej o długości  $L = 50$  m i pochyleniu podłużnym osi obrotu wynoszącym 0,7%*

# Przykłady niestandardowego podejścia do odwodnienia dróg i ulic

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



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

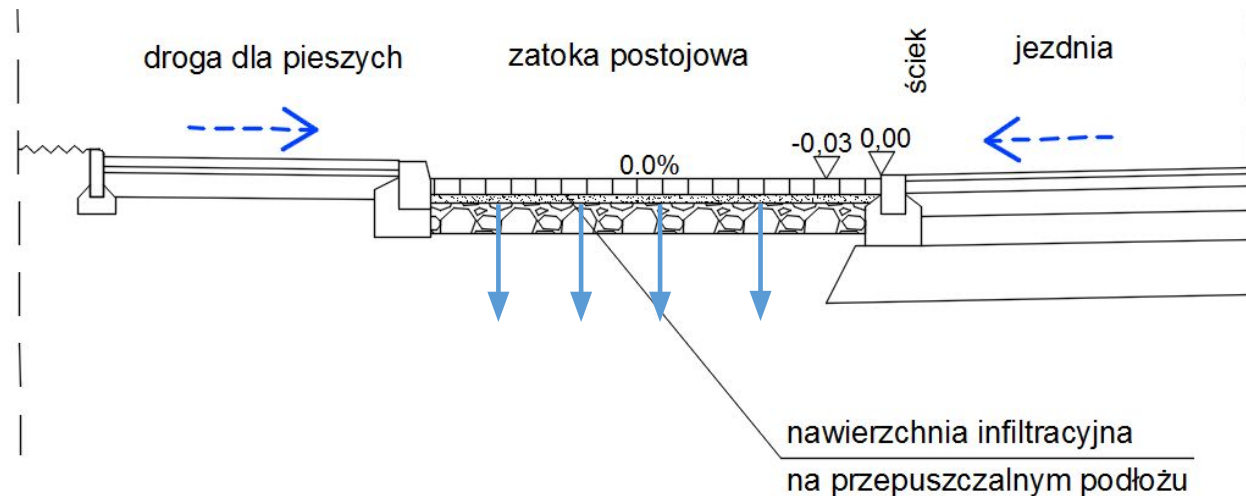




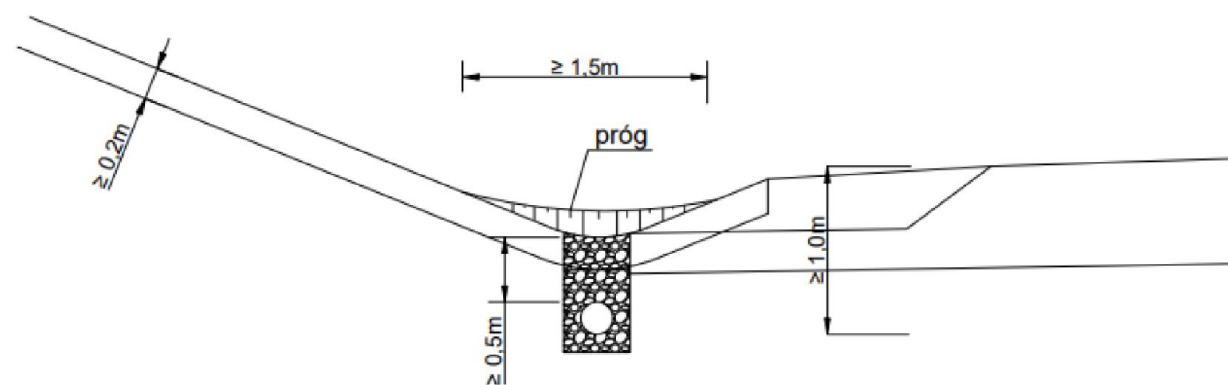


# Przykłady niestandardowego podejścia do odwodnienia dróg i ulic

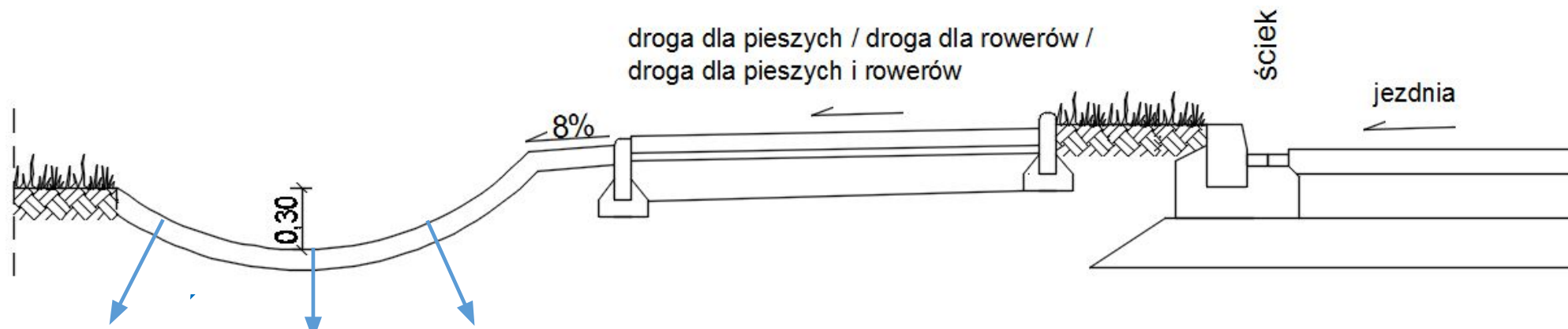
Wykorzystanie zatoki postojowej do infiltracji i retencji wody



Przykład muldy z piętrzeniem wody w połączeniu z drenażem



Odciążenie kanalizacji przez infiltrację części wody





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





# Przykłady krajowe wykorzystania zieleni retencyjnej w pasach drogowych

(z prezentacji: *Gdańskie doświadczenia wykorzystania zieleni retencyjnej w pasach drogowych, 11/12 12 2023, Polski Kongres Drogowy, Toruń*)

## Odbieranie wody z powierzchni uszczelnionej



### Krawężniki ułożone z przerwami

Stosowanie w drogach publicznych zależy od wielkości szczelin.

W miejscach, gdzie zieleń przylega do jezdni. Zalecany w miejscach z ograniczoną możliwością najechania.

Zalecany na parkingach (zabezpieczenie przed najechaniem i dostaniem się koła w szczelinę).

Zapewniają skuteczne odwodnienie i rozproszenie strumieni doływu wody do zieleni retencyjnej. Zalecane umocnienie skarp na ścieżkach sptywu.

*Lokalizacja: os. Zielony Południk*

*Podwórka w dzielnicy Stogi*

*Parking restauracji ul. Kartuska/Myśliwska*

*Ogrody deszczowe ul. Lastadia*





## **Szanse i zagrożenia w praktycznym wdrażaniu *WR-D-71***

- 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. ... ???**





*Dziękuję za uwagę*

*sgaca@pk.edu.pl*

