

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA**  
**IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA**



**K O N G R E S**  
**ECONOMY OF A WATER CITY**  
**MIASTO - WODA - JAKOŚĆ ŻYCIA**



**WROCLAWSKIE CENTRUM KONGRESOWE**  
**ULICA WYSTAWOWA 1, 51-618 WROCLAW**  
**24 - 25 WRZEŚNIA 2018 ROKU**

**POROZMAWIAMY O RETENCJONOWANIU**  
**WÓD OPADOWYCH W MIĘŚCIE**

**prof. dr hab. inż. Józef DZIOPAK**  
**Katedra Infrastruktury i Gospodarki Wodnej**

## Człowiek od zarania dziejów osiedlał się nad rzeką i nadal tak czyni z wielu, i to uzasadnionych powodów.

Po pierwsze, z racji bezpośredniego dostępu do wody, która stanowi pierwsze i najcenniejsze medium warunkujące egzystencję człowieka.

Rzeka stając się źródłem najłatwiejszego dostępu do wody okazała się też najwygodniejszym śmietnikiem, do którego odprowadza się zużyta wodę (ścieki), a także inne odpady, korzystając z jej potencjału energetycznego, pozwalającego na przenoszenie problemu z miejsca zrzutu innym poniżej zlokalizowanym mieszkańcom, w tym także pobierającym wodę.

Zatem rzekę w praktyce traktuje się jako **aktywny odbiornik**, który daje możliwość zrzucania ścieków i innych „śmieci” z jednoczesnym ich transportem hydraulicznym w dół jej nurtu.



Rzeka jako „**żywy**” element krajobrazu staje się jednak przyczyną występowania **wielu konfliktów**. Ich rozwiązywanie jest regulowane przepisami ujętymi w prawie wodnym. Ciągłe podlegają one aktualizacji przez co stawiają nowe wymagania, często trudne do zrealizowania.

Strategiczny konflikt i zagrożenie są związane z **zajmowaniem terenów zalewowych** wokół rzeki pod zabudowę miejską i na inne cele. Wymiernym skutkiem jest **okresowe zalewanie tych terenów podczas zjawisk powodziowych** z częstością zależną od istniejącego stanu zabudowy hydrotechnicznej, która jest projektowana na określony deszcz krytyczny.

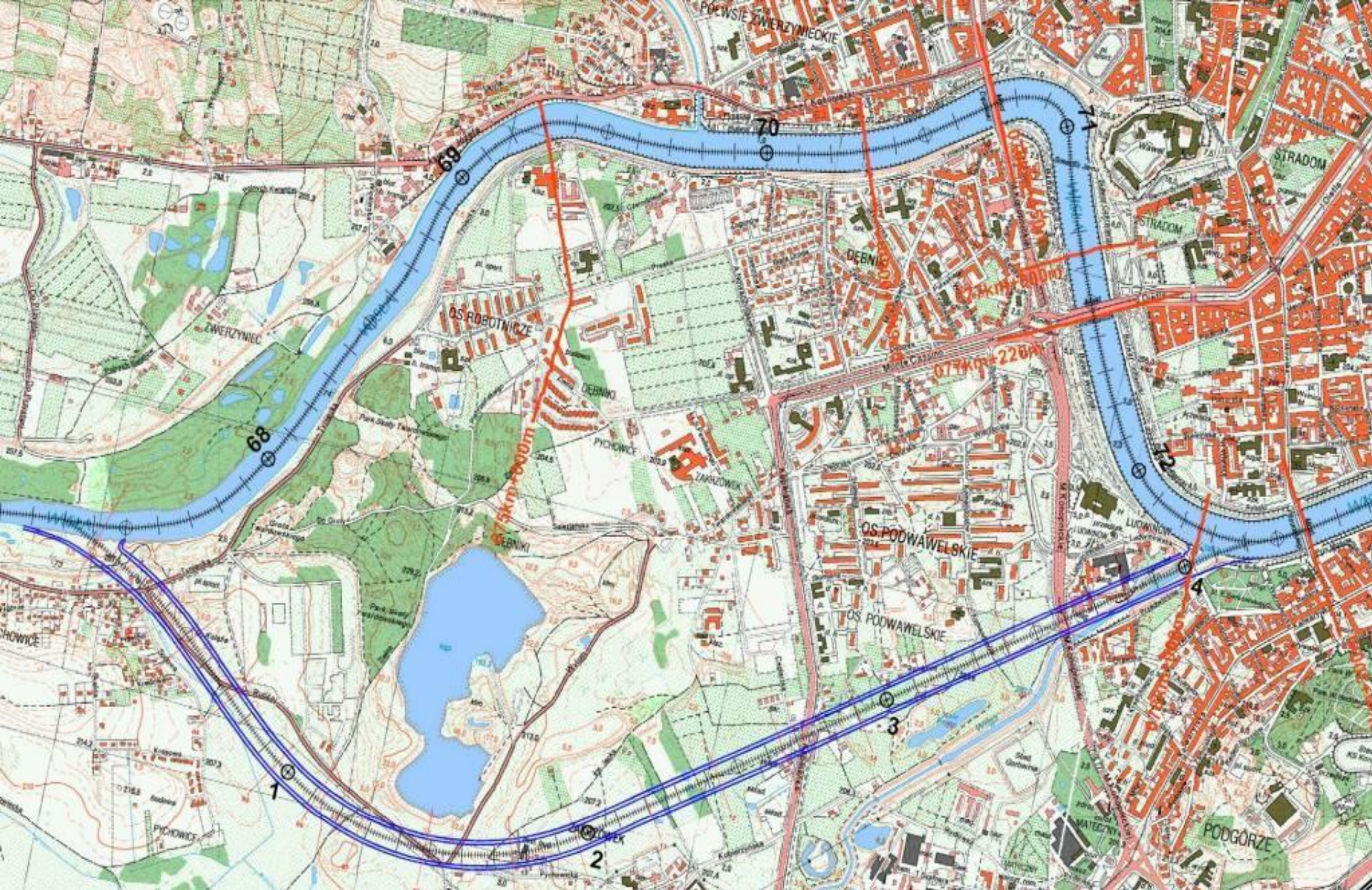


Przechodząc do rozwiązań inżynierskich, inne ustala się warunki i poziom bezpieczeństwa przy formułowaniu złożonych projektowych związanych z określaniem geometrii **obiektów zabudowy hydrotechnicznej rzeki** w ramach zabezpieczeń przeciwpowodziowych, a inne w odniesieniu do **wymiarowania sieci i obiektów kanalizacyjnych** na sytuacje ekstremalne.

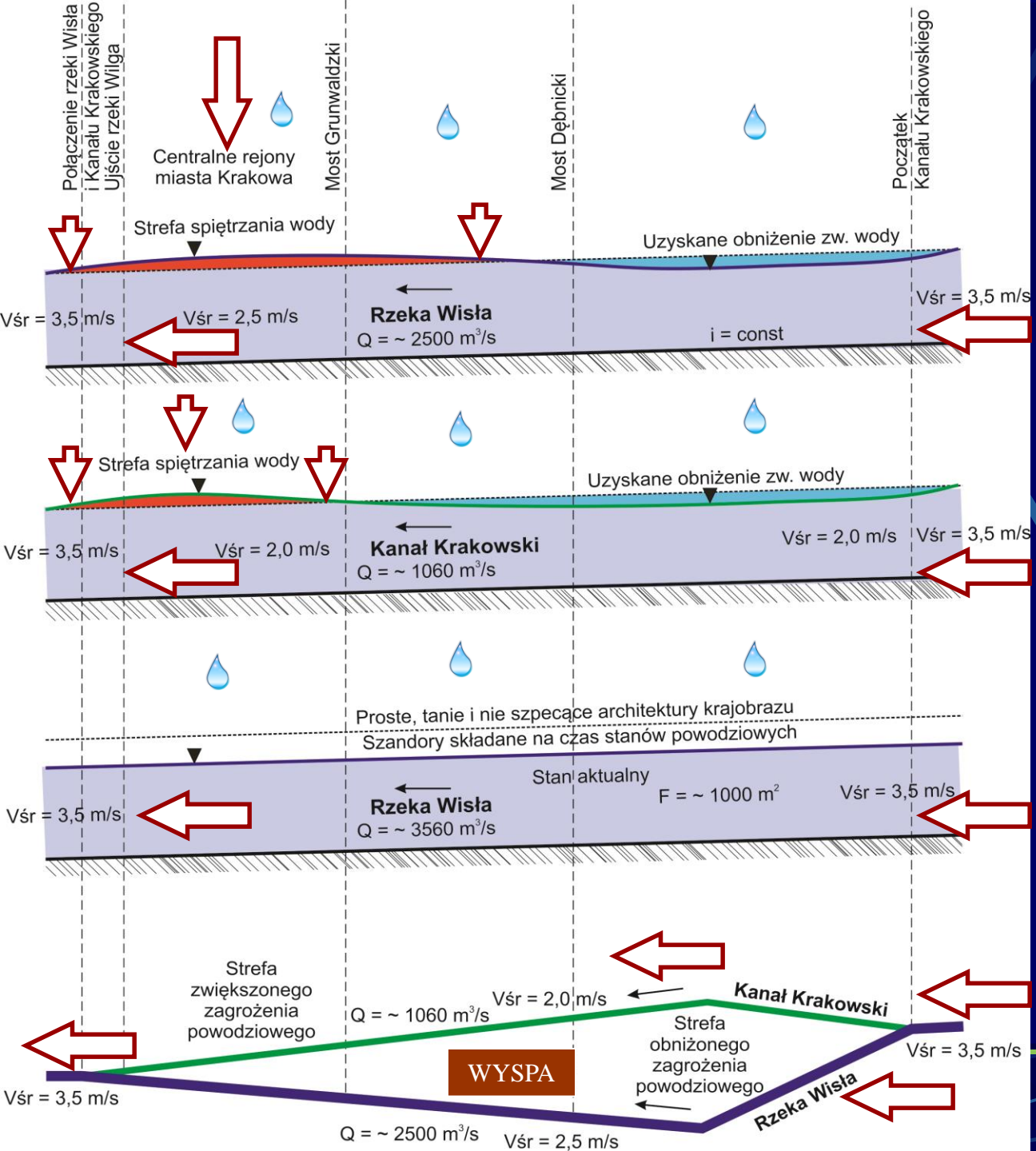
W praktyce inżynierskiej sprowadza się to do tego, że do obliczeń przyjmuje się odmienne charakterystyki deszczy **(1)** powodujące wylewy z rzeki i **(2)** pochodzące od kanalizacji.

W przybliżeniu można przyjąć, że wylew ścieków ogólnospławnych lub deszczowych na powierzchnię terenu pochodzący **od kanalizacji** pojawia się średnio **10-krotnie częściej** niż występowanie **powodzi od rzeki**.





**Planowana trasa Kanału Krakowskiego i fragment rzeki Wisły tworzące wyspę na tle fragmentu planu miasta Krakowa**



**Schemat hydrauliczny funkcjonowania Kanału Krakowskiego w powiązaniu z istniejącym korytem rzeki Wisły w rejonie Śródmieścia Krakowa**

# CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ ZJAWISK POWODZIOWYCH



przyłączanie  
i kanalizowanie  
nowych terenów  
zurbanizowanych

Zatem następują zmiany  
bilansu wodnego  
w zlewni

Rozwój miast wymusza

oraz wzrost stopnia  
uszczelnienia  
powierzchni zlewni

$$P = R + W + E + S$$

P – opad atmosferyczny  
przekształca się w:  
R – retencję w zlewni  
W – wsiąkanie do gruntu  
E – parowanie do atmosfery  
**S – spływ powierzchniowy**



# SKUTKI PRZYROSTU POWIERZCHNI TERENÓW UTWARDZONYCH

Przyrost powierzchni terenów utwardzonych



Wzrost ilości ścieków deszczowych odprowadzanych do kanalizacji



Hydrauliczne przeciążenie sieci kanalizacyjnej



Obniżenie sprawności działania oczyszczalni ścieków



Zbyt częste zrzuty ścieków przez przelewy burzowe



Podtopienia terenu i budynków



# ISTOTA PROBLEMU RETENCJONOWANIA ŚCIEKÓW

- Zasadniczą część kosztów ponoszonych na budowę sieci kanalizacyjnej na terenach zurbanizowanych przeznacza się na budowę sieci do odprowadzania ścieków deszczowych. Opad jako zjawisko losowe wymusza odprowadzanie **chwilowych znacznych** objętości wód opadowych w krótkich przedziałach czasowych i sporadycznie.
- Wraz z intensyfikacją i wzrostem zabudowy zwiększa się procent powierzchni utwardzonych, co przyczynia się do przyrostu objętości wód deszczowych zasilających sieć kanalizacyjną, które stają się ściekami deszczowymi.
  - Odrębną kwestią jest **właściwe ustalania miarodajnych przepływów ścieków deszczowych** w kanalizacji i za zasadę należy przyjąć badanie **przemieszczania się fali deszczu nad zlewnią (MS)** i stosowanie modelowania hydrodynamicznego.

# **RODZAJE RETENCJI WÓD OPADOWYCH**

**RETENCJA KUBATUROWA ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH  
W ZBIORNIKACH RETENCYJNYCH**

**RETENCJA KANAŁOWA ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH  
W SIECI KANALIZACYJNEJ**

**RETENCJA I STEROWANIE TRANSPORTEM ŚCIEKÓW  
DESZCZOWYCH W KANAŁACH RETENCYJNYCH**

**RETENCJA POWIERZCHNIOWA WÓD OPADOWYCH NA  
TERENIE ZLEWNI I Z INFILTRACJĄ DO GRUNTU**

**ZAGOSPODAROWANIE WÓD OPADOWYCH W CELACH  
GOSPODARCZYCH, REKREACYJNYCH I INNYCH**

# Nawierzchnie nieumocnione i perforowane



NOWE PODEJŚCIE W PROJEKTOWANIU  
ROZBUDOWY I UNOWOCZEŚNIANIU  
SYSTEMÓW KANALIZACYJNYCH  
**W MIASTACH**

Z UWZGLĘDNIENIEM TECHNICZNYCH  
SPOSOBÓW RETENCJONOWANIA  
ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH  
I OGÓLNOSPŁAWNYCH  
ORAZ ETAPOWANIA INWESTYCJI

## NAKŁADY NA INWESTYCJE KANALIZACYJNE OBEJMUJĄ KOSZTY PROJEKTOWANIA, BUDOWY I ICH EKSPLOATACJI

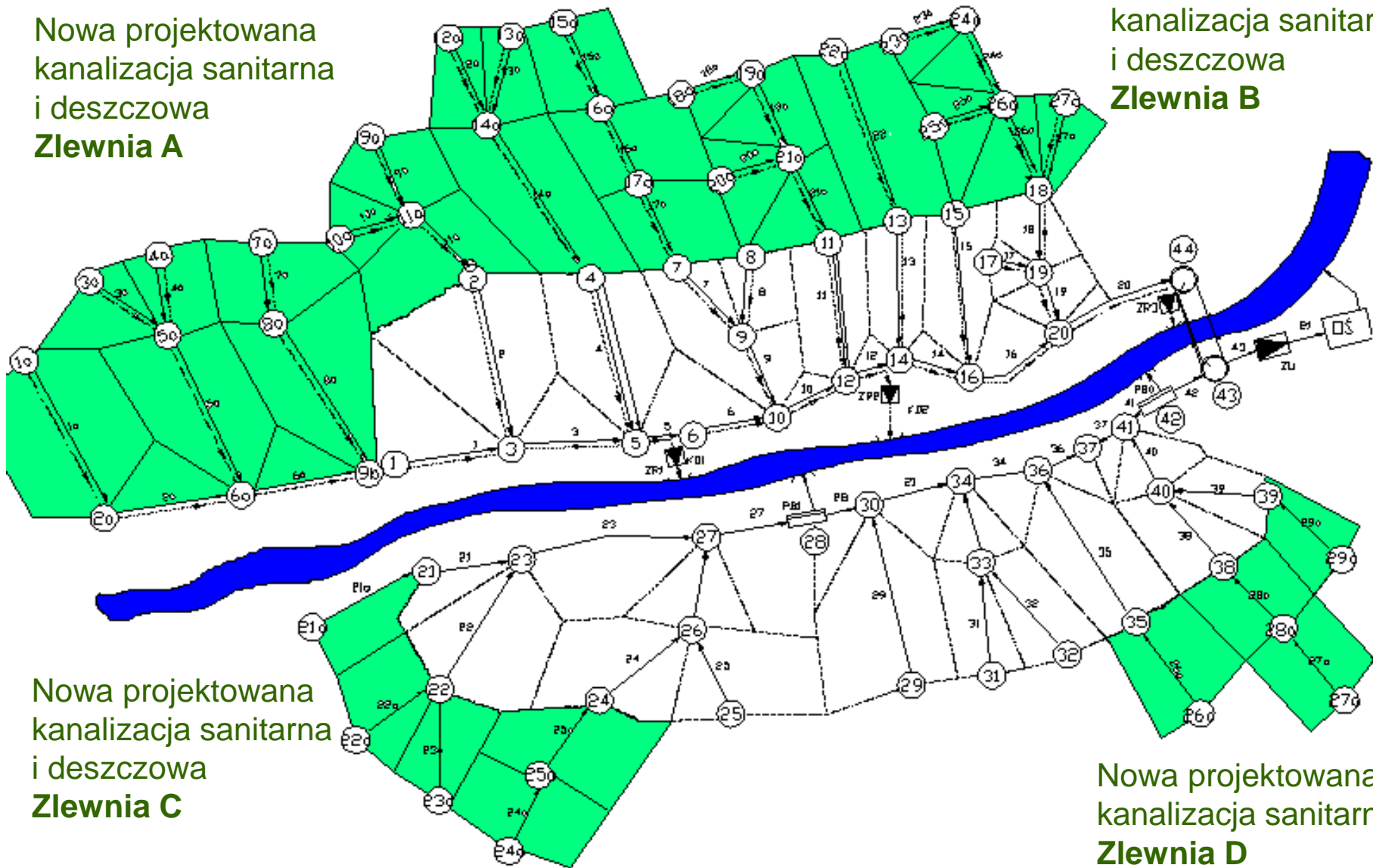
Obecnie systemowo zaczyna się podchodzić do kwestii związanej z właściwym szacowaniem kosztów eksploatacji jako funkcji użytych materiałów i technologii produkcji rur i prefabrykatów, jakości wykonawstwa, które decydują o żywotności technicznej eksploatowanych systemów infrastruktury podziemnej do transportowania ścieków.

- **PROFESJONALNE PROJEKTOWANIE** - 2% (0,7)
- **PRAWIDŁOWE WYKONAWSTWO** - 18% (13)
- **WŁAŚCIWA EKSPLOATACJA** - 80% (86,3)

# Schemat istniejącej i projektowanej kanalizacji mieszanej

Nowa projektowana  
kanalizacja sanitarna  
i deszczowa  
**Zlewnia A**

Nowa projektowana  
kanalizacja sanitarna  
i deszczowa  
**Zlewnia B**



Nowa projektowana  
kanalizacja sanitarna  
i deszczowa  
**Zlewnia C**

Nowa projektowana  
kanalizacja sanitarna  
**Zlewnia D**

# Zakres realizowanych zadań projektowych należy zawsze analizować w ujęciu systemowym

Zakres pracy obejmuje kolejno wyszczególnione pozycje.

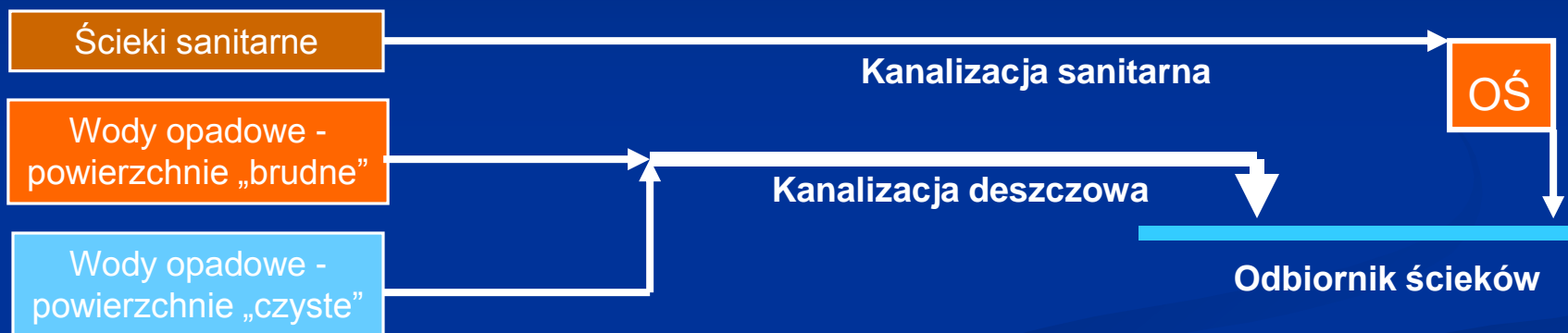
- Obliczenia hydrauliczne i dobór przekroju przewodów sieci ogólnospławnej, deszczowej i sanitarnej.
- Wyznaczenie bilansu ścieków i geometrii przelewów burzowych.
  - Dobór pompowni ścieków sanitarnych.
- Ustalenie pojemności użytkowej i geometrii wielokomorowych zbiorników retencyjnych usytuowanych na kolektorze deszczowym.
- Ustalenie pojemności użytkowej i geometrii uśredniającego zbiornika retencyjnego, odciążającego hydraulicznie obiekty i urządzenia oczyszczalni ścieków.
- Schemat rozmieszczenia w planie sieci kanalizacyjnej i obiektów wraz z jej uzbrojeniem.
- Profile wszystkich głównych kanałów sieci kanalizacji sanitarnej, deszczowej i ogólnospławnej.
  - Schemat rozmieszczenia w planie nowej projektowanej sieci kanalizacyjnej i obiektów wraz z uzbrojeniem, z uwzględnieniem starej istniejącej sieci kanalizacyjnej.

**Należy też uwzględnić efektywne etapowanie realizacji inwestycji w odniesieniu do projektu rozbudowy całego systemu.**

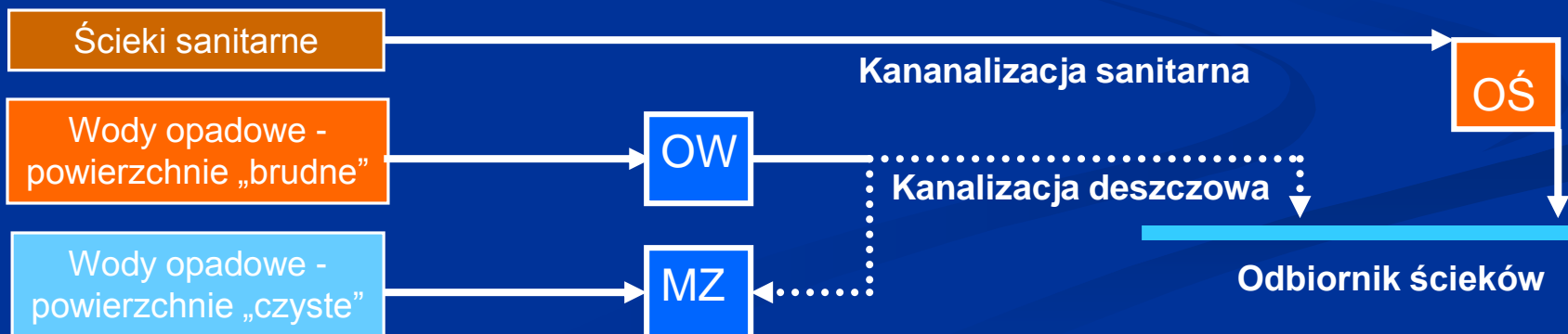
# Systemy zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi

MZ – miejscowe zagospodarowanie wód, OŚ – oczyszczalnia ścieków, OW - oczyszczanie wód, R – retencja wód/ścieków

## System tradycyjnej kanalizacji rozdzielczej



## System zrównoważonej kanalizacji rozdzielczej





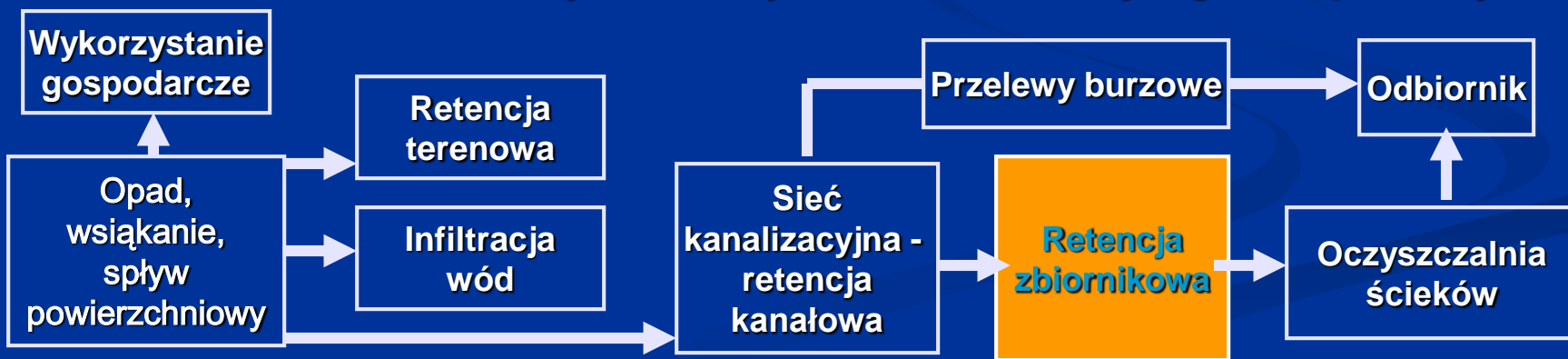


# Modele systemów kanalizacji ogólnospławnej

## Tradycyjny model systemu kanalizacji ogólnospławnej



## Zrównoważony model systemu kanalizacji ogólnospławnej

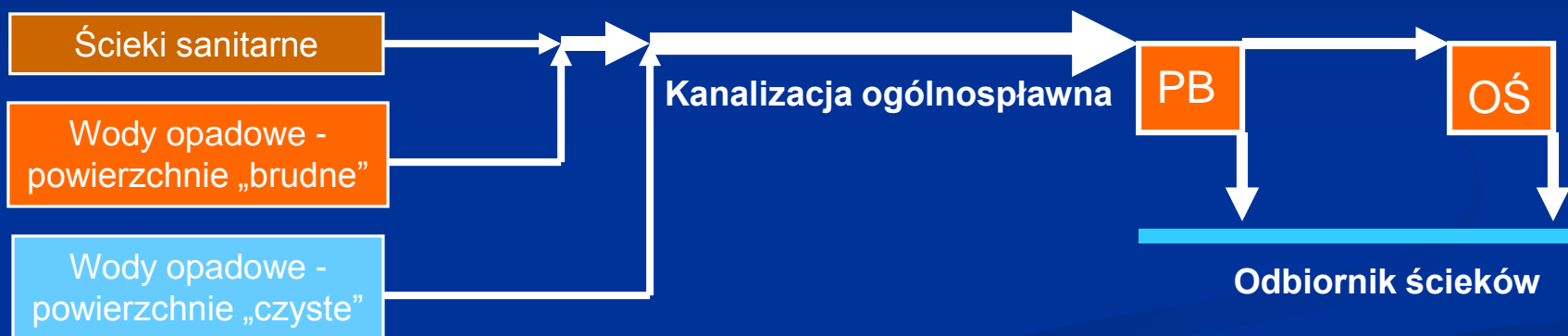


Rys. 1. Modele tradycyjnego i zrównoważonego systemu kanalizacji ogólnospławnej

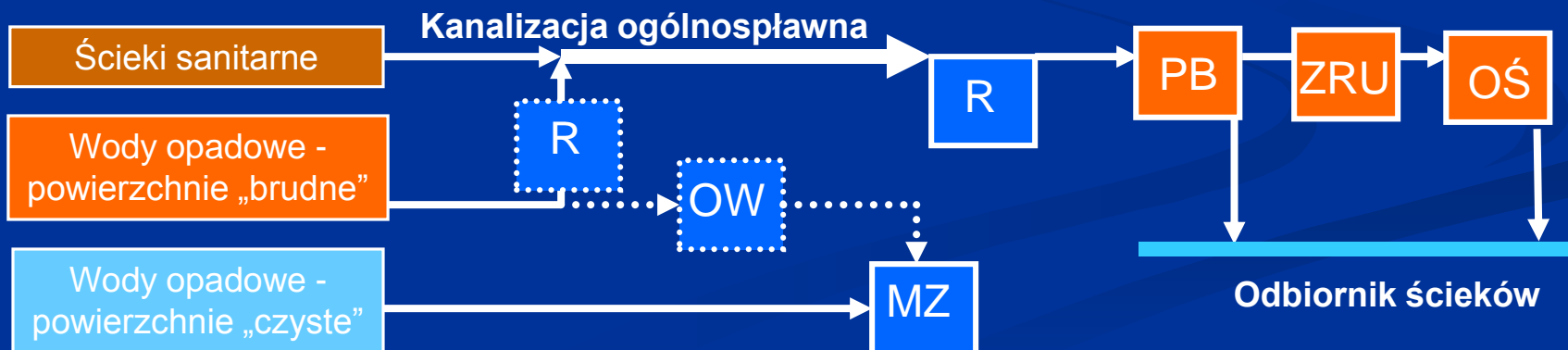
# Systemy zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi

MZ – miejscowe zagospodarowanie wód, OŚ – oczyszczalnia ścieków, OW - oczyszczanie wód opadowych  
PB - przelew burzowy, R – retencjonowanie ścieków

## System tradycyjnej kanalizacji ogólnospławnej



## System zrównoważonej kanalizacji ogólnospławnej

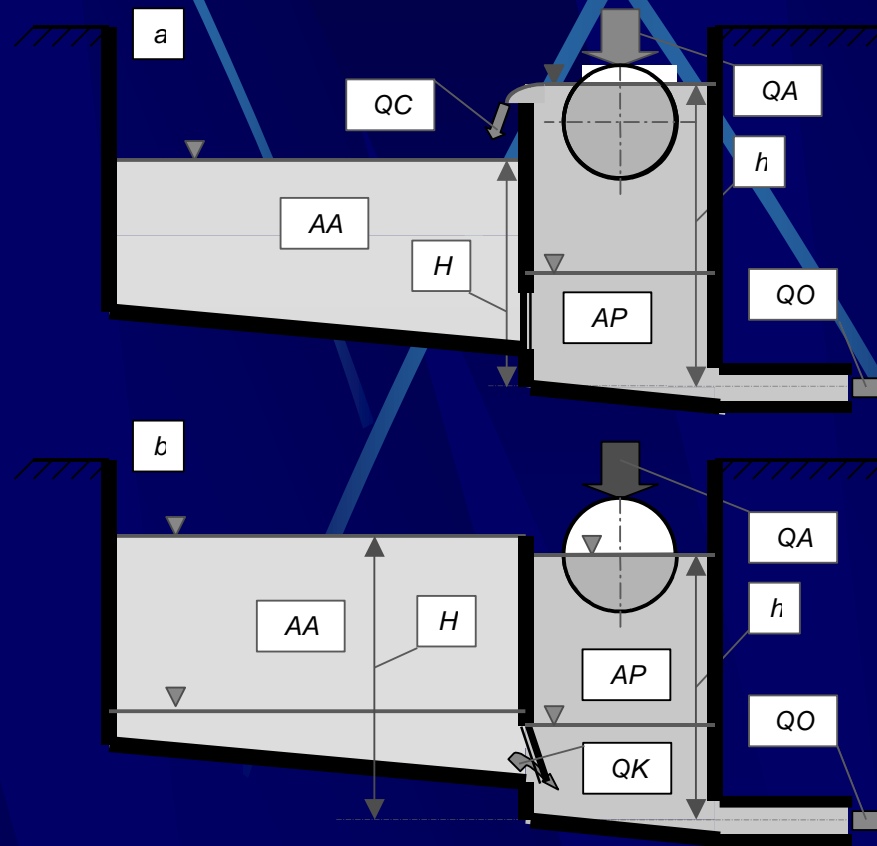


# Parametry projektowanych budowli odciążających

## Projektowanie zbiorników retencyjnych

- Parametry wyjściowe i projektowe:
    - dopływ ścieków do zbiornika  $Q_d = 3,59 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
    - odpływ ścieków ze zbiornika  $Q_{od} = 1,07 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
    - maksymalna wysokość zbiornika  **$hd = 2,3 \text{ m}$** ;
    - współczynnik redukcji przepływu ścieków deszczowych zbiorniku retencyjnym wynosi  **$\beta = 0,30$** .
    - czas miarodajny trwania deszczu (krytyczny)  **$TMW = 67,7 \text{ min}$** ;
    - objętość całkowita zbiornika  **$VW = 1953,20 \text{ m}^3$** ;
    - wymiary komory  $a \times b = 20,60 \times 20,60 \text{ m}$ ;
    - spadek dna komór  $i = 2 \text{ ‰}$ ;
- Wymiary komory przepływowej:
- średnica kanału odpływowego ciśnieniowego  $d = 600 \text{ mm}$ ;
  - średnica kanału dopływowego  $D_d = 1,6 \text{ m}$ ;
  - szerokość komory przepływowej  $Sk = 3,2 \text{ m}$ ;

# Podstawowe rozwiązanie grawitacyjnego zbiornika wielokomorowego typu **C o n t r a c t** (autor – Józef Dziopak, patent UPRP nr 130256, 1981 rok)



# KONCEPCJA ROZBUDOWY I UNOWOCZEŚNIENIA KAŻDEGO SYSTEMU ODWODNIENIOWEGO POWINNA UWZGLĘDNIAC RETENCJONOWANIE WÓD OPADOWYCH W ZLEWNI I ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH W SIECI

Przed wyborem koncepcji rozbudowy i modernizacji systemu kanalizacyjnego należy sporządzić aktualny bilans ścieków i określić zdolność hydrauliczną eksploatowanej sieci i obiektów w celu ustalenia:

- (1) przeciążenia hydraulicznego - „wąskich gardła”**
- (2) rzeczywistej rezerwy w przepustowości hydraulicznej.**

1. Przy trasowaniu nowej sieci kanalizacyjnej należy przewidzieć wariantowanie rozwiązań projektowych odprowadzenia ścieków w celu wyboru koncepcji optymalnej, uwzględniającej warunki lokalne mające wpływ na całkowity koszt realizacji inwestycji (infrastruktura naziemna i podziemna, warunki gruntowo-wodne, rodzaj zlewni zurbanizowanej i inne).
2. Nowe budowle kanalizacyjne, jak przepompownie, zbiorniki retencyjne, oczyszczalnie ścieków i inne powinny mieć uzasadnienie lokalizacyjne, poparte analizą nakładów finansowych w ujęciu globalnym (koszty projektowania, budowy i eksploatacji 50-100 lat).
3. Projektowaną rozbudowę i modernizację eksploatowanego systemu należy rozpatrywać u ujęciu systemowym, biorąc pod uwagę racjonalne etapowanie realizowanych zadań inwestycyjnych.
4. Sprawdzeniu należy poddać istniejące budowle odciążające na kanalizacji pod kątem ich pełnego wykorzystywania lub/i będą one w stanie działać prawidłowo, uwzględniając nowy bilans ścieków.
5. Należy wskazać racjonalną i najmniej kosztowną ich rozbudowę.

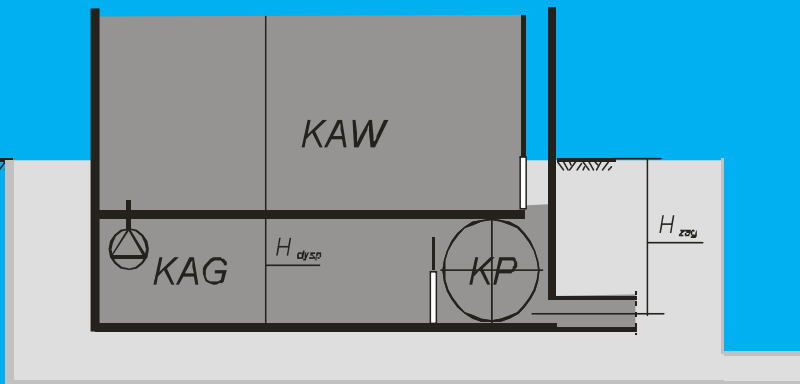
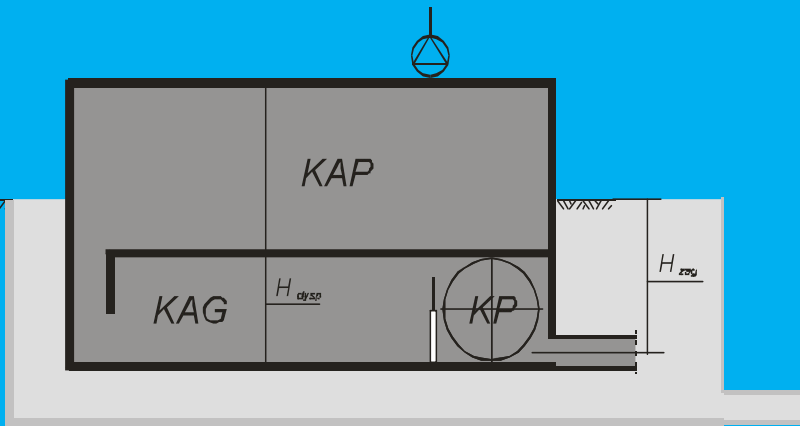
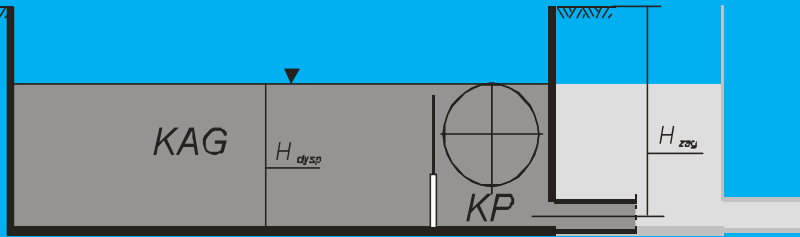
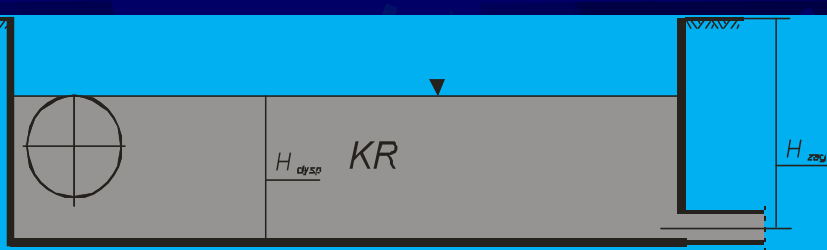
**ISTOTA INNOWACYJNYCH MODELI  
HYDRAULICZNYCH I ROZWIĄZAŃ  
KONSTRUKCYJNYCH WYBRANYCH  
ZBIORNIKÓW WIELOKOMOROWYCH  
DO RETENCJONOWANIA ŚCIEKÓW  
W SYSTEMACH KANALIZACYJNYCH**

# IDEA PRZEKSZTAŁCANIA WYMAGANEJ KUBATURY KLASYCZNYCH ZBIORNIKÓW RETENCYJNYCH NA INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA ZBIORNIKÓW WIELOKOMOWYCH

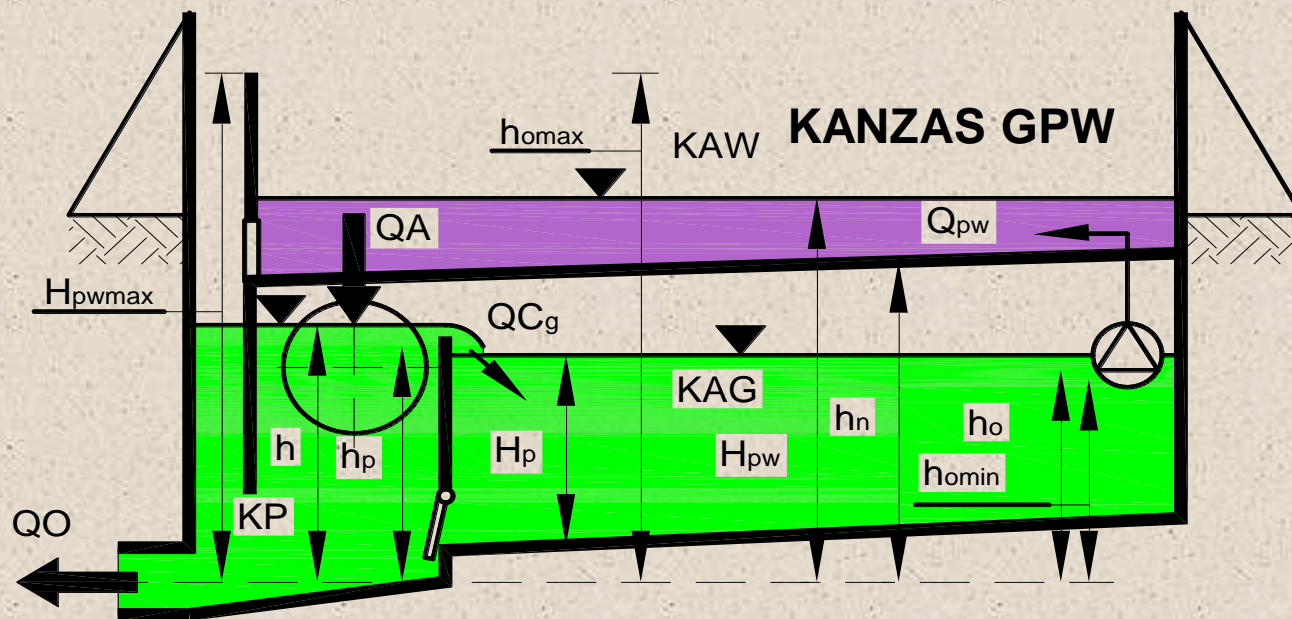
Przykład przekształcenia wymaganej kubatury retencyjnej zbiornika klasycznego w równoważne kubatury:

- wielokomorowego zbiornika grawitacyjnego,
- grawitacyjno-podciśnieniowego,
- grawitacyjno-pompowego

*KAG* – grawitacyjna komora akumulacyjna,  
*KAP* – podciśnieniowa komora akumulacyjna,  
*KAW* – górna pompowa komora akumulacyjna,  
*KP* – komora przepływowa,  
*PP* – pompa powietrza (próżniowa),  
*PS* – pompa ścieków.



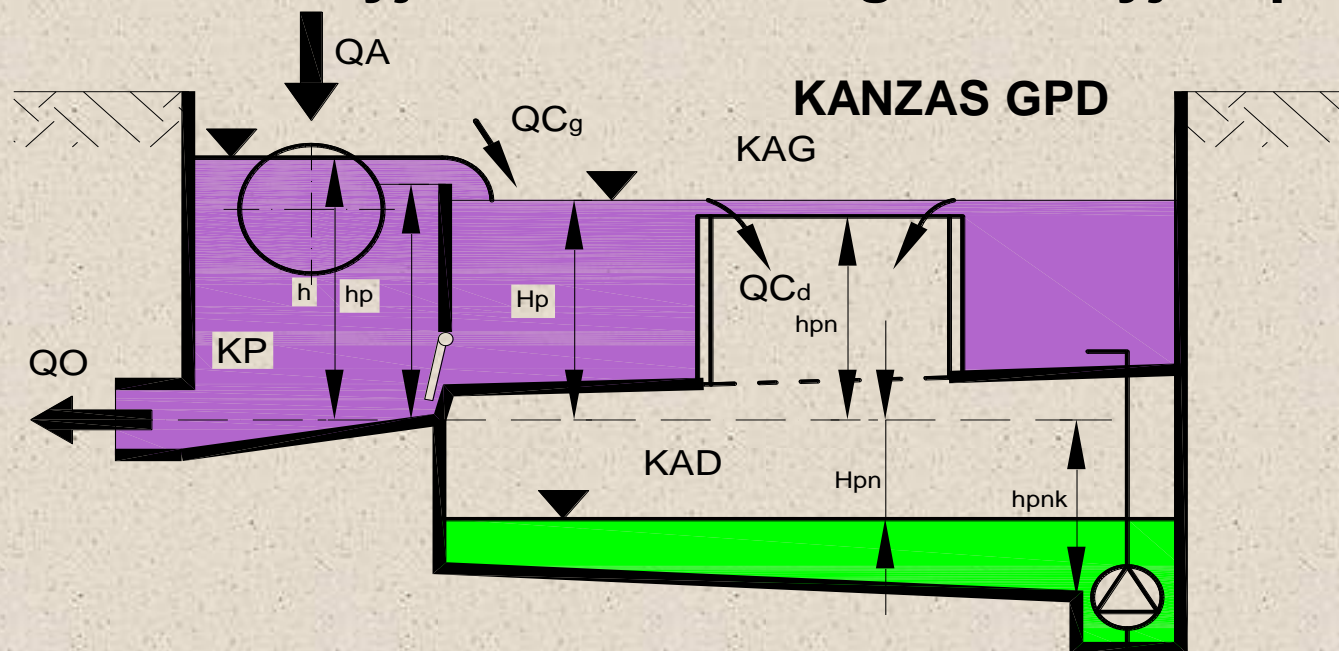
# Zbiorniki retencyjne o działaniu grawitacyjno-pompowym



Rys. 2.12. Model hydrauliczny działania zbiornika grawitacyjno-pompowego typu *KANZAS GPW* z górną komorą akumulacyjną *KAW* w procesie jej napełniania (*KAG* – grawitacyjna komora akumulacyjna, *KAW* – górna komora akumulacyjna, *KP* – komora przepływowa, *h* – napełnienia komory przepływowej zbiornika, *ho* – poziom zwierciadła ścieków w komorze akumulacyjnej odpowiadający poziomowi włączenia pompy ścieków, *homin* – poziom zwierciadła ścieków w komorze *KAG* odpowiadający poziomowi włączenia pompy, *hn* – wysokość napełniania komory *KAG*, *hp* – wysokość usytuowania korony przelewu, *Hp* – napełnienie komory akumulacyjnej *KAG*, *Hpw* – napełnienia komory akumulacyjnej *KAW*, *Hpwmax* – maksymalne napełnienie komory *KAW*, *QA* – dopływ ścieków do zbiornika ze zlewni powyżej zbiornika, *Qcg* – natężenie przepływu ścieków przez przelew międzykomorowy, *QO* – zredukowany odpływ ścieków ze zbiornika, *Qpw* – wydatek pompy ścieków)



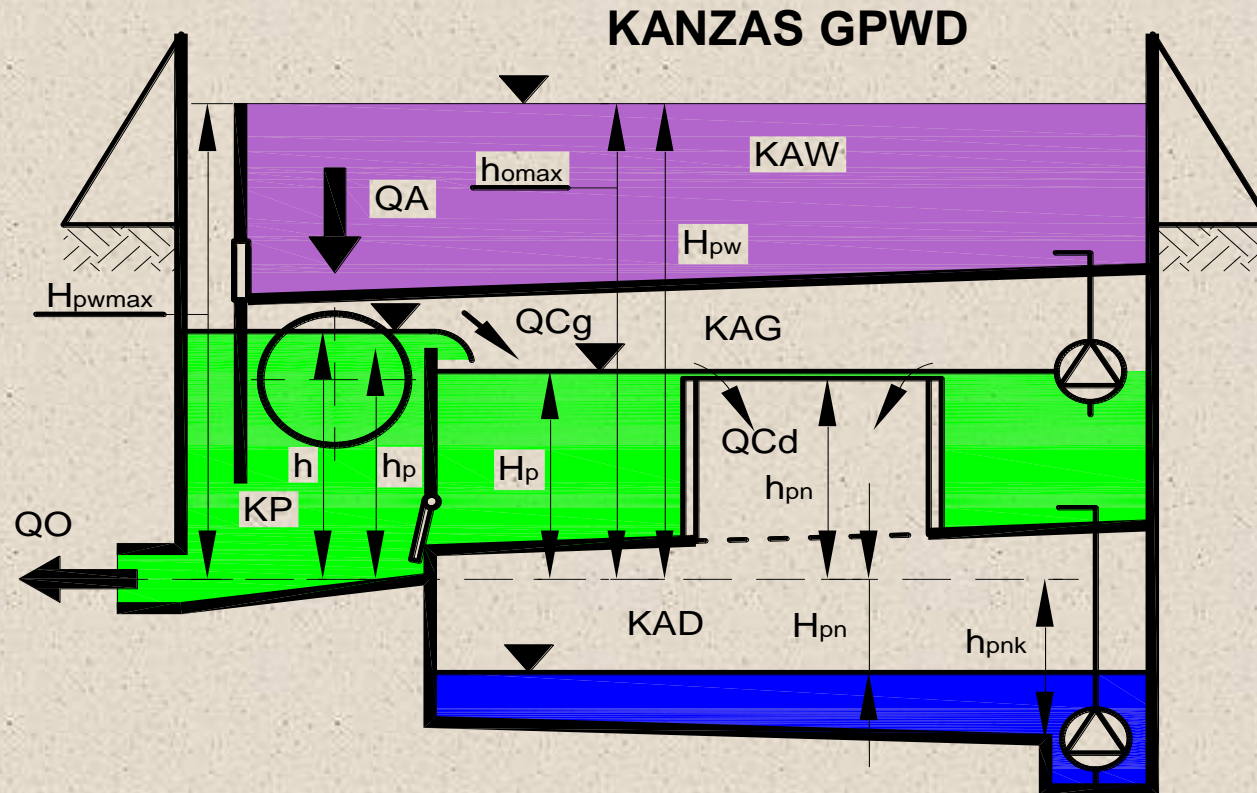
# Zbiorniki retencyjne o działaniu grawitacyjno-pompowym



Rys. 2.11. Model hydrauliczny działania zbiornika grawitacyjno-pompowego typu *KANZAS GPD* z dolną komorą akumulacyjną *KAD* w procesie jej napełniania

(*KAD* – dolna komora akumulacyjna, *hpn* – wysokość usytuowania korony przelewu szybowego od osi kanału odpływowego, *hpnk* – głębokość liczona od dna komory *KAD* do osi kanału odpływowego, odpowiada poziomowi włączenia pomp, *Hp* – odległość poziomego ścieków w komorze *KAD* od osi kanału odpływowego, *QCd* – natężenie przepływu ścieków przez przelew szybowy do komory akumulacyjnej *KAD*, *hp* – wysokość usytuowania korony przelewu, *Hp* – napełnienia komory akumulacyjnej *KAG*, *QA* – dopływ ścieków do zbiornika ze zlewni powyżej zbiornika, *QO* – zredukowany odpływ ścieków ze zbiornika)

# Zbiorniki retencyjne o działaniu grawitacyjno-pompowym



Rys. 2.13. Model hydrauliczny działania hybrydowego zbiornika grawitacyjno-pompowego typu *KANZAS GPWD* w procesie jego napełniania

(*KAD* – dolna komora akumulująca, *QCd* – natężenie przepływu ścieków przez przelew międzykomorowy do komory *KAD*, *h<sub>pn</sub>* – wysokość usytuowania korony przelewu szybowego, *H<sub>pn</sub>* – wysokość napełnienia ścieków w dolnej komorze *KAD*, *h<sub>pnk</sub>* – poziom włączenia pomp ścieków; pozostałe oznaczenia jak na rys. 2.12)

# IDEA I ZALETY ZBIORNIKÓW GRAWITACYJNO-POMPOWYCH

Podjęte badania nad grupą zbiorników grawitacyjno–pompowych umożliwiły rozwiązanie licznych problemów inżynierskich, które nie znalazły zadowalającego rozwiązania we wcześniej opracowanych konstrukcjach zbiorników. Przed nowymi rozwiązaniami zbiorników postawiono szereg wymagań, i tak:

- ograniczenie niezbędnej powierzchni pod zabudowę zbiornika retencyjnego,
- duża wysokość dyspozycyjna retencji ścieków,
- ograniczenie zagłębienia sieci kanalizacyjnej poniżej zbiornika retencyjnego,
- możliwość wyprowadzenia kanału odpływowego na poziomie kanału dopływowego,
- wysoka efektywność kubaturowa w procesie akumulacji ścieków,
- możliwość stosowania konstrukcji otwartych i sytuowania komór zbiornika w nasypach ziemnych, powyżej powierzchni terenu,
- duży zakres możliwości regulacji natężeń odpływu ścieków ze zbiornika retencyjnego w trakcie jego napełniania i opróżniania.

# DOTYCHCZASOWY STAN WIEDZY

Zmiany klimatu



Bardziej intensywne opady deszczu



Częstsze występowanie podtopień



Zwiększenie kosztów usuwania skutków powodzi



# DOTYCHCZASOWY STAN WIEDZY

**Intensyfikacja  
stopnia  
zabudowy**



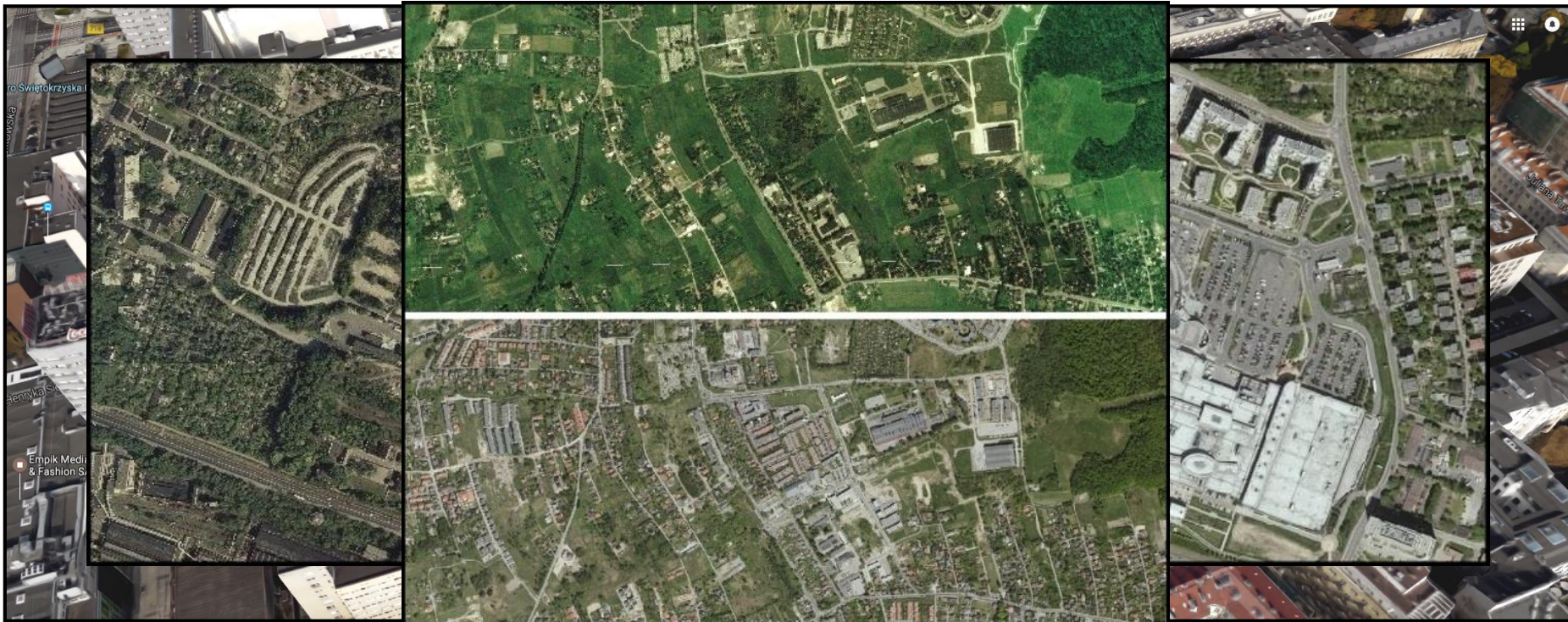
**Zmiana  
bilansu  
ścieków**



**Wzrost odpływu  
powierzchniowego**

**Brak terenów możliwych do  
wykorzystania pod zabudowę  
infrastruktury odwodnieniowej**

**Ograniczenie zasilania wód  
gruntowych**



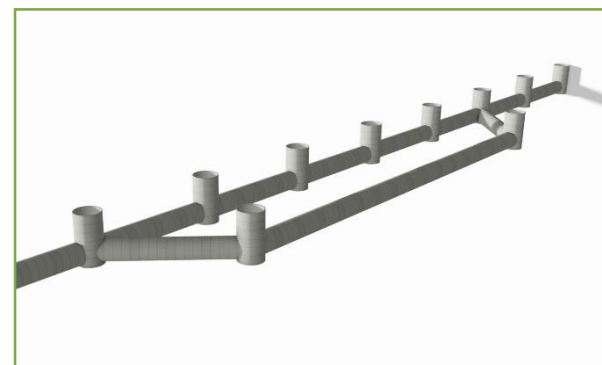
# UZASADNIENIE PODJĘCIA TEMATU BADAŃ

Metody odciążania hydraulicznego sieci kanalizacyjnej

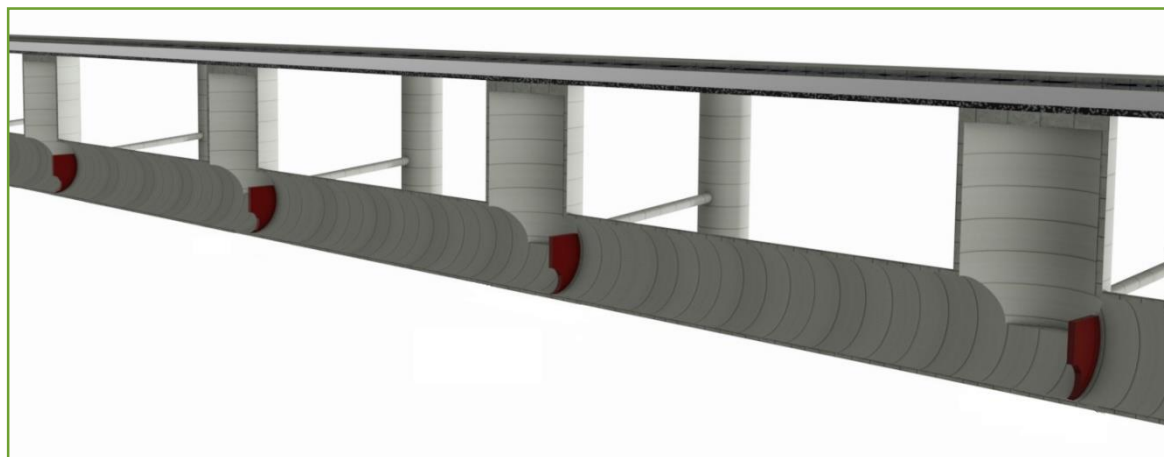
Zbiornik retencyjny



Kanał uzupełniający

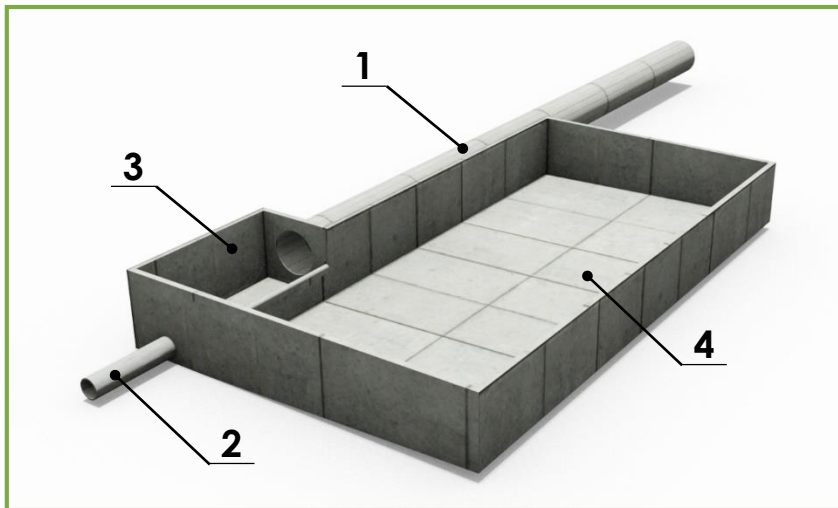


Retencyjny Kanał Ściekowy

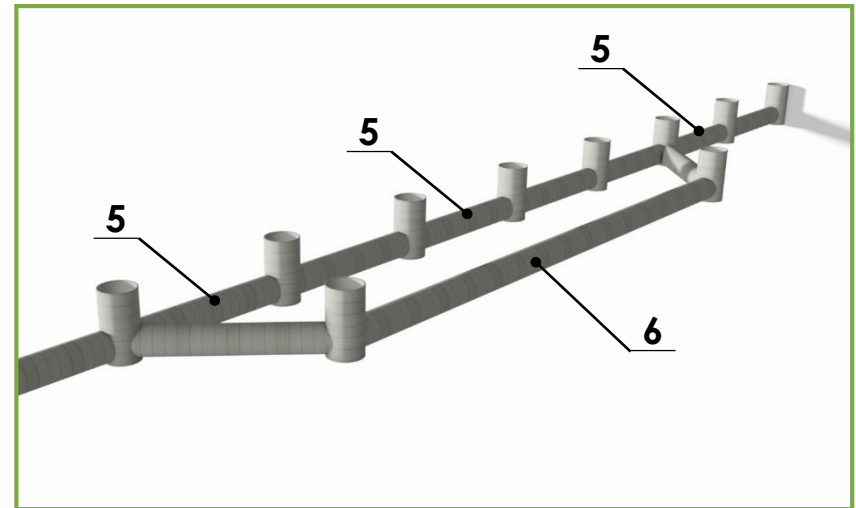


# UZASADNIENIE PODJĘCIA TEMATU BADAŃ

Zbiornik retencyjny (ZR)



Kanał uzupełniający (KU)



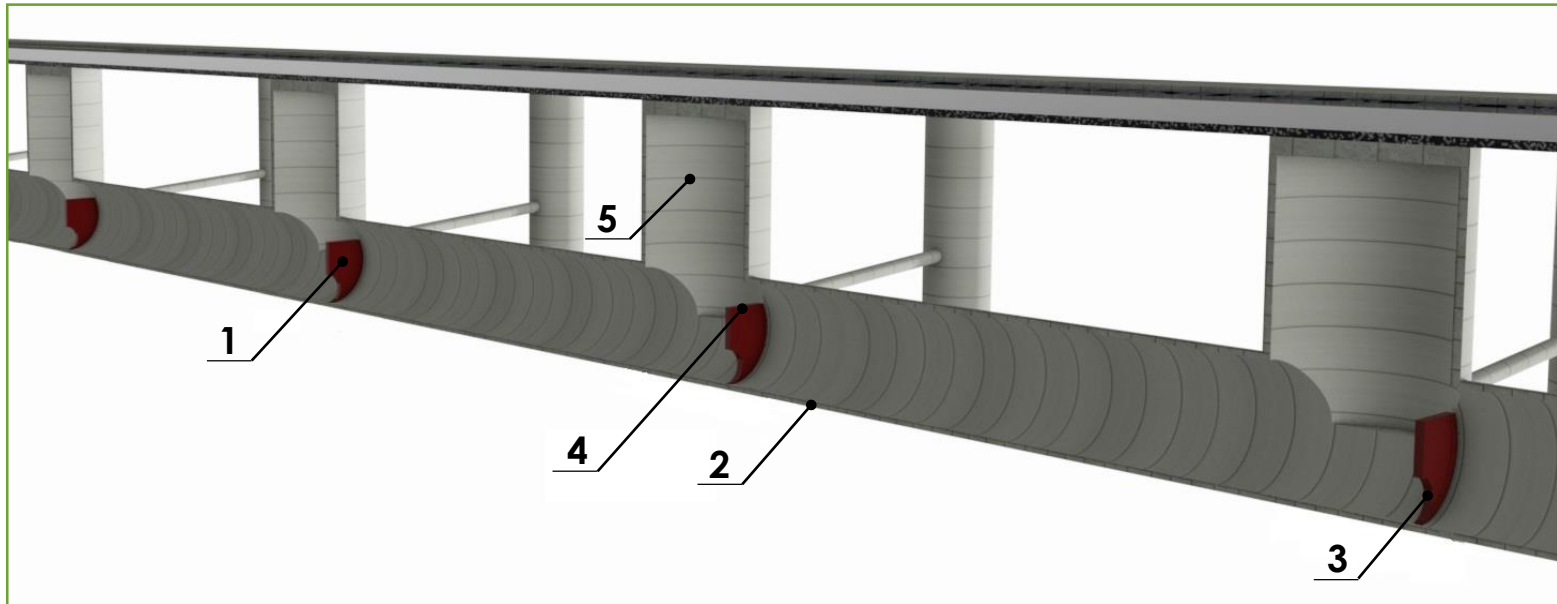
## WADY PREZENTOWANYCH ROZWIĄZAŃ

- Wysokie nakłady inwestycyjne
- Problem z dostępnością działek pod budowę obiektu
- Kosztowna i złożona eksploatacja

1 – kanał dopływowy KA, 2 – kanał odpływowy KO, 3 – komora przepływowa KP,  
4 – komora akumulacyjna KA, 5 – sieć kanalizacyjna, 6 – Kanał uzupełniający KU

# UZASADNIENIE PODJĘCIA TEMATU BADAŃ

## Retencyjny Kanał Ściekowy (RKŚ)



### **ZALETY PREZENTOWANEGO ROZWIĄZANIA**

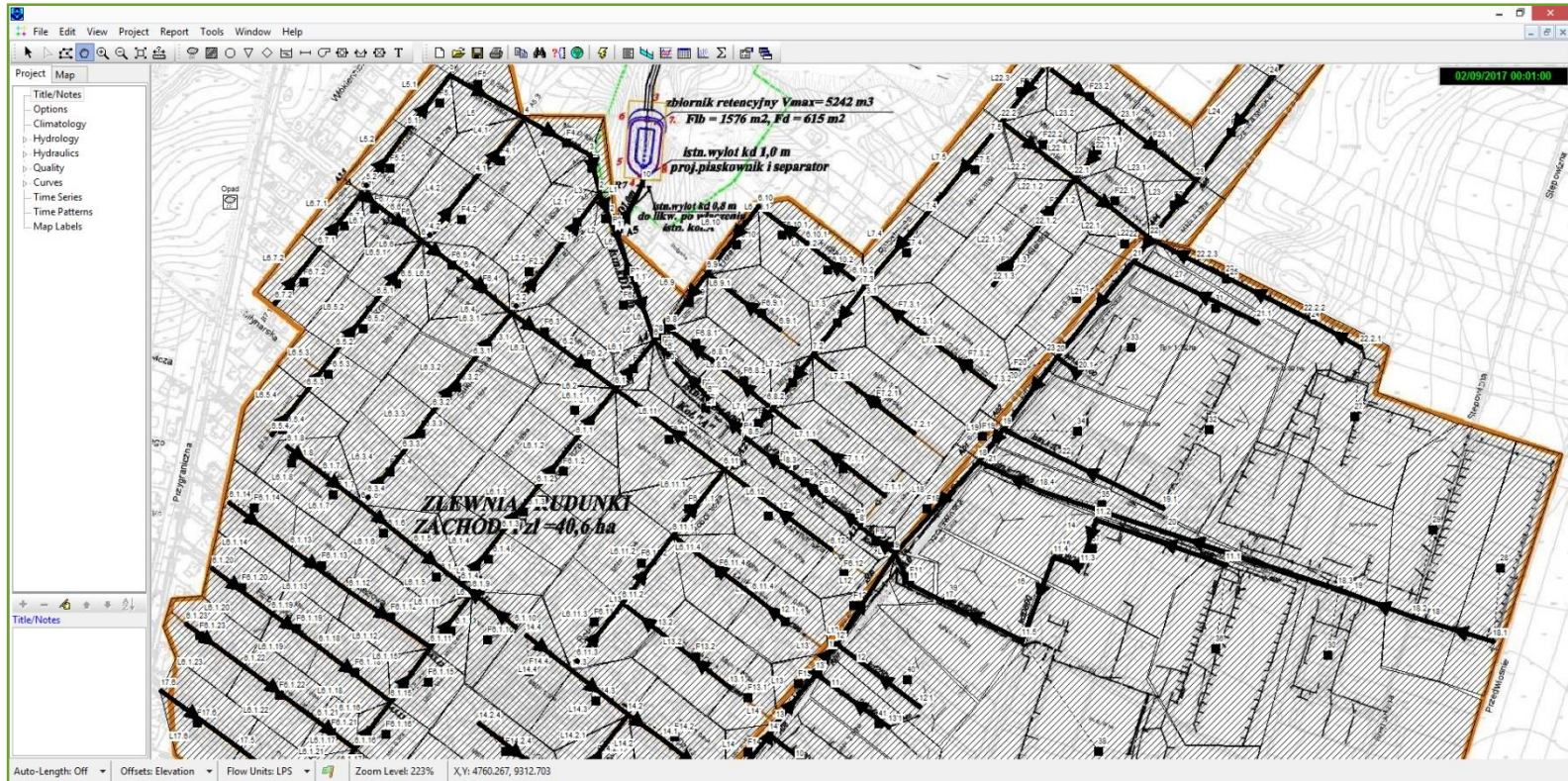
- Pełne wykorzystanie zdolności retencyjnych istniejących, modernizowanych i projektowanych sieci kanalizacyjnych
- Eliminacja problemu występowania przeciążeń hydraulicznych w eksploatowanych sieciach kanalizacyjnych
- Minimalizacja nakładów finansowych i znikoma ingerencja w konstrukcję systemu kanalizacyjnego
  - Nie wymaga dodatkowego terenu pod zabudowę

1 – przegroda piętrząca, 2 – kanał RKŚ, 3 – otwór przepływowy/odpływowy,  
4 – przelew zrzutowy/awaryjny, 5 – studzienka/komora kanalizacyjna



# NARZĘDZIA BADAWCZE

## Program SWMM (Storm Water Management Model)

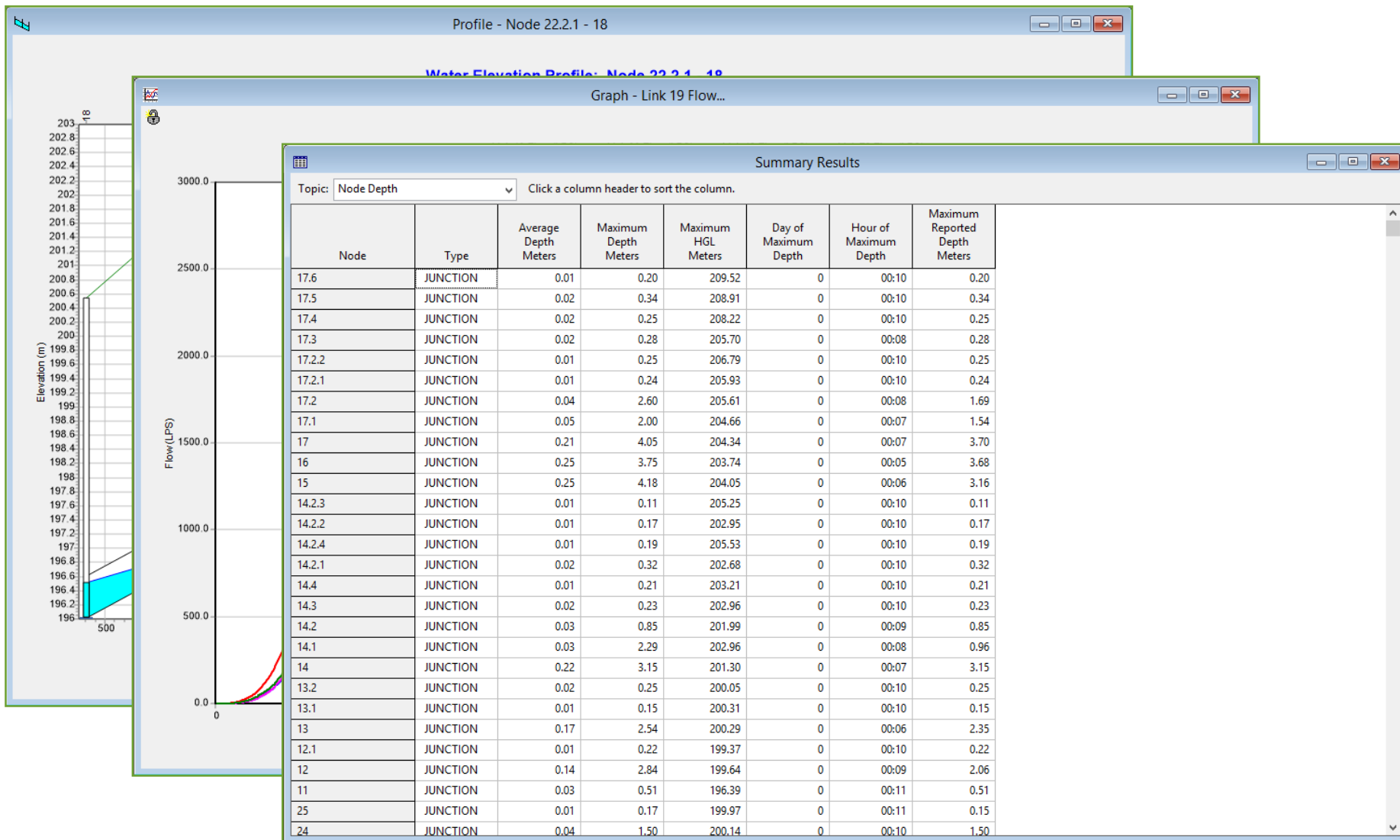


SWMM umożliwia przeprowadzanie dynamicznych symulacji funkcjonowania sieci kanalizacyjnych, działających zarówno w systemie grawitacyjnym, jak i ciśnieniowym.

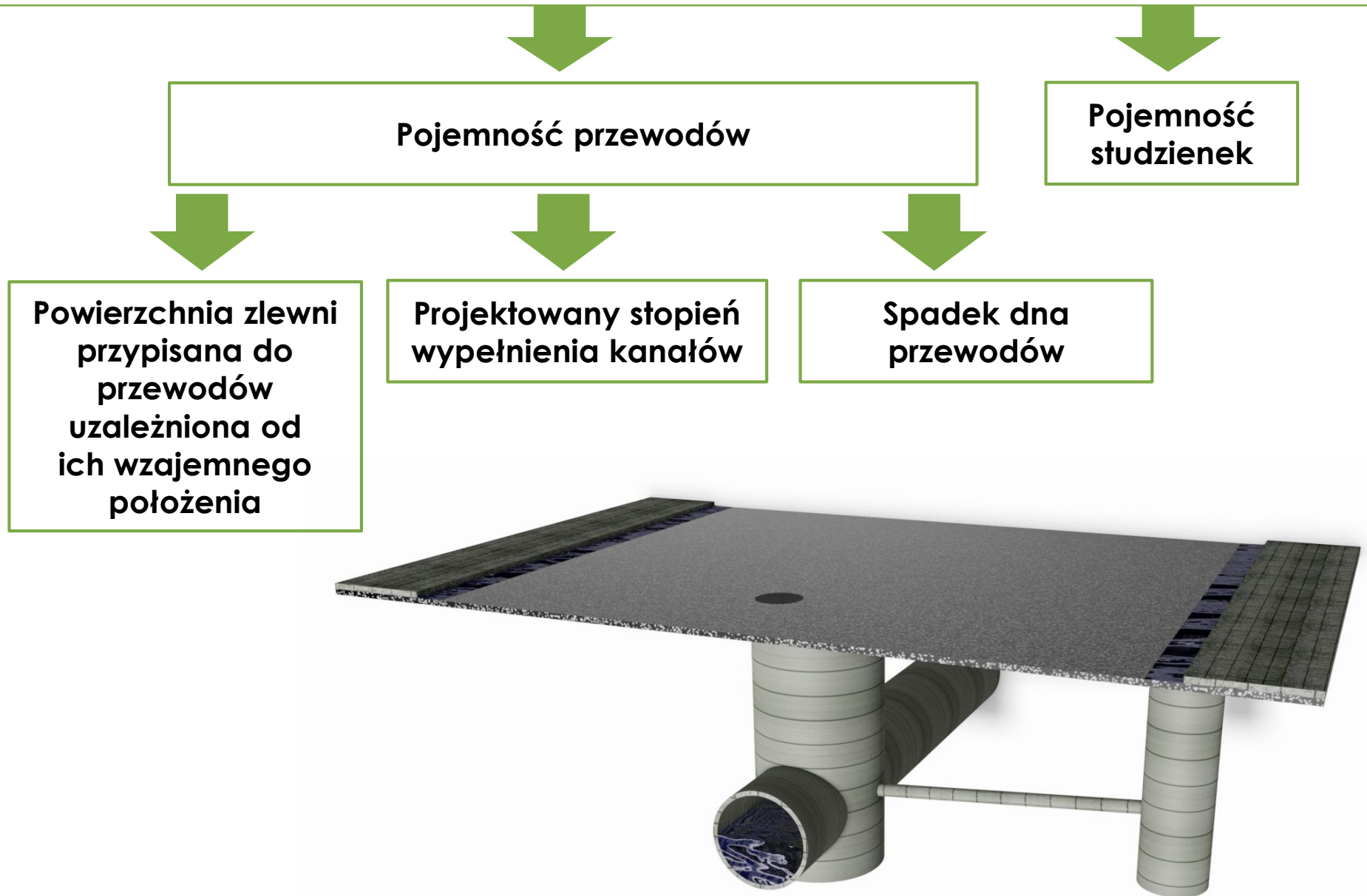
Modele hydrodynamiczne sieci kanalizacyjnych umożliwiają szczegółową analizę zmienności przepływu i położenia zwierciadła ścieków w czasie i na długości kanału oraz określenie możliwości wystąpienia spiętrzeń i przepływów wstecznych.

# NARZĘDZIA BADAWCZE

## Program SWMM (Storm Water Management Model)

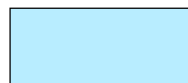
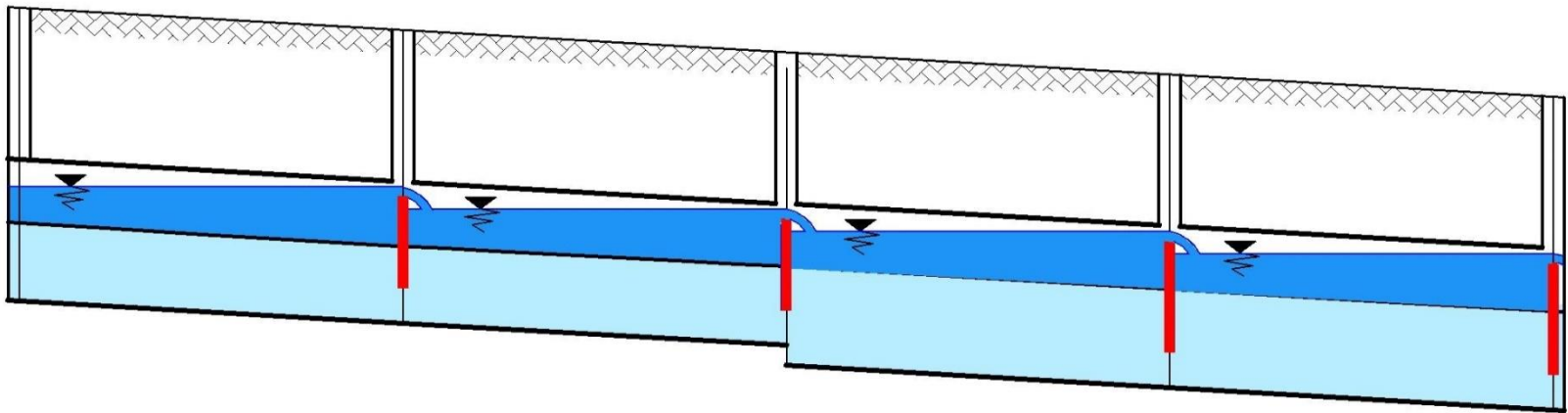


# POJEMNOŚĆ SIECI KANALIZACYJNEJ



# RETENCYJNY KANAŁ ŚCIEKOWY

## Patent Nr P.391198



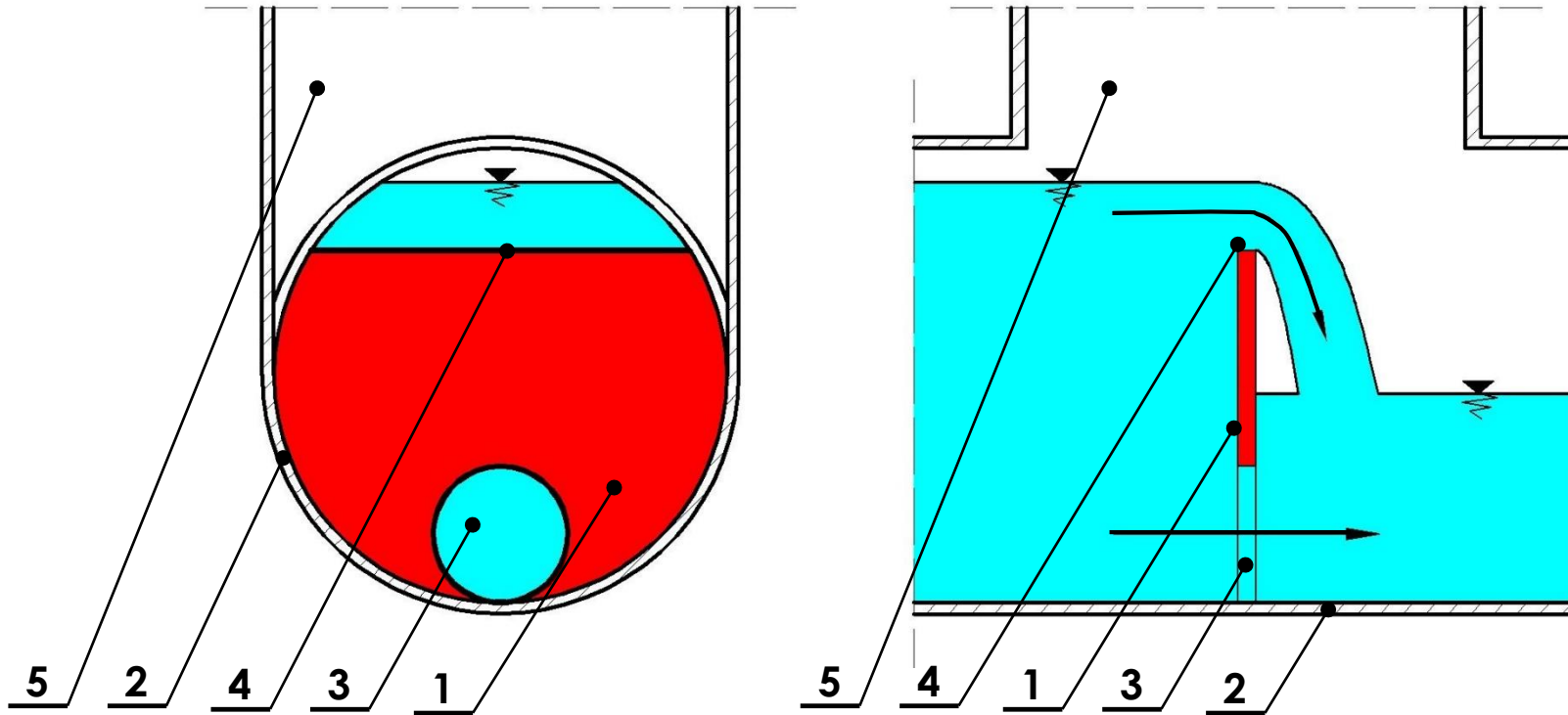
Rozkład strugi cieczy w kanałach sieci kanalizacyjnej



Rozkład strugi cieczy w kanałach sieci kanalizacyjnej po wyposażeniu w *RKŚ*

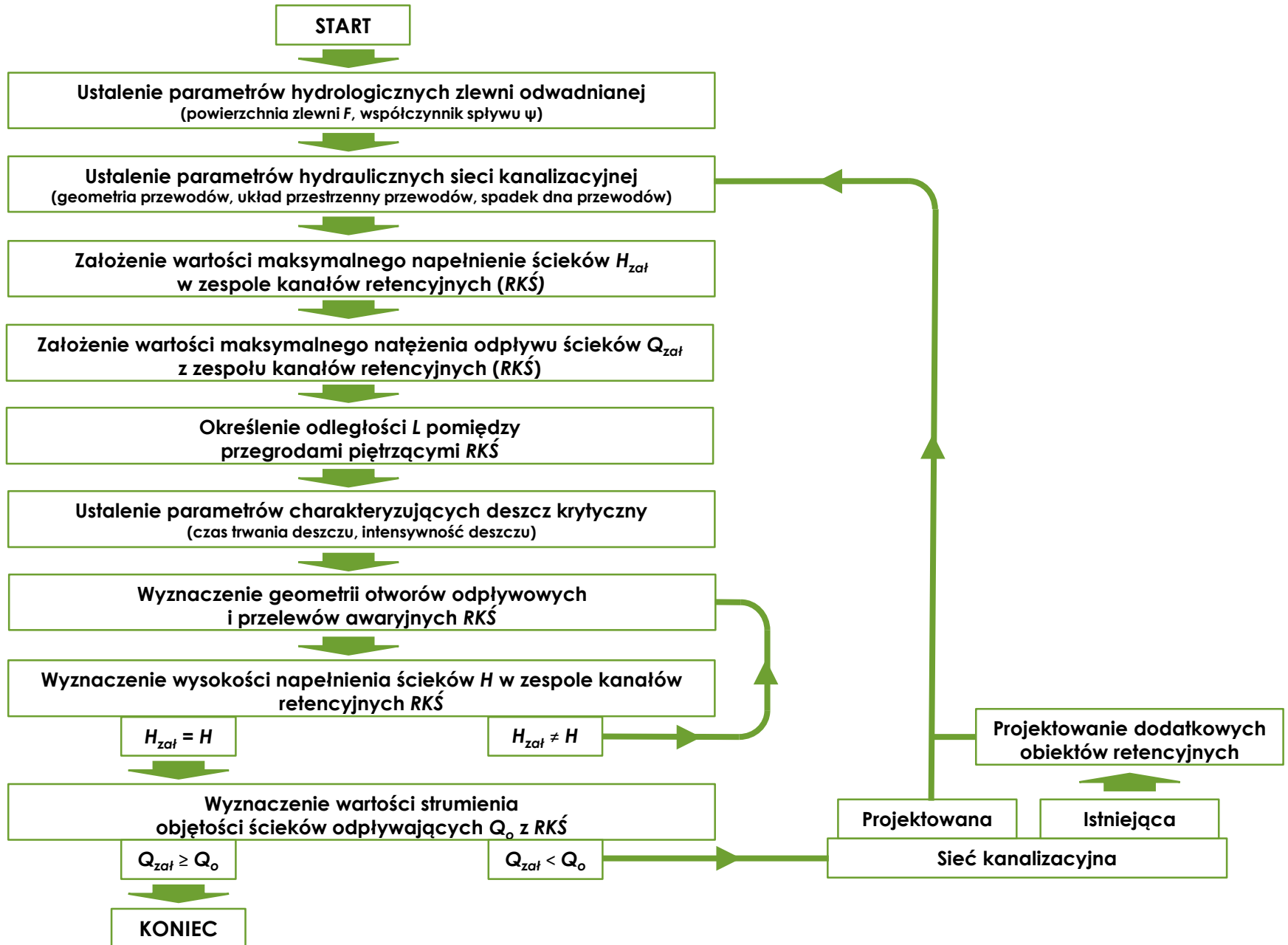
# RETENCYJNY KANAŁ ŚCIEKOWY

## Patent Nr P.391198



1 – przegroda piętrząca, 2 – kanał, 3 – otwór przepływowy/odpływowy,  
4 – przelew zrzutowy/awaryjny, 5 – studzienka/komora kanalizacyjna


# ALGORYTM WYMIAROWANIA RKŚ




# RETENCYJNY KANAŁ ŚCIEKOWY

## Patent Nr P.391198


Wyposażenie sieci kanalizacyjnej w Retencyjny Kanał Ściekowy umożliwia:



Zmniejszenie szczytowego  
natężenia odpływu ścieków  
z zespołu kanałów  
retencyjnych (RKŚ)



Zmniejszenie prędkości  
przepływu ścieków  
szczególnie w przewodach  
o dużych spadkach,  
wymagających studzienek  
kaskadowych



Korzystne spłaszczenie  
(wyrównanie) kształtu  
hydrogramu odpływu ścieków  
z zespołu kanałów  
retencyjnych (RKŚ)

# ZMNIEJSZANIE NATĘŻENIA PRZEPIYWU ŚCIEKÓW



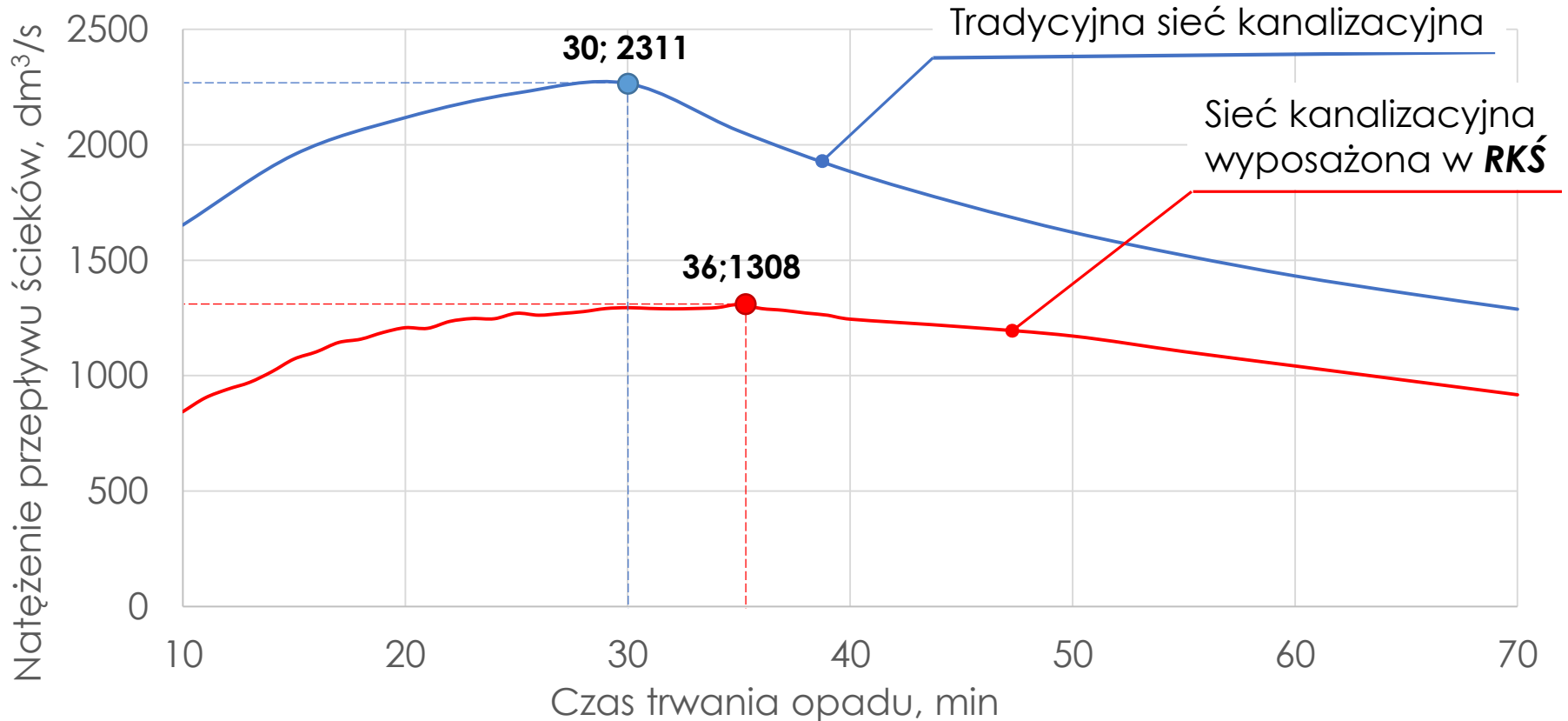
Likwidowanie „wąskich gardeł”



Przyłączenie nowych zlewni bez konieczności rozbudowy istniejącej sieci kanalizacyjnej



Zmniejszenie geometrii kolektorów na trasie RKŚ-odbiornik





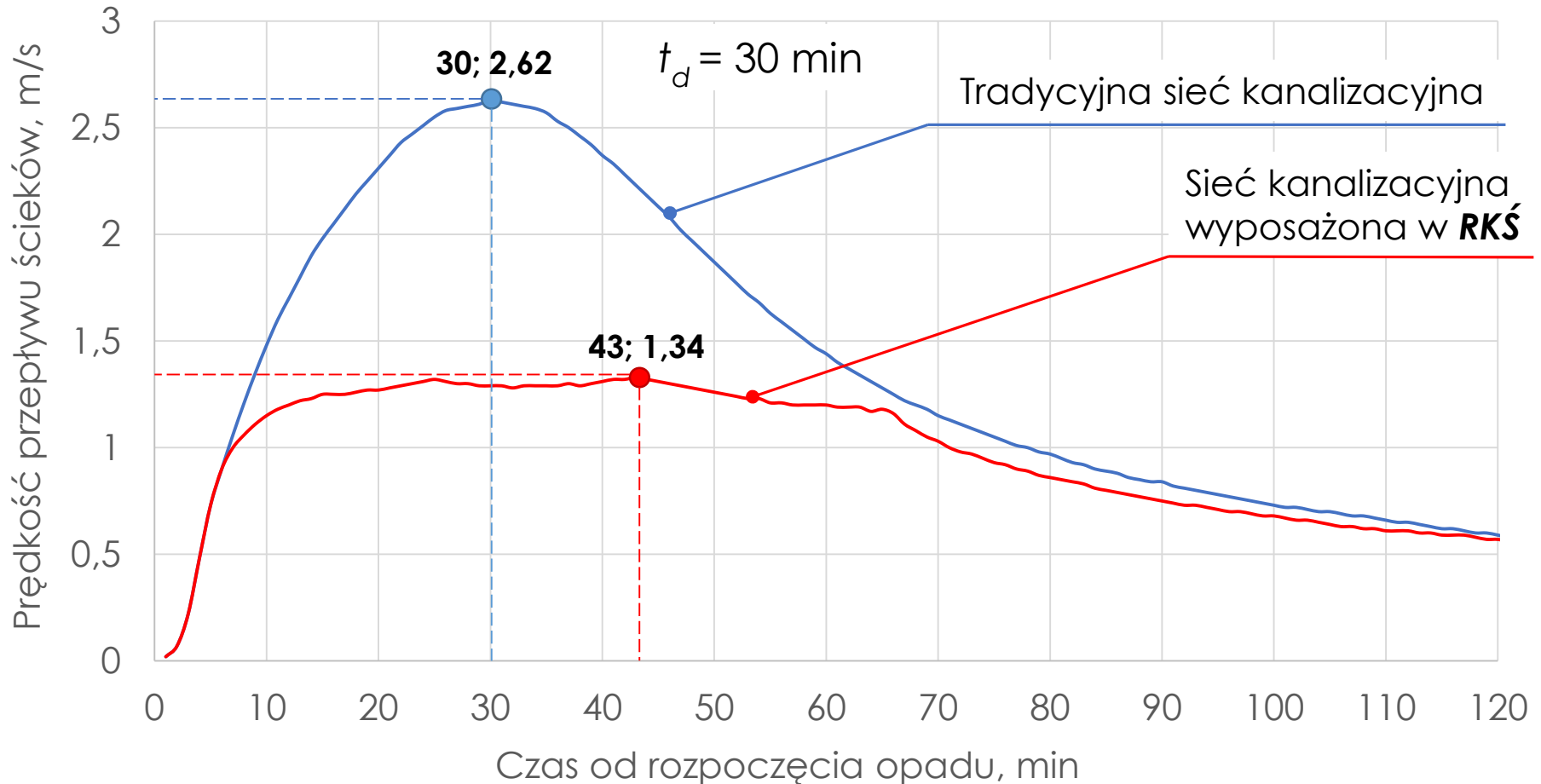
# ZMNIEJSZANIE PRĘDKOŚCI PRZEPŁYWU ŚCIEKÓW



Ograniczenie zjawiska pierwszej fali splotu ścieków

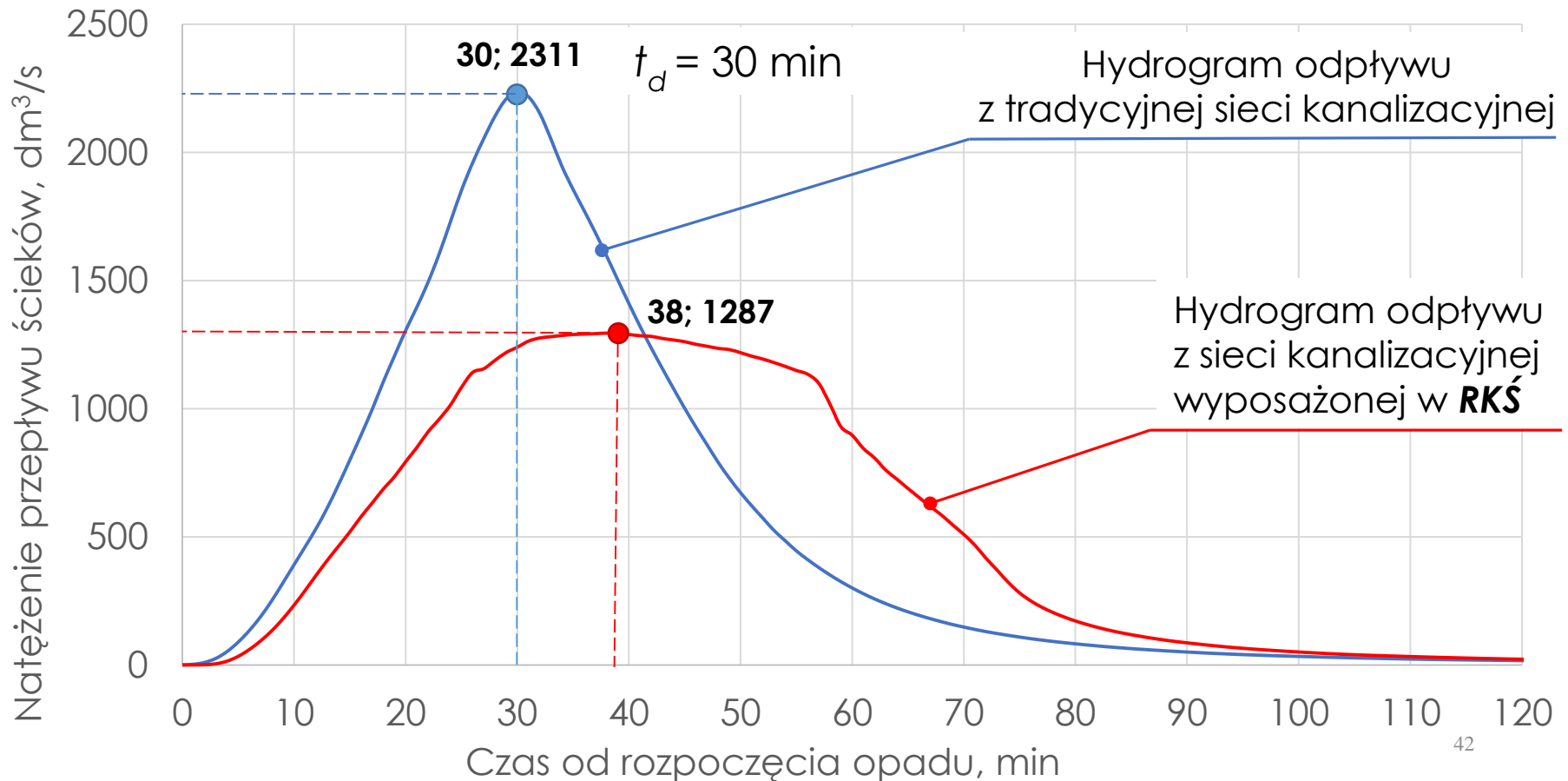
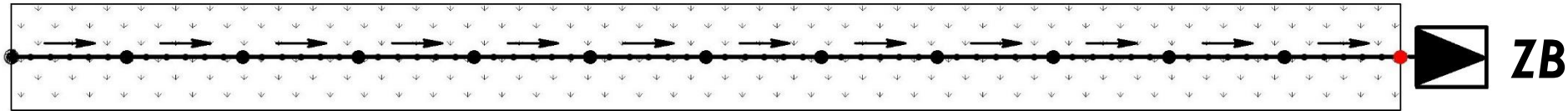


Zredukowanie negatywnych skutków zrzutu ścieków do wód odbiornika



# KORZYSTNA ZMIANA KSZTAŁTU HYDROGRAMU ODPŁYWU ŚCIEKÓW

Znaczące zmniejszenie wymaganej pojemności obiektów  
retencyjnych współdziałających z siecią kanalizacyjną

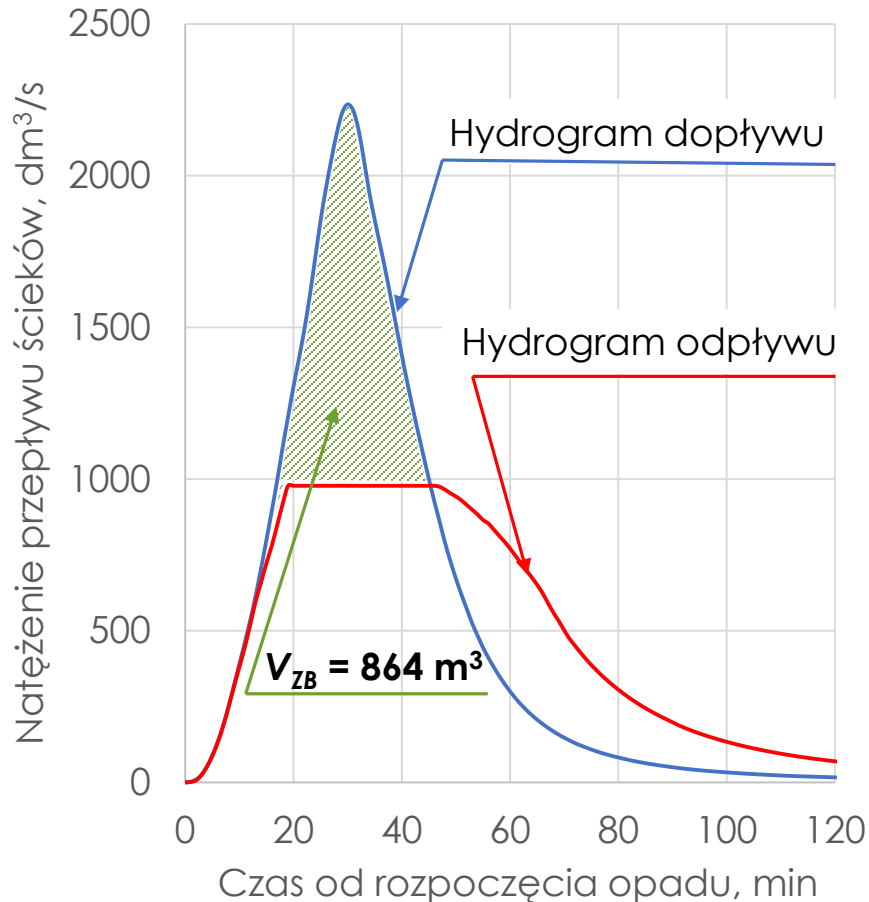


# KORZYSTNA ZMIANA KSZTAŁTU HYDROGRAMU ODPIYU ŚCIEKÓW

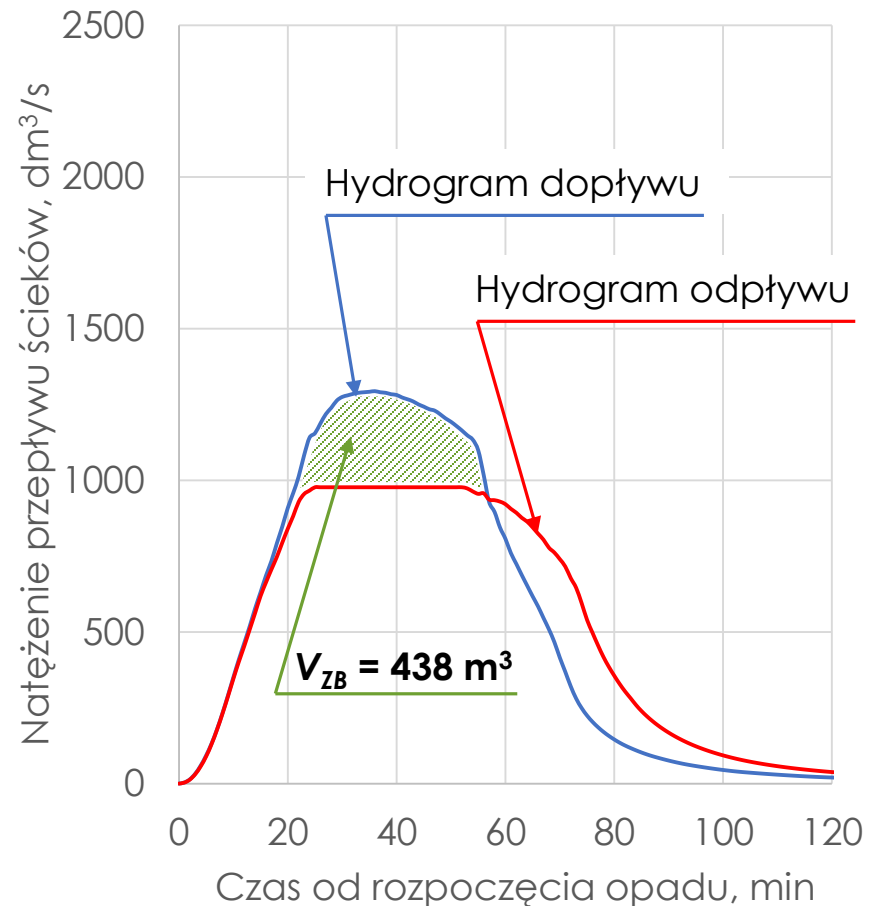
Znaczące zmniejszenie wymaganej pojemności obiektów retencyjnych współdziałających z siecią kanalizacyjną

$$t_d = 30 \text{ min}$$

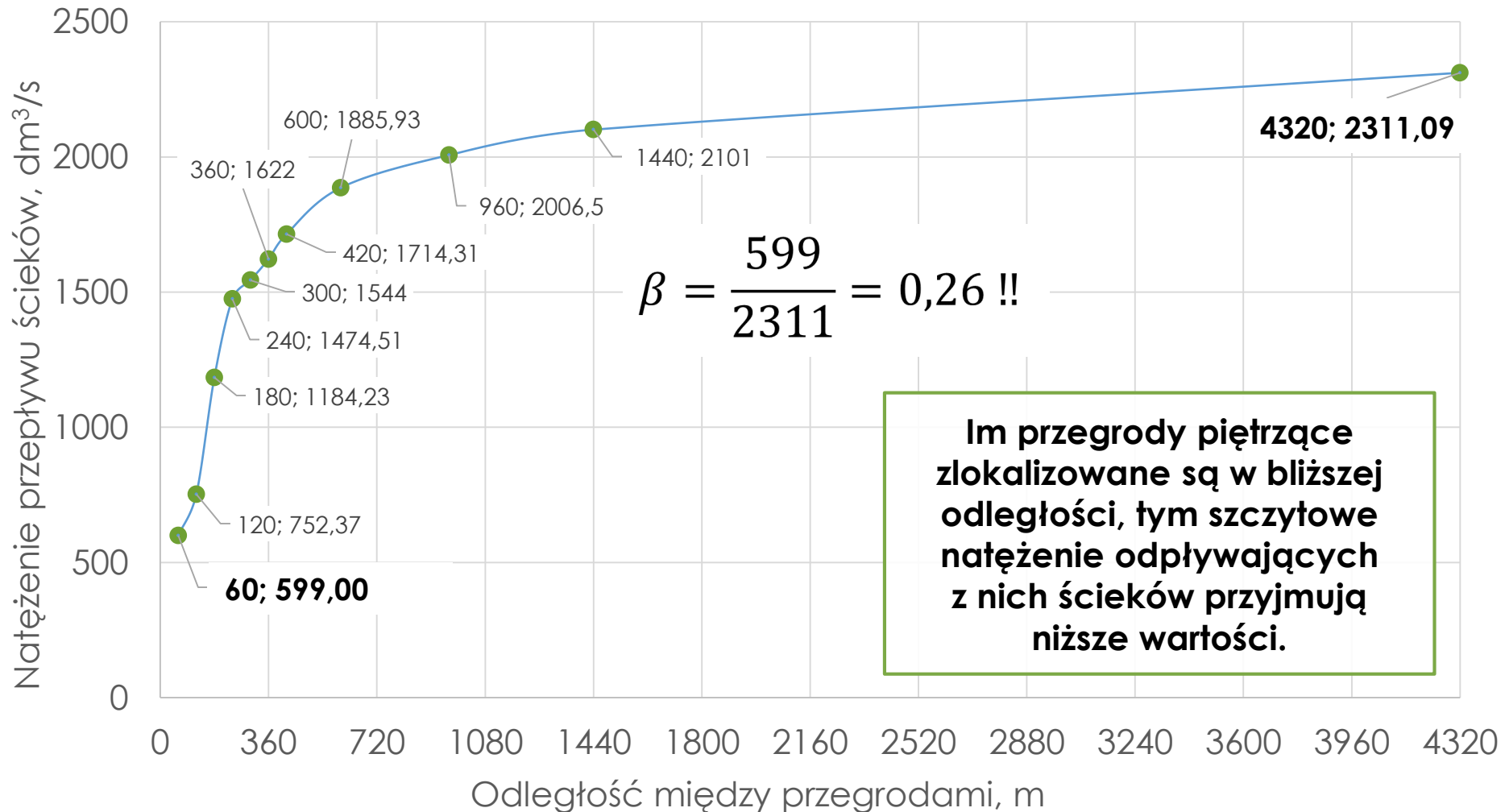
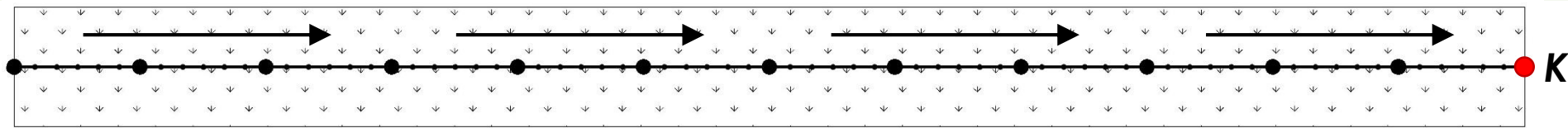
Tradycyjna sieć kanalizacyjna



Sieć kanalizacyjna wyposażona w **RKŚ**



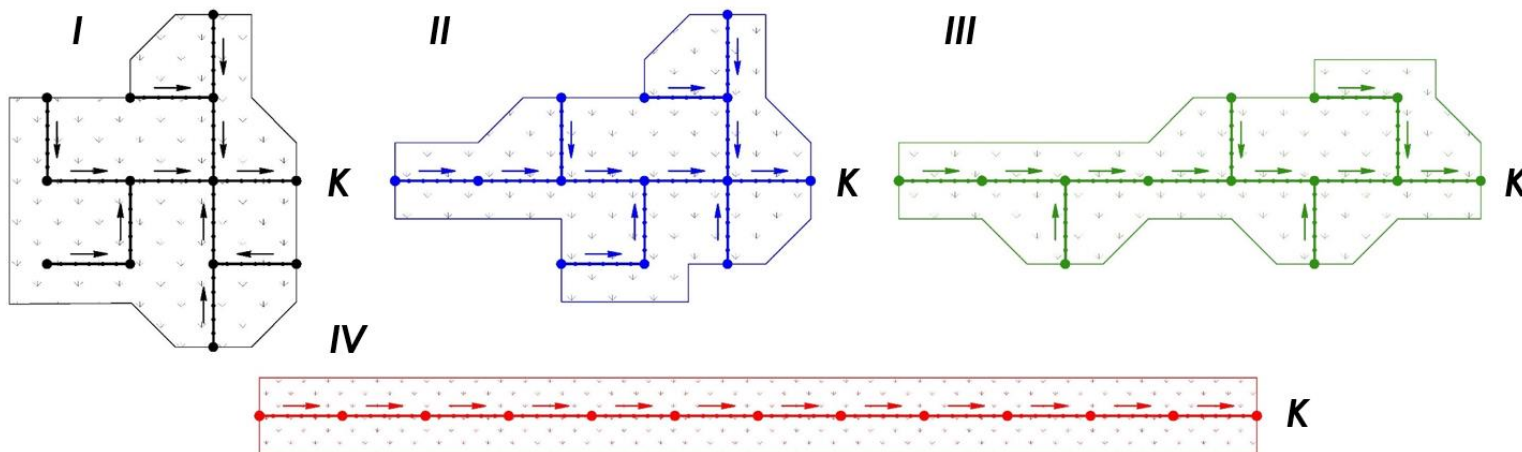
# ODLEGŁOŚĆ POMIĘDZY PRZEGRODAMI RETENCYJNEGO KANAŁU ŚCIEKOWEGO



# SCHEMATY SIECI KANALIZACYJNEJ

$F = const = 36 \text{ ha}$ ,  $L = const = 4320 \text{ m}$ ,  $i = const = 3,33 \text{ ‰}$ ,  $L_{RK} = 120 \text{ m}$ ,  $H \leq D$

ZLEWNIA	Tradycyjna sieć kanalizacyjna					Sieć kanalizacyjna wyposażona w RKŚ				
	$V_{cat}$ [m <sup>3</sup> ]	$Q_d$ [dm <sup>3</sup> /s]	$T_{dm}$ [min]	$V_s$ [m <sup>3</sup> ]	$\beta_v$ [-]	$Q_{d,RK120}$ [dm <sup>3</sup> /s]	$T_{RK}$ [min]	$V_{s,RK120}$ [m <sup>3</sup> ]	$\beta$ [-]	$\beta_{V,RK120}$ [-]
I	2327	4282	14	1412	0,61	2478	18	1759	0,58	0,76
II	2446	3950	16	1527	0,62	2060	22	1918	0,52	0,78
III	2663	3389	19	1631	0,61	1504	32	2148	0,44	0,81
IV	3543	2311	30	2175	0,61	752	51	3041	0,33	0,86



$V_{cat}$  – całkowita pojemność sieci kanalizacyjnej, m<sup>3</sup>,

$Q_d$  – natężenie odpływu ścieków z sieci kanalizacyjnej, dm<sup>3</sup>/s,

$T_{dm}$  – czas miarodajny do wymiarowania sieci kanalizacyjnej, dm<sup>3</sup>/s,

$V_s$  – całkowita pojemność ścieków zretencjonowanych w sieci kanalizacyjnej, m<sup>3</sup>,

$Q_{d,RK120}$  – natężenie odpływu ścieków z sieci kanalizacyjnej **na końcu zlewni** wyposażonej w **RKŚ**, dm<sup>3</sup>/s,

$T_{RK}$  – czas miarodajny do wymiarowania sieci kanalizacyjnej wyposażonej w **RKŚ**, dm<sup>3</sup>/s,

$V_{s,RK120}$  – całkowita pojemność ścieków zretencjonowanych w sieci kanalizacyjnej wyposażonej w **RKŚ**, m<sup>3</sup>,

$\beta$  – współczynnik redukcji natężenia odpływu ścieków z sieci kanalizacyjnej wyposażonej w **RKŚ**, -,

$\beta_v$  – współczynnik wykorzystania pojemności retencyjnej sieci kanalizacyjnej, -,

$\beta_{V,RK120}$  – współczynnik wykorzystania pojemności retencyjnej sieci kanalizacyjnej wyposażonej w **RKŚ**, -,

$D$  – średnica kanału sieci kanalizacyjnej, m,

$H$  – wysokość napełnienia w kanale po jego wyposażeniu w **RKŚ**, m,

# PODSUMOWANIE

Zastosowanie retencyjnego kanału ściekowego wymaga zupełnie nowego podejścia do projektowania systemów kanalizacyjnych, zarówno przy ich projektowaniu, jak i rozbudowie.

Wyposażenie sieci kanalizacyjnej w retencyjny kanał ściekowy pozwala na pełne wykorzystanie jej możliwości retencyjnych, co przekłada się w praktyce na znaczące zmniejszenie natężenia przepływu ścieków z niej odpływających oraz redukcję wymaganej pojemności zbiornika retencyjnego z nią współdziałającego lub w szczególnych przypadkach jest możliwa nawet całkowita rezygnacja z obiektu retencyjnego.

Potwierdzono badaniami z wykorzystaniem modelowania hydrodynamicznego, że decydujący wpływ na uzyskiwaną efektywność retencyjnego kanału ściekowego mają: (1) odległości pomiędzy przegradami piętrzącymi, (2) spadek dna kanałów sieci kanalizacyjnej i (3) wzajemna ich lokalizacja na sieci.

Zastosowanie przegród piętrzących w systemach kanalizacyjnych daje możliwość sterowania transportem hydraulicznym ścieków w stopniu pozwalającym na likwidowanie lokalnych przeciążeń hydraulicznych kanałów, czego efektem jest nawet możliwa rezygnacja z budowy kosztownych obiektów retencyjnych.

Sformułowane metody projektowania systemu kanalizacyjnego wyposażonego w retencyjny kanał ściekowy z wykorzystaniem modelowania hydrodynamicznego dają możliwość zaprojektowania dowolnego systemu z jednoczesną możliwością wyboru optymalnego rozwiązania inwestycyjnego w ramach wielowariantowych koncepcji projektowych.

# RETENCJA I INFILTRACJA WÓD DESZCZOWYCH

- Retencję powierzchniową zapewniają niecki filtracyjne, zbiorniki retencyjne, zbiorniki retencyjno-filtracyjne, dachy zazielenione i podpiętrzone.
- Retencja podziemna wymaga stosowania komór i skrzynek rozsączających.
- Infiltracja powierzchniowa odbywa się przez nawierzchnie nieumocnione i perforowane, niecki chłonne oraz zbiorniki chłonne.
- Infiltrację podziemną zapewniają studnie chłonne, rigole, skrzynki i komory rozsączające.

# Systemy rozwiązań technicznych zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi

## Systemy i urządzenia techniczne



Systemy infiltracji powierzchniowej

Systemy infiltracji z retencją terenową

Systemy infiltracji podziemnej

Systemy retencji powierzchniowej

Systemy retencji podziemnej

Systemy oczyszczania wód opadowych

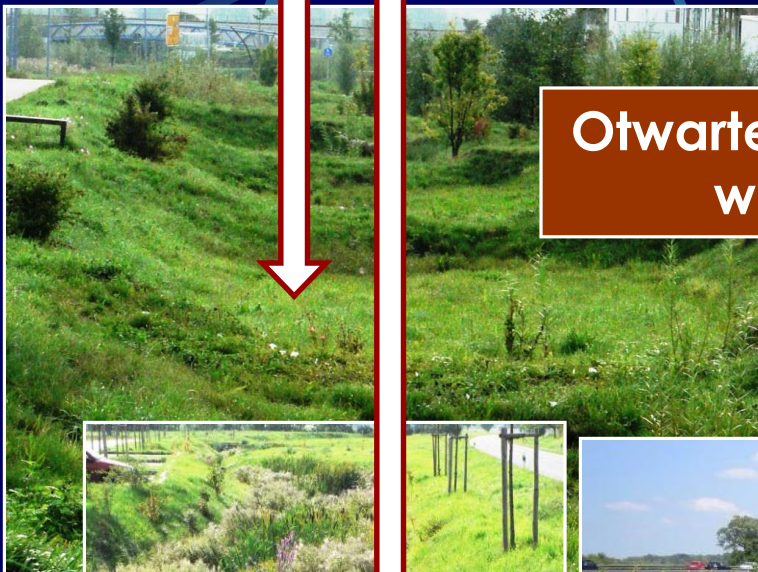
Systemy gospodarcze dla wód opadowych



# SYSTEMY INFILTRACJI Z RETENCJĄ TERENOWĄ

Istnieją różne formy naturalnego zagospodarowania wód opadowych

Niecki i rowy chłonne



Poldery i suche zbiorniki terenowe (chłonne)



Otwarte zbiorniki retencyjne wód opadowych



po to głównie, aby zmniejszyć objętość spływu powierzchniowego

# Systemy infiltracji podziemnej

**Studnie chłonne**

**Rigole**

**Komory rozsączające**

**Skrzynie rozsączające**

**Drenaże rozsączające**



# Systemy retencji podziemnej

Żelbetowe zbiorniki wód deszczowych

Rurowe zbiorniki wód deszczowych

Zbiornik budowane z komór rozsączających

Zbiorniki budowane ze skrzyń rozsączających



# Systemy infiltracji podziemnej

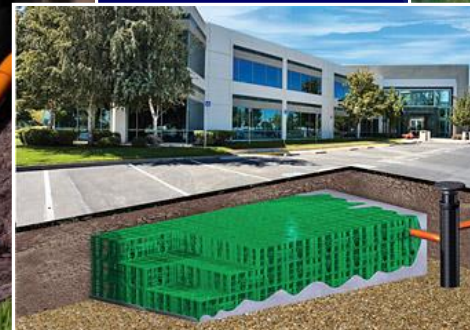
**Studnie chłonne**

**Rigole**

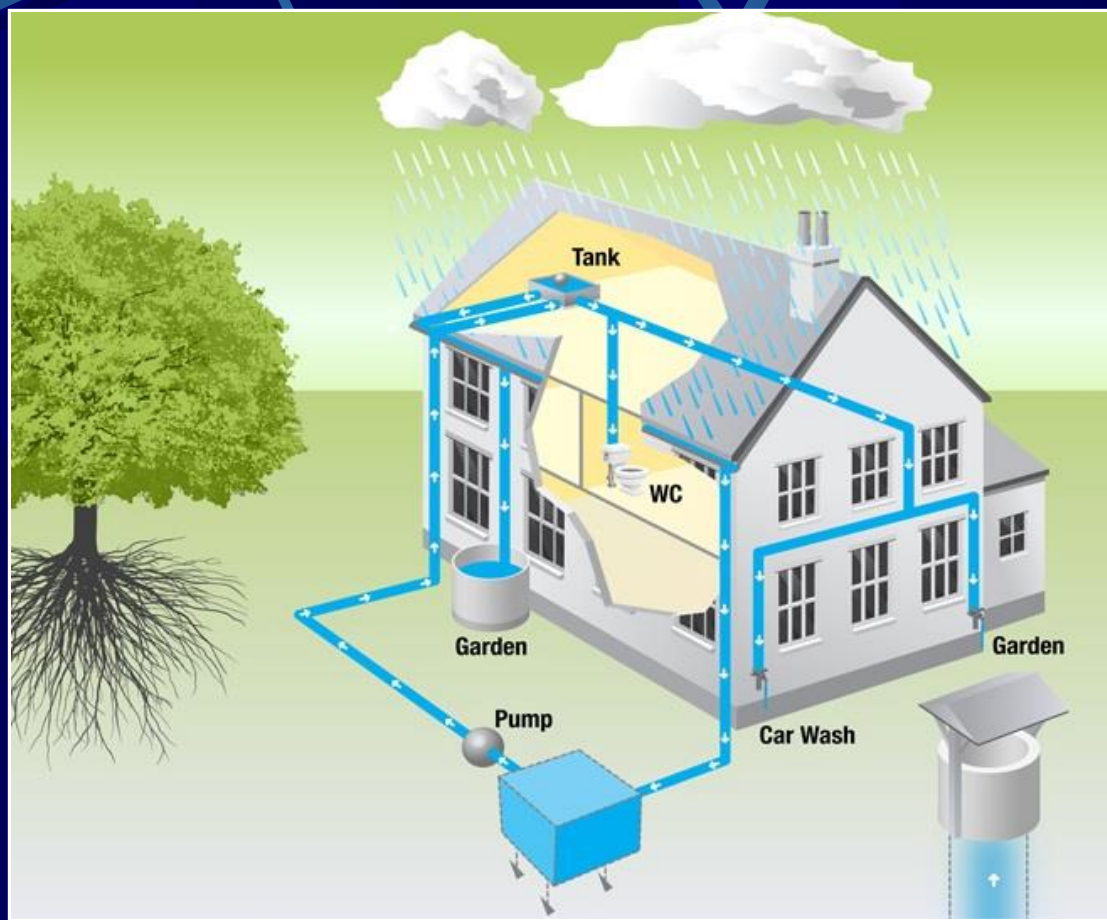
**Komory rozsączające**


**Skrzynie rozsączające**

**Drenaże rozsączające**



# Systemy gospodarczego wykorzystania wód opadowych





Dziękuję za zainteresowanie omawianą tematyką związaną z retencjonowaniem i zagospodarowaniem wód opadowych na terenach zurbanizowanych.

Zapraszam do nawiązanie współpracy w celu realizacji zadań badawczych, wdrożeniowych, doradczych i studialno-projektowych.


W ramach wystąpienia mam specjalną okazję  
i przyjemność zaprosić Państwa do udziału  
w **VII Międzynarodowej Konferencji INFRAEKO 2020**,  
która ma się odbyć tradycyjnie w Krakowie na temat

**Nowoczesne miasta.**

**Infrastruktura i środowisko.**

Zapraszamy na obrady w **czerwcu 2020 roku**  
do Pałacu Wielopolskich, będącego siedzibą  
Urzędu Miasta Krakowa.

To wydarzenie zbiega się również z jubileuszem  
50-lecia mojej pracy naukowej i zawodowej.



**Innowacja?**  
To nic trudnego,  
to po prostu każda zmiana,  
która coś ulepsza,  
daje nową jakość  
lub pozwala stworzyć nowy  
produkt czy usługę.  
*(J. A. Schumpeter)*



# PRZESŁANIE DO NAUKOWCÓW I DECYDENTÓW

Miejmy oczy nawet z tyłu, zwłaszcza gdy podejmujemy  
**DECYZJE STRATEGICZNE I KOSZTOWNE,**  
które mają wpływa na  
**LOS PRZYSZŁYCH POKOLEŃ,**  
szczególnie, gdy są one o **ZNACZENIU GLOBALNYM.**



Motto  
ku  
pamięci  
Naszego  
spotkania

Józef  
Dziopak  
Autor  
prezentacji  
i motto

Dziękuję 😊 za uwagę



