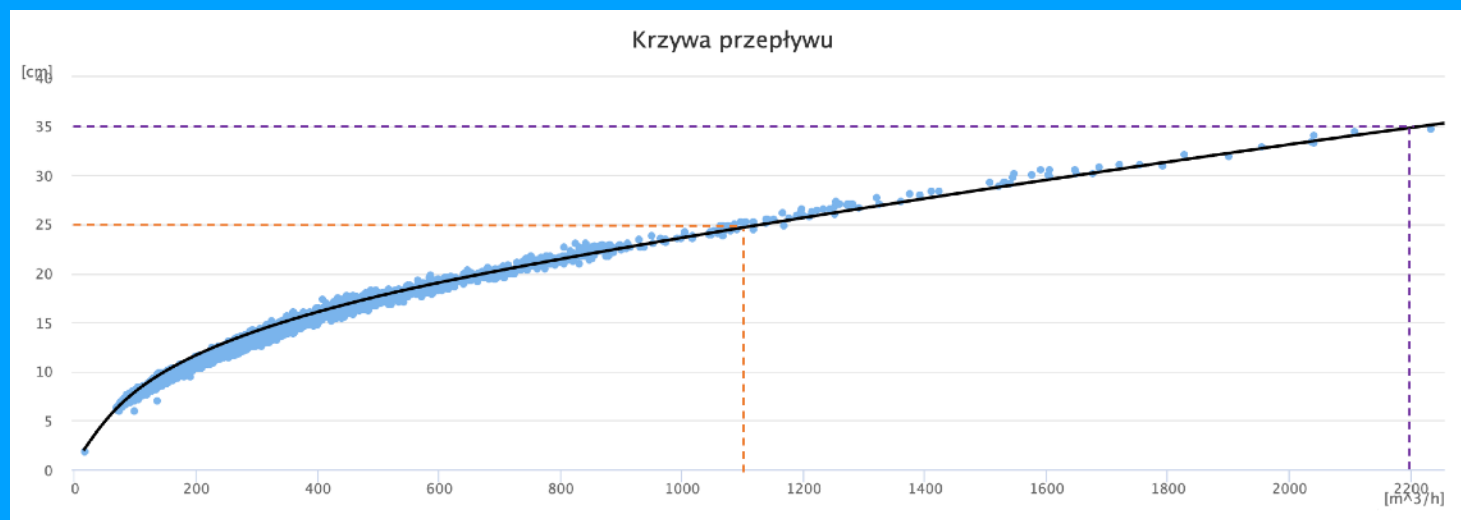


**KRZYWA PRZEPŁYWU.  
JAK NA JEJ PODSTAWIE  
MOŻEMY SZACOWAĆ  
PRZEPUSTOWOŚĆ KANAŁU  
GRAWITACYJNEGO?**



## I. Co to jest krzywa przepływu?

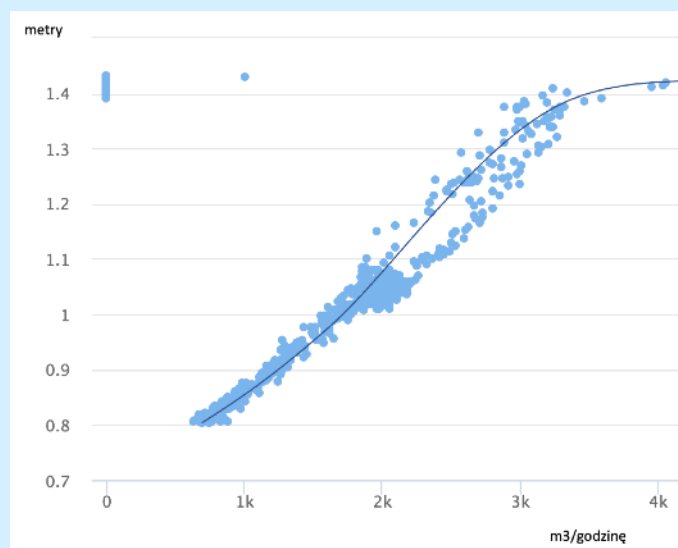
Krzywa przepływu to linia określająca zależność między stanami wody lub ścieków w kanale a objętościowym natężeniem ich przepływu. Inne jej nazwy to krzywa natężenia przepływu lub krzywa konsumcyjna. Przykład takiej krzywej przedstawiono na rysunku nr. 1



**Rys. 1** Przykładowa krzywa przepływu dla kanału grawitacyjnego DN-1900

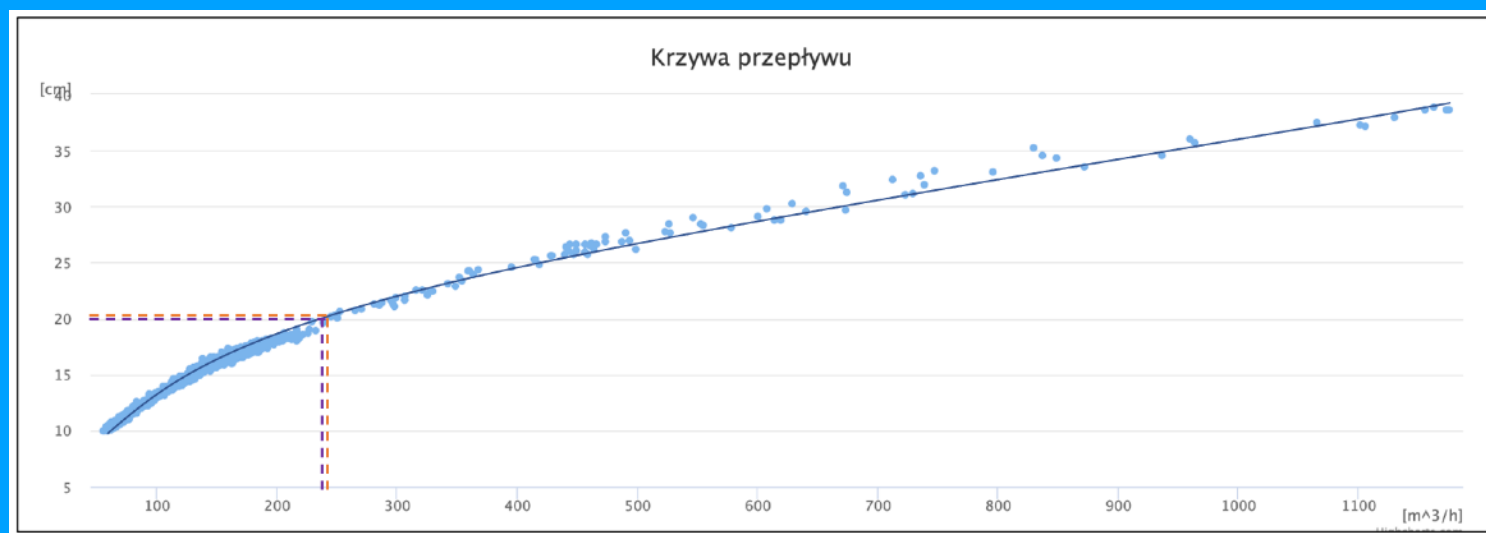
Widoczne niebieskie punkty zostały wyznaczone na podstawie pomiarów poziomu i przepływu. Oś pionowa prezentuje poziom wypełnienia kanału w cm. Wielkości przepływu na osi poziomej są wyrażone w m³/godzinę. Przerywanymi liniami zaznaczono przykładowe punkty zależności przepływu i poziomu. Z punktu opisanego przerywanymi liniami pomarańczowymi możemy odczytać, że przy poziomie 25 cm kanałem płynie około 1100 m³/godzinę. Punkt opisany przerywanymi liniami fioletowymi informuje nas, że przy poziomie 35 cm kanałem płynie około 2200 m³/godzinę.

## II. Co możesz uzyskać przez wyznaczenie i analizę krzywej przepływu dla konkretnego miejsca?

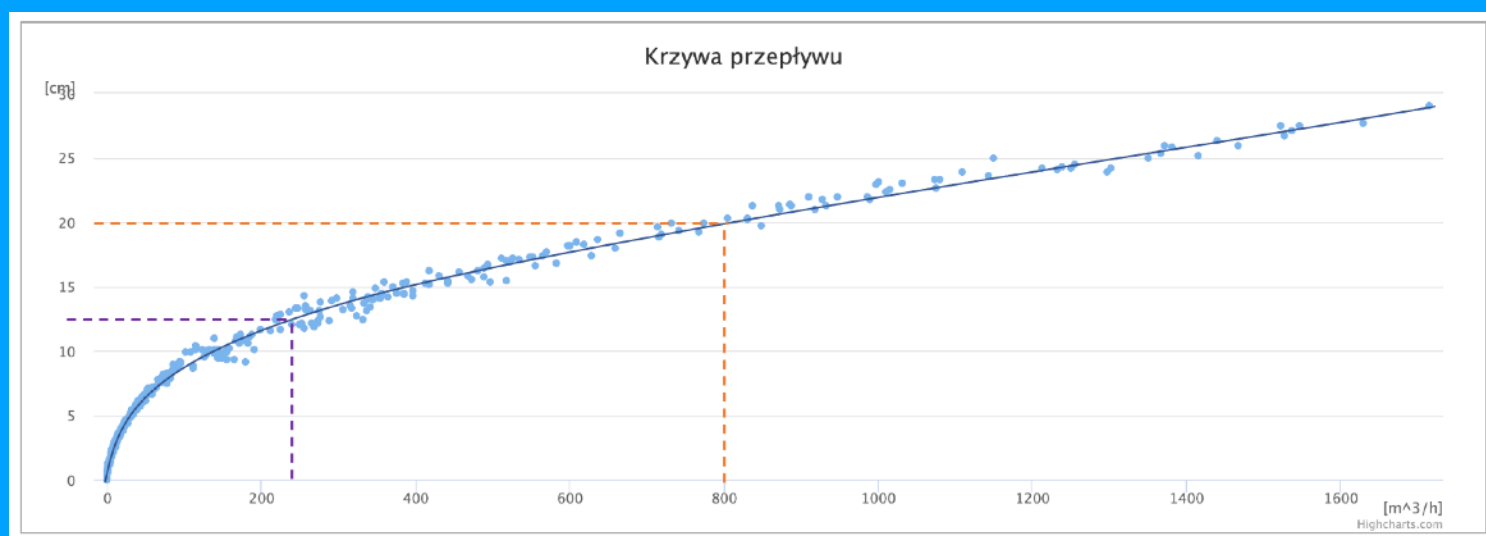


Krzywa pokazuje Ci dokładną charakterystykę pracy kanału w danym miejscu na sieci. Dzięki jej poznaniu wiesz jaką przepustowością dysponujesz w tym konkretnym punkcie. Jednocześnie, gdy wyznaczysz dla danego odcinka sieci krzywe dla punktów o najmniejszym spadku to poznasz maksymalną przepustowość całego badanego odcinka. Obok pokazujemy krzywą przepływu dla kanału jajowego o wysokości 1,4 m. Wynika z niej, że kanał przy całkowitym wypełnieniu jest w stanie transportować około 3,5 – 4 tysięcy m³ ścieków na godzinę.

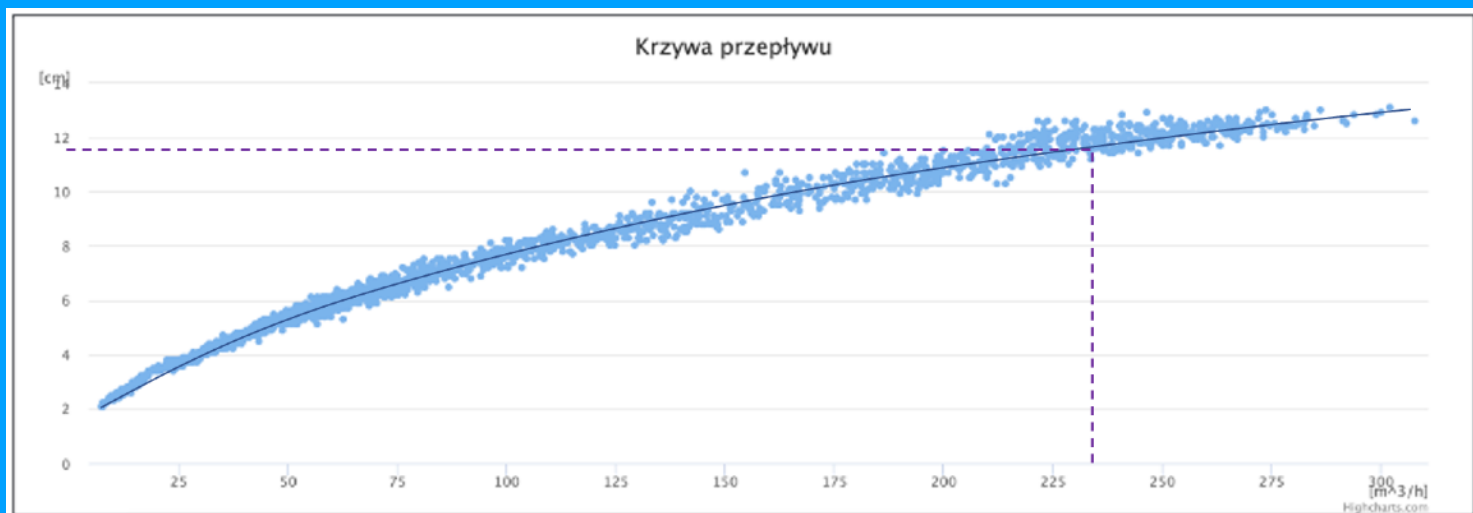
Podczas naszej współpracy z przedsiębiorstwami z sektora WOD-KAN, często spotykamy się z mylnym uzależnianiem przepustowości sieci w danym miejscu od średnicy kanału. Takie podejście jest zdecydowanie błędne. Poniżej przedstawiamy krzywe przepływu wyznaczone na podstawie pomiarów automatycznych, które pokazują, że nie zawsze przepustowość kanału grawitacyjnego idzie w parze ze średnicą przewodu. Na trzech kolejnych wykresach pokazujemy krzywe przepływu dla kanału DN\_1600, DN\_1400 i DN\_600.



**Rysunek 2.** Krzywa przepływu wyznaczona dla kanału DN\_1600. Przy poziomie 20 cm kanałem płynie około 230 m³/godzinę (pomarańczowe przerywane linie).



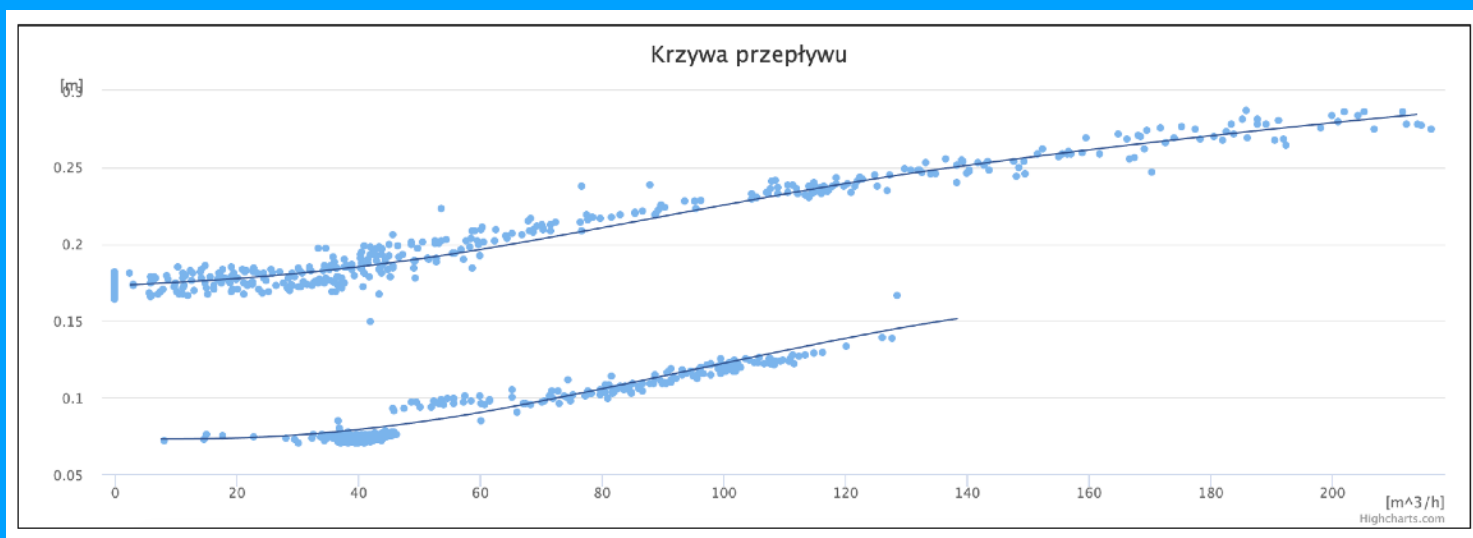
**Rysunek 3.** Krzywa przepływu wyznaczona dla kanału DN\_1400. Kanał jest węższy, a przy analogicznym poziomie 20 cm płynie nim około 800 m³/godzinę (pomarańczowe przerywane linie). Jest to ponad trzykrotnie więcej, a średnica kanału jest mniejsza.



**Rysunek 4.** Krzywa przepływu wyznaczona dla kanału DN\_600. Kanał jest zdecydowanie największy, ale ma też największy spadek. Zauważmy, że zaznaczony na krzywej przepływ 230  $\text{m}^3/\text{godzinę}$  jest osiągany już przy poziomie niespełna 12 cm. Na znacznie większych kanałach opisanych wyżej wymaga on poziomu 12,5 cm (kanał DN\_1400) i aż 20 cm (kanał DN\_1600).

**Podsumowując, wyznaczenie i poznanie krzywej przepływu pozwoli Ci poznać charakterystykę pracy kanału oraz maksymalną jego przepustowość.**

Analiza krzywej przepływu pozwoli Ci też sprawdzić czy kanał się nie podtapia. Krzywa przepływu dla kanału podtapiającego będzie wyznaczona przez dwie lub więcej linii, z których każda będzie obrazowała charakter występujących podtopień. Na rysunku 5 pokazano krzywe przepływu dla kanału pracującego normalnie (dolna linia) i w podtopieniu (górna linia).



**Rysunek 5.** Krzywa kanału pracującego normalnie oraz w podtopieniu.

Dzięki znajomości krzywych przepływu szybko i jednoznacznie zidentyfikujesz problematyczne miejsca. Czasem inwestycja za drobną kwotę pozwala znacząco poprawić przepustowość sieci.

Z siecią kanalizacji jest podobnie jak w popularnym powiedzeniu, łańcuch jest tak silny jak jego najsłabsze ogniwo. W przypadku kanalizacji, kanał ma taką przepustowość jak odcinek o najmniejszej przepustowości. Jeżeli znasz krzywe przepływu w poszczególnych miejscach kanału to wiesz, gdzie jest ten odcinek oraz jesteś w stanie oszacować jaką maksymalną przepustowość osiągniesz modyfikując to miejsce. Pełna analiza wymaga zastosowania modelowania matematycznego. Zdecydowanie nie zawsze trzeba przebudować cały kanał, aby zwiększyć jego przepustowość.

Możesz ocenić, jak na sieć wpłynie np. podłączenie nowego osiedla lub zmiana średnicy kanału. Jeśli znasz krzywe przepływu i oszacowaną na ich podstawie przepustowość miejsc o najgorszej charakterystyce to łatwo oszacujesz czy możesz do tego kanału coś jeszcze podłączyć i jak duże to może być.

### III. Jak wyznaczyć krzywą przepływu dla danego miejsca?

W kanałach grawitacyjnych jedyną możliwością wyznaczenia krzywej przepływu jest prowadzenie pomiarów poziomu i przepływu. W obecnych czasach są to już praktycznie wyłącznie pomiary automatyczne. Wszystkie przytoczone powyżej przykłady wyznaczonych krzywych przepływu pochodzą z pomiarów wykonanych przepływomierzem Aqualogger Flow produkcji PM Ecology. Urządzenie to jest dedykowane do pomiarów poziomu i przepływu na sieci kanalizacji grawitacyjnej zarówno deszczowej jak i ogólnospławnej. Jedną z podstawowych jego funkcji jest wyznaczanie krzywych przepływu. Narzędzie to jest wbudowane w system wizualizacji i analizy danych dedykowany do obsługi tego urządzenia. System ten jest dostępny online z poziomu dowolnej przeglądarki internetowej. Pozwala on za pomocą kilku kliknięć stworzyć krzywą przepływu za dowolny wybrany okres, w którym były prowadzone pomiary. Wszystkie pokazane wyżej krzywe przepływu zostały skopiowane bezpośrednio z tego systemu i obrazują dane rzeczywiste, które zostały faktycznie zmierzone.



Przepływomierz radarowy Aqualogger Flow zainstalowany w kanalizacji sanitarnej.

Link do opisu urządzenia: <https://www.pmecology.com/produkt/przeplywomierz-sciekow-i-wod->