

MECHANIKA - ZAPOMNIANA CZĘŚĆ OCZYSZCZALNI



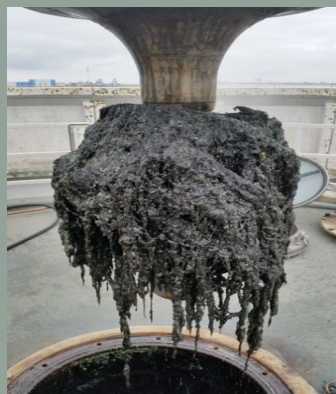
AGATA MALEC
MARCIN WROŃSKI
MACIEJ KITA

KUMULACJĄ PIASKU W KOMORACH REAKTORÓW BIOLOGICZNYCH I KOMORACH FERMENTACYJNYCH PROWADZĄCYCH DO ZMNIEJSZENIA ICH POJEMNOŚCI CZYNNEJ.

Konsekwencje technologiczne źle zaprojektowanej części mechanicznej:

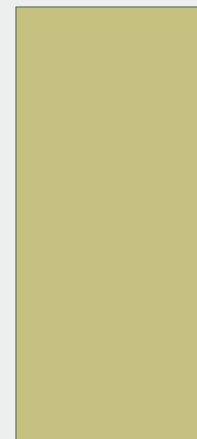
- ✓ **Zmniejszenie objętości komór**
- ✓ **Pogorszenie jakości procesowych – zagniwanie zalegających osadów**
- ✓ **Zmniejszenie ilości biogazu i stopnia przefermentowania osadów**
- ✓ **Zaburzenia procesu fermentacji**

ZANIECZYSZCZENIA WŁÓKNISTE ORAZ PIASEK WPŁYW NA PRACĘ POSZCZEGÓLNYCH OBIEKTÓW OCZYSZCZALNI



**ZABLOKOWANE POMPY, PRZETARTE WIRNIKI, ZŁOGI PIASKU
ODŁOŻONE W OSADNIKACH, REAKTORACH, KOMORACH
FERMENTACYJNYCH, ZABLOKOWANE MIESZADŁA, ITD.**

GENERACJA KOSZTÓW EKSPLOATACYJNYCH



Zarówno zanieczyszczenia włókniste, jak również piasek są niełatwym medium do eliminacji ze ścieków.

Lecz..... w znaczącym stopniu można ograniczyć ich wpływ poprzez prawidłowo zaprojektowane układy. Szczegóły o których coraz często zapominamy☹

Nie!!!

Czy da się z nimi w pełni poradzić??

NIESTETY OBECNIE ZAUWAŻA SIĘ ZNACZĄCE BŁĘDY W REALIZOWANYCH INWESTYCJACH LUB W ISTNIEJĄCYCH I PRACUJĄCYCH OBIEKTACH. WAŻNE ELEMENTY CZĘŚCI MECHANICZNEJ OCZYSZCZALNI, KTÓRE MOGĄ ZNACZĄCO WPŁYNAĆ NA SPRAWNOŚĆ I KOMFORT PRACY ORAZ OBNIŻENIE KOSZTÓW EKSPLOATACJI.

O TYM DZIŚ POROZMAWIAMY



DAUTERLE
DAUTERLE
DAUTERLE

Jako pierwszy stopień oczyszczania??

A może jeden z pierwszych??

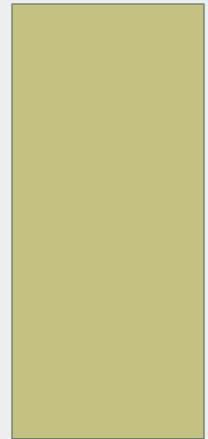
**Jakie urządzenia wybrać??
Czy jest na to jedna recepta??**

**Jednostopniowy układ oczyszczenia??
Czy niekoniecznie??**

Układ dobrany do charakterystyki zlewni

**PRAWIDŁOWE ZAPROJEKTOWANIE
WYMAGA ODPOWIEDZI NA WIELE PYTAŃ**

UKŁAD CEDZENIA



DOBÓR PRAWIDŁOWEGO UKŁADU CEDZENIA

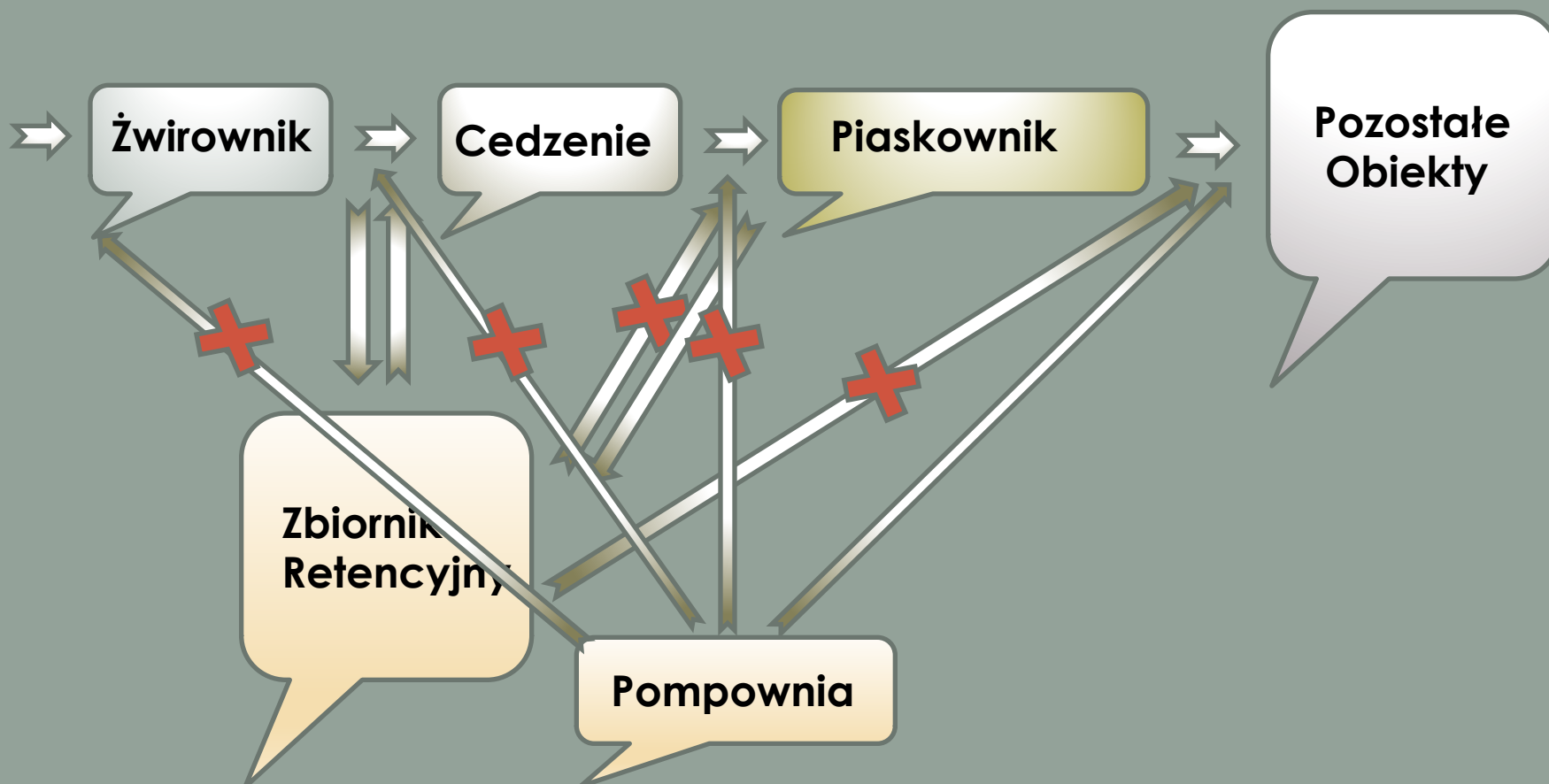
KAŻDA OCZYSZCZALNIA WYMAGA ODREBNEJ ANALIZY

Ważne dla ustalenia lokalizacji i charakterystyki układu cedzenia:

- Typ sieci kanalizacyjnej – ogólnospławna/rozdzielcza, tłoczny/grawitacyjny, sterowanie pompowniami i nierównomierność dopływu, ukształtowanie terenu aglomeracji,
- Profil hydrauliczny terenu – głębokość posadowienia kraty przed pompownią
- Zbiornik retencyjny – obecność, sposób wprowadzenia i wyprowadzenia ścieków,
- Charakter ścieków – zawartość tłuszczu, żwir/kamienie (tereny góryste, spływ grawitacyjny oraz kanalizacja ogólnospławna i deszczowa),
- Układ stacji zlewnej – obecność łapacza kamieni, zbiornika retencyjnego, dedykowanego układu cedzenia, wprowadzenie strumienia do układu technologicznego przed kraty
- Dobór typu urządzeń – odporność mechaniczna, stopień cedzenia i wpływ na pozostałe obiekty Oczyszczalni (osadniki, KF, homogenizacja, maceratory, 3 stopień OŚ)

KONIECZNOŚĆ ZASTOSOWANIA ŁAPACZA KAMIENI LUB DWUSTOPNIOWEGO UKŁADU CEDZENIA

UKŁAD TECHNOLOGICZNY



DOBÓR PRAWIDŁOWEGO UKŁADU CEDZENIA

KAŻDA OCZYSZCZALNIA WYMAGA ODREBNEJ ANALIZY

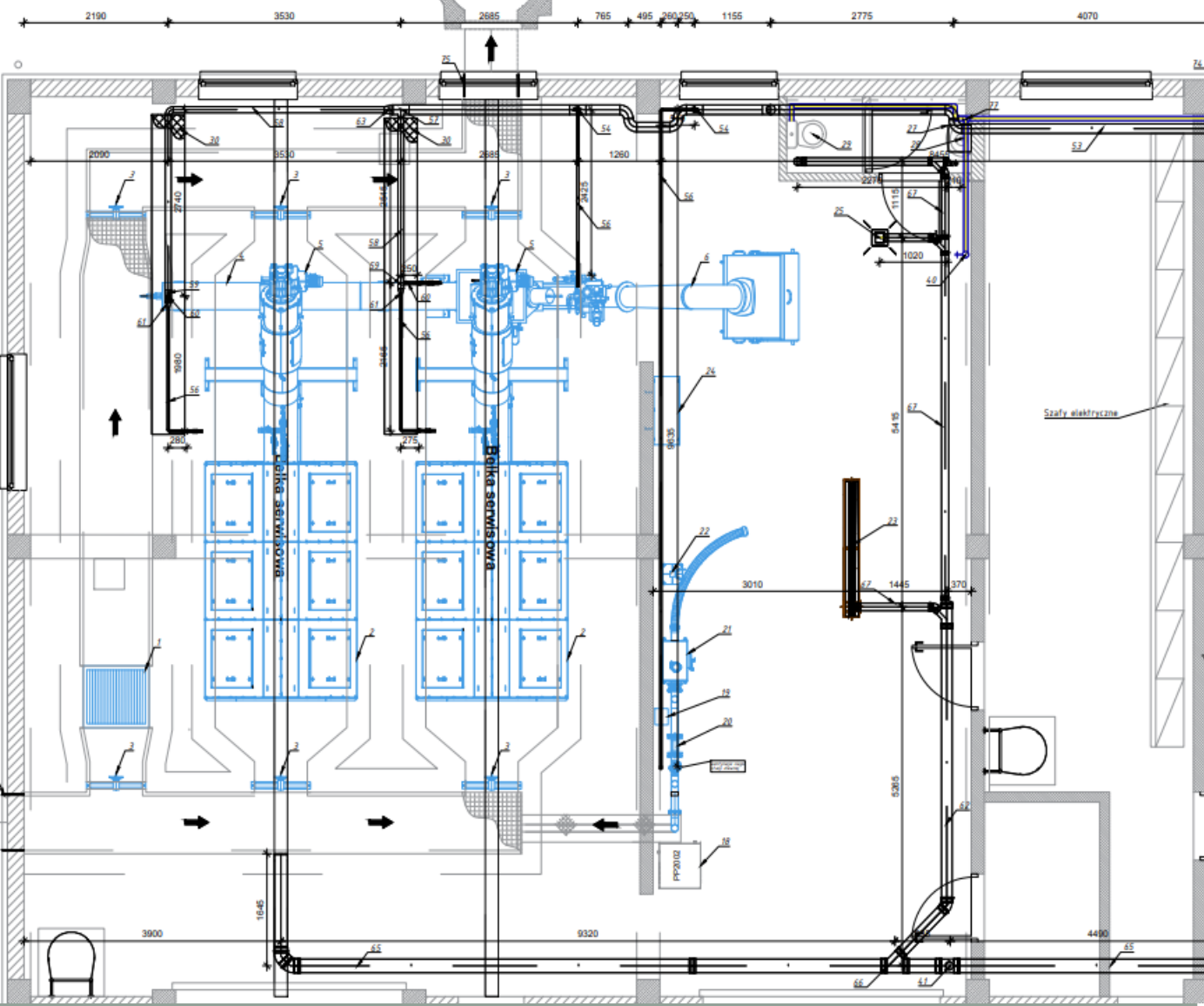
Istotne elementy do zaprojektowania układu cedzenia wysokiej sprawności:

- **Nierównomierność dopływu przy uwzględnieniu ilości ciągów pracy podstawowej i awaryjnej**
- **Równomierne rozdzielenie ścieków na wszystkie ciągi**
- **Prędkość ścieków przed urządzeniami cedzącymi i pomiędzy prętami**
- **Brak elementów wpływających na nieprawidłowy rozpliw ścieków, wyhamowanie strumieni i tworzenie stref martwych oraz powodujących wytrącanie tłuszczu**
- **Minimalizacja oporów hydraulicznych**
- **Prawidłowy profil hydrauliczny ciągów (utrzymanie odpowiednich spadków)**
- **Prawidłowe sterowanie całym układem cedzenia**
- **Wprowadzenie dodatkowych strumieni przed układ cedzenia do wspólnego kanału**

Rzut I-I

D

C



19408

DOBÓR PRAWIDŁOWEGO UKŁADU CEDZENIA

KAŻDA OCZYSZCZALNIA WYMAGA ODRĘBNEJ ANALIZY

Wymagany symetryczny dopływ do krat!

**Konieczne odcięcia urządzeń oraz zapewnienie możliwości obejścia:
dla dużych oczyszczalni kraty rezerwowe lub większa ilość krat
mechanicznych. Dla małych – krata ręczna.**

**Przelew WEWNĄTRZ KOMORY KRATY zablokowanego sitopiaskownika NIE
JEST obejściem – on zabezpiecza kratę przed złamaniem, a
oczyszczalnię przed wylaniem ścieków, ale UNIEMOŻLIWIA prace
konserwacyjne i naprawę.**

Kraty (lub sita) to podstawowe urządzenia oczyszczalni do zatrzymywania części stałych płynących ze ściekami.

Prawidłowa ich praca wymaga odpowiednich zasad zabudowy – odpowiadającej zarówno warunkom napływu minimalnego jak i maksymalnego. Przy Q_{max} prędkość przepływu w prześwitach kraty v /s:

- Przy ręcznym zgarnianiu skratek 0,6 – 0,8 m/s
- Przy mechanicznym 0,8 – 1,0 m/s
- Przy Q_{min} prędkość przepływu ścieków w komorze przed i za kratą $v > 0,4$ m/s. Spadek prędkości do 0,3 m/s spowoduje bardzo szybkie wypełnienie kanału żwirem i piaskiem.
- Wyższe prędkości będą przepychać zanieczyszczenia przez urządzenia

KRATY

PRĘDKOŚĆ

MINIMALIZACJA STRAT HYDRAULICZNYCH



Istotne przy doborze krat jest określenie strat hydraulicznych, które zależą od wielu czynników, takich jak np. rozmiar prętów kraty czy charakterystyka hydrauliczna przepływu. Sumę wszystkich strat występujących na wlocie do turbiny (ΔH_{wl}) można opisać następującym wzorem:

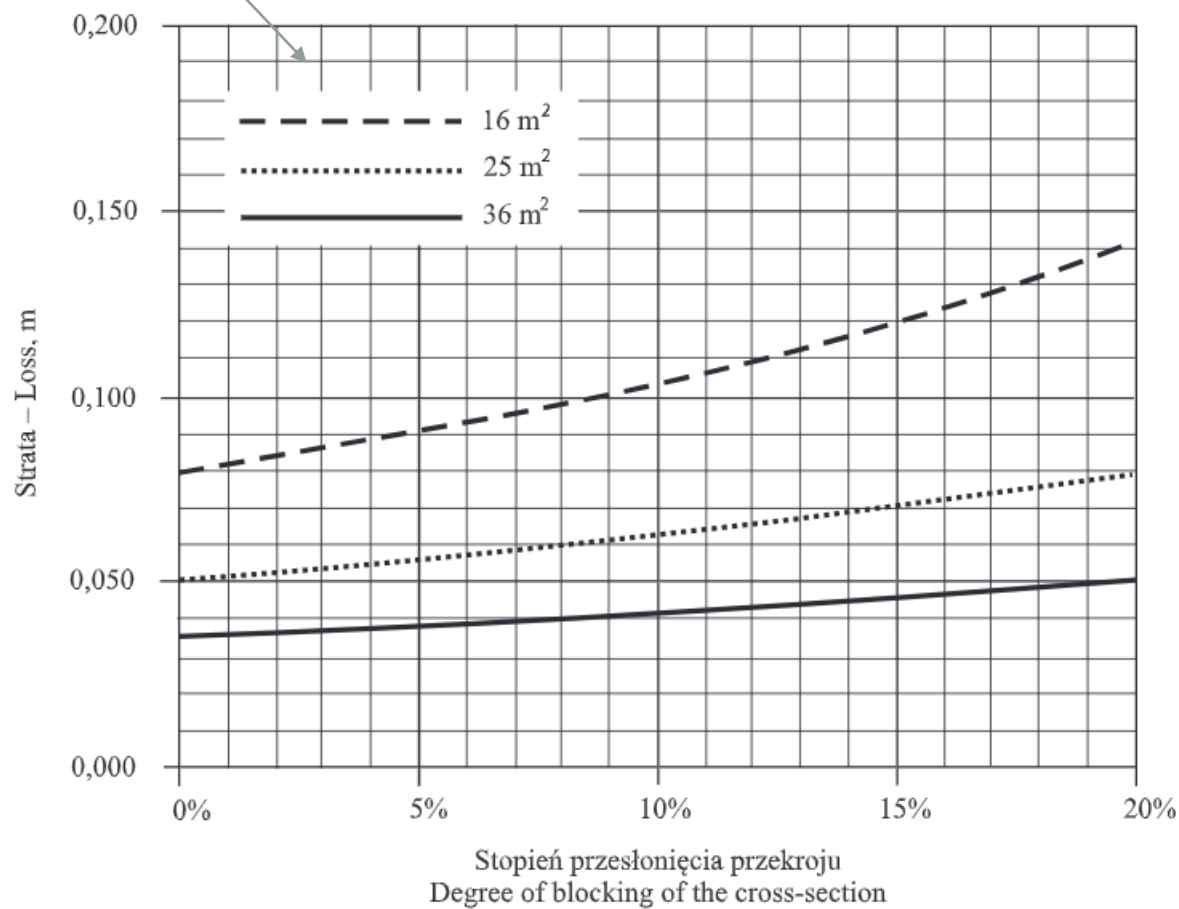
$$\Delta H_{wl} = \Delta H_{we} + \Delta H_k + \Delta H_t + \Delta H_{wn}, \text{ m} \quad (1)$$

gdzie:

- ΔH_{we} – straty wejściowe na wlocie do kanału,
- ΔH_k – straty na prętach i konstrukcjach nośnych krat,
- ΔH_t – straty tarcia wody o ściany wlotu,
- ΔH_{wn} – straty spowodowane obecnością wnęk bocznych.

ZWIĘKSZENIE STRAT ORAZ PRĘDKOŚCI PRZEPŁYWU PRZY GROMADZENIU SIĘ NA KRATACH ZANIECZYSZCZEŃ

Pole przekroju kanału wlotowego



WZROST STRAT HYDRAULICZNYCH

- Niewielki wzrost prędkości dopływowej (0,1 m/s) generuje prawie dwukrotny wzrost strat na spadzie
- Przysłonięcie przekroju kraty
- Poziomy pracy w kanale kraty
- Kształt prętów
- Szerokość kanału
- Kształt rusztu i kąt nachylenia

Wpływ wzrostu strat na sprawność układu

- Wzrost siły nacisku na ruszt oraz przepychanie zanieczyszczeń
- Spiętrzenie kanały wlotowego

DOBÓR URZĄDZEŃ

KAŻDA OCZYSZCZALNIA WYMAGA ÓDRĘBNEJ ANALIZY

Na co zwrócić uwagę:

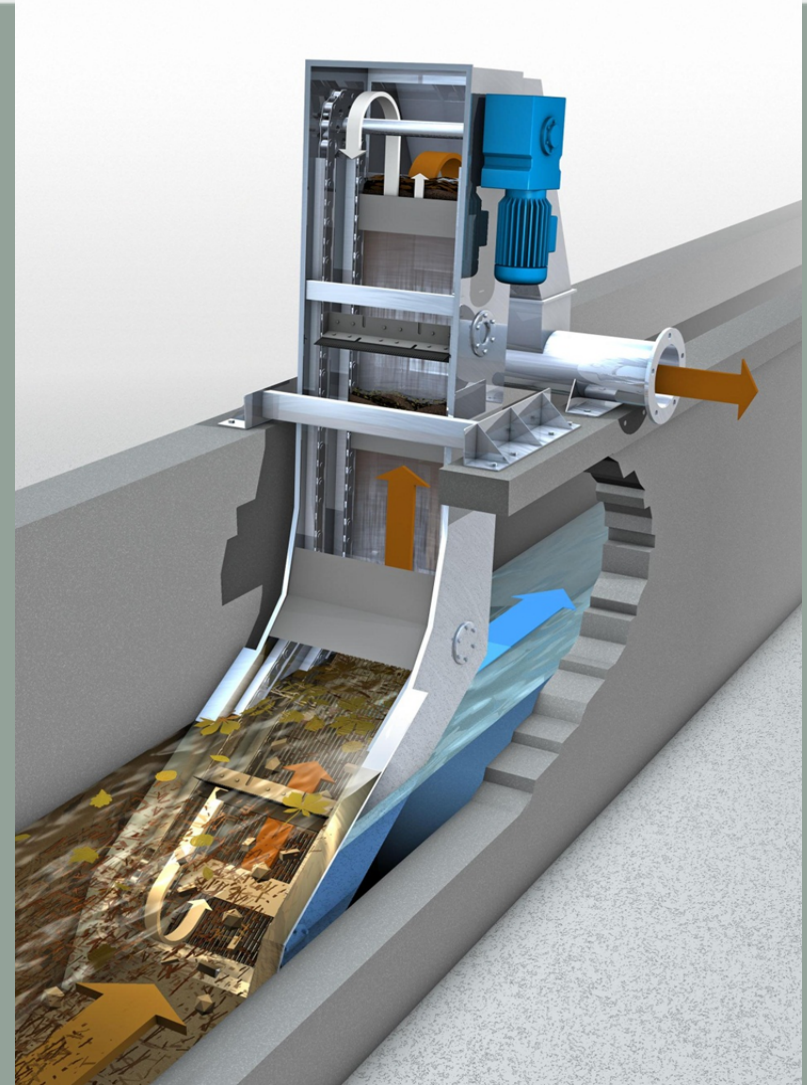
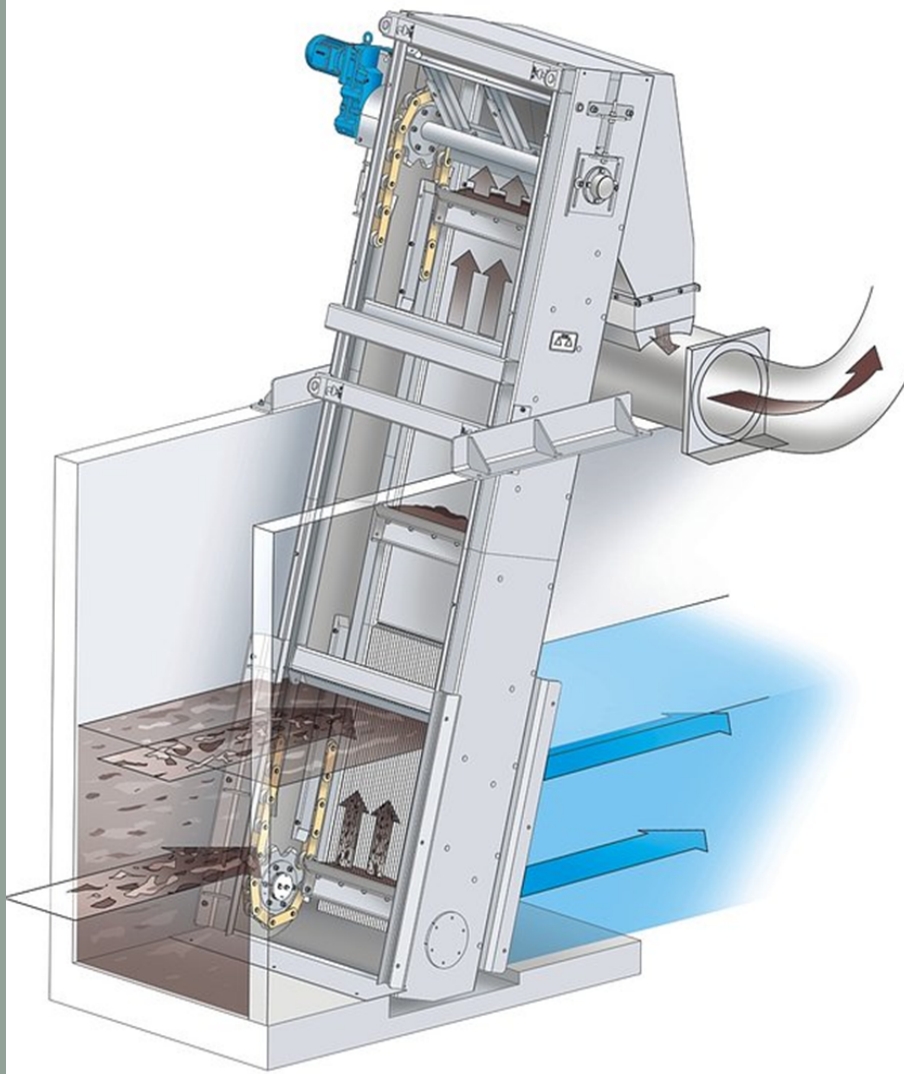
- **Przepustowość krat dobrana na przepływy minimalne, maksymalne i zachowanie prędkości w kanale**
- **Stopień cedzenia**
- **Ruszt cedzący**
- **Sposób czyszczenia**
- **Prawidłowe posadowienie**
- **Doszczelnienie krat i sit**
- **Zabezpieczenie elementów konstrukcyjnych przed zaleganiem części stałych i skrutek**
- **Układ sterowania dopasowany do układu cedzenia**

- Konstrukcja najbardziej odporna na duże zanieczyszczenia z uwagi na zastosowanie stałego, sztywnego rusztu.
- Brak możliwości zatarcia układu żwirem i piaskiem – stały ruszt.
- Pierwotnie stosowana ze zgarniaczami zgrzeblowymi, obecnie również z obiegowymi.
- Całkowita eliminacja spadania skratek z tyłu kraty

TYPY KRAT

ZGRZEBŁOWE





- Wygląd jak schody ruchome – stąd nazwa.
- Wrażliwsze na wycieranie żwirem (warto wymieniać dystanse na stalowe).
- Wymagają kontroli z uwagi na rolowanie skratek (niektóre wersje).
- Zdolne do tworzenia maty z zanieczyszczeń i skutecznej filtracji.

TYPY KRAT

SCHODKOWE

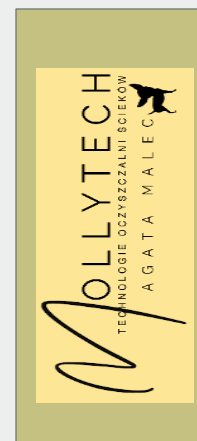




- Ten model działa dokładnie na zasadzie ruchomych schodów - wynosząc zanieczyszczenia na taśmę.
- Szczególną uwagę należy zwrócić na sposób usuwania skratek (guma, szczotka, woda, przewijanie taśmy). Wpływa on w sposób kluczowy na skuteczność kraty.
- Łatwa zmiana prześwitu – wystarcza wymiana haków.
- Obsługa nad poziomem ścieków.

TYPY KRAT

KRATY HAKOWE

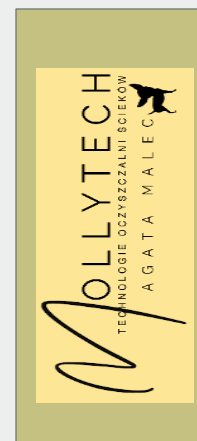


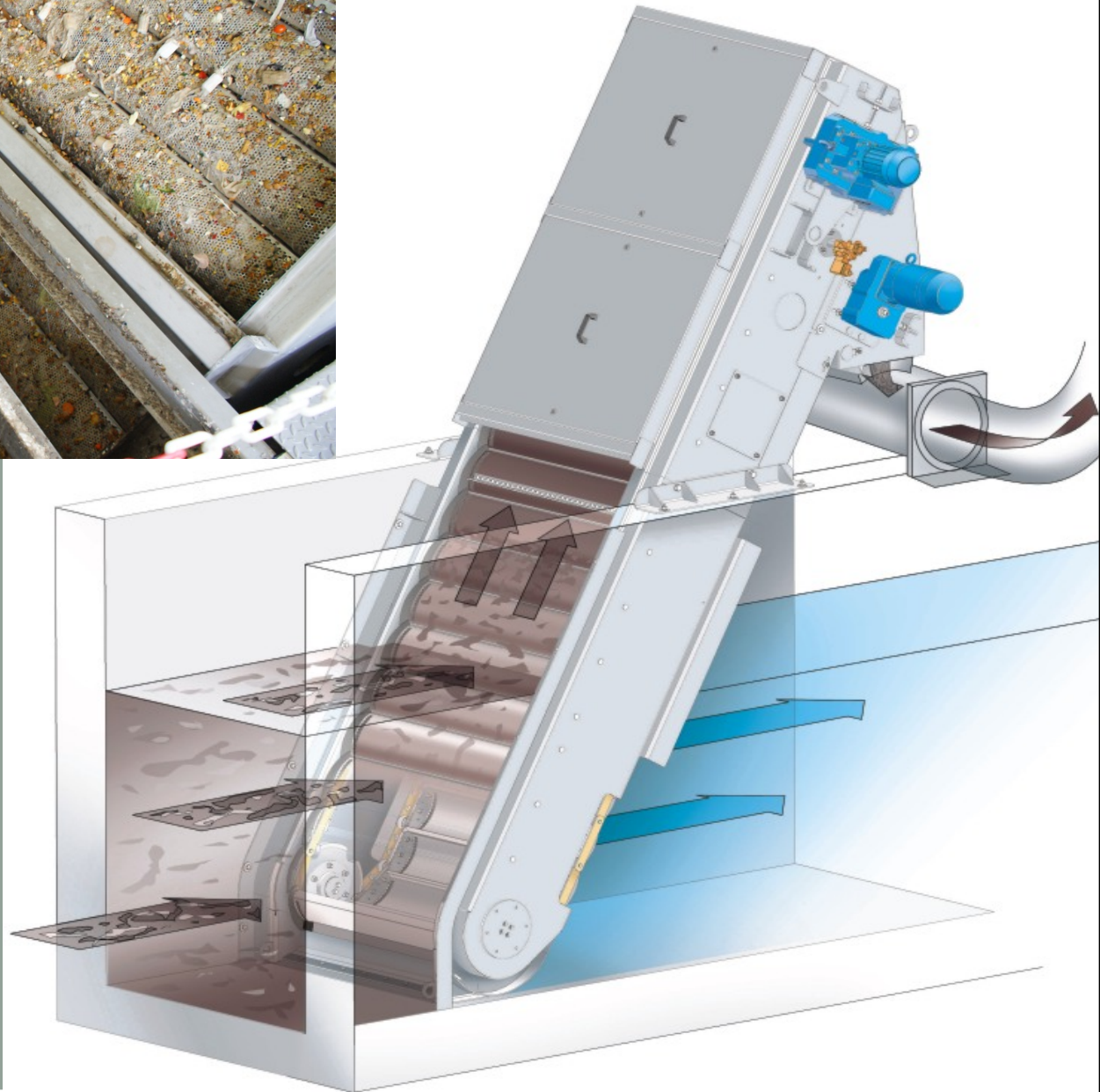


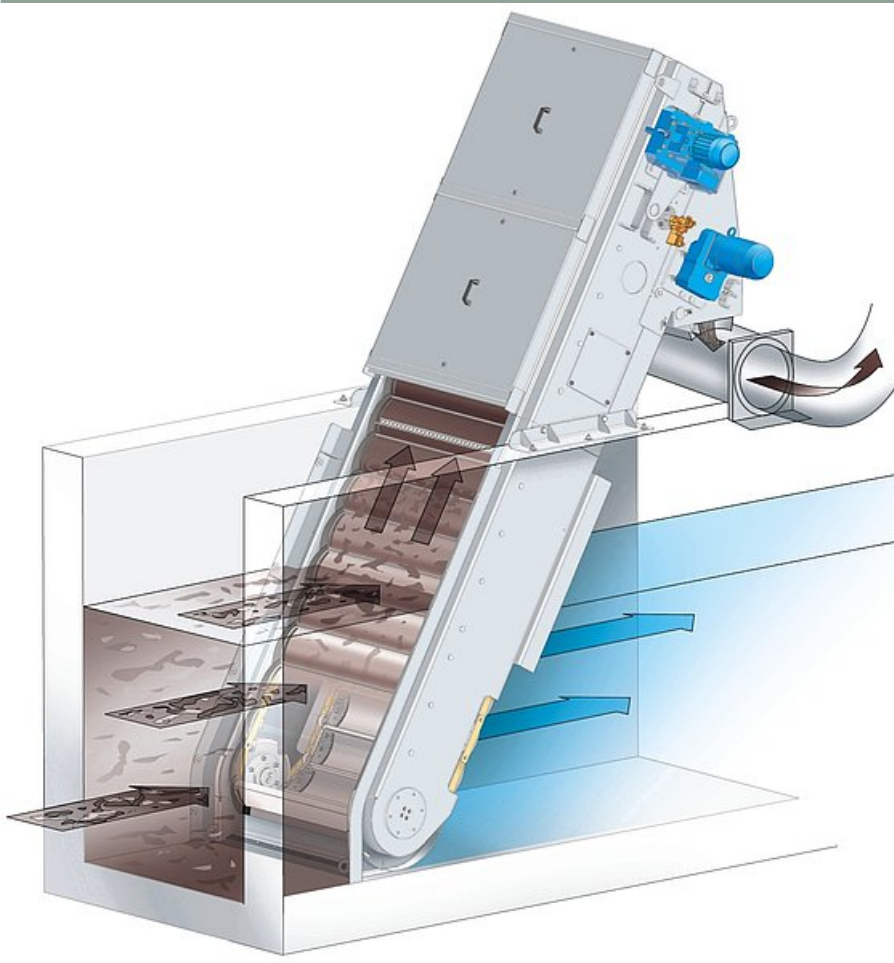
- Najwyższy stopień separacji skrętek z dostępnych typów.
- Wymagają osłony kratami rzadkimi – ryzyko pocięcia paneli przy uderzeniu ciężkimi przedmiotami.
- Sprawdzać referencje – również model podrabialny

TYPY KRAT

KRATY PANELOWE (TAŚMOWO – HAKOWE)







Przerzucanie skratek

WYBÓR TYPU URZĄDZENIA

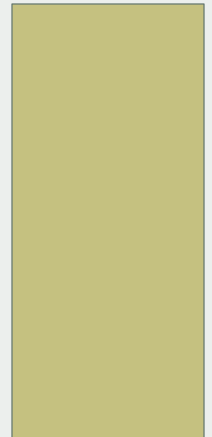
Zależny od:

- **Zaprojektowanego układu**
- **Zaangażowania obsługi**
- **Własnych przekonań**
- **Doświadczeń innych eksploatatorów**
- **Wymaganego stopnia cedzenia**

- Zwykle urządzenia te są wyposażane we własne układy sterowania.
- Załączanie kolejnych urządzeń np. od otwarcia zasuwy dopływu od zadanych wartości przepływu lub poziomu.
- Sterowanie od RÓŻNICY poziomów, a nie od POZIOMU przed.
- Dublowanie układem czasowym.
- Nierównomierne włączanie urządzeń (w układach równoległych) – integrować sterowanie.
- Sterowanie rezerwowe (bez przyporządkowywania urządzeń)
- Różne tryby sterowania (deszczowy/pora sucha)

STEROWANIE

PEŁNYM UKŁADEM CEDZENIA



GWARANCJA PRAWIDŁOWEGO UKŁADU CEDZENIA = BRAK

Politechnika Wrocławska: ilość skratek powstałych w ciągu roku przypadająca na jednego mieszkańca wahała się w przedziale od 0,15 do 4,09 kg/(M • rok). Wartość średnia dla wszystkich analizowanych obiektów wyniosła 1,10 kg/(M • rok), a mediana 0,65 kg/(M • rok). Zakładając ciężar nasypowy skratek 750 kg/m³, jednostkowa objętość skratek wahała się w przedziale od 0,20 do 5,45 dm³/(M • rok). Wartości te są znacznie mniejsze od podawanych w literaturze.

Jak widać rozrzut parametrów jest bardzo duży, stąd przy odbieraniu projektów warto sprawdzić czy projektant nie przyjął jako podstawy projektowania zbyt małych ilości odpadu, co automatycznie spowoduje przeciążenie urządzeń, a w konsekwencji uciążliwą eksploatację i skróci żywotność instalacji.

Mniejsza ilość skratek, może być spowodowana większą świadomością ludzi na temat sposobu usuwania i segregacji odpadów, a także oszczędnym gospodarowaniem wodą wywołanym jej rosnącą ceną.

Innym wytłumaczeniem tej sytuacji może być fakt stosowania w systemach kanalizacyjnych pomp z rozdrabniaczami, a także krat w stacjach zlewnych usytuowanych na sieci kanalizacyjnej poza terenem oczyszczalni ścieków.

Ponadto można stwierdzić, że ilość skratek nie była skorelowana z wielkością prześwitu. Nie odnotowano zależności od wielkości oczyszczalni, czy też rodzaju urządzeń. Można przypuszczać, że oprócz gęstości krat lub sił, na ilość skratek wpływa wiele czynników, takich jak: styl i standard życia, rodzaj urządzeń występujących w systemie kanalizacyjnym oraz lokalne aspekty kulturowe.

Gwarancje procesowe

**Przepustowość bez
cofki do kanalizacji**

**Sprawność separacji – sito
badawcze**

**Predkość przed i za krata
przy min i maks przepływ**

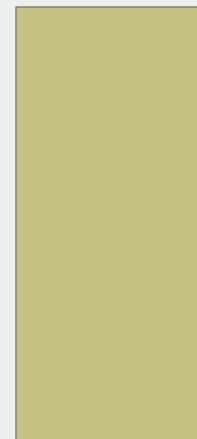
Podstawowym zadaniem piaskowników jest rozdzielenie zawieszin mineralnych od organicznych, które mają być oddzielone w osadniku wstępnym (lub komorach osadu czynnego). Poza tym usuwanie piasku ze ścieków zabezpiecza kolejne obiekty oczyszczalni przed:

Zapychaniem rurociągów

Zacieraniem mechanicznym elementów pomp, a tym samym ich zużyciem

**GDZIE POWINIEN SIĘ ZNALEŻĆ W
UKŁADZIE TECHNOLOGICZNYM ??**

PIASKOWNIK



PIASEK...

Piasek stanowią zanieczyszczenia mineralne o wielkości ziaren 0,1-0,2 mm i większych. W ściekach miejskich ziarna piasku o średnicy, przykładowo:

< 0,25 mm stanowią ok. 48% całego usuwanego piasku,

0,25 – 0,5 mm stanowią ok. 34% usuwanego piasku,

0,5 – 1,0 mm stanowią ok. 12% usuwanego piasku,

> 1 mm stanowią ok. 5,5% całego usuwanego piasku.

Ilość wydzielonego piasku w ściekach z sieci rozdzielczej wynosi $5 \div 6 \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{rok}$.

Ilość wydzielonego piasku w ściekach z sieci ogólnospławnej wynosi do $12 \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{rok}$.

Średnicę obliczeniową ziarenek piasku dla doboru piaskowników określa się na 0,2 mm.

Skuteczność piaskowników jest bardzo zróżnicowana. W zależności od doboru ich skuteczność dla średnicy zastępczej waha się w zakresie 75-98%.

Warto zwrócić uwagę, iż przy sprawności 98% przez piaskownik przedostanie się pięciokrotnie mniej piasku, niż przy sprawności 90%.

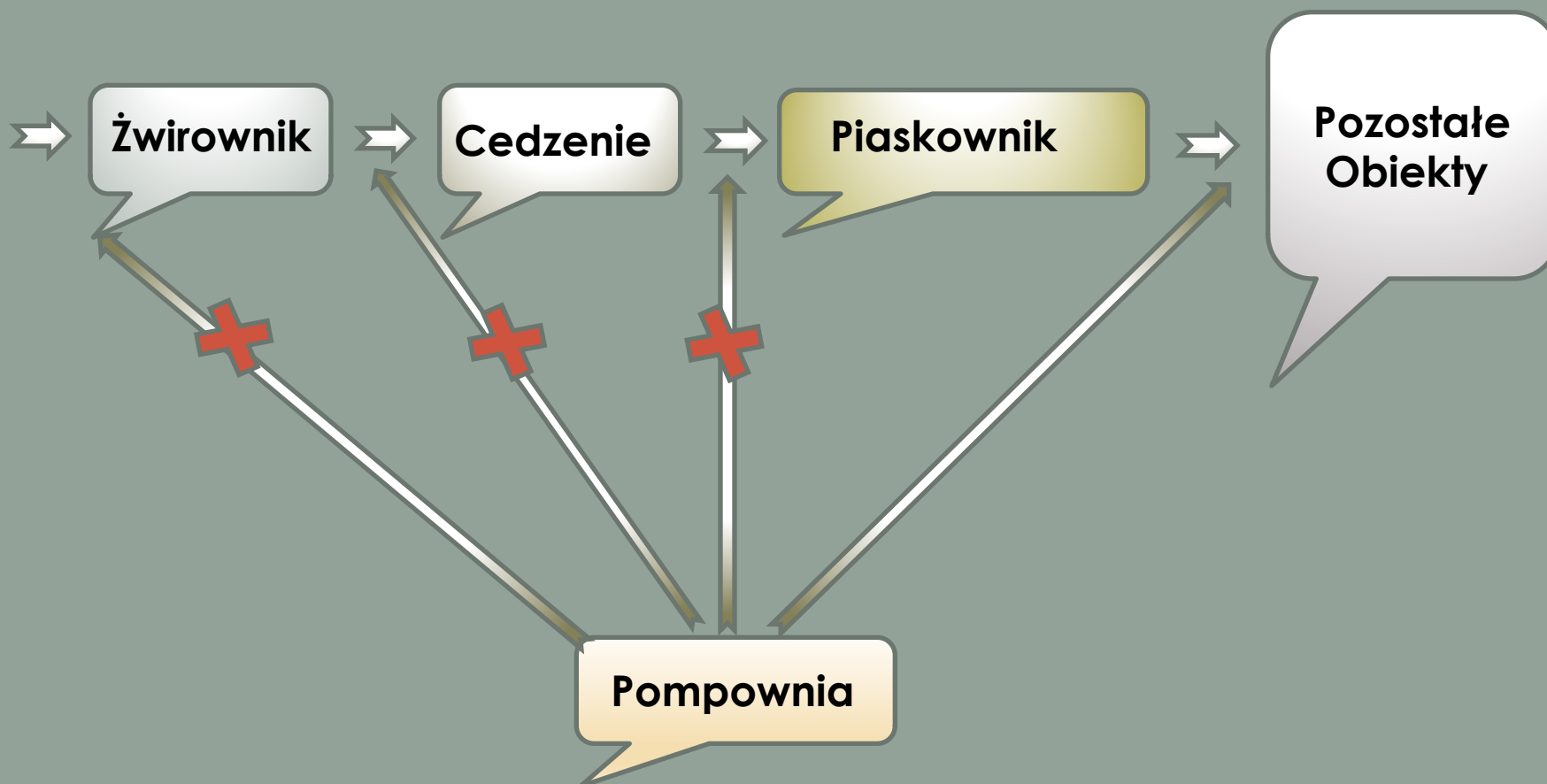
Dobór na przepływ maksymalny, a nie obliczeniowy!

Lokalizacja w ciągu Technologicznym

WAŻNE ASPEKTY PROJEKTOWE

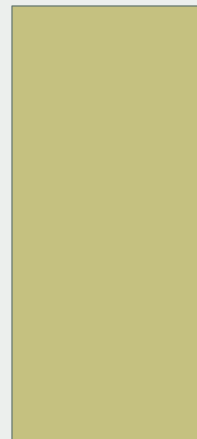
PIASKOWNIKÓW

UKŁAD TECHNOLOGICZNY



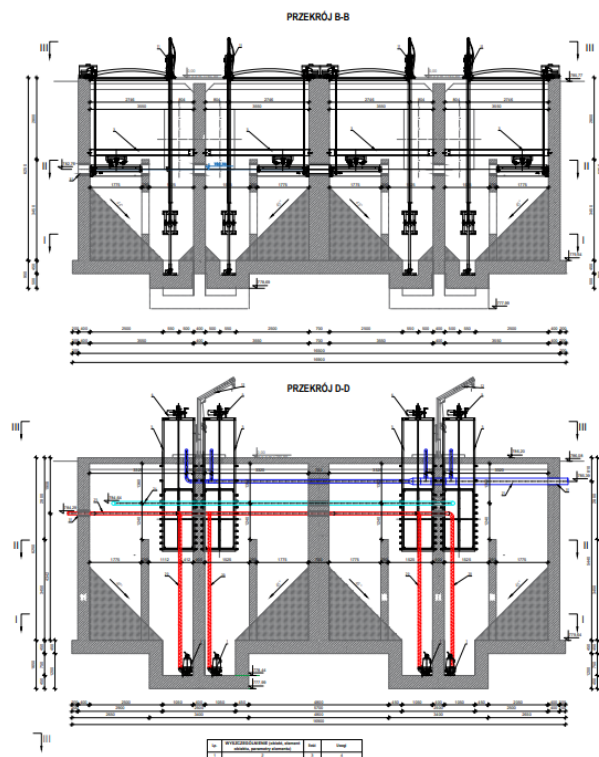
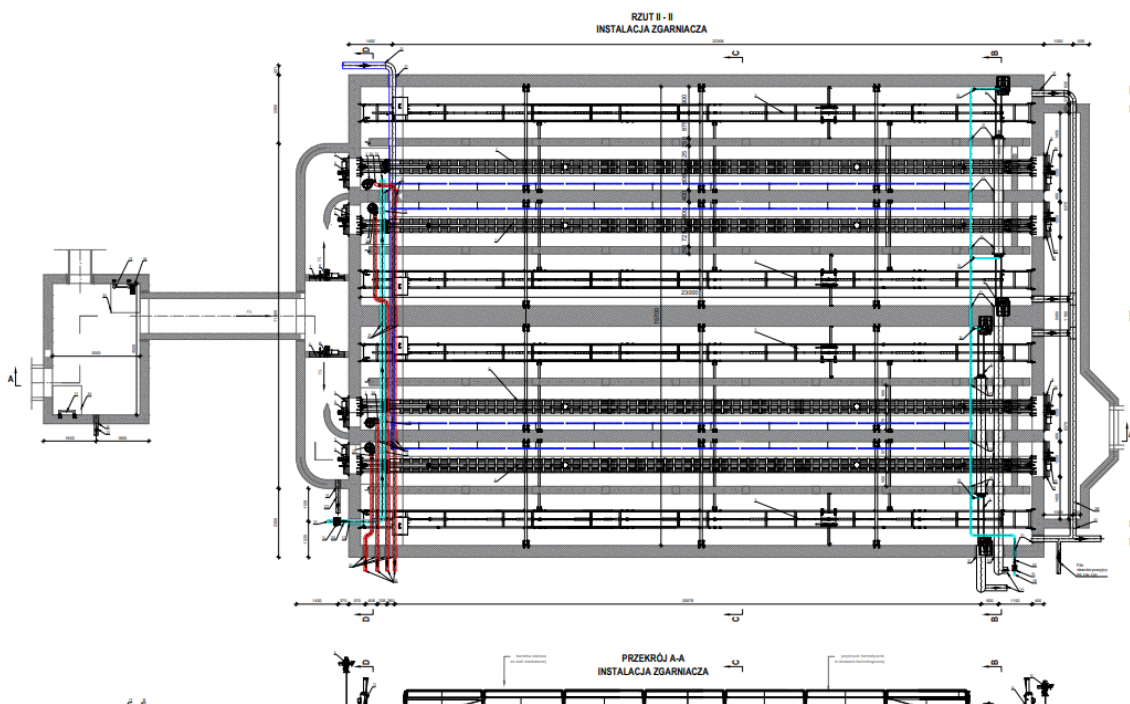
PRAWIDŁOWO ZAPROJEKTOWANY

UKŁAD USUWANIA PIASKU

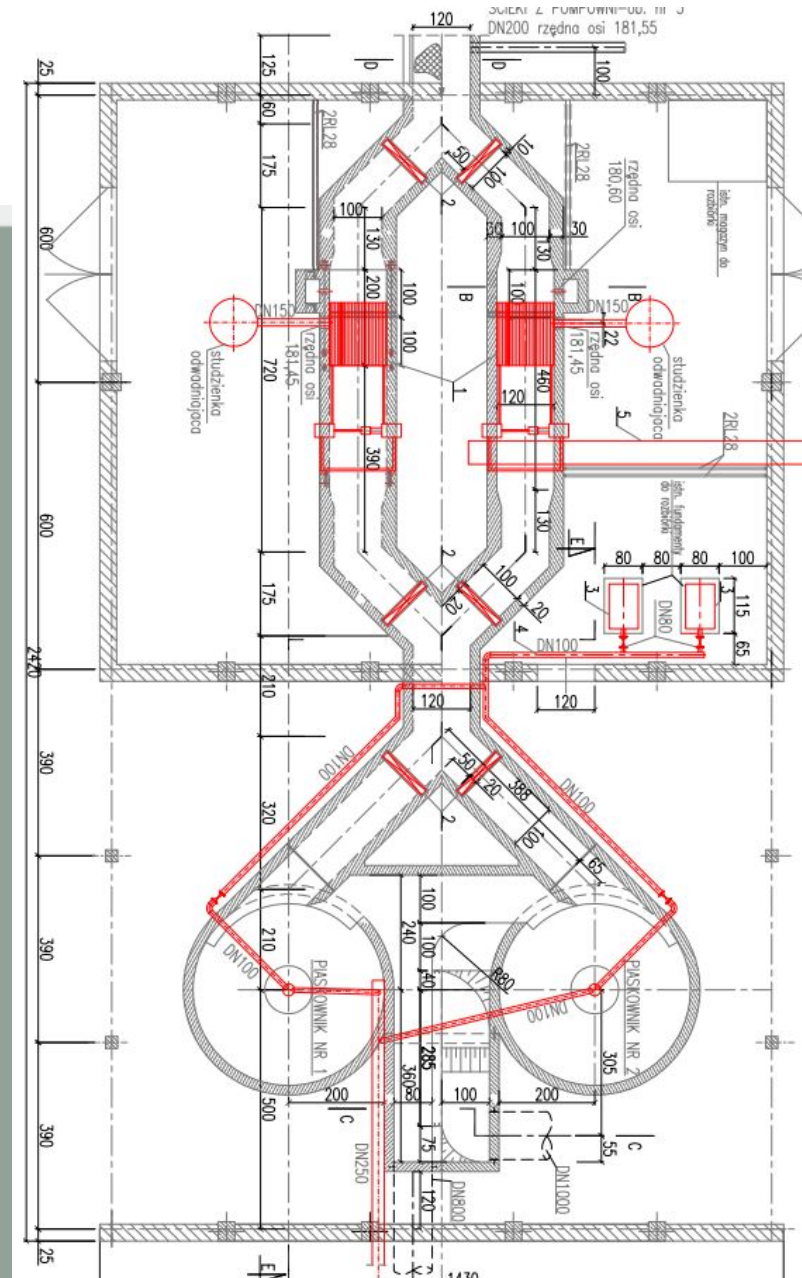


WAŻNE ASPEKTY

- Ilość linii technologicznych
- Prawidłowy rozkład strumieni wlotowych
- Prawidłowy projekt strumieni wylotowych
- Prawidłowo dobrany układ regulacji prędkości przy zmiennym przepływie
- Rodzaj zgarniacza dobrany do konstrukcji piaskownika
- Eliminacja przerzucania piasku
- Sterowanie dynamiczne



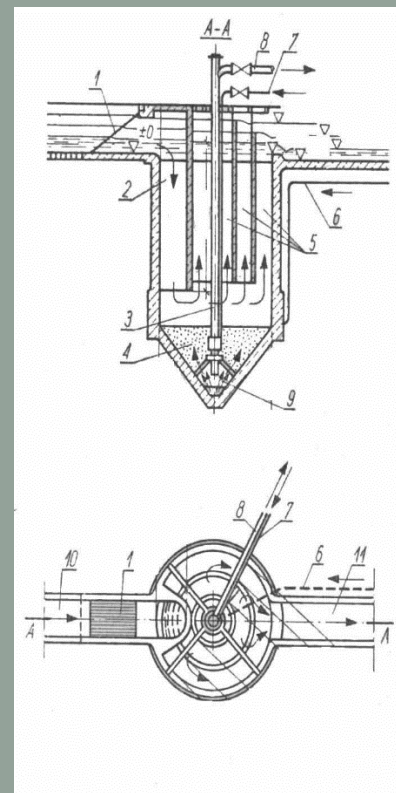
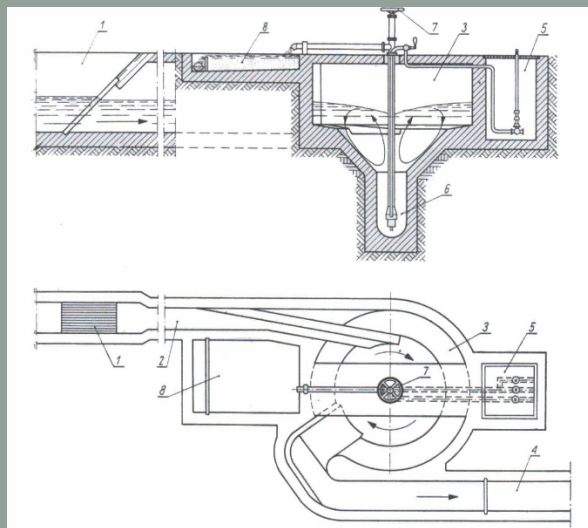
ŚCIEKI DOWOZ



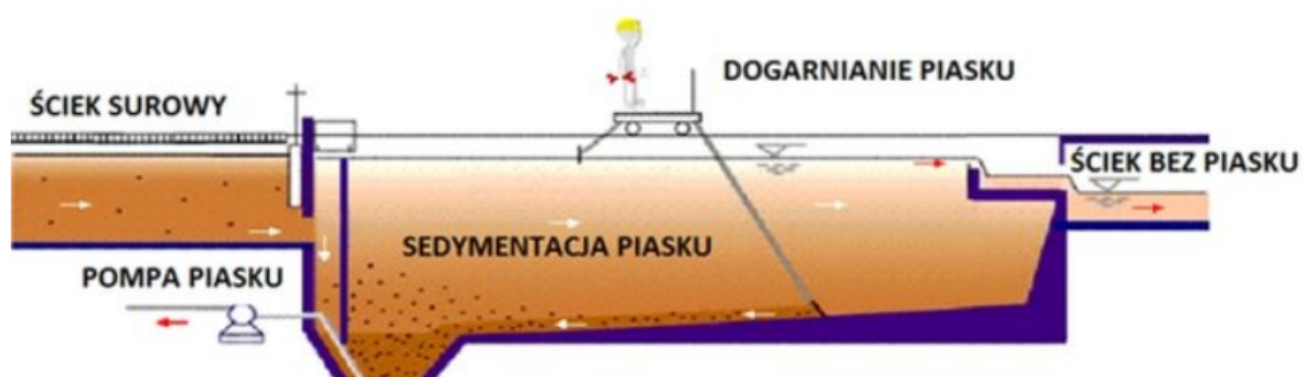
RODZAJE PIASKOWNIKÓW

WARTY ZASTOSOWANIA

PIONOWE I WIROWE



POZIOME



WAŻNE ASPEKTY WYBORU

Sprawność piaskowników:

- Poziome aż do 98%
- Poziome z napowietrzaniem 98% - POWIETRZE!!!
- Wirowe 50%
- Pionowe 50%

Dostępny teren

**Może warto zablokować urządzenia
Krato/Sito PIASKOWNIKI**

PIASKOWNIKI POZIOME PODŁUŻNE

Zbudowane są z przynajmniej dwóch, równoległych, wydłużonych komór, które są wyposażone w urządzenia do stałej prędkości przepływu na stałym poziomie ok. 0,3 m/s.

Czas zatrzymania minimum 1 minuta.

Niektóre piaskowniki posiadają w dnie komorę do magazynowania zatrzymanego piasku,

Różne systemy usuwania piasku.

Najczęściej spotykane jako napowietrzane.

Za Politechnika Wrocławską:

Podstawowymi parametrami projektowymi piaskowników podłużnych są:

a) prędkość przepływu – v ,

b) czas przetrzymania ścieków w piaskowniku,

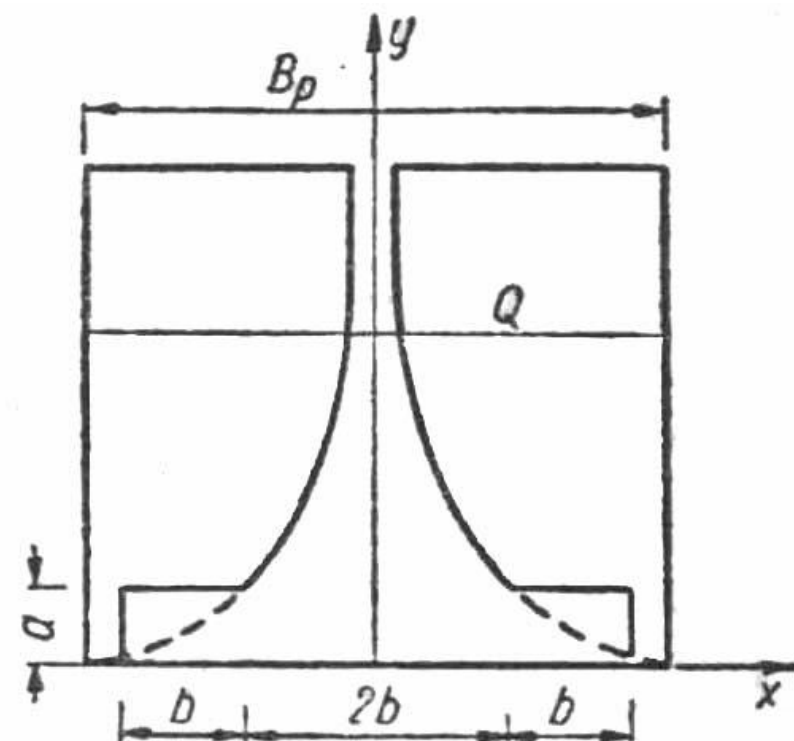
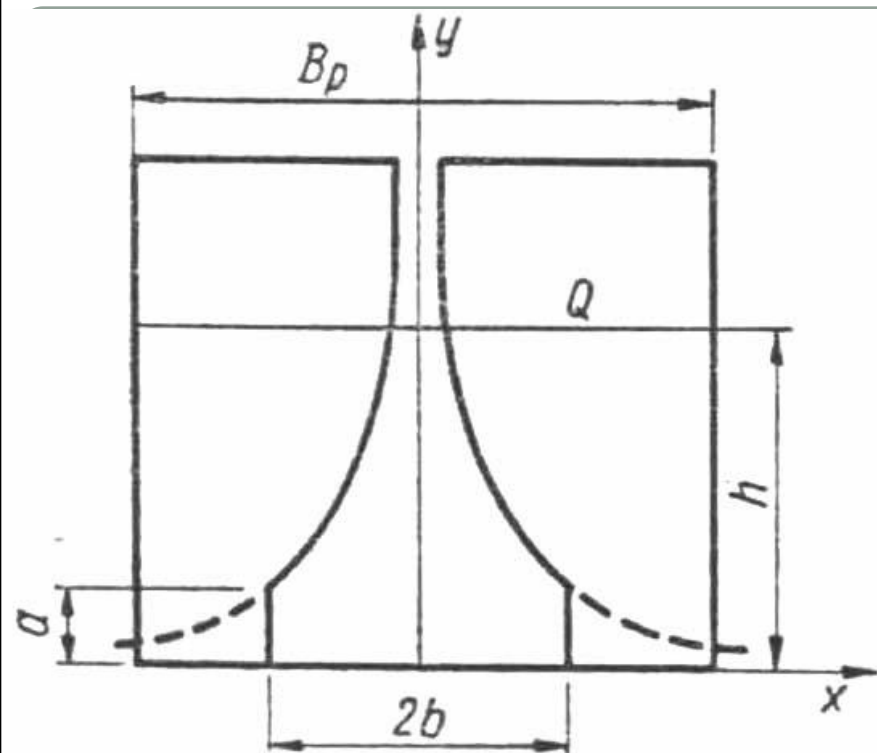
Ad. a) Należy przyjmować prędkość $0,3 \text{ m/s}$ ($0,25 \leq 0,40 \text{ m/s}$)

Ad. b) Czas przepływu winien wynosić 1 minutę.

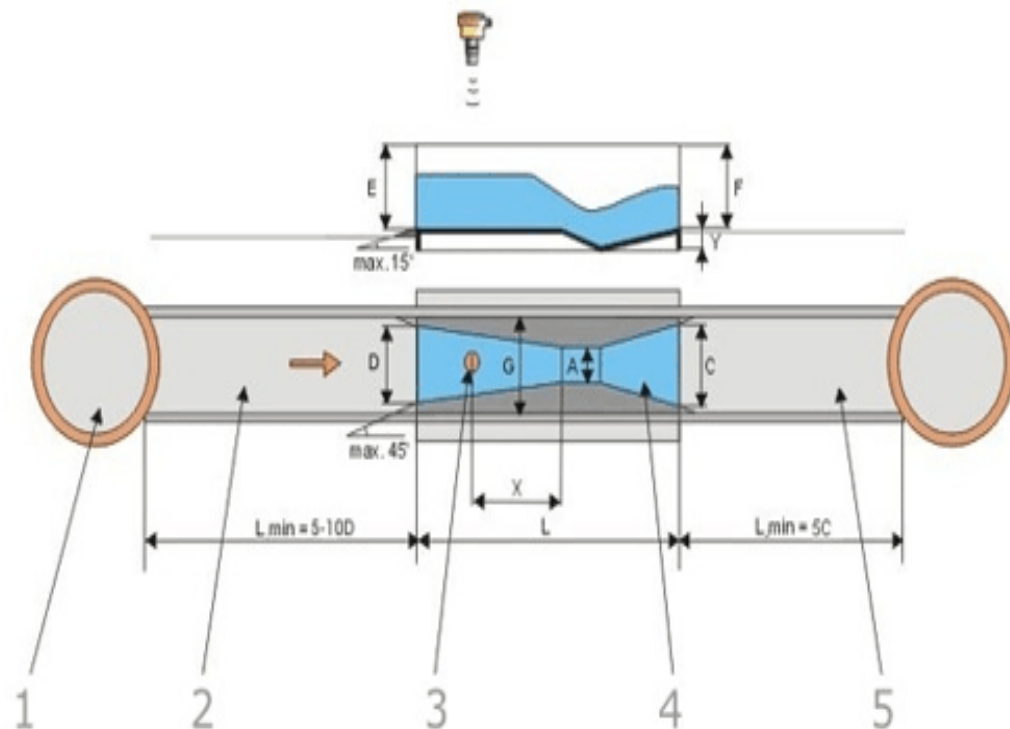
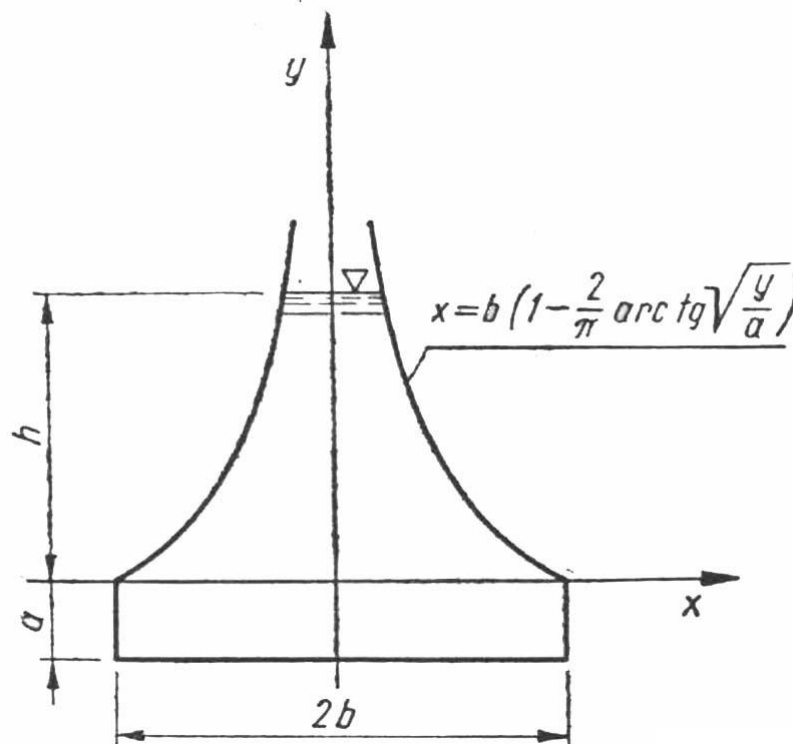
Zatem długość piaskownika winien wynosić: $L = v \cdot t$

$$L = 0,3 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s} = 18 \text{ m}$$

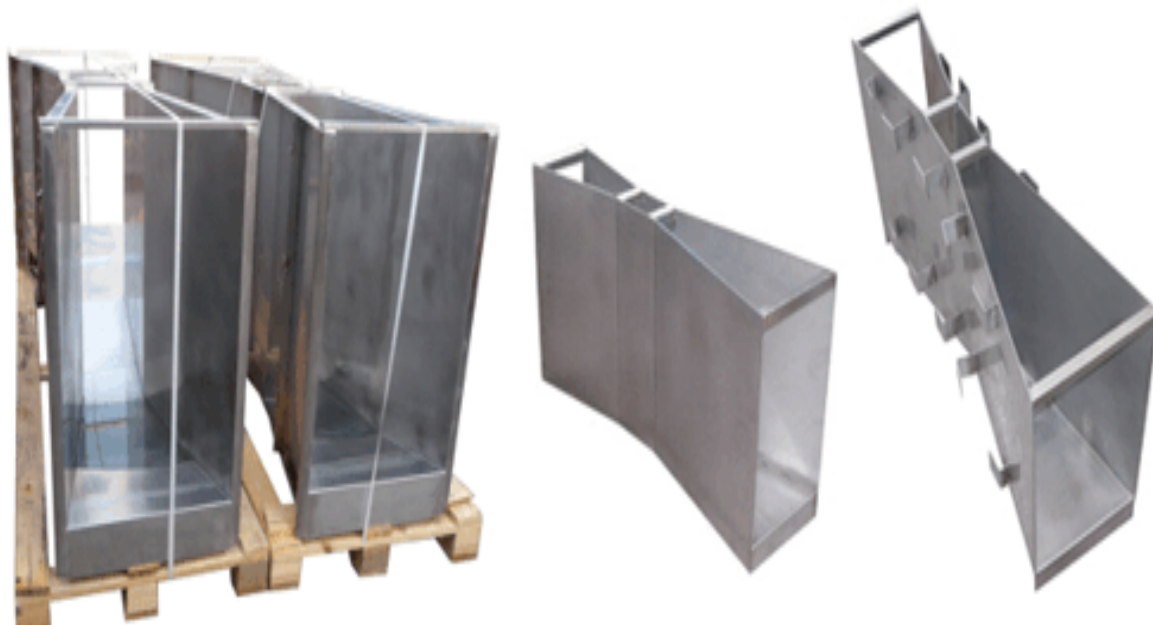
A ile mają obecne prefabrykaty podłużne?

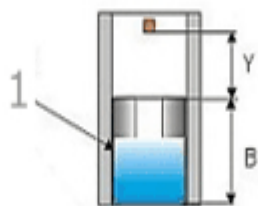
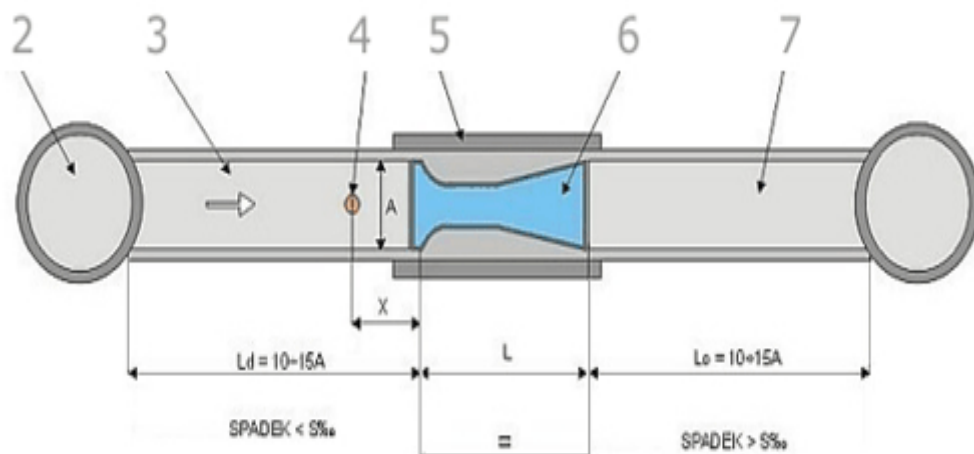


Przelew Rettgera praktyczny i poprawiony



Przelew Sutro i
zwężka Parshalla





Zwężka Venturiego



USUWANIE RĘCZNE

Wyłącznie dla małych oczyszczalni ścieków.
Uciążliwe i bardzo naraża obsługę na kontakt
mikrobiologiczny.

NIEZALECANE

ZGARNIACZE PRZEJEZDNE

Zgarnianie piasku z wykorzystaniem przejezdnego wózka. Porusza się on wzdłuż piaskownika, zgarniając piasek do leja znajdującego się na początku piaskownika. W klasycznym rozwiązaniu elementem jest łopata opuszczana na dno podczas jazdy powrotnej zgarniacza. Jadąc „tam” łopata jest podniesiona. Jest to **zgarniacz łopatowy**.

Zalety zgarniacza łopatowego – dostęp do wszystkich elementów nad ściekami.

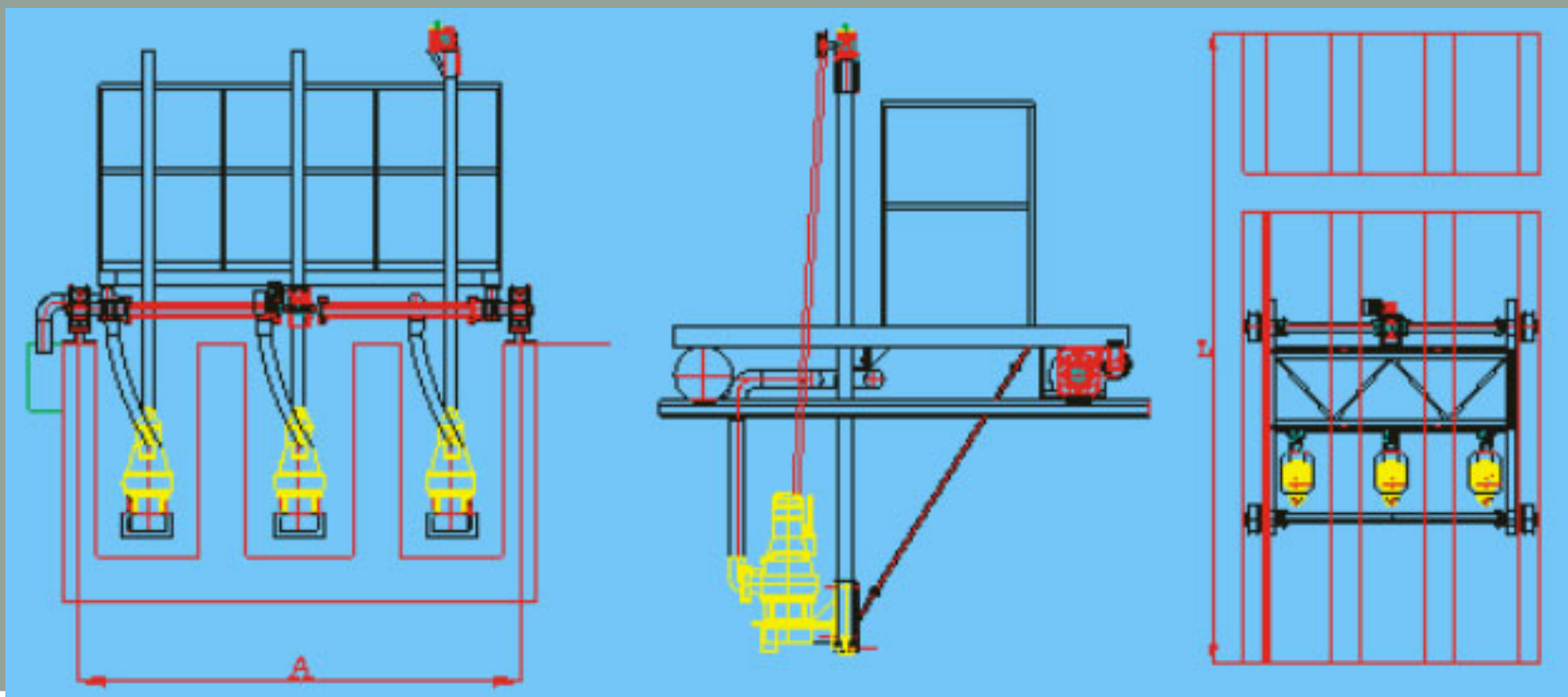
Wady – uderzeniowy zrzut piasku (nawet mimo jazd częściowych), wzburzanie piasku łopatą.

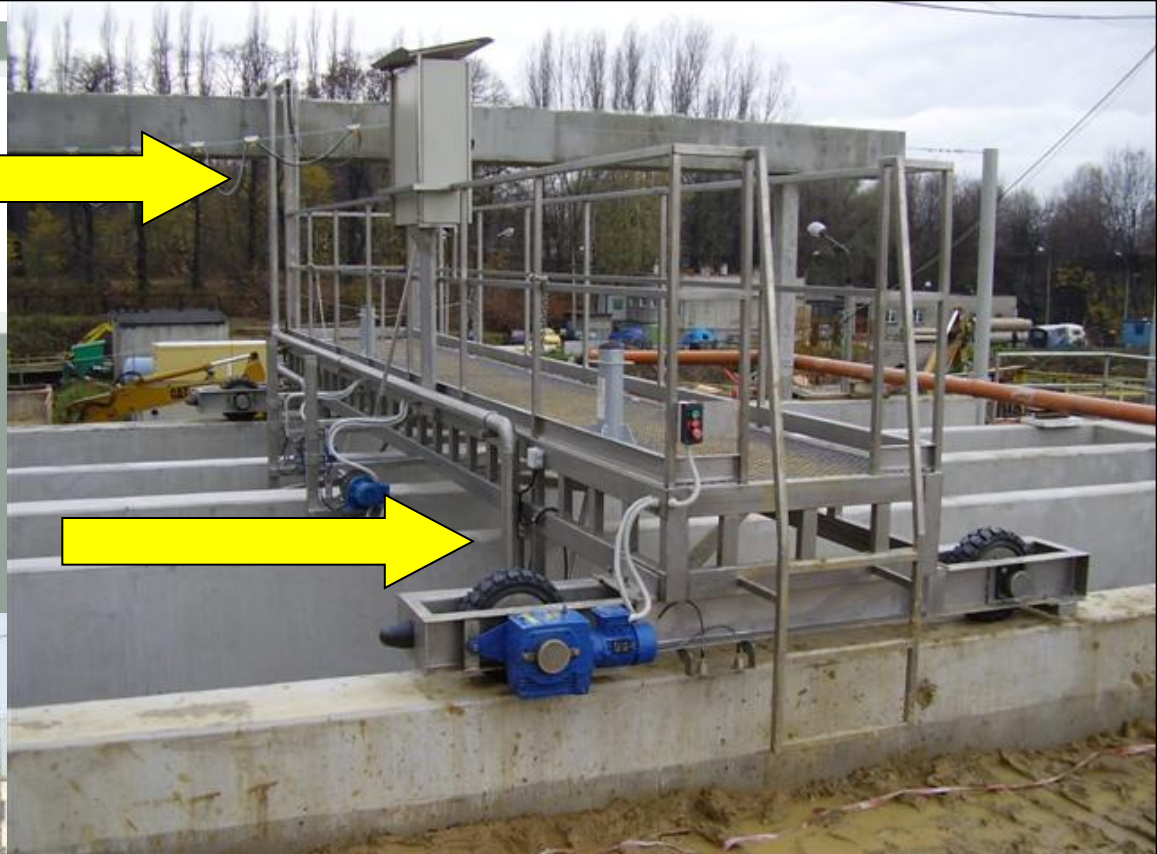
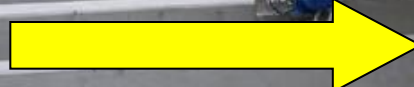
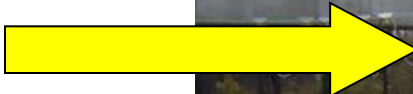
Zgarniacz pompowy: zamiast łopat pompa.

- Zalety – płynne usuwanie pulpy piaskowej, możliwość transportu piasku poza piaskownik

Wady – kolejny napęd

Należy pamiętać (jeśli się da) o wahliwym zamocowaniu pompy.





ZGARNIACZ ŚLIMAKOWY

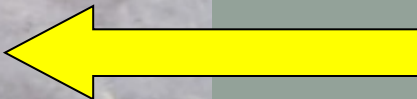
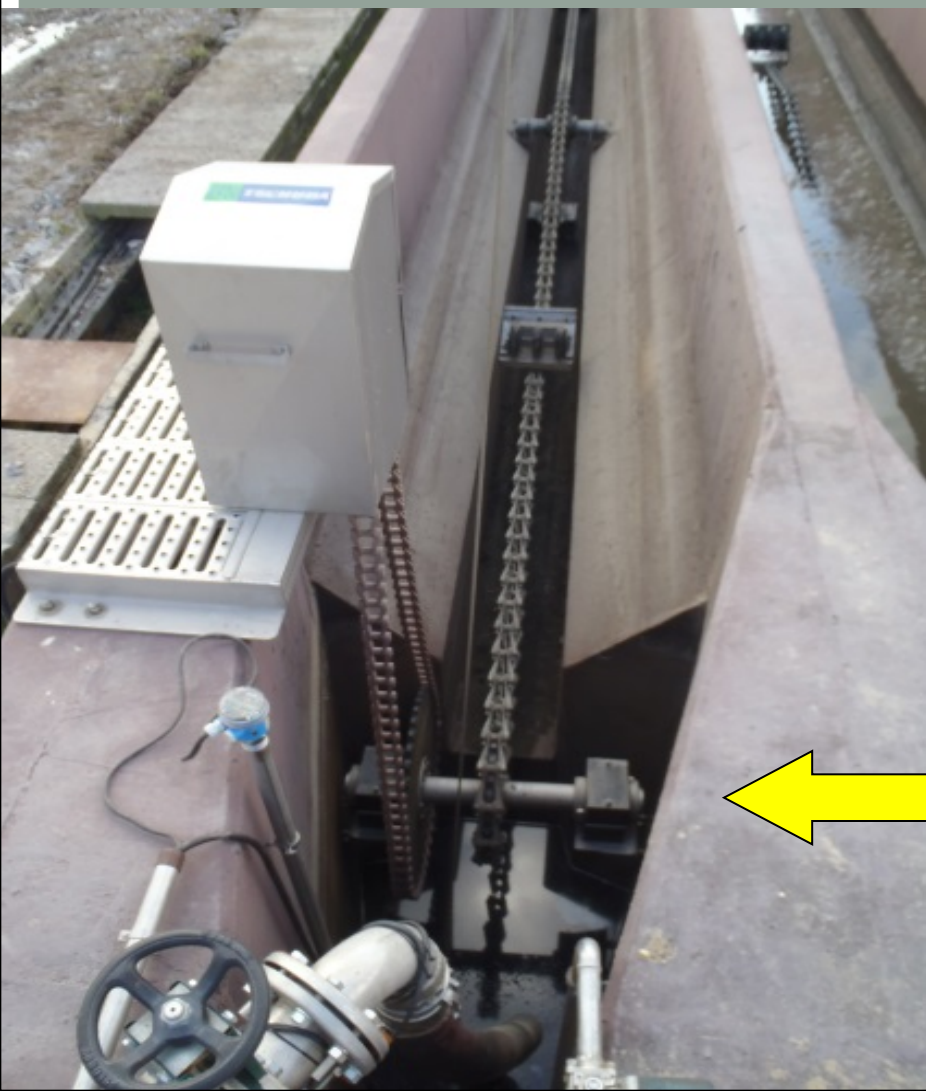
Realizowane poprzez zabudowanie w dnie piaskownika spirali. Stosuje się dwa rodzaje spiral – jednoelementowe bezwałowe, które ślizgają się po dnie i wałowe – podparte w odcinkach na łożyskach. Największym zaskoczeniem w eksploatacji spiral wałowych nie jest ograniczona żywotność łożysk zanurzonych w ściekach – okazało się, iż mogą one przetrwać wiele lat. Jedynym problemem okazało się gromadzenie zanieczyszczeń w miejscach przerwy spiral (czyli podparciach łożysk) oraz wieszanie się skratek na obudowach łożysk. Bezwałowe – wycieranie się...

ZGARNIACZE ŁAŃCUCHOWE

Łańcuch zabudowany wzdłuż piaskownika, z zainstalowanymi zgrzeblami.

Płynny spływ piasku do leja.

Wymagane skuteczne zatrzymywanie skratek (obwieszanie się łańcucha)



ZGARNIACZE POSUWISTO - ZWROTNE

Rozwiązanie jako standardowe dla osadników, nie jest popularne w piaskownikach.

Trudniejsza obsługa – stałe przytwierdzenie do dna (pod ściekami), wymagana specjalna konstrukcja (pogłębienie), aby nie wynosiło piasku.

WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Napowietrzanie: możliwe do zastosowania w piaskownikach poziomych oraz radialnych.

Wpływa na zmianę kierunku przepływu ścieków – wywołuje ruch wirowy i w efekcie poprawia jakość odseparowanego piasku, utrzymując zawiesinę organiczną w zawieszeniu. Prędkość pozioma nie decyduje więc o wielkości i pracy piaskownika. Zalecana prędkość wypadkowa strugi cieczy wynosi 0,25 - 0,30 m/s.

Przy maksymalnym dopływie ścieków składowa prędkość pozioma nie może przekraczać 0,2 m/s.

Wprowadzanie powietrza dyfuzorami (podatne na zanieczyszczenie lub uszkodzenie jeżeli kraty nie są skuteczne) lub stalowymi perforowanymi rurami (zalecane wprowadzenie powietrza od dołu – nie zalewa rury).

Wydłuża drogę ścieków przez piaskownik, poprawiając efektywność sedymentacji.

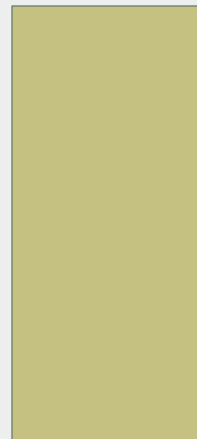
Może powodować wydzielanie tłuszczu (efekt korzystny).

Powoduje redukcję ilości łatworozkładalnego węgla organicznego oraz uciążliwość mikrobiologiczną.



PYTANIE

KTÓRE ROZWIĄZANIE WYBRAĆ??



GWARANCJA PRAWIDŁOWEGO PIASKOWNIKA= BRAK

Ilość piasku dopływającego ze ściekami do oczyszczalni zależy od:

- systemu kanalizacji: rozdzielczej, półrozdzielczej (mieszanej), ogólnospławnej
- charakterystyki zlewni: utwardzona lub nieutwardzona
- stanu technicznego sieci kanalizacyjnej,
- częstotliwości posypywania ulic piaskiem w okresie zimowym,
- rodzaju ścieków przemysłowych,
- ilości i rodzaju stosowanych rozdrabniarek odpadów,
- wielkości i powierzchni gleb piaszczystych.

Skład usuniętego piasku zależy już nie tylko od rodzaju dopływu do oczyszczalni, ale i sposobu separacji piasku oraz jego obróbki (oczyszczania). Przy niektórych metodach oraz nieodpowiednim doborze piaskowników niektóre frakcje przedostaną się dalej do oczyszczalni lub z zatrzymanym piaskiem pozostanie osad organiczny.

GWARANCJA PROCESOWA

Wymagana sprawność piaskowników

TRUDNE DO WYKAZANIA

- <https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/mechaniczne-oczyszczanie-sciekow-w-praktyce-inzynierskiej,81921.html>
- STRATY HYDRAULICZNE NA KRATACH SPOWODOWANE MATERIAŁEM ORGANICZNYM UNOSZONYM PRZEZ WODĘ-Natalia Walczak, Tomasz Kałuża, Mateusz Hämmerling, Paweł Zawadzki, Zbigniew Walczak Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- Piaskowniki - (hydronet.com.pl)

DZIĘKUJEMY

ŹRÓDŁA

