

SYSTEM KANALIZACJI **Schluff**'a

TECHNIKA KANALIZACJI W CHWILI PRZEŁOMU



**Wymiarowanie i Budowa
Kanalizacji Podciśnieniowej**
Dipl. -Ing. Reinhold Schluff, Kiel/Heikendorf

Spis treści

1. Kanalizacja obszarów wiejskich

- 1.1 Przyczyny dla wprowadzenia szczególnych systemów kanalizacji
- 1.2 Koszty tradycyjnej kanalizacji
- 1.3 Możliwości zmniejszenia kosztów kanalizacji obszarów wiejskich

2. Przegląd historyczny

3. Części składowe kanalizacji podciśnieniowej

4. Działanie kanalizacji podciśnieniowej

5. Obszar kanalizowany kanalizacją podciśnieniową

6. Studzienka przydomowa z zaworem

- 6.1 Wymagania stawiane konstrukcji jak i sprawności studzienek przydomowych

7. Sieć kanalizacyjna

- 7.1 Wyznaczanie ciśnień nominalnych rur PE-HD
- 7.2.1 Przykład obliczeniowy
- 7.2 Obliczenie sieci
- 7.2.2 Przykład obliczeniowy

8. Stacje pompowo-próżniowe

- 8.1 Stacja pompowa z pompowaniem hydraulicznym

- 8.2 Działanie
- 8.3 Obliczenie i budowa stacji pompowo-próżniowej, w której ścieki pompowane będą pompą ściekową
 - 8.3.1 Obliczenie pompy próżniowej
 - 8.3.2 Liczba pomp próżniowych
 - 8.3.3 Dobór pomp na obciążenie podstawowe i szczytowe
 - 8.3.4 Uwagi dotyczące pomp próżniowych
 - 8.3.5 Obliczenie pomp ściekowych
- 8.4 Obliczenie i budowa stacji pompowo-próżniowej, w której ścieki pompowane będą pneumatycznie
 - 8.4.1 Działanie
 - 8.4.2 Obliczenie pompy próżniowej
 - 8.4.3 Obliczenie kompresorów
 - 8.4.4 Obliczenie wymaganego ciśnienia płukania rurociągów ciśnieniowych

9. Nadzór i sterowanie kanalizacją ciśnieniową

- 9.1 Nadzór
- 9.2 Sterowanie

10. Koszty inwestycyjne

- 10.1 Zasady odpisów (amortyzacji)
 - 10.1.1 Sieć kanalizacyjna
 - 10.1.2 Studzienki przydomowe
 - 10.1.3 Stacja pomp

11. Koszty eksploatacji

- 11.1 Koszty energii
- 11.2 Koszty napraw
- 11.3 Koszty osobowe

12. Spis literatury

Wymiarowanie i Budowa Kanalizacji Podciśnieniowej

1. Kanalizacja obszarów wiejskich

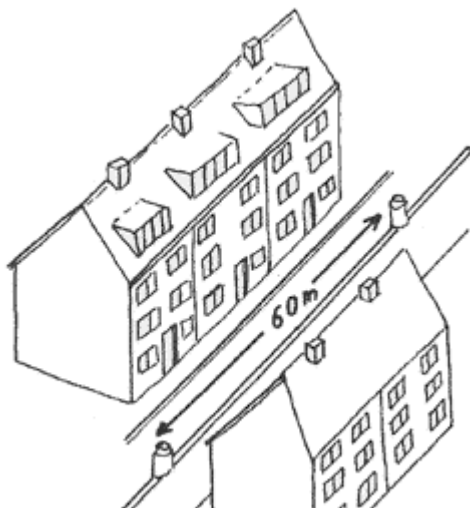
1.1 Przyczyny dla wprowadzenia szczególnych systemów kanalizacji

Istnieje szereg powodów dla których wprowadza się szczególne systemy kanalizacji. Przeważającym jednak powodem jest oszczędność kosztów.

D l a c z e g o ?

1.2 Koszty tradycyjnej kanalizacji

a) w mieście



Na długości kanału 60 m.
 Zabudowa 1 strony:
 3 budynki x 2 mieszkania x 4 piętra = 24 mieszkania
 Zabudowa 2 strony
 3 budynki x 2 mieszkania x 4 piętra = 24 mieszkania
 razem 48 mieszkań x 3 M = około 150 M

Liczba mieszkańców na 1 mb kanału:
 $150 : 60 = 2.5 \text{ M/mb kanału}$

Koszt mb kanału 750,00 DM

Koszt na mieszkańca $750 : 2.5 = 300,00 \text{ DM/Mieszkańca}$

b) na wsł

Na długości kanału

60 m.

Zabudowa 1 strony - 2 domy x 2 mieszkania

Zabudowa 2 strony - 1 dom x 1 mieszkanie

razem 3 mieszkania x 3 M = około 10 M

Liczba mieszkańców na 1 mb kanału:

$10 : 60 = 0.17 \text{ M/mb kanału}$

Koszt mb kanału około 500,00 DM

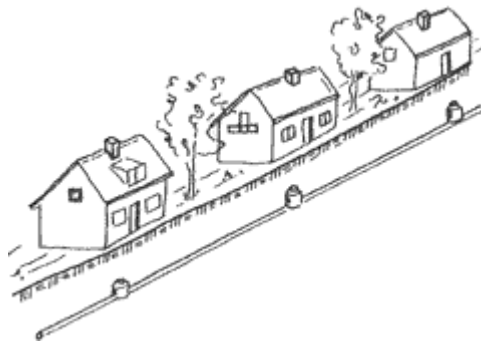
Koszt na mieszkańca $500 : 0.17 = 3000,00 \text{ DM/Mieszkańca}$

Wniosek:

Koszt kanalizacji na wsi jest około 10 razy wyższy aniżeli kanalizacji w mieście

1.3 Możliwości zmniejszenia kosztów kanalizacji obszarów wiejskich

Kanalizacja grawitacyjna



Stosowana jedynie tam gdzie mamy wystarczające spadki.

Kanalizacja ciśnieniowa



Nadaje się szczególnie tam gdzie występują zmienne deniwelacje oraz znaczne rozproszenie osadnictwa

Kanalizacja podciśnieniowa



Wysokie oszczędności tam gdzie jest płasko, gdzie występuje wysoki poziom wód gruntowych oraz mamy złe warunki gruntowe.

2. Przegląd historyczny

Kanalizacja ciśnieniowa ma już ponad 100 lat. W roku 1892 na północ od Paryża na przedmieściu Levallois-Perret 500 parcel z około 15.000 mieszkańców zostało przyłączonych do kanalizacji podciśnieniowej. Chociaż doświadczenia były znakomite, z miarę upływu lat system ten popadł w zapomnienie.

Dopiero w roku 1959 system kanalizacji podciśnieniowej rozwinął dalej Szwed Joel Liljedahl i wypróbował go w praktyce na jednym z osiedli na północ od Sztokholmu.

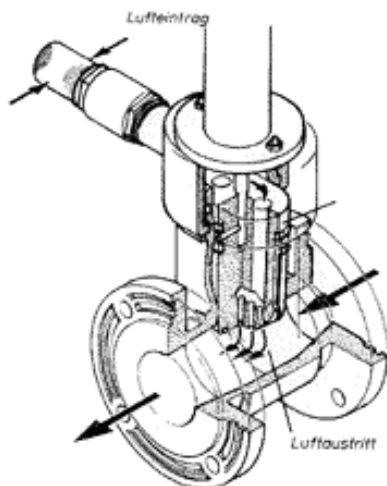
W Niemczech skanalizowana kanalizacją ciśnieniową wiele gmin. Jednak wkrótce po uruchomieniu tych instalacji system okazał się podatny na zakłócenia. Zakłócenia te to przede wszystkim w zaworach studzienek przydomowych sterowanych podciśnieniem. Również budowa stacji pomp oraz forma ułożenia przewodów kanalizacyjnych okazała się niedojrzała.

Z powodu niepewności istniejących systemów oraz coraz to wzbierających kłopotach z kanalizacją podciśnieniową Niemieckie Ministerstwo Badań i Technologii zleciło program badawczy - projekt Nr 02 wa 8327, który miał na celu stworzenie pewnego systemu kanalizacji podciśnieniowej.

Jedno z Przedsiębiorstw Budowlanych wybudowało kompletną kanalizację podciśnieniową z rur przezroczystych.

Na tej kanalizacji można było poznać istotne możliwości poprawy takiej kanalizacji w praktyce.

Jądrzem tej poprawy było opracowanie zaworu w studzience przydomowej z odpornego na ścieranie PCV z elektronicznym sterowaniem i kontrolą. W przeciwieństwie do wszystkich znanych dotąd konstrukcji zaworu wymagane do transportu ścieków powietrze było zasysane bezpośrednio przez zawór. Ilość powietrza jest przy tym dopasowywana do wymaganego stosunku cieczy i powietrza w zależności od zmieniającego się podciśnienia w sieci kanalizacyjnej.



Dzięki temu można oszczędzić do 60% kosztów energii.

Znane do tego czasu techniki transportu ścieków zostały dzięki temu nowemu pomysłowi rewolucyjnie zmienione.

Zawór został poddany ekstremalnie twardym próbom trwałości przy ściekach stanowiących mieszaninę szmat, środków piorących, papieru i piasku.

Po 300 000 zadziałań zawór pozostawał dalej szczelny a jego wielkość wytarcia ledwo wyczuwalna.

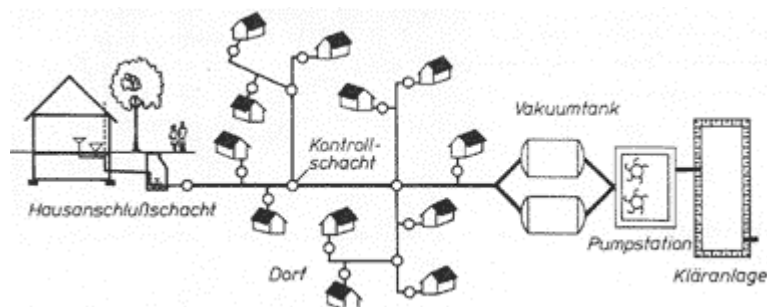
Zważywszy, że odprowadzenie ścieków z domku jednorodzinnego wymaga około 3 000 zadziałań zaworów roku to można teoretycznie założyć, że jego trwałość wynosi około 100 lat.

Instalacja eksperymentalna pozwoliła na przeprowadzenie szeregu badań i pomiarów prowadzących do całkiem nowej znajomości rzeczy oraz opracowania niezawodnego systemu transportu ścieków.

Nowym rozwiązaniem było również opracowanie próżniowo-pneumatycznej stacji pompowej, która znacząco zmniejszyła koszty eksploatacji oraz konserwacji a zarazem zmniejszyła koszty jej budowy o prawie 50% i o tyle samo zwiększyła jej niezawodność.

W opisie historycznym nie można nie wspomnieć tego, że wszystkie samoloty, statki pasażerskie oraz koleje odprowadzają ścieki w technologii podciśnieniowej.

3. Części składowe kanalizacji podciśnieniowej



Studzienka przydomowa, w której wpływające do niej ścieki w dozowanych ilościach przekazywane będą do sieci kanalizacyjnej.

Sieć kanalizacyjna, do transportu ścieków

Stacja pomp, w której wytwarzane jest podciśnienie pomocne przy transporcie ścieków.

4. Działanie kanalizacji podciśnieniowej

Znajdujące się w stacji pomp pompy próżniowe wytwarzają w zbiornikach ścieków podciśnienie rzędu 0.6 do 0.7 bara w stosunku do ciśnienia atmosferycznego. Podciśnienie to przenosi się przez rurociągi kanalizacji podciśnieniowej do studzienek przydomowych. Skoro tylko w studzience zgromadzą się ścieki, układ sterujący otwiera zawór i ścieki wraz z domieszką powietrza odessane zostaną w kierunku stacji próżniowo-pompowej. Powietrze i ścieki dostają się stopniowo do zbiorników ścieków. Gdy zbiorniki na ścieki wypełnią się

wówczas z pomocą pomp ściekowych ścieki zostaną przetransportowane dalej od miejsc ich oczyszczenia i obróbki na oczyszczalni ścieków.

Przy wymaganym ciśnieniu tłoczenia większym aniżeli 30 m H_2O transport ścieków winien odbywać się pneumatycznie.

5. Obszar kanalizowany kanalizacją podciśnieniową

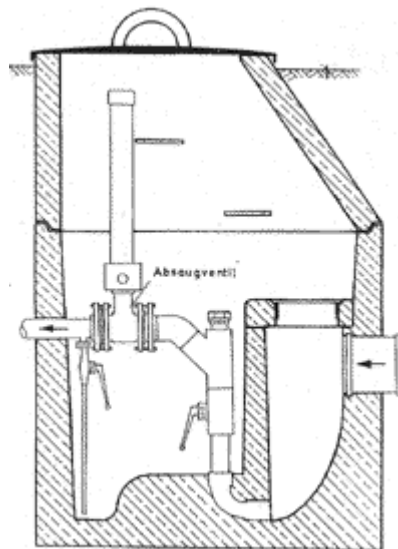
Zasadniczo średnica obszaru kanalizowanego nie powinna być większa aniżeli cztery kilometrów. W takim wypadku stacja pomp winna znajdować się w środku. Głębokości na końcówkach rurociągów w stosunku do stacji pomp nie powinny być większe aniżeli:

przy 2,0 km 0,80 m
 przy 1,5 km 1,20 m
 przy 1,0 km 1,60 m
 przy 0,75 km 2,00 m

Głębokości studzienek przydomowych należy uwzględniać tu analogicznie tak samo w stosunku do całkowitej długości rurociągu. Transport ścieków z większej głębokości jest możliwy jedynie przy odpowiednim ustawieniu otwarcia wlotu powietrza. Większe obszary należy dzielić na mniejsze z swoimi własnymi stacjami próżniowo-pompowymi, które winno łączyć się rurociągami ciśnieniowymi.

Można w ten sposób obszar kanalizowany rozciągnąć na duże powierzchnie.

6. Studzienka przydomowa z zaworem



Przykład: studzienka przydomowa z elektr. sterowanym zaworem i aut. wlotem powietrza

Ścieki poprzez przykanalik grawitacyjny dostają się do komory zbiorczej studzienki przydomowej. W momencie wypełnienia jej ściekami sensor elektroniczny otwiera zawór. Powietrze wpływa podczas cyklu otwarcia do komory mieszania, miesza się z ściekami i w postaci mieszanki powietrza i ścieków wpływa z zaworu do sieci kanalizacji podciśnieniowej. Zawór jest otwierany hydraulicznie oraz zamykany z siłą około 260 kG.

Są również zawory sterowane pneumatycznie, które w zależności od podciśnienia zamykają się i otwierają.

6.1 Wymagania stawiane konstrukcji jak i sprawności studzienek przydomowych

Wymagania stawiane studzienkom:

szczerne
nie podlegające wyporowi
mrozoodporne
proste w montażu

Wymagania stawiane zaworom :

drożność pozwalająca na uniknięcie zatkania oraz strat energii
otwarcie niezależne od ciśnienia
zamykane bez zabiegów z zewnątrz
przepuszczanie ścieków z równoczesnym domieszczeniem powietrza
wieloletnia trwałość oraz bezobsługowość
muszą wytrzymać minimum 250 000 zadziałań - zgodnie z normami europejskimi

7. Sieć kanalizacyjna

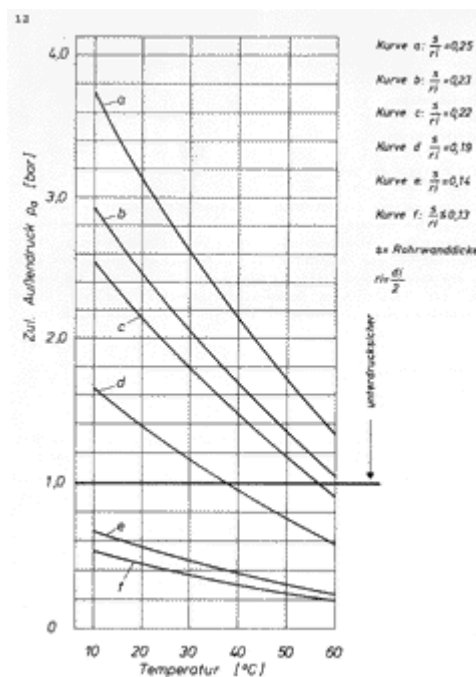
Materiał na rurociągi

Sieć winna być wykonana z twardego PCV zgodnie go z normą DIN 8061/62 PN 10 lub PE-DH wg DIN 8074/75 o średnicach DN 65, DN 80, DN 100 i DN 125.

7.1 Wyznaczanie ciśnień nominalnych rur PE-HD

Przy rurach PE-HD należy zwrócić uwagę na dobór ciśnienia PN, ponieważ w zależności od temperatury i podciśnienia może dojść do odkształceń a co za tym idzie do zmniejszenia światła rury.

Wymagane PN można wyliczyć z tabeli podanej niżej. Należy tu zwrócić uwagę na to, że temperatura około 35° C nie powinna zostać przekroczona.



Dopuszczalne ciśnienie zewnętrzne wzgl. granice stosowania przy obciążeniu podciśnieniowym rur PE-HD

7.1.1 Przykład obliczeniowy

Wymagana średnica rury DN 125

wyberamy:
Rura PE-HD 125 x 7,1 PN 6
s = 7,1 mm , di = 110,8 mm

Wyznaczenie krzywej

$$r_i = \frac{d_i}{2} = \frac{110,8}{2} = 55,40$$

$$\text{Kurve } x = \frac{7,1}{55,40} = 0,13$$

Brak takiej krzywej na wykresie. Powtarzamy obliczenie dla następnego ciśnienia nominalnego PN.

wyberamy:
Rura PE-HD 125 x 11,4 PN 10
s = 11,4 mm , d_i = 102,0 mm

Wyznaczenie krzywej

$$r_i = \frac{d_i}{2} = \frac{112}{2} = 51$$

$$\text{Kurve } x = \frac{11,4}{51} = 0,22$$

Wynik:

Wybrana rura jest przy temperaturze 35° C wytrzymała na podciśnienie.

7.2 Obliczenie sieci

Przy obliczeniu sieci kanalizacji podciśnieniowej należy uwzględnić następujące czynniki:

Liczbę mieszkańców
Ilość ścieków

Q = 150 l/M/dzień, wód obcych nie trzeba uwzględniać

Przepływ maksymalny godzinowy na mieszkańca Q₈

$$Q = \frac{000000150}{00008 \times 60 \times 60} = 0,005 \text{ E (l/s)}$$

Parametry dodatkowe

Przy obliczeniu sieci poniższe parametry odgrywają zasadniczą rolę:

ukształtowanie pionowe ułożenia rurociągu
równomierność otwarcia zaworu przydomowego
prędkość przepływu
przepustowość podciśnieniową
jak też zwiększony dopływ ścieków przy późniejszym dogęszczeniu zabudowy

Na podstawie doświadczeń okazało się, że ilość ścieków na mieszkańca należy zwiększyć o 65 % czyli pomnożyć przez współczynnik nierównomierności

$$f_z = 1,65$$

$$Q = 0,005 \times 1,65 \times 1 \text{ M(l/s)} = 0,00825 \times \text{E(l/s)}$$

Strata tarcia h_r

Wielkość szorstkości

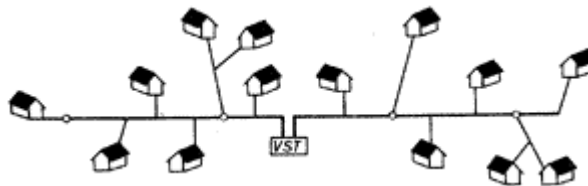
Stratę tarcia oblicza się równanie Prandta - Colebrooka.

wielkość szorstkości przyjmuje się k_b = 0,25 mm

Strecke	Länge	Ein- wohner E x 0,00825	Abwasser- anfall	Gesamt- abfluß	Rohr- durch- messer	Druck- linien- gefälle	Erhöhtes Druck- linien- gefälle	Rohr- reibungs- verluste	Bemer- kungen
von bis	l m	E	l/s	Q l/s	DN mm	J _r ‰	J _r x 1,5 ‰	h _r mWS	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₁ A ₄	100	20	0,165	0,165	65	0,10	0,15	0,015	
A ₄ A ₅	300	60	0,495	0,66	80	0,40	0,60	0,180	
a ₁ A ₃	200	40	0,33	0,33	65	0,225	0,337	0,067	
A ₅ A ₆	150	30	0,247	1,237	80	1,25	1,875	0,281	
A ₄ A ₂	150	30	0,247	1,484	80	1,80	2,70	0,405	
A ₃ A ₂	200	50	0,412	1,896	80	2,80	4,20	0,840	
A ₂ A ₁	150	35	0,288	2,184	100	1,20	1,80	0,270	
A ₁ Vak.	150	35	0,288	2,472	100	1,60	2,40	<u>0,360</u>	
								2,418	< 3,0
B ₃ B ₆	100	25	0,206	0,206	65	0,10	0,15	0,015	
B ₆ B ₇	140	35	0,288	0,494	80	0,24	0,36	0,050	
b ₃ B ₇	80	35	0,288	0,288	65	0,18	0,27	0,021	
B ₂ B ₅	160	35	0,288	1,070	80	0,95	1,425	0,228	
B ₆ B ₅	150	35	0,288	1,358	80	1,50	2,25	0,337	
B ₃ B ₄	160	30	0,247	1,605	80	2,10	3,15	0,504	
B ₄ B ₃	100	20	0,165	1,770	80	2,40	3,60	0,360	
B ₃ b ₄	110	20	0,165	0,165	65	0,10	0,15	0,016	
b ₄ B ₅	210	55	0,453	0,618	80	0,36	0,54	0,113	
B ₅ B ₂	150	40	0,330	2,718	100	1,85	2,775	0,416	
b ₁ b ₂	100	20	0,165	0,165	65	0,10	0,15	0,015	
b ₂ B ₂	240	50	0,412	0,577	80	0,32	0,48	0,115	
B ₂ B ₁	120	30	0,247	1,542	125	0,30	1,395	0,167	
B ₁ Vak.	120	30	0,247	3,789	150	0,46	0,69	<u>0,082</u>	
								2,439	< 3,0
								0,4	
								2,83,9	< 3,0

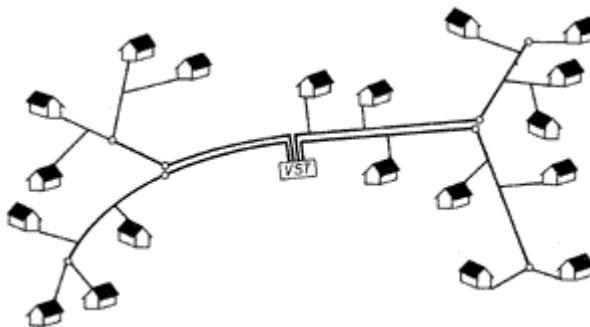
Podciśnienie w stacji pompowo-próżniowej 0,60 bar
 powiększona strata ciśnienia 0,28 bar
 podciśnienie w najgłębiej położonej studzience przydomowej 0,32 bar

Taki sposób liczenia okazał się poprawny w gminach gdzie przeważająca ilość domów podłączona była do jednej gałęzi kanalizacji podciśnieniowej a jej odgałęzienia były krótkie.



Przy większych rozgałęzieniach a w szczególności tam, gdzie obszary kanalizowane leżą na różnych wysokościach celowym jest poszczególne obszary kanalizowania przyporządkować odrębnym sieciom kanalizacji podciśnieniowej

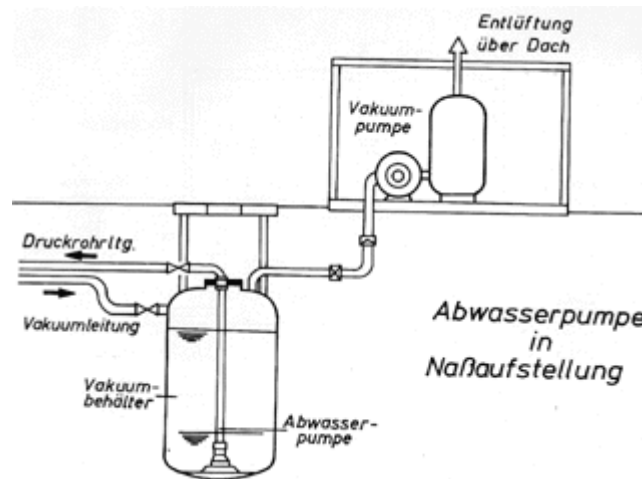
Podział taki na większą ilość gałęzi (kolektorów - JM), prowadzi do zmniejszenia średnic i zmniejszenia kosztów. Dodatkowo prowadzi to do mniejszego zużycia energii gdy tak zorganizujemy sieć kanalizacji podciśnieniowej.



8. Stacje pompowo-próżniowe

Istnieją dwa rodzaje stacji pompowo-próżniowych różniących się zasadniczo między sobą.

8.1 Stacja pompowa z pompowaniem hydraulicznym



Przed stacją pompowo-próżniową znajdują się pod powierzchnią ziemi co najmniej dwa zbiorniki na ścieki o pojemności 10 - 12 m³. W nich instaluje się pompy ściekowe pracujące w tzw. technologii "mokrej" (). Na powierzchni instaluje się pompy próżniowe najczęściej w formie zabudowy kontenerowej.

8.2 Działanie

Pompy próżniowe wytwarzają w zbiorniku ściekowych podciśnienie, które wysysa z sieci kanalizacji podciśnieniowej ścieki. Ze zbiorników tych ścieki dalej przesyłane są do oczyszczalni ścieków hydraulicznie poprzez rurociągi ciśnieniowe.

Możliwa manometryczna wysokość pompowania wynosi około 30,0 m.

8.3 Obliczenie i budowa stacji pompowo-próżniowej, w której ścieki pompowane będą pompą ściekową Część naziemna

Jako część naziemną buduje się w przeważającej ilości przypadków kontenerową stację próżniową z zabudowanymi pompami próżniowymi, urządzeniami przełączającymi i sterującymi.

8.3.1 Obliczenie pompy próżniowej

Pobór powietrza

Pobór powietrza w stacji pompowo-próżniowej zależy głównie od następujących czynników:

- liczby przyłączonych mieszkańców oraz ich równoważnika
- liczby mieszkańców przypadających na metr bieżący kanału
- długości sieci kanalizacji podciśnieniowej
- różnicy wysokości geodezyjnej pomiędzy stacją pompowo-próżniową a najniższym punktem kanalizowanego obszaru.

Nie ma formuły obliczeniowej obejmującej w/w czynniki (występuje też szereg innych czynników).

Dzięki badaniom doświadczalnym zdefiniowano następujące podstawy obliczeniowe:

Wymagana ilość powietrza:

6 litrów powietrza na mieszkańca na minutę (l/m/min)

8.3.2 Liczba pomp próżniowych

Ze względu na możliwość napraw oraz potrzebę zagwarantowania nieprzerwanej pracy systemu stacja pompowo-próżniowa musi być obok pomp próżniowych wynikłych z potrzeb zaopatrzona w dodatkową rezerwową pompę próżniową.

- Stacja próżniowa o wydajności pozwalającej na zainstalowanie jednej pompy winna posiadać pompę próżniową rezerwową o tej samej wydajności.
- Stacja próżniowa o wydajności, którą pokryją dwie pompy winna być wyposażona w rezerwową pompę próżniową o wydajności jednej pompy zainstalowanej.

8.3.3 Dobór pomp na obciążenie podstawowe i szczytowe

Wychodzi się tu z tego, że ścieki dopływają zasadniczo w ciągu dnia pomiędzy godziną 6 rano a 22. Ta zasadnicza ilość ścieków w godzinach szczytowego zrzutu ścieków będzie trzykrotnie w ciągu dnia przekroczona do 100 %. Godziny szczytu występują pomiędzy

6.30 - 8.30
11.30 - 13.30
18.00 - 20.00

Dla uniknięcia wysokiego szczytowego poboru prądu pompy winny być tak dobrane aby - np. przy wyborze dwóch pomp zasadniczych - jedna pompa mogła spompować podstawowe obciążenie ściekami a druga pracowała jedynie w godzinach szczytu.

Zasadniczo winno się dążyć do tego aby obliczona ilość powietrza była rozdzielona na większą ilość pomp o mniejszym wydatku.

8.3.4 Uwagi dotyczące pomp próżniowych

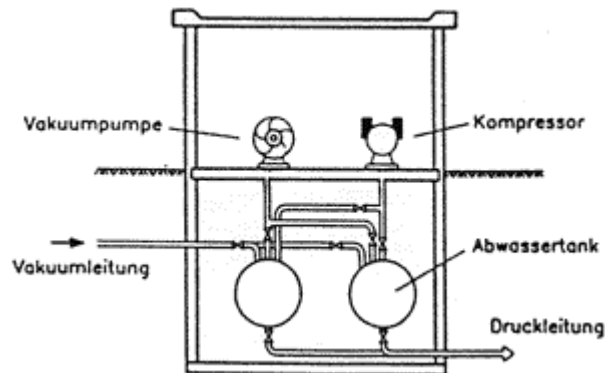
Korzystne jest instalowanie pomp próżniowo-cieczowych pierścieniowych. Pompy takie wytwarzają podciśnienie cieczą w pierścieniu wodnym a tym samym nie wymagają smarowania ani konserwacji.

8.3.5 Obliczenie pomp ściekowych

Obliczenie pomp ściekowych należy wykonywać w oparciu o procedury podane w wytycznych ATV (Niemieckie Stowarzyszenie Techników Sanitarnych).

8.4 Obliczenie i budowa stacji pompowo-próżniowej, w której ścieki pompowane będą pneumatycznie

Stacja pompowo - próżniowa z pneumatycznym pompowaniem ścieków



Stacja taka składa się z dwóch części, ułożonych jedna na drugiej. W dolnej części (podziemnej) znajdują się co najmniej dwa zbiorniki na ścieki, które pracują przemienne raz jako podciśnieniowe a raz jako ciśnieniowe.

W części górnej (naziemnej) znajdują się pompy próżniowe i kompresory do pneumatycznego przepompowywania ścieków.

8.4.1 Działanie

Pompa próżniowa wytwarza w zbiorniku ściekowym podciśnienie rzędu 0,6 do 0,7 bar w stosunku do ciśnienia atmosferycznego. Do zbiornika tego zasysane są ścieki z sieci kanalizacji podciśnieniowej, do której podłączone są kanalizowane domy. Po wypełnieniu się takiego zbiornika ściekami automatycznie zamyka się rurociąg podciśnieniowy, którym dopływały ścieki. Otwarty zostaje w tym momencie rurociąg ciśnieniowy odprowadzający ścieki do oczyszczalni. Ścieki ze zbiornika będą przesyłane pneumatycznie powietrzem wtłaczanym do zbiornika przez kompresor. Podczas wypompowywania ścieków z zbiornika nie ma żadnej przerwy w działaniu instalacji bowiem działa drugi zbiornik ścieków, który przejmuje rolę zbiornika ssącego.

Możliwa manometryczna wysokość pompowania wynosi w tym systemie około 120 m co pozwala na przepompowywanie ścieków na większe odległości, do oczyszczalni zdecydowanie bardziej odległych.

8.4.2 Obliczenie pompy próżniowej

Pobór powietrza

jak przy hydraulicznej stacji pompowo-próżniowej

Liczba pomp próżniowych

jak przy hydraulicznej stacji pompowo-próżniowej

Dobór pomp na obciążenie podstawowe i szczytowe

jak przy hydraulicznej stacji pompowo-próżniowej

8.4.3 Obliczenie kompresorów

W przeciwieństwie do hydraulicznego pompowania ścieków, przy którym ścieki są pompowane pompami ściekowymi tu transport ścieków odbywa się pneumatycznie przez ciśnienie powietrza wytworzone w kompresorach.

Zebrane w zbiornika ściekowych ścieku będą tu teraz wydmuchiwane. Przy doborze kompresorów należy brać pod uwagę następujące czynniki:

- dopływ ścieków Q_s
- pojemność zbiornika ścieków V_k
- czas wypełniania zbiornika t_f
- opóźnienie t_v (czas przełączenia zaworu, czas wyrównania ciśnień)
- czas opróżnienia zbiornika
- wysokość ciśnienia
- przepływ wydmuchiwanych ścieków Q_{ab}

Uwaga

Procedura obliczeniowa podana jest w książce autorstwa R. Schluffa " Kanalizacja podciśnieniowa - odprowadzenie ścieków w terenach wiejskich).

8.4.4 Obliczenie wymaganego ciśnienia płukania rurociągów ciśnieniowych

Uwagi ogólne:

Płukane powietrzem, zamknięte przewody (rurociągi) kanalizacyjne dają pewną możliwość transportu ścieków na dalsze odległości. Technologia ta o tyle nadaje się szczególnie do kanalizacji bowiem pozwala na transport ścieków do oczyszczalni z odległych miejsc. Płukanie ciśnieniowe pneumatyczne dodatkowo zmniejsza czas przebywania ścieków w rurociągach. Po każdym płukaniu względnie opróżnieniu zbiornika ścieków powietrze dostaje się do rurociągów, które to powietrze z jednej strony służy do transportu ścieków ale z drugiej strony tworzy w rurociągu poduszki powietrzne, które utrudniają znacząco odpływ.

Tworzenie się tych poduszek ma częściowo całkiem przypadkowy charakter, niemniej jednak pozwala na zdefiniowanie stopnia wypełnienia rurociągu co jest miarodajne dla wymiarowania. Większe poduszki powietrza gromadzą się po jednym płukaniu za najwyższymi punktami rurociągu w odcinkach opadających. Na tych odcinkach mamy przepływ ścieków o swobodnym zwierciadle wody - lub inaczej przepływ częściowo wypełnionym przekrojem. Zjawisko to występuje we wszystkich częściach rurociągu, w których spadek samego rurociągu (J) jest większy od spadku linii energii przy pełnym wypełnieniu przekroju (Jv). Przy przyjęciu, że w na tych odcinkach mamy przepływ równomierny stacjonarny to wówczas linia ciśnień jest równoległa do osi rurociągu, stąd może wynikać, że wysokość strat energii będzie większa aniżeli w odcinkach bez poduszek powietrza. Te mniejsze drożności rurociągu wynikające z tego faktu muszą zostać zrekomensowane większym ciśnieniem płukania. W pewnych okolicznościach dla wymiarowania płukania miarodajnym może być przyjęcie pełnego wypełnienia rurociągu.

Przy pewnej prędkości przepływu - ilości powietrza - strumień wprowadza w ruch i wypycha te poduszki powietrza.

Formuła definiująca minimalną prędkość przepływu, przy której rurociąg się sam odpowietrzy, ma postać:

$$VK_{min} = (0,825 + 0,25 \text{ ÖJ}) \text{ Ög} * d$$

(wg Wisner, Mohsen, Kouwen "Removal of air from water lines by hydraulic means")

Przy pominięciu spadku otrzymujemy następujące prędkości minimalne dla poszczególnych średnic rurociągów:

1. DN 80 $VK_{min} = (0,825) * 9,81 * 0,08 = 0,75 \text{ m/s}$
2. DN 100 $VK_{min} = (0,825) * 9,81 * 0,10 = 0,82 \text{ m/s}$

3. DN 125 VK min = $(0,825) \cdot 9,81 \cdot 0,125 = 0,91$ m/s
 4. DN 150 VK min = $(0,825) \cdot 9,81 \cdot 0,15 = 1,00$ m/s
 5. DN 200 VK min = $(0,825) \cdot 9,81 \cdot 0,20 = 1,16$ m/s

Przy płukaniu mamy zjawiska niestacjonarne. Tworzą się długie odcinki, w których zbiera się mieszanina wody i powietrza. Jakież szczegółowe ujęcie tego odpływu nie jest możliwe.

W podanej niżej formule, pod warunkiem jednoznacznego rozdzielenia tych dwóch faz woda - powietrze rachunkowy związek pomiędzy prędkością przepływu V a ciśnieniem płukania psp ma postać

$$V = \sqrt{\frac{2 \times d \times (psp + \gamma \times g \times L \times J)}{\gamma \times \rho \times L}}$$

d: Rohrdurchmesser
 ρ : Dichte des Wassers
 g: Fallbeschleunigung
 L: Länge des zu spülenden Wasserpfropfens
 J: Neigung (bei Gefälle positiv, bei Steigung negativ)
 γ : Reibung

należy dążyć do prędkości płukania od 1,0 m/s.

9. Nadzór i sterowanie kanalizacją ciśnieniową

Centralne nadzór oraz sterowanie ma dla kanalizacji podciśnieniowej decydujące znaczenie tak dla pewności jego działania jak też ekonomicznej eksploatacji. Należy odróżniać nadzór (kontrolę) od sterowania.

9.1 Nadzór

Do nadzoru (kontroli) należy samoczynne przekazywanie danych, które podają stan jak też działania studzienki przydomowej oraz stacji pomp, np:

dane z studzienki przydomowej

zatkanie dopływu
 zawór się nie domyka
 woda (ścieki) w studzience

dane z stacji pomp

podciśnienie zbyt duże
 brak ciśnienia
 wypad prądu

Dane te podawane są na kran komputera oraz drukowane na drukarce podłączonej do komputera. Centrum nadzoru, np. oczyszczalnia ścieków, urząd gminy itp. jest w każdej chwili informowana o wszystkich studzienkach przydomowych oraz stacji pompowo-próżniowej. Informacje te podają gdzie wystąpiło zakłócenie, na czym ono polega, jaki jest zasięg zakłócenia oraz jakie narzędzia potrzebne są do usunięcia zakłócenia i naprawy jakiegoś elementu.

Każde zakłócenie może być natychmiast zlokalizowane i usunięte.

9.2 Sterowanie

Sterowaniem są procedury, których wykonanie poprzez polecenie, przynosi się na system, Są tu:

-ustawienie i zmiana czasu otwarcia zaworu
 -sprawdzenie chwilowych różnic ciśnień w systemie i wyrównanie ich na wielkość średnią
 -sprawdzenie ilości ścieków na jedno przyłącze w oznaczonym przedziale czasowym
 i wydrukowanie rachunku

10. Koszty inwestycyjne

Koszty inwestycyjne wykopów, uszkodzeń nawierzchni oraz ich odbudowa może się różnić w zależności od warunków lokalnych.

Dla oceny wstępnej wyznaczenia kosztów winno się przyjąć około 130,00 DM/mb na wykop wraz z ułożeniem rurociągu. Niewielkim odchyleniom podlegać będzie cena poszczególnych składowych systemu kanalizacji podciśnieniowej.

Obejmują one:

dla jednej studzienki przydomowej razem ze sterowaniem i kontrolą (nadzorem) około 4.500,00 DM

Stacja pompowo-próżniowa, gotowa do pracy około 300.000,00 DM
Obudowa stacji, dach, ogrodzenie około 30.000,00 DM

10.1 Zasady odpisów (amortyzacji)

Zgodnie z zaleceniami wytycznych ATV 1.12

10.1.1 Sieć kanalizacyjna

80 - 100 lat, z zależności od staranności ułożenia rurociągów

10.1.2 Studzienki przydomowe

studzienka betonowa i części z PCV około 2.000,DM na 50 lat,2% wielkość średnia
zawór i sterowanie około 2.000,DM na 25 lat,4% wielkość średnia

10.1.3 Stacja pomp

część budowlana 160.000,00 DM na 50 lat, 2,00 %
maszyny i części ruchome 80.000,00 na 15 lat, 6,67 %
zbiornik ściekowy i ciśnieniowy 30.000,00 na 40 lat, 2,50 %

11. Koszty eksploatacji

11.1 Koszty energii

Dla odprowadzania ścieków w technologii podciśnieniowej w zależności od rozciągłości obszaru kanalizowanego 0,10 - 0,35 DM/m³ ścieków

Dla ich przesłania do oczyszczalni w zależności od odległości do oczyszczalni i różnicy wysokości 0,15 - 0,30 DM/m³ ścieków

11.2 Koszty napraw

W odniesieniu do sterowania elektronicznego mamy doświadczenia z 11 kanalizacji podciśnieniowych rozciągnięte w czasie na 10 lat. W kanalizacjach tych problemy napraw nie wystąpiły wcale lub w minimalnym zakresie.

Nie powinny być one wyższe aniżeli 0,1 - 0,2 % składowych systemu.

11.3 Koszty osobowe

Przy kanalizacji podciśnieniowej sterowanej elektronicznie okazało się rozsądnym nie zatrudniać **nikogo**. Po co?

Celowym jest jednak, dwa razy do roku dokonać niezbędnej wymiany oleju w kompresorach przy równoczesnym sprawdzeniu działania składowych systemu przez jakąś fachową firmę, z którą zawarliśmy umowę stałą na taką działalność. Cena takiej usługi winna wynosić około 500,00 - 600,00 DM rocznie.

Kontrolę studzienek przydomowych czy stacji pomp może przeprowadzać na zasadzie zlecenia ktoś z obsługi oczyszczalni lub zorientowana zawodowo osoba. Cena takiej usługi nie powinna przekroczyć 200,00 - 300,00 DM miesięcznie.

Szkolenie takiego personelu winno odbywać się w dwudniowych kursach szkoleniowych, w ramach których przekazana zostanie takim osobom niezbędna wiedza.

12. Spis literatury

Projekt wytycznych: Kanalizacja podciśnieniowa - zasady projektowania, budowy i eksploatacji
Grupa Robocza 1.1.6
Korrespondenz Abwasser 2/85

Nowe doświadczenia z kanalizacją podciśnieniową związane z niezawodnością transportu ścieków
Dipl. Ing. Reinhold Schluff, Heikendorf
Abwassertechnik 4/1986

Wytyczne ATV "Szczególne sposoby odprowadzenia ścieków"
Rurociągi kanalizacyjne płukane sprężonym powietrzem -
zasady projektowania, budowy i eksploatacji
Korrespondenz Abwasser 1/1987

Kanalizacja podciśnieniowa - odprowadzenie ścieków w terenach wiejskich
Dipl. Ing. Reinhold Schluff, Heikendorf 1990

Wytyczne ATV A116, Wrzesień 1992
Szczególne sposoby odprowadzenia ścieków
Kanalizacja podciśnieniowa - Kanalizacja ciśnieniowa

Copyright R. Schluff Heikendorf

[strona początkowa](#) | [strona poprzednia](#) | [adres](#) | [e-mail](#)
[Skontaktuj się z nami](#)