

$i_{\min} = f(\tau_{\min})$,
skąd dla kanalizacji sanitarnej:
 $i_{\min} = 0,815 \cdot 10^{-3} \cdot [D \cdot (R_n/R)]^{-1}$,
gdzie R – promień hydrauliczny dla całkowitego napełnienia, R_n - dla częściowego wynikającego z relacji h/D (szczegółowe materiały pomocnicze w postaci tabelarycznej zawiera dodatek do wytycznej ATV A110).

Zwraca uwagę, że praktycznie nie istnieje prędkość samooczyszczania, można jedynie mówić o prędkości sprzężonej ze spadkiem, jednak w prowadzonych obliczeniach jej wartości mieszczą się w przedziale $0,6 \div 0,85$ m/s, a więc rozrzut wyników jest bardzo duży. Jednocześnie bardzo popularna zależność (znana też jako formuła DIN):

$$i_{\min} = 1/D$$

jest słuszna dopiero dla $h/D \sim 0,3 \cdot B$. Wprowadzenie do kalkulacji naprężenia ścinającego wiąże się z koniecznością istotnego zwiększenia spadku, zależnie od średnicy i wartości stosunku h/D w granicach $10 \div 30\%$. Zwraca uwagę, że dla średnic w granicach $150 \div 300$ mm przy minimalnych przepływach zmniejszenie średnicy nie powoduje istotnej poprawy warunków hydraulicznych w przewodzie.

Trzeba od razu stwierdzić, że uzyskanie tak wysokich wartości spadków na znacznej części obszaru Polski jest po prostu nierealne. W tej sytuacji nie można oczekiwać, iż da się uzyskać warunek samooczyszczania w kanałach o niskich napełnieniach.

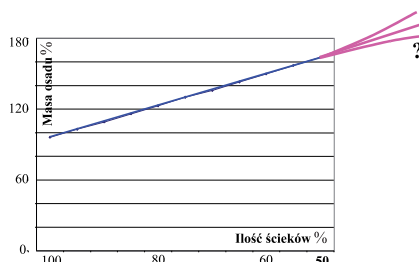
Od początku istnienia współczesnej kanalizacji powszechnie stosowano płukanie, na ogół z wykorzystaniem specjalnych studzienek płuczających. Ten sposób od dłuższego czasu jednak ocenia się jako anachronizm³. Zwraca uwagę wyjątkowo ostra ocena Pechera koncepcji płukania sieci rozdzielczej przy wykorzystaniu wody pochodzenia opadowego¹. Niezależnie od tego problemu trzeba zwrócić uwagę na to, że dość często stosowany jest przy projektowaniu płukania wzór Hansena:

$$Q = [0,4 \cdot f \cdot L^2 \cdot (i_m - i)] / (v_1^2 - v_2^2)$$

$$v_1 = 0,75 \cdot (2gh)^{1/2},$$

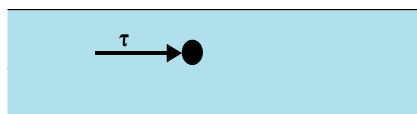
$$i_m = [v_m / (1/n \cdot R_n^{2/3})]^2,$$

$$v_m = v_2 \cdot [1 + \ln(v_1/v_2)] - 0,305 \cdot (v_2^2/v_1^2).$$



Rys. 1. Zmiany gęstości ścieków w miarę ograniczania ich ilości.

Praktycznie pomija on warunki hydrauliczne istniejące w konkretnym przewodzie, ograniczając się do jego „sztywnych” parametrów: pola powierzchni przekroju ($\pi D^2/4$), długości płukanego odcinka (L , zazwyczaj $100 \div 200$ m) oraz



Rys. 2. Naprężenie styczne działające na cząsteczkę.

promienia hydraulicznego ($D/4$). Ostatecznie uzyskiwany efekt to wprowadzenie, niezależnie od stanu eksploatacyjnego (h/D) $50 \div 200\%$ pojemności dla $\varnothing 150$ mm do $10 \div 40\%$ pojemności dla $\varnothing 500$ mm, przy czym jednak w praktyce wzór powinien być przeznaczony do użycia, rozpoczynając od $\varnothing 300$ mm do $\varnothing 500$ mm (kanalizacja ogólnospławna), stąd dolna granica to co najwyżej $22 \div 88\%$ pojemności rurociągu.

Kolejny problem to niska wysokość ciśnienia na wlocie, realne spiętrzenie to co najwyżej $1,0 \div 1,5$ m ponad rurą (równocześnie współczesne samochody ciśnieniowe pozwalają uzyskać wysokość ciśnienia wody płuczającej na poziomie np. $1500 \div 2000$ metrów!). Paradoxem jest to, że zgodnie z uzyskanymi wynikami wyższe spiętrzenie ma pogarszać skuteczność czyszczenia. Ostatecznie mamy do czynienia z wprowadzeniem względnie dużej masy wody pod niskim ciśnieniem, która ma mieć za zadanie usunięcie dużej ilości starego osadu. Spadek, przy którym zeruje się ilość wody

płuczającej ($i = i_m$) to jedynie od 14% (dla $\varnothing 300$ mm) do 7% (dla $\varnothing 500$ mm), są to może wartości wysokie na tle wynikających z formuły ($i_{\min} = 1/D$), ale jednoznacznie bardzo niskie w porównaniu z określonymi wg naprężenia stycznego dla niewielkich napełnień.

Rozwiązanie

Ostatecznie tradycyjne płukanie kanałów stało się po prostu anachronizmem. Poza rozwodnieniem ścieków dopływających do oczyszczalni nie pozwoli na usunięcie osadów zgromadzonych w kanałach i uniknięcie rozwoju procesów gnilnych. Jedynym realistycznym rozwiązaniem problemu pozostaje odpowiednio zorganizowane (dostosowane do lokalnych potrzeb) czyszczenie przy wykorzystaniu samochodów ciśnieniowych. Tu jednak powstaje dodatkowa komplikacja, wynikająca z dość powszechnego w Polsce rozdrobnienia struktur eksploatacyjnych. W efekcie pojawiają się następujące problemy:

- czy zakup wyposażenia eksploatacyjnego i jego późniejsze wykorzystanie mieszczą się w realnych możliwościach konkretnego eksploatatora,
- jakie wyposażenie jest akceptowalne w konkretnych warunkach finansowo-technicznych,
- czy opcja skorzystania ze specjalistycznych usług nie będzie korzystną alternatywą dla zakupu własnego wyposażenia?

I wreszcie na koniec – jaką politykę należy prowadzić na poziomie lokalnym w zakresie kanalizacyjnych studzienek rewizyjnych? Przede wszystkim chodzi tu o ich średnice, zasady rozmieszczania i rozwiązania materiałowe. O tym w jednym z kolejnych artykułów.



prof. dr hab. inż.
Ziemowit Suligowski

1. Pecher R.: Wody przypadkowe w sieci kanalizacyjnej – problem gospodarki wodnej (tłumaczenie artykułu z Korrespondenz Abwasser 12/1998). Gaz Woda i Technika Sanitarna 10/1999.
2. Szczegółowe omówienie zasad prowadzenia obliczeń można znaleźć w katalogu firmy Pipelife oraz w materiałach ATV.
3. Entwurf und Bau von Kanalisationen und Abwasserpumpwerken ATV Handbuch. Red. F. Adamczyk. Ernst und Sohn Verlag, München 1982.