

SANITARNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW MIEJSKICH W LEKKICH GLEBACH LEŚNYCH

Jadwiga Kermen

Ważnym zagadnieniem w kompleksowo prowadzonych badaniach nad utylizacją ścieków miejskich w warunkach środowiska leśnego jest ich oczyszczanie pod względem sanitarnym [1-5, 7].

Jednym z pierwszych zadań z zakresu sanitarnego oczyszczania ścieków było zbadanie wpływu grubości warstwy gleby leśnej na skuteczność filtracji. Badania te prowadzono w 1969 roku, na początku założenia doświadczeń lizymetrycznych na terenie Stacji Hydrologiczno-Leśnej w Puczniewie. Analizy wykazały, że wymogi czystości sanitarnej w ciągu całego sezonu nawodnień spełnia jedynie odciek z lizymetrów o miąższości gleby 150 cm (tab. 1). W odcieku tym wartości miana *coli* typu kałowego (miano *Escherichia coli*) wynosiły od 1 do 10 i mieściły się w granicach normy przewidzianej dla wód śródlądowych II klasy czystości ($\geq 10^{-1}$).

W dwa lata później, w roku 1971, przeprowadzono dalsze badania, których celem było sprawdzenie, jak jednorazowa dawka polewowa ścieków miejskich wpływa na czystość sanitarną odcieku. Stwierdzono, że

Tabela 1

Miano *Escherichia coli* w odcieku z lizymetrów obsadzonych wikliną (dawka ścieku 100 mm, raz tygodniowo, 1 rok doświadczeń)

Grubość warstwy gleby cm	Kolejne zalewy (data)						
	1 27 V	2 3 VI	4 17 VI	6 8 VII	8 29 VII	12 19 VIII	14 2 IX
50	10^{-2}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-4}
100	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-3}
150	10	10	10	10	—	—	1
Miano <i>E. coli</i> w ścieku	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-5}

warunki czystości sanitarnej dla wód powierzchniowych spełnia jedynie odciek z lizymetrów nawadnianych dawką ścieków 25 mm tygodniowo. Wyższe dawki nawodnienia nie gwarantowały czystości sanitarnej odcieku (rys. 1). Podobne wyniki uzyskano również w roku 1972.

Sytuacja uległa zmianie w roku 1973, tj. w piątym roku nawodnień. Analizy, wykonane pod koniec sezonu, wykazały czystość sanitarną odcieku nawet z tych lizymetrów, które były nawadniane dawką ścieków 50 mm. Analizy wykonane w roku 1974 przyniosły wyniki podobne (tab. 2). Fakty te można wytłumaczyć w sposób następujący.

W pierwszym okresie nawodnień gleba filtruje ścieki dobrze. Następnie, w miarę zwiększającej się ilości pól i wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleby, skuteczność filtracji maleje i po pewnym czasie ustala się stan pewnej równowagi charakterystyczny dla danych warunków. Gdy jednak w wyniku wieloletniego nawożenia ściekami zawartość substancji organicznej w glebie wzrasta i kompleks sorpcyjny gleby powiększa się, równowaga ta zostaje przesunięta i ustala się na innym poziomie. Polepsza się również biologiczna sprawność gleby, a z nią prawdopodobnie i rozwój drobnoustrojów antagonistycznych w stosunku do *E. coli*.

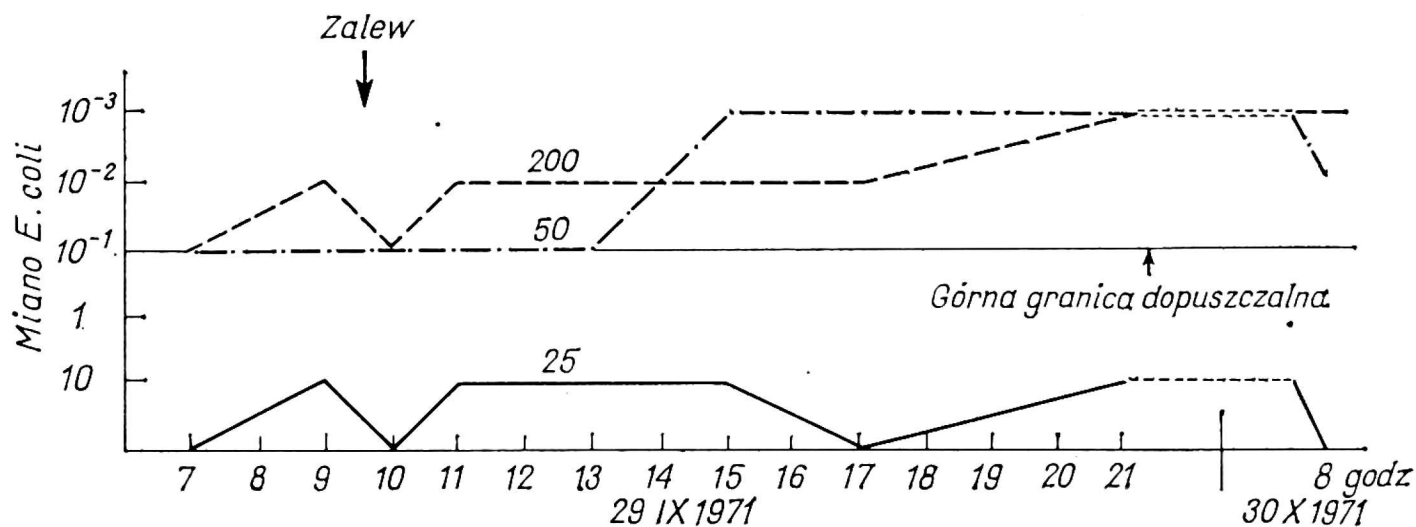
Komórki *E. coli*, a także innych drobnoustrojów chorobotwórczych po pewnym czasie giną w glebie, która jest dla nich środowiskiem obcym, niekorzystnym dla rozwoju [5, 7]. Dowodem na to jest wysoka czystość sanitarna wody odciekającej z lizymetrów po okresie 7-miesięcznej jesienno-zimowej przerwy w nawadnianiu. Również ilość komórek *E. coli* w glebie zmniejsza się w okresie przerwy w nawadnianiu.

Obok badań stanu sanitarnego wody wypływającej z nawadnianych ściekami lizymetrów, badano również czystość sanitarną wody w studzienkach kontrolnych i na poletkach doświadczalnych pod nowymi uprawami leśnymi i na terenie starego drzewostanu sosnowego.

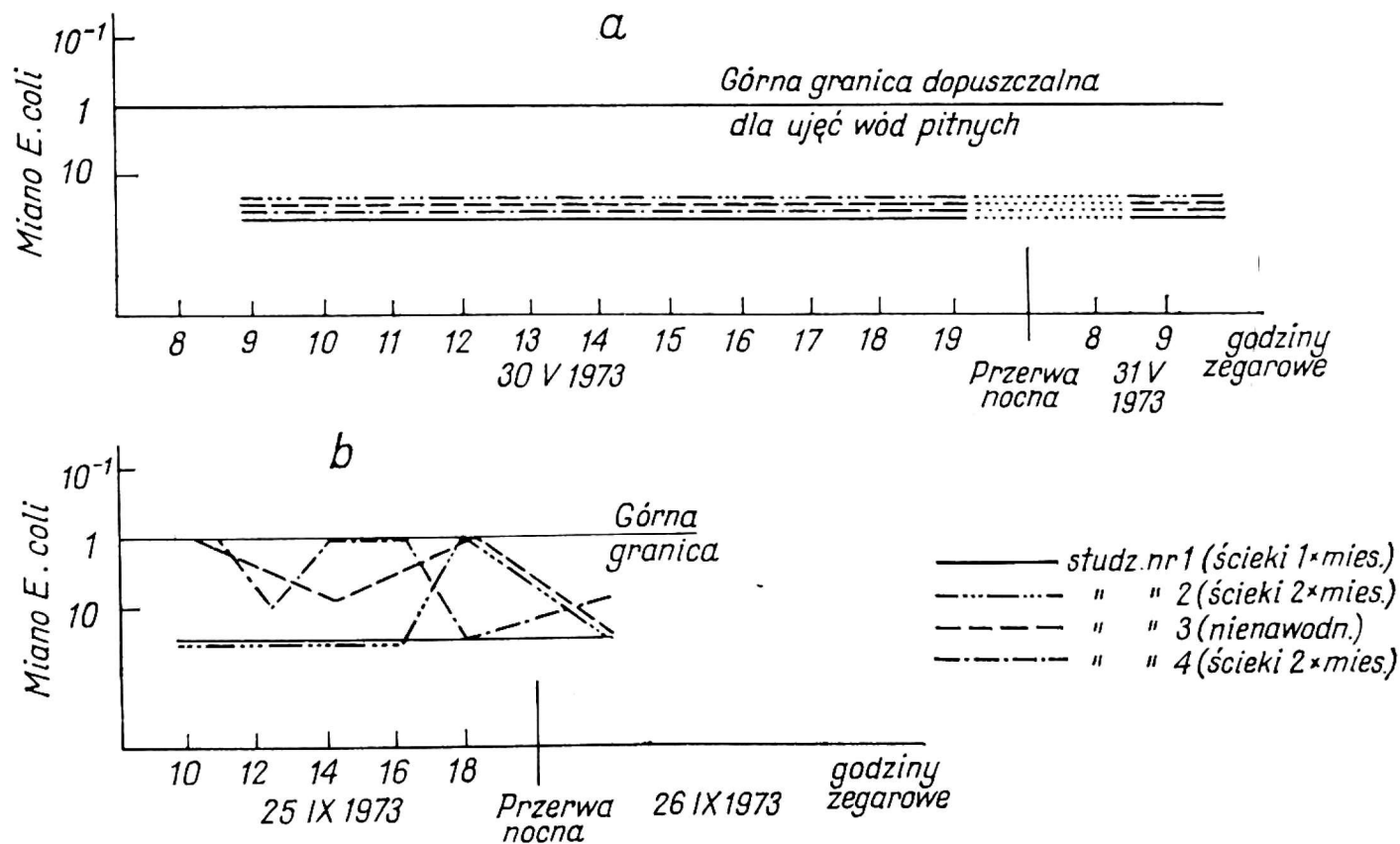
Badania te wykazały, że woda w studzienkach posiada zawsze stopień czystości wymagany dla wód przeznaczonych do ujęć wodociągowych, a w większości analiz nawet wykazuje stopień czystości wymagany dla wód pitnych ze studni płytkich — przy gospodarskich (tab. 3, rys. 2).

Z danych analitycznych zebranych dotychczas wynika, że również rodzaj uprawy ma wpływ na skuteczność filtracji ścieków w badanej glebie leśnej. Spośród trzech badanych upraw: sosny, modrzewia i wikliny, najlepiej filtruje ścieki miejskie wiklina, a najgorzej sosna.

Dotychczasowe wyniki badań wykazują, że gleba jest bardzo skutecznym filtrem sanitarnym. Przy odpowiednio niskim lustrze wody gruntowej i odpowiedniej dawce polewowej można zapewnić stałą czystość przesączającej się wody. Przerwa zimowa w nawadnianiu przywraca w znacznym stopniu czystość sanitarną nawadnianej glebie i całkowitą



Rys. 1. Miano *E. coli* w odcieku spod uprawy modrzewia (lizymetry o miąższości gleby 150 cm; miano *E. coli* w ściekach 10^{-5}); Puczniew, 3 rok nawodnień



Rys. 2. Miano *E. coli* w wodzie pobranej ze studzienek kontrolnych; Puczniew, 3 rok nawodnień

Tabela 2

Miano *Escherichia coli* w odcinku z lizymetrów dużych, o głębokości profilu glebowego 150 cm, nawadnianych ściekami miejskimi raz tygodniowo w sezonie wegetacyjnym 1974 r. (6 rok nawodnień)

Uprawy	Data poboru prób do analiz															
	18 VI		16 VII		27 VIII		17 IX									
jednorazowa dawka polewowa ścieków miejskich w mm																
	25	50	100	200	25	50	100	200	25	50	100	200				
Sosna	10	10 ⁻¹	1	10 ⁻²	10	10	1	10 ⁻²	10	1	10 ⁻³	10 ⁻⁴	1	1	10 ⁻¹	10 ⁻³
Modrzew	1	b.o.	1	10 ⁻¹	1	b.o.	10 ⁻¹	10 ⁻²	1	b.o.	1	10 ⁻²	10 ⁻¹	b.o.	1	10 ⁻²
Wiklina	1	1	1	10 ⁻³	b.o.	1	1	10 ⁻²	b.o.	1	1	10 ⁻³	b.o.	10	1	10 ⁻³
Ścieki miejskie	10 ⁻⁵			10 ⁻³			10 ⁻⁴			10 ⁻⁴			10 ⁻⁵			

b.o. — brak oznaczeń.

Tabela 3

Miano *Escherichia coli* w wodzie ze studzienek na poletkach doświadczalnych nawadnianych ściekami miejskimi w 1974 r. (4 rok nawodnień)

Nr studzienki	Nr poletka	Uprawa	Częstotliwość nawodnień	Głębokość studzienki m	Data poboru prób do analiz								
					11 VI	18 VI	9 VII	16 VII	20 VIII	27 VIII	10 IX	17 IX	
6	206	modrzew, sosna			11 VI	18 VI	9 VII	16 VII	20 VIII	27 VIII	10 IX	17 IX	
2	33	6-letnie	nie nawadniane	5,4	> 100	> 100	> 100	33	50	> 100	50	50	
9	566	topola 3-letnia	2 razy miesięcznie	2,1	> 100	> 100	17	> 100	50	11	17	33	
1	527	sosna 40-letnia	2 razy miesięcznie	4,4	> 100	50	50	33	20	50	11	11	
		sosna 11-letnia	1 raz miesięcznie	2,8	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	100	50	50	

czystość sanitarną odciekającej wody, nawet wtedy, gdy gleba jest nawadniana w okresie wegetacyjnym wysoką dawką ścieków — 200 mm tygodniowo.

LITERATURA

1. Boćko J., Paluch J.: Oddziaływanie nawodnień ściekami miejskimi na stan sanitarny wód gruntowych. Zesz. nauk. WSR Wroc., ser. Melioracje XV, nr 90, 1970, s. 49-59.
2. Boćko J., Jankiewicz L.: Zmniejszenie ilości bakterii w ściekach po przefiltrowaniu ich przez glebę o różnych stosunkach powietrzno-wodnych. Zesz. nauk. WSR Wroc., ser. Melioracje IX, nr 56, 1964, s. 81-84.
3. Gudding R., Krogstad O.: The persistence of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in fine grained soil. Acta Agric. Scand. 25(4), 1975, s. 285-288.
4. Hill D. E.: The purifying power of soil. Horticulture, 52, nr 2, 1974, s. 30-31.
5. Miller R. H.: The soil as a biological filter. (w) Recycling treated municipal wastewater and sludge through forest and cropland. The Pennsylvania State University Press, 1973, s. 71-94.
6. Sopper W. E., Kardos L. T.: Effect of municipal wastewater disposal on the forest ecosystem. J. Forestry, 70, nr 9, 1972, s. 540-545.
7. Wierzbicki J.: Badania terenów nawadnianych wodami ściekowymi pod względem higieniczno-sanitarnym — Znaczenie wykorzystania ścieków do nawadniania użytków rolnych i leśnych. Acta Microb. Polon., nr 4, 1961, s. 425-428.

Я. Кэрмэн

САНИТАРНАЯ ОЧИСТКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД В ЛЕГКИХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

Резюме

От 1969 г в Отделе водного хозяйства Научно-исследовательского института лесного хозяйства ведутся испытания в условиях лизиметрических опытов по санитарной очистке городских сточных вод, в лесных почвах, в культуре сосны, лиственницы и ивы. Испытывается санитарную чистоту городских сточных вод применяемых для орошения, воду вытекающую из лизиметров а также орошаемую почву.

На основании до сих пор проведенных испытаний констатировано, что эффективность почвы в качестве биологического фильтра зависит от однократной дозы орошения сточными водами, толщины слоя почвы и культуры. Применяя дозы стоков 25 мм (25 литров на 1 м² площади) один раз в неделю за вегетационный период на почву, глубиной почвенного разреза 150 см, можно заметить что почва эффективно исполняет роль санитарного фильтра для городских сточных вод о значений коли калового типа до 10⁻⁶. После нескольких лет применения орошений сточными водами фильтрационные способности почвы возрастают, обеспечивая санитарную чистоту воды вытекающей из лизи-

метров, для дозы полива сточными водами 50 мм а даже, в случае культуры ивы, 100 мм. Полугодовой зимний перерыв в орошению обеспечивает санитарную чистоту вытекающей воды даже от тех вариантов, в которых за вегетационный период применяется орошение дозой 200 мм сточных вод.

J. Kermen

SANITARY CLEANING OF MUNICIPAL SEWAGE IN LIGHT FOREST SOILS

Summary

Studies on sanitary cleaning of municipal sewage in forest soils under pine, larch, and basket willow are being carried out under conditions of lysimetric experiments since 1969 by the Section of Water Management, Institute of Forest Research. Studies include: sanitary cleanness of municipal sewage applied in irrigation, that of water percolating from lysimetric, and of an irrigated soil.

It was found on the basis of recent studies that the effectiveness of soil as a biological filter depends upon single application dose of sewage, thickness of soil layer, and upon cultivation. With the sewage dose of 25 mm (25 litres per 1 m² of area) applied once a week during vegetation season on the soil with 150 cm depth of soil profile, soil under all plantations efficiently performs the role a sanitary filter for municipal sewage with the value of coli of faecal type up to 10⁻⁶. Following to several years of irrigation with sewage, filtration capacity of soil improves, assuring the sanitary cleanness of the water percolating from lysimeters under the use of irrigational dose of 50 mm of sewage, and even in the of willow plantation — that of 100 mm. Semi-annual winter interruption in irrigation assures the sanitary cleanness of percolating water even from those combinations, which during a season were receiving a 200 mm dose of sewage.

Dr Jadwiga Kermen

Instytut Badawczy Leśnictwa — Zakład Gospodarki Wodnej

Warszawa, ul. Wery Kostrzewy 3

Kierownik Zakładu: doc. dr Feliks Białkiewicz