

## LEŚNE OCZYSZCZANIE I WYKORZYSTANIE ŚCIEKÓW PRZEMYSŁU LNIARSKIEGO

*Miroslaw Kurhański*

### WSTĘP

W dobie rewolucji naukowo-technicznej zagrożenie środowiska człowieka wzrasta niepokojąco szybko. W rezultacie trwałego pogłębiania się tego procesu ogłoszono w ostatnich latach zbliżanie się „kryzysu bytu człowieka w jego środowisku” [3]. Zagadnienia te w widocznej formie ujawniły się w naszych zasobach wodnych oraz gospodarce wodno-ściekowej.

Jak udowodniły prowadzone dotychczas prace doświadczalne, największe możliwości ograniczenia negatywnych procesów w gospodarce wodnej (retencjonowania wody, wyrównania odpływu oraz pełnego i skutecznego oczyszczania wód ściekowych) istnieją w systemie glebowo-gruntowym poprzez umiejętną regulację stosunków wodnych w ekosystemach leśnych i rolnych [5].

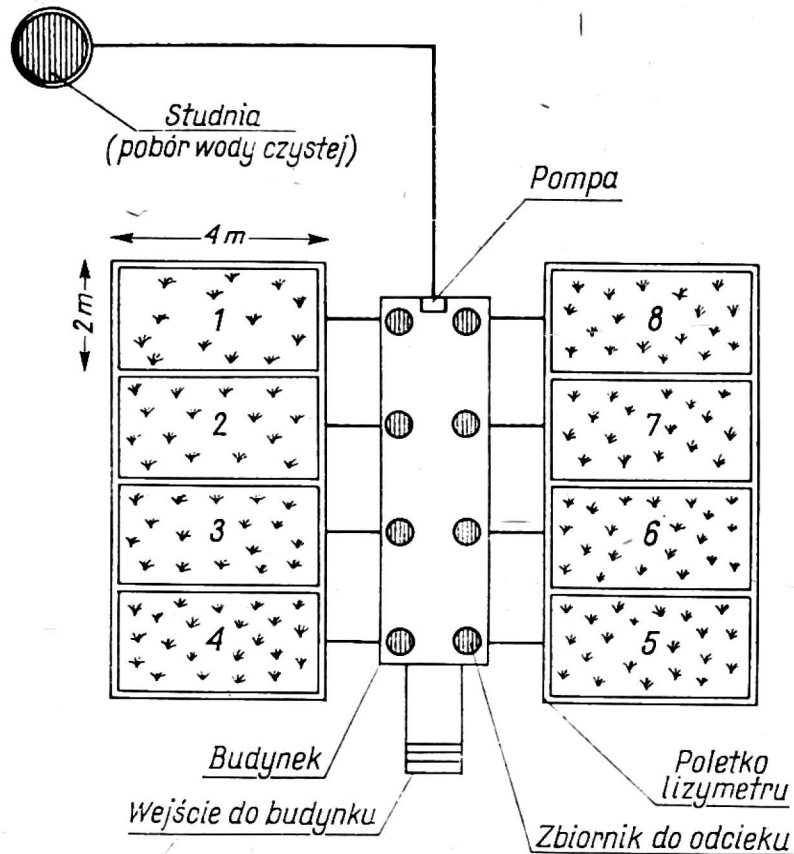
Prowadzone w latach 1968-1974 badania w lizymetrach miały na celu pełne oczyszczenie wód ściekowych przemysłu lniarskiego i ich całkowite gospodarcze wykorzystanie, a więc zastosowanie wody, składników mineralnych i organicznych w produkcji rolniczej i leśnej oraz ponowne użycie odzyskanej czystej wody w procesach przemysłowej produkcji [1, 5].

### ZAŁOŻENIA METODYCZNE

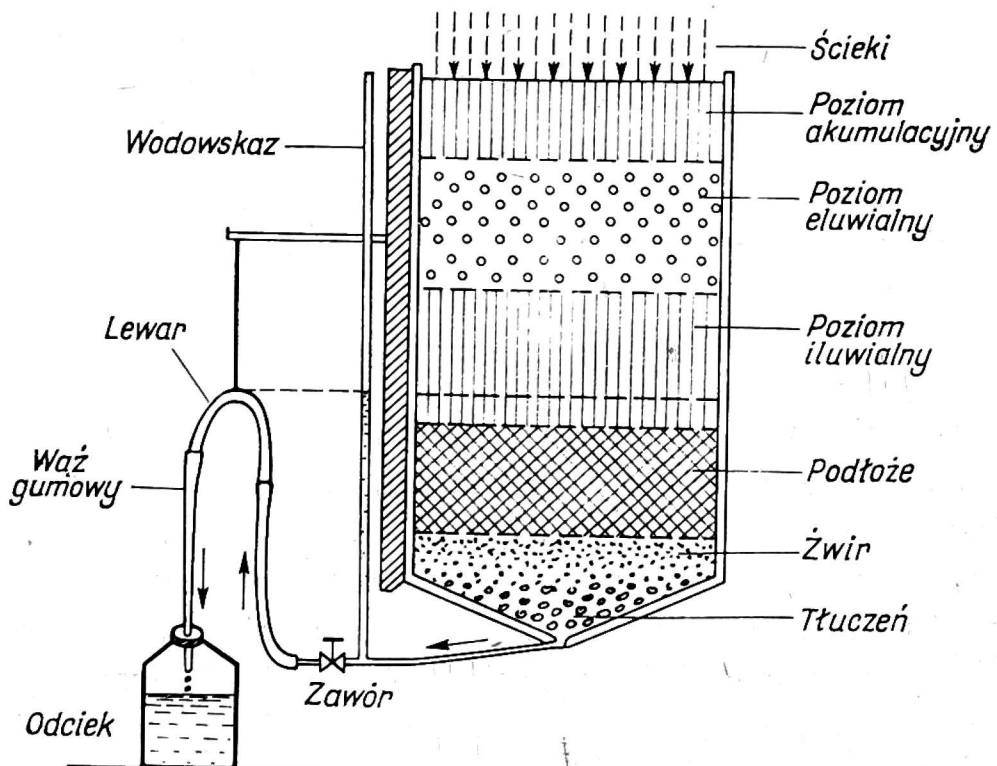
Badanie stopnia oczyszczenia wód ściekowych przemysłu lniarskiego przeprowadzono w latach 1968-1974 metodą lizymetryczną w Witaszycach koło Jarocina. Stacja lizymetrów użytych do badań składała się z ośmiu prostopadłościennych, zbrojonych zbiorników betonowych o wymiarach  $2 \times 4$  m, głębokości 175 cm i powierzchni uprawnej  $8 \text{ m}^2$  każdy (rys. 1 i 2). W badaniach tych uwzględniono następujące zróżnicowane, jednorazowe i roczne dawki nawadniające:

- Lizymetr I — nie nawadniane
- „ II —  $1 \times 15$  mm ścieków w tygodniu,

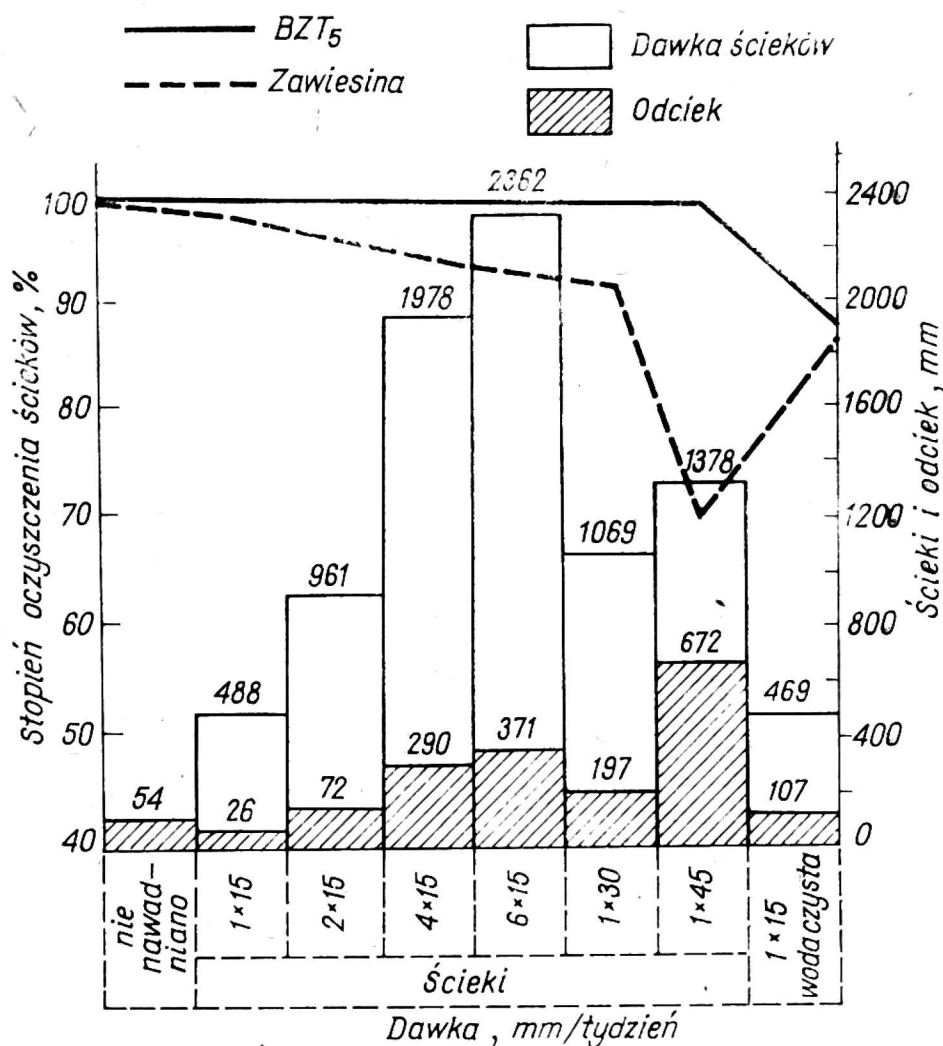
Lizyometr	III	—	2 × 15	mm ścieków w tygodniu,
„	IV	—	4 × 15	„ „ „ „
„	V	—	6 × 15	„ „ „ „
„	VI	—	1 × 30	„ „ „ „
„	VII	—	1 × 45	„ „ „ „
„	VIII	—	1 × 15	mm czystej wody w tygodniu.



Rys. 1. Szkic rozmieszczenia lizyometrów



Rys. 2. Schemat budowy lizymetru w Witaszycach



Rys. 3. Wpływ dawek nawadniających na stopień oczyszczenia wód przemysłu lniarskiego na podstawie badań lizymetrycznych w latach 1968-1974

Wysokość rocznej dawki ścieków, ścieków i opadów łącznie oraz wielkość odcieku uzyskanego w badaniach lizymetrycznych podano na rysunku 3. Wyniki analizy chemicznej wód ściekowych oraz czystej wody użytej do badań lizymetrycznych w latach 1968-1974 podano w tabeli 1. W każdym roku prowadzonych doświadczeń analizowano czterokrotnie bilans wodny i pokarmowy, badając skład chemiczny ścieków i wody czystej oraz odcieku.

W ciągu siedmioletniego cyklu badań codziennie mierzono wysokość opadów atmosferycznych, wysokość dawki ścieków rozszarniczych i odcieku z każdego lizymetru. Średnie próbki ścieków i odcieku badano na zawartość składników pokarmowych (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, MgO, CaO) w Instytucie Gleboznawstwa i Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Poznaniu, a w Instytucie Krajowych Włókien Naturalnych analizowano czystość wody pod względem BZT<sub>5</sub>, zawiesiny, kwasowości, zasadowości, utlenialności i pH.

Jednocześnie, obok — na podobnej glebie — założono doświadczenie z nawadnianiem drzew (jesion, olcha, modrzew, sosna), stosując zbliżone

Tabela 1

Wyniki analizy chemicznej wód ściekowych i wody czystej użytych do badań lizymetrycznych

Rodzaj oznaczenia	Wody ściekowe		Woda czysta	
	wahania	średnie	wahania	średnie
N mg/l	30,2—41,5	36,7	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> „	20,0—50,6	31,8	2,0—5,8	3,1
K <sub>2</sub> O „	150,4—217,5	181,2	45,2—71,0	56,6
MgO „	34,2—50,5	41,1	17,8—39,5	24,9
CaO „	160,0—234,6	199,3	96,4—150,0	121,7
Na <sub>2</sub> O „	101,7—157,8	122,0	72,4—111,3	87,2
Chlorki	137,1—183,7	158,3	104,5—155,4	123,5
pH	5,3—6,3	5,7	6,3—6,6	6,5
Kwasowość mval/l	8,2—9,2	8,7	0,8—1,8	1,3
Zasadowość	10,2—13,5	12,3	4,1—6,9	5,5
BZT <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	922—1320	1142	2,2—5,7	3,4

roczne dawki nawadniające. Uzyskano stosunkowo duże zróżnicowanie w poszczególnych kombinacjach doświadczenia. Będzie to przedmiotem specjalnego opracowania IBL (doc. dr F. Białkiewicz).

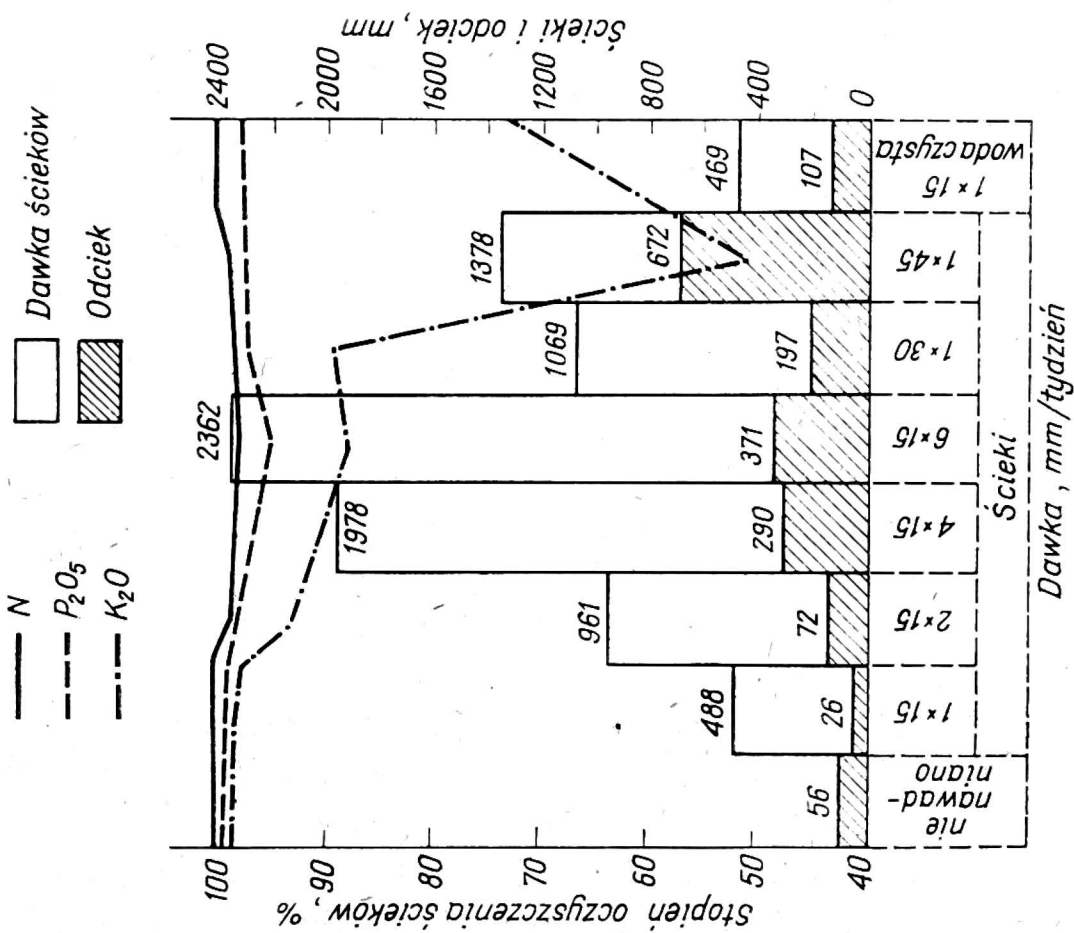
#### WYNIKI BADAŃ

Celem siedmioletnich badań lizymetrycznych było ustalenie zjawiska, jak kształtuje się stopień oczyszczenia wód przemysłu lniarskiego pod względem BZT<sub>5</sub>, zawiesin (rys. 3) i soli mineralnych, a w szczególności N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O (rys. 4-5) w środowisku gleb nawadnianych w zależności od wysokości jednorazowej i rocznej dawki nawadniającej. Analizowano również wpływ tych czynników na zmienność pH, zasadowość, kwasowość oraz suchą pozostałość w odcieku (tab. 2).

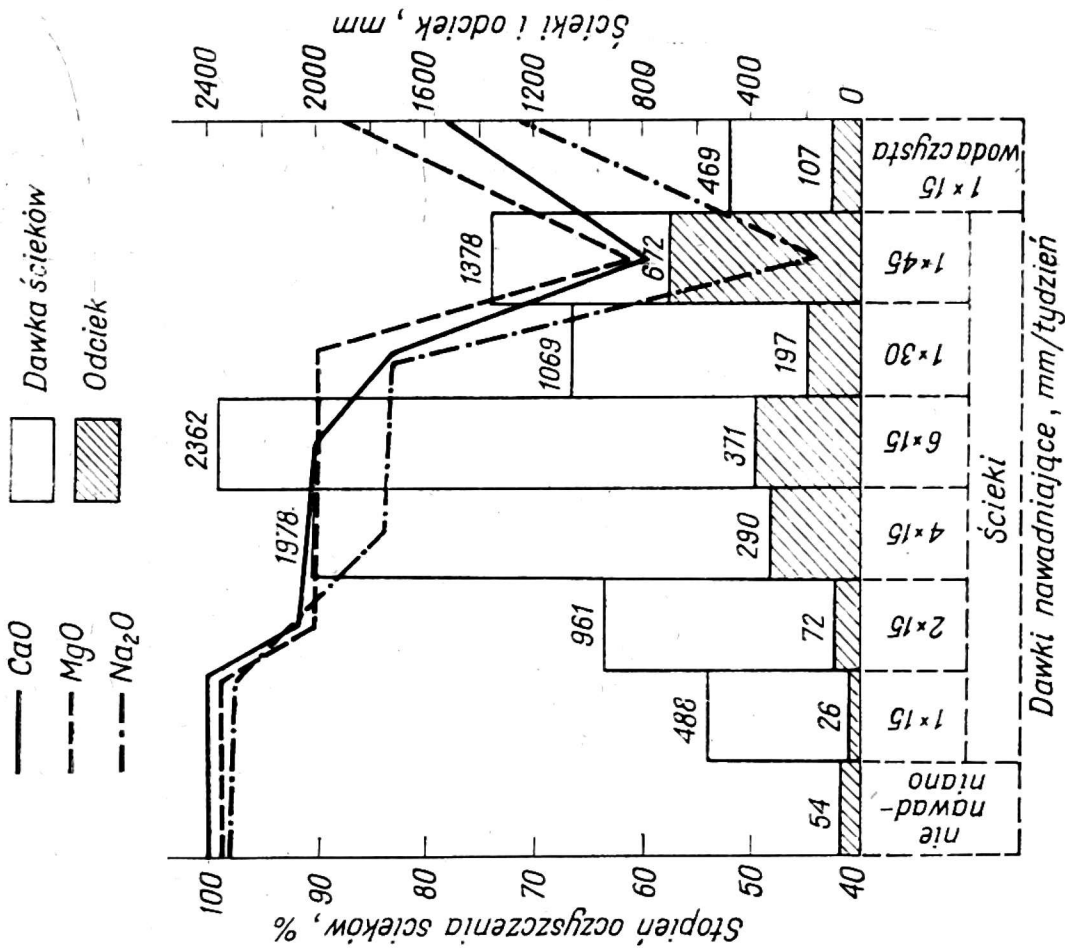
Stosując małe (15 mm) i częste, jednorazowe dawki (nawet do sześciu w ciągu tygodnia) uzyskano bardzo wysoki stopień oczyszczenia pod względem BZT<sub>5</sub>, które nieraz spadało do 1 i nie przekraczało 5, uzyskując najczęściej wielkość 2 do 3 mg/l O<sub>2</sub>. Oczyszczenie wód pod względem zawiesin było również zbliżone do 99,9%, gdy deszczowano małymi, jednorazowymi dawkami, a dawka roczna nie przekraczała 960 mm (tab. 2). Dalszy wzrost dawek nawadniających obniżał czystość wód pod względem zawiesin.

Stopień oczyszczenia wód ściekowych pod względem N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO i Na<sub>2</sub>O w zależności od dawek nawadniających przedstawiono na rysunku 5 i 6, a kształtowanie się zawartości tych soli w odcieku — w zależności od jednorazowej dawki nawadniającej oraz roku doświadczeń — na rysunkach 6, 7, 8. Natomiast zawartość soli mineralnych w po-





Rys. 4. Wpływ dawek nawadniających na stopień oczyszczenia wód przemysłu lnianskiego na podstawie badań lizymetrycznych w latach 1968-1974



Rys. 5. Wpływ dawek nawadniających na stopień oczyszczenia wód przemysłu lnianskiego na podstawie badań lizymetrycznych w latach 1968-1974

Tabela 2

Stopień oczyszczenia wód przemysłu lnianskiego na podstawie badań w latach 1968-1974

Stopień oczyszczenia ścieków w %	Lizymetry							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
BZT <sub>5</sub>	—	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	98,7	87,9
Zawiesina	—	99,1	93,5	93,1	95,4	95,4	71,1	87,2
N	—	100	100	93,3	98,7	97,7	98,6	100
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	100	93,8	93,6	96,5	98,6	99,2	94,9
K <sub>2</sub> O	—	100	96,9	89,2	87,6	89,9	52,2	73,4
CaO	—	100	93,7	91,0	90,4	86,4	58,6	76,3
MgO	—	100	92,8	91,7	91,6	90,3	59,6	87,2
Na <sub>2</sub> O	—	100	94,8	84,1	85,8	86,7	43,6	70,5
Roczna dawka ścieków (mm)	—	483	961	1978	2362	1060	1378	469
Odciek (mm)	54	25	72	290	371	197	672	107

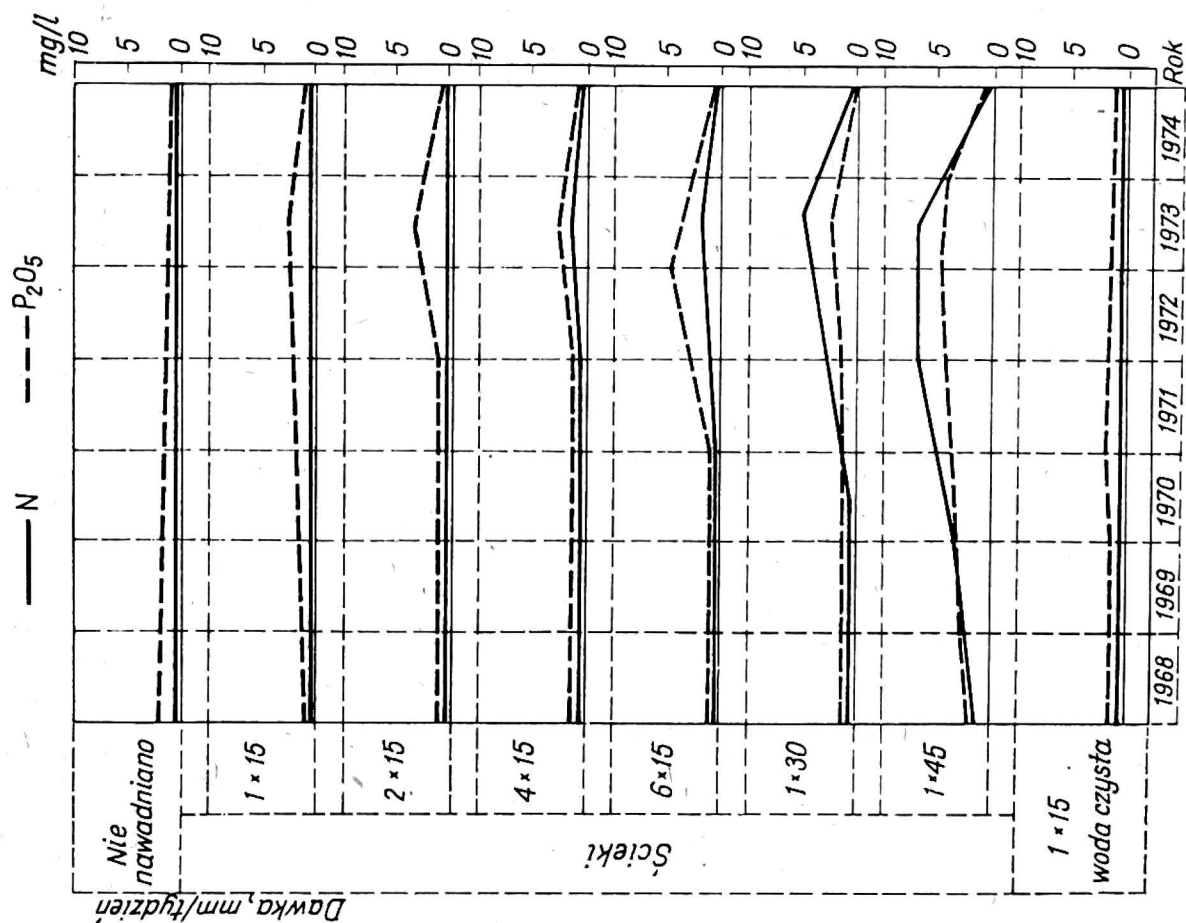
U w a g a: Stopień oczyszczenia ścieków obliczono na podstawie ładunku BZT<sub>5</sub> oraz zawiesiny i dawki N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, wprowadzonych do gleby wraz ze ściekami w stosunku do zawartości ich w odcieku.

szczególnych poziomach profilu glebowego przedstawiono na rysunkach 5-11, a zmienność BZT<sub>5</sub> i zawiesin na rysunku 12.

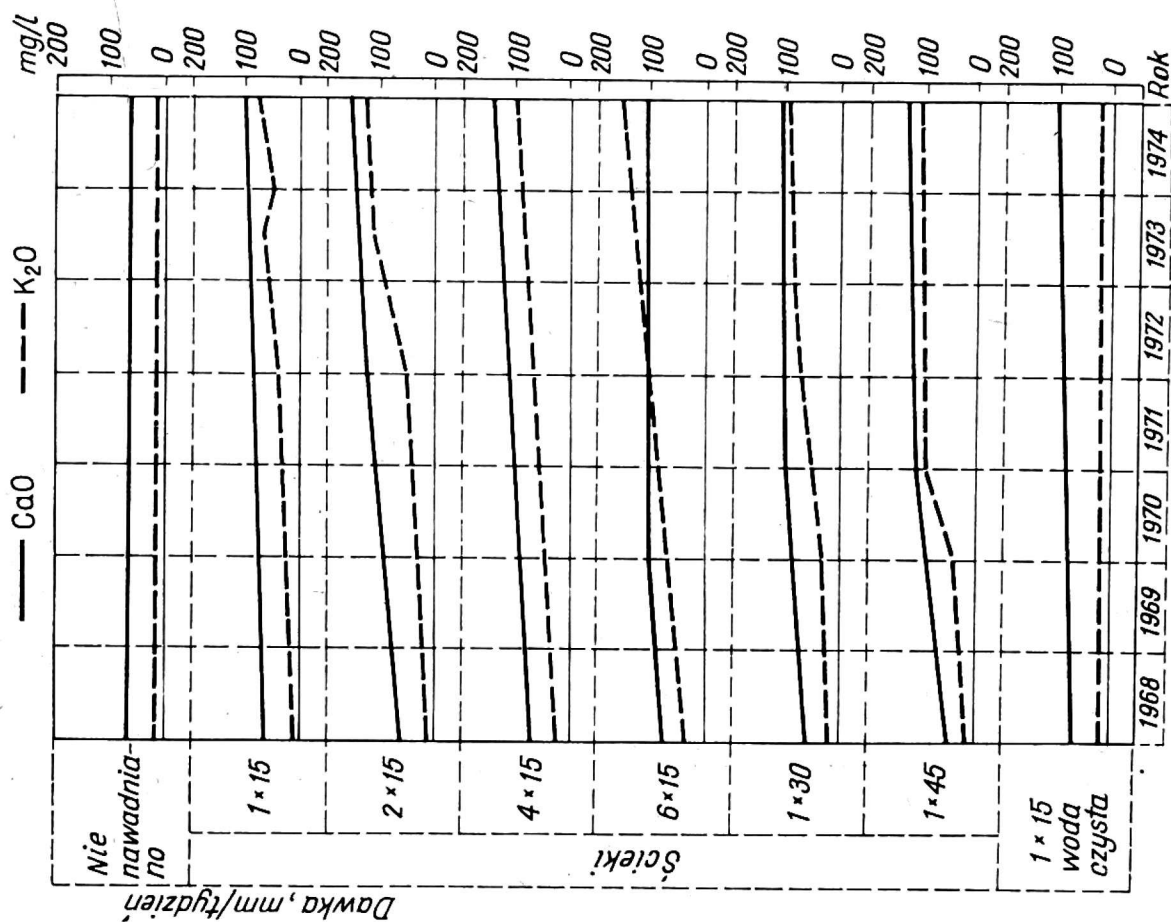
W pracach lizymetrycznych potwierdziła się ogólnie przyjęta zasada [2], że ze wszystkich składników mineralnych najlepiej zatrzymany jest przez glebę fosfor, a więc stopień oczyszczenia wody wynosił około 98, zbliżając się nieraz do 100<sup>0</sup>%. Przy bardzo wysokich dawkach nawadniających spadał do 96,4<sup>0</sup>% (tab. 2). Tak wysoki stopień zatrzymywania fosforu w glebie trwał w zasadzie nieprzerwanie, bez większych zmian, przez okres 7 lat badań (rys. 6).

Mechanizm zatrzymywania azotu w glebie jest złożony i dotychczas mało poznany. Azot występuje w wodach roszarnicznych głównie w formie amonowej i w małej ilości w formie azotanów. Sorpcja azotu przez glebę w doświadczeniach lizymetrycznych była stosunkowo bardzo wysoka i trwała przez cały okres badań (rys. 6), a stopień oczyszczania wód ściekowych był stosunkowo znaczny i przy małych dawkach nawadniających zbliżał się do 100<sup>0</sup>% (tab. 2).

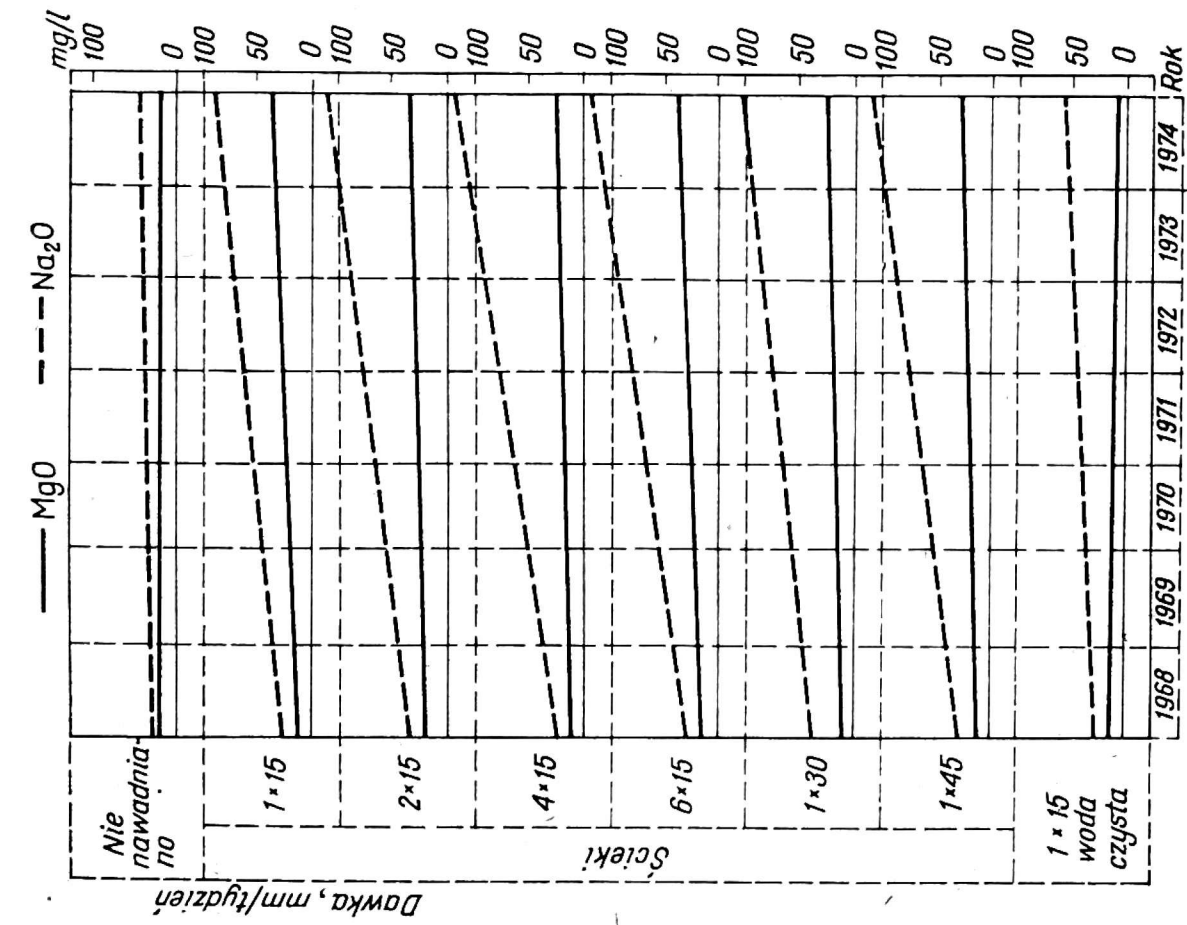
Wiele badań, dotychczas przeprowadzonych w odniesieniu do sorpcji potasu, wskazywało na wysoką zdolność zatrzymywania tego składnika (ok. 95<sup>0</sup>% w glebie mineralnej i 85<sup>0</sup>% w glebie torfowej). Inne badania stwierdzały wymywanie potasu z gleby. Nasze prace doświadczone wykazały, że mogą występować obydwie procesy, w zależności od wysokości jednorazowej i rocznej dawki nawadniającej, a więc obciążenia gleby ściekami, jej rodzaju oraz wysokości opadów atmosferycznych. We



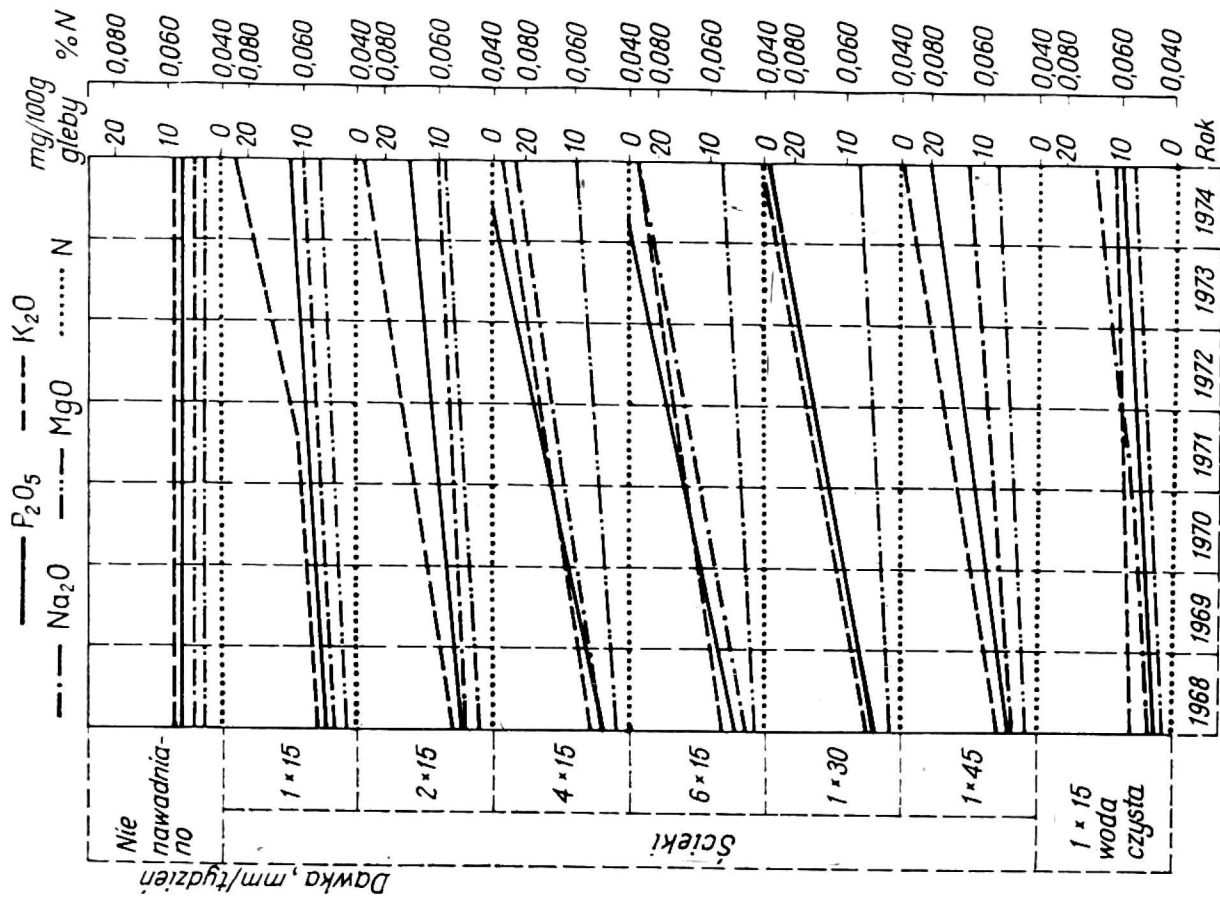
Rys. 6. Kształtowanie się zawartości N i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w odcieku w zależności od dawki nawadniającej i roku doświadczeń



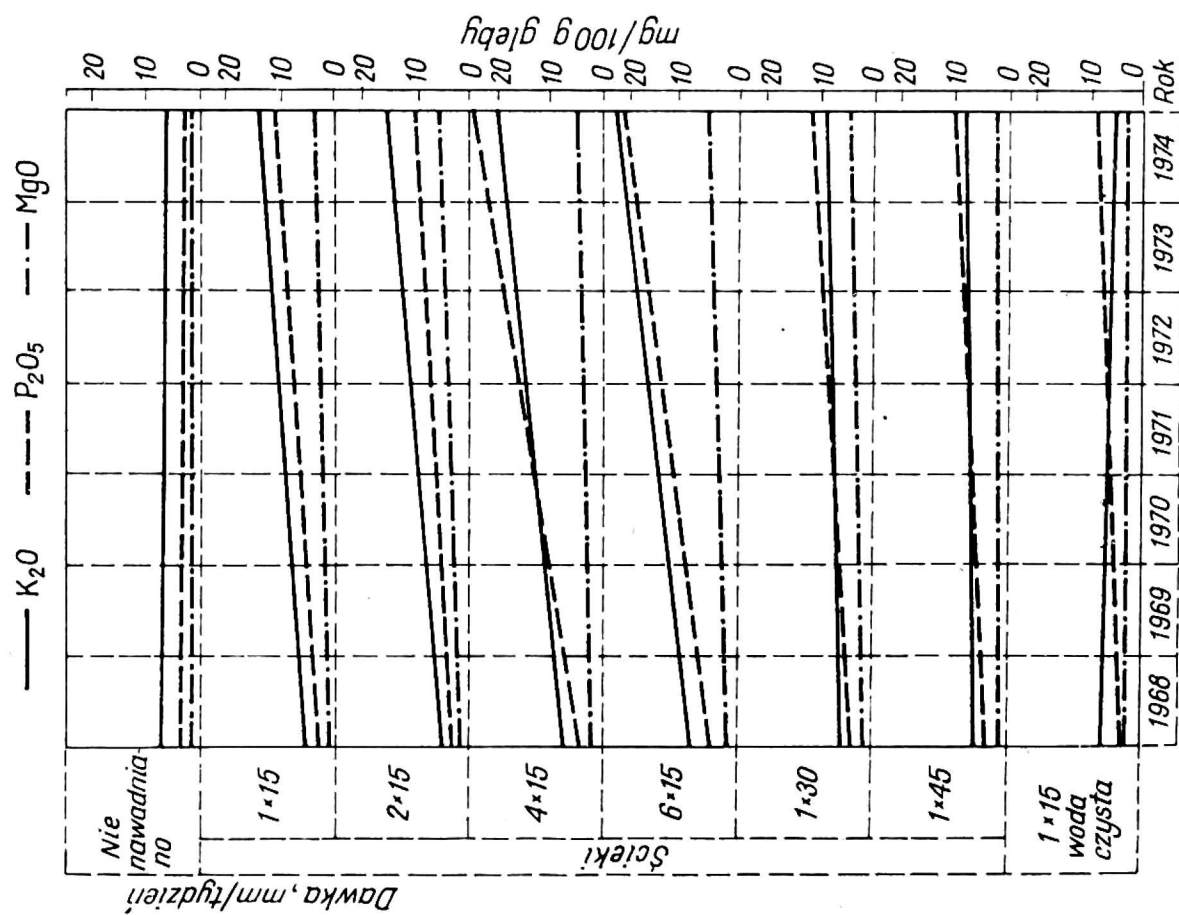
Rys. 7. Kształtowanie się zawartości K<sub>2</sub>O i CaO w odcieku w zależności od dawki nawadniającej i roku doświadczeń



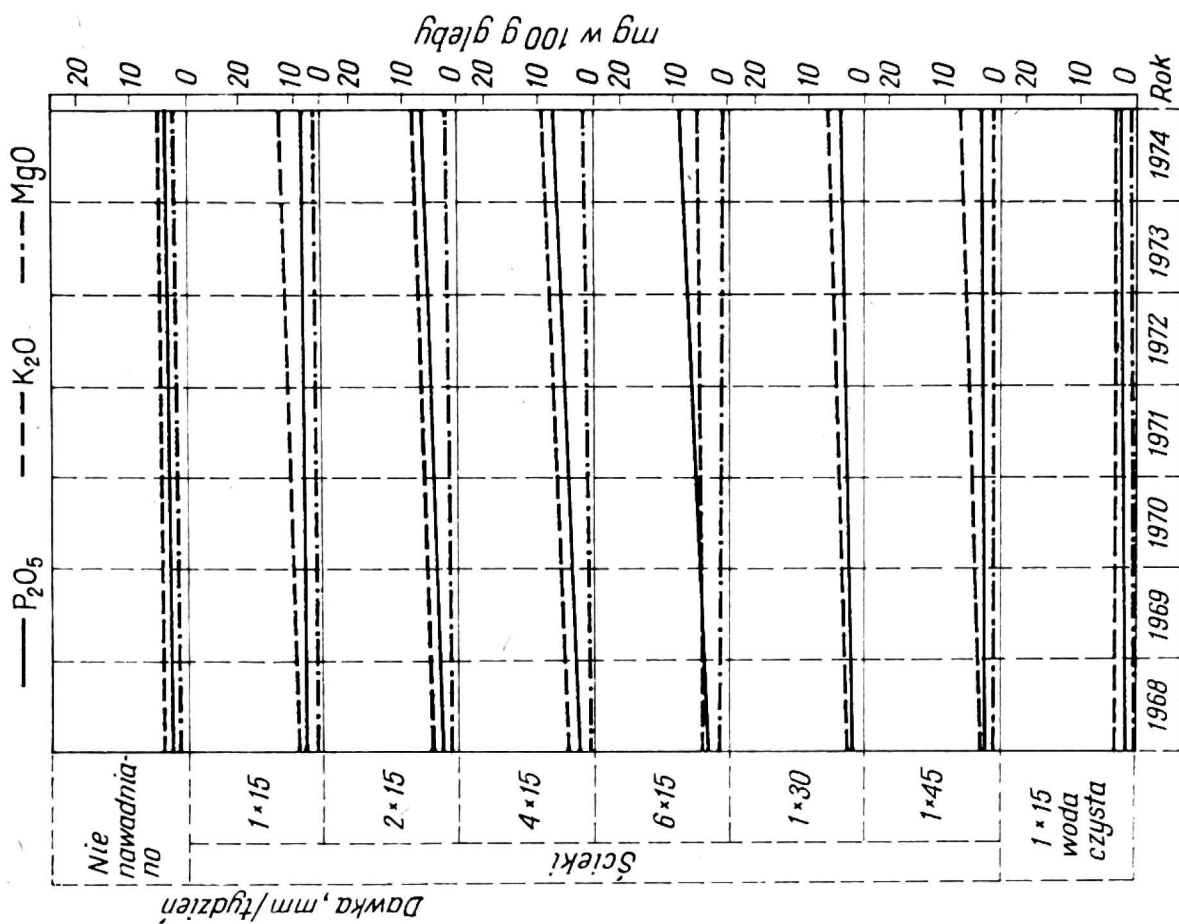
Rys. 8. Kształtowanie się zawartości MgO i Na<sub>2</sub>O w odcieku w zależności od dawki nawadniającej i roku doświadczeń



Rys. 9. Kształtowanie się zawartości składników pokarmowych w poziomie akumulacyjnym gleby w zależności od dawki nawadniającej i roku doświadczeń

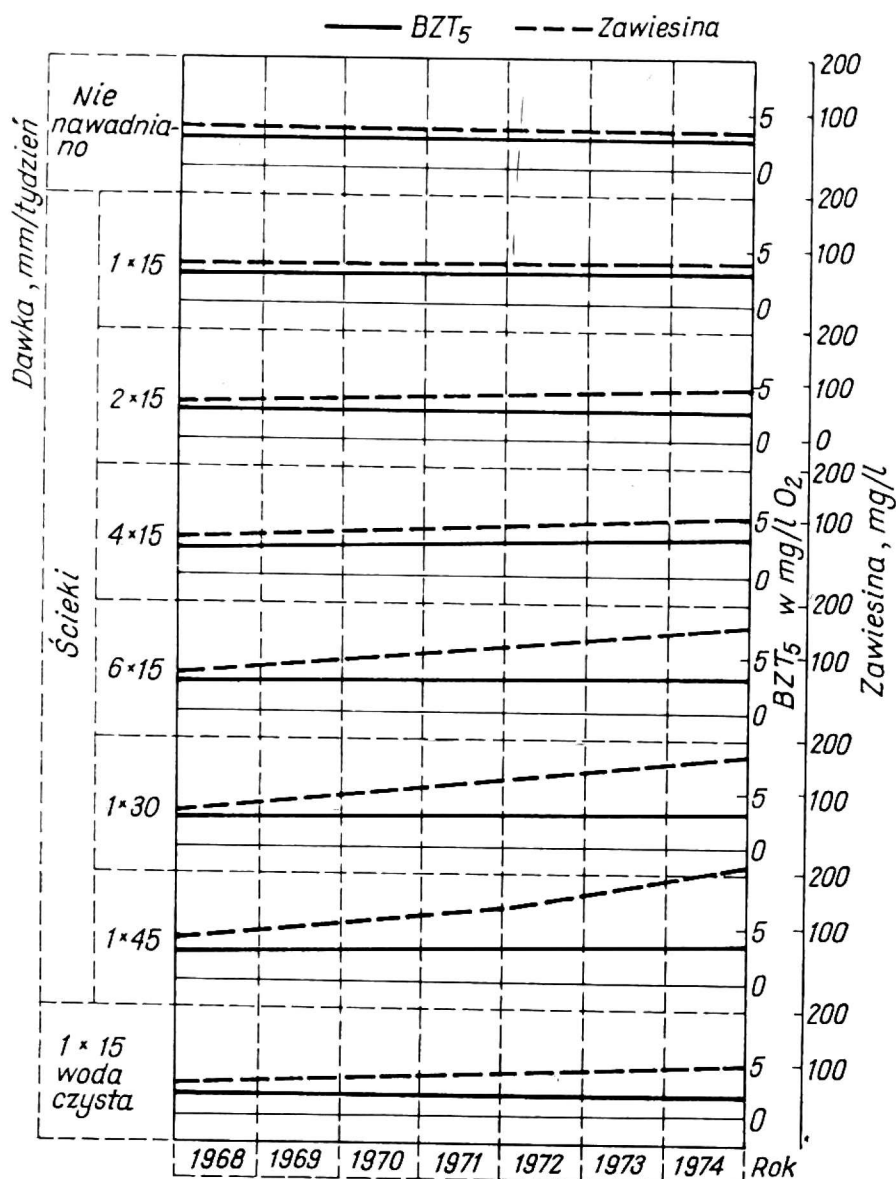


Rys. 10. Kształtowanie się zawartości składników pokarmowych w poziomie eluwialnym gleby w zależności od dawki nawadniającej i roku doświadczeń



Rys. 11. Kształtowanie się zawartości składników pokarmowych w poziomie eluwialnym w zależności od dawki nawadniającej w roku doświadczeń





Rys. 12. Kształtowanie się BZT<sub>5</sub> i zawiesin w odcieku w zależności od dawki nawadniającej i roku doświadczeń

wszystkich przypadkach uzyskano w sumie dodatnią sorpcję potasu. W miarę wzrostu jednorazowej i rocznej dawki nawodnień zmniejszała się procent zatrzymanego w glebie składnika (tab. 2). Przy dawce jednorazowej 45 mm jego sorpcja spadła do 52%, podczas gdy przy małych dawkach sorpcja ta była wyjątkowo wysoka i zbliżała się do 100%. Desorpcja występowała wyjątkowo rzadko. Przy zwiększonych opadach, gdy gleby stały się wyjątkowo zasobne w potas, w odcieku znaleziono większą koncentrację potasu aniżeli w ściekach. Było to jednak zjawisko rzadkie i trwało krótko. Wzrost zawartości potasu w odcieku w ciągu siedmiu lat badań był stosunkowo nieduży (rys. 7), natomiast w glebie — dość znaczny (rys. 9, 10, 11). Badania nad zatrzymywaniem potasu w okresie zimowym i letnim nie wykazały różnic, podobnie jak w innych pracach badawczych [2].

Sorpcja sodu pochodzącego ze ścieków przemysłu lniarskiego okazała się ze wszystkich badanych składników najslabsza; przy większych dawkach nawadniających spadała do 43% (tab. 2). Wystąpiła tu znaczna zależność od wysokości jednorazowej i rocznej dawki nawadniającej (rys. 5). Słabą sorpcję sodu należy uznać za zjawisko raczej korzystne. Z tych przyczyn nie wystąpiło niebezpieczeństwo zasolenia gleb wodami roszarniczymi. Rosnącym dawkom nawadniającym towarzyszył szybki wzrost sodu w odcieku (rys. 8).

W literaturze utrwalił się pogląd [5, 6], że nawadnianie ściekami powoduje wypłukiwanie wapnia z gleby. Nasze badania prowadzone od wielu lat wykazały, że wybitnie kwaśne ścieki przemysłu lniarskiego stosowane w małych jednorazowych dawkach nie wymagają neutralizacji ani też gleba nie wymaga wapnowania na skutek rozkładu kwasów tłuszczowych w glebie i wydzielania się wapnia w profilu glebowym. Stopień oczyszczenia ścieków w glebie z wapnia, podobnie jak i z magnezu, jest stosunkowo wysoki (tab. 2), spada jednak przy zwiększonych dawkach, co uwidacznia się zwiększeniem ilości tych pierwiastków w odcieku (tab. 7 i 8).

#### ANALIZA I PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Szkodliwość ścieków roszarnicznych w odbiornikach wodnych wynika przede wszystkim z wysokiej zawartości w nich związków organicznych, a zwłaszcza kwasów tłuszczowych. W celu więc zachowania życia biologicznego w odbiorniku istnieje konieczność wysokiego stopnia oczyszczania tych wód. Dotychczasowe wymagania w oczyszczaniu wód ściekowych ograniczono zazwyczaj do dwóch wskaźników, a mianowicie BZT<sub>5</sub> i zawiesiny. Uzyskiwano tzw. drugi stopień oczyszczenia na dwustopniowej oczyszczalni. Obecnie okazało się, że w wielu przypadkach taki stopień oczyszczania jest zupełnie niewystarczający i nie rozwiązuje aktualnych problemów gospodarki wodno-ściekowej.

Postępujące procesy eutrofizacyjne niosą ze sobą poważne komplikacje w wielu dziedzinach gospodarki wodnej, rybackiej i w wodociągach [4]. Eutrofizacja obniża wydajnie jakość wód, komplikuje procesy jej uzdatniania i obniża w rzeczywistości ogólną wartość użytkową obiektów wodnych. Proces ten przynosi nie tylko szkody w gospodarce wodnej, ale daje poważny uszczerbek ekonomiczny na skutek nieprodukcyjnie straconej, cennej masy składników pokarmowych. Nasze wieloletnie badania wskazują, że tym procesom można skutecznie i w sposób ekonomiczny zapobiegać.

Ścieki roszarnicze, rozcieńczone w wodach odbiornika, posiadające znaczne ilości związków fosforu, azotu oraz innych soli mineralnych,

intensyfikują rozwój organizmów wodnych i gwałtownie przyspieszają procesy eutrofizacyjne, podczas gdy — według naszych badań — użytkowane w racjonalny sposób mogą skutecznie intensyfikować procesy produkcji leśnej i rolniczej.

Z przedstawionych wywodów wynika konieczność podjęcia skutecznych środków, zmierzających do zahamowania procesów dalszej eutrofizacji wód powierzchniowych. Niezbędne jest wprowadzenie trzeciego stopnia oczyszczania, jako nader ważnego czynnika w usuwaniu biogenów. Aczkolwiek Rudolfs [8] wykazał możliwość koagulacji fosforu wapniem, a Lea [6], później dr Kalbe (1973) zaproponowali do tego celu sole glinu i żelaza, wykazując możliwość redukcji fosforu do 90<sup>0</sup>%, to jednak metody te okazały się bardzo kosztowne i dotychczas nie znalazły szerszego zastosowania [5].

Nasze siedmioletnie badania stopnia oczyszczania ścieków przemysłu lniarskiego w środowisku gleb nawadnianych wykazały, że można uzyskać nie tylko bardzo wysoki pierwszy i drugi, ale również trzeci stopień oczyszczania tych wód oraz możliwość uzyskiwania wyjątkowo wysokich przyrostów drewna. Ścieki roszarnicze oczyszczone w środowisku gleb nawadnianych małymi, jednorazowymi dawkami ze względu na wysoki stopień czystości mogą być z korzyścią zwrócone ponownie do produkcji w przemyśle lniarskim [5].

#### WNIOSKI

Przeprowadzony cykl badań lizymetrycznych w latach 1968-1974 upoważnia do podania następujących wniosków:

1. Oczyszczanie wód ściekowych na oczyszczalniach mechanicznych i biologicznych, polegające głównie na zmniejszeniu zawiesin i biologicznym zapotrzebowaniu tlenu, staje się obecnie — wobec rosnącego niebezpieczeństwa zjawiska eutrofizacji zbiorników wodnych — coraz częściej niewystarczające.

2. Najskuteczniejszą ochronę wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem może zapewnić jedynie oczyszczenie ścieków w środowisku gleb nawadnianych, gdzie zachodzi proces zatrzymywania składników mineralnych i organicznych, a w szczególności fosforu i azotu.

3. Oczyszczanie wód ściekowych z soli mineralnych — na skutek sorpcji glebowej — uzależnione jest w poważnym stopniu od wysokości jednorazowych i rocznych dawek nawadniających. Stosując małe (ok. 15 mm), jednorazowe dawki (a roczne do 960 mm) uzyskuje się wyjątkowo wysoki stopień zatrzymywania soli mineralnych w glebie, zbliżony do 100<sup>0</sup>%. Przy wzroście dawek rocznych, nawet 2300 mm, uzyskano również wysoki stopień oczyszczenia wody, najczęściej przekraczający

95<sup>0</sup>/. Wzrost jednorazowej dawki polewowej 45 mm poważnie obniżył sorpcję glebową, a stopień oczyszczenia ścieków spadł szczególnie przy Na<sub>2</sub>O (do 43<sup>0</sup>/), K<sub>2</sub>O (do 52<sup>0</sup>/), a następnie CaO (do 58<sup>0</sup>/) i MgO (do 59<sup>0</sup>/).

4. Stosując racjonalne jednorazowe i roczne dawki nawadniające, zgodnie z badaniami lizymetrycznymi, można uzyskiwać poważny wzrost produkcji drewna.

#### LITERATURA

1. Ditrich V.: Verfahren zur Abwasserbehandlung und Wiederverwendung. Melliland textilber. 8, 1973, 853-856.
2. Januszkiewicz T.: Zagadnienie fosforu w eutrofizacji i ochronie wód. Gosp. Wod. 2, 1975, 58-66.
3. Jastrzębski S.: Kierunki ochrony środowiska przyrodniczego w Polsce. Roczn. Nauk rol. seria D. T. 158, 1976, 1-89.
4. Kurhański M.: Metoda uzdatniania wód rozszarniczonych dla wykorzystania ich w rolnictwie i przemyśle. Przeg. włók. 9, 1971.
5. Kurhanowski M.: Całoroczne gospodarcze wykorzystanie wód przemysłu lniarskiego. Prace IKWN. Poznań 1975, 1-256 (maszynopis).
6. Lea W. L., Rohlich G. A., Katz W. J.: Removal of phosphate from treated sewage and Ind. Westes 26, 1964, 261-275.
7. Milimkij N. A., Machavikowa T. D., Očistka stočnych wod. Tekst. Prom., 7, 1973, 68-70.
8. Rudolfs W.: Phosphates in sewage and sludge treatment. Sewage Works J. 19, 1947, 178-190.

*M. Курханьски*

#### ЛЕСНАЯ ОЧИСТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЛЬНООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

##### Резюме

В 1968-1974 гг. проведено цикл лизиметрических испытаний, целью которых являлось определение степени очистки сточных вод от льнообрабатывающей промышленности, с точки зрения БПК<sub>5</sub>, взвеси и минеральных солей в среде орошаемых почв, в зависимости от возрастающих разовых и годовых поливных доз. Одновременно, наряду, на такой же почве начато опыты по орошению деревьев (ясень, ольха, лиственница, сосна).

Констатировано, что применяя небольшие (ок. 15 мм) разовые дозы, а годовые не превышающие 960 мм можно получить исключительно большую степень очистки сточных вод, близкую 100%. Увеличивая годовые дозы, даже до 2300 мм, получено тоже большую степень очистки воды, чаще всего превышающий 95%. Величина разовой дозы до 45 мм значительно ухудшил сточных вод.



Особенно уменьшилась сорбция почвы относительно  $\text{Na}_2\text{O}$  (до 43%)  $\text{K}_2\text{O}$  (до 52%), а также  $\text{CaO}$  (до 58%) и  $\text{MgO}$  (до 59%). Самую большую степень очистки сточных вод получено по отношению фосфора, а потом азота.

За семилетний период проведения испытаний констатировано положительную сорбцию. Процессы десорбции выступали одиночно и были кратковременные. Испытания показали что наиболее эффективной защитой поверхностных вод от загрязнения и процессов вторичного загрязнения может быть только очистка сточных вод в среде орошаемых почв, где происходит процесс задерживания минеральных и органических составных частей.

Проведенные опытные работы показали что применяя рациональные разовые и годовые поливные дозы сточных вод от льнообработывающей промышленности можно получить значительное увеличение производства древесины.

*M. Kurhański*

## FOREST CLEANING AND UTILIZATION OF SEWAGE FROM FLAX INDUSTRY

### Summary

A cycle of lysimetric studies was carried out during years 1968-1974. Its purpose was to determine the extent of the cleaning of sewage from flax industry in respect to BOD, suspensions, and mineral salts in an environment of irrigated soils in relation to increasing single and annual treatment doses. Experiment with tree (ash, alder, larch, pine) irrigation was established imultaneously on a similar soil.

It was found that exceptionally high degree of sewage cleaning, approaching 100%, may be achieved while applying small (ca 15 mm) single doses at a rate not exceeding 960 mm per year. With an increase of annual rate even up to 2 300 mm also a high degree of water cleaning, most frequently exceeding 95%, has been achieved. An increase of a single dose up to 45 mm significantly reduced the extent of sewage water cleaning. Soil sorption was particularly lowered then in relation to  $\text{Na}_2\text{O}$  (to 43%),  $\text{K}_2\text{O}$  (to 52%), and then  $\text{CaO}$  (to 58%), and  $\text{MgO}$  (to 59%). The highest degree of sewage water cleaning was obtained in respect to phosphorus and then — to nitrogen.

A positive soil sorption has been found throughout an entire seven years long period of studies. Processes of soil desorption occurred sporadically and lasted for short. Studies indicated that the most effective protection of surface water against the pollution and eutrophization may be assured only by sewage cleaning in an environment of irrigated soils, where occurs the process of retaining mineral and organic components.

Carried out experimental work indicated at the same time that while using rational single and annual rates of sewage from flax industry, one may obtain an important increase in wood production.

Doc. dr hab. *Mirostaw Kurhański*  
Instytut Krajowych Włókien Naturalnych  
Zakład Produktów Ubocznych  
ul. Wojska Polskiego 71b Poznań  
Kierownik Zakładu: doc. dr J. Rosochowicz