

Mikołaj NAZARUK

## **Efektywność nawodnień powierzchniowych i podsiąkowych łąk na glebach mineralnych w świetle doświadczeń krajowych**

### **Abstract**

**Effectiveness of surface and infiltration irrigation of the meadow located on light soil in Polish experiences.** A review of studies concerning the effectivity of the surface and infiltration irrigation on the meadow productivity located on mineral soils has been done. Higher effect of the surface irrigation comparing to infiltration irrigation was obtained with water rich in nutrients. Superiority of the surface irrigation occurred in years warm and dry. In cool and wet years the negative effect of the flood irrigation occurred. Irrigation with poor in nutrients water without fertilisation was inefficient. The interaction between irrigation and fertilisation on meadow productivity was shown. Effect of these interaction was increasing with growing fertilisation, and was bigger in warm and dry years. Applying fertilisers or manure the best feed quality indexes were obtained for surface irrigation.

*Key words: meadow, irrigation, fertilisation, yielding water and fertilisation interaction.*

### **Wstęp**

Od dawna obserwowano korzystny wpływ nawodnień powierzchniowych na wydajność łąk dolinowych, zwanych obecnie łęgami. Z łąk takich w korzystnych warunkach zbierano 4–6 ton wartościowego siana z 1 ha, co w naszych warunkach uznaje się za plon dość wysoki.

Według Falkowskiego i Kozłowskiej (1961) nawodnienia powierzchniowe łąk w Polsce zaczęto stosować już na początku XIX wieku. Były to głównie nawodnienia zalewowe lub stokowe. Te ostatnie stosowano głównie przy nawadnianiu ściekami komunalnymi, zbierano wówczas 8–10 ton siana z 1 ha. Obecnie nawodnienia te, obok funkcji zwilżającej i nawożącej, spełniają ważną rolę biologicznej oczyszczalni ścieków.

Dużo spostrzeżeń odnośnie efektywności nawodnień łąk w dolinie Pokrzywnicy (w dawnym powiecie kaliskim) poczynił Stryjewski (1950, 1952, 1953, 1956). Wynikało z nich, że zarówno nawodnienia w okresie wegetacyjnym, jak i pozawegetacyjnym, zwiększały znacznie plony siana z łąk. Toteż w pierwszych latach po wojnie, wobec braku nawozów mineralnych, w nawodnieniach powierzchniowych szukano możliwości zwiększenia plonów.

Po wojnie na dużą skalę rozpoczęto regulację stosunków wodnych i zagospodarowanie łąk położonych na glebach torfowych, przystosowując je głównie do nawodnień podsiąkowych. Przy niskim nawożeniu lub jego braku plony na tych łąkach po zagospodarowaniu szybko spa-

dały, a ruń ulegała degradacji. Zachodziła zatem potrzeba oceny efektywności poszczególnych systemów nawodnień przy równoczesnym nawożeniu w różnych warunkach siedliskowych.

Celem niniejszego opracowania jest podsumowanie wyników badań przeprowadzonych w kraju, dotyczących porównania efektów nawodnień łąk położonych na glebach mineralnych. Szerzej zostaną omówione 8-letnie wyniki badań przeprowadzonych w RZD SGGW Chylice w latach 1959–1966. Dotychczas nie były one publikowane w opracowaniach naukowych, a są interesujące ze względu na długi okres badań.

Podsumowanie wyników badań nad porównaniem efektywności nawodnień łąk położonych na glebach torfowo-murszowych zamieszczone jest w 3 opracowaniach G. Nazaruka (1970, 1977).

### Wpływ nawodnień na plonowanie łąk

W zakresie porównania efektów nawodnień łąk wodami czystymi oraz współdziałania uwilgotnienia i nawożenia na glebach mineralnych wykonano niewiele badań ścisłych. Znacznie więcej doświadczeń przeprowadzono z nawod-

nieniami ściekami, głównie systemem stokowym. Są to jednak nawodnienia zwilżająco-nawożące.

Opaliński (1965) w dolinie Bystrzycy na madzie wykształconej z piasku gliniastego mocnego przeprowadził 3-letnie badania nad porównaniem wpływu nawodnienia zalewowo-stokowego i podsiąkowego łąk przy 4 kombinacjach nawozowych. Woda z rzeki Bystrzycy odznaczała się znaczną zasobnością w składniki pokarmowe, których zawartość wahała się w  $\text{mg/dm}^3$ : N - 5,2–9,7; P - 0,43–2,60; K - 8,5–20,3 i Ca - 40,4–55,4.

Z danych tabeli 1 wynika, że najwyższe plony uzyskano przy nawodnieniu zalewowym, a jego efekt był średnio 2,5 razy większy w stosunku do nawodnienia podsiąkowego. Pod wpływem tego nawodnienia zwiększał się w runi udział wyczyńca łąkowego i kostrzewy łąkowej, a obniżał się kostrzewy czerwonej.

Walczyna i Nazaruk (1966) w latach 1962–1963 w Łąkach Jaktorowskich w dolinie rzeki Tucznej porównywali wpływ letnich krótko i długotrwałych nawodnień zalewowych oraz podsiąkowych łąk na plonowanie i skład botaniczny runi. Wyniki podane w tabeli 2 wskazują, że w obu latach najwyższe plony

TABELA 1. Plony oraz efekt nawodnień łąk w dolinie Bystrzycy (średnie za lata 1955–1957 w t/ha siana)

System nawodnień	Nawożenie				Średnia
	0	PK	NPK	obornik	
• zalewowe	6,25	7,52	10,45	7,80	8,00
• podsiąkowe	4,53	5,86	8,68	6,00	6,27
• bez nawodnień	3,47	4,78	7,42	4,90	5,14
Efekt nawodnień					
• zalewowe	2,78	2,74	3,02	2,90	2,86
• podsiąkowe	1,06	1,08	1,26	1,10	1,13

TABELA 2. Plonowanie łąk przy różnych systemach nawodnień w okresie letnim w Łąkach Jaktorowskich (w t/ha siana)

System nawodnień	Lata		Średnia
	1962	1963	
podsiąkowe	7,62	7,44	7,53
zalew krótki (1-dniowy)	8,29	7,80	8,04
zalew długi (3-4-dniowy)	5,92	6,13	6,02

TABELA 3. Efekty nawodnień łąk na madach żuławskich (średnie za lata 1969–1973, w t/ha siana)

System nawodnień	Plony			Zwyżka plonów		
	miąższość mady			miąższość mady		
	płytką	średnia	głęboka	płytką	średnia	głęboka
• bez nawodnień	7,95	8,16	9,00	—	—	—
• zalewowe	9,24	9,68	10,60	1,29	1,52	1,60
• podsiąkowe	8,34	—	9,92	0,39	—	0,92
• deszczowniane	8,52	8,54	8,95	0,57	0,38	-0,05

siana uzyskano przy zalewie krótkim, następnie przy podsiąku, a najniższe przy zalewie długim.

W drugim roku badań przy zalewie długim nastąpiło pogorszenie składu botanicznego runi. Ustąpiły z niej rajgras wyniosły i kostrzewa łąkowa, wzrósł natomiast udział turzyc (14,3%), śmiałka darniowego (8,3%) i jaskra rozłogowego (13,7%), które przy krótkim zalewie występowały w ilości poniżej 1%.

W latach 1969–1973 Brandyk i Trzeciński (1975) porównywali efektywność nawodnień łąk w obrębie Żuław położonych na madzie ciężkiej płytkiej, średnio głębokiej i głębokiej. Przy nawożeniu 324 kg NPK/ha największe plony i najwyższy efekt nawodnień uzyskano na nawodnieniu zalewowym (tab. 3). Efekt nawodnień był istotny tylko dla II i III odrostu w latach suchych i średnich. Przy deszczowaniu na madzie głębokiej nie uzyskano w ogóle zwyżki plonów.

W sumie efekty nawodnień w warunkach mad żuławskich były znacznie mniejsze niż w dolinie Bystrzycy. Uzupełniały one niedobory wody w glebie w okresie odrostu II i III pokosu w roku suchym i średnim. W pokosie pierwszym oraz w lata wilgotne wystarczały zapasy wody w glebie uzupełniane bieżącymi opadami.

W latach 1959–1966 na łąkach Rolniczego Zakładu Doświadczalnego SGGW Chylce autor przeprowadził badania nad porównaniem efektywności nawodnień zalewowych i podsiąkowych na produktywność łąk na tle 6 kombinacji nawozowych: O, PK, PN, KN, NPK i obornik. Gleby łąk pod doświadczeniem zaliczono do typu mułowo-glejowych, wytworzonych z namułów aluwialnych na piasku słabo gliniastym, o budowie profilu Ad-A<sub>1</sub>-G-DGr. W warstwie wierzchniej 0–20 cm zawierały one 4,20–4,79% pró-

chnicy, były ubogie w fosfor i potas przy-  
swajalny, o odczynie pH 6,0 w KCl.

Woda do nawodnień pobierana z rzeki  
Tucznej była uboga w składniki pokar-  
mowe, których zawartość w mg/dm<sup>3</sup> wa-  
hała się: N - 1,2–1,6; P - 0,26–0,43; K -  
2,5–3,3 i Ca - 36,7–57,1. Przy nawodnie-  
niu zalewowym stosowano po 4 tradycyj-  
ne zalewy kwater w roku: 2 pod pierwszy  
i 2 pod drugi pokos. Zalewy wczesnowio-  
senne trwały 2–3 dni, a letnie 1–2 dni.  
Nawodnienie podsiąkowe stosowano ze  
zmiennym zwierciadłem wody grunto-  
wej. Poziomy wód gruntowych wahały  
się od 0 do 110 cm przy zalewie, od 18 do  
110 cm przy podsiąku i od 40 do 130 cm  
na obiektach nie nawadnianych.

Dawki roczne poszczególnych nawo-  
zów wynosiły w kg/ha: N - 80, P - 26,2  
(60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i K - 66,4 (80 kg K<sub>2</sub>O)  
i obornik 20 t na 1 ha. Podane dawki  
wysiewano w dwóch równych częściach:  
wiosną i po zbiorze pierwszego pokosu.  
Nawożenie obornikiem stosowano w dru-  
giej połowie listopada.

Pod względem przebiegu warunków  
klimatycznych poszczególne lata scha-  
rakteryzowano następująco:

- 1960, 1962 i 1965 – jako wilgotne i chłod-  
ne,
- 1959, 1963 i 1964 – jako suche i ciepłe,
- 1961 i 1966 – jako wilgotne i umiar-  
kowanie ciepłe.

W każdym roku zbierano po 2 pokosy.  
Plony łąk podano w tabeli 4. Wystąpiło  
znaczne zróżnicowanie plonowania w za-  
leżności od nawodnienia i nawożenia  
oraz przebiegu pogody.

Dla wielolecia stwierdzono istotny  
wpływ nawodnienia zalewowego i pod-  
siąkowego w stosunku do wariantu bez

nawodnień (Nazaruk 1993). Podkreślić  
jednak należy, że wobec braku nawożenia  
plony na wszystkich systemach nawod-  
nień były ogólnie niskie, a różnice między  
nimi niewielkie. W latach ciepłych i su-  
chych (1959, 1963) wykazano wyższość  
nawodnienia zalewowego w stosunku do  
podsiąkowego. W latach wilgotnych  
i chłodnych (1962, 1965) natomiast zróż-  
nicowanie plonów w zależności od na-  
wodnień było niewielkie, nawodnienie  
zalewowe powodowało nawet istotną  
zniżkę w pierwszym pokosie w stosunku  
do podsiąku i obiektów nie nawadnia-  
nych.

Największy efekt nawodnień uzyska-  
no na oborniku (tab. 5). W latach suchych  
i ciepłych efekt nawodnienia zalewowe-  
go na NPK i oborniku wahał się od 2,12  
do 5,05, zaś podsiąkowego od 1,59 do  
4,39 t/ha siana.

Stosunkowo wysoki efekt nawodnień  
na nawożeniu fosforowo-potasowym  
(PK) wynikał z dużego udziału roślin mo-  
tylkowatych w runi (18–20%), przy nie-  
wielkiej ich ilości na obiektach nie na-  
wadnianych.

Najwyższy efekt nawożenia uzyskano  
przy nawodnieniu zalewowym. Mimo nie-  
wielkich dawek nawozów wystąpiło  
wyraźne współdziałanie nawodnienia  
i nawożenia, przy czym efekt tego współ-  
działania był znacznie większy w latach  
ciepłych i suchych, niż w latach wilgot-  
nych i chłodnych (tab. 6).

Uzyskane wyniki nawodnień w oma-  
wianym doświadczeniu układały się ina-  
czej w stosunku do danych w doświadcze-  
niu Opalińskiego (1965) oraz Brandyka  
i in. (1975), gdzie we wszystkich latach  
wykazano wyższość nawodnienia zale-  
wowego nad podsiąkowym. Było to po-

TABELA 4. Plony siana w t/ha w RZD Chylice

Rok	System nawodnień	Nawożenie						NIR <sub>0,05</sub>
		0	PK	PN	KN	NPK	obornik	
1959	bez nawodnień	3,70	3,74	3,96	4,18	3,79	3,96	0,461
	podsiąk	4,02	4,56	6,27	6,77	6,83	5,55	
	zalew	4,77	6,16	7,36	8,32	9,10	7,03	
1960	bez nawodnień	1,65	3,50	3,97	5,00	5,19	3,53	0,312
	podsiąk	2,87	3,44	5,48	6,57	6,15	4,45	
	zalew	2,46	4,43	4,41	5,17	5,89	5,57	
1961	bez nawodnień	3,85	5,05	6,16	7,07	7,56	4,94	0,482
	podsiąk	5,16	6,80	7,66	8,37	8,24	8,02	
	zalew	3,38	6,00	6,26	6,10	7,21	6,87	
1962	bez nawodnień	3,65	4,92	6,31	6,18	6,71	4,90	0,415
	podsiąk	4,50	6,26	6,47	7,21	7,62	6,83	
	zalew	3,53	6,30	5,97	5,98	6,23	6,84	
1963	bez nawodnień	3,15	3,02	4,41	5,00	4,64	3,78	0,520
	podsiąk	4,20	5,89	5,98	7,11	7,44	6,33	
	zalew	4,28	7,14	7,09	7,44	8,72	9,73	
1964	bez nawodnień	3,13	3,02	4,41	5,00	4,64	3,78	0,432
	podsiąk	4,25	6,59	6,63	7,56	8,14	8,17	
	zalew	4,02	7,43	6,53	6,53	8,47	8,07	
1965	bez nawodnień	3,60	5,28	5,11	6,59	7,12	5,81	0,337
	podsiąk	3,79	5,29	5,55	6,89	7,42	7,17	
	zalew	2,80	4,57	5,30	5,02	6,69	6,32	
1966	bez nawodnień	3,99	3,76	6,24	6,51	6,89	5,75	0,348
	podsiąk	3,59	5,99	5,39	6,85	7,58	7,00	
	zalew	3,16	5,37	5,53	6,32	7,35	6,34	
1959– –1966	bez nawodnień	3,35	4,23	5,14	5,80	5,94	4,56	0,148
	podsiąk	4,04	5,57	6,16	7,16	7,42	6,68	
	zalew	3,55	5,92	6,12	6,36	7,46	7,25	
1959– –1966 pokos I	bez nawodnień	2,03	2,66	3,09	3,44	3,56	2,80	średnia 2,93
	podsiąk	2,30	3,25	3,57	4,12	4,29	4,05	3,60
	zalew	1,93	3,48	3,34	3,50	4,15	4,42	3,47
pokos II	bez nawodnień	1,32	1,57	2,05	2,36	2,38	1,76	1,91
	podsiąk	1,74	2,32	2,59	3,04	3,13	2,63	2,57
	zalew	1,62	2,44	2,78	2,86	3,31	2,83	2,64

TABELA 5. Zwyżki plonów siana w t/ha uzyskane pod wpływem nawodnień (średnie za lata 1959–1966)

System nawodnień	Pokos	Nawożenie					
		0	PK	PN	KN	NPK	obornik
• podsiąkowe	I	0,27	0,59	0,48	0,68	0,73	1,25
	II	0,42	0,75	0,54	0,68	0,75	0,87
	razem	0,69	1,34	1,02	1,36	1,48	2,12
• zalewowe	I	-0,10	0,82	0,25	0,06	0,59	1,62
	II	0,30	0,87	0,73	0,50	0,93	1,07
	razem	0,20	1,69	0,98	0,56	1,52	2,69

TABELA 6. Efekt nawożenia przy różnych systemach nawodnień (średnie za lata 1959–1966 w t/ha siana)

System nawodnień	Nawożenie					Średnia
	PK	PN	KN	NPK	obornik	
• bez nawodnień	0,87	1,74	2,45	2,59	1,11	1,75
• podsiąkowe	1,53	2,12	3,12	2,64	2,64	2,56
• zalewowe	2,37	2,57	2,81	3,70	3,70	3,07

wodowane głównie użyciem do nawodnień wód zasobniejszych w składniki pokarmowe oraz odmiennymi warunkami glebowymi.

### Wpływ nawodnień i nawożenia na skład botaniczny runi w łąkach jaktorowskich

Naturalne zbiorowiska roślinne na terenie omawianego doświadczenia składały się od 30 do 38 gatunków roślin. W wyniku wieloletnich nawodnień i nawożenia następowały zmiany sukcesyjne runi, lecz utrzymywała się w zbiorowisku duża liczebność gatunków. Nawożenie NPK i obornikiem, przy obu systemach nawodnień, powodowało zwiększenie udziału w runi traw o dobrej wartości pastewnej, jak: wyczyńca łąkowego, rajgrasu wyniosłego, kostrzewy łąkowej i wiechlina łąkowej, a ograniczało udział kostrzewy czerwonej, tomki wonnej

i owsicy omszonej. Wyraźnie redukowało rośliny turzycowate: przy zalewie z 10,9 do 0% i z 15,6 do 2,8% przy podsiąku (tab. 7).

Największy udział roślin motylkowatych był przy zalewie na nawożeniu PK, gdzie w latach ciepłych i suchych (1963–1964) wynosił 32%. Znaczny był także udział roślin motylkowatych przy podsiąku i niewielki na obiektach bez nawodnień. Podstawową rośliną w tej grupie stanowił groszek żółty.

Udział roślin zaliczanych do ziół i chwastów pozostawał wysoki. Nie stwierdzono wyraźnej korelacji między wariantami nawodnień a udziałem tej grupy roślin w runi.

### Wnioski

1. Przedstawione wyniki badań dotyczących wpływu nawodnień powierzchniowych i podsiąkowych łąk położo-

TABELA 7. Procentowy udział w runi grup roślin w zależności od nawodnienia i nawożenia w % plonu

System nawodnień	Grupa roślin	Nawożenie				
		O	PK	PN	NPK	obornik
• zalewowe	trawy dobrej wartości	31,2	37,3	41,8	58,2	58,0
	trawy małej wartości	28,0	23,3	34,5	14,2	15,5
	turzycowate	10,9	1,1	0,6	—	0,9
	motylkowate	4,8	20,3	0,2	1,0	6,7
	zioła i chwasty	25,1	17,4	22,9	26,6	18,9
• podsiąkowe	trawy dobrej wartości	18,0	19,3	36,6	40,2	49,6
	trawy małej wartości	43,9	34,3	44,5	40,1	27,5
	turzycowate	15,6	5,4	2,7	3,0	2,8
	motylkowate	7,9	18,0	—	1,0	2,4
	zioła i chwasty	14,6	23,2	19,2	15,7	17,7
• bez nawodnień	trawy dobrej wartości	51,5	56,4	60,4	69,6	54,0
	trawy małej wartości	33,0	32,0	29,2	22,3	30,7
	turzycowate	3,1	1,8	0,9	1,1	1,4
	motylkowate	0,8	3,8	—	0,1	0,6
	zioła i chwasty	11,7	6,0	9,5	6,9	13,3

nych na glebach mineralnych wykazały znaczne zróżnicowanie efektów tych nawodnień w zależności od warunków glebowych, żyzności wód użytych do nawodnień, nawożenia i przebiegu warunków klimatycznych.

2. W warunkach gleb lekkich nawadnianych wodą ubogą w składniki pokarmowe efekt samych nawodnień, bez nawożenia, był niewielki lub nie wystąpił w latach wilgotnych. Wyższość nawodnienia zalewowego w stosunku do podsiąkowego wykazano jedynie w latach suchych i ciepłych. Natomiast przy nawodnieniu wodami zasobnymi w składniki pokarmowe (dolina Bystrzycy) efekt nawodnienia powierzchniowego był ponad 2,5 razy większy (2,86 t/ha siana) w stosunku do nawodnienia podsiąkowego (1,13 t/ha).

3. Skuteczność działania nawodnień podsiąkowych zależy w znacznym stopniu od zwięzłości i przepuszczalności

gleby oraz utrzymywania się w okresie wegetacji pożądanych stanów wód gruntowych, zapewniających podsiąkanie ich do ryzosfery. Na glebach lekkich jest ono efektywniejsze niż na glebach zwięzłych.

4. Z większości danych wynika, że zachodziło współdziałanie nawodnienia i nawożenia, a efekt tego współdziałania jest większy przy wyższych dawkach nawozów i w latach suchych.

5. W świetle przeprowadzonych badań nawodnienia zalewowe wodami ubogimi w składniki pokarmowe powinny być stosowane głównie jako uzupełnienie niedoboru wody dla roślin w okresie wegetacji. Natomiast nawodnienia powierzchniowe wodami żyznymi w znacznym stopniu podnoszą plony, wpływają na poprawę składu botanicznego runi i zwiększenie żyzności gleby.

6. Na glebach zwięzłych potrzeba nawodnień występuje głównie w latach su-

chych i średnich w okresie wzrostu II i III pokosu.

7. Efekt nawożenia obornikiem jest większy przy nawodnieniach powierzchniowych (zalewowym, stokowym) w stosunku do podsiąkowego.

8. Długotrwałe nawodnienia zalewowe latem (4 dni) powodowały obniżenie plonu, degradację zbiorowisk roślinnych i znaczne pogorszenie warunków powietrznych w glebie. Powinny być one jedno-, a najwyżej dwudniowe.

## Literatura

- BRANDYK T., TRZECIECKI E. 1975: *Potrzeba i efektywność nawodnień użytków zielonych na Żuławach*. Mat. Konf. Nauk. IMUZ, Melioracje, sekcja II.
- FALKOWSKI M., KARŁOWSKA G. 1961: *Rozwój łąkarstwa w Wielkopolsce*. Poznań. Tow. Przyjaciół Nauk t. IX; 2.
- NAZARUK G. 1970: *Wpływ nawodnień podsiąkowych i zalewowych na plonowanie łąk na glebach torfowych o różnym stopniu zmurszenia*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 110.
- NAZARUK G. 1970: *Potrzeby nawodnień łąk na torfach w świetle doświadczeń i fizyko-wodnych właściwości gleb torfowych*. Mel. Rol. Biul. Inf. 4.
- NAZARUK G. 1977: *Działanie zwilżających nawodnień podsiąkowych i zalewowych na tor-*

*fach o różnym stopniu zaawansowania procesu murszenia*. Wyd. Mel. Wod. SGGW-AR. Praca doktorska (maszynopis).

- NAZARUK M. 1993: *Efektywność nawodnień powierzchniowych i podsiąkowych łąk na tle zróżnicowanego nawożenia na glebach mineralnych w świetle doświadczeń polskich*. Wiad. Mel. i Łąk. 2.
- OPALIŃSKI Cz. 1965: *Wpływ nawadniania na żyzność gleby oraz plony i skład botaniczny runi łąkowej*. Roczn. Nauk Rol. ser. F, t. 76; 3.
- STRYJEWSKI F. 1950: *Zastosowanie nawodnienia na ubogich glebach łąkowych*. Gosp. Wodna 1-2.
- STRYJEWSKI F. 1952: *Nawodnienia w dolinach rzek w pow. kaliskim*. Gosp. Wodna 1.
- STRYJEWSKI F., 1953: *Rola nawodnień poza-wegetacyjnych w gospodarce łąkowej*. Gosp. Wodna 2.
- STRYJEWSKI F. 1956: *Wybór systemu nawodnień*. Gosp. Wodna 1.
- ŚWIECICKI Cz., ŁASICA H. 1969: *Gleby użytków zielonych w Łąkach Jaktorowskich*. Zesz. Nauk. SGGW, Rolnictwo 12.
- WALCZYNA J., NAZARUK M. 1966: *Wpływ krótko i długotrwałych nawodnień łąk na natlenienie gleby oraz plony i skład botaniczny runi łąkowej*. Wiad. IMUZ t. 6; 1.

### Adres autora

M. Nazaruk  
Katedra Przyrodniczych Podstaw Melioracji  
SGGW  
02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166