



1/2014

wiadomości melioracyjne i łąkarskie

Kwartalnik (rok LVII)

styczeń-luty-marzec 2014

ISSN 0510-4262



ZAGADNIENIA INŻYNIERII ŚRODOWISKA WIEJSKIEGO



Informacje naukowo-techniczne

Dr hab. inż. JERZY BYKOWSKI – jurbykos@up.poznan.pl
Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Bezrowkowa technologia drenowania w Polsce z perspektywy 40 lat badań i doświadczeń

Technology of drainage in Poland in the perspective of 40 years experience

Drenowanie przez wiele lat było podstawowym zabiegiem technicznym stosowanym w celu zlikwidowania nadmiernego uwilgotnienia gleb słaboprzepuszczalnych. Drenowanie bezrowkowe było szeroko rozpowszechniane jako zabieg tańszy i pozwalający na odwodnienie większych terenów. Metoda ta ma jednak pewne wady, dotyczy to szczególnie możliwości stosowania obrypek filtracyjnych. W pracy przedstawiono historię drenowań bezrowkowych na terenie Wielkopolski.

Słowa kluczowe: drenowanie, technologia bezrowkowa, uwilgotnienie gleb, rolnictwo

Agriculture drainage for many years was the main technology of dewatering unpermeable soils. The drainage without ditch construction was preferable. The method was cheaper and it was possible to drain bigger area. There are some inconvenience in that method as well. Especially it was difficult to constructed a proper filters. The analysis of the state of old drainage system constructed in Wielkopolska area was performed. Some of the drainage are working properly still.

Key words: drainage, agriculture, drainage technology, soil moisture

Wstęp

Niedawno minęło 40 lat od wykonania w Polsce pierwszych drenowań technologią bezrowkową. Polega ona na wprowadzeniu do gleby rurociągu drenarskiego za pomocą specjalnego kroju maszyny samobieźnej, bez konieczności wykonania tradycyjnego rowka. W październiku i listopadzie 1972 roku na obiekcie Granówko w powiecie nowotomyskim Rejonowe Przedsiębiorstwo Melioracyjne z Wolsztyna zastosowało maszynę produkcji ówczesnej NRD typu „Meliomat-Universal” (fot. 1) do układania rurek ceramicznych [Dymek i Kapczyński, 1973]. Po pierwszych próbach w grudniu 1972 roku tę samą maszynę w 1973 roku wykorzystano na obiekcie Modrze w powiecie poznańskim, do ułożenia rurek z PCV [Dymek i Kapczyński, 1974].

W dalszych latach sprowadzono kolejne maszyny typu „Meliomat-Universal”, a także „Cornelius”, „Badger” czy „Draintie” [Bala i in., 1979], jednak dalszy dynamiczny rozwój drenowań technologią bezrowkową wiązał się z uruchomieniem krajowej produkcji maszyn typu KD-20 „Poldren” [Owczarek, 1976] i „Jar-160” [Jarocki, 1977].



Fot. 1. Maszyna do drenowania bezrowkowego „Meliomat-Universal” (archiwum IM, KSiG UP w Poznaniu)



Fot. 2. Maszyna do drenowania bezrowkowego KD-20 „Poldren” (archiwum IM, KSiG UP w Poznaniu)

Według stanu z 1983 roku w posiadaniu przedsiębiorstw melioracyjnych znajdowało się już 108 maszyn do drenowania bezrowkowego, w tym 88 produkcji krajowej [Białota, 1983]. Dalszy rozwój technologii bezrowkowej w Polsce miała zapewnić konstrukcja nowej maszyny drenarskiej typu PMD-140 „Maldren”, przystosowanej zarówno do układania sączków ceramicznych jak i z PCW [Fąfara, Kanafa, 1984; Józwickowski, Malec, 1985], również przy laserowym systemie sterowania [Krawiec, Grzesiak, 1988].

Już wstępne badania eksploatacyjne maszyn, których wyniki przedstawiono we wcześniej cytowanych pracach Dymka i Kapczyńskiego [1973, 1974] wskazywały na wiele zalet ale i wad nowej technologii. Badania prowadzone w kraju miały przede wszystkim na celu opracowanie a następnie uściślenie wymagań dotyczących stosowania tej technologii.

Cel pracy

Celem pracy była analiza zalet i wad technologii bezrowkowej wprowadzonej do wykonawstwa sieci drenarskich w Polsce w 1972 roku. W pracy wykorzystano wyniki krajo-

wych badań i doświadczeń prowadzonych i opublikowanych w latach 1973-1998. Od połowy lat 90. XX wieku badania te przerwano, w związku z niemalże zaprzestaniem wykonywania nowych inwestycji melioracyjnych [Wanke A., 2000]. Drenowania nowe wykonywane do chwili obecnej, na niewielkich powierzchniach, są już w zasadzie realizowane wyłącznie technologią rowkową.

Drenowanie bezrowkowe w świetle badań i doświadczeń

Na początku stosowania nowej technologii, wykorzystywano ramowe zalecenia i wskazania dotyczące projektowania drenowania rurkami karbowanymi z PCW [Śniadowski, Ostrowski, 1973]. W 1977 roku wprowadzono wytyczne technologii i organizacji robót dla maszyn do drenowania bezrowkowego [Bala i in., 1977], a od 1978 roku obowiązywała norma branżowa dotycząca wymagań i badań przy odbiorze rurociągów układanych technologią bezrowkową (BN-78/9191-14). Zapisy dotyczące drenowań bezrowkowych można było też znaleźć w wytycznych drenowania gruntów ornych z 1978 roku [Śniadowski, 1978], a od 1980 roku, w warunkach technicznych wykonania i odbioru robót drenarskich w gruntach ornych [Koryzma, 1980]. Ważnym źródłem informacji o technologiach drenowania, w tym bezrowkowej, były podręczniki Bali i Pichóra [1987] oraz Jędryki, Mosieja i Sokołowski [1988].

Podstawową zaletą maszyn do drenowania bezrowkowego była ich wysoka wydajność. Przykładowo Zuchmatowicz [1975] czy Owczarek [1976] szacowali, że wydajność maszyn do drenowania bezrowkowego była od 5- do 8-krotnie większa, w porównaniu z ówczesnie stosowanymi koparkami wielonaczyniowymi do drenowania rowkowego typu „ETC” (fot. 3).



Fot. 3. Koparka drenarska ETC-202 (archiwum IM, KSiG UP w Poznaniu)

Za stosowaniem technologii bezrowkowej w drenowaniach przemawiały również analizy kosztów ich wykonania na tle drenowań tradycyjnych rowkowych. Wskazywano, że przy obowiązujących wówczas cennikach, drenowanie z rurek PCW z zastosowaniem maszyn bezrowkowych było zdecydowanie tańsze [Dymek, Kapczyński, 1973; Bobek, 1976; Gajewski, 1984]. Wśród innych zalet technologii wymieniano ograniczenie strat powstałych w uprawach w trakcie prowadzenia robót, praktyczne wyeliminowanie strat materiałowych powstałych w procesie transportu i wykonawstwa,

zmniejszenie nakładów robocizny oraz zużycia materiałów pędnych [Łukasiewicz, 1984; Sokołowski, 1984a; Jędryka i in., 1988]. Metodę bezrowkową zalecano ponadto w gruntach niespoistych gdzie istniało niebezpieczeństwo obsunięcia się ścian wykopu przy technologii rowkowej.

Jak wykazały badania i obserwacje, technologia bezrowkowa ma też niestety istotne wady. Do głównych należy zaliczyć fakt, że w trakcie prowadzenia prac brak jest możliwości bieżącej wizualnej kontroli ułożenia sączków gdyż w momencie jej wykonania jest sieć zakryta [Musiał, Filipowicz, 1984; Ostrowski, 1985]. Duże wydajności maszyn wymagają wysokiej precyzji obsługi gdyż od początku stosowania technologii bezrowkowej istniały obawy co do utrzymania prawidłowych spadków drenów i ich głębokości [Koryzma, 1981; Ostrowski, 1985]. Podejmowano więc badania mające na celu ocenę jakości ułożenia sączków metodą bezrowkową. Pierwsze obserwacje ułożenia sączków, wykonane na obiektach drenarskich, w których wdrażano w Polsce technologię bezrowkową, wykazały zadowalające spadki sączków przy czym niestety w części badanych rurociągów przykrycie końcówek nie przekraczało 40 cm [Dymek, Kapczyński, 1973]. Dalsze szczegółowe badania potwierdziły również istniejące obawy i wykazały, że parametry techniczne sączków ułożonych metodą bezrowkową w znacznym stopniu odbiegały od obowiązujących normatywów [Bala, 1978; Bala i in., 1981, 1985; Medyk, 1980, 1982; Ostrowski i Stapel, 1981; Stapel i Ostrowski, 1982; Kwapisz, 1982; Dejas, 1983; Kosturkiewicz i Bykowski, 1983; Musiał i Filipowicz, 1984; Ostrowski, 1984a, 1985]. Jednocześnie w tym okresie również niezadowolające wyniki jakości ułożenia sączków obserwowano w tym okresie także w technologii rowkowej przy użyciu maszyn typu „ETC-202” [Ostrowski i Stapel, 1981; Medyk, 1982; Ostrowski, 1984a].

O ułożeniu sączków z właściwymi parametrami w technologii bezrowkowej decyduje szereg czynników. Badania Bali i in. [1985] wykazały, że największy wpływ na wadliwe ułożenie rurociągów miały warunki terenowe oraz nieprzestrzeżenie zaleceń technologicznych przez słabo wykwalifikowane załogi. Na odwrotnie proporcjonalną zależność między wielkością spadku terenu a ilością przegłębień w niwelecie sączków zwracali uwagę cytowani wcześniej Bala i in. [1981, 1985], Musiał i Filipowicz [1984] oraz Kosturkiewicz i Bykowski [1988]. Badania kwalifikacji grup pracowników przeprowadzone przez Dejas i Medyka [1986] na 10 budowach wykazały natomiast, że największy wpływ na odchylenie od projektowanej głębokości sączków miały kwalifikacje kierownika budowy i technika.

Na sprawność funkcjonowania drenowań bezrowkowych w kolejnych latach eksploatacji, obok właściwych parametrów sączków, mogą też wpływać takie elementy jak: jakość stosowanych rurek, właściwości drenowanych gleb oraz zmiany powstałe w profilu glebowym nad sączkiem, powstałe po przejściu kroju maszyny drenarskiej. Jak wynika z badań rurki karbowane z PCW w pełni dorównywały rurkom ceramicznym. Na duże walory użytkowe drenów z PCW zwracał uwagę w Polsce Gołaszewski [1978], który stwierdził około 1,8 razy większy z nich odpływ w porównaniu z odpływem z rurek ceramicznych, przy około 8-krotnie mniejszych oporach hydraulicznych na wlocie wody do rurociągu. Terenowe badania Sokołowskiego [1978] wykazały, że rurki ceramiczne miały 1,4 razy większe opory wejściowe niż rurki karbowane z PCW. Oddzielny problem stanowiła jednak jakość

ówcześniej produkowanych w Polsce rurek i to zarówno z PCW jak i rurek ceramicznych. Sondażowe badania rur drenarskich z PCW przeprowadzone przez IMUZ w Falentach [Ostrowski, 1983, 1984] wykazały znaczne odstępstwa od wymogów normy BN-78/6354-12 (Rury drenarskie z nieplastifikowanego polichloru winylu). Czarnowski [1987] natomiast, na podstawie analizy dostaw rurek ceramicznych z 19 cegielni szacował, że tylko 16% drenów o średnicy 50 mm i 10% drenów o średnicy 100 mm spełniało wszystkie wymogi normy PN-76/B-12040 (Ceramiczne rurki drenarskie), dotyczące cech zewnętrznych. Na wadliwą jakość produkowanych w tym okresie w kraju rurek z PCW i rurek ceramicznych zwracał też uwagę Medyk [1982].

O dopływie wody do rurociągów drenarskich decydują również warunki glebowe w jakich układane są rurociągi oraz zmiany powstałe w profilu glebowym po przejściu kroju maszyny. Wytyczne drenowania gruntów ornych [Śniadowski, 1978] nie zalecały zakładania sposobem bezrowkowym sączków w glebach, o właściwościach zbliżonych do glin ciężkich i średnich. Analizą tych zmian zajmowali się w Polsce Jędryka [1981], Medyk [1982, 1989], oraz Medyk i Grismer [1987]. Badania wykazały, że o zmianach w profilu decydowały warunki glebowe oraz kształt narzędzia skrawającego (fot. 4).



Fot. 4. Krój maszyny do drenowania bezrowkowego „Meliomat-Universal” (archiwum IM, KSiG UP w Poznaniu)

Pożądaną dla właściwego działania drenowania spulchnienie gleby, badacze wiązali też z tak zwaną „głębokością krytyczną”, której przekroczenie w trakcie układania sączka, mogło powodować występowanie stref zagęszczenia profilu glebowego. Wskazywano, że w określonych warunkach mogło również wystąpić „zaklejenie” porów glebowych w szczelinie powstałej po przejściu kroju, przez co znacznie obniżał się współczynnik filtracji w bezpośrednim sąsiedztwie ścianki szczeliny.

Zauważono, że istotnym elementem składowym zmian powstałych w ośrodku glebowym był też rodzaj materiału wypełniającego szczelinę powstałą po przejściu kroju maszyny do drenowania bezrowkowego. Materiał ten, analogicznie jak w drenowaniach rowkowych, stanowi bowiem naturalną obsypkę gruntową. Jak wynika z przeprowadzonych badań, skuteczność działania rurociągu drenarskiego, a więc zdolność poboru przez niego wody, jest uzależniona w dużym stopniu od przepuszczalności obsypki otaczającej sączek (skład mechaniczny, zawartość próchnicy, mechanizm wymieszania) [Stapel, 1970; Stryjewski, 1970; Sokołowski, 1978, 1984b; Gołaszewski, 1978; Tymrakiewicz, 1979].

Tradycyjnie stosowaną w drenowaniach obsypką, jest obsypka pochodząca z warstwy orno-próchnicznej [Stryjewski, 1970, 1978; Śniadowski, 1970; Gołaszewski, 1978; Sokołowski, 1978; Ostrowski, 1985; Bala i Pichór, 1987; Jędryka i in., 1988]. Przykładowo badania Gołaszewskiego [1978], prowadzone nad przepływem wody w drenach z PCW wykazały, że zastosowanie tradycyjnej obsypki próchnicznej zwiększyło dopływ średnio o 50%, a przy zastosowaniu obsypki żwirowej i maty słomowej odpowiednio o 60% i 40%. Dla zwiększenia chłonności drenu lub ich zabezpieczenia przed zamulaniem, poza obsypką próchniczną, stosowane były również różnego rodzaju materiały pochodzenia naturalnego jak: słoma, żwir, ściółka oraz materiały z włókien syntetycznych [Gołaszewski, 1978; Sokołowski, 1978, 1984b, 1984c]. Należy tu jednak zwrócić uwagę, że stosowanie obsypki żwirowej lub innych materiałów filtracyjnych podnosi koszt wykonania drenowania i nie jest zalecane w drenowaniach rolniczych. Inaczej w miejskich [Rafalski, 1974; Downar i Lupa, 1984], podczas gdy obsypka próchniczna może być wykonana bez większych nakładów. Jej wykonanie w drenowaniach technologią rowkową jest proste i może być w pełni realizowane (fot. 5). Pozostaje jednak problem ustalenia w trakcie wykonawstwa przydatności materiału glebowego pochodzącego z warstwy orno-próchnicznej jako obsypki [Kocięcki, 1983].

W drenowaniu metodą bezrowkową uzyskanie takiej obsypki jest natomiast zależne głównie od wilgotności gleby, stąd wytyczne Śniadowskiego [1978] zalecały układanie sączków w takich warunkach wilgotnościowych, przy których następuje kruszenie się gleby i samorzutne jej obsypywanie w powstałej szczelinie. Może to w znacznym stopniu ograniczyć zakres stosowania metody bezrowkowej oraz wydłubić czas, w którym możliwe jest prowadzenie robót. Dla



Fot. 5. Obsypywanie rurociągu drenarskiego warstwą próchniczną – tzw. „dekowanie” (archiwum IM, KSiG UP w Poznaniu)



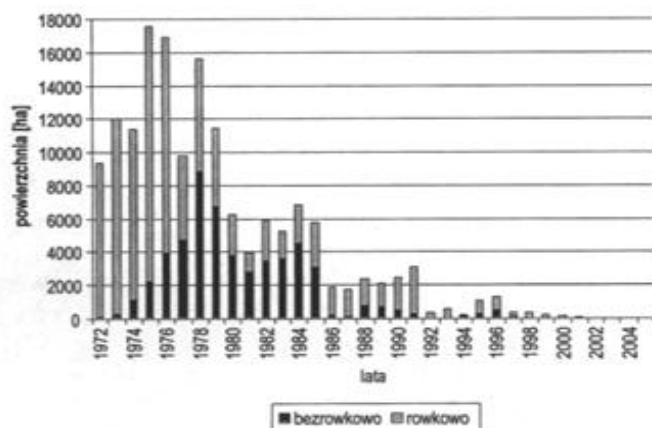
Fot. 6. Obsypnik do rurociągów drenarskich układanych metodą bezrowkową zamontowany do kroju maszyny KD-20 „Poldren” (archiwum IM, KSiG)

tego podjęto próby zmiany technologii prac mające na celu połączenie zalet metody rowkowej i bezrowkowej [Białous, 1979; Kucharski, Wilczek, 1984; Haremza, 1985] lub też wykonania odpowiedniego oprzyrządowania kroju maszyny (obsypnika) do drenowania bezrowkowego [Bykowski, Kędziora, 1988].

Podsumowanie i stwierdzenia

Pomimo przedstawionych powyżej wad ograniczonego zakresu stosowania, ale i zalet technologii bezrowkowej była ona wykorzystywana w wykonawstwie nowych drenowań. Jak wynika z przeprowadzonych analiz tylko w Wielkopolsce, od pierwszego jej zastosowania w 1972 roku na obiekcie Granówko do 1997 roku, metodą bezrowkową zdrenowano około 53 tys. hektarów. Stanowiło to jedną trzecią całkowitej powierzchni drenowań gruntów ornych, przekazanych do eksploatacji w latach 1975-1985. W tym okresie corocznie tą metodą drenowano od 2 do 9 tys. hektarów gruntów ornych. Natomiast po 1997 roku w Wielkopolsce zaniechano stosowania drenowań bezrowkowych.

Uzyskanie danych do sporządzenia wykresu (rys.) wymagało żmudnych analiz dokumentacji projektowych i po-



Rys. Powierzchnia drenowania gruntów ornych wykonanego technologią bezrowkową i rowkową w Wielkopolsce, w latach 1972-2005

wykonawczych obiektów. Do 1975 a nawet jeszcze w części w 1977 roku, w sprawozdaniach technicznych do odbiorów końcowych, nie rozróżniano sposobu ułożenia sączków. W Wielkopolsce stwierdzono, że niesprawność sączków na obiektach wykonanych technologią bezrowkową wystąpiła prawie 3-krotnie częściej, w porównaniu z technologią tradycyjną. Główną przyczyną zgłoszonych awarii po wykonaniu drenowania tą technologią było przerwanie starej sieci drenarskiej [Bykowski 1993]. Tak więc technologia bezrowkowa nie powinna być zatem stosowana na wcześniej zdrenowanych obiektach, przy braku szczegółowego rozpoznania przebiegu starej sieci.

Podsumowując można stwierdzić, że pierwsze drenowania wykonane technologią bezrowkową w świetle analiz wielkopolskich z ekonomicznego punktu widzenia zdekapitalizowane (przyjmowana stopa amortyzacji liniowej $s = 2,5\%$) i w kolejnych latach będzie takich drenowań przybywać. Niestety, stan techniczny znacznej ich części jest gorszy niżby to wynikało z wieku tych drenowań, wskutek znacznych zaniedbań w konserwacji rowów odpływowych, i to niezależnie od sposobu układania drenowań [Bykowski, Szafranski, 1995]. Biorąc pod uwagę, że liczba nowych drenowań wykonywanych w ostatnich latach w Polsce jest praktycznie znikoma, rozwiązaniem problemu poprawy stosunków powietrzno-wodnych gleb użytkowanych rolniczo może być odbudowa i modernizacja istniejących urządzeń melioracyjnych. W ramach prac modernizacyjnych zaleca się przy tym dozbudowanie istniejących systemów drenarskich w dodatkowe urządzenia umożliwiające regulowanie odpływu wody z sieci melioracyjnej [Marcilonek i in., 1995], a retencjonowanie wód powierzchniowych powinno być uzupełniane zabiegami agromelioracyjnymi [Szafranski i in., 1998]. Agromelioracje, jako zabiegi poprawiające strukturę gleby były również zalecane przez zagranicznych ekspertów do szerszego stosowania w Polsce [Mioduszeowski, 1991].

Dużą nadzieję na poprawę obecnej sytuacji w melioracjach ma przynieść opracowywany Narodowy Program Odnowy Melioracji i Rozwoju Retencji. Mają w nim zostać nakreślone działania konieczne dla przeciwdziałania zagrożeniom związanym z podtopieniami, powodzią oraz suszą w perspektywie 5 i 20 lat. W dokumencie znajdują się też m.in. informacje o koniecznych inwestycjach oraz oszacowanie niezbędnych środków do prawidłowego utrzymania urządzeń melioracji wodnych.

LITERATURA

1. Bała W., Gruszczyński J., Łokas M., Kwapisz J., Woźniak A.: 1977. Wytczne technologii i organizacji robót dla maszyn do drenowania bezrowkowego rurkami z PCW. C.Z.B.W. i M., Warszawa.
2. Bała W., Gruszczyński J., Kwapisz J., Woźniak A.: 1981. Ocena jakości drenowania wykonywanego metodą bezrowkową z punktu widzenia obowiązujących aktów normatywnych. Maszynopis I.N. i O.Z.T. AR Kraków.
3. Bała W., Gruszczyński J., Łokas M., Woźniak A., Kwapisz J.: 1985. Opracowanie zasad technologicznych wykonywania drenowania bezrowkowego oraz określenie warunków pracy wybranych maszyn w celu poprawy jakości wykonawstwa. Maszynopis, I.N. i O.Z.T. AR Kraków.
4. Bała W., Łokas M., Wróbel F.: 1979. Maszyny do drenowania bezrowkowego. Biul. Inf. Mel. Rolne, 3.
5. Bała W., Pichór W.: 1987. Technologia i organizacja robót wodno-melioracyjnych. P.W.R. i L. Warszawa.
6. Białota H.: 1983. Aktualny stan i kierunki rozwoju mechanizacji robót wodno-melioracyjnych. Wiad. Mel. i Łąk., 6.

7. Białołos K.: 1979. Przystosowanie pługa SP-2 do drenowania rurkami plastikowymi. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
8. BN-78/9191-14. Odwodnienia. Bezrowkowe układanie rurociągów drenarskich. Wymagania i badania przy odbiorze.
9. Bobek A.: 1976. Analiza kształtowania poziomu kosztów robót drenarskich metodą bezrowkową na przykładzie RPM w Ciechanowie. *Biul. Inf. Mel. Rolne*, 4.
10. Bykowski J., Kędziora A.: 1988. Urządzenie do wykonania obsypki z warstwy orno-próchnicznej sączków układanych metodą bezrowkową. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 12.
11. Bykowski J.: 1993. Ocena jakości drenowań wykonywanych technologią bezrowkową w regionie Wielkopolski. *Roczniki AR w Poznaniu*, CCXLIV(294).
12. Bykowski J., Szafranski Cz.: 1995. Stan urządzeń odwadniających i kierunki usprawnienia ich eksploatacji w województwie poznańskim. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, WMiŚ 266, Konferencje VIII.
13. Czarnowski M.: 1987. Wyniki analizy kontroli jakości ceramicznych rurek drenarskich. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 11.
14. Czarnowski M.: 1988. Usterki na obiektach wodno-melioracyjnych. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 12.
15. Dejas D.: 1983. Współczesne wykonawstwo robót drenarskich na tle wymagań jakościowych i eksploatacyjnych. *Materiały Konf. Nauk. Tech.*, AR Wrocław.
16. Dejas D., Medyk J.: 1986. Próba oceny wpływu kwalifikacji zespołu roboczego na jakość drenowania bezrowkowego. *Zeszyty Nauk. AR Wrocław*, Nr 159, Melioracja XXIX.
17. Downar A., Lupa H.: 1984. Zależność między wielkością obsypki filtracyjnej i rozstaw sączków a kosztami drenowania. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
18. Dymek M., Kapczyński R.: 1973. Nowe maszyny drenarskie dynamizują wykonawstwo drenowań. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 5.
19. Dymek M., Kapczyński R.: 1974. Eksploatacja maszyny drenarskiej „Meliomat-Universal” B 710 C/02 przy użyciu rur z tworzyw sztucznych. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 6.
20. Fąfara A., Kanafa S.: 1984. Prace naukowo-badawcze IBMER w zakresie mechanizacji robót wodno-melioracyjnych. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 11.
21. Gajewski E.: 1984. Jakie drenowanie jest najtańsze? *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
22. Gołaszewski M.: 1978. Uwagi dotyczące przepływu wody w drenach karbowanych z PCW. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 4.
23. Harema J.: 1985. Roboty drenarskie przy zastosowaniu pługa poldrena. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 5.
24. Jarocki St.: 1977. Koparka JAR-160. *Biul. Inf. Mel. Rolne*, 3.
25. Jędryka G.: 1981. Wpływ narzędzia roboczego na zmianę stanu gleby i opory występujące przy drenowaniu bezrowkowym. *Rozprawa doktorska*. SGGW-AR Warszawa.
26. Jędryka G., Mosiej K., Sokołowski J.: 1988. *Technologia drenowania*. P.W.R. i L., Warszawa.
27. Jóźwikowski T., Małec R.: 1985. Maszyna drenarska PMD-140 „Maldren” do bezrowkowego układania rurek ceramicznych. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 12.
28. Kocięcki J.: 1983. Propozycje usprawnienia postępowania się „Wytycznymi drenowaniami gruntów ornych”. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 3.
29. Koryzma W.: 1980. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót drenarskich. Cz. I. Drenowanie gruntów ornych. *Min. Rol., C.B.S. i P. „Bipromel” Warszawa*.
30. Koryzma W.: 1981. Drenowanie bezrowkowe w świetle dotychczasowych doświadczeń i obowiązujących przepisów. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 1.
31. Kosturkiewicz A., Bykowski J.: 1983. Opracowanie zasad technologicznych wykonania drenowania bezrowkowego oraz określenie warunków pracy wybranych maszyn w celu poprawy jakości wykonawstwa. *Maszynopis*, K.M.R. i L. AR Poznań.
32. Kosturkiewicz A., Bykowski J.: 1988. Skuteczność działania drenowań bezrowkowych. *Informator Regionalny Zakładu Upowszechniania Postępu AR w Krakowie*, 272.
33. Krawiec J., Grzesiak Z.: 1988. Laserowe systemy sterowania maszynami do robót melioracyjnych. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 5-6.
34. Kucharski M., Wilczek Cz.: 1984. Pozytywne doświadczenia z pługiem SP-2. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 5.
35. Kurek St., Kurzbauer A.: 1984. Wyniki badań ankietowych dotyczących sprawności działania urządzeń drenarskich. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
36. Kwapisz J.: 1982. Wpływ rodzaju sterowania maszynami na dokładność układania rurociągów drenarskich metodą bezrowkową. *Rozprawa doktorska*. AR Wrocław.
37. Łukasiewicz J.: 1984. Postęp i osiągnięcia myśli technicznej w drenowaniach. *Artykuł dyskusyjny*. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 6.
38. Marcilonek S., Kostrzewa S., Nyc K., Drabiński A.: 1995. *Cele i zadania współczesnych melioracji wodnych*. (W:) *Ekologiczne aspekty melioracji wodnych*. *Wyd. Inst. Ochr. Przyr.* PAN, Kraków.
39. Medyk J.: 1982. Ocena jakości drenowań wykonywanych maszynami Poldren i ETC-202 na obszarze południowo-zachodniej Polski. *Rozprawa doktorska*. AR Wrocław.
40. Medyk J.: 1989. Results of installation pipe drainage system by continuous trencher and trenchless crawler machines on soil structure. *Land a. Water Use*, Doda Grace, Balkema, Rotterdam.
41. Medyk J., Grismer M.E.: 1987. Effects of continuous trencher and trenchless crawler drainlinemachines on soil structure. *Soil a. Water*, Winter 1987, 69. *Cooper Extension*. Univ. of California.
42. Mioduszewski W.: 1991. Melioracje wodne w opiniach zagranicznych ekspertów. *Biul. Inf. Mel. Rol.*, 2, 1-5.
43. Musiał W., Filipowicz J.: 1984. Ocena robót drenarskich wykonanych metodą bezrowkową. *Roczniki AR Poznań*, CXLIX, Mel., 5.
44. Nyc K., Kamionka Sz., Pokładek R.: 1994. Techniczne możliwości wzbogacania zasobów retencji gruntowej. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 248.
45. Ostrowski J.: 1983. Sondażowa ocena jakości produkowanych rur drenarskich z PCW. *Maszynopis*, IMUZ Falenty.
46. Ostrowski J.: 1984a. Problemy wykonawstwa drenowań. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
47. Ostrowski J.: 1985. Aktualne problemy związane ze stosowaniem drenowania bezrowkowego. *Biul. Inf. Mel. Rolne*, 3.
48. Ostrowski J., Stapel Z.: 1981. Ocena robót drenarskich wykonanych metodą bezrowkową. *Maszynopis*, IMUZ Falenty.
49. Owczarek E.: 1976. Koparki „Poldren” do bezrowkowego drenowania. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 8-9.
50. Rafalski Z.: 1974. Koszty zabezpieczenia rurociągów drenarskich. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 4.
51. Sokołowski J.: 1978. Wpływ właściwości rurociągów i materiałów filtracyjnych na chłonność i zamulenie drenów. *Rozprawy naukowe* 105. SGGW-AR Warszawa.
52. Sokołowski J.: 1984a. Rozwój mechanizacji drenowań w kraju i na świecie. *Cz. II Wiad. Mel. i Łąk.*, 5.
53. Sokołowski J.: 1984b. Rozwój techniki drenarskich – materiały rur i zabezpieczeń filtracyjnych. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 5.
54. Sokołowski J.: 1984. Chłonność rurociągów drenarskich jako element oceny skuteczności ich działania. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
55. Stapel Z.: 1970. Wpływ zasypki na działanie rurociągu drenarskiego. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
56. Stapel Z., Ostrowski J.: 1982. Ocena jakości ułożenia rurociągu drenarskiego wykonanego metodą bezrowkową. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 8-9.
57. Stryjewski F.: 1970. Melioracje gleb ciężkich. *Cz. I Wiad. Mel. i Łąk.*, 10.
58. Stryjewski F.: 1978. *Drenowanie*. PWN Warszawa.
59. Szafranski Cz., Bykowski J., Fiedler M.: 1998. *Rola melioracji w zrównoważonym rozwoju obszarów wiejskich*. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* nr 335, Z. 59.
60. Śniadowski Z.: 1970. Zamulenie rurociągów drenarskich i sposoby ich zabezpieczenia. *Cz. I-II Wiad. Mel. i Łąk.*, 7-8, 9.
61. Śniadowski Z.: 1978. *Wytyczne drenowania gruntów ornych*. IMUZ Falenty.
62. Śniadowski Z., Ostrowski J.: 1973. Ramowe zalecenia i wskazania dotyczące projektowania drenowania rurkami karbowanymi z PCV. *Biul. Inf. Mel. Rol.*, 6.
63. Tymrakiewicz L.: 1979. Działanie sączka drenarskiego z zasypką piaskową o różnej miąższości. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 1.
64. Wanke A.: 2000. Drenowanie gruntów ornych w ostatnim 50-leciu. *Wiad. Mel. i Łąk.*, nr 4, s. 150.
65. Zuchmatowicz H.: 1975. *Wykonawstwo robót drenarskich systemem bezrowkowym koparką holenderską TL 71S*. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 3.