

KOMISJA WYDAWNICZA
T-WA BRATNIEJ POMOCY STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

TECHNIKA ODWADNIANIA BAGIEN I UŻYTKOWANIE ICH ROLNICZE

NAPISAŁ

PROFESOR INŻYNIER
CZESŁAW SKOTNICKI

PRZY WSPÓŁPRACY
PROFESORA
E. WARCHAŁOWSKIEGO

WYDANIE II



W A R S Z A W A — 1 9 2 9

Henryk

TECHNIKA ODWADNIANIA BAGIEN

0268:631.6

BZ08DK/004-02

KOMISJA WYDAWNICZA
T-WA BRATNIEJ POMOCY STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

TECHNIKA ODWADNIANIA BAGIEN I UŻYTKOWANIE ICH ROLNICZE

NAPISAŁ

PROFESOR INŻYNIER
CZESŁAW SKOTNICKI

PRZY WSPÓŁPRACY
PROFESORA
E. WARCHAŁOWSKIEGO

WYDANIE II



W A R S Z A W A — 1 9 2 9

ZAKŁADY DUKARSKIE
F. WYSZYŃSKI I S-KA
WARSZAWA, WARECKA 15



nr. 2858

Książka niniejsza jest znacznie rozszerzonem i uzupełnionem drugim wydaniem skromnego podręcznika mego p. t. „Zasady Techniki Odwodnienia Bagien i gruntów uprawnych”, który ukazał się w druku w roku 1918. Szybkie rozejście się nakładu świadczyło, że wydawnictwo takie jest potrzebne.

Książka niniejsza przeznaczona jest dla ludzi posiadających podstawy hydrotechniki, nie zawiera zatem teoretycznych wiadomości pomocniczych, które zresztą każdy zainteresowany znaleźć może w odpowiednich podręcznikach specjalnych, natomiast starałem się zgromadzić tu wiadomości specjalne dotyczące się tematu i to uwzględniając warunki miejscowe tak, aby mogła ona stać się użyteczną przy praktycznem rozwiązywaniu tych niezliczonych zagadnień meljoracyjnych, tak niezmiernie doniosłych dla Kraju naszego. Sprawy dotyczące się rolniczego wykorzystania bagien, zostały rozmyślnie bardzo pobieżnie traktowane, jest to bowiem zbyt obszerny temat, by go w tym zarysie wyczerpująco omawiać.

Pozwalam sobie na tem miejscu podziękować Panu Profesorowi Warchałowskiemu za pomoc w opracowaniu rozdziału, dotyczącego się studjów geodezyjnych, zaś Komisji Wydawniczej T-wa Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej, za zajęcie się tak chętnie i wywiązanie się tak staranne z pracy wydawniczej, którą dzięki zapomodze, otrzymanej od Państwowego Banku Rolnego na Wydawnictwa treści meljoracyjnej, była w możności podjąć.

AUTOR.

SPIS RZECZY.

I. WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

	<i>Str.</i>
Znaczenie ekonomiczne dla Polski odwodnienia gruntów	1
Geneza bagien polskich i geograficzne rozmieszczenie	4
Klasyfikacja bagien i proces ich tworzenia się	6
Krajobraz bagien polskich	11
Cel odwodnienia gruntów i zasady ogólne odwodnienia terenów	15

II. WODA JAKO CZYNNIK ZABAGNIENIA I GLEBA BAGIEN.

Opady atmosferyczne	19
Parowanie wody	25
Wsiąkanie	26
Spływ powierzchniowy	30
Skład gleb i ich struktura	38
Stosunek gleby do wody	39
Gleby bagienne	41
Oznaki zbytniego zawilgocenia gruntów	43

III. STUDJA TERENOWE.

Studja wstępne	46
Studja terenowe	48
Studja hydrologiczne i hydrometryczne	65
Studja gleboznawcze	68
Plan sytuacyjny i niwelacyjny	71

IV. URZĄDZENIA ODWADNIAJĄCE I ICH ROZPLANOWANIE.

Rozkład kanałów i ich przeznaczenie	73
Kanał główny	74
Rowy boczne	78
Kanały opaskowe i burzowe	81
Odległość pomiędzy rowami	82
Głębokość rowów odwadniających	87
Drenowanie bagien	89

V. OBLICZENIE ROZMIARÓW URZĄDZEŃ ODWADNIAJĄCYCH.

Zasady obliczenia przekroju poprzecznego	92
Określenie ilości wody	93
Nachylenie dna kanałów, czyli spadek	97

	Str
Kształt przekroju poprzecznego	100
Prędkość przepływu	105
Obliczenie przekroju poprzecznego	108
Obliczenie przepustów	110
Obliczenie bryłowości kanałów	114

VI. ODWODNIENIE MECHANICZNE.

Ustrój ogólny	116
Mechanizmy podnoszące wodę	120
Silniki	129
Określenie ilości wody	134
Wysokość pompowania	138
Określenie energii potrzebnej do przelewania wody	140

VII. KOLMATACJA BAGIEN.

Istota kolmatacji i warunki stosowania jej	143
Kanały, doprowadzające i odprowadzające wodę	144
Kolmatacja perijodyczna	145
Kolmatacja ciągła	146

VIII. ROBOTY WYKONAWCZE.

Trasowanie kanałów	148
Kopanie ręczne i maszynowe	149
Rowy rozerwane i przegony	155
Umocnienie brzegów i dna	157
Stopnie	164
Mosty i przepusty	165
Utrzymanie robót odwadniających	167
Koszt robót odwadniających	171
Budowa dróg na błotach	176

IX. NAWADNIANIE BAGIEN ODWADNIANYCH.

Potrzeby i sposoby zabezpieczenia wilgoci	179
---	-----

X. WYKORZYSTANIE ROLNICZE BAGIEN.

Użytkowanie bagien w ich pierwotnym stanie	184
Odwodnienie	185
Uprawa gleby	186
Nawożenie	187
Zakładanie łąk i pastwisk	188
Pola uprawne	188
Kultury leśne	189
Literatura	191

ROZDZIAŁ I.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

Znaczenie ekonomiczne dla Polski odwodnienia gruntów. Podstawą dobrobytu naszego kraju jest wykorzystanie umiejętne jego bogactw naturalnych. Nie poskąpiła nam ich przyroda. Krainy, zamieszkałe przez Polaków i stanowiące ich niezaprzeczone dziedzictwo, posiadają w swem łonie w obfitości materje mineralne, najniezbędniejsze w mechanizmie życia współczesnego, jak: węgiel, sól, nafta i ruda żelazna. Największem jednak bogactwem naszym jest ziemia, która dając narodowi możność samodzielnego wyżywienia się, dać mu jest w stanie zarazem najwyższą moc trwania.

Ziemia jednak nasza jest w dużej mierze dotychczas kapitałem nawpół martwym, ażeby mógł on dawać korzyści wysokie, musi być w niego włożona wielka praca i umiejętność. Ogrom pracy nas czeka, by wyrównać dawne zaległości, a muszą być one wzorowane na doświadczeniu sąsiadów naszych i czystej nauce, którą nietylko czerpać skwapliwie od innych nam należy, lecz i samym na nowe tory kierować.

Jakkolwiek natura obdarzyła nas ziemią, która zarówno swą urodzajnością, jak i dogodnem położeniem, sprzyjać powinna rozwojowi rolnictwa, to jednak oddawna nie byliśmy w stanie wyprodukować tyle zboża, ile na dostatnie wyżywienie ludności nam potrzeba. Mniej sprzyjające warunki atmosferyczne odbijają się u nas bardzo niekorzystnie na produkcji rolnej, a produktyjność poszczególnych części kraju jest bardzo różną pomimo nieznaczących różnic gleby, przytem znacznie niższą niż w zachodnich państwach kulturalnych. Produkcja nasza zwierzęca, znajdująca oparcie w naturalnych pastwiskach i łąkach, jest bodaj jeszcze w gorszym stanie.

Niewątpliwie na taki stan rzeczy składały się różne czynniki. Jednym z ważniejszych wszakże jest pozostawienie wielkich obsza-

rów odłogiem, zaś tych, które są pod uprawą, nie przystosowanie pod względem stopnia wilgotności do potrzeb rolnictwa. Wybitne w tym kierunku zaniedbanie wykazują ziemie b. zaboru rosyjskiego, jakkolwiek i w innych dzielnicach naszych niejedne braki dają się jeszcze zauważyć. Z danych jakie posiadamy wynika, że w samym b. Królestwie Kongresowem istnieje 513000 *ha* nieużytków, z których co najmniej 500000 przypada na bagna. Nie jest to jednak wszystko, nie należy bowiem przypisywać zbytnej ścisłości cyfrom przytoczonym. Śmiało suponować należy, że prawie połowa obszarów, wliczonych przez urzędową statystykę do łąk, stanowią w istocie rzeczy również nieużytki, bo obszary, będące dziś w stanie produkować zaledwie liche siano i to nie rok-rocznie. W tej więc dzielnicy kraju istnieje niewątpliwie prawie 1000000 *ha* bagien, które w najbliższej przyszłości powinny być odwodnione.

Pomijając ogromne obszary polne, wymagające w Polsce melioracji, a wynoszących w przybliżeniu 11 mil. *ha*, oraz łąk i pastwisk, których stan wilgotności dużo przedstawia do życzenia, posiadamy w Polsce ogółem około 34000 *km. kw.* obszarów, zanotowanych jako wyraźnie zabagnionych*), które dziś są albo zupełnemi nieużytkami, albo słabo tylko i przy warunkach sprzyjających, są rolniczo użytkowane. Takie obszary bagniste, tworzą niekiedy wielkie nieprzerwane kompleksy, których odwodnienie da się przeprowadzić tylko przy równoczesnem wyregulowaniu przepływających przez nie rzek i strumieni. Niekiedy i te środki okażą się niedostateczne i zastosowanie mechanicznego odwodnienia wydaje się nieodzowne. O wielkości tych obszarów można powziąć pewne wyobrażenie z następującego zestawienia, podanego przez inż. Prokopowicza, a ugrupowanego według głównych dorzeczy.

Dorzecze Wisły	11.427 <i>km. kw.</i>
„ Odry	1.235 „ „
„ Niemna	4.874 „ „
„ Dźwiny	1.200 „ „
„ Prypeci	15.000 „ „
„ Dniestru	433 „ „
„ Dniepru	64 „ „

W sumie mamy zatem w Polsce około 34 tysięcy *km. kw.* obszarów zabagnionych, które w małym tylko stopniu dają się użytkować,

*) Inż. M. Prokopowicz. Melioracje w Polsce. 1926.

a z obszarami temi związane są regulacje mniejszych lub większych rzek:

W dorzeczu Wisły	6.746 km.
„ Odry	932 „
„ Niemna	1.028 „
„ Dźwiny	82 „
„ Prypeci	1.052 „
„ Dniestru	395 „
„ Dniepru	55 „

Oprócz obszarów bagnistych, które wymagają odwodnienia, posiadamy w Polsce nad większymi rzekami, a szczególnie nad Wisłą, znaczne obszary narażone na zalewy w czasie wielkich wód, które albo zupełnie nieobwałowane są, albo też posiadają wały niedostateczne. Obszarów takich do obwałowania inż. Prokopowicz liczy 2.100 km. kw. Są to także ziemie, które wskutek niskiego położenia swego, muszą być zaopatrzone w urządzenia odwadniające.

Obszary powyżej podane stanowią olbrzymie kapitały martwe domagające się uruchomienia. W ten sposób kraj zyskać może niezmiernie bogactwa w postaci gruntów ornych, lasów, łąk i pastwisk, jako podstawy krajowej hodowli, wreszcie olbrzymiej ilości opału torfowego, a także źródeł azotu dla rolnictwa. Niepotrzeba nadmieniać, że warunki higieniczne i komunikacyjne tych ogromnych przestrzeni, stanowiących do dzisiaj częstokroć niedostępne i nikomu prawie nieznane puszcze, zyskają tak wiele, że wpłynąć to może na całokształt życia kulturalnego tej części Europy.

Odwodnienie gruntów nie tylko musi być skierowane ku udostępnieniu bagien leżących odłogiem. Uregulowanie wilgotności naszych użytków rolnych, które wskutek dotychczasowych niekorzystnych warunków nie mogły odpowiadać wysokim wymaganiom nowoczesnego rolnictwa, stają się naszą koniecznością życiową.

Roboty odwadniające, a z niemi związane regulacje rzek, strumieni i potoków, należą i należeć będą długo niewątpliwie do najważniejszych problemów w gospodarstwie społecznym Polski**). Od tempa, w jakim będą wykonane, zależy zmiana stosunków dotychczasowych: złagodzenie tych konfliktów społecznych, które na tle agrarnym nurtują nasz młody organizm państwowy. Najspokoj-

**) Rzek niespławnych do regulacji Polska posiada 10.300 km. Obszarów do obwałowania 2.100 km.². Wałów ochronnych do budowy 1.300 km.

niejszy czytelnik musi wyjść z równowagi, gdy pozna cyfry dotychczasowej produkcji rolnej tego kraju, w którym ziemia tak bogata, że mogłaby wyżywić pół świata, a dla własnych dzieci chleba niema i za tym chlebem słać ich musi częstokroć na daleką obczyznę.

Technika odwodnienia nie była prawie wcale uwzględniana w literaturze naszej. Ujęcie zasad jej w niniejszej pracy, stanowiącej rozszerzone drugie wydanie podręcznika mego, przed 10-ciu laty wydanego, ułatwi być może, zwłaszcza młodzieży studjującej, przygotowanie do praktycznego wcielenia nabytych wiadomości w czyn, którego Polska z utęsknieniem oczekuje.

Geneza bagien polskich i geograficzne rozmieszczenie. Bagna polskie, co do ich genezy, rozdzielić można na dwie grupy: takie, których przyczyną jest występowanie nadmierne wody gruntowej, lub też te, które spowodowane są utrudnionym odpływem wód powierzchniowych. Bezpośrednią przyczyną jest zawsze prawie małe nachylenie terenu przy nieprzystosowaniu naturalnych arterij wodnych do dostatecznego odpływu wód, w poszczególnych wypadkach zaś całkowite przecięcie odpływu ufałdowaniami terenu, występującymi tak często w naszych polodowcowych formacjach, gdzie zostały moreny czołowe, przecinając drogę naturalnego stoku wód i dając początek tworzenia się łańcuchów i grup jezior. W okolicach Sandomierza, Warszawy, Poznania, Torunia i innych, natrafiamy na ślady dawnych jezior, zwanych zastoiskami, były to chwilowe zbiorniki wód rzecznych pomiędzy dwoma pasami moren, tamujących swobodny odpływ. Wszystkie jednak jeziora lodowcowe mają właściwości zanikania, mającego przyczynę w powolnem замуłaniu się wgłębień i zarastaniu jezior, tworzą się z nich najpierw grząskie bagna, potem torfowiska, a nawet żyzne ziemie czarne, jak czarnoziem kujawski, który powstał na dnie zastoiska włocławskiego. Większe jednak kompleksy bagien, jak to wyżej już było wspomniane, tworzą się wskutek nizinnego charakteru kraju naszego, który sprzyja wielkim rozlewiskom rzeczny. Tak w środkowej zwłaszcza części Polski błota leżą głównie w nizinach rzek, poziom których znajduje się tak wysoko, że odwodnienie podtopionych okolic większą część roku staje się bardzo utrudnione. Powodzie wiosenne wzmagają wodostan błot, zwłaszcza na załamaniu spadku pomiędzy biegiem górnym rzek, a dolnym. W ten sposób widzimy wielkie pasma bagien wzdłuż biegu Wisły i wielu jej dopływów, jak Bzury, Narwi i t. d., również dolina Warty

i Dniestru, a zwłaszcza Prypeci, obfitują w olbrzymie obszary ziem zabagnionych.

W północnej części kraju błota pokrywają szerokimi pasmami dna nizin dyluwialnych, tworząc nieprzebyte obszary, zwane puszciami, jak t. zw. Szeroka Biel, Puszcza Płodownicka i inne na Kurpiach, lub bagno Wizna, Biebrzańskie w ziemi Łomżyńskiej, ciągnące się szerokim pasem aż pod Augustów.

Największe jednak obszary, objęte bagnami naszymi, leżą we wschodniej części Rzeczypospolitej. Teren bagien na Polesiu przedstawia sobą wielką równinę, jak gdyby dno olbrzymiego naczynia z podniesionymi brzegami. Brzegi te w postaci wyżyn, okrążają kotlinę Poleską z północy, południa i wschodu. Mniej wyraźnie wznoszą się zachodnie jej brzegi, stanowiące jednak wododział Bałtycko-Czarnomorski. Większa część wody rzek z Polesia pochodzi z obszarów leżących zewnątrz kotliny. Wszedłszy do niej, rzeki te zmniejszają swe spady, a równocześnie i prędkości przepływu. Powolność ruchu wody, łatwo rozmywający się grunt, powodują rozdzielanie się rzek na liczne koryta, często łączące się z sobą i tworzące sieć zawiłą cieków, jak np. w okolicach Pińska, a drobne choćby przeszkody zbaczają je z drogi prostej, powodując tworzenie licznych zakoli, przedłużających jeszcze ich bieg i zmniejszających i tak nadmiernie małe spady.

Tworzenie błot naszych w poszczególnych wypadkach przypisać można także działalności lotnych piasków, które formują wały (diuny), zamykają niekiedy lub zwężają doliny, powstrzymując swobodny spływ wód i tak zwykle słaby skutek płaskiego ukształtowania terenu. Rozmieszczenie więc geograficzne bagien naszych jest dość charakterystyczne, znajdują się one w zagłębiach Podkarpackich z jednej, a w dziedzinie Wielkich Dolin między wyżynami i jeziorami z drugiej strony. Część wschodnia kraju, pomimo swego nieco wyższego położenia, jest znacznie silniej zabagniona niż zachodnia. Rozmieszczenie tych bagien według dorzeczy główniejszych rzek naszych, podany został już poprzednio, tamże mamy unaocznione obszary, z których widać, że Polska w porównaniu z innemi krajami, obfituje bodaj w stosunku do ogólnego obszaru państwa, najwięcej w ziemie zabagnione. Jak wyżej powiedziano, Polska posiada 3,4 mil. ha obszarów wyraźnie zabagnionych. Obszary objęte bagnami w innych krajach, wyrażone w milionach ha, podaje niżej zamieszczona tablica.

Niemcy	2,8	Holandja	0,5
Szwecja	5,2	Norwegja	1,5
Anglja	2,5	Finlandja	7,5
Danja	0,1	Rosja	22,0

Z większych kompleksów błot, położonych w Rzeczypospolitej, wymienić można: Błota Poleskie 1.600.000 *ha*, Błota Obrzańskie 33.000 *ha*, nad Wartą 14.000 *ha*, Naddniestrzańskie 10.800 *ha*, Oleskie 14.000 *ha*, Rudnickie 7.800 *ha*, bagno Wizna i Biebrzańskie około 30.000 *ha*.



Rys. 1.



Rys. 2

Klasyfikacja bagien i proces ich tworzenia się. Bagna nasze rozdzielić można przede wszystkim pod względem ich wieku na młodsze i starsze. Kategoria I-sza oznacza się zawsze glebą mineralną, z niewielkimi zasobami próchnicy. W miarę jednakże długowieczności i większego stopnia zawilgocenia, nagromadzenie części organicznych wzrasta i w błotach starszego pochodzenia znajdujemy warstwę gleby organicznej, częstokroć bardzo znacznej grubości. Ponieważ jednakże nagromadzanie się resztek roślinnych powodowane jest różnymi procesami towarzyszącymi temu, a rośliny, stanowiące materiał, nagromadzone w ten sposób, mogą być bardzo różne, przeto i bagna, powstające w ten sposób, odznaczać się mogą różnymi charakterystycznymi właściwościami. Ogólnie wzięwszy, rozróżniają we-

dług pochodzenia roślinnego trzy rodzaje błot. Pierwsze pokryte są zazwyczaj trawami, z ogromną przewagą turzyc (*Carex*) (Rys. 1), sitów (*Juncus*) (Rys. 2), skrzypów (*Equisetum*) (Rys. 3), sitowia (*Scirpus*) (Rys. 4), trzcin (*Phragmites*), wełnianki (*Eriophorum*) (Rys. 5). Są to błota trawiaste, zatapiane zazwyczaj wodą z rzek, albo też ściekającą z wyżej położonych terenów, która wskutek braku dostatecznego odpływu, pozostaje tam częstokroć aż do lata. Stopień ich jednak zabagnienia jest zazwyczaj zmiennym, w lecie, wskutek wysychania, zmniejsza się znacznie. Błota te są nawet częstokroć



Rys. 3.



Rys. 4.

użytkowane jako pastwiska i te łąki dawać mogą niekiedy wiele siana, lecz zawsze bezwartościowego, niekiedy rosną na nich zrzadka krzewy łoży lub w niektórych okolicach brzoza i olcha. Częstokroć widzimy tutaj powierzchnię bardzo nierówną, usianą kępami, wynikłymi wskutek wydeptania nierównego powierzchni przez pasące się stada. Na kępach tych wyrastają wysoko ostre turzycy.

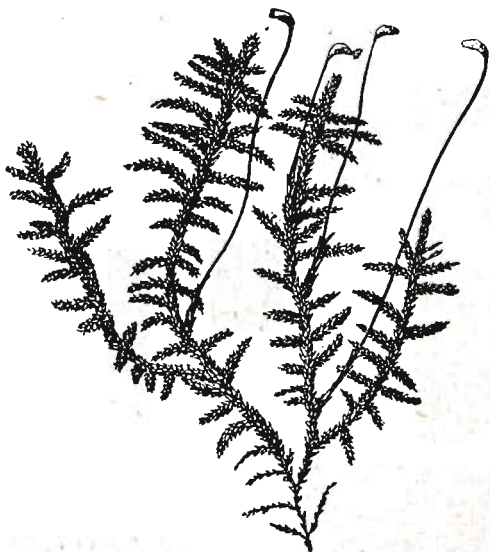
Pomiędzy wyżej wymienionymi roślinami krzewi się na tych bagnach mech *Hypnum* (Rys. 6), przechodzący miejscowo w zwartą runię miękką i zieloną, uniemożliwiającą rozrost trawom.

Rzadziej nieco spotyka się w Polsce inny typ błot mchowych. Powierzchnia ich pokryta jest jasnym, zwartym mchem, zwanym torfowcem (*Sphagnum*) (Rys. 7), wśród którego wyrastają często w znacznej ilości pewne rośliny typowe dla tego rodzaju błot, jak np.:

Bagno pospolite (*Ledum*) (Rys. 8), podbiał (*Andromeda*) (Rys. 9), wrzos (*Calluna vulgaris*) (Rys. 10). Wreszcie widzimy tu także turzyce, żórawiny, wełniankę. Z drzew najczęściej jeszcze spotkać można karłowatą sosnę. Błota te rolnikowi nie przynoszą wiele korzyści, nie nadają się do koszenia, ani też nie przedstawiają materiału na



Rys. 5.



Rys. 6.

pastwiska. Błota te nie są zalewane wodami, przeciwnie, powierzchnia ich częstokroć w lecie tak dalece wysycha, że nierzadko zdarzają się wypadki pożarów. Powierzchnia ich zlekka jest uwypuklona, toteż nazywają je błotami wyżynnemi, albo wysokiemi.

Trzeci typ błot charakteryzuje roślinność mieszaną, są to błota przejściowe. Tutaj turzyce i mchy, jak również krzewy brzozy i wierzby, rosnące pomiędzy drzewami olszyny, stanowią trudny do przebycia gąszcz, zazwyczaj niezmiernie grząski. Błota te zdarzają się najczęściej w dolinach rzek i strumieni, często w miejscowościach występowania wód gruntowych na powierzchnię.



Rys. 7.



Rys. 8.



Rys. 9.

Tworzenie się takich lub innych z wyżej wymienionych błot wynika zarówno z podłoża, na którym się one tworzyły, jak i wody, która była źródłem zabagnienia. Na gruntach mineralnych, zasobniejszych z natury, a zalewanych wodami stokowemi, łatwiej rozwijać się



Rys 10

mogą więcej wymagające rośliny trawiaste, służące za materiał do tworzenia się gleb torfowych nizinnych, lub nawet ziem czarnych. Gdy jednak podłoże jałowe zawilgacane jest jedynie tylko wodami opadowemi lub z głębi ziemi wysiłekającemi, rośliny więcej wymagające ustąpić muszą miejsce mchom, które stanowią materiał główny tego rodzaju podkładów. Bliższe zapoznanie się z przedmiotem udowodnia, że zresztą może następować przekształcanie się jednych błot w drugie, tworzenie w ten sposób warstw narastających na sobie o różnym charakterze. Widzimy często, jak istniejące zbiorowiska wód zarastają z brzegów roślinami wodnemi. Między początkowym okresem tworzenia się w taki sposób błota torfowego, a końcowym, które stanowić będzie zwarty teren, pokryty mchowym torfem, zauważymy wszystkie stadia przejściowe tworzenia się terenu błotnistej. Na mineralne dno jeziora lub stawu nanoszone są powoli z wodami ściekowemi cząstki organiczne i mineralne, spłókiwane z powierzchni dorzecza. Ten osad wraz z resztkami fauny wodnej i drobnej flory, stanowi pierwszą warstwę osadową: zwarty, mineralny, marglowy, barwy szarej, pokład zwany „sapropel”. Gdy w ten sposób dno jeziora zostanie podniesione do pewnego poziomu, zjawiają się rośliny wodne, wyłaniające się na powierzchnię, zwłaszcza w okresie kwitnienia, zamie-

rają one jednakże corocznie, a rozkładające się w wodzie resztki ich w atmosferze beztlenowej, wraz z resztkami żyjątek wodnych, oraz mineralnemi namułami, tworzą drugą warstwę pokładu bagiennego, tak zw. mada. Z płytkich brzegów jeziora nasuwa się powoli zwarty porost trzin i sitowia, a przed nim płyną nenufary i lilje wodne. Rośliny te corocznie produkują ogromną ilość łodyg i liści obumierających na jesieni i kładących się do wody. W ten sposób tworzy się trzecia warstwa, niemal już pozbawiona części mineralnych, a składająca się na pokład torfu trzcinowego. Wreszcie gdy spłyce-

nie dna jeziora doszło do takiego stanu, że powierzchnia jego od czasu do czasu wyłania się, stwarza się możliwość rozwijania się roślin trawiastych, które wytwarzają stopniowo dalszy pokład, już górujący ponad wodami letniami, lecz zwykle jeszcze zatapiane wodami wiosennymi, jest to stadium tworzenia się torfu nizinnego, lecz okres ten trwać może tylko tak długo, dopóki powierzchnia nie podniesie się tak wysoko, że i wody wiosenne z trudem tylko ją zatapiają. Z tym momentem dalsze zasilanie powierzchni żyzniejszymi namułami mineralnymi ustaje, roślinność dotychczasowa, wymagająca pewnych zasobów bogatszych, zaczyna obumierać. Stwarzają się na pewien czas warunki więcej sprzyjające rozwojowi roślin drzewiastych, wierzba, olcha, brzoza, znajdują tu chwilowo podatny teren do rozwoju, lecz trwa to tylko tak długo, dopóki powierzchnia nie podniesie się tak wysoko, że już tylko zasilana jest wodami deszczowymi. W tych warunkach mogą istnieć tylko bardzo niewybredne rośliny, toteż zjawia się masowo mech, którego różne gatunki ustępują z czasem wyłącznie mchowi *Sphagnum*, rosnącemu w niezmiernie zwartym pokładzie wzwyż. Z drzew, tylko sosna wytrzymuje trudne warunki bytowania, wyradzając się zresztą w karłowate zarośla. W ten sposób zjawia się trzeci typ tak zw. błot wyżynnych. Należy zresztą zauważyć, że wiele błot utworzyło się na równym mineralnym podłożu i tutaj poprzednio opisany proces nie miał tak klasycznego przebiegu. Niektóre z jego stadiów przejściowych skróciło się do minimum, lub zgoła zanikło. Spotykamy wypadki, że na jałowych piaskach, zasilanych wodą gruntową, od razu wytworzyła się warstwa mchu, nie poprzedzana wszystkimi wyżej opisanymi procesami. To też, gdy w jednych wypadkach torfiasty grunt błota sięga zaledwie kilkudziesięciu cm., w innych może dochodzić do znacznych głębokości, normalnie błota starsze posiadają warstwę 1 — 2 m., najgłębsze dotychczas notowane głębokości wynoszą 10 m., zaś w Prusach wschodnich znaleziono pokłady torfu mchowego, wynoszące 24,6 m. Szybkość narastania pokładów daje się dość dokładnie określić na pniach rosnących na nich drzew. Z obserwacji dokonanych W. Dubach zestawił nawet wzór, określający warstwę torfu, tworzącą się corocznie. $H = 32,1 T^{0,6139}$ gdzie H jest przyrost torfu w mm., zaś T ilość lat. Z przeprowadzanych badań wynikało, że przyrost 0,5 m. torfu mchowego wymaga około 100 lat. Jednakże przyrost 1 m. wymaga 300 do 700 lat, a 2 m. ponad 1000 lat.

Krajobraz bagien polskich. Poza niezliczoną ilością błot i bagien mniejszych, rozsianych po całym obszarze ziem polskich i sta-

nowiących niekiedy niedostępne trzęsawiska, zamieszkałe przez ptactwo wodne, a powstałe w znacznej mierze z zanikłych jezior, pozbawionych odpływów, większe obszary zabagnione, jak to już wyżej mówiliśmy, ciągną się wzdłuż biegu rzek większych i mniejszych strumieni, w które tak obficie uposażone są ziemie polskie. We wschodniej i południowej części kraju, gdzie teren jest wyrazistszy, ciągną się te niziny wśród nieco wynioślejszych brzegów w kształcie pasm łąk, po których srebrzystymi wstęgami wiją się w niezliczonych skrętach rzeki i strugi, nadając swoisty, a tak dla oka polskiego miły krajobraz.

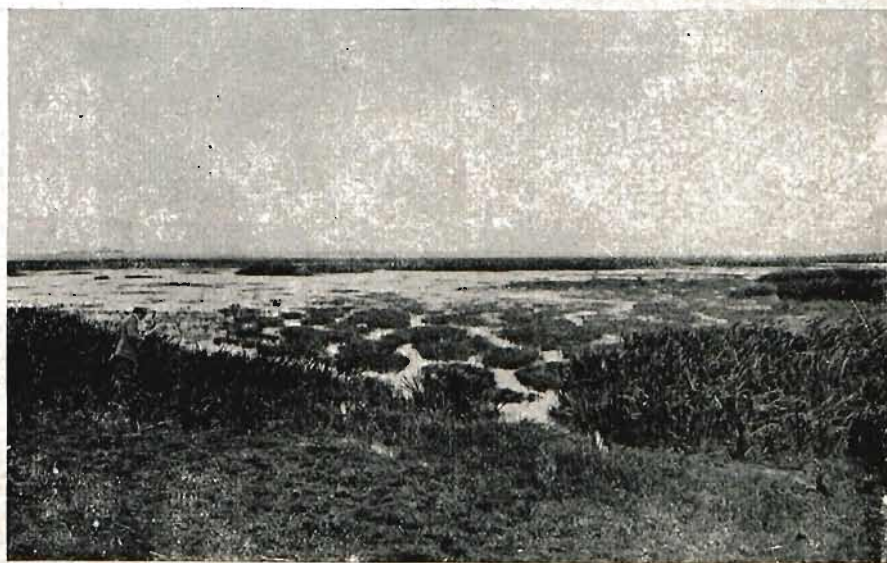


Rys. 11.

W miarę posuwania się na wschód, niziny te rozszerzają się, krajobraz staje się więcej płaski, a granice bagien mniej już wyraźne, przechodzą powoli w podmokłe pola, pastwiska, lub zarośla olszowe. Wąskie stosunkowo pasma błot Wielkopolski i Mazowsza przekształcają się po prawej stronie Wisły w rozległe przestrzenie zabagnione Podlasia (Rys. 11), które dalej stopniowo przechodzą w jedno wielkie morze błot poleskich, stanowiących w swych częściach więcej mokrych, nieobjęte okiem obszary trzęsawisk (Rys. 12), widnokrąg których zamykają puszcze leśne (Rys. 13). Tam gdzie woda nie występuje wyraźnie, powierzchnia pokryta wysoką gęstą



Rys. 12.



Rys. 13.

trawą, która nie będąc koszona, ku jesieni zamiera, tworząc nieprzebytą nieledwie rudą skołtunioną ruń. W miejscach niższych

występują na wierzch wielkie kępy, otoczone zewsząd wodą niewysychającą rok cały. Jak okiem sięgnąć, powierzchnia pokryta jest niską, karłowatą brzoźką, częstokroć połamaną wiatrami i nadającą tak jednostajny i beznadziejnie melancholijny widok. (Rys. 14).

Człowiek, chyba gdy mróz zetnie pokrywą lodową te puszcze, może się tu skierować. W lecie pewnymi tylko szlakami, łódką może się przekraść wytrwały myśliwy, polujący na niezliczone stada gęsi dzikich, lub innego ptactwa wodnego. Zrzadka wyłaniają się z bagna ostrowy piaszczyste, porośnię niekiedy dość dorodnym lasem, przeważnie iglastym, wśród którego znajdują się odcięte od świata



Rys. 14.

siedziby ludności miejscowej, żyjącej tam swym życiem pierwotnem, uprawiając lichą, piaszczystą, podmokłą glebę lub chodując stada miejscowych, nędznych krów.

Zdaleka zielone te równiny mają wygląd żyznych łąk, lecz po bliższem zapoznaniu się złudzenie to pryska, bowiem pokrywająca je roślinność stanowi niedostępne częstokroć dla kosiarzy chwasty, nieposiadające jakichkolwiek wartości. Dobrze jeszcze, gdy są to bagna młodsze, pokryte grubą trawą, złożoną z turzyc i innych właściwych terenowi ziół. Tam jednak, gdzie warunki miejscowe sprzyjały rozwojowi mchów, nawet lichy pokos wziąć trudno.

Jedynie tylko zbierając jagody czernic, borówek, łożyni, można ją - taką korzyść z nich wyciągnąć. Dla każdego, kto nie mając obawy przed chmurami komarów, rzucających się zjadliwie na przybysza, a powodujących niekiedy infekcję malarji — zapuści się w te, stopą ludzką niedotknięte puszcze, staje się jasnym, jak wielka praca musi być przez pokolenia włożona, by krainy te udostępnić dla kultury, z jak daleko sięgającą rozważą myśli gospodarczej powinna być przeprowadzona adaptacja tych obszarów, by z pożytkiem dla rozwoju kraju i ludności mogły być one włączone do warsztatu rolnego.

Cel odwodnienia gruntów i zasady ogólne odwodnienia terenów. Grunty zabagnione, odwadniane są zazwyczaj w celach rolniczych, technicznych lub higienicznych. Nie zawsze cele te jednakowymi środkami i w jednakowym stopniu dadzą się osiągnąć. Cele techniczne np., ograniczające się do ułatwienia komunikacji lub wznieszenia budowli, wymagają odwodnienia niekiedy bardzo głębokiego, które dla celów rolniczych byłoby szkodliwe i odwrotnie, wykorzystanie ziem w kierunku rolniczym, wymaga znacznego zapasu wilgoci, potrzebnej dla życia roślin, a uregulowanie tego stanu interesować może tylko w warstwach wyższych, dostępnych dla korzeni. Niewątpliwie jednak głównym celem odwodnienia większych obszarów jest zawsze umożliwienie wykorzystania ich dla uprawy, toteż mówiąc o odwodnieniach, będziemy mieli głównie na myśli te wypadki. Zastrzec jednak należy, że i w znaczeniu rolniczym, odwodnienie niezawsze jednakowym warunkom odpowiadać musi. Wymagania roślin pod względem wilgotnościowym są różne, a i warunki klimatyczne, pedologiczne, odgrywają tu rolę pierwszorzędną. Odwodnienie, wystarczające dla kultur łąkowych, lub pastwiskowych, może być niezadawalniające, gdy chodzi o kultury polne lub leśne, a w każdym z tych wypadków, środki zastosowane będą musiały wziąć pod uwagę i rodzaj gruntu i stopień pierwotnego zabagnienia. Naogół wzięwszy, odwodnienia rolnicze możemy rozklasyfikować na *ekstensywne*, gdy chodzi tylko o udostępnienie obszarów przedtem niekulturowanych i o umożliwienie użytkowania ich w sposób najprostszy (zazwyczaj łąki, pastwiska lub lasy), oraz *intensywne*, gdy wymagania co do w ten sposób otrzymywanych użytków rolnych będą wysokie (kultury polne, ogrodowe i t. p.).

Na swoim miejscu będziemy obszerniej mówili, jak wielorakie są ujemne skutki nadmiaru wilgoci w glebie, co wyjaśni nam fakt,

że w miarę wzrostu wartości użytków rolnych, zdobycia doświadczenia w uprawie gruntów bagiennych i wprowadzenia gospodarki intensywnej, odwodnienie stało się jedną z nieodzownych i podstawowych metod meljoracyjnych, mających za cel uprzystępnienie dla rolnictwa obszarów nieużytecznych, lub przez uregulowanie stanu wilgotności ziem uprawnych, zgodnie z wysokimi wymaganiami współczesnego rolnictwa, podniesienie ich produktywności i znaczne uniezależnienie się od zmian klimatycznych.

Urządzenia hydrotechniczne, stosowane w tym kierunku, zabezpieczać muszą z jednej strony usunięcie z osuszanych obszarów nadmiaru wód powierzchniowych, jak również ochronę tych obszarów (o ile leżą nad rzekami) od zalewów, a zawsze wypływać muszą z przyczyn, które wywołują stan zabażnienia osuszanego terenu.

Zabażnienie powstaje zawsze wskutek miejscowych, niekorzystnych właściwości terenu. Są niemi zazwyczaj:

1) Zwężenie koryt istniejących odpływów naturalnych (rzeki, rowy i t. p.) lub spiętrzenie w nich wody przez zapory sztuczne, lub naturalne, jak: jazy młyńskie, namuliska, zarośnięcia roślinami wodnymi i t. p.

2) Zbyt mały spadek terenu, niepozwalający wodzie powierzchniowej spływać dość szybko do pobliskich wodozbiorów.

Zauważyć należy, że porost terenu w tym wypadku odgrywa ważną rolę, tamując bardzo dotkliwie ruch swobodny wody.

3) Naturalne kotliny bez ujścia, lub przegrodzenie ich sztuczne, np. nasypami kolejowymi, bez uwzględnienia drogi dla odpływu wód powierzchniowych.

4) Trudno przepuszczalne i płytko leżące podglebie, tamujące przesiąkanie wody do warstw głębszych.

5) Wody źródlane, wytryskające z głębszych warstw lub stoków, graniczących z kotlinami.

6) Właściwości niektórych gruntów, zwłaszcza torfiastych, pochłaniania znacznych ilości wody i trudnego ich oddawania.

Zasady odwodnienia gruntów wypływają z przyczyn, powodujących zabażnienia i dążą do usunięcia ich możliwie prostymi środkami technicznymi.

W zasadzie więc dążymy: a) do ujęcia wód obcych i b) odprowadzenia z odwadnianego obszaru nadmiaru wód własnych, zbierających się w kotlinach, przez zbudowanie sieci, rowów, lub kanałów krytych, z ujściem do ogólnego odbiornika wody w postaci poblis-

kiej rzeki, strumienia, lub większego kanału. Jeśli wskutek miejscowych warunków (zbyt wysoki stan wody w odbiorniku i trudność jego uregulowania), woda odwadnianego obszaru nie jest w możności spływać sposobem naturalnym, wtedy odwodnienie polegać musi na usunięciu nadmiaru wody przez wyczerpanie jej mechaniczne. W tym wypadku ustrój ogólny urządzeń odwadniających, za wyjątkiem urządzeń mechanicznych, przeznaczonych do pompowania wody, niewiele różni się od stosowanego przy odwodnieniach naturalnych.

We wszystkich wspomnianych wyżej wypadkach wykonanie odwodnienia polega na następujących zabiegach:

- 1) **Z a b e z p i e c z e n i e s p ł y w u w o d y s z k o d l i w e j:**
 - a) drogą naturalną przez budowę resp. uregulowanie odbiorników, odprowadzających wodę do miejscowości niżej położonych;
 - b) drogą sztuczną, przez przelewanie wody w celu ominięcia zapór, stojących na drodze wolnego jej spływu, lub przez podwyższenie poziomu osuszanego obszaru (kolmatacja).
- 2) **O s u s z a n i e p o w i e r z c h n i r e s p. m n i e j l u b w i ę c y j s y s t e m a t y c z n e o b n i ż e n i e p o z i o m u w ó d g r u n t o w y c h z a p o m o c ą s t o s o w a n y c h u r z ą d z e ŋ w e w n ę t r z n y c h, j a k:**
 - a) rowy otwarte;
 - b) rowy kryte (dreny);
 - c) drenowanie pionowe, czyli zaopatrzenie terenu w szereg otworów, umożliwiających odpływ wody do głębszych warstw suchych;
 - d) plantacje roślin odpowiednich, silnie parujących wodę (eucaliptus, słonecznik).
- 3) **Z a b e z p i e c z e n i e s i ę o d n a p ł y w u w ó d s z k o d l i w y c h:**
 - a) przez uregulowanie odbiorników;
 - b) obwałowanie dla zabezpieczenia od wód powodziowych;
 - c) uchwycenie wód napływających z wyższych terenów;
- 4) **P o d n i e s i e n i e p o z i o m u o d w a d n i a n e g o t e r e n u p r z e z n a m u l a n i e g o z i e m i ą n a n o s z o n ą p r ą d e m w o d y, c z y l i t. z w. k o l m a t a c j a, l u b n a w o ż e n i e z i e m i ą, p o b i e r a n ą z a z w y c z a j z s z e r o k i c h r ó w n o l ę g ł e d o n a w o ż o n y c h p a s e m g r u n t u r o b i o n y c h w y k o p ó w, c z y l i t. z w. u p r a w a g r o b l o w a.**

Wszystkie te sposoby, zależnie od warunków miejscowych, mogą być kombinowane i uzupełniać się wzajemnie.



Z powyższego widzimy, że odwodnienie ogólne miejscowości zabezpiecza się budową nowych lub uregulowaniem starych odpływów naziemnych, gdy odwodnienie szczegółowe terenu może być osiągnięte w różny sposób. Praktycznie biorąc, mamy do wyboru rowy otwarte i dreny. Jeśli jednak weźmiemy pod uwagę, że dreny, ze względu na swój mały przekrój i umieszczenie podziemne, zdolne są tylko małe stosunkowo ilości wody przeprowadzać, to pojmujemy, że wybór ten dotyczyć się może wypadków odwadniania niewielkich stosunkowo obszarów. Dreny więc mogą tylko służyć jako pomocniczy środek odwadniania, nie wykluczający w zasadzie kanałów i rowów otwartych, które służą wtedy jako odbiorniki.

Za stosowaniem rowów przy osuszaniach szczegółowych przemawiać mogą następujące względy:

- 1) Jeśli chodzi o odwodnienie, polegające na odprowadzeniu, możliwie szybkim, znacznych mas wód powierzchniowych, zmieniających co do swej ilości, a zwłaszcza pochodzących z roztopów wiosennych, wylewów i t. p.

Dreny z natury swego działania nie nadają się do szybkiego odprowadzenia wód, zwłaszcza powierzchniowych, które przy zwięzłym lub zmarzniętym gruncie czas dłuższy stać mogą na powierzchni, zanim przesiąkną do rurociągów.

- 2) Jeśli nie zależy na zbyt równomiernem i głębokim osuszaniu. Z tego względu rowy częściej stosowane są na łąkach niż dreny.

- 3) Gdy chodzi o urządzenie mniej kosztowne.

Do osuszenia ziem uprawnych i intensywnie wykorzystywanych jedynie racjonalną jest kombinacja drenów z rowami otwartymi, gdzie te ostatnie, jak to wyżej powiedzieliśmy, odgrywają głównie rolę odbiorników.

W dalszym ciągu zajmiemy się przeważnie odwodnieniami gruntów za pomocą kanałów otwartych, jako sposobu odpowiedniejszego dla obszarów większych i bardziej zabagnionych.