

Rozmiar osiadania zmeliorowanych torfowisk nadnoteckich

PIOTR ILNICKI

Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Poznaniu

WSTĘP

Znajomość rozmiaru osiadania torfowisk dotyczy zazwyczaj torfowisk odwadnianych pierwszy raz oraz okresów czasu następujących bezpośrednio po wykonaniu melioracji. Natomiast informacje na temat dalszego przebiegu osiadania torfowisk są do tej pory jedynie sporadyczne. Przebieg procesu osiadania zależy od działania licznych czynników, do których w pierwszym rzędzie zalicza się: miąższość torfowiska, ciężar objętościowy względnie porowatość torfu oraz głębokość odwodnienia. Ponadto wpływ ma również czas trwania procesu, sposób użytkowania torfowiska oraz działanie erozji wodnej i wietrznej. Badaniami procesu osiadania torfowisk zajmowano się w wielu krajach. Do warunków polskich najbardziej zbliżone są torfowiska występujące w krajach sąsiednich — Związku Radzieckim, NRD, NRF i południowej Szwecji.

W obecnych granicach Polski pomiary rzeczywistego rozmiaru osiadania torfowisk przeprowadzono: w Sipiorach w powiecie Szubin (Ostromęcki, 1956), w dolinie Kanału Bydgoskiego (Roguski i Bieńkiewicz, 1967) oraz na torfowiskach biebrzańskich (Krzywonos, 1969). Na gytiowiskach pomiary przeprowadzono w Objezierzu (Ilnicki, 1970) oraz na Pojezierzu Mazurskim (Uggla, 1969).

Na zachodnich obszarach Związku Radzieckiego przebadano torfowiska: Dułbany (Bac, 1930), Sarny (Ostromęcki, 1956), Mińsk (Skoropanow, 1963), Wiedricz i Kosowo (Iwicki i Nowikow, 1963), Nowogród (Grammatin cyt. Pieczkurow, 1964), dolinę rzeki Jachromy (Stankiewicz i Karelina, 1965) i torfowisko Tooma w Estonii (Tomberg cyt. Pieczkurow, 1964).

W NRD i NRF prowadzono obserwacje w Meklemburgii (Paetel, 1961) oraz w Bawarii (Kraemer, 1957) i Wirtembergii (Wall. Göttlich, 1967).

Systematyczne badania Agerberga (1961) obejmowały 11 różnych torfowisk położonych w południowej części Szwecji.

Czasokres dla którego porównywano rzędne terenu był bardzo zróżnicowany i wahał się od 4 do 101 lat. Większość badań dotyczyła okresu pierwszych 20 lat po wykonaniu odwodnienia. Nie wszyscy autorzy podawali informacje o najważniejszych czynnikach wpływających na

rozmiar osiadania. O ile z reguły znana jest średnia pierwotna miąższość torfowisk, znacznie rzadziej podawano informacje o ciężarze objętościowym torfu i gytii oraz o głębokości odwodnienia po osiadaniu. Utrudnia to w poważnym stopniu ustalenie zależności zachodzących między rozmiarem osiadania a najważniejszymi wpływającymi nań elementami. Dotyczy to szczególnie dłuższego okresu czasu od odwodnienia.

W zachodniej Polsce zdecydowanie przeważają torfowiska zmeliorowane przed 50-100 laty i obecnie skutek wtórnego zabagnienia są ponownie obejmowane pracami melioracyjnymi. Należy przypuszczać, iż w takich warunkach przewidywanie rozmiaru osiadania torfowisk przy użyciu istniejących wzorów nie da właściwych wyników. Wszystkie wzory zostały bowiem opracowane dla warunków występujących przy pierwszym odwodnieniu torfowiska. Dlatego celowym i pilnym było podjęcie badań dla określenia przebiegu osiadania torfowisk będących w długotrwałym rolniczym użytkowaniu. Jednocześnie dążono do określenia zależności zachodzących między rozmiarem osiadania a pierwotną miąższością torfowiska, jego budową, ciężarem objętościowym wierzchniej warstwy złoża torfu i gytii, głębokością odwodnienia i czasem trwania tego procesu.

I. METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Badano torfowiska położone w dolinie rzeki Noteci od rejonu jeziora Gopło do Krzyża oraz torfowiska w dolinie Kanału Bydgoskiego. Obejmują one łącznie obszar około 40 000 ha. Badane złoża cechują się małą zmiennością stratygrafii torfowisk oraz rodzaju i właściwości torfu. Miąższość i budowę torfowisk oraz właściwości torfu i gytii ustalono na podstawie dokumentacji geologicznej torfowisk i innych opracowań. Uzupełniono je dodatkowymi wierceniami, przy czym w 62 wierceniach wykonanych świdrem Klugiewicza [11] pobrano w całym profilu próbki torfu i gytii o strukturze nienaruszonej. Określono w nich skład botaniczny, stopień rozkładu, popielność, zawartość węgla wapnia, porowatość, wilgotność, ciężar objętościowy chwilowy i rzekomy.

Na podstawie literatury i opracowań projektowych ustalono przebieg prac melioracyjnych i stosunki wodne w okresie objętym badaniami. Na torfowiskach przeważa zdecydowanie użytkowanie łąkowo-pastwiskowe. Jedynie na obrzeżach doliny prowadzi się gospodarkę przemienną, zaś część podtopionych łąk jest użytkowana jedynie częściowo. Rozmiar osiadania określono przez porównanie rzędnych terenu z map sytuacyjno-wysokościowych i przekrojów dolinowych wykonanych w latach 1827-1969. Zostały one przeliczone na wspólny układ wysokościowy. Porównania rzędnych terenu dokonano na podstawie 37 przekrojów o łącznej długości 272,58 km. Ich lokalizację ustalono uwzględniając z jednej strony zasięg zebranych materiałów kartograficznych, z drugiej zaś roz-

mieszczenie i stratygrafię torfowisk oraz techniczne możliwości ich odwodnienia. Przekroje lokalizowano w miarę możliwości równomiernie w całej dolinie. Uzyskane materiały zostały już częściowo opublikowane [8, 9].

Na podstawie zebranych materiałów dokonano analizy zależności występujących między wielkością osiadania torfowisk oraz ich pierwotną miąższością, stratygrafią złoża, właściwościami wierzchniej warstwy torfowiska, torfu i gytii, intensywnością odwodnienia oraz czasem trwania tego procesu. Ponadto dokonano analizy przebiegu osiadania torfowisk w początkowym i późniejszym okresie czasu — licząc od pierwszego odwodnienia. Rodzaj zależności określono w wyniku przeprowadzonych obliczeń statystycznych. Uwidoczniono je na rysunkach z podaniem wielkości współczynnika korelacji i wzorów prostej regresji obliczonych według Mudra [13].

Proces osiadania torfowisk składa się z dwóch odmiennych okresów. W pierwszym, bezpośrednio po odwodnieniu, osiadanie jest wynikiem mechanicznego zagęszczania się torfu, w drugim zaś o obniżaniu się powierzchni decyduje głównie rozkład substancji organicznej.

II. STRATYGRAFIA TORFOWISK I WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE TORFU I GYTII

Badane torfowiska występują głównie w pradolinie Noteci-Warty. Dokładny obraz stosunków geomorfologicznych tej doliny przedstawił Galon [5], udowadniając, iż powstała ona w wyniku jednoczesnego odpływu pradolinowego w powiązaniu ze stadium pomorskim ostatniego bałtyckiego zlodowacenia. Szczegółowe badania morfologii dna pradoliny Noteci-Warty przeprowadził Churski [3]. Pradolina posiada różną szerokość od 1 km w rejonie Kanału Bydgoskiego do 10 km w pobliżu Chodzieży. Wyróżnia się w niej szeroka i płaska kotlina Toruńsko-Bydgoska oraz dwie głębokie niecki doliny odcięte progami mineralnymi w rejonie Nakła i Ujścia. W obu nieckach (dolina Kanału Bydgoskiego i dolina Leniwej Noteci) dno posiada znikome spadki podłużne, które następnie znacznie wzrastają poniżej Ujścia i powyżej Nakła. Północne zbocza pradoliny są na ogół bardziej strome i wyższe niż południowe.

W zależności od ukształtowania dna pradoliny i terenów do niej przyległych oraz budowy geologicznej sąsiadującej wysoczyzny, w pradolinie — po opuszczeniu jej przez Wisłę — wytworzyły się dogodne warunki do odkładania się torfu i gytii. Zdaniem Przybylskiego, Wodziczki [32] i Churskiego [3], początek odkładania się torfów w pradolinie przypada na młodszy dryas, a więc na schyłek późnego glacjału. Charakter i geneza torfowisk różnią się w poszczególnych odcinkach pradoliny. Poniżej przedstawiono opis stratygrafii torfowisk oraz właściwości fizykochemicznych torfu i gytii w wyodrębnionych czterech częściach doliny.

DOLINA BYSTREJ NOTECI

Torfowiska w dolnej części pradoliny między ujściem rzeki Gwdy i Drawy zalegają w lokalnych obniżeniach terenowych ciągnących się wzdłuż rzeki Noteci na obrzeżach doliny. Z uwagi na znaczny spadek doliny (0,3‰) rzeka jest tu określana mianem Bystrej Noteci. Obszar torfowisk w dolinie zmniejsza się w kierunku zachodnim. Zalega on na piasku. Jedynie w pobliżu Ujścia na małych powierzchniach torf jest podścielony płytkimi (0,2-0,5 m) warstwami gytii wapiennej. Proces torfotwórczy rozwijał się w wyniku okresowego podtapiania terenu wylewami rzecznyymi oraz wysiękami wód naporowych na obrzeżach doliny.

Wskutek zamuleń, murszenia oraz działalności człowieka (napiaszczenie torfu) nastąpiło zróżnicowanie budowy wierzchnich warstw torfowisk. Cechują się one znaczną popielnością przekraczającą zazwyczaj 30%. Przeważnie tworzy je warstwa silnie zmineralizowanego murszu miąższości 0,2-0,3 m. Jego ciężar objętościowy jest wysoki (243-781 g/dm³) i przy silnych wahaniach wskazuje on na znaczne zagęszczenie wierzchnich warstw. W rejonie przekrojów 3, 7, 8 i 9 (okolice Czarnkowa) występują mursze o popielności 80-90% i ciężarze objętościowym rzędu 900-1200 g/dm³. Właściwości fizyczne torfu oraz murszu zestawiono w tabeli 1. Występujący tu torf trzciniowy wykazuje niewielką zmienność. Cechuje go średni stopień rozkładu (30-50%), niska popielność (8-25%), mały ciężar objętościowy (przeważnie 100-118 g/dm³) i niska gęstość zalegania (przeważnie 5,6-7,1%).

Tabela 1

Właściwości fizyczne murszu i torfu w dolinie Bystrej Noteci (wartości średnie dla przekrojów)

Physical properties of muck and peat in the Bystra Noteć valley (means for cross-sections)

Nr przekroju	Mursz 0,2-0,3 m		stopień rozkładu %	Torf 0,3-3,5 m		
	popiel- ność %	ciężar obję- tościowy g/dm ³		popiel- ność %	ciężar obję- tościowy g/dm ³	gęstość zalegania %
1	32,5	483	30-40	10-16	118	7,1
2	29,7	243	40-50	8-9	110	6,6
3-E	89,8	—	30-50	11	118	5,8-6,8
3-W	64,7	781	30-50	8-18	100	5,8-6,8
4	64,7	781	30-50	8-18	100	5,8-6,2
5	—	—	30-40	9-15	105	5,6-6,6
6	46,4	664	40-60	9-13	118	7,0
7, 8, 9	79-91	1115	30-50	10-25	141	8,2
10, 11, 12	38-49	311	40-45	10-20	109-172	6,6-10,1

Objaśnienia: 3-W — część zachodnia i środkowa przekroju; 3-E — część wschodnia przekroju.

DOLINA LENIWEJ NOTECI

Znikome spadki doliny na odcinku od Nakła do ujścia rzeki Gwdy spowodowały określenie rzeki mianem Leniwej Noteci. W wyniku akumulacyjnej działalności Noteci oraz Gwdy, w pradolinie w rejonie Nakła i Ujścia zostały usypane dwa progi mineralne. Wznoszą się one o 3-5 m ponad dno pradoliny. Należy przypuszczać iż progi i torfy w dolinie narastały jednocześnie. Próg ujski tamował przepływ wód, które utworzyły tu wielkie zastoisko. Wynikiem tego jest zaleganie na znacznych przestrzeniach kilkumetrowej miąższości warstw gytii wapiennej. Występują one głównie w zachodniej i środkowej części doliny. Gytia w dolnych warstwach zawiera większą domieszkę części mineralnych. Dno pradoliny tworzą piaski. Utworzyły się tu przeważnie torfy trzcinowe, niekiedy przykryte lub podścielone torfem turzycowo-trzcinowym lub turzycowym.

Jest to jedno z największych torfowisk Polski. Właściwości fizykochemiczne utworów budujących torfowisko zestawiono w tabeli 2, w której dane stanowią wartości średnie dla rejonu przekrojów. Wierzchnią warstwę o miąższości 0,2-0,4 m tworzy przeważnie silnie rozłożony mursz. Posiada on wysoką popielność (przeważnie 30-50%) i znaczny ciężar objętościowy (300-400 g/dm³). Miejscami, na obrzeżach doliny, spotyka się mursze silnie zmineralizowane o popielności 82-85% i ciężarze objętościowym 900-1200 g/dm³.

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne torfu i gytii w dolinie Leniwej Noteci
(wartości średnie)

Physico-chemical properties of peat and gyttja in the Leniwa Noteć valley
(mean values)

Nr prze- kroju	Mursz		stopień rozkładu %	Torf			Gytia		
	popiel- ność %	ciężar objętoś- ciowy g/dm ³		popiel- ność %	ciężar objętoś- ciowy g/dm ³	gęstość zale- gania %	popiel- ność %	ciężar objętoś- ciowy g/dm ³	zawar- tość CaCO ₃ %
13	84,5	913	35-40	13,0	150	9,0	—	—	—
14	37,4	360	35-40	13,1	148	8,9	92,0	545	84,0
15	22,5	303	35-40	12,7	125	7,5	91,5	490	83,0
16	82,0	589	30-40	14,1	120	7,0	95,0	569	94,0
17	47,0	340	30-50	23,1	181	10,2	91,1	580	86,2
18	63,0	580	30-40	18,6	152	8,9	90,6	701	82,0
19	43,3	385	40	21,0	206	11,7	85,0	660	76,7
20	40,0	340	30-50	16,2	158	8,2	96,4	588	76,7
21	37,5	420	50	14,5	152	8,5	87,4	557	47,7
22	46,0	398	35-50	17,1	161	9,7	91,4	662	33,1
23	27,1	303	30-45	17,2	127	7,3	76,1	282	66,2
24	25,2	242	35-45	15,9	162	9,6	—	—	—

Torfy cechują się na ogół niską popielnością, średnim stopniem rozkładu oraz stosunkowo wysokim ciężarem objętościowym (średnio 154 g/dm³).

Wierzchnie warstwy gytii są częstokroć zmieszane z torfem. Wówczas cechuje je popielność 60-65%, zawartość CaCO₃ 30-48%, wilgotność 80%, ciężar objętościowy 220-302 g/dm³ i maźnista konsystencja. Gytia wapienna posiada konsystencję plastyczną, barwę jasnoszarą i białawoszarą, popielność 85-95%, zawiera 66-94% CaCO₃, zaś jej ciężar objętościowy waha się w granicach 500-700 g/dm³. Zalegająca niekiedy w sągu gytia ilasto-wapienna posiada popielność 85-98%, ciężar objętościowy 800-900 g/dm³ i zawiera 24-37% węglanu wapnia.

DOLINA KANAŁU BYDGOSKIEGO

Torfowisko w dolinie Kanału Bydgoskiego powstało w wyniku przegrodzenia pradoliny progiem mineralnym usypanym przez zmieniającą tu kierunek biegu rzekę Noteć. W dużym zastoisku w sposób nierównomierny odkładały się grube pokłady gytii wapiennej. Niekiedy zalega ona w postaci wielkich gniazd, miejscami jest przemieszana z torfem. Torfowisko powstało na zasobnych w węglan wapnia wodach gruntowych wypływających ze zbocza wysoczyzny. Wskutek powyższego wytworzyły się tu torfy węglanowe. Rozmieszczenie CaCO₃ (w formie bezpostaciowej i muszelek) w masie torfowej jest bardzo nierównomierne.

Wierzchnią warstwę o miąższości 0,2-0,5 m budują namuły organiczno-mineralne o dużej domieszce (53,2%) węglanu wapnia oraz (29,6%) części organicznych. Niżej zalegają torfy, wśród których przeważa torf turzycowo-mszysty, trzcinowo-turzycowy i trzcinowy. Na styku torfu i gytii, a często i nad torfem, występują warstwy stanowiące mieszaninę torfu i gytii wapiennej i zawierające 40-70% CaCO₃. Ich miąższość waha się zazwyczaj ok. 1,0-1,5 m. Głębiej znajduje się gytia wapienna o konsystencji plastycznej i barwie zmieniającej się od góry z szarobiałej, jasnoróżowej, poprzez popielatą do ciemnoszarej i oliwkowo-popielatej. W głębszych warstwach wzrasta jej zagęszczenie, a ciężar objętościowy dochodzi do 600-800 g/dm³. W tabeli 3 zestawiono średnie właściwości fizykochemiczne utworów budujących złożę.

DOLINA GÓRNEJ NOTECI

Składa się z dwóch różnych odcinków. Dolny, poniżej Łabiszyna, wchodzi w skład kotliny Toruńsko-Bydgoskiej, zaś górny tworzy wcięta w wysoczyznę, krętą i wąską rynnę, w której występują liczne jeziora (Wolickie, Sadłogoszcz, Mielno i Gopło). Wskutek bogatej rzeźby dna doliny istnieją tu znaczne wahania miąższości torfowisk. Najgłębsze złoża leżące w pobliżu Łabiszyna powstały wskutek zarośnięcia kilku małych jezior. Dolne warstwy tworzy tu gytia wapienna. Torfowiska są zbudowane głównie z torfów trzcinowych, niekiedy turzycowych lub humutorfu,

Tabela 3

Właściwości fizykochemiczne torfu i gytii w dolinie Kanału Bydgoskiego
Physico-chemical properties of peat and gyttja in the Bydgoski canal valley

Rodzaj utworu	Stopień rozkładu %	Popielność %	Zawartość CaCO ₃ %	Ciężar objętościowy g/dm ³	Gęstość zalegania %
Namuł organo-mineralny	—	73,1	53,2	509	22,5
Torf	30-50	26,6	0-45	145	8,3
Torf + gytia wapienna	—	71,1	57,8	265	11,6
Gytia wapienna	—	90,0	75,0	470	—

zalegających na podłożu mineralnym. Wytworzyły się one na skutek równomiernego podtapiania i zalewania doliny przez wody Noteci. Właściwości fizyczne utworów tworzących złoża w rejonie kotliny Toruńsko-Bydgoskiej zestawiono w tabeli 4.

Wierzchnią warstwę miąższości 0,2-0,3 m tworzy z reguły silnie rozłożony mursz. W dolinie Starej Noteci odcinek Dębinek — Chobielin jest bardzo silnie zamulony (popielność 33-64%, ciężar objętościowy 315-720 g/dm³). W rejonie Łąk Łabiszyńskich popielność układa się w granicach 18-25%, zaś ciężar objętościowy nie przekracza 300 g/dm³. Stopień rozkładu torfu waha się w granicach 30-40%, zaś popielność jest niska. Ciężar objętościowy waha się w granicach 132-181 g/dm³. W rejonie przekroju 30 (Chobielin) występuje silnie rozłożony i zamulony humutorf. W przekroju 34 występuje gytia wapienna o miąższości 0,85 m. Posiada ona popielność 84,9%, niski ciężar objętościowy — 383 g/dm³ i zawiera 69,4% CaCO₃.

Torfowiska położone w rynnach jeziorowej powstawały bądź w zastojach w sąsiedztwie obecnych jezior, bądź też wskutek podtapiania

Tabela 4

Właściwości fizyczne murszu i torfu w dolinie Górnej Noteci
Physical properties of muck and peat in the upper Noteć valley

Nr przekroju	Mursz		stopień rozkładu %	Torf		
	popielność %	ciężar objętościowy g/dm ³		popielność %	ciężar objętościowy g/dm ³	gęstość zalegania %
30	58,1	720	80	66,7	280	13,1
31	33,0	345	30	23,2	181	10,8
32	64,1	315	35	14,3	132	7,8
33	24,0	279	30	10,6	147	8,8
34	24,0	279	30-45	13,6	143	8,8
35	18,6	—	25-35	16,9	—	—
37	—	—	30	8,8	104	6,3

wąskiej doliny. Szczegółowe badania (przekrój 37) zostały przeprowadzone na torfowisku przylegającym od południa do jeziora Gopło. Pod nim znajdują się grube pokłady gytii wapiennej o średniej miąższości 4,8 m. Ich dolne warstwy (0,6 m) buduje gytia ilasto-wapienna. Występujący w złożu torf turzycowy ma niski stopień rozkładu (30%), niską popielność — 8,8% oraz mały ciężar objętościowy 104 g/dm³ i gęstość zalegania — 6,3%. Gytia wapienna posiada konsystencję półpłynną, popielność 85,9%, ciężar objętościowy 437 g/dm³ i zawiera 71,3% CaCO₃.

III. MELIORACJE I ROLNICZE UŻYTKOWANIE TORFOWISK

Rolnicze zagospodarowanie doliny nadnoteckiej rozpoczęto na przełomie XVI i XVII wieku w rejonie Wielenia i Krzyża. Prace melioracyjne i zagospodarowanie doliny na większą skalę rozpoczęto w końcu XVIII wieku. Lokalne wyprostowanie koryta rzeczno obniżyło lustro wody w rzece, zaś wykopanie bocznych rowów i wycięcie krzaków zamieniło większość bagien na użytki zielone [29]. Mapa sporządzona przez Schroetera na przełomie XVIII i XIX wieku uwidacznia, iż na torfowiskach przeważały podmokłe łąki z reguły silnie zakrzaczone. W połowie XIX wieku w dolinie występowały głównie użytki zielone, sieć rowów była bardzo rzadka, ograniczona z reguły do rowów granicznych i przydrożnych. W latach 1840-1842 zlikwidowano młyny wodne w Pianówku, Walkowicach i Ciczkanie. W tym okresie rozpoczęto eksploatację torfu w rejonie Ujścia.

Regulację rzeki Noteci na odcinku od Nakła do Krzyża rozpoczęto w latach 1863-1874. Spowodowała ona skrócenie rzeki, zmniejszenie ilości i częstotliwości corocznych wylewów oraz obniżenie poziomu wody w Noteci i na przyległych łąkach. W wyniku erozji rzeka utworzyła szereg nowych zakoli. W latach 1891-1897 przeprowadzono ponowne prace regulacyjne, obniżając poziom wody gruntowej o ok. 0,25 m, zaś powyżej Ujścia o 0,5-0,6 m [4]. Służbę w Gromadnie zbudowano już w 1780 r., w Nakle w 1812 r., w Nowem, Romanowie, Mikołajewie i Drawsku w latach 1894-1899. Kanalizację rzeki przeprowadzono w latach 1911-1918, wykonując 8 śluz oraz sieć kanałów, grobli i wałów nadrzecznych pozwalających na prowadzenie nawodnień zalewowych na obszarze 8200 ha łąk leżących między Ujściem a Krzyżem [17]. Kanał Bydgoski wybudowano w latach 1773-1774 [31]. Kilkakrotnie Kanał ten zapływał torfem i gytia w okresie 1792-1801, dlatego przeprowadzono jego przebudowę i pogłębienie. Kolejne pogłębienie kanału wykonano w latach 1849-1861 oraz 1910-1915. Ustabilizowanie dna uzyskano dopiero w połowie XIX wieku.

Dolina Górnej Noteci była zalewana wodami rzecznoimi oraz podtapiana przez jeziora i spiętrzenia wody przez liczne młyny. Pierwsze

prace melioracyjne wykonano w latach 1787-1795 przecinając szereg zakoli. Nieco wcześniej (1775 r.) zlikwidowano młyny w Pakości i Wojdalu. W końcu XVIII wieku wybudowano Kanał Notecki skracając drogę wodną w rejonie Łąk Łabiszyńskich. W wyniku erozji dennej w 1838 r. przejął on wody Noteci, pozbawiając łąki wsi Brzoza żyznych zalewów. Zamulenie i zarośnięcie koryta Noteci spowodowało, że w 1833 r. powodzie obejmowały już grunty orne i osiedla. Nowe prace melioracyjne prowadzono tu w latach 1857-1864. W wyniku obniżenia lustra wody w jeziorze Gopło o 1,38 m odwodniono 7900 ha, które zamieniono na użytki zielone, położone głównie w dolinie Bachorzy [22]. Spółka Wodna bydgosko-łabiszyńska wykonała urządzenia od- i nawadniające na obszarze 3566 ha [24]. W tym okresie przeprowadzono również regulację Noteci na odcinku Pakość-Łabiszyn. W ramach tych prac zlikwidowano młyn w Barcinie, obniżono piętrzenie młyna w Łabiszynie, obniżono poziom wody w rzece o 0,62 m oraz we wszystkich leżących tu jeziorach o 0,51-1,32 m [23]. Powyższe prace nie pozwoliły na odwodnienie wszystkich leżących tu łąk. W latach 1878-82 wykonano kanalizację Górnej Noteci, budując 8 śluz i obniżając lustro wody w Gopple o dalsze 1,30 m [19]. Regulację Starej Noteci na odcinku Dębinek — Chobielin rozpoczęto dopiero w 1970 r. Kanał Warta-Gopło budowano w latach 1936-1939 oraz 1947-1951. W późniejszym okresie wybudowano odcinek łączący jeziora gosławicko-ślesińskie z jeziorem Gopło. Obok regulacji rzeki Noteci w całej dolinie wykonano do tej pory również melioracje szczegółowe. Skrócony opis tych prac w rejonie analizowanych przekrojów, wraz z charakterystyką działania urządzeń melioracyjnych w badanym okresie zestawiono poniżej dla wyodrębnionych części doliny.

DOLINA BYSTREJ NOTECI

Urządzenia melioracyjne wykonane w latach 1911-1918 umożliwiały przeprowadzenie wiosennych nawodnień zalewowych, ale wskutek silnie urozmaiconego mikroreliefu doliny i wykonania jedynie nielicznych kanałów odwadniających, nie zapewniały właściwego odwodnienia.

Torfowisko w Rosku (przekrój 1) odwadnia kanał wykonany ok. 1910 r. Umożliwia on doprowadzenie wód do nawodnień z rzeki Gulczanki. Centralną część złoża zabagnia dopływający tu rów młyński. Zarówno w 1929 r. jak też w 1940 i 1968 r. stwierdzono, że występujące tu łąki turzycowe są nadmiernie uwilgotnione. W 1941 r. odbudowano kanał nadając mu głębokości 1,0-1,5 m, co wskutek braku sieci bocznych rowów nie zapewniło wystarczającego odwodnienia łąk.

W prawobrzeżnej dolinie poniżej Czarnkowa (przekroje 2, 3, 4, 5) główny rów odwadniający stanowi kręte koryto Starej Noteci. Został on odbudowany w 1963 r. Wówczas przeprowadzono również renowację rzadkiej i niesystematycznej sieci rowów bocznych. Większe spadki po-

przecznym doliny pozwalają przy starannej konserwacji rowów na utrzymanie się właściwego uwilgotnienia łąk. Najsilniej odwodnione były obszary położone poniżej śluzy Mikołajewo (dolne odcinki przekrojów 2 i 3) oraz wysoko położone torfowisko objęte eksploatacją torfu (przekrój 3). Wschodnia część torfowiska (przekrój 3) z uwagi na niesprawny główny rów odwadniający oraz górna część przekroju 2 z uwagi na brak konserwacji rowów — posiadały zazwyczaj mało intensywne odwodnienie. Większość tego torfowiska wchodzi w zasięg urządzeń pozwalających na prowadzenie nawodnień zalewowych. Jedynie połowa torfowiska w Kuźnicy Czarnkowskiej (przekrój 6) leży w zasięgu urządzeń nawadniających. Odwodnienie zapewnia główny kanał uchodzący do Noteci poniżej śluzy Lipica. Wskutek niezbyt starannej konserwacji głównego kanału i niesystematycznej sieci bocznych rowów, na badanej dolnej części torfowiska występowały coroczne dłuższe okresy nadmiernego uwilgotnienia.

W połowie XIX wieku na torfowisku Romanowo (przekroje 7, 8, 9) istniał jedynie pojedynczy rów biegnący po zachodnim skraju złoża. W końcu XIX wieku wybudowano Kanał Romanowski oraz we wschodniej części złoża systematyczną sieć rowów odwadniających o rozstawie 30-50 m. Nie były one należycie konserwowane i nie zapewniały intensywnego odwodnienia. Przekrój 7 przebiega równolegle do kanału w odległości ok. 200 m. Torfowisko jest i zazwyczaj było okresowo nadmiernie uwilgotnione, zaś na jego suchszych obrzeżach prowadzona jest gospodarka przemianowa. W latach 1929-1935 tereny te zajmowały zabagnione łąki [21]. Nawodnienie zalewowe można prowadzić na ok. 30% powierzchni torfowiska. Prowadzono tu na szeroką skalę napiaszczanie torfu.

Na torfowisku Stobno-Biała (przekroje 10, 11, 12) w końcu XIX wieku wybudowano gęstą, niesystematyczną sieć rowów o rozstawie 60-300 m, zaś wykonane w latach 1911-1918 groble i zastawki pozwalają na nawodnienie zalewowe około 30% torfowiska. Nawodnienia są prowadzone wiosną i jesienią. W latach 1956-1966 prowadzono tu wycinkową odbudowę rowów i zagospodarowanie łąk stanowiących zaplecze suszarni zielonek. W pasie nadrzecznym istnieje niemal stałe zabagnienie. Większość pozostałych łąk cechuje długotrwały wiosenny nadmiar wody i zbytne przesuszenie w lecie. Wyżej wzniesione obrzeża torfowiska posiadają właściwe uwilgotnienie.

DOLINA LENIWEJ NOTECI

W rejonie Chrustowa (przekrój 13) w 1912 r. wykonano sieć rowów od- i nawadniających. Wykonane urządzenia uległy zniszczeniu wskutek długotrwałego zalania łąk w 1914 r. Odbudowę rowów wykonano ponownie w latach 1965-1966. Wysokie stany wody w Noteci oraz niesprawne działanie rowów powoduje długotrwałe zabagnienie części łąk.

W pobliżu Milcza (przekrój 14) w 1836 r. istniał pojedynczy rów. Wykonanie w latach 1876-1879 nasypu kolejowego linii Chodzież-Piła spowodowało pogorszenie warunków odpływu wielkich wód. Sieć rowów wykonano głównie w latach 1910-1930. W lewostronnej dolinie odbudowano je w latach 1958-1965, a w prawostronnej ograniczono się do okresowej konserwacji rowów. W lewostronnej części doliny było intensywniejsze odwodnienie, zaś w prawostronnej okresowe zabagnienie.

W rejonie Miasteczko Krajeńskie-Chodzież (przekroje 15, 16, 17) w latach 1823-29 istniały jedynie pojedyncze rowy. Na przełomie XIX i XX wieku wykonano miejscami rzadką i niesystematyczną sieć rowów (przekrój 15), natomiast systematyczną i gęstą (rozstawa 40-60 m) sieć rowów uchodzących z reguły do Noteci. Odbudowę rowów przeprowadzono w prawostronnej dolinie w latach 1954-1958 (przekrój 17) oraz w latach 1961-1962 (przekroje 15 i 16), a w lewostronnej dolinie jedynie wycinkowo w rejonie przekroju 15 (PGR Ciszewo) i 17 (Antoniny). W pasie nadrzecznym łąki są podtopione przez długotrwałe wysokie stany wody w Noteci, zaś na pozostałym obszarze wskutek zazwyczaj złego stanu rowów występuje długotrwałe nadmierne uwilgotnienie.

W rejonie Osiek-Szamocin (przekroje 18, 19, 20) na przełomie XIX i XX wieku wykonano gęstą systematyczną sieć rowów. Ich renowację przeprowadzono w lewostronnej dolinie w latach 1941-1943 oraz w latach 1950-1956 (przekroje 19, 20) a w prawostronnej dolinie w latach 1952-1958 (przekrój 20) i w latach 1957-1960 (przekrój 19). Wskutek małych spadków poprzecznych doliny, długotrwałych wysokich stanów wody w Noteci oraz braku konserwacji rowów — występuje tu przeważnie nadmierne uwilgotnienie łąk.

Na odcinku Nakło-Osiek (przekroje 21, 22, 23, 24) przy większych spadkach rzeki istnieją korzystniejsze warunki odwodnienia. Istniejącą gęstą sieć rowów wybudowano na przełomie XIX i XX wieku, częściowo w latach 1915-1916 (przekroje 23, 24). W części lewobrzeżnej były one odbudowywane w latach 1951-1954 (przekrój 21) oraz w latach 1962-1966 (przekroje 22-24), a w prawobrzeżnej dolinie w latach 1952-1958 (przekroje 21-23). Przed wykonaniem odbudowy rowów łąki były nadmierne uwilgotnione, natomiast obecnie są jedynie podtopione w krótkich okresach.

W ostatnich 80 latach prowadzono w tej części doliny intensywną i bezładną eksploatację torfu dla celów opałowych. Największe ilości potorfii znajduje się w rejonie Lipiej Góry, Szamocina, Ujścia, Chodzieży, Józefkowa i Białośliwia. W Strzelcach (przekrój 16), Nietuszkowie (przekrój 13) i Margoninie po 1918 r. założono na niewielkich obszarach kultury Rimpau'a, przez nawiezienie na torf płytkiej (0,2 m) warstwy piasku i gliny [6].

DOLINA KANAŁU BYDGOSKIEGO

Łąki leżące w dolinie były początkowo odwadniane rzadką siecią rowów bezpośrednio do Kanału Bydgoskiego. W 1882 r. odwodnienie łąk ślesińskich i Minnikowa, a w 1918 r. łąk Strzelewa i Zielonczyna — skierowano poprzez kanał Ślesiński na dolne stanowisko śluzy w Józefinkach. Wysokie stany wody w kanale żeglownym nie zapewniały już wówczas odbioru wody. Daty te określają również terminy wykonania gęstej (25-40 m) i systematycznej sieci rowów [20]. W 1943, 1954 i 1957-1958 r. odbudowano rowy w Minikowie (przekrój 27), w latach 1960-1962 w Strzelewie (przekrój 28). Na większości minikowskich łąk, w wyniku prac melioracyjnych i konserwacji, utrzymywano intensywne odwodnienie. Natomiast zabagnione są łąki w rejonie kanału Ślesińskiego. W rejonie Strzelewa występowały dłuższe okresy nadmiernego uwilgotnienia. W wododziałowej partii doliny (przekrój 29) istniało przeważnie intensywne odwodnienie skierowane do Kanału Bydgoskiego i rzeki Flis. Dla rejonu tego w 1861 r. opracowano projekt nawodnienia. Powierzchnia łąk leżała wówczas o 1,5 m nad średnim lustrem wody w kanale. Przekrój 26 został wykonany wzdłuż Kanału Bydgoskiego. Intensywność odwodnienia uwidaczniają średnie stany wody w kanale żeglownym.

DOLINA GÓRNEJ NOTECI

W dolinie Starej Noteci na odcinku Dębinek-Chobielin (przekroje 30, 31, 32) rzeka nie została jeszcze uregulowana. Wiosną i jesienią dolina jest corocznie zalewana, latem poziom wody w rzece układa się przeważnie o 80-100 cm poniżej terenu. W rejonie Rynarzewa (przekrój 32) uwidacznia się podtapiający wpływ wysokich stanów wody w Kanale Górnonoteckim, które leżą o 0,7-1,6 m powyżej powierzchni torfowiska. Dolinę podtapia również młyn w Chobielinie (przekrój 30) oraz do 1937 r. młyn w Turze (przekrój 31).

Melioracje Łąk Łabiszyńskich (przekroje 33, 34, 35) wykonano w latach 1858-1864. Obok odwodnienia pozwalały one na prowadzenie wiosennych nawodnień zalewowych. W 1935 r. stwierdzono, iż wskutek braku konserwacji rowów 2/3 łąk porastały turzyce świadczące o nadmiarze wody [21]. Renowację i przebudowę urządzeń melioracyjnych wykonano w latach 1953-61. Wysokie stany wody w Kanale Górnonoteckim podtapiają przyległe łąki głównie w rejonie przekroju 33. Aktualnie na większości łąk, poza wiosennymi zalewami i letnimi posuchami, panuje uwilgotnienie zbliżone do optymalnego.

Torfowisko Koszewo (przekrój 37) do 1859 r. było zalane wodami jeziora Gopło. Obniżenie wód w jeziorze utworzyło stale zabagnione szuwały. W latach 1947-1951 wybudowano kanał Warta-Gopło co obniżyło lustro wody o 1,48 m. Mimo znacznego obniżenia wody w głównym odbiorniku wód, przy braku bocznych rowów torfowisko nadal porastają szuwały trzcinowe, a jego powierzchnia jest nieustabilizowana.

IV. OSIADANIE TORFOWISK W DOLINIE NOTECI I KANAŁU BYDGOSKIEGO

DOLINA BYSTREJ NOTECI

Na tym odcinku doliny porównywano zmiany jakie zaszły pomiędzy latami 1891, 1903, 1969. Wyniki badań nad rozmiarem osiadania zestawiono w tabeli 5, w której podano dla poszczególnych przekrojów zarówno średnią miąższość torfowiska, jak i średnią wielkość osiadania w badanych okresach. Dla przekrojów, w ramach których wystąpiły istotne różnice w miąższości torfu i intensywności odwodnienia (nr 2, 3, 12) zestawiono wyniki dla wydzielonych odcinków. Rozmiar osiadania przedstawiono w liczbach bezwzględnych, w % pierwotnej miąższości oraz w cm/rok. Właściwości torfu zawiera tabela 1. Podana w tabeli intensywność odwodnienia dotyczy jedynie rejonu w którym porównywano układ powierzchni. Szczegółowy opis badanych przekrojów opublikowano już uprzednio [9]. W niniejszej pracy ograniczono się do podania danych wynikowych.

W latach 1891-1969 w torfowiskach o średniej miąższości nastąpiło obniżenie się powierzchni średnio o 79 cm. Zaobserwowano przy tym znaczne wahania. Zaledwie o 50-56 cm osiadły torfowiska nie-

Tabela 5

Osiadanie torfowisk w dolinie Bystrej Noteci
Subsidence of peatlands in the Bystra Noteć valley

Nr przekroju	Średnie osiadanie w cm w okresie:		Osiadanie w % pierwotnej miąższości	Osiadanie w cm/rok w ciągu lat:		Intensywność odwodnienia
	1891-1969	1903-1969		78	66	
1	—	15	9	—	0,23	mała
2-D	115	57	18	1,50	0,86	duża
2-G	50	—	—	0,64	—	mała
3-E	56	14	10	0,72	0,21	mała
3-W	90	38	9	1,15	0,58	średnia
4	100	70	24	1,20	1,06	duża
5	64	44	17	0,82	0,67	średnia
6	—	37	12	—	0,56	średnia
7	—	26	12	—	0,40	średnia
8	—	31	15	—	0,48	średnia
9	—	31	14	—	0,48	średnia
10	—	35	14	—	0,53	średnia
11	—	61	30	—	0,91	mała
12	—	15	16	—	0,23	mała
	—	25	10	—	0,38	średnia
Średnio	79	34	15	0,94	0,51	—

zbyt intensywnie odwodnione, natomiast intensywne odwodnienie spowodowało podwojenie tego procesu do rozmiarów 100-115 cm.

Dla okresu 1903-1969 dysponowano znacznie większą ilością danych pochodzących ze szczegółowszych pomiarów. W tym okresie powierzchnia torfowisk obniżyła się średnio o 34 cm. Najmniejsze osiadanie wystąpiło na torfowisku w Rosku oraz w podtapianych częściach przekroju 3 i 12 (14-15 cm). Bardzo duże osiadanie (57-70 cm) obliczono dla silnie odwodnionych torfowisk w rejonie przekroju 2 i 4. W pozostałych przekrojach zaobserwowano niewielkie wahania (26-44 cm) w rozmiarze badanego procesu.

W ostatnich 66 latach osiadanie spowodowało utratę 15% pierwotnej miąższości torfowisk, a przeciętny średnioroczny rozmiar osiadania wyniósł 0,51 cm. Był on znacznie większy dla lat 1891-1903 i w badanych przekrojach [2-5] osiągnął 3,33 cm/rok. Wskazuje to na fakt, że główny rozmiar osiadania w tych torfowiskach nastąpił w wyniku regulacji rzeki Noteci przeprowadzonej w latach 1891-1897.

DOLINA LENIWEJ NOTECI

W tej części doliny porównywano zmiany jakie zaistniały między latami: 1876, 1915, 1942, 1958 i 1969. Wyniki badań zestawiono w tabeli 6. Podano w niej średnie wielkości osiadania dla części lub całych przekrojów.

W okresie 1876-1969 nastąpiło przeciętne obniżenie powierzchni torfowisk o 75 cm. W głębiej odwodnionych częściach doliny (przekroje 14-17) osiadanie było znacznie większe (średnio 96 cm) niż w często podtopionych partiach (przekroje 13, 18-21), gdzie wynosiło przeciętnie 56 cm. W tym okresie torfowiska utraciły średnio 13% swojej miąższości. Obniżenie powierzchni torfowisk w latach 1915-1961 obserwowano w rejonie Gromadna (przekroje 23 i 24). Rozmiar tego zjawiska był tu niewielki (średnio 20 cm), na co wpływa niezbyt intensywne odwodnienie i wysoka popielność wierzchnich warstw torfowiska (przekrój 24).

W okresie 1942-1969, przeciętne osiadanie w 7 zbadanych przekrojach wyniosło 31 cm. Stwierdzono przy tym stosunkowo niewielkie wahania układające się w granicach 25-37 cm. W latach 1958-1969 w 9 badanych przekrojach stwierdzono obniżenie się powierzchni o 14 cm (wahania 9-20 cm). Największe różnice (15-20 cm) wystąpiły na objętych melioracją terenach wsi Milcz (przekrój 14), Morzewo, Ciszewo (przekrój 15) i Zacharzyn (przekrój 16). Renowacja rowów wykonana w latach 1950-1960 w rejonie przekrojów 17-20, przy niezbyt intensywnym odwodnieniu, dała w efekcie niemal jednakowy rozmiar osiadania rzędu 9-12 cm.

Tabela 6

Osiadanie torfowisk w dolinie Leniwej Noteci
Subsidence of peatlands in the Leniwa Noteć valley

Nr przekroju	Średnie osiadanie w cm w okresie:				Osiadanie w % pierwotnej miąższości w ciągu 93 lat	Osiadanie w cm/rok w ciągu lat:			Intensywność odwodnienia	
	1876-1969	1915-1961	1942-1969	1958-1969		93	46	27		11
13	46	—	—	—	20	—	—	—	mała	
	118	—	—	20	17	—	—	1,82	duża	
14	98	—	—	14	15	—	—	1,27	średnia	
15	81	—	45	19	19	—	1,21	1,70	średnia	
	—	—	—	16	—	—	—	1,45	średnia	
16	80	—	37	15	11	—	1,36	1,36	średnia	
17	102	—	30	10	13	—	1,11	0,91	średnia	
18	56	—	33	12	8	—	1,22	1,09	mała	
19	68	—	31	9	7	—	1,14	0,82	mała	
20	62	—	—	12	7	—	—	1,09	mała	
21	48	—	25	—	14	—	0,92	—	średnia	
22	—	—	29	—	—	—	1,07	—	średnia	
	—	35	—	—	—	0,76	—	—	średnia	
23	—	13	—	—	—	0,28	—	—	średnia	
24	—	11	—	—	—	0,25	—	—	mała	
	—	—	—	—	—	—	—	—	średnia	
Średnio	75	20	31	14	13	0,83	0,43	1,14	1,28	

Przeciętne osiadanie torfowisk wynosiło w badanych okresach: lata 1876-1942 — 44 cm, średnio 0,67 cm/rok; lata 1876-1969 — 75 cm, średnio 0,83 cm/rok; lata 1942-1958 — 17 cm, średnio 1,06 cm/rok; lata 1942-1969 — 31 cm, średnio 1,14 cm/rok; lata 1958-1969 — 14 cm, średnio 1,28 cm/rok.

Powyższe liczby uwidaczniają wyraźnie, iż w okresie ostatnich 27 lat następuje stały, stopniowy wzrost średniego rocznego rozmiaru osiadania, co wiąże się ze zwiększeniem zakresu robót melioracyjnych w dolinie.

DOLINA KANAŁU BYDGOSKIEGO

W tej części doliny porównywano zmiany jakie zaistniały między latami: 1854, 1876, 1916, 1928, 1940, 1963, 1969. Wykorzystano przy tym przekrój 27 (Minikowo-Zawada) opracowany przez Roguskiego i Bieńkiewicza [20]. Wyniki badań zestawiono w tabeli 7, w której podano średnie wielkości osiadania dla 4 przekrojów. Największa liczbowo grupa obserwacji dotyczy okresów lat 1854-1876 oraz 1963-1969 i 1916-1969. Sporządzone przekroje, mimo niemal jednakowej średniej miąższości torfu, wykazują bardzo zróżnicowany rozmiar osiadania.

W okresie lat: 1854-1876 oraz 1963-1969 powierzchnia torfowiska obniżyła się średnio o 117 cm. Znacznie większy rozmiar tego procesu (135-152 cm) stwierdzono w intensywnie odwodnionych częściach doliny (przekroje 27 i 29). W tym okresie torfowisko utraciło 17% swej pierwotnej miąższości.

W latach 1916-1969 osiadanie torfowisk wyniosło średnio 68 cm. Znaczne wahania między przekrojami (45-100 cm) wskazują na wyraźny wpływ intensywności odwodnienia. W pozostałych krótkich okresach czasu (10-24 lat) zaobserwowano również wyraźne obniżanie się powierzchni. W tych okresach przeprowadzono renowację urządzeń melioracyjnych w rejonie przekroju 27 i 28.

Średni roczny rozmiar osiadania torfowisk wynosił w okresach:

1854/76-1916 średnio 0,96 cm,

1916-1940 średnio 2,75 cm,

1940-1963 średnio 1,42 cm,

1959-1969 średnio 1,30 cm.

Największy rozmiar osiadania torfowisk jest w okresie prowadzenia intensywnych prac melioracyjnych. Według Roguskiego i Bieńkiewicza [20] w Minikowie teren w czasie wykonywania prac melioracyjnych w latach 1941-1943 obniżył się o 20 cm, po czym w dalszym ciągu obniża się o ok. 1 cm rocznie.

DOLINA GÓRNEJ NOTECI

W tej części doliny porównywano zmiany jakie nastąpiły między latami: 1876, 1918, 1928, 1951, 1964 i 1969. Wyniki badań zestawiono w tabeli 8. Uwidacznia ona średnie wartości dla 7 badanych przekrojów.

Tabela 7
Osiadanie torfowisk w dolinie Kanału Bydgoskiego
Subsidence of peatlands in the Bydgoski canal valley

Nr przekroju	Średnie osiadanie w cm w okresie:				Osiadanie w % pier- wotnej miaższości w ciągu 108-115 lat	Osiadanie w cm/rok w ciągu lat:			Intensyw- ność od- wodnienia
	1854/76 1963/69	1916- 1969	1940- 1963	1959- 1969		108-115	53	24	
26	98	45	—	—	12	0,85	—	—	mała i średnia
27	135	100	34	—	19	1,17	1,90	1,42	duża
28	82	61	—	13	10	0,76	1,15	—	średnia
29	152	—	—	—	26	1,40	—	—	duża
Średnio	117	68	34	13	17	1,04	1,30	1,42	—

Tabela 8
Osiadanie torfowisk w dolinie Górnej Noteci
Subsidence of peatlands in the upper Noteć valley

Nr przekroju	Średnie osiadanie w cm w okresie:				Osiadanie w % pier- wotnej miaższości w ciągu lat	Osiadanie w cm/rok w ciągu lat:			Intensyw- ność od- wodnienia
	1876- 1964	1918- 1969	1926/28- 1964	1951- 1969		88	51	36-58	
30	—	—	32	—	19	—	—	0,89	średnia
31	—	—	40	—	16	—	—	1,11	średnia
32	32	—	15	—	12	0,36	—	0,39	mała
33	—	13	—	—	13	—	0,26	—	mała
34	—	36	—	—	12	—	0,72	—	średnia
35	—	21	—	—	15	—	0,55	—	średnia
37	—	—	—	90	12	—	—	—	duża
Średnio	32	23	29	90	14	0,36	0,52	0,80	—

Szczegółowe omówienie wykonanych prac będzie podane w innym opracowaniu.

Dla okresu lat 1876-1964 istnieją jedynie dane dla rejonu wsi Rynarzewo (przekrój 32) i wskazują one, że w warunkach podtopienia przez wysokie stany wody w Kanale Górnonoteckim oraz z braku sprawnie działających rowów — nastąpiło niewielkie osiadanie torfowiska. Na Łąkach Łabiszyńskich porównano rzędne terenu z lat 1918 (około) i 1969. Nastąpiło tu niewielkie osiadanie, wahające się w granicach 13-36 cm (średnio 23 cm). Jest ono wyraźnie zależne od intensywności odwodnienia i miąższości torfowiska. Największe rozmiary osiąga ono w rejonie występowania gytii wapiennej.

W dolinie Starej Noteci w okresie lat: 1926/28-1964 w warunkach częstego nadmiernego uwilgotnienia, nastąpiło obniżenie się powierzchni torfowiska średnio o 29 cm.

Przekopanie kanału Warta-Gopło spowodowało obniżenie poziomu wody w głównym cieku o 148 cm, w wyniku czego powierzchnia torfowiska w latach 1951-1969 osiadła o 90 cm. Było to pierwsze odwodnienie tego złoża, co tłumaczy tak znaczny ubytek miąższości. W warunkach niezbyt intensywnego odwodnienia średni, roczny rozmiar obniżania się powierzchni torfowisk był niewielki i wahał się w granicach 0,36-0,80 cm.

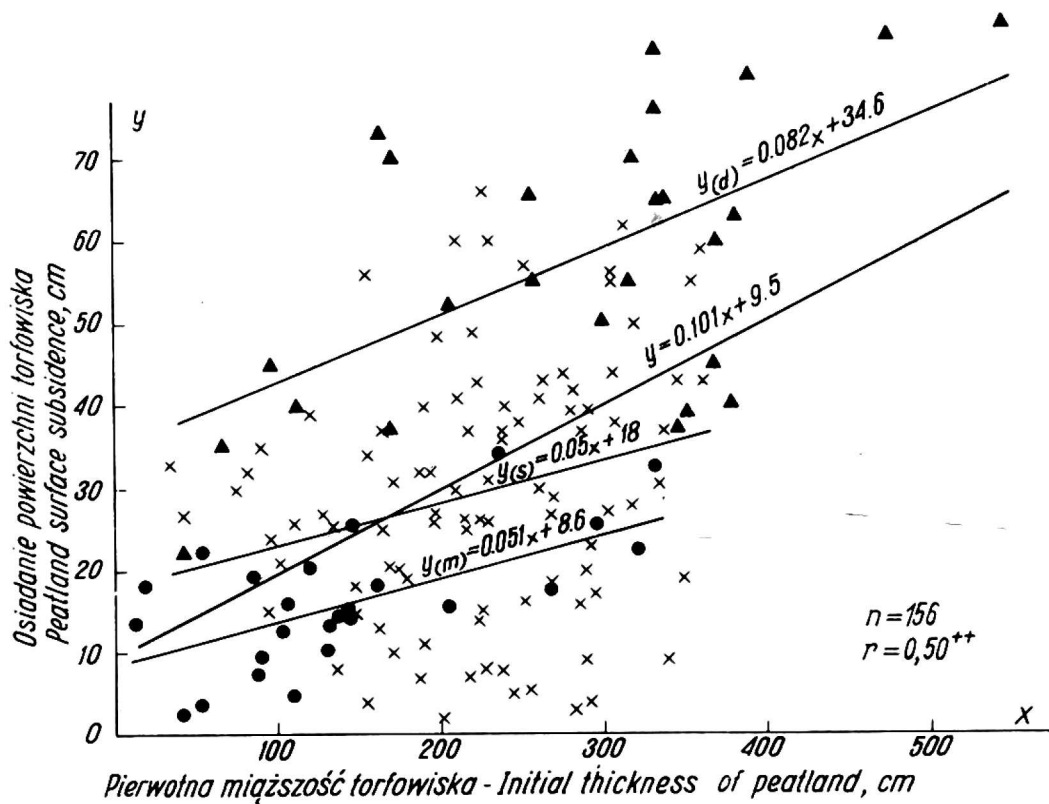
V. WPLYW MIĄŻSZOŚCI I STRATYGRAFII TORFOWISKA NA ROZMIAR OSIADANIA

Analizę wpływu miąższości torfowiska na rozmiar jego osiadania przeprowadzono na podstawie porównywania punktów zamierzonych na przekrojach w różnych okresach czasu. Dążąc do określenia istniejących zależności, przedstawiono osiadanie w jego rozmiarze bezwzględny (cm) i w wielkości średniej (cm/rok). Osiadanie odnoszono do pierwotnej miąższości, ustalanej przez dodanie wielkości osiadania do obecnej miąższości. Analiza wszystkich wyników wykazała znaczne rozrzuty punktów i brak korelacji, dlatego dokonano podziału danych kierując się stratygrafią złoża. Wydzielono następujące dwa typy budowy torfowisk:

- profile zbudowane jedynie z torfu (złoża szuwarowe),
- profile zbudowane z torfu i gytii wapiennej (złoża gytiowo-szuwarowe).

Dla złóż gytiowo-szuwarowych wykonano analizę z uwzględnieniem pełnej miąższości profilu oraz z pominięciem miąższości gytii wapiennej.

W złożach szuwarowych o miąższości 1-4 m, uwidacznia się występowanie istotnej dodatniej korelacji między pierwotną miąższością torfowiska a rozmiarem osiadania. Wyraża się ona przy 156 danych stosunkowo wysokim ($r = 0,46^{**}$) współczynnikiem korelacji. Równanie prostej regresji dla wszystkich danych posiada następującą formę:



Intensywność odwodnienia — Drainage intensity

● mała low	$n = 25$	$(r = 0,56 **)$	$y_{(m)} = 0,051x + 8,6$
× średnia medium	$n = 105$	$(r = 0,25 **)$	$y_{(s)} = 0,05x + 18$
▲ duża high	$n = 26$	$(r = 0,58 **)$	$y_{(d)} = 0,082x + 34,6$

Rys. 1. Korelacja między pierwotną miąższością torfowiska a rozmiarem osiadania

Fig. 1. Correlation between initial peatland thickness and subsidence degree

$y = 0,101x + 9,5$. Z uwagi na znaczny rozrzut wyników na rys. 1 uwidoczniono również zróżnicowanie intensywności odwodnienia w badanych punktach. W każdej wyodrębnionej grupie intensywności odwodnienia występuje istotna dodatnia zależność między pierwotną miąższością torfowiska a rozmiarem osiadania. Analizowane dane obejmowały wyniki obserwacji z okresu 27-66 lat. Najintensywniejsze osiadanie badanych złóż nastąpiło już wcześniej.

W złożach gytiowo-szuwarowych nie stwierdzono występowania istotnej zależności pomiędzy osiadaniem a miąższością złoża. Uwzględnienie jedynie miąższości torfu lub pełnej miąższości złoża nie wpływa na zmianę powyższego stwierdzenia. Rozrzut danych jest bardzo wielki, a obliczone wartości współczynników korelacji ($n = 241$, $r = 0,37$, $r = 0,30$) wskazują na to, iż wpływ pierwotnej miąższości torfowiska na osiadanie wynosi zaledwie 14% względnie 9%. Miąższość badanych złóż wahała się między 6,5-8,5 m. Interesujące wyniki uzyskano przy badaniu zależności między średnim rocznym rozmiarem osiadania a miąższością torfowiska. W złożach szuwarowych stwierdzono występowanie istotnej dodatniej zależności ($r = 0,46 **$, $n = 156$) przy znacznym roz-

rzucie wyników. Średnie roczne osiadanie wahało się od 0,1 do 2,0 cm, układając się w granicach 0,3-1,1 cm. W złożach gytiiowo-szuwarowych nie stwierdzono występowania istotnej zależności ($n = 241$, $r = 0,03$) między miąższością złoża a średnim rocznym rozmiarem osiadania, wahałym się w granicach 0,6-2,5 cm.

Powyższe dane uwidaczniają, iż w dolinie rzeki Noteci w złożach szuwarowych występuje istotna dodatnia zależność między osiadaniem a miąższością złoża. Natomiast kiedy torf jest podścielony grubymi pokładami gytii wapiennej — zależność ta zanika.

VI. WPŁYW WŁAŚCIWOŚCI TORFU I GYTII NA ROZMIAR OSIADANIA

Torfowiska w dolinie rzeki Noteci i Kanału Bydgoskiego zbudowane są z trzech istotnie różniących się utworów:

- wierzchniej warstwy murszu przeważnie silnie zmineralizowanego,
- torfu,
- gytii wapiennej.

Przeanalizowano wpływ zróżnicowania właściwości fizykochemicznych tych utworów na rozmiar osiadania torfowisk. Do analizy przyjmowano obecne wielkości ciężaru objętościowego wierzchniej (0,2-0,3 m) warstwy oraz pierwotny ciężar objętościowy torfu. Został on obliczony w sposób zastosowany przez Ostromęckiego [15]. Wskutek rozkładu substancji organicznej następuje ubytek wagi torfu, a wielkość ta powoduje ok. 50% osiadania, dlatego pierwotny ciężar objętościowy torfu obliczono według zmodyfikowanego wzoru:

$$S = \frac{2H' \cdot S'}{H + H'}$$

gdzie S i S' oznaczają ciężar objętościowy torfu w profilu przed i po osiadaniu, zaś H i H' miąższość torfu przed i po osiadaniu.

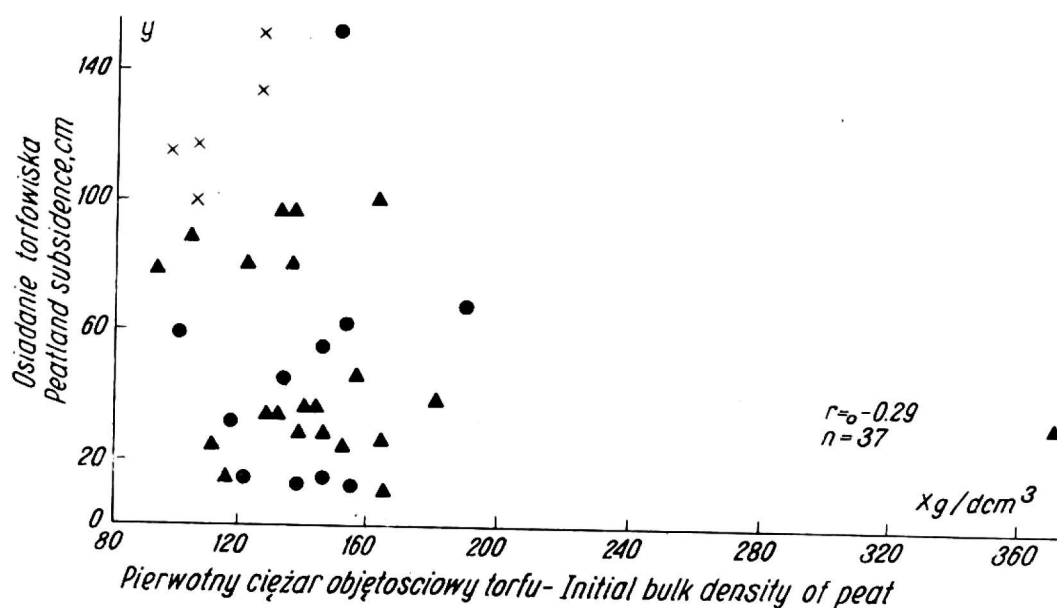
Mursz przeważnie silnie zmineralizowany występuje we wszystkich przekrojach, z wyjątkiem przekroju 37 — Koszewo. Ciężar objętościowy murszu silnie zmineralizowanego wynosi 900-1200 g/dm³ (popielność 80-90%). Znaczny rozrzut wyników oraz niska wartość współczynnika korelacji ($r = -0,20$, $n = 37$) potwierdzają iż ciężar objętościowy wierzchniej warstwy nie wpływa w decydującej mierze na rozmiar osiadania. Niemniej wzrost popielności wierzchniej warstwy powyżej 80% i ciężaru objętościowego ponad 800 g/dm³ zmniejsza znacznie średni roczny rozmiar osiadania.

W badanych przekrojach w dolinie Noteci występuje głównie torf trzciniowy, a w dolinie Kanału Bydgoskiego torf turzycowo-mszysty i trzciniowy. Torf trzciniowy cechuje się niewielką zmiennością właściwości fizycznych, posiada niską popielność, średni stopień rozkładu, jego ciężar objętościowy waha się ok. 100-150 g/dm³. Torf turzycowo-mszysty przy średnim stopniu rozkładu, wskutek domieszki węglanu wapnia ce-

chuje się nieco większym ciężarem objętościowym 145-190 g/dm³. W rejonie przekroju 37 występuje słabo rozłożony torf turzycowy o niskim ciężarze objętościowym. Mała zmienność składu botanicznego nie pozwala na wyciąganie wniosków o jego wpływie na rozmiar osiadania.

Ciężar objętościowy suchej masy torfu jest wykładnikiem właściwości fizycznych torfu mających wpływ na proces osiadania. Na rys. 6 uwidoczniono zależności występujące między rozmiarem osiadania torfowisk nadnoteckich a pierwotnym ciężarem objętościowym torfu. Bardzo duże rozrzuty wyników wskazują na brak istotnej zależności ($r = -0,29$, $n = 37$). Nie zmienia tego oddzielne rozpatrywanie wyników obserwacji dla wydzielonych klas intensywności odwodnienia. Analiza wykonana dla torfowisk doliny Bystrej Noteci [9] wykazała również brak istotnej zależności ($r = -0,30$), mimo wyeliminowania wpływu zróżnicowanych okresów obserwacji. Okres obserwacji wynosił w cytowanych badaniach 66 lat. Większość badanych torfów posiada ciężar objętościowy powyżej 120 g/dm³. Uwidacznia się występowanie pewnej ujemnej, choć nieistotnej zależności między osiadaniem torfowiska a ciężarem objętościowym torfu, szczególnie przy torfach o ciężarze objętościowym powyżej 160 g/dm³.

Wpływ na rozmiar osiadania torfowisk wywiera również gytia podścielająca torf. Należało spodziewać się, iż obok miąższości osadów po-



Intensywność odwodnienia — Drainage intensity

- mała low $n = 11$
- ▲ średnia medium $n = 21$
- × duża high $n = 5$

Rys. 6. Zależności między rozmiarem osiadania torfowisk nadnoteckich a pierwotnym ciężarem objętościowym torfu

Fig. 6. Relationships between the Noteć peatland subsidence degree and initial bulk density of peat

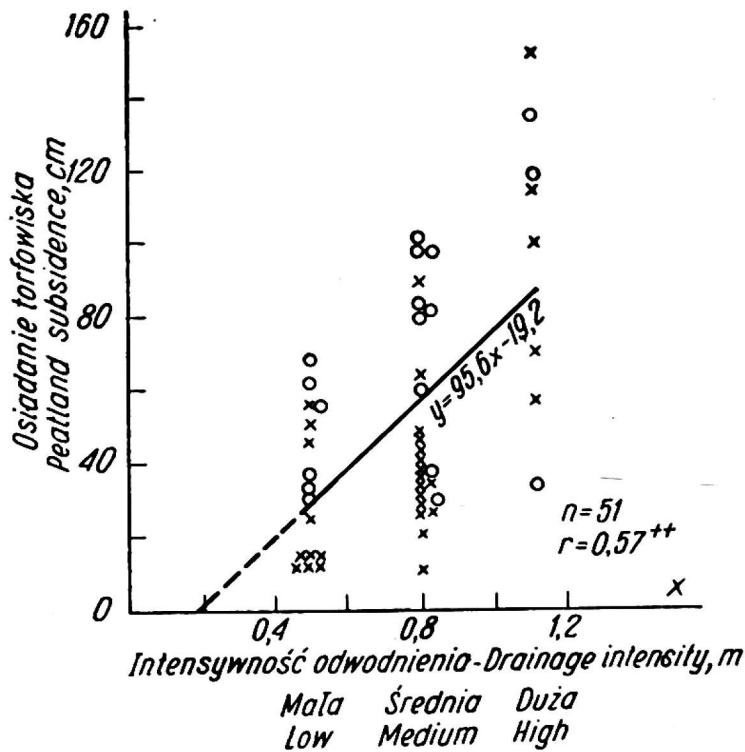
jeziernych, decydującym będzie tu rodzaj gytii oraz jej konsystencja, wilgotność, kurczliwość, ciężar objętościowy i zawartość CaCO_3 . W torfowiskach nadnoteckich pod torfem znajdują się osady gytii wapiennej zawierające 66-94% węglanu wapnia, ciężar objętościowy 450-700 g/dm³ i wilgotność 50-60%. Analiza uzyskanych wyników uwidacznia, iż gytia wapienna podścielająca torf, z uwagi na swoje odmienne właściwości fizykochemiczne, w trakcie procesu osiadania podlega innym niż torf przemianom. Zależą one w znacznej mierze od konsystencji gytii [8]. Gytia o konsystencji półpłynnej zachowuje się jak torf luźny o ciężarze objętościowym ok. 80 g/dm³, natomiast gytia wapienna o konsystencji plastycznej wykazuje podobieństwo do torfów zwartych o ciężarze objętościowym rzędu 130 g/dm³.

W dolinie Noteci przeważnie występuje gytia o konsystencji plastycznej. Jedynie w rejonie Koszewa (przekrój 37) oraz lokalnie na Łąkach Łabiszyńskich (przekrój 34) występuje gytia o konsystencji półpłynnej i wilgotności 60-70%. Z tej przyczyny rozmiar osiadania torfowiska w przekroju 37 jest znacznie większy (5 cm/rok) niż w innych miejscach. Pierwotnie jednak również w dolinie Leniwej Noteci i Kanału Bydgoskiego występowała gytia wapienna o konsystencji półpłynnej. Wskazuje na to stałe zapływanie koryta kanału w latach 1774-1856. Miąższość gytii nie ma tu decydującego znaczenia. Niemniej jej występowanie wpływa na wzrost rozmiaru osiadania, który jednak nie jest wyraźnie skorelowany ani z całkowitą miąższością złoża ani też z miąższością samego torfu. Przyczyna leży zapewne w zróżnicowanej budowie i niekiedy znacznych wahaniami właściwości fizykochemicznych gytii.

VII. WPŁYW INTENSYWNOŚCI ODWODNIENIA NA ROZMIAR OSIADANIA

Dla badanego okresu i przekrojów nie dysponowano wynikami obserwacji wahań poziomu wody gruntowej. Intensywność odwodnienia wyrażono w trzystopniowej skali. Małej intensywności odwodnienia odpowiadają w badanym okresie przeciętne głębokości rowów rzędu 0,4-0,6 m (średnio 0,5 m), średniej głębokości rowów rzędu 0,6-1,0 m (średnio 0,8 m) i dużej głębokości 1,0-1,2 m (średnio 1,1 m). Dla poszczególnych przekrojów, względnie dla ich wyraźnie różniących się części, określono intensywność odwodnienia w oparciu o analizę licznych opracowań projektowych i danych z literatury. Powyższe przyjęcie odpowiada potrzebom praktyki melioracyjnej, która tak przy projektowaniu, jak i przy eksploatacji urządzeń powszechnie posługuje się średnimi głębokościami rowów dla badanych torfowisk.

Zależności występujące między rozmiarem osiadania torfowisk a intensywnością odwodnienia przedstawiono na rys. 3. Poprzez odmienne oznaczenie punktów zobrazowano różnice, które występują z tytułu odmiennej budowy profili. Utrzymano przy tym podział na profile złóż szuwarowych i gytiiowo-szuwarowych.



Rys. 3. Zależność między osiadaniem torfowisk nadnoteckich (w cm) a intensywnością ich odwodnienia. x — profile typu szuwarowego, o — profile typu gytiowo-szuwarowego

Fig. 3. Relationship between the Noteć peatland subsidence degree and drainage intensity of the peatlands. x — profiles of reed type, o — profiles of gytija-reed type

Kiedy przedstawi się wielkość osiadania torfowisk nadnoteckich w jego pełnym rozmiarze, uwidacznia się występowanie istotnej dodatniej zależności między osiadaniem a intensywnością odwodnienia. Zależność ta jest nieco wyraźniejsza w złożach zbudowanych jedynie przez torf ($r = 0,66$ przy $n = 32$) niż w złożach gytiowo-szuwarowych ($r = 0,52$, $n = 19$). Uwidacznia to wyraźnie wpływ gytii wapiennej na przebieg

Tabela 9

Wpływ budowy i sposobu odwodnienia na rozmiar osiadania
Effect of structure and drainage system on subsidence rate of peatlands

Zależność osiadania torfowiska od:	Liczba danych n	Współczynnik korelacji r	Równanie prostej regresji
Mięszości torfowisk szuwarowych (okres obserwacji 27-66 lat)	156	0,50 **	$y = 0,101x + 9,5$
Mięszości złożów gytiowo-szuwarowych	241	0,30	—
Ciężaru objętościowego wierzchniej warstwy murszu	37	-0,29	—
Ciężaru objętościowego torfu	37	-0,29	—
Intensywności odwodnienia złożów szuwarowych	32	0,66 **	$y = 105,5x - 35,6$
Intensywności odwodnienia złożów gytiowo-szuwarowych	19	0,52 **	$y = 80,5x + 7,3$

** — zależność istotna.

procesu osiadania. Wartość współczynnika korelacji wzrasta wyraźnie przy rozpatrywaniu jedynie torfowisk doliny Bystrej Noteci ($r = 0,92^{**}$), dla których istnieją dane z jednolitego okresu obserwacji. Wskazuje to na wyraźny wpływ elementu czasu na rozrzuty wyników. Na rys. 3 przedstawiono bowiem dane pochodzące z okresów obserwacji rzędu 27-115 lat. Z reguły od pierwszego odwodnienia torfowiska do rozpoczęcia obserwacji zmian układu powierzchni torfowiska minęło już 40-50 lat. Przez ten okres torfowiska były jednak niezbyt intensywnie odwodnione. Mimo zróżnicowanych okresów obserwacji na rys. 3 uwiadczenia się wyraźny wpływ intensywności odwodnienia na rozmiar osiadania.

Wielkość osiadania torfowisk niskich, będących w długotrwałym rolniczym użytkowaniu, zależy przede wszystkim od intensywności od-

Tabela 10

Srednioroczne osiadanie torfowisk w dolinie Noteci
Average yearly subsidence of peatlands in the Noteć valley

Intensywność odwodnienia	Rozmiar osiadania w cm/rok	
	złoża szuwarowe	złoża gytiowo- szuwarowe
Mała (głębokość rowów 0,4-0,6 m)	0,33	0,61
Średnia (głębokość rowów 0,6-1,0 m)	0,58	1,29
Duża (głębokość rowów 1,0-1,2 m)	1,12	2,56

wodnienia. Średnie roczne rozmiary osiadania ustalone w dolinie rzeki Noteci zestawiono w tabeli 10. W świetle powyższych wywodów można stwierdzić, iż uzależnienie spodziewanego rozmiaru osiadania torfowiska od intensywności odwodnienia jest w pełni uzasadnione. Istnieje bowiem wyraźna istotna i dodatnia zależność osiadania od głębokości odwodnienia. Do podobnego wniosku doszedł Stephens [28], który liczbowo ujął zależność między głębokością do wody gruntowej a wielkością rocznego osiadania. Stwierdził on znaczne różnice wynikające z odmiennych warunków klimatycznych stanów Indiana i Floryda.

VIII. WPLYW CZASU NA ROZMIAR OSIADANIA

Rozpatrywanie zależności osiadania torfowiska od miąższości i właściwości fizycznych torfu oraz od intensywności odwodnienia wykazało istotny wpływ czasu trwania na przebieg i rozmiar tego procesu. Stwierdzono, iż ze wzrostem okresu obserwacji rośnie globalny rozmiar osiadania torfowiska. Zależność między osiadaniem a miąższością torfowiska staje się wyraźniejsza gdy rozpatruje się dane dla jednakowego okresu

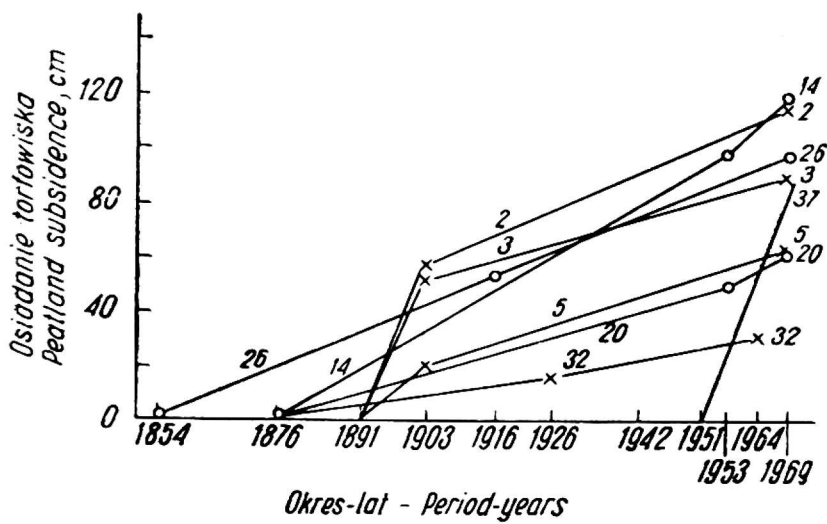
obserwacji. Dla doliny Bystrej Noteci (okres obserwacji — 66 lat) współczynnik korelacji wynosi $r = 0,92$, podczas gdy dla okresów wahających się od 27-66 lat maleje on do $r = 0,50$. Stwierdzono iż również ujemna zależność między osiadaniem torfowisk a ciężarem objętościowym torfu staje się wyraźniejsza jeżeli rozpatruje się jedynie wyniki z krótkiego okresu czasu bezpośrednio po wykonaniu pierwszego odwodnienia złoża [15]. Przy dłuższych okresach obserwacji wpływ ciężaru objętościowego na rozmiar osiadania jest mało wyraźny.

Zależność osiadania od intensywności odwodnienia staje się również znacznie wyraźniejsza jeżeli analizuje się dane dla jednakowego okresu obserwacji ($r = 0,92$), niż gdy badano dane dla 27-115 lat ($r = 0,57$, $r = 0,66$). Istotna dodatnia zależność osiadania od intensywności odwodnienia występuje zarówno bezpośrednio po wykonaniu melioracji, jak i w ciągu dalszych 27-115 lat (rys. 3). W początkowym okresie po melioracji następuje średni roczny ubytek miąższości torfowiska rzędu 5 cm na rok (przekrój 37) zaś w dalszych latach wielkość ta maleje do 0,3-1,1 cm/rok. Powyższe stwierdzenia uzasadniają celowość zbadania przebiegu procesu osiadania torfowisk w ciągu badanego okresu. Wśród opracowanych przekrojów znajduje się siedem, dla których ustalono rzędne powierzchni torfowiska w czterech różnych latach oraz dziewięć, dla których znane są rzędne z trzech lat. Przebieg osiadania powierzchni części tych przekrojów przedstawiono na rys. 4.

Analiza przebiegu krzywych wskazuje na bardzo wyrównany przebieg osiadania torfowisk w badanych okresach. W kilku przekrojach zanotowano większy przyrost osiadania w pewnych odcinkach czasu. Jest to zawsze skutkiem prac melioracyjnych, przy czym renowacja i przebudowa istniejących rowów powoduje jedynie niewielki wzrost osiadania. Krzywe przekrojów 2, 3 i 5 wykazują, że po silnym osiadanu w latach 1891-1903 nastąpiło znaczne zmniejszenie rozmiaru tego procesu.

Zupełnie odmienny jest przebieg krzywej dla przekroju 37. Ma ona bardzo stromy przebieg i wskazuje na to, że odbywało się tu w badanym okresie bardzo silne osiadanie. Charakteryzuje ona okres bezpośrednio po pierwszym odwodnieniu.

Większość danych przedstawionych na rys. 4 dotyczy drugiego okresu po odwodnieniu, w którym osiadanie jest głównie skutkiem rozkładu substancji organicznej. Część krzywych (przekroje 2, 3, 4 oraz 37) obejmuje częściowo lub całkowicie pierwszy okres po odwodnieniu. Intensywność procesu osiadania jest największa w okresie pierwszych 20 lat. Proces ten postępuje nadal, przy czym średni roczny jego rozmiar jest bardzo wyrównany. Zależy on głównie od intensywności odwodnienia w analizowanym okresie. Dowodzi tego zróżnicowanie między przekrojem 2 (duża intensywność odwodnienia) a przekrojami 3 i 32 (średnia i mała intensywność odwodnienia). Wykonanie nowych, intensywnie odwadniających urządzeń melioracyjnych, wywołuje ponowny ale mniej-



Rys. 4. Przebieg osiadania torfowisk nadnoteckich

Fig. 4. Course of the Noteć peatland subsidence

szy przyrost osiadania. Przeprowadzenie renowacji istniejących urządzeń melioracyjnych wywołuje jeszcze mniejszy przyrost średniego rocznego osiadania.

Przy przewidywaniu spodziewanego rozmiaru tego procesu konieczne jest również uwzględnienie elementu czasu. Chodzi tu zarówno o konieczność analizowania obu istotnie różnych okresów osiadania torfowisk po odwodnieniu jak i o fakt systematycznego wzrostu osiadania wraz z wydłużaniem się okresu obserwacji.

WNIOSKI

1. Ustalony rozmiar osiadania cechował się dużą zmiennością w badanych przekrojach. W dolinie Bystrej Noteci w latach 1903-1969 nastąpiło średnie obniżenie powierzchni torfowisk o 34 cm, w dolinie Leniwej Noteci w latach 1876-1969 o 75 cm, w dolinie Kanału Bydgoskiego w latach 1854-1969 o 117 cm, a w dolinie Górnej Noteci w okresie 1926-1964 o 29 cm.

2. Średni roczny rozmiar osiadania cechuje się dużymi wahaniami, układając się głównie w granicach 0,30-1,10 cm/rok.

3. Na rozmiar i przebieg procesu osiadania torfowisk, będących w długotrwałym rolniczym użytkowaniu, wpływają głównie miąższość i stratygrafia złożeń, intensywność odwodnienia oraz czas trwania tego procesu, a w mniejszym stopniu właściwości fizykochemiczne utworów budujących torfowisko.

4. W torfowiskach typu szuwarowego rozmiar osiadania wzrasta wraz z miąższością torfowiska, podczas gdy w złożeń gytiowo-szuwarowych zależność ta zanika, przy jednoczesnym wzroście rozmiaru osiadania.

5. Ciężar objętościowy wierzchniej warstwy torfowisk zbudowanej przez mursze nie wpływa w decydującej mierze na rozmiar osiadania. Niemniej wzrost popielności powyżej 80% zmniejsza znacznie średni roczny rozmiar osiadania.

6. Stwierdzono występowanie ujemnej choć nieistotnej zależności między osiadaniem torfowiska a ciężarem objętościowym torfu powyżej 120 g/dm³.

7. Zwiększenie intensywności odwodnienia z reguły powoduje wzrost rozmiaru osiadania.

8. W procesie osiadania torfowisk należy wyróżnić dwa odmienne okresy. W ciągu pierwszych 20 lat po odwodnieniu następuje gwałtowne obniżenie powierzchni głównie wskutek mechanicznego zagęszczenia i kurczenia się torfu. W dalszym okresie proces ten postępuje nadal, przy czym średni roczny rozmiar osiadania jest bardzo wyrównany.

LITERATURA

1. Agerberg L.A.: Nagra studier av niwaförändringar pa myrjord. Kungl. Lantbrukshogskolan och Statens Lantbrukförsök. Statens Jordbruksförsök. Särtryck och småskrifter nr 136, Uppsala (1961).
2. Bac St.: Osiadanie torfowiska dublańskiego pod wpływem odwodnienia. Roczn. Nauk rol. 23 (1930).
3. Churski T.: Morfologia dna pradoliny Noteci-Warty. Praca doktorska.
4. Demnitz, Rathke.: Der Ausbau der Netze vom Bromberger Kanal bis zur Mündung in die Warthe. Zeit. f. Bauwesen Jhg. LIV (1904).
5. Galon R.: Morphology of the Noteć-Warta (or Toruń-Eberswalde) ice marginal streamway. Pr. geogr. 29. Warszawa (1961).
6. Falkowski M., Karłowska G.: Rys historyczny przebiegu gospodarki łąkowo-pastwiskowej w dolinie Noteci i jej dopływów. Roczn. Nauk rol. F-72-2 (1957).
7. Ilnicki P.: Przegląd badań gytii i gytiewisk. Wiad. melior. 9 (1969).
8. Ilnicki P.: Ustalenie rozmiaru osiadania meliorowanych gytiewisk na przykładzie złoża gytii wapiennej w Objezierzu. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 107 (1971).
9. Ilnicki P.: Obniżanie się powierzchni torfowisk w dolinie Bystrej Noteci w zależności od ich budowy i intensywności odwodnienia. Wiad. IMUZ, X, 3 (1971).
10. Iwickij A.J., Nowikow M.A.: Issledowanije drenaža na bołotach. Minskoj bołotnoj stancji — 50 let. Mińsk (1963).
11. Klugiewicz J.: Przyrząd do pobierania próbek gruntu o nienaruszonej strukturze. Wiad. melior. 12 (1968).
12. Kraemer O.: Untersuchungen an einigen bayerischen Mooren als Beitrag zum Problem der Moorsackung. Mitt. f. Moor-u. Torfwirtschaft. Jg. 4, 1-4 (1957).
13. Mudra A.: Statistische Methoden für Landwirtschaftliche Versuche. Berlin-Hamburg (1958).
14. Okruszko H., Churski T.: Związek między rodzajem torfowiska a geomorfologią terenu na przykładzie doliny Noteci. Roczn. Nauk rol. F-75-2 (1962).
15. Ostromecki J.: Projektowanie profilu podłużnego rowów i drenów w torfowiskach z uwzględnieniem osiadania. Roczn. Nauk rol. F-71-3 (1956).
16. Paetel R.: Untersuchungen über die Sackung der Niedermoore. Wasserwirtschaft-Wassertechnik 7 (1957).

17. Pfeiffer K.: Die Ausgestaltung des Wiesentals der Netze und deren Kanalisierung von der Küddow bis zur Drage. Zeit. f. Bauwesen. Berlin (1923).
18. Pieczkurow A.F.: Ustoicziwost rusel riek i kanałow. Mińsk (1964).
19. Rogiński S., Mastyński Z.: Studium historyczno-hydrologiczne jeziora Gopło, Bydgoszcz (1964).
20. Roguski W., Bieńkiewicz P.: Zanikanie gleb organogenicznych w wyniku melioracji. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 72 (1967).
21. Sauer A.: Das natürliche Grünland im Netzetal vom Goplosee bis Dratzig und im Gebiet des diluvialen Thorner Staausees. Praca doktorska (1937).
22. Schulemann.: Darstellung des Gopło-Bachorze-Montewy Melioration. Berlin (1861).
23. Schulemann, v. Schrierstedt.: Die Pakosch-Labischiner Netzwiesen Melioration. Annalen der Landwirtschaft. Jhg. H. 1 (1866).
24. Schulemann.: Die Labischin-Bromberger Netzwiesen Melioration in der Kreisen Schubin, Bromberg und Inowroclaw (1869).
25. Schroeter.: Karte von Ost-Preussen nebst Preussisch Litauen und Westpreussen dem Netzedistrikt (1802).
26. Skoropanow C.G.: Tieoreticzeskije osnovy melioracji i isspolzowanija trofiano-bołotnych poczw. Minskoj bołotnoj stancji 50 let. Mińsk (1963).
27. Stankiewicz W.S., Karelin T.J.: Osiadanie torfu i jego wpływ na działanie systemów odwadniających. Gidrotechnika i Meljoracja 12 (1965).
28. Stephens J.C.: Subsidence of organic soils in the Florida Everglades. Soil Sci. Soc. of America Proc. 24 (1960).
29. Surowiecki W.: O rzekach y spływach kraiów Xięstwa Warszawskiego. Warszawa (1811).
30. Wall E., Göttlich K.H.: Niveauveränderungen der Riedoberfläche südlich des Federsees seit 1860. Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemberg (1967).
31. Winid K.: Kanał Bydgoski (1928).
32. Wodziczko A.: Materiały do stratygrafii i analizy pyłkowej osadów w pradolinie Noteci. Bad. fizjogr. nad Pol. zach. 1 (1948).

ПЕТР ИЛЬНИЦКИ

ВЕЛИЧИНА ОСАДКИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНИКОВ В ПОЙМЕ РЕКИ НОТЕЦИ

Резюме

Целью соответствующих исследований являлось определение величины осадки торфяников, используемых издавна сельским хозяйством, а также зависимости осадки от таких факторов, как: исходная мощность и структура торфяника, объемный вес верхнего слоя торфа и гиттии, глубина осушения и продолжительности процесса осадки. Исследования охватывали площадь около 400 000 гектаров, на которой анализировали изменения отметок поверхности на 37 разрезах торфяника, общей длиной 272 км. Определяли структуру торфяника, физические свойства торфа и гиттии, ход мелиоративных работ и способы сельскохозяйственного использования торфяника в четырех отчетливо различных партиях поймы. В пойме Быстрой Нотеци в период 1903-1969 гг. среднее снижение отметок поверхности торфяников составляло 34 см, в пойме Ленивой Нотеци в период 1876-1969 гг. оно составляло 34 см, в долине Быдгощского канала в период 1854-1964 гг. — 117 см, в пойме верхнего течения Нотеци в период 1926-1964 гг. — 29 см. Средняя годовая величина осадки колебалась между 0,3-1,1 см. Установлено, что величина и ход процесса осадки

торфяников используемых издавна сельским хозяйством обусловлены в первую очередь мощностью и стратиграфией месторождения, интенсивностью осушения и продолжительностью процесса осадки, а в меньшей степени физико-химическими свойствами формаций, из которых образовался данный торфяник. В тростниковых торфяниках величина осадки возрастает параллельно мощности месторождения, тогда как в гиттиевых-тростниковых торфяниках эта зависимость исчезает при одновременном росте величины осадки. Установлена отрицательная, хотя несущественная зависимость между осадкой торфяника и объемным весом торфа (свыше 120 г/дм³). Повышение зольности поверхностного слоя свыше 80% заметно снижает среднюю годовую величину осадки. Более интенсивное осушение вызывает ускорение темпов осадки.

В процессе осадки торфяников следует различать два различных периода. В течение первых 20 лет после осушения происходит резкое снижение отметок поверхности, в первую очередь за счет механического сжатия и сжатия торфа. В дальнейший период этот процесс продвигается далее, однако при очень выровненной средней годовой величине осадки.

PIOTR ILNICKI

SUBSIDENCE RATE OF RECLAIMED PEATLANDS IN THE NOTEĆ RIVER VALLEY

Summary

The aim of the respective investigations was to determine the subsidence rate of peatlands utilized since long by agriculture and dependence of the subsidence on such factors, as: initial thickness and structure of peat, bulk density of upper peat or gyttja layer, drainage depth and duration of the subsidence process. With the investigations the area of about 400,000 hectares was comprised, in which the level changes on 37 peatland sections with the total length of 272 km were analyzed. Structure of peatlands, physical properties of peat and gyttja, course of reclamation works and agricultural utilization kind of the peatlands were determined in four distinctly different parts of the river valley. In the Bystra Noteć valley in the period 1903-1969 the peatland level sank, on the average, by 34 cm, in the Leniwa Noteć valley in the period 1876-1969 it sank by 75 cm, in the Bydgoski canal valley in the period 1854-1964 — by 117 cm, in the upper Noteć valley in the period 1926-1964 — by 29 cm. Mean annual subsidence rate varied between 0.3-1.1 cm. It has been found that the subsidence rate and course of the peatlands being since long in agricultural utilization depend, first of all, on thickness and stratigraphy of peat deposit, its drainage intensity and duration of the subsidence process, and to a less degree on physico-chemical properties of formations, of which the given peatland was developed. In reed peatlands the subsidence rate increases proportionally to the peat deposit thickness, while in gyttja-reed peatlands this dependence vanishes, at simultaneous subsidence rate growth. An existence of negative, though insignificant relationship between peatland subsidence and bulk density of peat (over 120 g/dm³) has been found. An ash content increase by more than 80% in the upper peat layer contributes to a distinct checking of mean annual subsidence rate. An increase of drainage intensity causes an acceleration of the subsidence.

In the peatland subsidence process two different periods can be distinguished. During the first 20 years after drainage a rapid lowering of the peatland level takes place, mainly due to mechanical condensation and shrinkage of the peat. In the subsequent period this process runs further on, but at very approximate mean annual subsidence rates.