

O ZAPOBIEGANIU WYLEWOM RZEK, PRZEZ ODWRÓCENIE NADMIARU WÓD OD ŁOŻYSK NATURALNYCH, Z ZASTOSOWANIEM DO GÓRNEGO DNIESTRU,

PODAJE

Józef Rychter,

Profesor Szkoły Politechnicznej Lwowskiej.

(Tabl. V).

Długoletnie spostrzeżenia stwierdziły, że spustoszenia jakie coroczne wylewy rzek szerzą na całej długości ich biegu, przybierają z każdym dziesiątkiem lat coraz groźniejsze wymiary. Wydzierają one uprawie znaczne powierzchnie, gdy tymczasem środkowa Europa nie ma już pustych przestrzeni potrzebujących zaludnienia a ludność jej wzrasta z każdym rokiem średnio o 1 procent. W takich warunkach niezbędnym jest przedsięwzięcie w najbliższej przyszłości odpowiednich środków dla pomnożenia płodów ziemi, aby takowa z biegiem czasu zdołała dostarczyć środków wyżywienia swoim mieszkańcom. Głos ogółu zwraca się bezustannie do techników, domagając się usunięcia wylewów, ci zaś stosując środki od wieków praktykowane, niezdolali nigdzie wprowadzić trwałych ulepszeń, a tem mniej wyzyskać niszczący żywioł na pożytek ludności.

Przyczyny tej nieudolności inżynierów szukać należy w poglądzie, jaki się wytworzył w nowożytnych czasach odnośnie do zadania rzek, a według którego takowe uważane były za drogi taniego przewozu z pominięciem ich przeznaczenia do zwilżania łąk i pól, wskazanego przez samą naturę, a które mieli na względzie starożytni technicy, mianowicie też tam, gdzie skwary słoneczne czyniły udoskonalenie rolnictwa niemożliwym bez spóldziałania wód rzecznych. Potrzebę gruntowej zmiany w dotychczasowem postępowaniu, odczuwał już oddawna każdy hydrotech-

nik, ale brak było nowego systemu, czyniącego zadość wszystkim wymaganiom.

Zasady systemu, mającego na celu ulepszenie warunków hydrologicznych kraju, przez odwrócenie od naturalnych ścieków nadmiaru wód sprowadzającego wylewy, podaje nam inżynier *Hobohm* w obszernem starannie opracowanem dziele ¹⁾, które zamierzamy tu bliżej rozpatrzyć. Do przedstawienia naszych uwag składania nas i ta okoliczność, że w tymże czasie kiedy Wydział Krajowy Królestwa Galicyi i Lodomeryi, zawezwał *p. Hobohm'a* do wypracowania projektu ulepszenia doliny Górnego Dniestru, znany zaszczytnie na polu ulepszeń rolnych profesor *dr. Fryderyk Wilhelm Dinkelberg*, wypracował i ogłosił z polecenia ministerium pruskiego sprawozdanie, w którym przyznaje systemowi *Hobohm'a* w części tylko wartość praktyczną, całość zaś uważa za ideał, niedający się urzeczywistnić w tym zakresie, jakiego autor i sama natura jego systemu wymaga.

Rozpatrując poniżej system *p. Hobohm'a*, ze względu na dorzecze (spływ) Górn. Dniestru, nie możemy podać liczb tak dokładnych, aby takowe wzięte być mogły za podstawę do sporządzenia ostatecznego projektu, — brak nam bowiem odpowiednich materiałów, a nadto nie taki cel wytknęliśmy sobie. W niniejszej pracy zamierzaliśmy wedle sił naszych, ułatwić publiczności technicznej wyrobienie sobie sprawiedliwego sądu o nowym systemie, pozostawiając przyszłości właściwe następstwa.

Sądziliśmy także, iż należy nam poprzedzić opis systemu *Hobohm'a*, przedstawieniem obecnego stanu tej części Górnego Dniestru, o którym mówić postanowiliśmy i korzystamy w tym celu tak z prac inżyniera *p. Jankowskiego*, dokonanych na gruncie z polecenia Wydziału Krajowego w r. 1876, jak niemniej też i z własnych spostrzeżeń zebranych na miejscu.

* * *

Poniżej Sambora górny Dniestr traci o tyle charakter rzeki górskiej, że spadek jego znacznie się zmniejsza, w skutek czego grubszy żwir i otoczaki 5 — 10 centm. średnicy mające zatrzymują się już w pobliżu tego miasta, a dalej znajdujemy w korycie tylko drobny żwir lub piasek.

Na 13 kilometrze poniżej Sambora a 78 klm. licząc od źródeł Dniestru, pod wioską Hordynią, znajduje się punkt godny szczególnej uwagi. Do tego punktu powierzchnia dorzecza Dniestru wynosi 940 kilometrów kw., — powyżej takowego mamy spadek wynoszący średnio 0,66‰, koryto 7^m głębokie a 50^m szerokie, a więc tak obszerne, że wylewy przytrafiają się tylko, wyjątkowo. Poniżej Hordyni, na przestrzeni 9 kilometrów, spadek wynosi 0,43‰, a kory-

¹⁾ Grundzüge für die Beseitigung der Ueberschwemmungen..., auf Anregung Sr Excellenz des Herrn K. K. Ackerbau-Ministers Grafen zu Mannsfeld bearbeitet von *Heinrich Hobohm* Civil-Ingenieur, Wien 1877, Verlag des Verfassers.

to stopniowo się zważa. Po prawej stronie Dniestru spotykamy tu odnogę tak zamuloną, iż woda dostaje się do niej tylko podczas wezbrań tej rzeki. W Bilince wpada do odnogi mały strumyk, sama zaś odnoga uchodzi do jeziora, którego odpływ ginie w wielkiem bagnie, sięgającym aż do wsi Terszakowa z lewej, a do Horucka z prawej strony. Bagno to jest 5 do 7 kilom. szerokie a 25 kilom. długie, — powierzchnia więc jego wynosi prawie 3 mile kwadratowe.

Poniżej Hordyni mamy dwa kilometry naturalnego koryta Dniestru, dalej zaś przekop 7 kilom. długi a wykonany w r. 1819, który przecinając w poprzek bagno, o 2 kilometry poniżej wsi Dołóbowia łączy się ze Strwiążem, głównym lewym dopływem tej części Górnego Dniestru z powierzchni 700 klm. kw. Powyżej tego połączenia, wpada do Strwiąża pod Ostrowem, potok Błózewka, powierzchnia dorzecza którego wynosi 276 klm. kw. Przestrzeń zawarta pomiędzy Strwiążem a przekopem Hordyńsko-Dołóbowskim, jest już wysoko namuloną i całkowicie uprawną.

Od Czernichowa nad Strwiążem, w odległości 14 kilom. powyżej ujścia przekopu, rozpoczynają się wylewy. Strwiąż, zamknięty w ciasnem choć głębokiem korycie (15^m szerokiemi a 4,5 głębokiem), przekracza je corocznie i zalewa gościniec Samborski, na przestrzeni około ćwierć mili wynoszącej. W r. 1867 wysokość wody na gościńcu doszła do 1,5^m. Jednocześnie Dniestr, nie mogąc się pomieścić w przekopie Hordyńsko-Dołóbowskim, przez odnogę Hordyńską zalewa powyżej wzmiankowane wielkie bagno, to jest powierzchnię 3 mil kw., jakkolwiek na dalszej przestrzeni swego biegu pomiędzy Czajkowicami i Terszakowem, często nie występuje wcale ze swego koryta.

Zauważyć tu wypada, że przekop Hordyńsko-Dołóbowski, nie rozszerzył się przez 60 lat swego istnienia, ma bowiem obecnie przy 5 metrach głębokości 16 metrów szerokości, t. j. tę samą szerokość jaką podają akta z r. 1819. Wykopano go w torfie, który pod ciężarem mułu osiadającego na brzegach, zsunął się aż do dna przekopu i tworzy tam obecnie warstwę mogącą mieć 40 do 80 ctm. grubości. Podobnie położoną warstwę torfu, dostrzedz można wszędzie w świeżo poderwanych brzegach Dniestru, aż do Rozwadowa. Ślady działania wody w ostatnich czasach zaledwie gdzieś w przekopie Hordyńsko-Dołóbowskim dostrzedz się dają; tylko wielkie bryły torfu dochodzące do 10 m³ objętości, leżą tu i owdzie w środku koryta, którego spód pokrywa bardzo drobny żwir. Bujna roślinność rozwinięta się na znacznej części przekroju poprzecznego i silnie wstrzymując wodę, jest powodem szybkiego namulania brzegów, podniesionych już obecnie w niektórych punktach do 1,5^m ponad poziom sąsiedniej równiny (jednakże tylko pomiędzy wałami ochronnymi, znajdującymi się w odległości 20^m od brzegów koryta). Wysokość wałów ochronnych, mierzona od strony zewnętrznej wynosi 2^m, szerokość takowych w koronie również 2 metry.

Z powyżej wyszczególnionych przyczyn, przekop Hordyńsko-Dołóbowski tamuje obecnie odpływ i podnosi stan wysokiej wody pod Hordynią, chociaż pierwotnie spowodował on przy ujściu odnogi Hordyńskiej pogłębienie koryta wynoszące 1,7^m, jak tego dowodzi niwelacja inżyniera *p. Jankowskiego*. Natomiast poniżej przekopu, pod Czajkowicami, stan niskiej wody jest teraz o 1^m wyżej, niż w roku 1819, ponieważ namul osiada a regulacja nie została dalej poprowadzona.

Poniżej przekopu Dniestr leży tuż pod lewym stokiem; spadek 0,43‰ znów się tu zmniejsza i z powodu bezustannych zakrętów wynosi tylko 0,19‰, jakkolwiek dolina spada na 0,45‰.

Koryto w tej części rzeki jest 2 — 3^m głębokie a 20 — 30 szerokie i zamulone tak dalece, że po prawej stronie, w odległości 500 do 600^m od rzeki, najniższe punkty doliny są położone o 1^m niżej od prawego jej brzegu.

Tutaj kończy się namul Dniestru a zaczyna się wspomniane wyżej bagno torfowe, którego powierzchnia, w poprzecznię przecięciu doliny, wznosi się aż do spodu prawego stoku w stosunku 0,3 do 0,4‰. Pod ciężarem jednego człowieka, ugina się tu grunt na przestrzeni kilku metrów kwadratowych w około, tak, iż stąpanie po takowym jest tylko w zimie możebnem, w lecie zaś nawet podczas suszy — niebezpiecznem. Przy ujściu Strwiąża, odnogi Hordyńskiej i strumyków w Bilince i Wołoszczy, a wreszcie i przy ujściu Tyśmienicy pomiędzy Terszakowem i Horuckiem, znajdujemy powierzchnie namulone a na nich lepsze łąki a nawet pola orne, — na większej jednakże części bagna rośnie tylko trawa, która zaledwie dla miejscowej ludności niejaką przedstawia wartość. Zbiór siana jest tu bardzo utrudnionym i niepewnym, albowiem po ulewnym deszczu, fala zabiera stogi lub zamula nieskoszoną trawę. Febry i gorączki panują w lecie we wszystkich wioskach otaczających bagno, a lud opuszcza te strony i wychodzi często do Borysławia dla poszukiwania nafty.

Główne dopływy otrzymuje Dniestr z prawej strony, lewy stok nie jest rozległym i mało dostarcza wody.

Ważniejsze dopływy prawego stoku są następujące: Bystrzyca z Tyśmienicą, wpadające do Dniestru pod Terszakowem, w odległości 54 kilom. (mierząc wzdłuż koryta) od ujścia Strwiąża. Bystrzyca ma 493 klm. kw. a Tyśmienica 694 klm. kw. dorzecza, przy połączeniu koryto każdej z tych rzek jest tylko 15^m szerokie a 3 do 4^m głębokie, jakkolwiek o 15 klm. powyżej, koryta te są 3 razy szersze. Letnianka, potok wpadający do Dniestru poniżej Kołodrub, ma powierzchnią dorzecza równą 122 klm. kw. a koryto jego jest małym rowem. Kilka wreszcie małych potoków i Brydnica (pod Nadiatyczami) zwana także Kłodnicą, dostarczają wód z powierzchni 359 klm. kw. Około wsi Czartoryi w odległości 46 klm. od mostu w Rozwadowie wpada do Dniestru Stryj, dopływ znaczniejszy od wszystkich powyżej wyszczególnionych, który wprowadza znowu do jego koryta grube ryniaki, znikające pod Sam-

borem,—i wywiera przeważny wpływ na stany wody na dalszej przestrzeni biegu Dniestru. Tutaj dopływem tym nie będziemy się bliżej zajmować.

Tysmienica powoduje podnoszenie się wód Dniestru, szczególnie też na wiosnę gdy śniegi w górach jednocześnie topnieją; koryto jej 15^m szerokie a 3^m głębokie, nie odpowiada wcale wielkości dorzecza, i dla tego też wylewy tej rzeki są nader częste, tem więcej, że na przestrzeni od ujścia Tysmienicy do ujścia Brydnicy, spadek Dniestru znowu się nieco zmniejsza, wynosi bowiem na długości 31,7 klm. 0,15‰, w pobliżu zaś ujścia Brydnicy na długości 4 klm. zaledwie 0,09‰. Spadek doliny wynosi około 0,35‰.

Ta część doliny Dniestru jest więcej namuloną i stopniowo się zwęża. Koryto 3 do 4^m głębokie, poniżej Tysmienicy 40^m a poniżej Brydnicy 55^m szerokie, przy tak małym spadku nieodpowiada pod Rozwadowem wielkości dorzecza, którego sam prawy stok przedstawia powierzchnię około 4000 klm. kw. Nic dziwnego zatem, że co rok podczas wylewów wiosennych, powyżej gościńca Stryjskiego, który przecina dolinę w poprzek, cała nizina od Rozwadowa do Nadiatycz, na szerokości 4 do 5 kilom. znajduje się pod wodą, która zalewa gościniec, pomimo że oprócz głównego mostu pod Rozwadowem, mającego 68^m otworu, znajduje się na przestrzeni zalewu wzdłuż gościńca 5 mostów, których otwory razem wzięte wynoszą 86^m. Biorąc za podstawę powyżej podaną rozległość dorzecza i przypuszczając, że $\frac{3}{4}$ warstwy opadów atmosferycznych nagromadzonych z grudnia, stycznia, lutego i marca, odpływa w ciągu 15 dni marca, wypada według spostrzeżeń meteorologicznej stacji w Drohobyczu (nad Tysmienicą), 400 m³ przepływu na sekundę pod Rozwadowem. Poniżej gościńca Stryjskiego wylewy są rzadsze i mniejsze, koryto coraz lepiej się wykształca, spadek rzeki jest nieco większy i wynosi na przestrzeni pomiędzy ujściem Brydnicy i ujściem Stryja 0,19‰.

Najwyższy punkt doliny położony jest pod Brzezina, 13 klm. poniżej Nadiatycz, gdzie koryto Dniestru jest 60^m szerokie a 5^m głębokie i z powodu większego spadku obejmuje w sobie całą wielką wodę.

Od tego miejsca spadek Dniestru ciągle się wzmacnia, koryto jego jest coraz obszerniejsze, niekiedy nawet w skale wyżłobione; około Maryampola leży już ono w utworze kredowym, przy granicy galicyjskiej zaś dochodzi stopniowo aż do górnego Sylurskiego.

Szczegóły odnoszące się do biegu Dniestru poniżej Nadiatycz, mogą być pominięte w obecnym sprawozdaniu,—co się zaś tyczy części powyżej opisanej, to widocznem jest, że regulacja bez pomocy jednolitego obwałowania rzeki, nie zdołałaby zapobiedz wylewom.

Dotychczasowych projektów regulacji opisywać nie będziemy, lecz przystąpimy do przedstawienia systemu *p. Hobokm'a* według powyżej wymienionego dzieła; o ile zaś nam zebrane dane pozwolą, to dla wyjaśnienia systemu zastosujemy takowy do

ulepszenia doliny Górnego Dniestru, na przestrzeni od Hordyni do Nadiatycz.

* * *

Inżynier *Hobohm* podzielił swoją pracę na dwie części. W pierwszej części dzieła opisuje ulepszenia rolne wykonane od najdawniejszych czasów na południu i na wschodzie, następnie w różnych częściach Europy, a wreszcie w Austrii (str. 1—154). Przechodząc różne kraje ¹⁾ autor ocenia wykonane tam roboty według otrzymanych wyników i podnosi to, co pod względem technicznym zasługuje na uznanie i odpowiada potrzebom naszego klimatu, jak również i charakterowi naszych rzek. Z wyprowadzonych wniosków tworzy wreszcie zasady nowego systemu (str. 155—243), który w drugiej części dzieła swego (str. 1—159) stosuje do ulepszenia dorzecza Morawy i Thai.

Zapatrzywania autora zawarte w pierwszej części jego pracy dadzą się streścić w następujących słowach:

Wielkie wezbrania i wylewy rzek są następstwem niszczenia lasów, a mniemanie to stwierdza w zupełności stan rzeczy w dolinie Araxesu na Kaukazie i w Armenii. Przez wycięcie lasów otworzono tam wstęp suchym wiatrom północnym i wschodnim, które zmniejszyły ilość deszczów, spowodowały upadek roślinnego życia, i zniknięcie źródeł a wreszcie uczyniły klimat niezdrowym. Dziś pozostała tam zaledwie dziesiąta część pierwotnej ludności, a i ta wymiera, przekazując w swych podaniach wspomnienia o licznych i potężnym szczepie przodków, który te same doliny zamieszkiwał nad licznymi niegdyś strumieniami.

Nad każdym strumieniem lub suchym parowem, widzimy tam ślady licznych wsi i miasteczek, ogrodów murem opasanych, obszer-nych winnic, cmentarzy i t. p.; a więc dobrobyt panował w tych okolicach, gdzie dziś na stu hektarach powierzchni zaledwie jedna owca znaleźć może dla siebie pożywienie. Szczątki licznych budowli wodnych, wznoszące się dziś w suchych łożyskach dowodzą, że niezawodnie była tam woda wówczas gdy je budowano, to jest niespełna 500 lat temu. Wtedy to zaczęto niszczyć lasy, nastąpiły potem wielkie wylewy, takie jakie dziś przytrafiają się w całej niemal Europie, następnie wyschły źródła i strumienie, a upadek życia roślinnego i głód wypędził ludność w góry, lub zmusił ją do wojen domowych o urodzajne przestrzenie kraju. Wojujących zagarnęła Rosya, ale dotąd zaludnienie tych okolic przez kolonizacyą zupełnie się nie udaje, gdyż nowi przybysze wymiera-ją. (Cz. I str. 23/4).

¹⁾ Egipt, Chiny i Japonią, Persyą, Kaukaz i Środkową Azją, Turcyą i Grecyą, Hiszpanią i Ameryką, Francyą i Szwajcaryą, Holandya i Belgią, Niemcy Włochy, Węgry i Austryą.

Podobnież nad Eufratem i Tygrem, mieszkała ludność niegdyś 12½ milionów licząca, z której dziś zostało zaledwie 190 000 głów. Wylewy Tygru uzupełniają dzieło zniszczenia, gdyż po ustąpieniu fali szerzy się straszna zaraza.

Obecny stan Grecyi jest dla nas również przestrogą. Do niedawna las nie miał tam właściciela, każdy mógł go dowolnie niszczyć. Pasterze palili drzewa, ażeby paść trzody na młodych pędach, które wschodziły na popiołach—wiercono w drzewach dziury dla wydobycia żywicy,—ścínano budulec okrętowy, nie troszcząc się o gospodarstwo leśne. Dziś na całej powierzchni Grecyi, wynoszącej 50123 kilom. kw. mamy: 40% skał i gruntów kamienistych (tu były dawniej lasy), 26% nieuprawnych powierzchni, 2% bagien, 12% lasów, 4% rzek i dróg i 16% uprawnych powierzchni,—a 83% całej powierzchni kraju stanowi własność rządu i duchowieństwa. W 1870 r. ludność Grecyi wynosiła około półtora miliona mieszkańców, czyli 29 głów na 1 kilom. kw., nie była więc wystarczającą do należytej uprawy ziemi, szczególnież też przy wrodzonej gnuśności krajowców. Beocya, dawniej ludna i bogata, dziś jest bagnistą i niezdrową; ludność jej po ukończeniu zasiewów ucieka w góry i tylko w zimie zamieszkiwać może równiny.

W innych krajach Europy mniej dotąd widzimy zniszczenia, jednakże zgubne następstwa wycinania lasów są powszechnie stwierdzone—a gdybyśmy nawet pominęli zmiany klimatu i wegetacyi, to pozostają jeszcze zmiany hydrologiczne. Odpływ wody deszczowej dokonywa się szybko po nagiej powierzchni ziemi, mała ilość wody wsiąka do jej wnętrza, wysychają więc źródła a powstają nagłe wezbrania rzek po deszczu. Woda unosi wierzchnią urodzajną warstwę gruntu, obnażona skała wietrzeje i kruszy się a powstające z niej rumowisko, t. j. kamienie, żwir i piasek, przeniesione do dolin, napełniają i podnoszą koryta rzek, które podczas wezbrań coraz więcej wylewać muszą, chociaż podczas suszy mniej mają wody, niż dawniej.

Gdybyśmy mieli na względzie ulepszenie warunków uprawy roli należałoby nam: hamować zbyt nagły odpływ wody z gór, powiększyć tamże jej wsiąkanie dla zasilania źródeł, a następnie ująć jej nadmiar u podnóża stoków, rozprowadzając wodę po powierzchni dolin. Nie ulega bowiem wątpliwości, że *powstrzymanie odpływu musi spowodować zmniejszenie wezbrań, a zasilenie źródeł—podniesienie stanu małej wody*. Roboty tego rodzaju zbliżyłyby nas nieco do idealnego naszego celu, t. j. do stałego stanu wody w rzekach w ciągu całego roku. Tymczasem, mając jedynie na względzie handel, staraliśmy się tylko ulepszyć warunki żeglugi, wyciężyliśmy wszystkie siły na pokonanie przeszkód tam, gdzie się z niemi spotykaliśmy, a nie usuwając złego u jego źródła, rozwinięliśmy na wielką skalę *regulacyą rzek*, polegającą głównie na prostowaniu koryta za pomocą przekopów.

Przekopy wywołują pogłębienie koryta, a nawet bez pogłębienia takowego powiększają prędkość biegu, a więc zniżają stan

wody, głównie zaś stan małej wody w przekopanej części, — też przekopy, przez przyspieszenie odpływu, wywołać muszą podwyższenie stanu wielkiej wody, poniżej części zregulowanych. Tym sposobem przekopy szkodzą roślinności podczas suszy, a nie zapobiegają wylewom. Mogą one być korzystnymi dla żeglugi przez sprostowanie koryta, a niekiedy przez wywołanie większej głębokości podczas małej wody, ale ze względu na ulepszenia rolne, winny być tylko wyjątkowo tam dozwolone, gdzie nawet podczas niskiego wodostanu objawia się zastój wody zaskórnej, czyli tworzy się bagno. Liczne przekopy, wykonane na znacznej długości biegu rzeki, są w ogóle szkodliwe dla okolic położonych niżej, gdzie spadek rzeki zmniejsza się, — przyspieszenie bowiem odpływu w górze rzeki powiększa wezbrania w dole takowej, co tem dotkliwiej czuć się daje, im słabszy jest spadek rzeki, czyli im bliżej morza się znajdujemy.

Wzrost wezbrań skutkiem wykonania przekopów najwyraźniej objawił się w Belgii i Holandyi, w Północnych Niemczech i przy ujściach rzek francuskich, gdy wyższe okolice wystawione są na suszę i upadek roślinności.

W urzędowej statystyce żniw w Węgrzech za r. 1870 p. *Marceli Duka* powiada: „Regulacye rzek, a szczególnie Cisy, miały ważniejsze następstwa, aniżeli mogliśmy przypuścić, ziemia wyschła niezmiernie, a sławne niegdyś pastwiska zaledwie dziś owce żywić mogą.“ (Część I. str. 146/7).

Osuszona gleba prędej się oziębia w nocy i mocniej się rozgrzewa w dzień, niż wilgotna, bo woda jest 5 razy gorszym przewodnikiem ciepła, niż ziemia. Przez osuszenie zatem niepołączone z nawodnieniem, powiększają się szkodliwe dla roślinności zmiany temperatury.

Gdy pomimo regulacji wylewy zagrażały coraz więcej bytowi ludności zamieszkującej dorzecza, starano się już od XIII wieku zabezpieczać doliny od wylewów, przez ujęcie rzeki pomiędzy wały ochronne. Jakkolwiek w ten sposób wylewy zostają rzeczywiście usunięte, to jednakże rzeka osadza piasek lub muł, pomiędzy wałami, podnosi z czasem swe koryto ponad powierzchnie poza niemi położone, utrudnia ich osuszanie i stopniowo zamienia je w bagna. Pomimo bezustannego podwyższania wałów, nie mamy w nich trwałej zapory przeciwko wylewom; wypadki przerywania wałów przez wysokie wody powtarzają się, przyczem zostają spustoszone wielkie przestrzenie, a po ustąpieniu wody pojawiają się zarazy. Trzecia część Deltę Nilu (8000 kilom. kw.) została już w bieżącym stuleciu w ten sposób zamienioną w bagno; w Chinach, wały około rzeki Yang-tse-Kiang doszły już do 20 m wysokości, a pomimo to nie mogą powstrzymać wylewów, czego dowodem była straszna katastrofa w r. 1869. W takiż sposób Tygrys pod Bagdadem, niszczy resztki potężnej rasy, które dotrwały do dni naszych.

W Holandyi na powierzchni 250 klm. kw., którą do początku XVI wieku zamieszkiwała 20 tysięczna ludność, powstało tak zwane jezioro Haarlem. Kosztem 10 milionów złr. w. a. osuszono (od 1840 do 1853) 183 kilom. kw., a jakkolwiek każdy hektar tej dla uprawy odzyskanej powierzchni, płacony jest dziś przeszło po 5000 zł. w. a. (1 morg po 2856 zł. w. a.), czyli że włożony kapitał wrócił się dziesięciokrotnie, to jednak system, który zastosowano, nie usunął złego raz na zawsze. Koryta obwałowanych sąsiednich rzek jak dawniej, tak i teraz, zamulają się coraz wyżej, a więc przesiąkanie wody odbywa się pod coraz większym ciśnieniem. Pompy w czterech zbiorach po 400 koni pracują bezustannie i stwierdzono już, że coraz większą pracę wykonywać muszą. Widoczną więc jest rzeczą, że stan okolicy pogorsza się, że wartość gruntów musi się tem samem zmniejszać, a powyższe 10 milionów złr., pomijając już nieustanne koszty ciągłego utrzymania pomp, nie zostały racjonalnie użytymi. Namulanie jeziora Haarlem wodą Renu i innych rzek pobliskich byłoby tańsze, a jakkolwiek postępowałoby zwolna, to jednakże usunęłoby przyczynę raz na zawsze, gdyby obwałowania rzek zostały z ziemią zrównane.

Powyższe przykłady wystarczą, — należy nam jednak jeszcze nadmienić, że we Włoszech zaczęto już w przeszłym stuleciu sztucznie namulać niziny, położone za wałami i że obecnie wstąpiła na tę drogę Francya. Doświadczenie zyskane we Włoszech zdaje się wskazywać, że w wielu razach sztuczne namulanie niziny, nie może zrównoważyć podnoszenia się koryta obwałowanej rzeki.

* * *

Stosując powyższe uwagi do zamierzonej regulacji Górnego Dniestru, nadmienić musimy, że z powodu wyjątkowych warunków, to jest zwiększania się spadków poniżej ujścia Stryja, wykonanie szeregu przekopów w górnej części, jest dla inżyniera bardzo powabnem, o ile bowiem byłoby ono połączone z dalszą regulacją, mogłoby samo przez się nie wywołać nigdzie widocznego wzrostu wezbrań. Ponieważ jednak, jak nadmieniliśmy wyżej, dla zapobieżenia wylewom niezbędnem byłoby obwałowanie rzeki a po części i jej odpływów, zatem z postępem czasu stan wielkiej wody bezustannieby się podnosił. Nadto do wykonania trwałych wałów, nie możnaby użyć torfu, który jak wiadomo pływa na wodzie skoro wyschnie, a w lecie zapali się od lada iskry, lecz spotrzebowałoby należało urodzajny muł, którego i tak mało w tych miejscach. Samo też osuszenie bagna nie przyniosłoby korzyści rolnictwu, zyskując dla takowego powierzchnie nie namulone, jakkolwiek bowiem na mokrym torfie otrzymuje się tu i owdzie nieco kwaśnej paszy, to suchy nic nie wyda bez namułu.

Obwałowania rozpoczynają się zwykle tam, gdzie największe są wylewy, to jest przy ujściu rzeki, gdy zaś w skutek zamulenia

się koryta stan wielkiej wody podnosi się, a mieszkańcy okolic wyżej położonych a nie obwałowanych, skarżą się na przybór wody, wtedy dopiero przedłużane bywają wały w górę rzeki. Regulacja i przekopy postępują zatem w dół rzeki, a wały w górę takowej,—uważane zaś razem, burzą one porządek przez naturę ustanowiony, według którego rzeki powinny swym urodzajnym mułem zasilać roślinność doliny w peryodzie jej uśpienia, nie szkodząc takowej w lecie, gdy starannie pielęgnowane i dosyć obszerne lasy zmniejszają wezbrania letnie, regulując odpływ wody deszczowej.

Taki stan rzeczy nigdzie już prawie w Europie nie istnieje, bo prawie wszędzie wycięto zbyt wiele lasów, aby zyskać powierzchnie potrzebne do uprawy, nie ma więc zbyt licznych przestrzeni a nadto należy pomnażać płody rolnicze w obec wzrastającej ciągle ludności. W zwykłych zatem warunkach, technik starać się musi przedewszystkiem o zapobieganie wylewom, a następnie mieć na względzie wyrozmowny system osuszenia i nawodnienia uprawianych powierzchni.

Aby lepiej zrozumieć te potrzeby, przedstawiamy według autora stan rolnictwa w Austrii.

Wyłączając regulacyą Cisy, nie spotykamy się w Austrii ani z większymi regulacyami rzek, ani też z ulepszeniami rolni, nie zachodzi więc potrzeba naprawiania błędów powyżej opisanych. Jednakże zmiany klimatu w skutek ubytku lasu powstałe, są niezaprzeczenie stwierdzone: kwiecień i maj są zimniejsze, a burze w lecie częstsze, niż dawniej. Źródła i strumienie mają obecnie mniej wody aniżeli niegdyś, albowiem bardzo wiele młynów, które dawniej cały rok były w ruchu, teraz tylko przez część roku rozporządzają siłą wody. Gospodarstwo rolne stoi w ogóle nisko, a głównym jego niedostatkiem jest wielki brak paszy dla bydła. Rolnicy nie mogąc wyżywić cieląt prowadzą je do rzeźni, brak zaś inwentarza pociąga za sobą niedostatek nawozu i sił roboczych, niezbędnych do należytej uprawy. Porównanie stanu inwentarza rolniczego w różnych krajach Europy i w Austrii daje dla tej ostatniej liczby bardzo niekorzystne.

We Francyi, gdzie stan inwentarza jest w ogóle co do liczby bardzo słaby, znajdujemy 35 000 klm. kw. łąk nawodnianych, 51600 klm. kw. łąk naturalnych—gdy tymczasem Austria posiada tylko 8160 klm. kw. nienawodnianej uprawy, lucerny i koniczyzny, oraz 36053 klm. kw. łąk i ogrodów z paszą. Wyłączając pastwiska, przypada na jedną sztukę bydła rogatego we Francyi 0,63 hektarów paszy, w Austrii zaś 0,5 hektarów, ponieważ zaś nawodniane łąki francuskie dają daleko wyższe plony, aniżeli naturalne łąki w Austrii, to przyjąć można, że odpowiednie ilości paszy są do siebie w stosunku 70 do 50, czyli że francuskie bydło jest o 40% lepiej żywione, niż austrijackie. Nadto na 1 kilometr kw. uprawianej powierzchni przypada we Francyi 50 a w Austrii 70 mieszkańców, gdyby więc w obu krajach rolnictwo stało na jed-

nakowym stopniu, to wypadaloby jeszcze z tego stosunku, że ludność rolnicza francuska pracuje o 40 % więcej, aniżeli takąż ludność Austrii. (Cz. I. str. 93—96).

Takiż sam wynik otrzymamy z porównania Austrii z Badeńskiem. W obu krajach przypada na 1 klm. kw. 70 głów ludności rolniczej, lecz natomiast 130 sztuk inwentarza w Badeńskiem a 80 sztuk w Austrii. To też w Badeńskiem w ostatnich 20 latach wartość rocznych plonów zwiększyła się o 3 miliony guldenów, co odpowiada tam przyrostowi majątku w jednej rodzinie rolniczej złożonej z 5 głów o 500 guldenów. Gdyby rolnicy Austrii pracowali z takimże skutkiem przez lat 20, to biorąc w rachubę 2 600 000 famlii rolniczych, przybyłoby w Austrii 1 300 milionów zł. w. a. majątku, od których 5 % to jest 65 milionów zł. wystarczyłoby na spłacenie całego długu państwowego w ciągu lat 40. (Cz. I, str. 123).

Takie jednakże wyniki osiągnąć można tylko przy pomocy ulepszeń rolnych, dopóki bowiem różnice w dochodach z roli (pomijając wyjątkowo złe lata) dosiegają 33 % wartości całkowitego zbioru (Cz. I. str. 213), a podatki i koszta uprawy pozostają też same, gospodarz może bez własnej winy popaść w długi, pracując w następstwie tylko na pokrycie procentów i zaspokojenie podatków; nic więc dziwnego, że w takich okolicznościach często się zniechęca a gospodarstwo jego upada. Taka niepewność plonów, może być zupełnie usunięta przez ulepszenia rolne, które zmniejszają różnicę skrajnych cieplot gleby, podnoszą wytrzymałość roślin, dopomagają do doskonałej uprawy i ułatwiają działanie nawozów, w następstwie zaś podwajają a nawet potrają obfitość plonów. I tak, 1 hektar naturalnej łąki daje w Austrii zaledwie 20 centnarów metrycznych suszonej paszy rocznie, gdy tymczasem nawodniane łąki w północnej Francyi, dają z jednego hektara najmniej 60 cent. metr.; żyta lub pszenicy zbierają w Austrii z 1 hektara 15 hektolitrow, a jęczmienia lub owsa 20 hektol., odpowiednie zaś ilości w Belgii wynoszą 25 i 40 hektolitrow.

Oprócz korzyści wynikających ze zwilżenia ziemi, zyskujemy przez nawodnienie nawóz w postaci mułu zawartego w wodzie. Każda gleba powstała ze zwiętrzałych skał, skoro zaś pierwotnie była urodzajną, może się stać taką napowrót, przez namulanie tą samą wodą, której jest osadem. (Cz. I str. 48).

Aby mieć pojęcie, jakie objętości mułu uchodzą corocznie i bezpożytecznie do morza i niższych części dorzeczy, przeprowadzimy przybliżony rachunek dla górnego Dniestru. Nie mając rozbiórki chemicznego wody Dniestru, przypuścimy, że objętość zawartego w niej mułu wynosi 1 litr na 1 metr sześć., co jak na rzekę górską jest niewiele ¹⁾ i że przez ulepszenia rolne potrafiłbyśmy zatrzymać połowę tej ilości mułu na polach.

¹⁾ Patrz *Perels'a* Landwirtschaftliche Wasserbau, str. 308. (Przyp. Autora).

Powierzchnia dorzeczy Dniestru i Strwiąża, powyżej ich połączenia wynosi 1600 klm. kw.,—jeżeli zaś z całej tej powierzchni odpływa połowa rocznych opadów atmosfery, to jest według spostrzeżeń dokonanych w Drohobyczu, warstwa wody 0,50 m. gruba, to połowa całkowitej ilości mułu zawartego w tej wodzie wynosi okragło 400 000 m³, waży zaś około 5 000 000 cent. metrycznych. Do rozwiezienia po polach takiej ilości mułu potrzeba co najmniej 400 000 parokonnnych furmanek, gdy tymczasem woda jest najtańszym środkiem dowozu tego materiału, a nadto przysposabia ona roślinom wszelkie pożywienie, albowiem mogą one korzystać z nawozu tylko przy spółdziałaniu wody. Wiemy wprawdzie, że sam muł rzeczny nie wystarczy do umierzwienia roli,—dodając jednak do niego odchody inwentarza żywego i ludzkie (a wartości tych ostatnich oceniają różni autorowie najmniej na 6 złr. rocznie na osobę), to dokładniejsze rachunki, których tu powtarzać nie możemy, wykazują tak wielkie ilości mierzwy, że bezwątpienia możemy się obejść bez zagranicznego guana lub nawozów sztucznych, jeżeli nawozy naturalne, jakie mamy na miejscu, potrafimy rozpuścić w wodzie i rozprowadzić po polach, (Cz. I. str. 44—51.)

Z powyższego wynika, że nawodnianie powinno być połączone z namulaniem, że przez namulanie możemy niziny nadrzeczne podnosić, a tem samem osuszać i użyźniać, nie szkodząc roślinności innych miejsc wyżej położonych, jak to ma miejsce przy zniżaniu stanu wody za pomocą przekopów. Powyższą objętością 400 000 metr. sześć. możnaby co rok 4 klm. kw. (100 mórg) podnieść o 10 centymetr., w podobnyż sposób możnaby spożytkować wody Bystrzycy i Tyśmienicy. Zauważyć należy dalej, że naturalne zamulenie za pomocą wylewów wiosennych, mało przedstawia korzyści dla rolnictwa, albowiem woda powstająca z roztopu śniegów zawiera mało mułu, a rola posiada w tej porze roku tyle wilgoci, że częściej potrzebuje osuszenia jak nawodnienia—że letnie wylewy o ile muł przynoszą, niszczą zupełnie plony rolnicze, że natomiast w jesieni, gdy najwięcej nawozu potrzeba dla roli, a woda unosi w sobie najznaczniejszą ilość cząstek organicznych z zamierającej roślinności, mamy zwykle niskie stany wody a wylewy nigdy się nie przytrafiają. Z położenia i natury naszych rzek wynika zatem, że tylko za pomocą sztucznych urządzeń możebne jest regularne namulanie w jesieni, niezależnie od nieprzewidzianych wypadków.

Wychodząc z założenia, że dla podniesienia rolnictwa potrzebujemy niezbędnie usunięcia wylewów, oraz nawodniania i namulania powierzchni uprawnych, p. *Hobohm* proponuje przyjęcie następujących zasad:

1. Obwałowanie rzek i potoków dla zapobiegania wylewom, jest raz na zawsze zakazanem, natomiast w dolinach rzek należy zaprowadzić urządzenia, za pomocą których możnaby je w miarę potrzeby namulać a przez to podnosić i użyźniać, bagna zaś osuszać.

2. Wznowienie lasów na nagich powierzchniach stoków i wierzchołków gór, ma stanowić pierwszą główną część robót melioracyjnych.

Ażeby osiągnąć zamierzony skutek, należy wykonywać w górach takie roboty, któreby zabezpieczały urodzajną warstwę od unoszenia jej przez wodę, zatrzymywały rumowisko w korytach potoków i wstrzymywały nagły odpływ wody, zużytkowując ją zarazem do podniesienia roślinności górskiej—i które jednocześnie przyczyniłyby się do jednostajnego zasilania źródeł. Naturalnym skutkiem powstrzymania nagłych odpływów, będzie понижение stanu wysokich wód w dolinie podczas wezbrań, a następstwem jednostajniejszego zasilania źródeł podniesienie się stanu małej wody podczas suszy. Tak więc ażeby osuszyć doliny trzeba nawodnić góry.

Powyżej wyszczególnione roboty zbliżą nas do idealnego naszego celu, t. j. do stałego stanu wody w rzekach w ciągu całego roku. Urządzenia takie obejmować winny całe dorzecze strumienia lub rzeki, jeżeli zaś takowe leży częściowo poza granicami państwa, natenczas koniecznem jest porozumienie się z państwem sąsiedniem, w celu przeprowadzenia tamże tych samych zasad.

3. a) Przegradzanie parowów u podnóża stoku lub w niższych częściach strumieni, nie jest wystarczające dla celów nawodniania i usunięcia wylewów,—natomiast wykonanie takich robót w małych wymiarach, ale na całej długości od źródeł aż do spodu stoku w dolinie, pozwoli zamienić czasami koryta potoków na szereg stopni, oraz zabezpieczy ich brzegi od podmywania przez wodę.

b) Wszelkie zapory odpływu, naturalne lub sztuczne t. j. groble, ławy żwiru, kamieni i t. p. należy utrzymywać lub wzmacniać, starać się o zagajenie ich, wzmacniać je płotami i t. p.

c) Na górskich halach, w jarach i kotlinach, w celu powstrzymania lodu i wód górskich, należy urządzić stawy za pomocą niskich wałów z ziemi lub kamieni, zagajać takowe i wzmacniać płotami, na koniec:

d) Ażeby powiększyć powierzchnię tarcia wody w górach i ułatwić wsiąkanie jej do wnętrza ziemi, należy od potoków strumieni i parowów wyprowadzić szereg poziomych rowów, to jest każdy ściek zwrócić poziomo na bok; aby przedłużyć drogę, którą woda ma przebyć od źródła swego aż do doliny. Skracanie tej drogi nie jest w żadnym razie dozwolone.

4. U podnóża stoków, gdzie potoki wstępują w rozszerzenie doliny, trzeba je spiętrzać i tworzyć w ten sposób zbiorniki z przelewami czyli regulatory, w których woda przybywająca z gór, będzie osadzać grubszy materiał niezdolny do namulania. Przez oczyszczanie podobnych zbiorników, otrzymywać będziemy co rok materyał, który sproszkowany i zmieszany z różnemi odpadkami mineralnymi i organicznymi, użyty być może w miarę potrzeby i rozwoju rolnictwa do przyrządzania sztucznej mierzwy.

Ze zbiorników wychodzić będą główne kanały nawodniające i namulające, przeznaczone zarazem do ulżenia naturalnemu łożyskowi rzeki, przez odwrócenie od takowego nadmiaru wody, który pomimo robót pod liczbą 3 wymienionych, nie mógłby się pomieścić w korycie i tworzyłby wylewy. Średnia prędkość wody w powyższych kanałach nie może być większa nad 0,8 m., będą one zatem prowadzone z małym spadkiem (0,2‰),—reszta zaś spadku doliny spożytkowaną będzie na urządzenie kaskad, przy których powstawać mogą zakłady fabryczne. Kanał pomocniczy winien być poprowadzony wzdłuż podnóża stoku, przez najwyższe punkty nawodnianej powierzchni; wpadać on będzie do koryta głównej rzeki w takim miejscu, gdzie wylewy są niemożliwe, a względem tegoż koryta ma być położony tak wysoko, ażeby miał zawsze zabezpieczony zupełny odpływ, nawet podczas wielkiej wody. Wzdłuż kanału pomocniczego i w miarę potrzeby, mają być urządzone dreny, dla uniknięcia zastoju wody przesiąkającej z kanału do punktów poniżej położonych.

5. Wykonywanie przekopów w korytach strumieni i rzek dozwolone być może tylko w takich razach, kiedy nawet podczas niskiego stanu wody, zabagnienie urodzajnej warstwy jest stwierdzonem.

Powyższe zasady podaje autor w 12 paragrafach, które skróciliśmy, opuszczając to, co nie charakteryzuje systemu, lecz należy raczej do prawd technicznych powszechnie uznanych.

* * *

Poglądy wypowiedziane powyżej, nie są po większej części nowe: tak np. szkodliwość przekopów i wałów ochronnych była już dawno powszechnie znaną, lecz w braku lepszych środków zapobiegania wylewom, uważano je za złe nieuniknione. Wszyscy hydrotechnicy uznawali potrzebę zatrzymywania w górach ryniaków i piasku; wykonano też w tym celu w Szwajcaryi, a potem we Francyi bardzo obszerne roboty. Szwajcarzy posunęli przegrody potoków daleko w górę ku lodnikom i uznali, że jedynym stanowczym środkiem usunięcia szkód zrzadzanych przez rzeki górskie, jest wznowienie lasów w górach ¹⁾; mniemanie to poparte zostało nadzwyczaj surowemi prawami.

Taż sama zasada została wymownie stwierdzoną przez wyniki doświadczeń dokonywanych pod opieką rządu w Bawaryi. Udowodniono tam liczbami, że lasy są regulatorami odpływu wody deszczowej.

Niezależnie od powyższych prac, myślano we Francyi o uspławnieniu rzek przez zatrzymywanie wody podczas wezbrań, w wielkich zbiornikach powstałych z przegrodzenia dolin, jednakże te drogie a niebezpieczne zbiorniki, zastosowywane już w In-

¹⁾ Patrz: Culman'a. Die Wildbäche der Schweiz. (Przyp. Autora)

dyach starożytnych, w Europie i Ameryce, do ulepszeń rolnych, jak również do zasilania wodą miast i zakładów fabrycznych, nie były dość skuteczne do osiągnięcia w mowie będącego celu. Nie mogły one usunąć wylewów, a nawet żegludze małą niosły pomoc i tem się też tłumaczy upadek spławiania peryodycznego (*flottaison intermittante*) we Francyi i następny rozwój kanalizacji rzek ¹⁾.

Inżynier *Hobohm* zastępuje zbiorniki górskie dwoma innymi środkami, to jest nawodnianiem gór i kanałem pomocniczym.

Rozprowadzanie wód potoków górskich po powierzchni stoków, za pomocą poziomych rowów, było już stosowane w Niemczech ze względu na pobudzenie vegetacyi wznawianych lasów ²⁾, użycie jednakże tych rowów do regulacyi odpływu rzek, do zmniejszenia wezbrań i zasilania źródeł, oraz do zwiększenia powierzchni tarcia wody, w celu opóźnienia jej przyprywu do doliny, jest pomysłem podniesionym przez inż. *Hobohma*.

Skuteczność takich rowów łatwo daje się stwierdzić liczbami. Przypuśćmy że Górny Dniestr pod Hordynią (w Samborskiem) unosi podczas zwyczajnej wielkiej wody $235m^3$ na sekundę, że przy obecnym jego spadku tylko $85m^3$ może się pomieścić w jego korycie i że z pozostałych $150m^3$, które są przyczyną wylewów, przeznaczamy $50m^3$ na kanał pomocniczy, a $100m^3$ na sekundę, czyli $8\ 640\ 000m^3$ na dobę, mamy chwilowo zatrzymać w górach. Powierzchnia dorzecza powyżej Hordyny wynosi 940 klm. kw., powierzchnia gór do podnóża stoków 750 klm. kw., a powierzchnia lasów 250 klm. kw., razem zaś z pastwiskami, można ją przyjąć na 300 klm. kw.

Gdybyśmy na każdy kilometr kwadratowy tej ostatniej powierzchni wykonali 1 kilometr rowu mającego $6m^2$ poprzecznego przecięcia, to objętość rowów wynosiłaby $1\ 800\ 000m^3$. Jeżeli więc przy spiętrzaniu potoków urządzimy przelewy, tak ażeby podczas małej wody w Dniestrze rowy były puste, to przyprływ $100m^3$ na sekundę napelni takowe w ciągu 5 godzin, gdyby nawet nie było parowania i nie zwiększyło się wsiąkanie. Rów mający $6m^2$ poprzecznego przecięcia, łatwo jest wykonać na stoku, w połowie w wykopie, w drugiej zaś połowie w nasypie i to z materiału uzyskanego z samego wykopu. Na stromych stokach, w obec trudności technicznych, poprzestać można na małym wąskim rowie, — za to na płaskim stoku lub w miejscach stosownie położonych, łatwo będzie powetować powyższy ubytek w trójnasób.

Jeżeli szeregiem takich poziomych lub z małym spadkiem poprowadzonych rowów, połączymy ze sobą potoki, to wtedy woda

¹⁾ Patrz: *de Lagrené* Cours de navigation intérieure T. 2 str. 35.

(Przyp. Aut.)

²⁾ Patrz: *Dünkelberg'a* „Aphorismen über die Verhütung der Ueberschwemmungen“ w *Landwirtschaftliche Jahrbücher* z r. 1878.

(Przyp. Aut.)

spadająca na powierzchnię ziemi, nie spłynie najkrótszą drogą do naturalnych ścieków, lecz zatrzyma się w rowach, napelni je, a potem dopiero—jeżeli deszcz nie ustanie a nawodnienie stoku będzie możebnem—przeleje się i ściekać będzie dalej ku dolinie, rozchodząc się jednostajnie po całej powierzchni stoku i nawodniając takową. O ile nadto, przez tworzenie chwilowych stawów i przez czasowe napęalnianie kotlin i jarów bezużytecznych, będziemy mogli jeszcze w wyższym stopniu spotęgować zatrzymanie wody, to okaże się dopiero po dokonaniu poszukiwań technicznych. W ogólności możemy tu powiedzieć, że w skutku tego rodzaju robót, przedłużoną będzie droga, którą woda przebywa obecnie, a w wyższym jeszcze stopniu powiększy się powierzchnia tarcia a więc zmniejszy się prędkość odpływu. ¹⁾

Długość potoków w dorzeczu Dniestru powyżej Hordyni, razem wzięta, wynosi około 200 kilometrów; jeżeli więc przyjmiemy średnio 5^m na szerokość koryt, to powierzchnia tarcia wynosi obecnie 1 klm. kw. a powiększy się według powyższego 300 razy. Będzie to nawodnienie każdego hektara 3 litrami na sekundę. Do obrachowania prędkości odpływu w tak cienkim strumieniu wody nie mamy jeszcze wzorów, jeżeli jednak dla oceny zastosujemy tu wzór *Darcy'ego* i *Bazin'a* to wypadnie nam, że prędkość odpływu będzie około 30 razy mniejszą od obecnej a mamy wszelką pewność, że w rzeczywistości będzie ona jeszcze mniejszą. Tak więc powyższe 100m³, przepływające obecnie pod Hordynią w ciągu 1 sekundy, będą przez 5 godzin napęlniać rowy, następnie zaś dostarczą 3m³ na sekundę, uchodzące do Dniestru w znacznej odległości powyżej Hordyni i do kanału pomocniczego poniżej tejże; w tych warunkach wylew Dniestru będzie niemożliwym.

Powyższy rachunek nie jest zupełnie ścisłym; skoro bowiem przyjmujemy, że obecnie powierzchnia tarcia jest równą powierzchni łożysk w potokach, to wychodzimy z założenia, że woda deszczowa wpada wprost do potoków, co nie jest przecież zgodnem z rzeczywistością. Z tego to powodu przyjęliśmy powyżej bardzo szerokie koryta, aby złagodzić błąd, którego ściśle określić niepodobna. Zauważyć tu należy, że zamiast 100m³, możemy rozprawać po mniejszej powierzchni 150m³ na sekundę, a poprzestać na daleko krótszem powstrzymaniu wody, niż powyższe. Wiadomo nam że gdy warstwa opadów atmosferycznych, nagromadzona z zimy odpływa w ciągu 15 dni, to wywołuje ona pod Hordynią wielki wylew,—jeżeli zaś ta sama warstwa wody odpływa w ciągu sześciu tygodni, wylew nie następuje.

Przyjęliśmy tak jak autor, 1 klm. rowu na 1 klm. kw. nawodnionej powierzchni, ponieważ nawodnianie szczegółowe wymaga

¹⁾ Na zmniejszenie prędkości wpływa nie tylko pierwiastek kwadratowy z ilorazu powierzchni poprzecznego przecięcia przez obwód zwilżony,—ale i współczynnik zależny od tego ilorazu (patrz wzory *Darcy'ego* i *Bazin'a*).

takiej ilości rowów; powyższe zaś liczby wymownie dowodzą, że mniejsza ilość rowów wystarczy do usunięcia wylewów.

Inżynier *Hobohm*, stosując powyższą zasadę do górnego dorzecza Morawy, nie wyjaśnia dostatecznie dlaczego na 452 klm. kw. dorzecza liczy tylko 10 m^3 nadmiaru wody na sekundę (Cz. I str. 177). Do tej kwestyi wrócimy jeszcze poniżej.

W miarę zwiększenia powierzchni tarcia, powiększy się parowanie i wsiąkanie wody. To ostatnie będzie stanowić u nas, w utworze 3-cio rzędowym i potopowym, na piaskowcu, piaszczystej glince, piaszczystych łupkach i ilach, bardzo ważną rubrykę w lecie, a mniejszej jest wagi przed stajeniem śniegów i lodów, dopóki ziemia jest zmarzniętą i moką. Skały krystaliczne utworów pierwotnych, które zajmują znaczną część dorzecza Morawy i Thai, a których u nas niema, pochłaniają zaledwie połowę tej ilości wody co poprzednio wymienione, a cztery razy prędzej wysychają. (Cz. II, str. 18, tab. 4)

Nawodnienie gór działa na usunięcie wylewów w trojaki sposób: przez zatrzymanie wody podczas napelniania się rowów, przez przedłużenie jej drogi i powiększenie powierzchni tarcia, a wreszcie przez powiększenie wsiąkania i parowania. Jeżeli w obec miejscowych warunków, jedno z tych działań odpada, pozostają jeszcze dwa inne.

Wielkość powierzchni jaka może być nawodniona, zależy od rodzaju i stopnia uprawy, od wartości gruntu w górach i wielu innych warunków. Jakkolwiek prawie każdy gatunek uprawy nadaje się do umiejętnego nawodniania, to jednak do pierwszych robót, wykonanych w celu usunięcia wylewów, musimy wybierać najtańsze powierzchnie. Gdy zaś w górach stanowiących dorzecze Górnego Dniestru 30% powierzchni zajmują lasy dziś po części niedostępne lub pastwiska, zatem nawodnienie zastosowane tam będzie do tanich gruntów.

W dorzeczu Bystrzycy i Tyśmienicy, Strwiąża i Błazewki, gdzie lasy zajmują tylko 25% powierzchni, napotykamy długie i łagodnie pochylone stoki,—zatem łatwe warunki techniczne.

Jak wielką ma być powierzchnia nawodniona w górach, tego dzisiaj powiedzieć nieumiemy. Pominąwszy nawet nowość robót, a stąd brak doświadczenia,—potrzebaby dla dokładnego opracowania projektu, znać całą objętość wody, którą podczas peryodu wezbrań wiosennych lub letnich mamy zatrzymać, przeciąg czasu w którym takowa się gromadzi i prawo według którego wzrasta.

Dotychczasowe spostrzeżenia, czynione na zwykłych wodoskazach, dają stan wody raz na dzień, ale nie przedstawiają zmian zachodzących w ciągu doby. Dla tego też w Szwajcaryi, gdzie rząd organizuje pomiary wodne, wprowadzono limnigrafy t. j. przyrządy zaznaczające mechanicznie co godzina, stan wody w której są ustawione. Przy pomocy takich liczb, oraz dokładnych pomiarów przepływu podczas różnych stanów wody, można obrachować objętości przepływające w dłuższym przeciągu

czasu,—a zebrawszy i inne potrzebne dane, na podstawie licznych spostrzeżeń meteorologicznych, geologicznych i poszukiwań szczegółowych oraz planów warstwowych, możnaby dopiero wypracować projekt robót górskich, odpowiadający miejscowym potrzebom. Będzie on o tyle jeszcze niedokładnym, o ile nieumiemy ściśle oznaczyć wsiąkania wody i działania powiększonej powierzchni tarcia. Zachodząca w tym względzie niepewność jest jednak rzeczą podrzędną, ponieważ przez rozszerzanie robót górskich możemy według potrzeby stopniować ich działanie,—a zatem drogą doświadczenia dojść do zamierzonego celu.

Znajomość powyżej wyszczególnionych danych potrzebną nam jest do projektowania ulepszeń w większym zakresie, rozległość bowiem nawodnianych i namulanych obszarów zależną będzie od ilości wody, jaką w peryodzie roślinności (od kwietnia do lipca) mamy lub mieć będziemy w przyszłości do swego rozporządzenia. Dla tego też inż. *Hobohm* poświęca w swoim dziele obszernie miejsce (Cz. II str. 17 — 33 i Cz. I str. 170 — 180) na obrachowanie, oparte na spostrzeżeniach meteorologicznych a objaśniające projekt podany w ogólnych zarysach. Zasady tego obliczenia dają się streścić jak następuje.

1° Gdy deszcz pada, wtedy sucha powierzchnia ziemi pochłania wodę, aż do zupełnego nasycenia się, a dopiero zbywająca ilość wody zasila roślinność i źródła; ta sama objętość wody która służyła do nasycenia ziemi, powraca do atmosfery wczasie suszy,—a więc o ile chodzi o objętości odpływające do rzek i strumieni w porze roślinności, część ta opadów atmosferycznych może być uważana za straconą.

2° Oprócz powyższej objętości wody, tracimy jeszcze inną, przez ciągłe parowanie i przesiąkanie przez szczeliny znajdujące się pomiędzy pokładami, o ile woda przechodzi tą drogą do miejsc leżących po za obszarem projektowanego ulepszenia rolnego.

3° Woda zbierająca się w miesiącach przeważnie mokrych, to jest w marcu i kwietniu zasila poczęści maj, czerwiec i lipiec, za pomocą zaś robót górskich w mowie będącego systemu, zasiłek ten możemy spotęgować, czyli podnieść stan małej wody w miesiącach letnich.

Wychodząc z powyższych zasad, autor oblicza szczegółowo wsiąkanie na różnych pokładach, wielkość powierzchni jaką te pokłady zajmują, średnie temperatury uważanych miesięcy a narreszcie liczbę dni i godzin deszczu¹⁾ w każdym miesiącu.

Stosując treściwie rachunek autora do dorzecza Dniestru, otrzymujemy co następuje.

Dla stacyi meteorologicznej Drohobycz¹⁾, stosownie do spostrzeżeń czynionych tamże od r. 1866 do 1872 wypadają następujące średnie warstwy opadów atmosferycznych, wyrażone w milimetrach:

¹⁾ Patrz: Sprawozdanie komisji fizyograficznej krakowskiej Akademii Umiejętności.