

Zasoby wodne i sztuczne nawadnianie Meksyku

Treścią niniejszego artykułu jest przedstawienie współzależności między zasobami wodnymi a ich wykorzystaniem dla sztucznego nawadniania. W latach sześćdziesiątych zużywano dla celów gospodarczych około 10% zasobów wód powierzchniowych Meksyku. Przewiduje się, że obecnie - w latach osiemdziesiątych - wykorzystanie zasobów wodnych wzrośnie ponad trzykrotnie. Większość dotychczas ujętych wód powierzchniowych i podziemnych zużywa się na irygację.

Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, a w szczególności duży jeszcze wzrost ludności¹, wymagający stałego zwiększania produkcji rolniczej, zmuszają do szczególnego zainteresowania się ujęciem i racjonalnym wykorzystaniem zasobów wodnych. Na około 90% powierzchni kraju, intensywne rolnictwo jest możliwe tylko przy zastosowaniu sztucznego nawadniania.

Meksyk należy do najbardziej rozwiniętych krajów tzw. "Trzeciego świata". Dlatego też meksykańskie doświadczenia w zakresie wzrostu produkcji rolniczej i produkcji żywności wzbudzają powszechne zainteresowanie, szczególnie tych krajów rozwijających się, w których sztuczne nawadnianie jest czynnikiem warunkującym ten wzrost.

¹ W roku 1960 Meksyk liczył 34,9 mln mieszkańców, w 1970 r. 48,2 mln, a w 1980 r. - 67,4 mln. Przewiduje się, że w roku 2000 liczba mieszkańców tego kraju przekroczy 100 milionów osób, mimo że dotychczasowy bardzo duży przyrost naturalny, w ostatnich latach nieco się zmniejszył.

ZASOBY WODNE W MEKSYKU

Położenie geograficzne w tropikalnej i subtropikalnej części Ameryki Pn., oraz wyjątkowo zróżnicowana rzeźba mają wielki wpływ na wielkość zasobów wodnych i ich nierównomierne rozmieszczenie.

Meksyk jest krajem, w którym dominują góry i wyżyny. Tereny położone na wysokości 0-300 m n.p.m. zajmują 29,1% powierzchni kraju, 301-900 m - 17,4%, 901-2100 m - 42,9%, 2101-2700 m - 9,8% i powyżej 2700 m - 0,8%. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że przeważają tereny o dużych nachyleniach. Z tego też względu 28% terytorium Meksyku zupełnie nie nadaje się do wykorzystania rolniczego / nachylenie powyżej 20^o /, a na 36% powierzchni kraju, o nachyleniach 10 - 25^o, użytkowanie rolnicze jest możliwe tylko po wcześniejszym przeprowadzeniu drogich zabiegów przeciwoerozyjnych.

Stosując przyjętą powszechnie w Meksyku klasyfikację klimatyczną W.Köppena możemy wydzielić na terenie tego kraju kilka typów i podtypów klimatu. Na północy i na całej Wyżynie Meksykańskiej /około 61-63% powierzchni kraju/, panuje klimat suchy: pustyński /gorący i umiarkowany - BWh i BWk /oraz stepowy /gorący i umiarkowany - BSh i BSk/, a na południu /37-39% powierzchni kraju/, klimat wilgotny gorący /Aw i Af/ oraz umiarkowanie ciepły /Cw i Cf/.

Rozmieszczenie opadów atmosferycznych jest bardzo nierównomierne. Średni roczny opad dla kraju wynosi 717 mm, jednakże taka ilość przypada na mniej niż połowę powierzchni kraju, na 1/3 terytorium - poniżej 400 mm, a tylko na 1/4 obszaru - suma opadów rocznych przekracza 1000 mm.

Największe opady notuje się nad Zatoką Meksykańską - od portu Tampico na północy do Campeche na półwyspie Jukatan. Na tym odcinku od brzegu morza, aż do szczytowych partii gór Sierra Madre Wschodnia, Sierra Madre do Oaxaca, Sierra Atravesada, Mesa Centralna Chiapas i dalej na południe w

Sierra Madre de Chiapas suma opadów rocznych wynosi od 1 000 do 3 000 mm. Na nizinach nadbrzeżnych Oceanu Spokojnego i na zachodnich stokach najbliższych gór Sierra Madre Południowa i Sierra Madre Zachodnia ilość opadów maleje z południa /ok. 1 200 mm do Zwrotnika Raka/ na północ, gdzie na pustyni Altar /północno-zachodnia Sonora/ wynosi około 100 mm rocznie. Większa część wewnętrznych obszarów kraju ma opad roczny poniżej 700 mm. Na Wyżynie Północnomeksykańskiej opady zmniejszają się do ok. 200 lub 300 mm, a na Półwyspie Kalifornijskim do 150 mm rocznie.

Nierównomierny jest również rozkład opadów w ciągu roku. Ponad 80% opadów przypada na okres letni. Od końca sierpnia do początków października - w różnych częściach kraju występuje pora deszczów cyklonalnych, zwanych cordonazo de San Francisco /bicz św. Franciszka/, wywołujących gwałtowne ulewę, silne wezbranie, a nawet powódzie. Szczególnie niszcząco działają cyklony karaibskie.

Niekorzystnym zjawiskiem są także wieloletnie wahania w ilości opadów². Największa zmienność w tym względzie zaznacza się na najbardziej suchych obszarach północnej i północno-zachodniej części kraju.

Meksyk otrzymuje średnio w ciągu roku około 1500 mm³ opadów, z czego 46% ulega odparowaniu, 27% infiltracji a 27% stanowi odpływ³.

² Np. w Dystrykcie Federalnym /Wyżyna Południowoamerykańska/ ze średnią wieloletnią 730 mm opadu, w 1910 roku było tylko 397 mm, a w 1950 roku 1036 mm/G.Noble y M. Lebrija, La sequía en México y su previsión, México 1957/.

³ Atlas del agua de la República Mexicana, México 1976.

Według innych źródeł, ilość wody, która wyparowuje z całego obszaru Meksyku stanowi 59% opadu⁴ a nawet 75%⁵. Nie ulega wątpliwości, że zasadnicza część opadów ulega wyparowaniu, co związane jest z wysokimi temperaturami /na większości obszaru Meksyku - średnie roczne temperatury powietrza są powyżej 18° C / i z małym zachmurzeniem. P a r o w a n i e potencjalne na ogromnej większości powierzchni kraju przekracza 1800 mm⁶. Faktycznie jednak nie osiąga prawie nigdzie takiej wielkości z powodu powszechnego niedosytu wilgoci w powietrzu. Najniższe parowanie rzeczywiste występuje na Półwyspie Kalifornijskim i w pustynnej, północno-zachodniej części kraju /100-300 mm/; maksymalne /powyżej 1000 mm/ w tropikalnych obszarach południowo-wschodnich. Na Wyżynie Północnomeksykańskiej waha się od 200 do 400 mm, a na Wyżynie Południowoamerykańskiej od 400 do 500 mm⁷. Intensywność parowania zależy oczywiście nie tylko od temperatury i szaty roślinnej /zależność bezpośrednia/, opadów, niedosytu wilgoci w powietrzu i siły wiatru, ale także od nachylenia terenu /zależność odwrotna/.

⁴ A. Orive Alba, La irrigación en México, México 1970.

⁵ J. Tamayo, El Problema fundamental..., México 1964. Różnice oceny ilości wody, która wyparowała ze wszystkich zlewni, wynikają nie tylko z trudności pomiarów lecz także z tego, że wielu autorów stosuje uproszczony bilans wodny w postaci: opad = odpływ + parowanie.

⁶ W pustynnych i półpustynnych obszarach północno-zachodniej i północnej części kraju parowanie potencjalne przekracza 2200 mm, natomiast w południowo-wschodniej części kraju od strony Zatoki Meksykańskiej spada do 1 200 - 1 600 mm. Różnice między opadem a parowaniem potencjalnym wzrastają ku północy i północnemu-zachodowi. Jedynie na Nizinie Nadbrzeżnej Płd.-Wsch. i w otaczających ją górach - na stokach od strony Zatoki Meksykańskiej wielkość opadów przeważa nad parowaniem potencjalnym.

⁷ w Kotlinie Meksyku oscyluje między 500 a 750 mm /Atlas del agua de la República Mexicana. SRH, México 1976/.

W bilansie wodnym interesuje nas przede wszystkim w s p ó ł -
c z y n n i k o d p ł y w u. Jak już wspomniano, wynosi
on w Meksyku przeciętnie 27%⁸. Zaznacza się jednakże wiel-
ka nierównomierność w tym względzie, w zależności od ilości
opadów, intensywności parowania, szaty roślinnej, stro-
mości zboczy i stoków. Tak więc z całości rocznego odpływu
wody z terytorium Meksyku na dobrze nawilgocone obszary re-
gionu południowo-zachodniego /stany Chiapas, Guerrero i
Oaxaca/ zajmującego 12% powierzchni kraju, przypada aż 146
mld m³, tj. 35% i na region południowo-wschodni /Tabasco
i Veracruz/, stanowiący niecałe 5% powierzchni kraju - po-
nad 83 mld m³, tj. 20%. Współczynniki odpływu osiągają tu
największe wartości. Natomiast pustynne obszary północno-
zachodnie i duże połacie Wyżyny Meksykańskiej mają ten współ-
czynnik zbliżony do zera, ponieważ są to obszary areiczne
lub endoreiczne, gdzie parowanie w zlewniach obejmuje całą
ilość opadów, a potencjalne parowanie znacznie ją przekracza.
Wyrażając to w wartościach względnych, powierzchniowy
o d p ł y w j e d n o s t k o w y w południowo-wschodniej
części kraju wynosi od 500 do 1000 mm /mapa nr 1/, docho-
dząc w środkowej części stanu Veracruz i na pograniczu Ta-
basco i Chiapas do 2000 mm. Przeciwnie, na ogromnych obsza-
rach Wyżyny Meksykańskiej, na Półwyspie Kalifornijskim i
w stanie Sonora wskaźnik odpływu waha się od 0 do 20 mm
i tylko u podnóża Sierra Madre Zachodniej i Wschodniej
osiąga maksymalną wartość 50 mm.

Gdy przeliczymy średni odpływ roczny, przypadający na jed-
nego mieszkańca, to w skali całego kraju wynosi on 6170 m³,
przyjmując, że liczba ludności w 1980 r. osiągnęła 67,4 mln
mieszkańców.

⁸ W literaturze meksykańskiej występują poważne rozbieżności
w ocenach współczynnika odpływu i to zarówno w odnie-
sieniu do całego kraju jak do poszczególnych zlewni /np.
24%, 19% a nawet tylko 12%/.

W odniesieniu do poszczególnych jednostek administracyjnych najwyższe wskaźniki mają stany południowe /Chiapas 27,6 tys m³, Oaxaca 20,2 tys. m³, Guerrero 17,1 tys. m³, Tabasco 16,8 tys. m³/, a najniższe stany północne, północno-zachodnie oraz gęsto zaludnione stany środkowej części kraju /Kalifornia Dolna Północna 117 m³, Coahuila 291 m³, Tlaxcala 329 m³, Aguascalientes 435 m³, Guanajuato 557 m³, Queretaro 640 m³/. Na ostatnim miejscu pod tym względem jest Dystrykt Federalny: około 16 m³ /1 mieszkańca rocznie.

Większość obszaru Meksyku należy do dwóch zlewisk - Oceanu Spokojnego /ok.48% powierzchni kraju/ i Oceanu Atlantyckiego /ok.37%/. Na Wyżynie Meksykańskiej znajdują się ponadto zlewnie bezodpływowe /ok.15% powierzchni kraju/. Największe zasoby wody znajdują się w zlewisku atlantyckim /2/3 odpływu powierzchniowego kraju i prawie 1/2 zasobów wód podziemnych/.

Siedem najbardziej zasobnych w wodę /o przepływie powyżej 150 m³/sek/ rzek, których powierzchnia dorzeczy stanowi 23% powierzchni kraju, odprowadza ponad 50% odpływu rocznego wszystkich rzek Meksyku. Pięć z nich należy do zlewiska Atlantyckiego. R z e k i meksykańskie, a w szczególności te, które należą do zlewiska Oceanu Spokojnego odznaczają się na ogół zmiennymi stanami wód, co związane jest z zasilaniem /większość rzek ma zasilanie opadowe/, nierównomiernym rozmieszczeniem opadów⁹. Dotkliwa susza letnia powoduje wysychanie rzek.

⁹ Tropikalne cyklony połączone z gwałtownymi ulewami powodują niszczycielskie powodzie szczególnie w nizinnych obszarach południowo-wschodnich. W dolnym biegu rzek, na Nizinie Nadbrzeżnej Południowo-Wschodniej, rozpościerają się szeroko bagna. Np. w stanie Tabasco bagna zajmują 20-25% obszaru Niziny Nadbrzeżnej. Powstanie tych bagien wiąże się nie tylko z ilością opadów przeważających nad parowaniem, ale także z utrudnionym powierzchniowym odpływem wody. W suchym klimacie panującym na Wyżynie Meksykańskiej dochodzi do powstawania bagien jedynie w dnach końcowych obniżeń terenu, gdzie zbierają się wody opadów efemerycznych. Jednakże wszystkie te bagna uległy zasoleniu.



Źródło: T. N. Iwliewa, Meksika.

Na północy kraju i na Półwyspie Kalifornijskim wiele z nich to rzeki okresowe. Możliwość ich wykorzystania gospodarczego jest w znacznej mierze ograniczona. Rzeki meksykańskie są w większości krótkie, bardzo bystre, z licznymi progami i wodospadami.

Niektóre z nich mają w górnym i środkowym biegu więcej wody aniżeli w dolnym, ale to wiąże się najczęściej z gospodarczą działalnością człowieka.

Na terenie całego kraju znajduje się 99 rzek o średnim przepływie rocznym powyżej $0,5 \text{ m}^3/\text{sek}$, w tym 33 rzeki o przepływie powyżej $40 \text{ m}^3/\text{sek}$ /mapa nr 2/.

Do z l e w i s k a O c e a n u A t l a n t y c k i e g o należą następujące rzeki¹⁰:

Wzdłuż granicy ze Stanami Zjednoczonymi płynie Río Bravo del Norte¹¹ o przepływie /w Matamoros/ $119,8 \text{ m}^3/\text{sek}$. Utworzono na niej wielkie zbiorniki, wspólnie ze Stanami Zjednoczonymi i dla wspólnego użytku obu krajów. W pobliżu miasta Guerrero zbudowano /w 1953 r./ zbiornik Falcón o pojemności 5038 mln m^3 , z czego $2\ 085 \text{ mln m}^3$ jest do dyspozycji Meksyku. Służy on do irygacji i produkcji energii elektrycznej oraz dla żeglugi. Powyżej - w stanie Coahuila /koło Ciudad Acuña/ powstał /w 1969 r./ zbiornik Amistad o pojemności $7\ 070 \text{ mln m}^3$, z czego $3\ 097 \text{ mln m}^3$ należy do Meksyku.

¹⁰ W niniejszym artykule omówione zostaną tylko największe rzeki Meksyku, o przepływie powyżej $40 \text{ m}^3/\text{sek}$.

¹¹ W stanach Zjednoczonych nazywają ją Río Grande. Rzeka bierze początek w Górach Skalistych /na wysokości 4000 m n.p.m. / w stanie Kolorado /USA/ i płynie w kierunku południowym, a od granicznych miast Ciudad Juárez /w Chihuahua/ i El Paso /Texas, USA/ na południowy wschód. W XIX wieku rzeka była żeglowna, obecnie jedynie kilkukilometrowy odcinek od Bronsville jest przystosowany do żeglugi. Zakłada się, że Río Bravo del Norte na całej długości, gdzie stanowi granicę państwową będzie uregulowana dla żeglugi.

Wykorzystuje się go do irygacji, regulacji żeglugi i dla rekreacji. Wody tej rzeki w wielu miejscach są wykorzystywane do sztucznego nawadniania. Największy obszar sztucznie nawadniany - blisko 300 tys. ha - znajduje się poniżej miasta Reynosa, już na Nizinie Nadbrzeżnej Północno-Wschodniej.

Po drugiej wojnie światowej powstały także liczne zbiorniki wodne na prawobrzeżnych dopływach Río Bravo del Norte - na Conchos, Salado i San Juan¹². W dorzeczu Conchos, największego dopływu prawobrzeżnego, zbudowano kilka sztucznych zbiorników wodnych różnej wielkości, które gromadzą około 4 344 mln m³ wody. W dorzeczu Salado powstały dwa zbiorniki wodne o łącznej pojemności ponad 1 400 mln m³ oraz kilka małych zapór. W dolnym biegu San Juan ostatniego prawobrzeżnego dopływu Río Bravo zbudowano jeden duży zbiornik o pojemności 1 000 mln m³ i kilka mniejszych. W dorzeczach tych trzech rzek nawadnia się po kilkadziesiąt tysięcy hektarów ziemi uprawnej. Największe obszary irygowane znajdują się w dorzeczu Conchos.

Do największych rzek uchodzących do Zatoki Meksykańskiej w stanie Veracruz należą: Panuco /przepływ w Las Adjuntas 380 m³/sek/, Tuxpan /w Alamo 80 m³/sek/, Canzones /w Poza Rica 43 m³/sek/, Tecolutla /w Remolino 171 m³/sek/, Nautla /w Martínez de la Torre 55 m³/sek/, La Antigua /w Villa Cardel 59 m³/sek/, Papaloapán /w Cuatotalapán 200 m³/sek/¹³ i Coatzacoalcos /w Las Perlas 414 m³/sek/.

¹² Río Bravo del Norte i jej dopływy na terenie Stanów Zjednoczonych były wykorzystywane gospodarczo od początku bieżącego stulecia.

¹³ Papaloapán jest jedną z najważniejszych rzek Meksyku między innymi ze względu na bliskość Regionu Centralnego, najliczniej i najgęściej zaludnionego obszaru Meksyku. Powołano specjalną komisję rzeki Papaloapán /Comisión del Río Papaloapán/, która realizuje wszelkie przedsięwzięcie przestrzennego zagospodarowania doliny i całego dorzecza tej rzeki. To kompleksowe przedsięwzięcie można porównać do największych na świecie, jakie reali-

Wszystkie wymienione rzeki i pozostałe, mniejsze od nich, mają ustabilizowany reżim wodny.

Najzasobniejszą zlewnią w zlewisku atlantyckim, a także w całym kraju, są dorzecza dwóch rzek: Grijalva i Usumacinta, które połączone w pobliżu ujścia do Zatoki Meksykańskiej / na terenie stanu Tabasco / stanowią jeden system wodny. Ich przepływ w El Tigre / wynosi $1851 \text{ m}^3/\text{sek}$. Na rzece Grijalva / przepływ w El Dorado $706 \text{ m}^3/\text{sek}$ / zbudowano dwa potężne zbiorniki retencyjne - La Angostura o pojemności $18\,618 \text{ mln m}^3$ / obecnie największy zbiornik w Meksyku / i Netzahualcóyotl / zwany także Malpaso / o pojemności $12\,960 \text{ mln m}^3$. Między tymi zbiornikami planuje się utworzenie trzeciego zbiornika - Chicoasen.

Usumacinta / przepływ w Agua Verde $908 \text{ m}^3/\text{sek}$ / , wypływająca w Gwatemali, stanowi na odcinku 300 km naturalną granicę państwową. Niedaleko od granicy - już na terenie Meksyku - planuje się budowę ogromnego zbiornika retencyjnego - o powierzchni i objętości większej od La Angostura - do wspólnego użytkowania przez oba kraje. Budowa sztucznych zbiorników w dorzeczach tych dwóch rzek / Grijalva i Usumacinta / uwolni nizinę stanu Tabasco od powodzi i przyczyni się do ustabilizowania stosunków wodnych, co pozwoli na uzyskanie ogromnych połaci ziemi dla intensywnej działalności rolniczej. Ostatnią większą rzeką w zlewisku Oceanu Atlantyckiego jest Candelaria / przepływ w Candelaria $44 \text{ m}^3/\text{sek}$ /.

Rozwijające się na wapiennym półwyspie Jukatan zjawiska kraśowe powodują brak większych powierzchniowych cieków wodnych¹⁴.

zuje się w Związku Radzieckim i w Stanach Zjednoczonych. Roczny odpływ z dorzecza Papaloapán wynosi ponad 39 mln m^3 . Większy odpływ niż Papaloapán mają tylko dwie rzeki: Usumacinta /około 51 mln m^3 / i Grijalva. Na lewobrzeżnym dopływie - Tontón /w stanie Oaxaca / zbudowano duży zbiornik Temascal - o pojemności 8 mln m^3 - w korzystany także do irygacji.

14 W związku z tym ważnymi źródłami wody są głębokie leje i zapadliska krasowe /cenotes/, jaskinie /cavernas/ oraz obniżenia terenu - wyłożone osadami nieprzepuszczalnymi, w których gromadzi się woda /sartenejas/. We wschodniej części półwyspu - pokrytej gęstym lasem - ukazują się gdzieśgdzie w wąwozach krasowych małe i krótkie cieki powierzchniowe.

Do zlewiska Oceanu Spokojnego należą następujące większe /o przepływie powyżej 40 m³/sek/ rzeki: Kolorado /Colorado/¹⁵ w dolnym biegu, na odcinku 20 km /od Yumy/ stanowi granicę państwową między Meksykiem a Stanami Zjednoczonymi. Przepływ w okolicach Yumy wynosi 66,6 m³/sek, w pobliżu ujścia 7,8 m³/sek. Na podstawie traktatu wodnego z 1944 r. Meksyk ma zagwarantowane 1 850 mln m³ wody dla sztucznego nawadniania. Na terenie Meksyku - przy granicy państwowej - zbudowano /w 1950 r./ zaporę umożliwiającą wykorzystanie wód Kolorado dla sztucznego nawadniania około 203 tys. ha ziemi.

Z ogromnych połaci drugiego co do wielkości powierzchni stanu Sonora /185 tys. km²/ spływa tylko jedna większa rzeka Yaqui /przepływ w Cándido 91 m³/sek/, mająca źródła w wysokich partiach Sierra Madre Zachodniej. Zbudowano na niej oraz na jej dopływach kilka zbiorników umożliwiających nawadnianie kilkuset tysięcy hektarów ziemi.

Dalej na południe do większych rzek należą: Fuerte /przepływ w Las Cañas 142 m³/sek/, Sinaloa /w Bamoa 57 m³/sek/, Culiacán /w Puente Sudpacífico 104 m³/sek/, San Lorenzo /w Santa Cruz 51 m³/sek/, Piaxtla /w Ixpalino 43 m³/sek/, Buluar-te /w Baluarte 48 m³/sek/, Acaponeta /w Acaponeta 41 m³/sek/, i San Pedro Mezquital /w San Pedro 85 m³/sek/. Wszystkie wymienione rzeki są wykorzystane dla celów irygacyjnych¹⁶.

¹⁵ Źródła tej rzeki znajdują się w stanie Wyoming /USA/ na wysokości 4300 m n.p.m. Do 1848 r. rzeka była żeglowna. W miarę zasiedlania zachodnich terenów Stanów Zjednoczonych powstało na niej wiele zbiorników irygacyjnych, co spowodowało wyraźne zmniejszenie ilości wody w dolnym odcinku rzeki.

¹⁶ Na wszystkich większych i mniejszych rzekach - tego odcinka zlewiska O. Spokojnego zaplanowano utworzenie dalszych zbiorników wodnych. Zwiększenie obszarów sztucznie nawadnianych nastąpi wówczas, gdy zostanie w całości zrealizowany projekt budowy wielkiego kanału biegnącego wzdłuż Zatoki Kalifornijskiej przez Nizinę Nadbrzeżną Północno-Zachodnią. Kanał ten będzie zbierał wody rzek spływających z Sierra Madre Zachodniej do zatoki i rozprowadzał na terenach leżących między nimi. Woda w kanale ma być skierowana z południa - począwszy od rzeki San Pedro Mezquital - na północ, aż do rzeki Sonora. Ta ważna inwestycja jest już częściowo zrealizowana. Budowa zbiorników wodnych i kanału jest o tyle skomplikowana, że wszystkie rzeki płynące na tym obszarze mają bardzo zmienne stany wody. Podczas opadów burzowych wzbierają nagle, a stromych stoków gór wraz z wodą niesiona jest ogromna masa rumoszu, co powoduje szybkie zamulanie ich koryt i zbiorników retencyjnych.

Największą rzeką zlewiska Oceanu Spokojnego jest Lerma-Santiago, odprowadzająca wody z Wyżyny Południowomeksykańskiej i z północnych stoków Kordyliery Wulkanicznej. W górnym biegu - jako Lerma - płynie doliną, która stanowiła niegdyś ciąg jezior wypełnionych obecnie żyznymi osadami o dużej miąższości. Od miejscowości La Piedad Lerma przepływa przez region intensywnego rolnictwa, zwany Bajío¹⁷. W pobliżu ujęcia rzeki do jeziora Chapala /w Briseñas/ przepływ wody wynosi 56 m³/sek. Chapala jest największym jeziorem naturalnym Meksyku, wypełniającym wielki rów tektoniczny na wysokości 1500 m n.p.m. Powierzchnia jeziora jest uzależniona od wahań stanów wody i wynosi przeciętnie 1109 km², a objętość średnio około 6 000 mln m³. W latach bardzo suchych objętość zmniejsza się do 5 300 mln m³, natomiast podczas wilgotnych znacznie wzrasta¹⁸.

W zachodniej części jeziora nastąpił ubytek wody na skutek osuszenia bagien. Wypływająca z jeziora rzeka nosi nazwę Río Grande Santiago. Przecina ona Sierra Madre Zachodnią i uchodzi do Oceanu Spokojnego /przepływ w Yago wynosi 231 m³/sek/. Santiago ma prawie wyłącznie dopływy prawobrzeżne. W dolinie rzeki zbudowano kilka zbiorników dla celów irygacyjnych.

Między omówioną wyżej, a następną większą rzeką /Balsas/ przepływają rzeki: Ameca /w Las Gaviotas 55 m³/sek/, Armería /w Penitas II 41 m³/sek/ i Coahuayana /w Callejones 57 m³/sek/.

Drugą największą rzeką /po Lerma - Santiago/ zlewiska Oceanu Spokojnego jest Balsas /przepływ w San Juan Tetolango 158 m³/sek/.

¹⁷ W dolinie rzeki znajduje się jezioro Yuriria, przypuszczalnie najstarszy /z XVI wieku/ sztuczny zbiornik retencyjny w Ameryce.

¹⁸ J. Tamayo, Geografía moderna de México, México 1975.

60 km od ujścia powstał olbrzymi zbiornik El Infiernillo¹⁹ o pojemności 12,5 mln m³. Poniżej zapory, w miejscu gdzie rzeka zaczyna sypać deltę, istnieje druga zapora La Villita i zbiornik o pojemności 700 mln m³. Większość dopływów /zdecydowanie przeważają dopływy prawobrzeżne/ płynie głęboko wciętymi, wąskimi dolinami, które w niewielkim tylko stopniu można wykorzystać dla celów rolniczych.

Pozostałe rzeki uchodzące do oceanu na nizinach nadbrzeżnych - Południowo-Zachodniej i Chiapas mogą być w dolnych odcinkach szerzej wykorzystane dla celów irygacyjnych, tym bardziej, że mają małe wahania stanu wody. Są to następujące rzeki: Papagayo /w La Parota 121 m³/sek/, Ometepec /w Las Juntas 96 m³/sek/, Verde /w Paso de la Reyna 144 m³/sek/, Tehuantepec /w Las Cuevas 45 m³/sek/ i graniczna rzeka z Gwatemalą - Suchiate /w Suchiate I 99 m³/sek/.

Na Półwyspie Kalifornijskim występują tylko małe ciekierokresowe. Między górami Sierra Madre Zachodnia, Sierra Madre Wschodnia i Kordyliera Wulkaniczna znajduje się kilkanaście zlewni bezodpływowych. Mniejsze ciekierpowierzchniowe w zlewniach obu oceanów a także w zlewniach bezodpływowych są również wykorzystywane do sztucznego nawadniania.

Wzdłuż wybrzeży morskich ciągną się liczne laguny i jeziora przybrzeżne. Powierzchnia lagun i jezior przybrzeżnych przypadająca na jeden kilometr wybrzeża, od strony Zatoki Meksykańskiej, jest dwukrotnie większa niż od strony Oceanu Spokojnego. Najwięcej lagun i jezior przybrzeżnych występuje wzdłuż wybrzeży Stanów Tamaulipas i Campeche. Niektóre z nich wykorzystuje się do sztucznego nawadniania.

¹⁹ Zainstalowana tu elektrownia wodna /o mocy docelowej blisko 1000 MW/ należy, obok wspomnianej już elektrowni wodnej Natzahuacóyotl, do największych w Ameryce Łacińskiej.

Niezmiernie ważną rolę w zaopatrzeniu w wodę na wielu obszarach Meksyku odgrywają wody gruntowe w głębinie. W szczególności odnosi się to do półwyspu Jukatan, Bolsonu de Mapimi, wielu miejsc w dorzeczu Balsas, w Sierra Madre de Chiapas i w Sierra Madre Wschodniej, przede wszystkim tam, gdzie rozwija się kras. Np. na półwyspie Jukatan, mimo stosunkowo dużej ilości opadów, prawie zupełnie brak powierzchniowego spływu wód.

Obfite wody gruntowe tworzą się na nizinach nadbrzeżnych i w dnach dolin w luźnych materiałach aluwialnych. Jest to szczególnie charakterystyczne dla północnej części nizin nadbrzeżnych Oceanu Spokojnego i dla Wyżyny Północnomeksykańskiej, gdzie liczne rzeki giną we własnych nanosach. Zasoby wód gruntowych w całym Meksyku ocenia się na około 255 mld m³²⁰, z czego 46% przypada na zlewisko Oceanu Atlantyckiego, 38% na zlewisko Oceanu Spokojnego, a pozostałe 16% na bezodpływowe obszary Wyżyny Meksykańskiej.

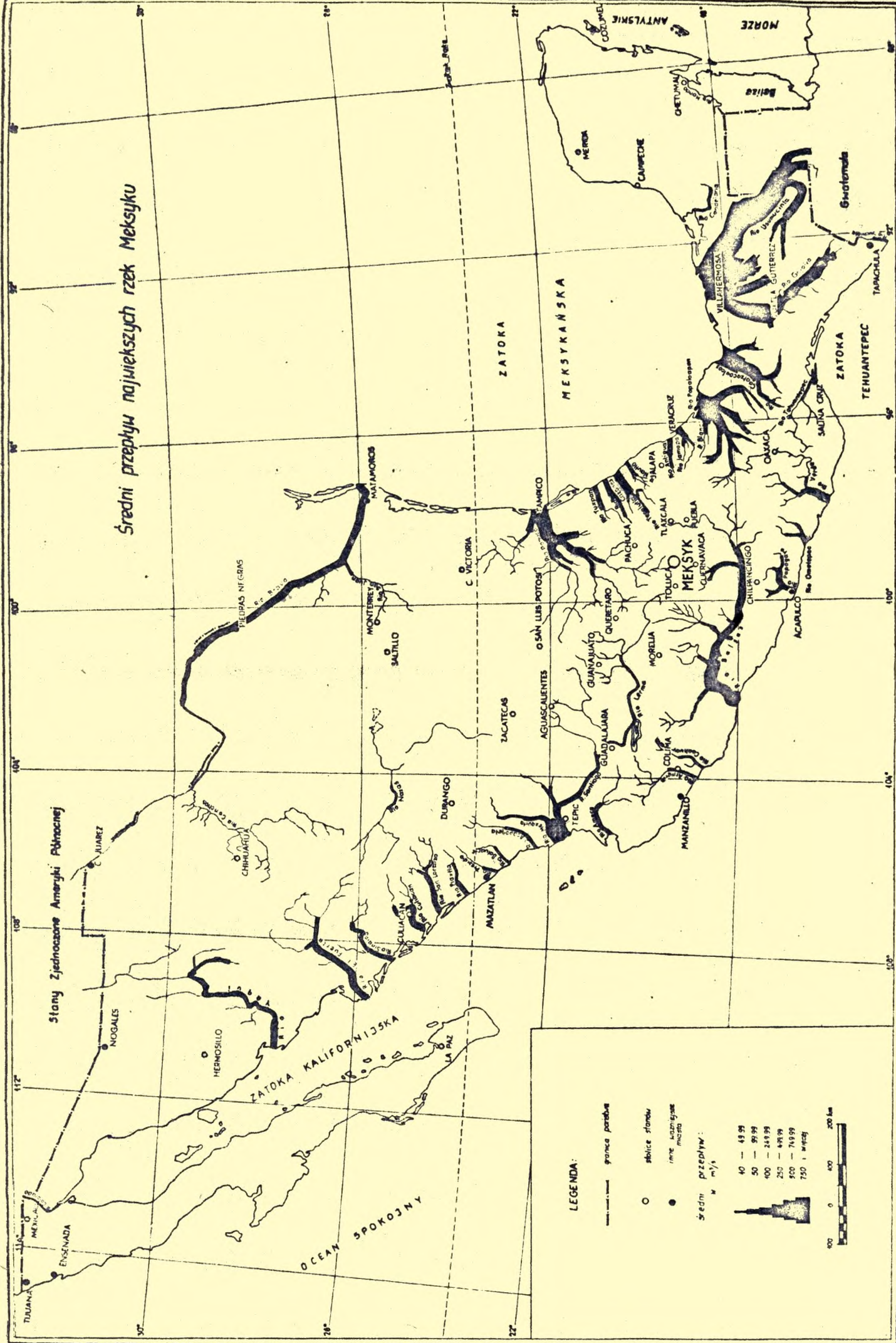
Wzrastające z roku na rok zapotrzebowanie na wodę wymaga dalszych studiów w zakresie rozpoznania i udokumentowania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych. Niemniej ważne są także badania na temat wpływu gospodarczej działalności człowieka na stosunki wodne w Meksyku.

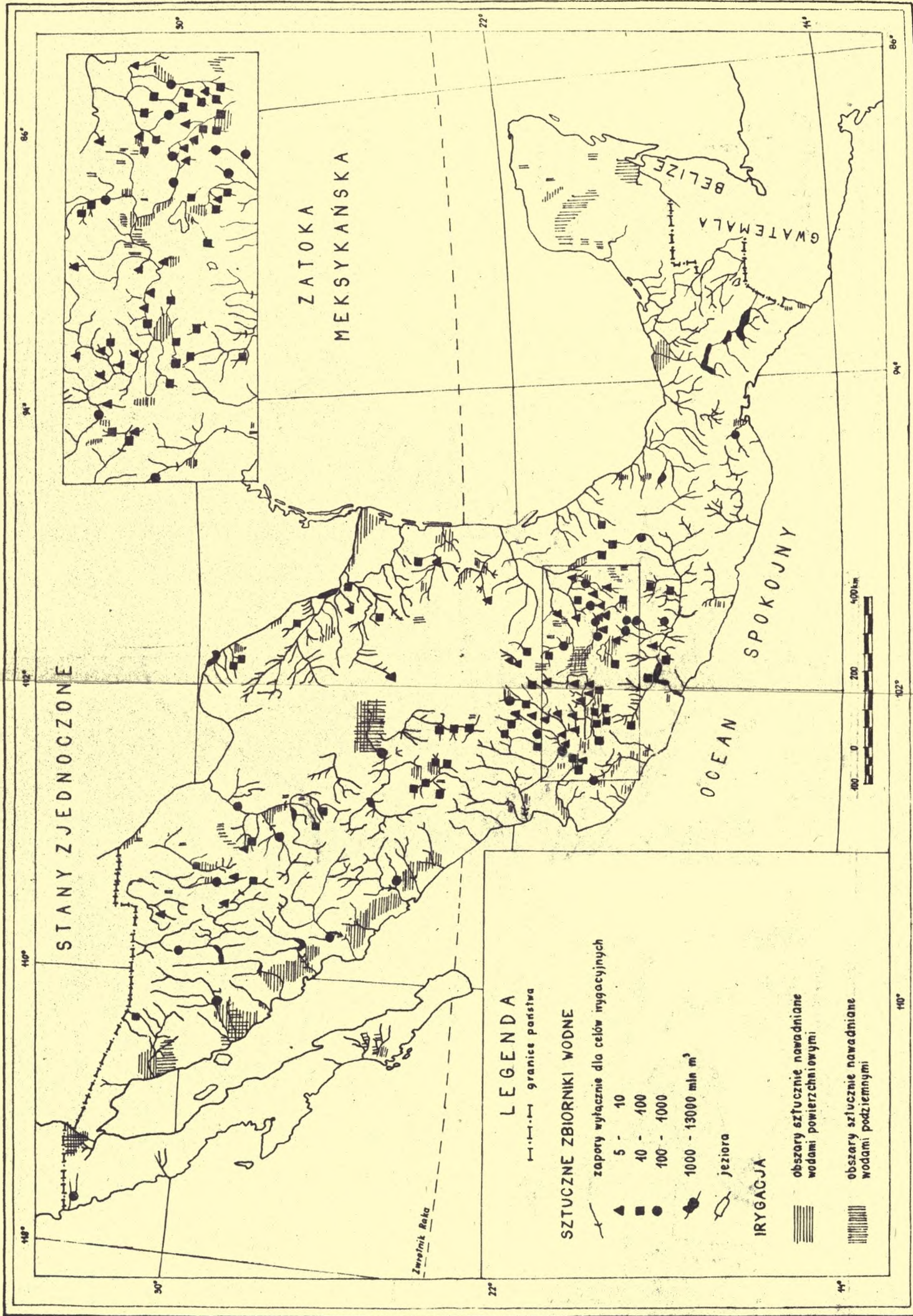
SZTUCZNE NAWADNIANIE W MEKSYKU

Przedstawione wcześniej warunki klimatyczne powodują, że 43% powierzchni kraju to obszary bardzo suche, na których uprawa ziemi bez sztucznego nawadniania jest niemożliwa, 34% stanowią tylko tereny półsuche, gdzie uprawa możliwa jest tylko w porze deszczowej.

²⁰ Na skutek słabego rozróżnienia wód gruntowych występują znaczne rozbieżności w określeniu ich zasobów. Ingeniería hidráulica en México.

Sredni przeplyw największych rzek Meksyku





STANY ZJEDNOCZONE

ZATOKA
MEKSYKAŃSKA

OCEAN
SPOKOJNY

LEGENDA

--- granice państwa

SZTUCZNE ZBIORNIKI WODNE

zapory wyłącznie dla celów irygacyjnych

▲ 5 - 10

■ 40 - 100

● 100 - 1000

● 1000 - 13000 mln m³

jeziora

IRYGACJA

obszary sztucznie nawadniane wodami powierzchniowymi

obszary sztucznie nawadniane wodami podziemnymi



Zwrotnik Raka



Na 16% powierzchni kraju można stosować technikę suchej uprawy przez cały rok, ale dla rolnictwa wysoko towarowego sztuczne nawadnianie jest także wymagane. Jedynie 7% powierzchni nie wymaga irygacji²¹, ale na części tych obszarów niezbędne są z kolei inne kosztowne prace melioracyjne /zabezpieczające przed powodziąmi/.

Intensywną gospodarkę wodną Meksyku ograniczają także duże nachylenia terenu²². Z 196,7 mln ha powierzchni kraju /bez wysp/ tylko 36% /czyli 71 mln ha/ stanowią tereny o nachyleniu poniżej 10°.

Biorąc pod uwagę rzeźbę, jakość gleb i - przede wszystkim wielkość zasobów wodnych, nadających się do sztucznego nawadniania w określonym terenie, oraz możliwości ich praktycznego wykorzystania, szacuje się, że ogólna powierzchnia²³ na której można stosować irygację wynosi około 11-12 mln ha w tym ok. 3 mln ha, które można by nawadniać wodami podziemnymi. Do dyspozycji jest jeszcze 2 mln ha ziem na terenach bardzo wilgotnych, wymagających kosztownych prac odwadniających, na których drenaż musi być poprzedzony wielkimi inwestycjami na regulację rzek. Według oceny Secretaría de Recursos Hidráulicos /Ministerstwo Zasobów Wodnych-obecnie połączone z Ministerstwem Rolnictwa/, intensywna produkcja roślinna jest możliwa na obszarze około 30 mln ha /tj. 15% powierzchni kraju/²⁴.

²¹ A.Orive Alba, La irrigación en México, México 1970. Według innych autorów, obszary te stanowią odpowiednio 52%, 31%, 10%, 7% /Ingeniería hidráulica en México, 1955/.

²² Meksyk jest jednym z najbardziej górzystych krajów świata.

²³ Oceny powierzchni, na której można stosować sztuczne nawadniania są różne i wynoszą od 10 do 18 mln ha /5-9% terytorium kraju/. A.Orive, Alba, México. 50 años de revolución. Las obras de irrigación, México.

²⁴ Pastwiska naturalne, na których możliwa jest jedynie ekstensywna hodowla wypasowa, obejmują obszary 86 mln ha /44% powierzchni kraju/, lasy i zarośla 66 mln ha /34% powierzchni kraju/, nieużytki 14 mln ha /7%/. Atlas del agua de la República Mexicana. México 1975.

W latach siedemdziesiątych powierzchnia gruntów ornych, sadów i plantacji oraz łąk uprawnych /a więc bez pastwisk naturalnych/ zajmowała ponad 23 mln ha, z czego około 17-20% było sztucznie nawadniane.

Nawadnianie gruntów - na niewielką skalę - znane było w Meksyku od wielu stuleci. Wszystkie większe kultury prekortezańskie rozwijały się nad jeziorami, wzdłuż rzek oraz na obszarach o opadach regularnych i w wystarczających ilościach.

Największy obszar rolnictwa nawadnianego stanowiła Kotlina Meksykańska, w której zlokalizowana była starożytna stolica aztecka - Tenochtitlan. Za czasów azteckich stworzona została tzw. chinampa, czyli system pływających wysp-ogrodów. W przeciwieństwie do wielu innych ludów, które doprowadzały wodę na ziemie uprawne, Aztekowie przenieśli ziemię na wody płytkich jezior w Kotlinie Meksyku. Pływające wyspy budowano z roślin wodnych oraz z czerpanego z dna mułu. Aby zapewnić utrzymanie porowatych gleb w stałej wilgotności, stosowano dodatkowe polewanie ręczne poszczególnych roślin wodą z otaczających kanałów. Regulowano również wysokość wysp w stosunku do poziomu wód jezior, przestrzegając, aby woda sięgać mogła zawsze korzeni roślin.

System chinampa obejmował więc budowę i stałe powiększenie powierzchni wysp, kontrolowaną infiltrację wilgoci, ręczne nawadnianie oraz nawożenie za pomocą kompostu złożonego z mułu, roślinności i nawozów naturalnych. Nic dziwnego, że system ten sprawił w podziw przybyłych tu później konkwistadorów hiszpańskich, mimo że znali oni przecież u siebie na Półwyspie Iberyjskim technikę irygacji wprowadzoną przez Maurów. Indianie prekortezańscy, zamieszkujący środkowe obszary Meksyku, znali technikę kontrolowania i wykorzystywania wód jezior oraz rzek dla potrzeb irygacyjnych, zaopatrzenia w wodę miejsc zamieszkania i kultu religijnego.

W miarę jak pozwalały na to niewielkie środki, jakimi wtedy dysponowano, magazynowano wodę w zbiornikach i stawach zwanych tlaquilacaxitl, prekursorach dzisiejszych sztucznych zbiorników wodnych. Rozprowadzano ją za pomocą kanałów i rowów, które nazywano wówczas apantle. Powstawały w ten sposób całe systemy wodne w osadach, wokół których rozwijało się intensywnie rolnictwo.

Ówczesne techniki nawadniania i uprawy były jednak bardzo prymitywne i rolnictwo nie mogło w pełni zaspokoić zapotrzebowania na produkty rolne, toteż ludność prekorteżjańska odczuwała niedostatek pożywienia.

W okresie kolonialnym zbudowano wiele urządzeń nawadniających w misjach i w niektórych innych jednostkach osadniczych, jednak wobec braku odpowiednich środków technicznych wykorzystywano tylko mniejsze ciekły wodne. Nawadnianie i inne formy działalności ekonomicznej miały więc charakter prostej gospodarki naturalnej, która przetrwała prawie bez zmian aż do czasów budowy pierwszych linii kolejowych. W czasach kolonialnych i w pierwszym okresie niepodległości aż do końca ubiegłego wieku - tereny rolne były rozproszone. Uprawa ziemi rozwinęła się w odizolowanych od siebie rejonach, gdzie produkowano żywność jedynie na zaspokojenie własnych, lokalnych potrzeb, a wielkość produkcji uzależniona była tylko od liczby miejscowej ludności. Powierzchnię uprawną zwiększano również tam, gdzie powstawało górnictwo. Produkcja rolnicza w Nowej Hiszpanii była niewątpliwie bardzo ważna ze względu na liczną ludność tubylczą, która była nie tylko konsumentem, lecz również pożądaną siłą roboczą i wytwórczą wielu dóbr dla konkwistadorów oraz kolonizatorów. Realizowano więc różne inwestycje wodne między innymi budowę małych zapór, przeważnie na Wyżynie Meksykańskiej. Za przykłady mogą tu służyć zapora Papellón /San Blas/ w Auguascalientes, mająca 23 m wysokości i 180 m długości, oraz zapora Los Arquitos - też w tym samym

stanie - o 12 m wysokości i 254 m długości, czynna do dziś. Budownictwo wodne rozwijało się intensywnie przez trzy stulecia - od XVI do XIX w. Wielką inwestycję tego okresu stanowiło utworzenie w 1550 r. sztucznego zbiornika o pojemności 221 mln m³ /wypełnionego wodą doprowadzoną z rzeki Lerma/ w obniżeniu, zwanym dzisiaj jeziorem Yuriria. Inwestycja ta umożliwiła działalność rolniczą na znacznym obszarze. W okresie kolonialnym zbudowano też setki akweduktów zaopatrujących w wodę wiele osad. W różnych miejscach kraju zachowały się do dziś fragmenty /kamienne kolumny i łuki/ wielkich akweduktów ciągnących się na długich odcinkach od źródeł do miast, takich jak: Meksyk /Chapultepec,/ Zempoala /w stanie Hidalgo/, Otumba i Tepetzoltán /w stanie Meksyk/, Morelia /w Michoacán/, Querétaro /w Querétaro/, Zacatecas /w Zacatecas/ i inne. Na szczególną uwagę zasługuje budowa kanału Tajo de Nochixtongo, pierwszej ważnej inwestycji mającej na celu rozwiązanie problemu najpierw niedoboru, a potem braku wody w gęsto zaludnionej Kotlinie Meksyku²⁵.

W wieku XIX burzliwe wydarzenia polityczne spowodowały zastój w budownictwie wodnym. Podobny stan rzeczy utrzymywał się w pierwszych latach niepodległości. Inwestycjom wodnym poświęcano niewiele uwagi, między innymi z powodu małej znajomości warunków naturalnych kraju, jego potrzeb i możliwości. W okresie tym zbudowano jednak pierwsze kanały nawadniające w dolinie Mexicali /na granicy ze Stanami Zjednoczonymi, u nasady Półwyspu Kalifornijskiego/ oraz podjęto próby wykorzystania wód rzek Sinaloa, Culiacán i San Lorenzo dla celów irygacyjnych.

²⁵ W Kotlinie Meksyku /wyniesionej ponad 2200 m n.p.m./ leży stolica kraju, dziś największa aglomeracja miejska na świecie /kilkanaście mln mieszkańców, tj. około 20% ogółu ludności kraju/ i największy ośrodek przemysłowy kraju.

Ponadto zaczęto realizować prace nawadniające w niektórych dużych gospodarstwach rolnych w stanie Morelos, na pograniczu stanów Durango i Coahuila /w regionie Lagunera, w środkowej części Wyżyny Północnomeksykańskiej/ oraz na pograniczu stanów Puebla i Veracruz, gdzie zbudowano system zapór Necaxa i elektrownie wodne. Był to w tym czasie najważniejszy zespół elektrowni w skali całego kraju. W roku 1916 ukończono budowę dużej zapory La Boquilla w Chihuahua na rzece Conchos i zbiornika o pojemności 3348 mln m³ oraz kilku mniejszych zapór, między innymi w stanie Hidalgo, których budowę ukończono dopiero w latach trzydziestych. Inwestycje wodne zrealizowane do 1926 r. umożliwiały nawadnianie 812 tys. ha.

Wzrastająca liczba ludności i ambicje ekonomiczne rozwijającego się kraju wymagały zwiększenia powierzchni uprawnej oraz przejścia do bardziej intensywnego rolnictwa, ściśle związanego z racjonalnym programem inwestycji wodnych. W roku 1926 powołano więc Narodową Komisję Irygacyjną /Comisión Nacional de Irrigación/, na mocy tzw. Prawa o Irygacji /ley Sobre Irrigación con Aguas Federales/, która w 1947 r. przekształciła się w Ministerstwo Zasobów Wodnych /Secretaría de Recursos Hidráulicos/. Zwiększono rządowe fundusze na rozwój budownictwa wodnego. Przez ponad 50 lat od założenia wspomnianej Komisji Irygacyjnej i 30 lat pracy Ministerstwa Zasobów Wodnych zmodernizowano i zabezpieczono systemy irygacyjne, a przede wszystkim zbudowano nowe, co pozwala obecnie na nawadnianie około 5 mln ha ziemi. Na rzekach całego kraju powstało ponad 460 zbiorników retencyjnych - o pojemn. powyżej 0,5 mln m³. Zbudowano ponadto liczne mniejsze zbiorniki irygacyjne gromadzące wody okresowe. Nawiercono kilkadziesiąt tys. studni, z których pompuje się wody gruntowe dla celów irygacyjnych i bezpośredniego zaopatrzenia ludności. Te ostatnie - ze względu na zrozumiałą ograniczoność i powolne odnawianie się, a także z uwagi na najlepszą jakość

powinny być w całości przeznaczone wyłącznie dla celów komunalnych. Na wielu zaporach zbudowano elektrownie wodne. Do sztucznych zbiorników wodnych, umożliwiających irygację kilkudziesięciu tys. hektarów ziem uprawnych, należą między innymi Miguel Hidalgo na rzece Fuerte w stanie Sonora /230 tys. ha/, Alvaro Obregón na rzece Yaqui w stanie Sonora /225,4 tys. ha/, Adolfo López Mateos na rzece Humaya w stanie Sinaloa /93,5 tys. ha/, El Palmito na rzece Nazas w stanie Durango /74 tys. ha/, Venustiano Carranza na rzece Salado w stanach Coahuila i Nuevo León /29,7 tys. ha/, El Azúcar na rzece San Juan w stanie Tamaulipas /69,9 tys. ha/, Macuzari na rzece Mayo w stanie Sonora /84 tys. ha/, Benito Juárez na rzece Tehuantepec w stanie Oaxaca /50,8 tys. ha/, zespół zbiorników na rzece Lerma w okolicy jeziora Yuriria w stanie Guanajuato /łącznie 108,1 tys. ha/, Sinaloa na rzece Tamazula w stanie Sinaloa /98,9 tys. ha/, Josefa Ortiz de Dominguez na rzece Alamos w stanie Sinaloa /44 tys. ha/. Pojemność 1046 zbiorników wodnych, w tym 12 jezior i lagun naturalnych, które zostały przystosowane do wykorzystania dla celów irygacyjnych i hydroenergetycznych, wynosi ogółem 116,8 mld m³ /dane z 31 XII 1975 r./. Pojemność samych tylko sztucznych zbiorników wodnych /1034/ wynosi 110,1 mld m³. Pojemność 460 zbiorników zbudowanych w ciągu ostatnich 30 lat /z funduszy rządowych/ wynosi 75,4 mld m³. W budowie są dalsze 43 zbiorniki, które będą miały łączną pojemność 6,1 mld m³.

Zbudowano ponadto - także w okresie ostatnich trzydziestu lat - 560 zapór i zbiorników wodnych wykorzystywanych wyłącznie dla celów irygacyjnych. Do największych wśród nich należą między innymi zbiorniki Anzaldúas w stanie Tamaulipas z zaporą Falcón na rzece Río Bravo del Norte /209 tys. ha/ i Morelos na rzece Kolorado w stanie Kalifornia Dolna Północna /203 tys. ha/. Oprócz wspomnianych 560 zapór i zbiorników zarejestrowanych jest ponad 820 zapór tego

typu, powstałych wcześniej i mających mniejszy zasięg nawadniania.

Buduje się też całkiem małe zbiorniki /borgos/, gromadzące wodę deszczową, wystarczającą do założenia lokalnych, sezonowych pastwisk i rozwijania niewielkiej hodowli.

Aby doprowadzić wodę do terenów sztucznie nawadnianych wykopano i obudowano około 10 tys. km kanałów o przepustowości powyżej $2\text{m}^3/\text{s}$ i około 15 tys. km kanałów o przepustowości poniżej $2\text{m}^3/\text{s}$.

Równoległe z inwestycjami irygacyjnymi typu podstawowego, mającymi na celu budowę odpowiednich zbiorników lub doprowadzalników wody, realizuje się szczegółowe prace nawilżające²⁶. W Meksyku stosuje się wiele systemów nawadniania, w zależności od ukształtowania terenu, typu użytków, warunków klimatycznych, rodzaju i ilości wody. Na terenach płaskich rozpowszechniony jest system nasiąkowy, polegający na rozprowadzeniu wody po powierzchni gruntu za pomocą bruzd i płytkich rowków. System ten przeważa na gruntach ornych.

Oprócz systemu nasiąkowego stosuje się także system deszczowania /zraszanie/, a w mniejszym zakresie podsiąkowy, zalewowy, stokowy²⁷.

Nowym sposobem nawadniania pól uprawnych, rozpowszechniającym się coraz bardziej w Meksyku, jest system kropelkowy. Jest to najoszczędniejszy - ze względu na zużycie wody - system nawadniania, ponieważ zwilża się wodą tylko te części gleby, z której roślina czerpie pożywienie. System kropelkowy jest szczególnie przydatny do irygacji pól uprawnych na terenach pustynnych i półpustynnych w stanach północnych i północno-zachodnich, gdzie doprowadzenie wody jest trudne i kosztowne.

²⁶ Nawadnianie z równoczesnym uzupełnieniem składników pokarmowych w glebie /tzw. nawożące/ nie odgrywa w Meksyku żadnej roli.

²⁷ Niedostateczne /dotychczas/ wyposażenie techniczne powoduje straty wody.

W porównaniu z innymi sposobami irygacji, przy systemie kropelkowym unika się erozji gleby, spowodowanej odpływem wody do bruzd i powstawania tzw. kieszeni wodnych wskutek wsiąkania wody w głębiej położone warstwy gleby i zwietrzeliny. Zużycie wody przy nawadnianiu kropelkowym jest również znacznie mniejsze w stosunku do zużycia wody w systemie deszczowania. Ponadto koszty założenia instalacji do nawadniania kropelkowego są mniejsze niż koszty do nawadniania przez deszczowanie. Nawadnianie kropelkowe ma także i tę przewagę nad deszczowaniem, że okres żywotności urządzeń z tworzyw sztucznych używanych w systemie kropelkowym jest nieco dłuższy niż elementów aluminiowych stosowanych podczas deszczowania. Uwzględniając warunki klimatyczne, rodzaj gleby, jakość wody i dostępne zasoby, system kropelkowy przewyższa wyraźnie konwencjonalne metody irygacji.

Nawadnianie kropelkowe daje najlepsze wyniki na północy kraju, na glebach o niskiej urodzajności, silnej ewapotranspiracji i na glebach zasolonych. Kropelkowanie sprzyja uzyskiwaniu większych plonów. Również wskaźniki wzrostu roślin są lepsze niż w przypadku tradycyjnego nawadniania. Podczas przeprowadzania prób polowych upraw pomidorów, papryki i kukurydzy uzyskano prawie dwukrotnie większe plony przy nawadnianiu kropelkowym niż przy nawadnianiu przez deszczowanie.

Nawadnianie i odwadnianie są nierozdzielnymi składnikami jednego systemu. Nie wystarczy tylko "ująć" wodę i nawilgościć ziemię. Gdy część wody wyparuje lub zostanie zużyta przez rośliny, zawartość rozpuszczonej w wodzie soli wzrasta. Ponadto wody irygacyjne nie zużyte przez rośliny i nie wyparowane przesączają się do wód zaskórnych, które z czasem stają się coraz bardziej słone.

Na skutek niewłaściwego odwadniania oraz rozprowadzania zbyt małych ilości wody część obszarów w Regionie Północno-Zachodnim uległa dużemu zasoleniu. W dolinach Yaqui, Fuerte,

Culiacan, Mayo zostało zagrożonych z powodu zasolenia kilkadziesiąt tysięcy hektarów, wskutek czego na niektórych terenach /m.in. w dolinie Yaqui / trzeba było w połowie lat sześćdziesiątych zaprzestać produkcji rolnej. Zjawisko to jest jeszcze groźniejsze w delcie Kolorado, gdzie większość gruntów ornych zostało w różnym stopniu zaatakowane przez sól, a część z powodu zbyt dużego zasolenia nie nadaje się do jakiegokolwiek uprawy. Na pogorszenie i tak już trudnej sytuacji w delcie Kolorado wpływa również fakt, że wody tej rzeki odznaczają się dużą naturalną zawartością soli, co wynika z charakteru utworów geologicznych, przez które Kolorado przepływa w środkowym i górnym biegu. W dolnym biegu stężenie soli w wodzie dodatkowo wzrasta na skutek tego, że wody Kolorado są w dużym stopniu wykorzystywane na terenie Stanów Zjednoczonych, a potem odprowadzane do niej z powrotem. Długotrwałe negocjacje między obu krajami doprowadziły do porozumienia, w którego wyniku Stany Zjednoczone zbudowały na granicy państwa w Yumie /stan Arizona/, zakład odsalania.

Groźba zasolenia występuje w różnym stopniu na innych obszarach irygowanych północnej części kraju. Oprócz zasolenia, dodatkowe zagrożenie dla systemów irygacyjnych stanowi muł. Zamulanie bruzd, kanałów, zbiorników retencyjnych i innych urządzeń wodnych występuje powszechnie, przyczyniając się do obniżenia sprawności systemów nawadniania i zmniejszenia ich możliwości retencyjnych i irygacyjnych. Powoduje także corocznie olbrzymie straty.

Rząd Meksyku zainicjował w ostatnich latach realizację planów odwadniania na wielu obszarach zagrożonych wodą. Założono na nich ponad 13 tys. km kolektorów, rowów i drenaży o różnych przekrojach, w tym sto kilkadziesiąt kilometrów o średniej przepustowości od 100 do 150 m³/s.

W latach siedemdziesiątych ziemi sztucznie nawadniane obejmowały obszar około 4,8 mln ha²⁸, z czego 4,2 mln ha podlegało bezpośredniej opiece technicznej Ministerstwa Zasobów Wodnych /SRH/, a pozostałe kilkaset tys. hektarów subwencjonowane było ze specjalnego funduszu wsi. Istnieje ponadto w różnych częściach kraju wiele drobnych poletek sztucznie nawadnianych za pomocą bardzo starych lub bardzo prymitywnych urządzeń. Powierzchnia tych ziem nie jest ujmowana w żadnej statystyce²⁹.

Niezależnie od stałego trendu wzrostu powierzchni irygowanej /około 650 tys. ha - w latach czterdziestych, ponad 1,5 mln ha w latach pięćdziesiątych, 2,2 mln w latach sześćdziesiątych/, w niektórych latach powierzchnia ziem sztucznie nawadnianych zmniejsza się w zależności od wieloletnich wahań opadów. Przy mniejszej ilości opadów w niektórych latach niemożliwe jest zgromadzenie takiej ilości wody, jaką można by przyjąć i rozprowadzić. Z tego względu powierzchnia ziem sztucznie nawadnianych wykazuje w skali całego kraju wahania dochodzące do 200 tys. ha /in plus lub in minus/. Z obszarów podlegających kontroli Ministerstwa Zasobów Wodnych około 60% ziemi nawadniane jest wodami zgromadzonymi w zbiornikach retencyjnych, 23% wodami rzek, a pozostałe 17% wodami podziemnymi pompowanymi z głębokich studni.

Najbardziej racjonalnie wykorzystywane są oczywiście wody podziemne, stanowiące 12% ogólnej masy przeznaczonych na sztuczne nawadnianie. Zasila się nimi blisko 17% powierzchni irygowanej.

²⁸ Stanowiło to ponad 37% ziem nawadnianych w całej Ameryce łacińskiej.

²⁹ Ocenia się, że powierzchnia ziem sztucznie nawadnianych za pomocą tych starych, często prymitywnych urządzeń, wynosi około 1,5 mln ha.

Jeśli chodzi o strukturę upraw na terenach irygowanych, to największy obszar zajmują zboża - 58% całej powierzchni irygowanej w cyklu produkcyjnym 1974-1975 r./inne rośliny alimentacyjne 4%, rośliny oleiste 18%, rośliny paszowe 7%, bawełna 6%, trzcina cukrowa i inne przemysłowe 4% oraz owoce i inne 3%/.

Powierzchnia irygowana w latach 1955-1975 wzrosła dwukrotnie, natomiast wartość globalna produkcji rolnej zwiększyła się /w cenach bieżących/ aż trzynastokrotnie - z 2 mld pesos do 26 mld pesos.

W roku 1975 istniało w Meksyku 139 okręgów sztucznego nawadniania podlegających kontroli Ministerstwa Zasobów Wodnych, przy czym 11 z nich /każdy o powierzchni powyżej 100 tys. ha/ skupiało ponad 60% całej powierzchni irygowanej, 4 około 9,5%, 25 okręgów 22%, a 99 pozostałe 9%.

W okręgach o powierzchni nawadnianej wynoszącej powyżej 100 tys. ha największy areał zajmują uprawy pszenicy, sorga i kukurydzy, a dalej krokosza barwierskiego, soi, bawełny, fasoli zwykłej, ryżu i trzciny cukrowej. W okręgach o powierzchni nawadnianej obejmującej od 10 tys. do 100 tys. ha, największy areał zajmują lucerna i inne rośliny jednoroczne i wieloletnie /np.drzewa owocowe/. W okręgach małych, o powierzchni nawadnianej poniżej 10 tys. ha, najwięcej ziemi przeznaczana się pod uprawę: chile, sorga paszowego, ziemniaków, kukurydzy paszowej, owoców i wielu innych roślin użytkowych. Większość ziem, przeznaczonych pod uprawę: bawełny /81%/, soi /70%/, ryżu /70%/, pszenicy /65%/ i pomidorów, objęta jest irygacją.

Najwięcej ziem irygowanych znajduje się w stanach północnych /m.in. Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua, Kalifornia Dolna Północna/ - około 68%, oraz w centralnych /m.in. Guanajuato, Michoacán, Jalisco i México/- około 26%. Zachodzi pilna konieczność dalszej intensyfikacji prac irygacyjnych, szczególnie w najgęściej zaludnio-

nej, środkowej części kraju i na suchych obszarach północnych.

Planowane poszerzenie obszarów ziem sztucznie nawadnianych, a także wzrastający popyt na wodę w gospodarce pozarolniczej /przemysł i gospodarka komunalna/, wymagają przede wszystkim zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów wodnych w Meksyku.

LITERATURA

Atlas del agua de la República Mexicana, Secretaría de Recursos Hidráulicos. México 1976.

Estadística agrícola del ciclo 1974-1975. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Mexico 1976.

"Ingeniería hidráulica en México". México 1960-1971.

Iwliewa T.N., Meksika. Moskwa 1973.

Maryński A., Szot Z., 1977. Geografía económica de América Latina. Warszawa.

México demográfico. Consejo Nacional de Población. México 1979-1980.

Noble G., Lebrija M., 1957. La sequía en México y su previsión. Mexico.

Orive Alba A., 1970. La irrigación en México.

Orive Alba A., 1960. México 50 años de revolución. Las obras de irrigación.

Szot Z., 1981. Meksyk. Warszawa.

Tamayo J., 1975. Geografía moderna de México. México.

Tamayo J., 1964. El problema fundamental de la agricultura mexicana. México.