

KRYSTYNA PODLACHA

528.932:528.936

## Wpływ rozwoju rzeźby współczesnej na dezaktualizację mapy

W problematyce kartograficznej dużo miejsca poświęca się zagadnieniu aktualizacji map. Powszechnie uważa się, że największym zmianom ulega rysunek sytuacji. Natomiast stosunkowo mało uwagi poświęca się zmianom zachodzącym w rzeźbie terenu. Rzeźba terenu uważana jest na ogół za „stabilną” nie podlegającą szybkim zmianom. Spotyka się raczej ogólne stwierdzenia, wskazujące na potrzebę uchwycenia zmian powstałych w wyniku gospodarczej działalności człowieka, zmian spowodowanych rozwojem występujących w terenie procesów naturalnych, powodujących obsunięcie się gruntów, zamulenie doliny rzeki, oraz zmian spowodowanych wyjątkowo silną erozją. Brakuje natomiast szczegółowych rozważań dotyczących kształtowania się współczesnej rzeźby terenu. Wydaje się wskazane, by zagadnieniu kształtowania się rzeźby współczesnej poświęcić nieco więcej uwagi, chociażby z tego względu, że kształtowanie to wywiera widoczny wpływ na zmianę krajobrazu, a tym samym przyczynia się do dezaktualizacji treści mapy. Szczególnie wyraźnie zmiany uwidaczniają się tam, gdzie zespół czynników budujących lub niszczących znajduje dogodne warunki do intensywnej działalności. Przeanalizowanie czynników wpływających na rozwój rzeźby, powinno mieć duże znaczenie dla właściwego przeprowadzenia aktualizacji. Pozwoli wytypować tereny, które jako najbardziej podatne na rozwój powodują największe zmiany rzeźby terenu.

Ważnym czynnikiem wpływającym na szybką zmianę rzeźby terenu jest działalność morfologiczna rzek, potoków, strumieni i strug wodnych. Działalność ta może być niszcząca i budująca. O intensywności tego działania decyduje szereg czynników. Do najważniejszych z nich należy energia zawarta w wodzie płynącej, zwana też siłą rzeki. Wynikiem kinetycznej

energii rzeki jest jej praca. Energię potencjalną rzeki można wyrazić wzorem:

$$E_p = mgh = Gh$$

gdzie:  $m$  — masa wody

$g$  — przyspieszenie ciężkości

$h$  — różnica poziomów

$$G = mg$$

Energię kinetyczną, to jest zdolność do wykonania pracy przez ciało o masie  $m$  poruszające się z szybkością  $v$ , można wyrazić wzorem

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2};$$

gdzie  $V = \sqrt{2hg}$

Idealnym przykładem wyrażenia energii kinetycznej jest wodospad.

Widzimy więc, że energia wzrasta wraz ze wzrostem masy wody i różnicy poziomów dna rzeki. Energia zawarta w wodzie przezwycięża opory koryta, porywa sypki materiał i przenosi go. Ta zdolność wody do przenoszenia materiału powinna interesować kartografa z tego względu, że przyczynia się ona do występowania zjawiska nadbudowy brzegu. Powoduje to zmiany w przebiegu linii brzegowej rzeki o wartościach zauważalnych na mapie w skali 1 : 5000, 1 : 10 000 a nawet i mniejszej.

Jak wiemy, w miejscu zetknięcia się dwóch ciał występuje siła tarcia  $P_t$  o kierunku przeciwnym do kierunku ruchu, a więc stycznie do powierzchni zetknięcia. Siła tarcia jest skierowana zawsze w kierunku odwrotnym do tego, w którym ciało poruszałoby się gdyby tarcia nie było. Woda płynąc w korycie pokonuje opór spowodowany tarciem masy wody o dno i brzegi koryta. Nie bez znaczenia jest również tarcie warstwy wody o powietrze. Siła tarcia  $P_t$  jest wprost proporcjonalna do siły docisku  $P_n$  i wyraża się wzorem

$$P_t = P_n,$$

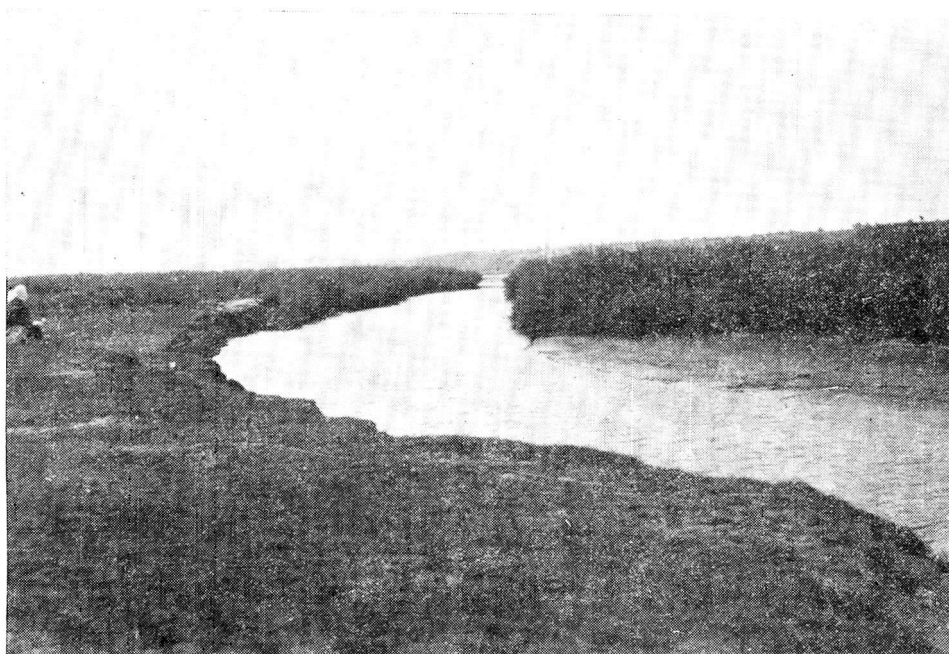
gdzie współczynnik tarcia zależy od:

1. Rodzaju materiałów ciał stykających się.
2. Chropowatości powierzchni zetknięcia się.
3. Sytuacji w jakiej znajduje się ciało — czy jest w ruchu czy w stanie spoczynku.
4. Rodzaju powierzchni styku — czy powierzchnia jest sucha czy mokra.

Warunki te powodują powstawanie różnic w szybkości płynięcia wody w różnych jej partiach, a więc spływ wody w rzece odbywa się strugami.

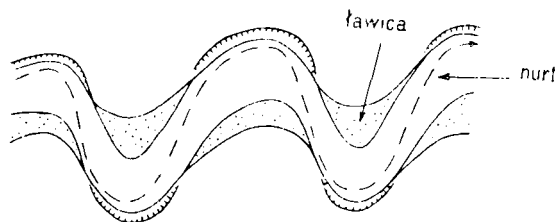
Jeśli spojrzymy na mapę i przyjrzymy się całemu systemowi rzek to zauważymy, że każda rzeka posiada swoje charakterystyczne kształty geometryczne, na które składają się liczne zakola przyjmujące postać odcin-

ków krzywych zbliżonych swoim kształtem do łuków parabol, hiperbol, kół, elips, lub wygiętych spiral (Rys. 1).



Rys. 1. Rzeka meandrująca

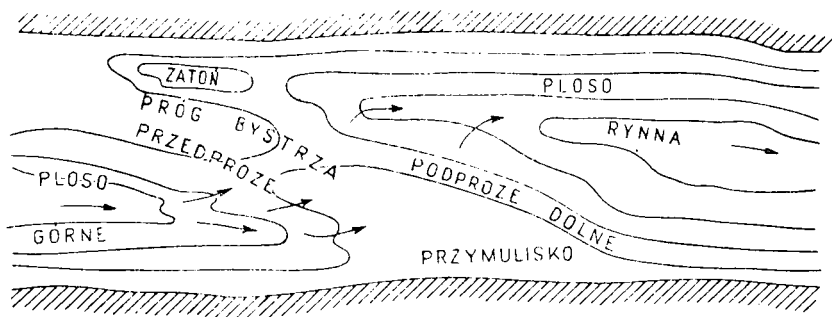
Mówimy, że rzeka się wije lub meandruje. Na tych wygięciach czyli zakrętach rzeki, na mocy współdziałających ze sobą dwóch praw, a mianowicie: na mocy prawa bezwładności i siły odśrodkowej, główne masy wody zostają skierowane ku bokowi przeciwnemu do kierunku skrętu, to jest ku prawemu gdy rzeka skręca w lewo i odwrotnie ku lewemu gdy rzeka skręca w prawo (Rys. 2).



Rys. 2. Nurt rzeki płynącej kręto

Wody uderzając o brzeg piętrzą się. Na przeciwnym brzegu występuje wówczas niedobór wód, co znajduje swój wyraz w obniżeniu się zwierciadła wody. Powstaje konieczność przesunięcia się mas wody w kierunku

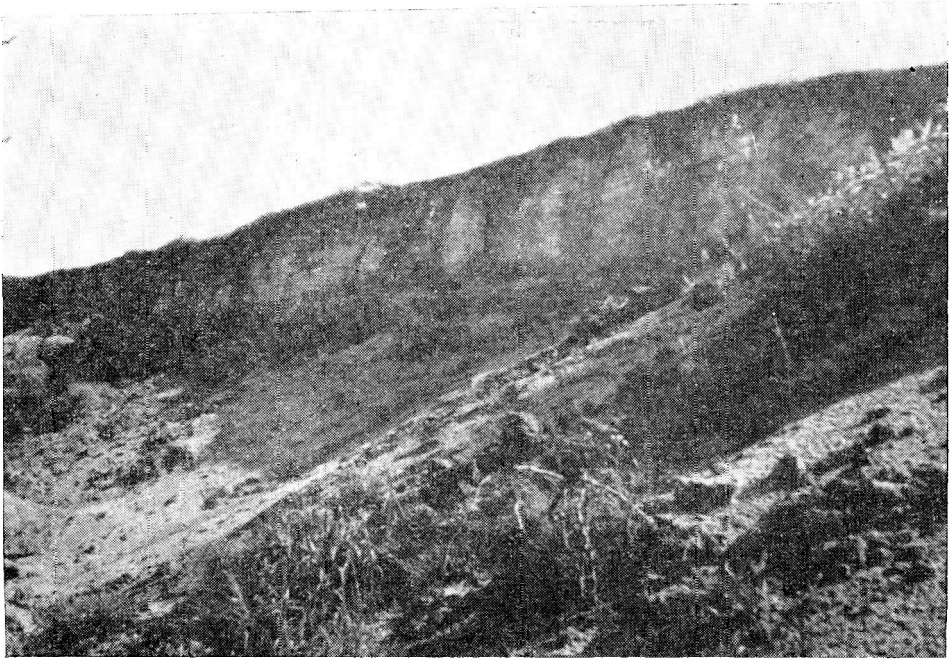
ku ich niedoboru, a więc w kierunku niższego poziomu zwierciadła wody. W ten sposób na każdym skrucie, wody rzeki otrzymują ruch spiralny, lewoskrętny w miejscach gdzie rzeka skręca w prawo i odwrotnie. Taki układ strug i strumieni wspomagany przez wiry kształtuje koryto rzeki w ten sposób, że po stronie wklęsłej tworzą się największe głębokości, to jest zatonie, plosa, a po stronie wypukłej występują płycizny i przymuliska. Elementy ukształtowania koryta rzecznego pokazano na rysunku 3. Wydawać by się mogło, że w tym jak gdyby „obojętnym” dla kartografa ukształtowaniu koryta rzecznego nie ma żadnych elementów związanych z dezaktualizacją mapy, a tym samym i jej unacześnieniem. Jednak tak nie jest, gdyż tkwią tu pierwiastki niewątpliwie interesujące nie tylko kartografów aktualizujących treść mapy, ale wszystkich jej użytkowników, pierwiastki zawierające załączki przyszłego nadbudowania brzegu z jednej strony i niszczenia czyli cofania się brzegu z drugiej strony — załączki przyszłych zmian koryta rzecznego.



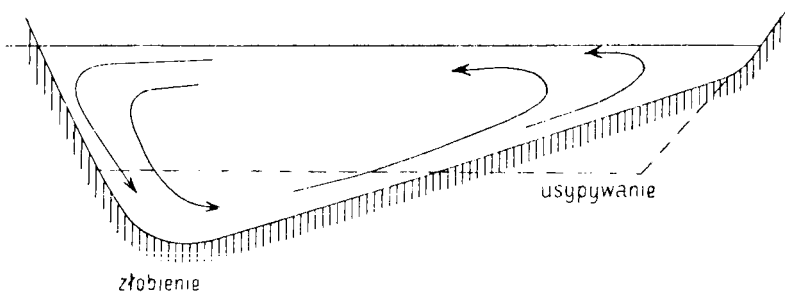
Rys. 3. Elementy ukształtowania koryta (wg S. Innatowicza)

Wody uderzając o brzeg podcinają i podmywają go. Powstają przewieszki skalne i darniowe oraz tak często obserwowane obrywy i osuwanie się brzegu rzecznego (Rys. 4).

Kartograf powinien wiedzieć, że zjawisko niszczenia brzegu przebiega z różną szybkością. Szybkość niszczenia zależy głównie od siły rzeki czyli energii zawartej w wodzie oraz od ukształtowania i odporności podłoża. Tempo niszczenia i przesuwania brzegu jest nieraz bardzo duże. Szczególnie wyraźnie wzrasta ono w czasie powodzi. Niszczeniu i przesuwaniu może ulec wtedy brzeg na odcinku od kilku do kilkudziesięciu metrów. Krętość rzeki niewątpliwie wybitnie pomaga w niszczeniu brzegu. Występuje tu silne podcinanie brzegów wklęsłych z jednoczesnym pogłębianiem koryta. Powoduje to cofanie się brzegu. Wśród właścicieli, których zagrody czy działki mieszkaniowe usytuowane są w pobliżu lub bezpośrednio nad podcinanymi stromymi brzegami rzeczными, często spotykane



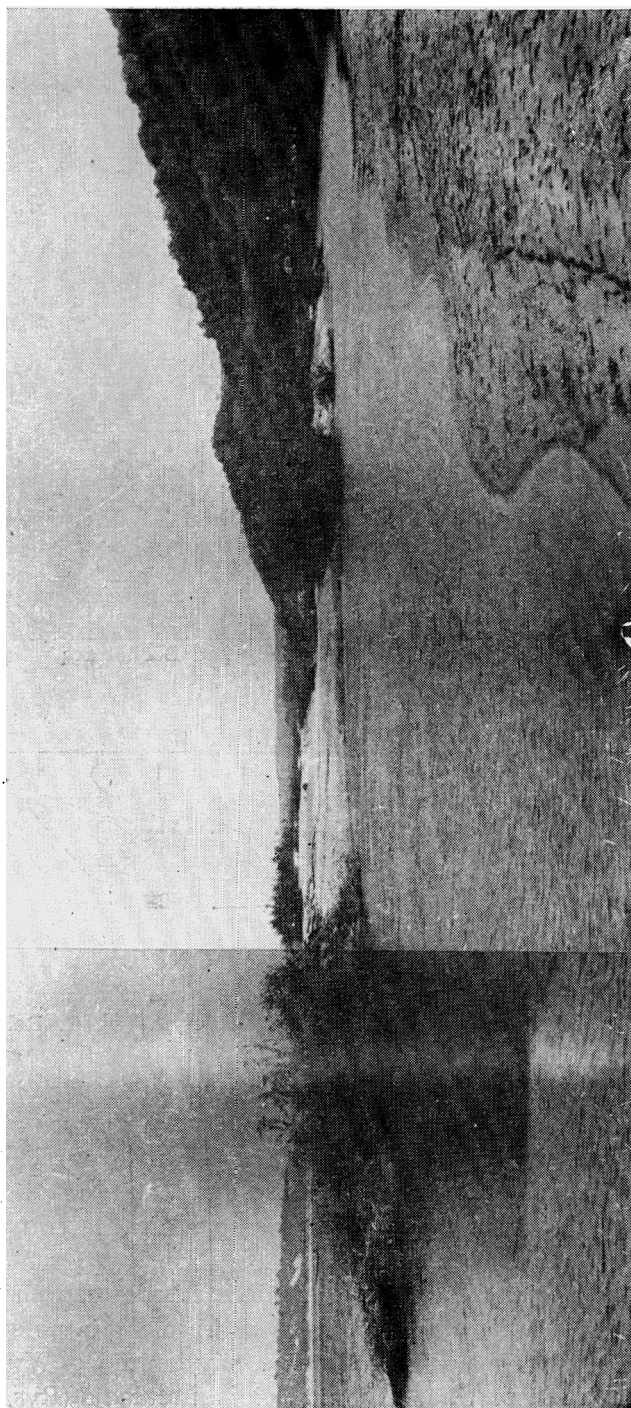
Rys. 4. Obsunięcie brzegu Wisły pod Bochońnią



Rys. 5. Przekrój koryta rzeki o przebiegu krętym (wg T. Rehbocka)

są stwierdzenia, że woda po wszystkich większych roztopach i powodziach znowu zabrała kilka lub kilkadziesiąt metrów kwadratowych ziemi. Często też w ciągu kilku czy kilkunastu lat woda potrafi „zabrać” i cały plac wraz z domem lub nawet całą zagrodą. W ten sposób cofanie się brzegu wywiera wpływ nie tylko na dezaktualizację rzeźby terenu ale również i sytuacji.

Równoległe z opisanym wyżej działaniem sił niszczących występujących z reguły po stronie wklęsłej brzegu rzeki, działają po stronie przeciwnej, to jest po stronie wypukłej brzegu, siły budujące. Występuje zjawisko odwrotne do niszczenia, a mianowicie akumulacja (Rys. 5).



Rys. 6. Piaszczyste ławice usypane przez wody Wisły pod Kazimierzem Dolnym

Po stronie wypukłej z dala od nurtu, gdzie siła wody znacznie jest mniejsza i wody są wyraźnie płytsze, zdolność transportowania materiału rzecznoego znacznie spada. Wody osadzają transportowany i wybrany pod stromymi brzegami materiał przyczyniając się do powstawania rozległych plaż i ławic żwirowych lub piaszczystych. Z biegiem czasu na nasypane ławice i plaże wkracza roślinność dając początek utrwaleniu się i utworzeniu nowego brzegu (Rys. 7).



Rys. 7. Nowy brzeg Wisły pod Bochoćnicą

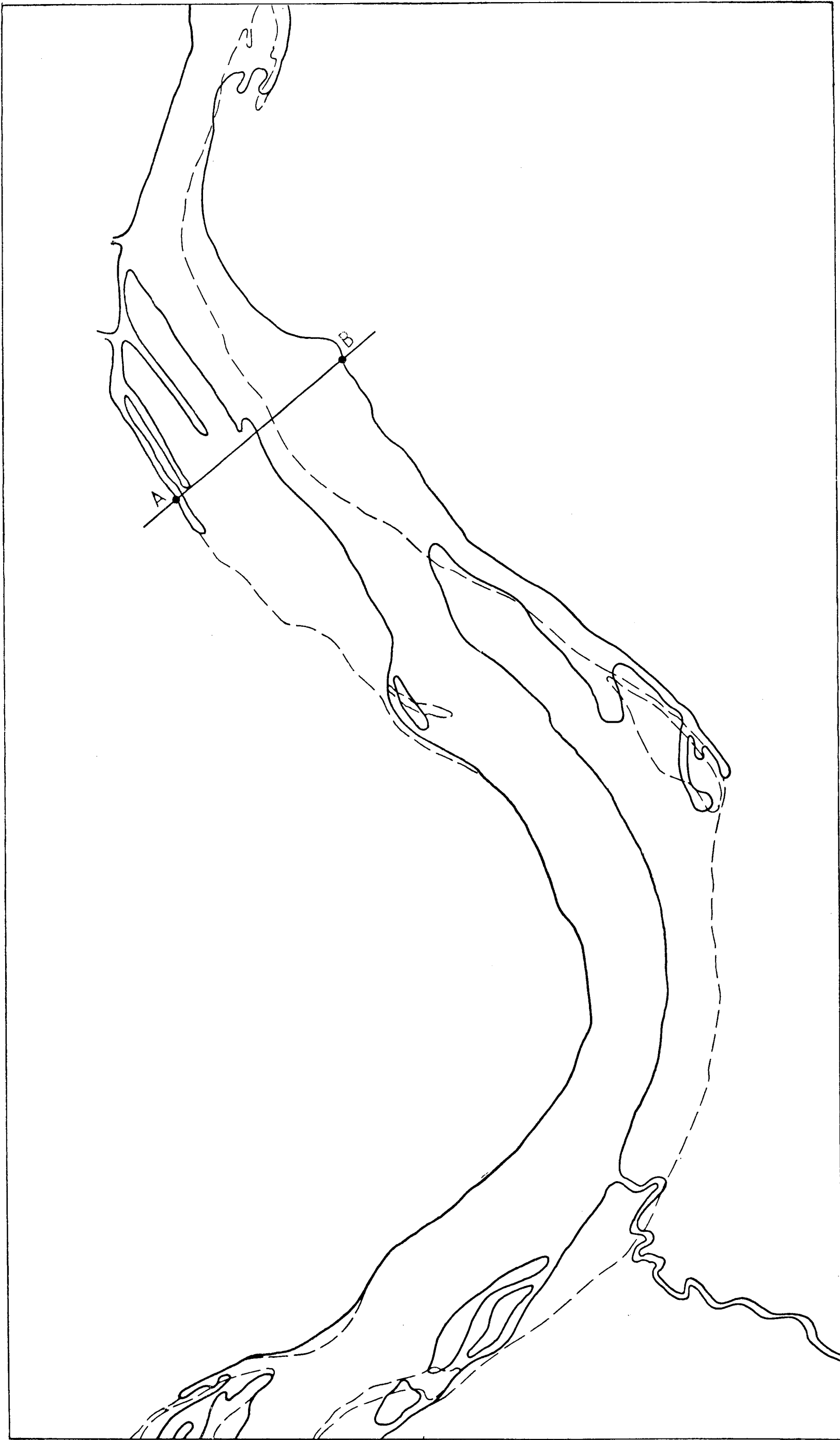
Zmiany spowodowane siłami niszczącymi i budującymi należy zaobserwować wzdłuż całego brzegu rzeki. W rzucie poziomym zmiany te znajdują odbicie w powstawaniu obrazu koryta rzeki o nowym kształcie geometrycznym. Stara linia brzegowa zostaje zastąpiona nową, sięgającą daleko w głąb rzeki, lub cofającą się daleko w głąb przyległego do rzeki terenu. Porównanie przebiegu linii brzegowej rzeki po upływie kilkunastu lat pozwala na uchwycenie wielkości zmian zarówno liniowych jak i powierzchniowych oraz daje podstawę do wysnucia wniosków dotyczących tempa dezaktualizacji przedstawianej na mapie rzeźby terenu.

Jako przykłady mogą posłużyć rysunki 8, 9, 10, przedstawiające zmiany powstałe w przebiegu linii brzegowej rzeki Wisły w jej środkowym biegu zaobserwowane w okresach 1886—1936 (Rys. 8), 1886—1961 (Rys. 9), 1936—1961 (Rys. 10).

Przy zestawieniu dwóch linii brzegowych z wycinków mapy odzwierciedlających stany przebiegu koryta rzeki z dwóch różnych okresów, bardzo wyraźnie zaznacza się tendencja do zmiany położenia linii brzegowej. W okresach tych koryto rzeki ulegało przesunięciu bądź w jedną bądź w drugą stronę.

Silnie zaznacza się wpływ odporności podłoża na stałość przebiegu linii brzegowej. W miejscach gdzie podłoże i brzegi stanowią skały, szczególnie odporne na niszczenie, linia brzegowa nie uległa większym przesunięciom. Ewentualne przesunięcia są tak małego rzędu, że prawie nie znajdują odbicia w rysunku na mapie. Tę niezmiennność położenia linii brzegowej możemy obserwować między innymi na lewym brzegu Wisły w okolicach Nasiłowa. Na tym odcinku Wisła nie zmieniła położenia swego brzegu w ciągu prawie 80 lat. Brzeg Wisły pozostawał niezmiennie w tym samym miejscu, gdy tymczasem po przeciwnej stronie Wisły oraz w dół i w górę jej biegu działały dość intensywne siły budujące i niszczące. Stosunkowo dużym przesunięciom uległ brzeg, który utworzony był z materiału bardzo podatnego na niszczenie (jak np. piaski rzeczne). Dużym zmianom ulegał też tak zwany „brzeg rosnący” to jest ta partia brzegu, która posuwa się w głąb rzeki wskutek oddziaływania sił budujących, czyli zachodzenia procesu akumulacji. Pewne zakłócenia w sposobie oddziaływania sił niszczących i budujących, uwarunkowanych współdziałaniem siły odśrodkowej i prawa bezwładności (przejawiających się w niszczeniu brzegów wklęsłych oraz rośnięciu brzegów wypukłych), spowodował prawy dopływ Wisły pokazany na rysunkach 8, 9 i 10. Wody tego dopływu przyczyniły się do spychania nurtu wody w rzece głównej pod brzeg przeciwny. W miejscu zetknięcia się wód Wisły z wodami dopływu, wody dopływu usypywały stopniowo stożki napływowe. Stało się to przyczyną przyrostu brzegu w tym miejscu, sięgającego niekiedy daleko w głąb rzeki, z wyraźną tendencją do akumulacji wzdłuż prawego, wklęsłego brzegu Wisły. Zamiast cofania się brzegu zaobserwować można tu wyraźny jego przyrost. Zetknięcie się wód dwóch rzek, spowodowało zmianę przebiegu nurtu rzeki, co z kolei przyczyniło się do przemieszczenia się sił budujących i niszczących, w rezultacie czego nastąpiła zmiana koryta rzeki. Szczególnie wyraźnie uwidacznia się to w dolnym biegu rozpatrywanego odcinka Wisły, gdzie niszczeniu podlega ten brzeg, który z zasady powinien podlegać przyrostowi oraz „rośnie” ten brzeg, który powinien ulegać niszczeniu. W ten sposób po pewnym czasie brzegi wklęsłe stają się w stosunku do brzegu pierwotnego przesuniętymi brzegami wypukłymi, a brzegi wypukłe — przesuniętymi brzegami wklęsłymi. Utrzymana zostaje krętość rzeki, lecz sama rzeka ulega przesunięciom różnokierunkowym. Stary rysunek mapy staje się nieaktualny, gdyż nowe koryto rzeki położone jest w odległościach czasami nawet i kilkusetmetrowych.

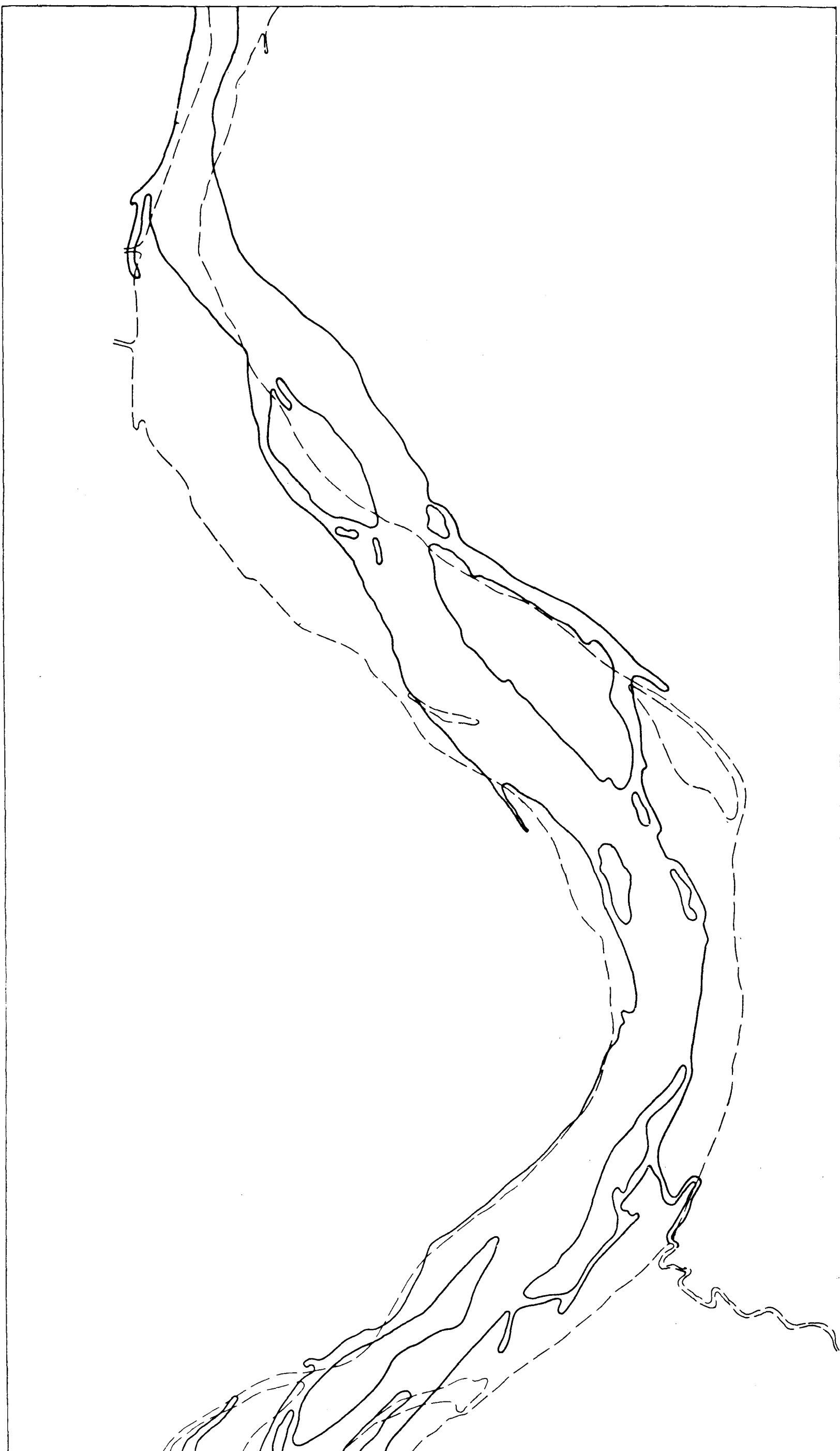




Skala 1:25000

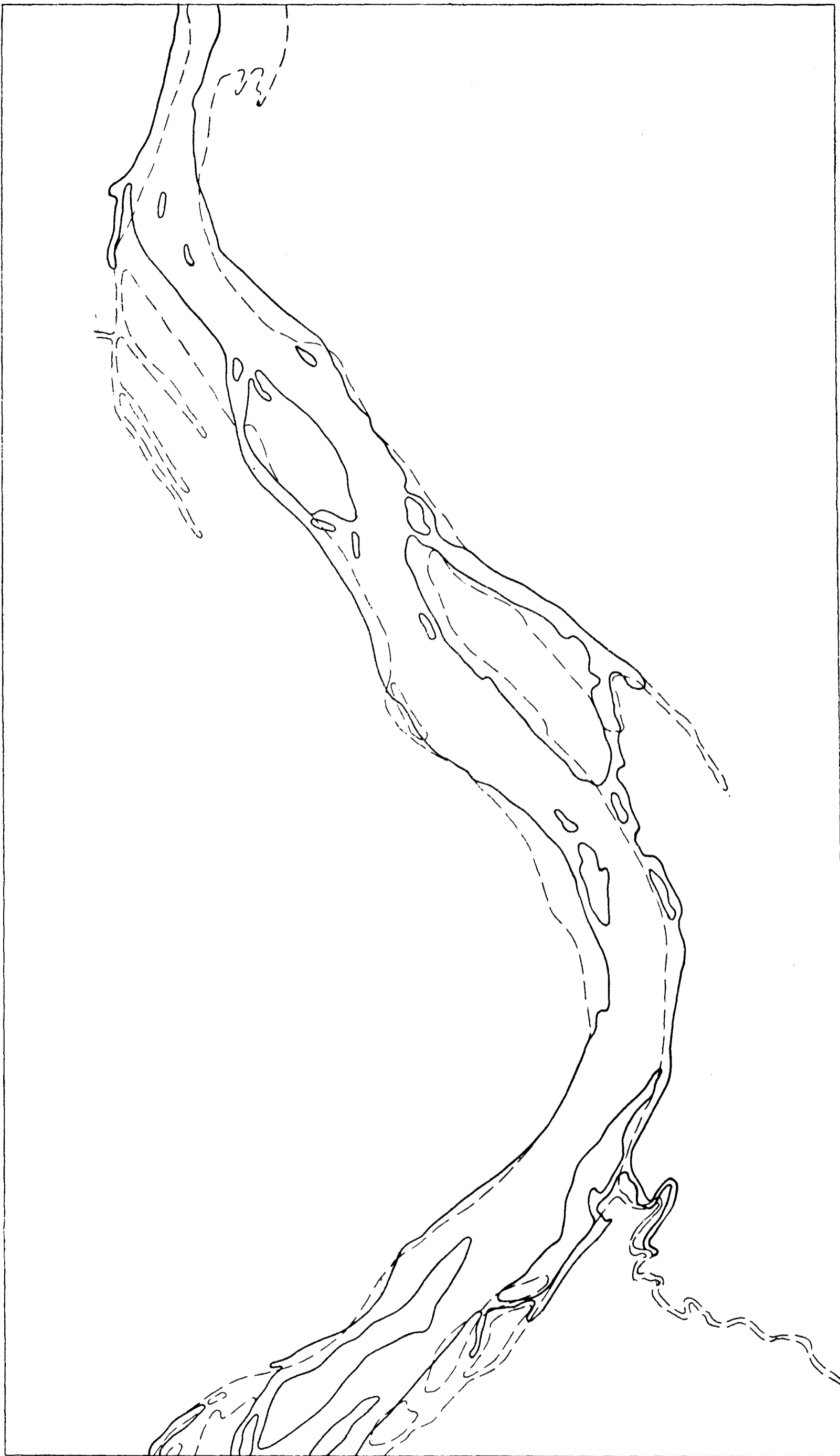
- Linia brzegowa koryta Wisły w roku 1936
- - - - Linia brzegowa koryta Wisły w roku 1886

Rys. 8



Skala 1: 25000

- Linia brzegowa koryta Wisły w roku 1886
- - - Linia brzegowa koryta Wisły w roku 1961



Skala 1: 25 000

- Linia brzegowa koryta Wisły w roku 1961
- - - Linia brzegowa koryta Wisły w roku 1936

Te kilkuset metrowe zmiany zachodzą bardzo szybko. Na niektórych odcinkach (Rys. 8), można zaobserwować na długości prawie 3 km około 625 metrowy przyrost brzegu, który powstał w ciągu 50 lat. Średnio przyrost ten w ciągu roku wynosi 12,5 m, zaś w ciągu 10 lat około 125 m. W skali 1 : 5000 przyrost ten obejmuje powierzchnię o szerokości 2,5 cm i długości 60 cm, a więc powierzchnię stosunkowo dużą jeśli się weźmie pod uwagę format pojedynczego arkusza mapy. Zmiany te są jeszcze dodatkowo spotęgowane faktem jednoczesnego występowania zmian zachodzących na przeciwległym brzegu, który z zasady ulega niszczeniu, wtedy kiedy przeciwny brzeg „rośnie”. Na omawianym wycinku (Rys. 8) łączna szerokość przyrostu powierzchni wzdłuż linii A--B wynosi w skali 1 : 25 000, 5 cm co jest odpowiednikiem 1250 m w terenie. Można więc przyjąć, że w ciągu 10 lat zmiany występują na długości 250 m, co w skali 1 : 5000 daje 5 cm, a więc bardzo dużo. Jest rzeczą zrozumiałą, że zmiany te występują przede wszystkim tam, gdzie koryto rzeki jest nie uregulowane i gdzie budowa geologiczna stwarza szczególnie sprzyjające warunki do działania sił budujących i niszczących.

Odcinki, które szczególnie szybko podlegają zmianom powinny być wyróżnione na mapie. Wydaje się słuszne zastosowanie nowego znaku umownego, który pozwoliłby topografom i kartografom przy unaczęśnianiu mapy na zwrócenie szczególnej uwagi na odcinki o predyspozycjach do dalszego rozwoju. Znak taki informowałby jednocześnie, że na tych odcinkach zachodzą zmiany, że brzeg „żyje” i że stan przedstawiony na mapie, może być już w jakimś stopniu nieaktualny.

Wzory i objaśnienia znaków topograficznych map w skali 1 : 10 000 i 1 : 5000 pozwalają na wyróżnienie stromych brzegów potoków, strumieni i rzek oraz skarp przy rowach i kanałach, jeśli ich wysokość ponad poziom wody przekracza pewną określoną wartość dla mapy w skali 1 : 10 000 i dla mapy w skali 1 : 5000. Brzegi urwiste, nasypy przy groblach, wyrwy oraz naturalne nadmorskie wały brzegowe o wartościach wyższych od wyżej wspomnianej, przedstawia się odpowiednim znakiem umownym i opisuje ich wysokość od poziomu wody, lub terenu. Znaki te jednak nie informują o tendencjach rozwojowych brzegu.

Podobne zjawisko zmiany linii brzegowej zaobserwować można na tych odcinkach rzeki i jezior, których brzegi są tylko nieznacznie wzniesione nad poziom lustra wody, a ciągnące się wzdłuż piaski zmieniają się w zależności od stanu wody, w mielizny przybrzeżne, lub rozległe plaże. Wyznaczenie linii brzegowej jest wówczas bardzo trudne, gdyż może się ona zmieniać bardzo szybko.

Znaki umowne przewidziane dla map topograficznych w skali 1 : 10 000

i 1:5000 przewidują wprawdzie wyróżnienie na mapach tak zwanego brzegu nie ustalonego, ale określenie to odnosi się głównie do przedstawienia brzegu, którego przebieg nie da się wyznaczyć pomiarem. Do brzegów takich należą przede wszystkim brzegi zabagnione, porośnięte trzcina itp. Brak jest natomiast oznaczenia brzegu nietrwałego, którego przebieg łatwo można określić i utrwalić na mapie w chwili zdjęcia terenu, ale którego kształt szybko ulega zmianom, a sam brzeg przesunięciom.

Brzegu takiego nie można podciągnąć pod tak zwany brzeg nieustalony, ani też pod brzeg z plażą. Za plażę bowiem uważa się płaski brzeg rzeki o szerokości powyżej 3 m położony między linią wody, a podnóżem zbocza urwistego brzegu. Urwisty brzeg przedstawia się w kolorze brązowym, a linie brzegowe rzeki wykreśla się na wysokości średniego poziomu wody. Jeżeli brzeg urwisty z plażą przechodzi w urwisty brzeg bez plaży, wówczas skarpe urwistego brzegu do punktu zetknięcia się z brzegiem rzeki przedstawia się w kolorze brązowym, a dalszy brzeg skarpy przedstawia się w kolorze przyjętym dla wód.

Wydawałoby się, że znak ten może być pomocny przy określaniu brzegu podcinanego czyli brzegu cofającego się. Znane są jednak przypadki, kiedy brzeg urwisty staje się z biegiem czasu brzegiem rosnącym i odwrotnie. Nie pozwala to na jednoznaczne określenie występującego zjawiska.

Wzbogacenie znaków umownych wydaje się również konieczne i przy oddaniu innych ulegających zmianom form terenu. Należą tu przede wszystkim formy żywe czyli w dalszym ciągu rozwijające się. Zaliczyć tu należy między innymi formy powstające i rozwijające się w glebach lessowych.

Do form ulegających szybkim zmianom należą również wędrujące wydmy i obszary bezpośrednio przyległe do wydmy czyli tereny, których ukształtowanie może szybko ulec zmianom.

## Wnioski

Rzeźba terenu ulega zmianom. Zmiany te następują z różną szybkością. Najszybciej zmiany zachodzą tam, gdzie działają intensywne siły niszczące i budujące. Może to być niszcząca lub budująca działalność wód, wiatru czy też deszczu. Tereny, których rozwój odbywa się bardzo szybko zmieniają się z roku na rok. Szybko też zmienia się zarejestrowany na mapie w chwili zdjęcia obraz rzeźby terenu.

Stara rzeźba szybko się dezaktualizuje, a zmiany obejmują nieraz duże obszary rzędu kilkudziesięciu  $\text{cm}^2$  na mapie w skali 1:5000 lub 1:10 000.

Powstaje potrzeba wskazania terenów o szczególnych predyspozycjach do dalszego rozwoju, na które należy zwrócić specjalną uwagę przy wykorzystywaniu map i ich aktualizacji.

Rodzi się też potrzeba wzbogacenia klucza znaków umownych pozwalających na pełniejsze przedstawienie i odczytanie zjawisk występujących w terenie.

*Recenzował: Prof. dr Franciszek Biernacki*

*Rękopis złożono w Redakcji w lipcu 1966 r.*

КРЫСТЫНА ПОДЛЯХА

## ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФА НА СТАРЕНИЕ КАРТЫ

### Резюме

В картографической проблематике немного места уделяется вопросу влияния развития современного рельефа на старение карт.

В общем считается, что рельеф местности не подвергается большим изменениям. Существуют однако местности с особенно большими тенденциями дальнейшего развития. К таким можно зачислить районы с интенсивной разрушающей и строительной деятельностью. Самым важным фактором влияющим на быстрое изменение рельефа является морфологическое действие рек, потоков, ручьев и водных струй, вызывающих значительные перемещения береговых линий и изменения в положении речного русла. Как показано в статье, изменения эти вызывают приращение берега (появляющееся в итоге речной аккумуляции), а также убывание берега (появляющееся в итоге действия разрушающих сил) и охватывают однажды большие поверхности протягивающиеся далеко вглубь реки или же вглубь суши.

Быстро изменяется на карте рисунок рельефа характеризующий его строение в момент съемки.

Старению подвергаются большие районы, порядка нескольких десятков км<sup>2</sup> на карте в масштабе 1 : 5000 или 1 : 10 000.

Отсюда вытекает нужда соответствующего представления местности с особенными предрасположениями дальнейшего развития, на которые нужно обращать особое внимание при использовании карт и их обновлению. Это связано с необходимостью обогащения состава условных обозначений позволяющих более полно представить явления выступающие на местности.

KRYSTYNA PODLACHA

## INFLUENCE OF EVOLUTION OF RECENT RELIEF FORMS UPON OBSOLESCENCE OF MAP

### S u m m a r y

In cartographical problems little attention is being paid to the influence exerted by the evolution of the recent relief upon invalidating existing maps.

It is commonly believed that the land relief suffers no major changes. Even so, there exist regions particularly exposed to continued evolution, like those where nature's destructive and constructive agencies are operating with particular intensity. The agency bearing most decisively on a rapid change of the land relief is the morphological activity of rivers, creeks, and any kind of streams and runnels that lead to a shifting of banks and to changes in the course of a stream channel. As illustrated in the paper, changes of this kind cause accretion to a bank (brought about by fluvial accumulation) or recession of a bank (due to destructive agencies); often such changes comprise large areas extending far into either the river channel or into the land adjoining the channel.

On a map, the image of the relief as was recorded at the time the land was surveyed undergoes rapid changes. Rendered obsolete are often wide areas, of the order of some 50 or more square centimeters on maps plotted in 1 : 5000 or 1 : 10 000 scale. This implies the necessity of a suitable marking of regions particularly liable to suffer evolutionary changes — so as to make it possible to pay special attention while utilizing the maps, and to bring them up to date periodically. In virtue of this necessity it behooves to widen the range of conventional map symbols, so as to indicate and perceive more clearly any natural features taking place in the natural relief.