

Rekonstrukcja tempa migracji bocznej koryta rzeki Małej Panwi na podstawie datowań kłód i drzew

Ireneusz Malik*

Reconstruction of lateral migration rate of the Mała Panew River bed based on Course Woody Debris and tree dating (SW Poland). Prz. Geol., 50: 454–457.

Summary. The flood plain of the meandering Mała Panew River is covered primarily with the tree genus *Pinus sylvestris*. During high discharges these trees fall into the river bed because of cutting its banks. The fallen trees (Course Woody Debris – CWD) enable to measure the rate of bank erosion. The pines covering the flood plain were planted. They grow at equal distances from each other. When a tree falls into the river bed, information is obtained as for the extent of flood plain erosion. Construction of the local dendrochronological scale allows to date CWD in the river bed. If the age of CWD and the surface of eroded flood plain taken up by one fallen tree is known, the rate of lateral migration can be calculated. The results obtained from two sites were 0.05–0.15 m/one year. The other way of reconstruction of lateral migration is dating of trees growing on varying in age levels of meandering bars. These levels are covered primarily with the tree genera *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*. The oldest trees within every level give information about the minimum level age allowing to reconstruct the rate of lateral migration. The value obtained for two sites of the Mała Panew River was 0.47–1.07 m/one year.

Key words: meandering rivers, lateral migration, dendrochronological scale, tree rings, Course Woody Debris

Kłody i drzewa mogą być nośnikami informacji paleogeograficznych. W sprzyjających warunkach kłody ulegają zagrzebaniu w aluwialnych, a następnie fosylizacji. Stanowią one wtedy wartościowy materiał do badań radiowęglowych i dendrochronologicznych (Krapiec, 1992). Wyniki tych badań są wykorzystywane do rekonstrukcji etapów formowania dolin (Kalicki & Krapiec, 1994).

Lasy i zagajniki nadrzeczne porastające dno doliny lub terasy mogą być wskaźnikami wieku form rzeźby fluwialnej (Sigafos & Hendricks, 1961; Sigafos, 1964; Hupp, 1984). Coroczne przyrosty słoju pozwalają określić wiek drzew, co datuje porastane przez nie powierzchnie. Wiek najstarszych drzew porastających jednolity genetycznie poziom wyznacza nie młodszy niż one początek funkcjonowania tego poziomu. W rzekach meandrujących z zarastającymi łachami brzegowymi można określić minimalny wiek tych łach i na tej podstawie tempo migracji bocznej koryta.

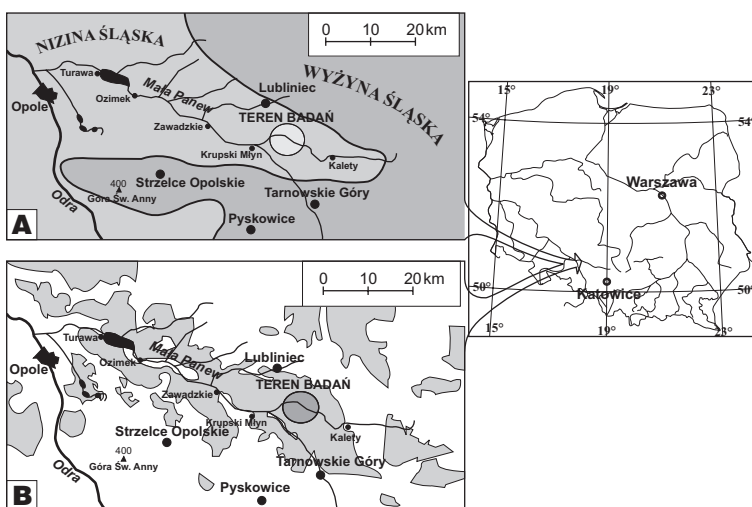
Piaszczystodenna Mała Panew przepływająca na odcinku ponad 20 km przez zwarty kompleks leśny, stanowi jeden z nielicznych w Europie Środkowej poligonów do badań zmian przebiegu koryta rzecznej przez datowanie drzew i kłód. Przepływa ona meandrując przez Nizinę Śląską, jej źródłowy odcinek jest zlokalizowany na Wyżynie Śląskiej (ryc. 1). Rzeka ma ustrój gruntowo-deszczowo-śnieżny (Dynowska, 1971). Odwadnia ona obszar 2037 km², jej długość wynosi 131 km.

Teren badawczy został zlokalizowany w górnym odcinku rzeki, gdzie wyznaczono cztery stanowiska (ryc. 2).

Średnia roczna suma opadów w badanym obszarze waha się od 650–750 cm/rok. Koryto ma średnio 10 m szerokości i do 2 m głębokości. Najczęstsze stany wody Małej Panwi w badanym odcinku wynoszą 40–70 cm, zdarzają się

jednak wezbrania, podczas których przekraczają one 300 cm. To właśnie podczas wezbrań dochodzi do erozji brzegu wklęsłego. W czasie opadania fali wezbraniowej materiał jest deponowany po wypukłej stronie koryta. W ten sposób koryto rzeki migruje bocznie. Pod wpływem migracji bocznej drzewa tworzące las nadbrzeżny są obalane do koryta. Obalone drzewa zalegają w korycie jako kłody modyfikując procesy erozji, transportu i sedymentacji (Gurnell & Sweet, 1998; Kaczka, 1999). Kłody są także świadectwem czynnej erozji bocznej brzegu (Gurnell i in., 1995; Rachocki, 1978). Jako termin „kłoda” w pracy tej przyjęto uznawać fragmenty martwych drzew o długości co najmniej 1 metra i średnicy mierzonej w ich połowach nie mniejszej niż 10 cm (Van Sincle & Gregory, 1990).

Większość kłód zalegających w korycie Małej Panwi pochodzi z obalenia sosen. Na stanowisku numer 1 sześć powalonych sosen (*Pinus sylvestris*) zalega pod krawędzią erozyjną brzegu wklęsłego (ryc. 3). Sosny te zostały obalo-



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań; A — lokalizacja terenu badań na tle regionalizacji Kondrackiego (1998), B — stopień zalesienia zlewni (ciemny kolor)

Fig. 1. Location of study area; A — location of study area (Kondracki, 1998), B — area covered with trees (dark colour)

*Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

ne w wyniku podcinania powierzchni poziomu tarasowego. Pas dostawy sosen (rozumiany jako brzeg erodowany poniżej którego zalegają kłody) ma 18,3 m długości. Sosny porastające podcinaną powierzchnię zostały nasadzone przez człowieka i dlatego są rozmieszczone względem siebie w podobnych odległościach. Można zatem wyznaczyć przypuszczalny układ drzew przed okresem ich obalania do koryta (ryc. 4). W celu określenia tempa erozji bocznej istotna jest średnia odległość pomiędzy drzewami porastającymi podcinany poziom. Na stanowisku 1 wynosi ona odpowiednio 2,67 m i 4,47 m (ryc. 4). Znając te wielkości można obliczyć jaka powierzchnia brzegu została wyerodowana przy obaleniu jednego drzewa. Wartość ta jest iloczynem połowy obu odległości pomiędzy drzewami. Dla badanego stanowiska powierzchnia ta wynosi 2,96 m².

Znając potencjalną powierzchnię podcinanego brzegu potrzebną do obalenia jednego drzewa oraz określając wiek obalenia drzew zalegających w korycie jako kłody można określić tempo migracji bocznej koryta na badanym stanowisku, w przypadku gdy kłody tkwią w pozycji *in situ*.

Przy pomocy badań dendrochronologicznych (Schweingruber, 1988; Krapiec, 1995) określono momenty powału poszczególnych drzew do koryta. W tym celu skonstruowano lokalną skalę dendrochronologiczną dla sosny obejmującą ostatnie 45 lat. Skalę opracowano w oparciu o sekwencje przyrostów rocznych 10 rdzeni pobranych z rosnących w badanych odcinkach doliny Małej Pan-

wi sosen. Poprzez uśrednienie pomierzonych słoików z poszczególnych lat, wyznaczono lokalną skalę dendrochronologiczną dla górnego odcinka doliny Małej Panwi.

Z 6 kłód zalegających *in situ* na stanowisku numer 1 pobrano krążki do badań. Skonstruowana uprzednio skala dendrochronologiczna stała się wzorcem, do którego dopasowywano krzywe dendrochronologiczne uzyskane na podstawie krążków pobranych z obalonych sosen. W badanym stanowisku numer 1 wydatowano w ten sposób 6 kłód. Jak wynika z przeprowadzonych analiz dendrochronologicznych drzewa te zostały obalone do koryta w roku 1993 i 1997. W 1993 r. do koryta dostały się 2 kłody, a więc powierzchnia erozja brzegu, która przyczyniła się do powalenia tych drzewa wynosiła 5,94 m². W 1997 r. zostały obalone do koryta 4 kłody, czyli erozja powierzchniowa brzegu wyniosła 11,84 m².

Znając rok obalenia najstarszego drzewa (1993 r.), można określić przybliżone tempo migracji koryta na stanowisku numer 3 w latach 1993–2000:

2,96 m² — powierzchnia erodowanego brzegu przypadająca na pował jednego drzewa,
18,3 m — pas dostawy drzew do koryta (długość erodowanego brzegu),
1993r. — rok obalenia pierwszego drzewa,
zatem:

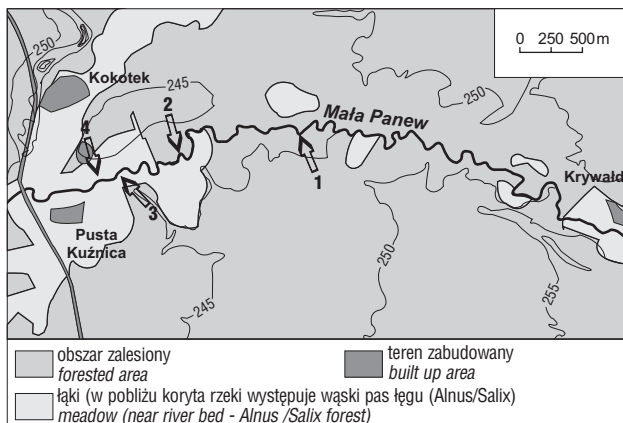
$2,96 \text{ m}^2 \times 6 \text{ kłód} = 17,64 \text{ m}^2$ (suma powierzchni cofanego brzegu na badanym stanowisku),

$18,3 \text{ m} : 17,64 \text{ m}^2 = 1,04 \text{ m}$ (średnia erozja brzegu w obrębie pasa dostawy),

2000 rok – 1993 rok = 7 lat (okres który upłynął od powalenia pierwszego drzewa),

$1,04 \text{ m} : 7 \text{ lat} = 0,15 \text{ m}$ (roczne tempo erozji bocznej na badanym stanowisku).

Powyższa analiza wykazała, że migracja boczna koryta Małej Panwi na stanowisku 1 wynosi 0,15 m/rok.

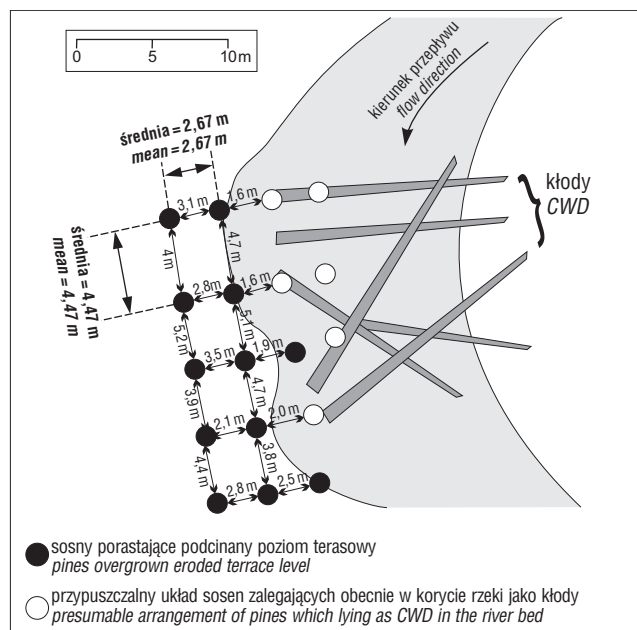


Ryc. 2. Stanowiska badawcze w dolinie Małej Panwi (1–4)
Fig. 2. Research sites in Mała Panew valley (1–4)



Ryc. 3. Kłody zalegające w korycie Małej Panwi na stanowisku numer 1

Fig. 3. CWD lying in Mała Panew River bed in site 1



Ryc. 4. Przypuszczalny układ powalonych w czasie epizodów erozyjnych sosen zalegających obecnie w korycie rzeki jako kłody

Fig. 4. Inferred arrangement of fallen pines (CWD in the river bed) during erosional episodes

Tab.1. Minimalne tempo migracji bocznej koryta Małej Panwi na stanowisku 3
 Table 1. Rate of minimal lateral migration of the Mała Panew River bed at site 3

Poziomy	Wiek najstarszego drzewa porastającego poziom	Okres powstania poziomu	Maks. szerokość poziomu	Min. tempo migracji bocznej
Poziom A	26 lat	1999 r. — 26 lat (wiek drzewa) – 3 lata (min. wiek poziomu nie porośniętego przez olchy) = 1970 r. Poziom powstał pomiędzy 1958–1970 czyli ma co najmniej 12 lat	6 m	6 m : 12 lat = 0,5 m / rok
Poziom B	38 lat	1999 r. — 38 lat (wiek drzewa) – 3 lata (min. wiek poziomu nie porośniętego przez olchy) = 1958 r. Poziom powstał pomiędzy 1951–1958 czyli ma co najmniej 7 lat	7,5 m	7,5 m : 7 lat = 1,07 m / rok
Poziom C	45 lat	1999 r. — 45 lat (wiek drzewa) – 3 lata (min. wiek poziomu nie porośniętego przez olchy) = 1951 r. Poziom powstał pomiędzy 1912–1951	6,5 m	

Na stanowisku numer 2 stwierdzono występowanie w korycie na odcinku 47,5 m aż 12 kłód. Pozycja kłód względem koryta oraz brak obróbki związanej z transportem rzeczny i często obecność kory świadczą o ich pozycji *in situ*. Przemawia za tym także bardzo silnie podcięcie brzegu na badanym stanowisku. Pas dostawy drzew ma długość 47,5 m. Drzewa porastające erodowany poziom w przeciwieństwie do poprzednio analizowanego stanowiska są oddalone od siebie w nieregularnych odstępach. W odległości 5 m od erodowanego brzegu koryta na długości 47,5 m rośnie 27 drzew. Zatem teoretycznie na każde obalone drzewo przypada średnio 8,8 m² erodowanej powierzchni:

$$47,5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 237,5 \text{ m}^2$$

$$237,5 \text{ m}^2 : 27 \text{ drzew} = 8,8 \text{ m}^2$$

Najstarsze drzewo zalegające w postaci kłody na stanowisku numer 2 zostało powalone w 1991 r. Zatem średnie tempo erozji bocznej w ciągu ostatnich 9 lat wynosiło:

$$8,8 \text{ m}^2 \times 12 = 105,6 \text{ m}^2$$

$$47,5 \text{ m}^2 : 105,6 \text{ m}^2 = 0,45 \text{ m}$$

$$2000 \text{ rok} - 1991 = 9 \text{ lat}$$

$$0,45 \text{ m}^2 : 9 \text{ lat} = 0,05 \text{ m}$$

Migracja boczna na badanym stanowisku w ciągu ostatnich 10 lat postępowała z szybkością 0,05 m/rok.

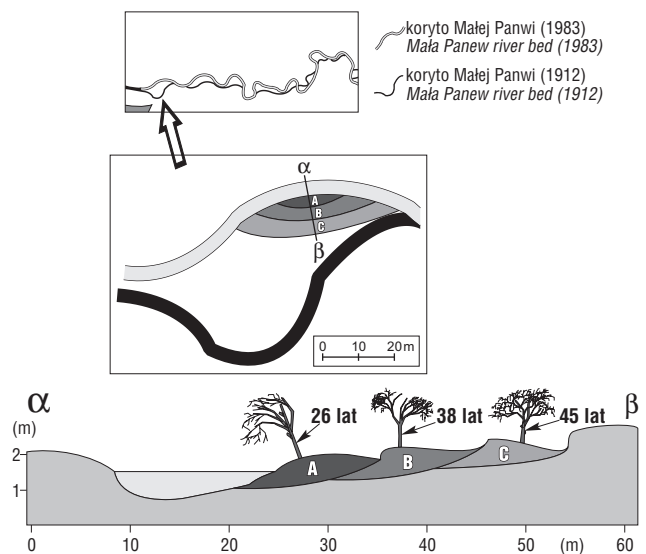
Na stanowisku numer 3 zlokalizowano zbudowaną z trzech poziomów łachę meandrową (ryc. 5). Poszczególne poziomy powstały w efekcie sukcesywnego cofania wklęsłego brzegu rzeki i jednoczesnej akumulacji materiału w obrębie brzegu wypukłego. Brzeg wklęsły jest spojony systemem korzeniowym olch, co decyduje o dużej odporności tego brzegu na erozję boczną i jednocześnie



Ryc. 5. Poziomy łachy meandrowej na stanowisku numer 3
Fig. 5. Meandering bar levels in site 3

powoduje nasilenie erozji dna. Stąd prawdopodobnie wynika duże nachylenie łachy meandrowej, będące świadectwem erozji wgłębnej rzeki. Poszczególne poziomy są według autora efektem odcinania kęp olch z wklęsłego brzegu. Każde odcięcie fragmentu brzegu i być może utworzenie wyspy wykształciło krawędź w obrębie brzegu wypukłego (ryc. 6). Wiek najmłodszego poziomu łachy meandrowej (A) można określić na co najmniej 26 lat, takiego wieku jest najstarsza olcha porastająca ten poziom, ale obserwując tempo kolonizacji łach brzegowych można przypuszczać, że jest on co najmniej o 3 lata starszy. Najstarsza olcha porastająca wyższy poziom łachy meandrowej (B) ma 38 lat. Z kolei najwyższy poziom łachy meandrowej (C) ma co najmniej 45 lat. Z mapy 1 : 25 000 z 1912 r. (Meßtischblatt...) wynika, że poziomy A, B i C (ryc. 6) łachy meandrowej nie istniały przed tym rokiem.

Oznacza to, że można w przybliżeniu określić okres tworzenia poszczególnych poziomów łachy meandrowej. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że poziom C powstał w okresie 1912–1951, wiek poziomu B jest związany z okresem 1951–1958, poziom A powstał pomiędzy 1958 a 1970 r. Jeżeli założyć, że poziomy A, B, C tworzyły się w etapach, co sugeruje zróżnicowany wiek drzew i oddzielenie poziomów wyraźnymi krawędziami, to znając maksymalną szerokość poszczególnych pozo-



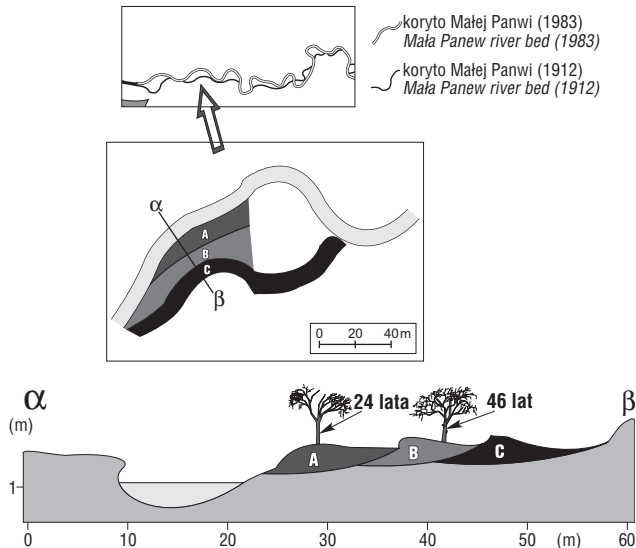
Ryc. 6. Różnowiekowe poziomy łachy meandrowej na stanowisku 3

Ryc. 6. Varying in age levels of meandering bar at site 3

Tab. 2. Minimalne tempo migracji bocznej koryta Małej Panwi na stanowisku 4

Table 2. Rate of minimal lateral migration of the Mała Panew River bed at site 4

Poziomy	Wiek najstarszego drzewa	Okres powstania poziomu	Szerokość poziomu w najszerszym miejscu	Minimalne tempo migracji bocznej
Poziom A	24 lat	1999 r. — 24 lat (wiek drzewa) – 3 lata (min. wiek poziomu nie porośniętego przez olchy) = 1972 r. Poziom powstał pomiędzy 1950–1972, czyli ma co najmniej 22 lat	10,5 m	10,5 : 22 lata = 0,47 m/rok
Poziom B	46 lat	1999 r. — 46 lat (wiek drzewa) – 3 lata (min. wiek poziomu nie porośniętego przez olchy) = 1950 r. Poziom powstał pomiędzy 1912–1950	8,5 m	

**Ryc. 7.** Różnowiekowe poziomy łachy meandrowej na stanowisku numer 4**Fig. 7.** Varying in age levels of meandering bar at site 4

mów można wyznaczyć minimalne tempo migracji bocznej koryta na 0,5–1,07 m/rok (tab. 1).

Czas powstawania kolejnych poziomów łach meandrowych pokrywa się w przybliżeniu z przebiegiem maksymalnych wezbrań nw korycie Małej Panwi mierzonych w posterunku w Krupskim Młynie. Lata 1953–1957, a więc okres w którym doszło prawdopodobnie do powstania poziomów B i C to czas, w którym amplitudy stanów wody w Małej Panwi były szczególnie duże. Podobnie wysokie amplitudy odnotowano w latach 1966–1968, co być może spowodowało powstanie poziomu A.

Na stanowisku numer 4 dwa najniższe poziomy łachy meandrowej (poziom A i B) są porastane przez drzewa o różnym wieku. Wiek najstarszego drzewa w obrębie poziomu A wynosi 24 lata. Najstarsze drzewo porastające poziom B ma 46 lat (ryc. 7). Tabela 2 przedstawia minimalne tempo migracji bocznej koryta w badanym odcinku wynoszące 0,48 m/rok.

Tempo migracji bocznej wyznaczone za pomocą wieku i ilości kłód zalegających pod wklęsłym brzegiem (0,05–0,15 m/rok) jest znacznie mniejsze od tempa migracji

bocznej wyznaczonego na podstawie wieku drzew porastających łachy meandrowe (0,47–1,07 m/rok). Szybsze tempo migracji bocznej wyznaczone dla stanowisk 3 i 4 wynika prawdopodobnie z niższej wysokości podcięć erozyjnych stwierdzonych w tych stanowiskach. Jednak otrzymane wyniki dotyczą w szczególności analizowanych stanowisk i należy je traktować z dużą ostrożnością jako wskaźnik średniego tempa migracji koryta Małej Panwi w badanych odcinakach.

Literatura

- DYNOWSKA I. 1971 — Typy reżimów rzecznych w Polsce. Zesz. Nauk. UJ, 268: 5–155.
- GURNELL A. M. & SWEET R. 1998—The distribution of large woody debris accumulations and pools in relation to woodland stream management in a small, low-gradient stream. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22: 1101–1121.
- GURNELL A. M., GREGORY K.J. & PETTS G.E. 1995 — The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: implications for management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 5: 143–166.
- HUPP C. R. 1984 — Dendrogeomorphic evidence of debris flow frequency and magnitude at Mount Shasta. California. *Environ. Geol. Water Sc.*, 6: 121–128.
- KACZKA R. J. 1999 — The role of coarse woody debris in fluvial processes during the flood of the July 1997, Kamienica Łącka valley. Beskidy mountains. Poland. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcanica*, 33: 119–129.
- KONDRACKI J. 1998 — Geografia regionalna Polski. PWN.
- KALICKI T. & KRĄPIEC M. 1994 — Problemy datowań form i aluwów metodą dendrochronologiczną na przykładzie doliny Wisły koło Krakowa. *Zesz. Nauk. Polit. Śl.*, 1229: 173–189.
- KRĄPIEC M. 1992 — Skale dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski. *Kwart. AGH, Geol.*, 18: 37–120.
- KRĄPIEC M. 1995 — Metodyka badań dendrochronologicznych. [W:] E. Mycińska-Dowgiałło & J. Rutkowski (red.). *Badania osadów czwartorzędowych*. Wyd. Geograf. Stud. Reg. Warszawa: 318–328.
- Meßtischblatt 3202.1923 Tworg. Konigl. Preuss.
- RACHOCKI A. 1978 — Wpływ roślinności na ukształtowanie koryt i brzegów rzek. *Prz. Geograf.*, 50: 469–479.
- SCHWEINGRUBER F.M. 1988 — Tree rings. Basics and applications of dendrochronology. Kluwer. Dodrecht.
- SIGAFOOS R.S. 1964 — Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. *U.S. Geol. Surv. Profess. Pap.*, 485-A: 1–33.
- SIGAFOOS R.S. & HENDRICKS E. L. 1961 — Botanical evidence of the modern history Nisqually glacier. *Washington, Geol. Profes. Pap.* m 397-A:20–28.
- VAN SICKLE J. & GREGORY S. V. 1990 — Modeling inputs of large woody debris to streams from falling trees. *Canad. Jour. Forest Res.*, 20: 1593–1601.