

Procesy hydrologiczne, czyli początek dyskusji o rzece



Mateusz Grygoruk

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Katedra Inżynierii Wodnej

Warszawa, 25.11.2017

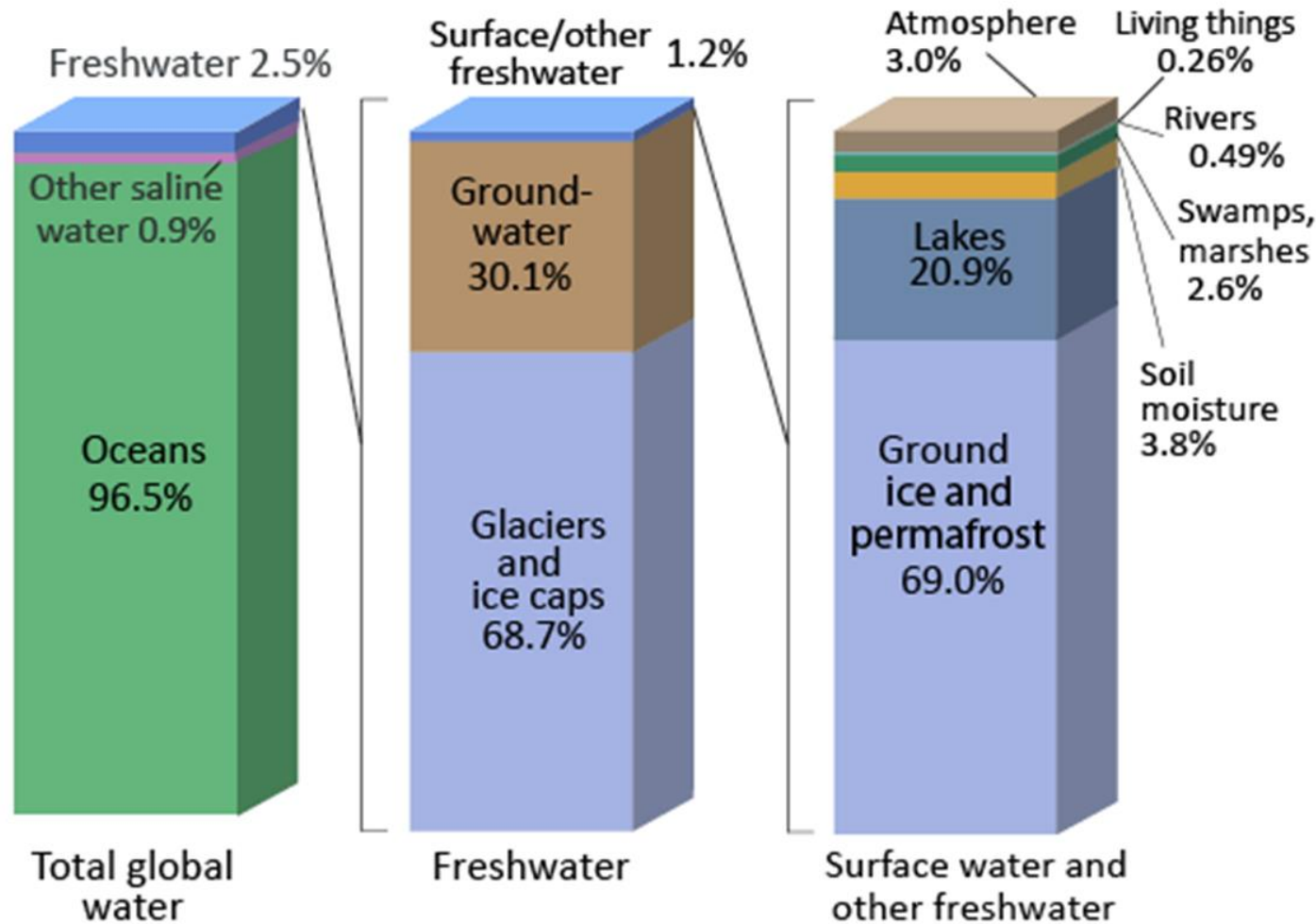


Hydrologia, inżynieria, perspektywy

- Rzeka a obieg wody,
- Co wynika z hydrogramu czyli skąd się bierze woda w rzece?
- Utrzymanie rzeki?
- Jaka jest wartość rzeki?



Bilans wodny Ziemi – raczej słońco i zimno

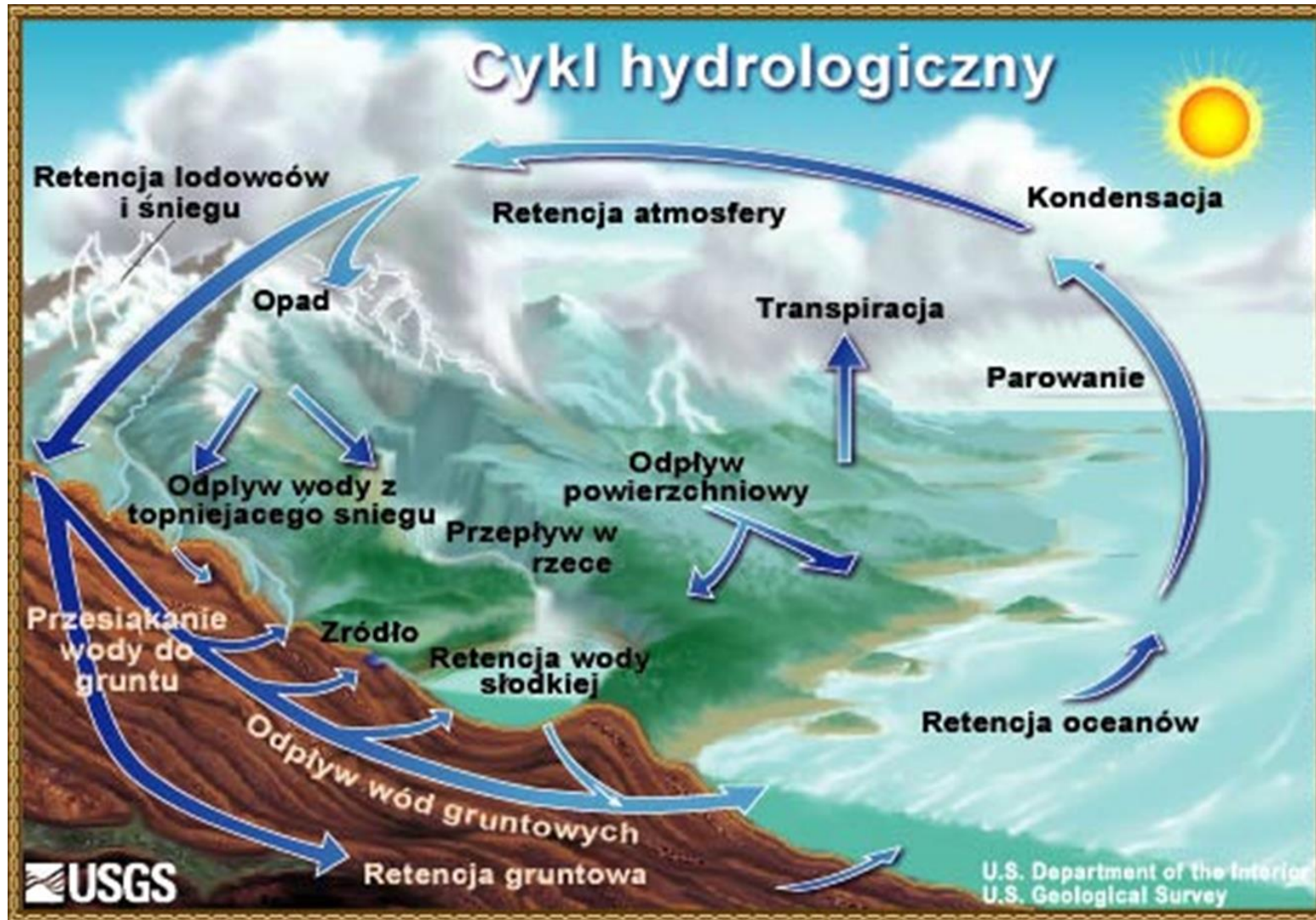


Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*.

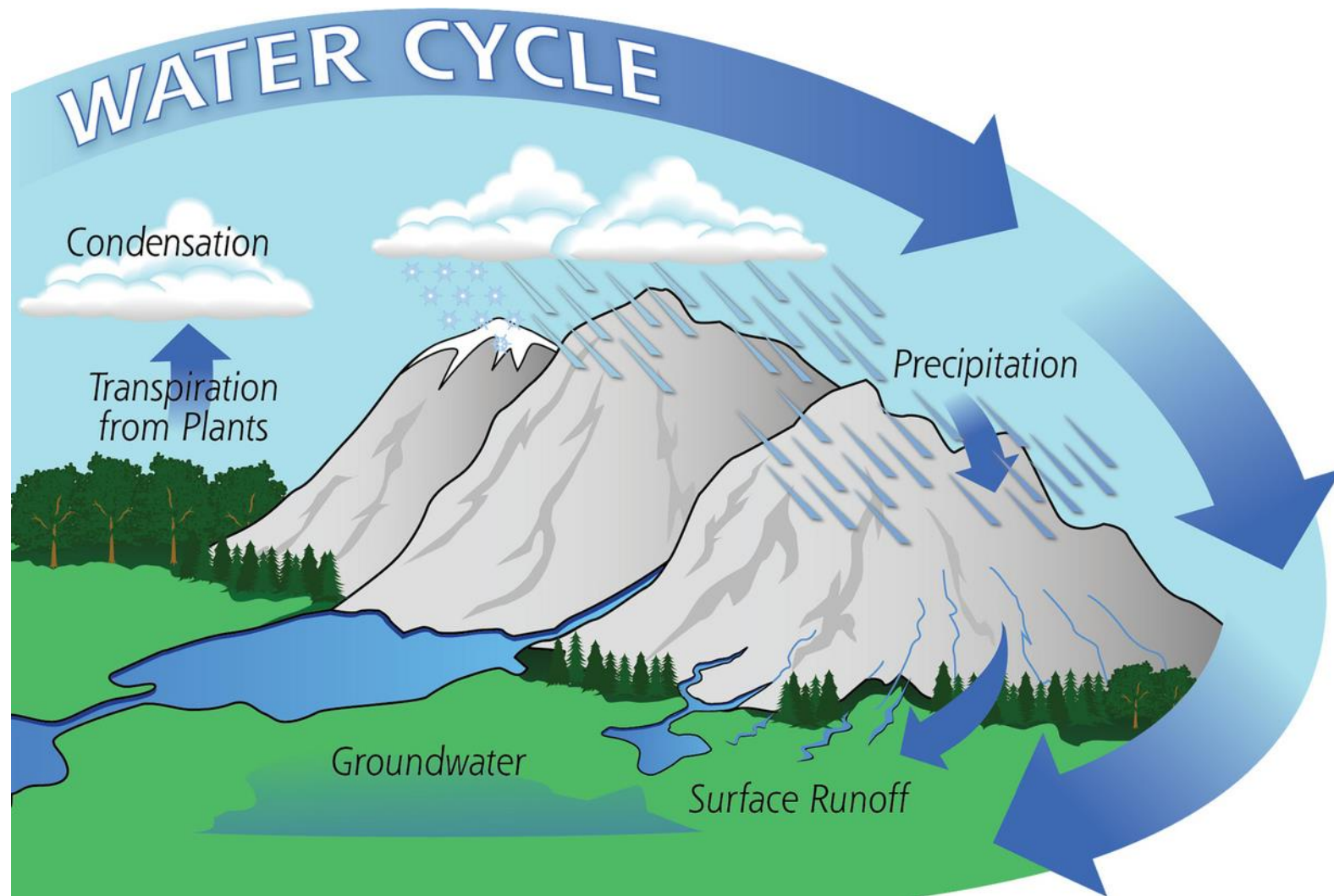
NOTE: Numbers are rounded, so percent summations may not add to 100.



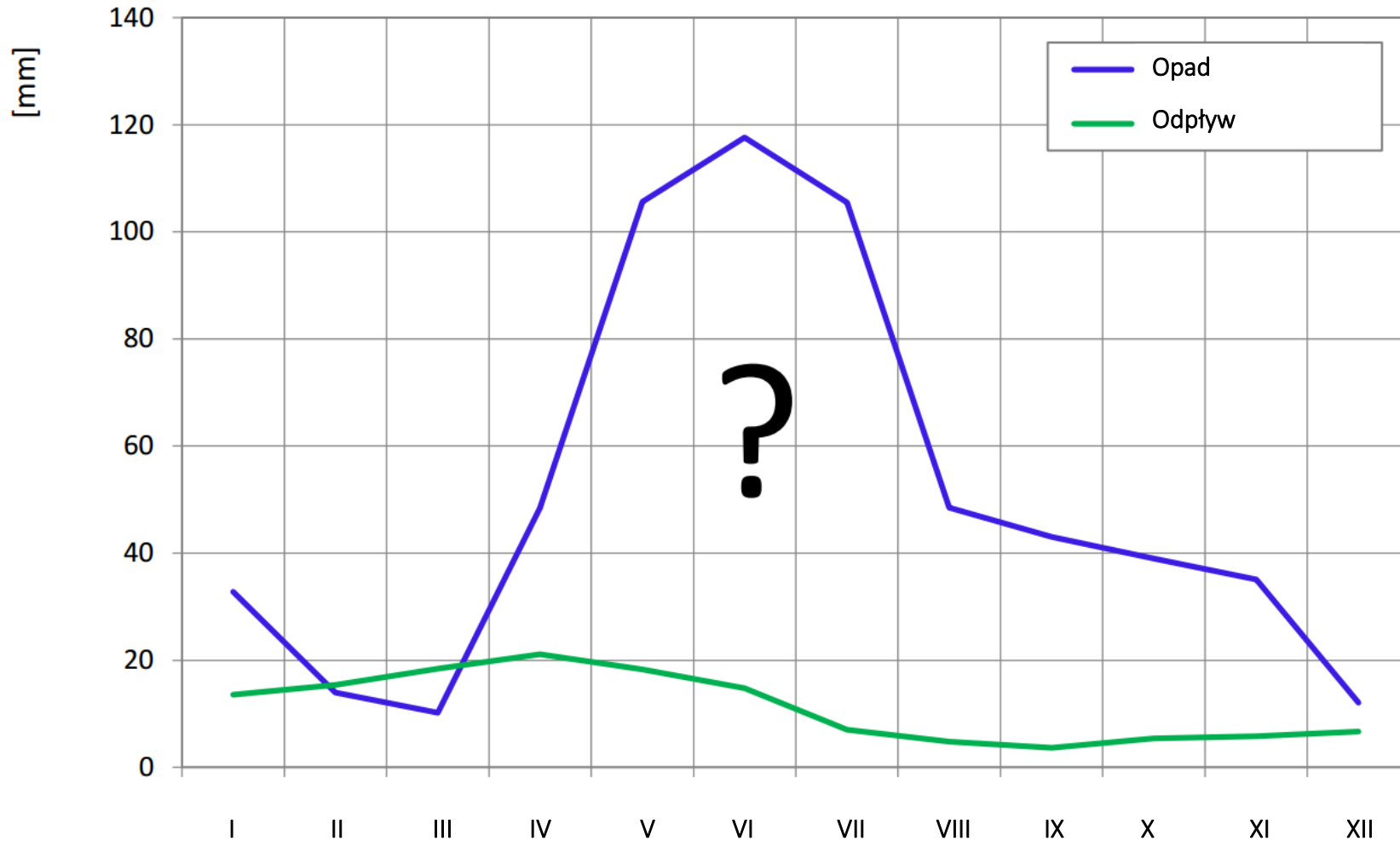
Duży obieg wody



Mały obieg wody



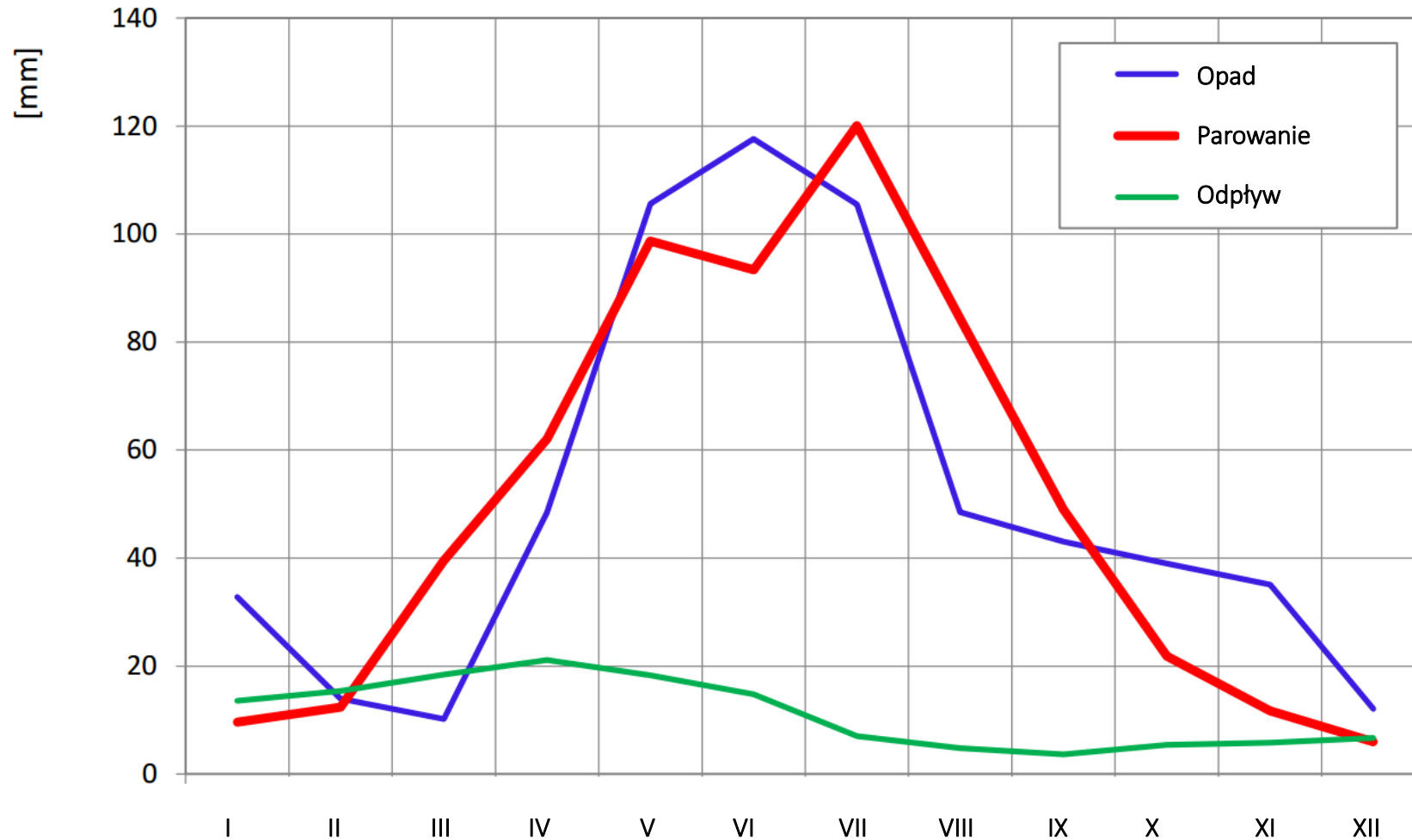
Gdzie jest woda?



Dane z wielolecia – zlewnia Biebrzy (IMGW oraz BPN)



W naszym klimacie parowanie rządzi wodą



Dane z wielolecia – zlewnia Biebrzy (IMGW oraz BPN)

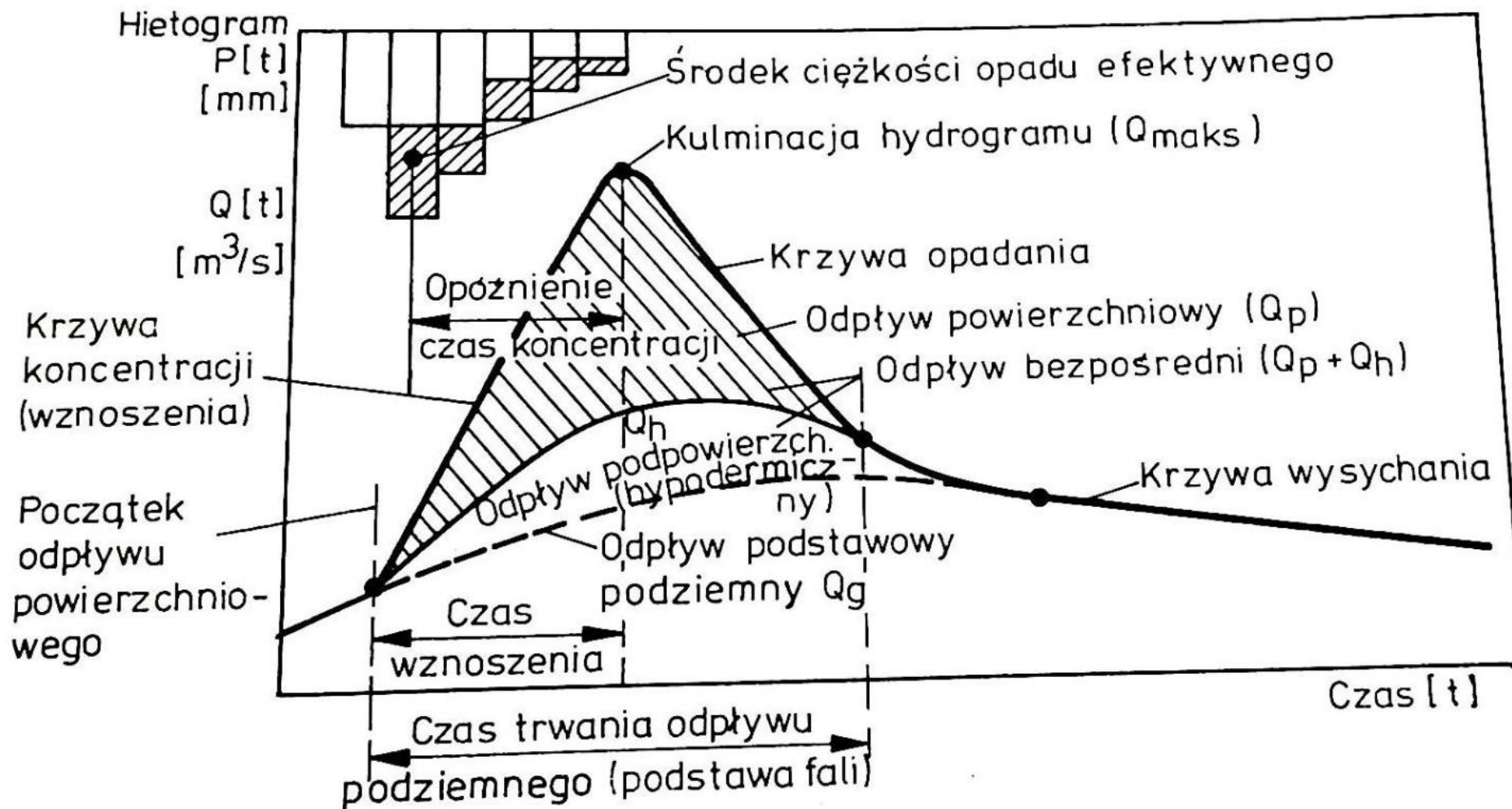


Ile procent opadu zasila rzeki?

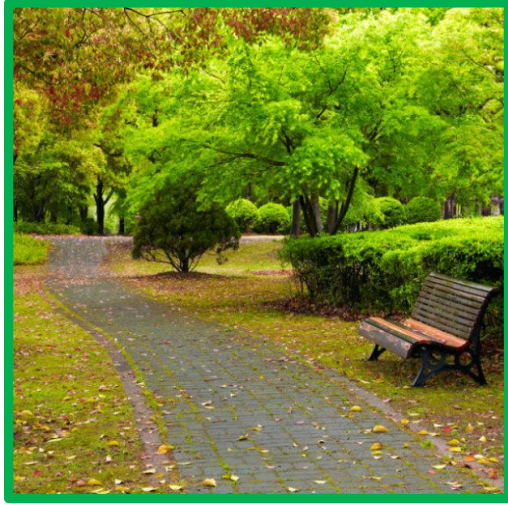
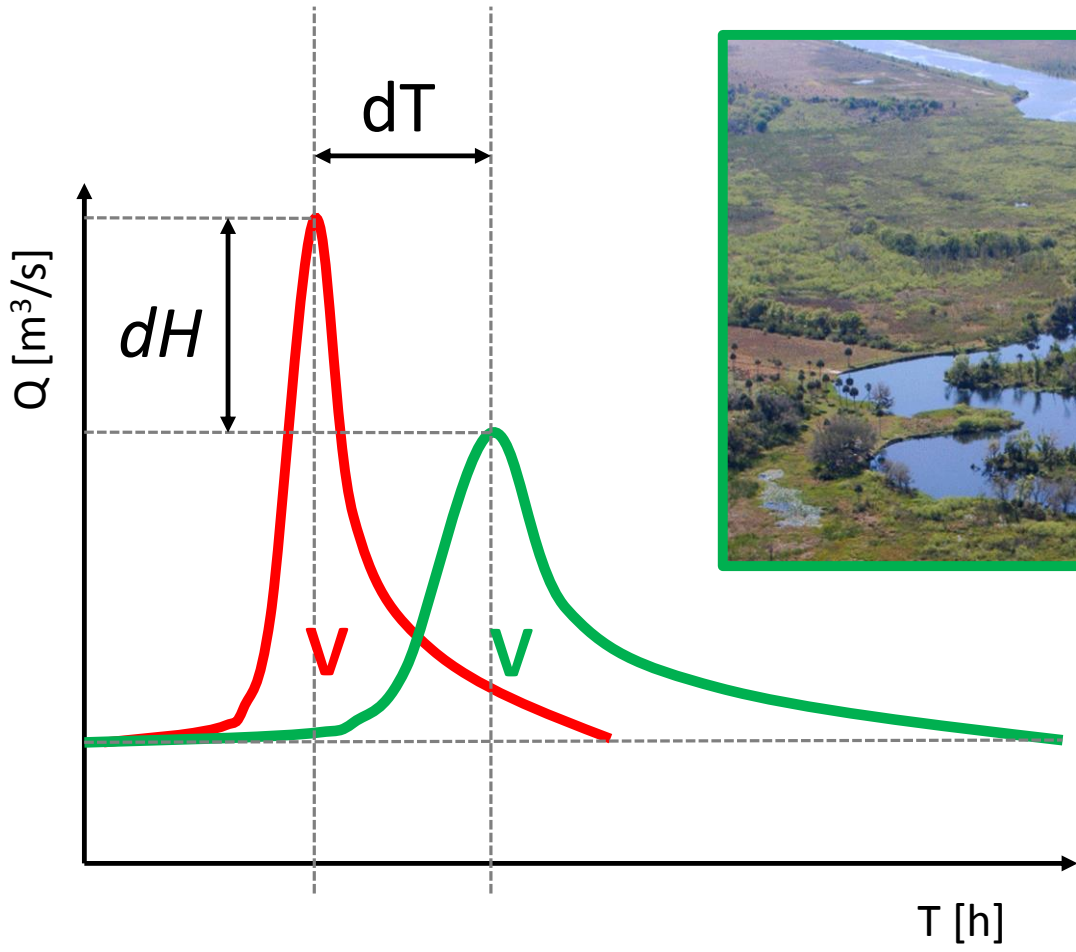
- Współczynnik odpływu (stosunek warstwy odpływu do warstwy opadu) przyjmuje w Polsce wartości około 0,3,
- Oznacza to, że jedynie około 30% opadu odpływa rzeką, a reszta pozostaje w „małym obiegu” (paruje, infiltruje...),
- Przyspieszanie odpływu poprzez zmianę spadku lub szorstkości (rzeki lub terenu) wpływa na ograniczenie ilości wody w krajobrazie,
- W konsekwencji, niezbędne są kosztowne działania agrotechniczne lub przeciwpowodziowe.

c	Zlewnie rzeczne
0,10	Noteć wschodnia
0,15	Tyśmienica z Piwonią, Wilga, Huczwa, Włodawka, ciekі płynące w widłach Wisły i Bugu (jak Rządza, Długa, Czarna Struga), Bzura (dolna), Osa, Orla, Noteć (po Nakło)
0,20	Tanew, Kamienna, Ilżanka, Wieprz (od Lubartowa), Wojślawka, Bystrzyca Lub., Bug (do Narwi), małe dopływy Bugu (jak Ubrodownica, Welnianka itd.), Krzna (z dopływami), Nurzec, Liwiec (od Liwu), Bzura (Łęczycza), dopływy Bzury, Psina, Barycz (od Wąsosz), Widawka, Proсна, Lutynia, Noteć (od Nakła po Gwdę)
0,25	Czarna Przemsza (po Będzin), Brynica, Rudawa, Wieprz środkowy (po Łęczną), dopływy Wieprza (jak Łabuńka, Wolica), Radomka, Świder, Bug (poniżej Narwi), Toczna, Liwiec (Krześlin), Kostrzyń, Wkra (Cieksyn), Drwęca (od Nowego Miasta); Łyna; Odra dolna (poniżej Warty); Ruda, Bierawka, Kłodnica z Dramą, Osobłoga, Barycz (Milicz); Warta od Neru do ujścia, Ner (od Poddębic), Noteć (od Gwdy do ujścia)
0,30	Wisła dolna (od Bugu do ujścia); Czarna Przemsza (Radocha), Prądnik, Dłubnia, Nowy Brzeń, Wschodnia z Czarną, Wieprz (Zwierzyniec), Pilica (od Przedborza), dopływy Pilicy, Narew, dopływy Narwi, Drwęca górna (Biała Góra), Odra środkowa (do ujścia Warty), Mała Panew, Piława, Warta (od Widawki po Ner), Liswarta, Ner (Chocianowice), Gwda, Ina
0,35	Wisła środkowa (od Sanu do Bugu); Przemsza (połączona), Biała Przemsza (od Maczek), Nida (połączona), Łęg, Pilica (Szczekociny); Pasłęka; Nysa Kłodzka (dolna – poniżej Kopic), Biała Głucholaska; Warta (od Mstowa po Widawkę), Wiercica, Drawa
0,40	Wisła górna (od Przemszy po San); Iłownica, Biała, Uszwica, Wisłoka (od Skurowej), Ropa, Jasiołka, Koprzywianka, San (poniżej Tanwi), Wisłok z Mleczką, Brda (po Świt), Odra górna (po Racibórz), Nysa Kłodzka (środkowa – Wójcice), Bystrzyca, Kwisa, Nysa Łużycka, Warta (Korwinów); Rega, Parsęta, Grabowa, Słupia
0,45	Biała Przemsza (po Sławków), Soła, Raba, Dunajec (od Popradu), Poprad (dolny), Wisłoka (Żółków), Wielopolka, San środkowy (od Tanwi), Brda górna (Drzewicz), Nysa Kłodzka (do zbiornika Otmuchów); Wieprza, Łupawa, Reda
0,50	Skawa (od Suche), Poprad środkowy, dopływy Dunajca (Kamienica Nawojowska, Łososina), San górny, Wiara, Wda, Bóbr
0,55	Skawa (po Osielec), Poprad (górnny)
0,60–0,70	Czarny Dunajec, Dunajec z dopływami (po Krościenko)

Kształt fali wezbraniowej również nie jest przypadkowy...



Czas koncentracji i wysokość fali wezbraniowej



Teoria czy praktyka?



Rz. Supraśl
powyżej
Supraśla,
24.12.2010

Rzeka Supraśl podmywa bulwary. Bo powstały na terenie zalewowym. (wideo)

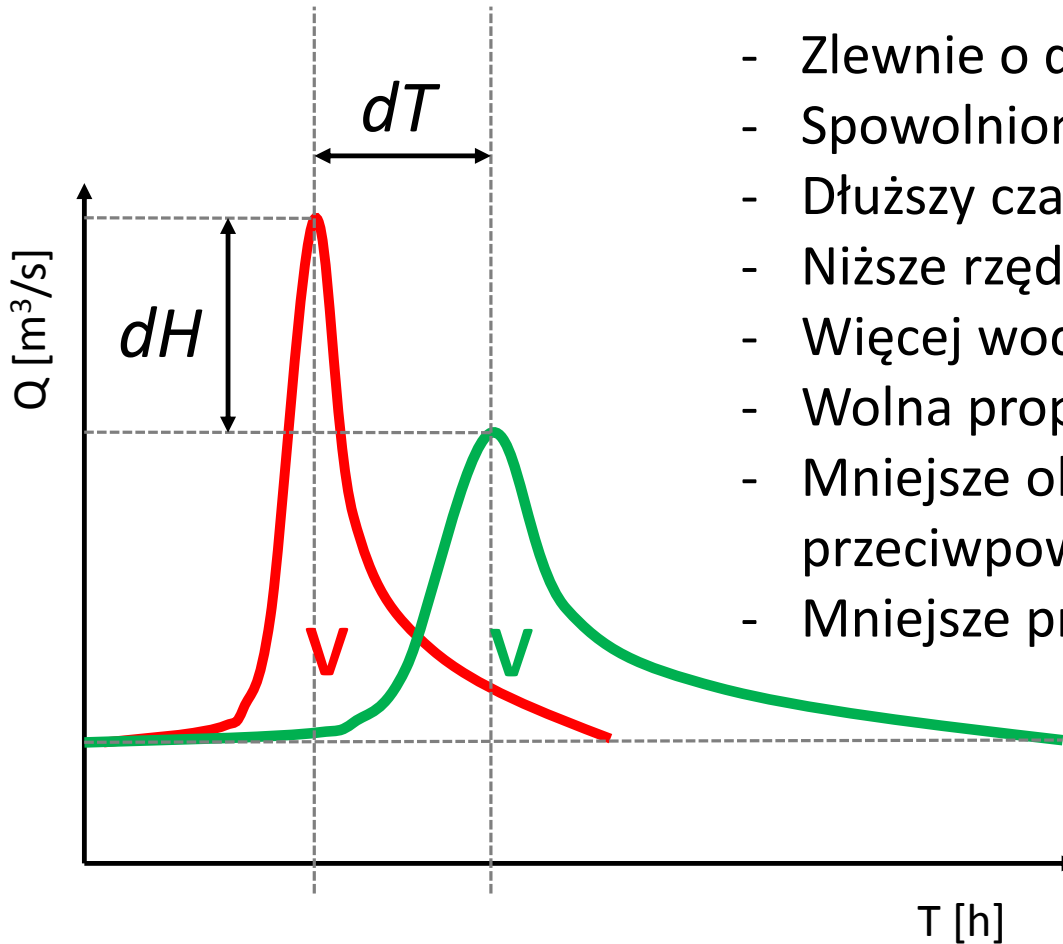
Adrian Kuźmiuk 21 stycznia 2011 AKTUALIZACJA: 21 stycznia 2011 10:58

Poranny.pl



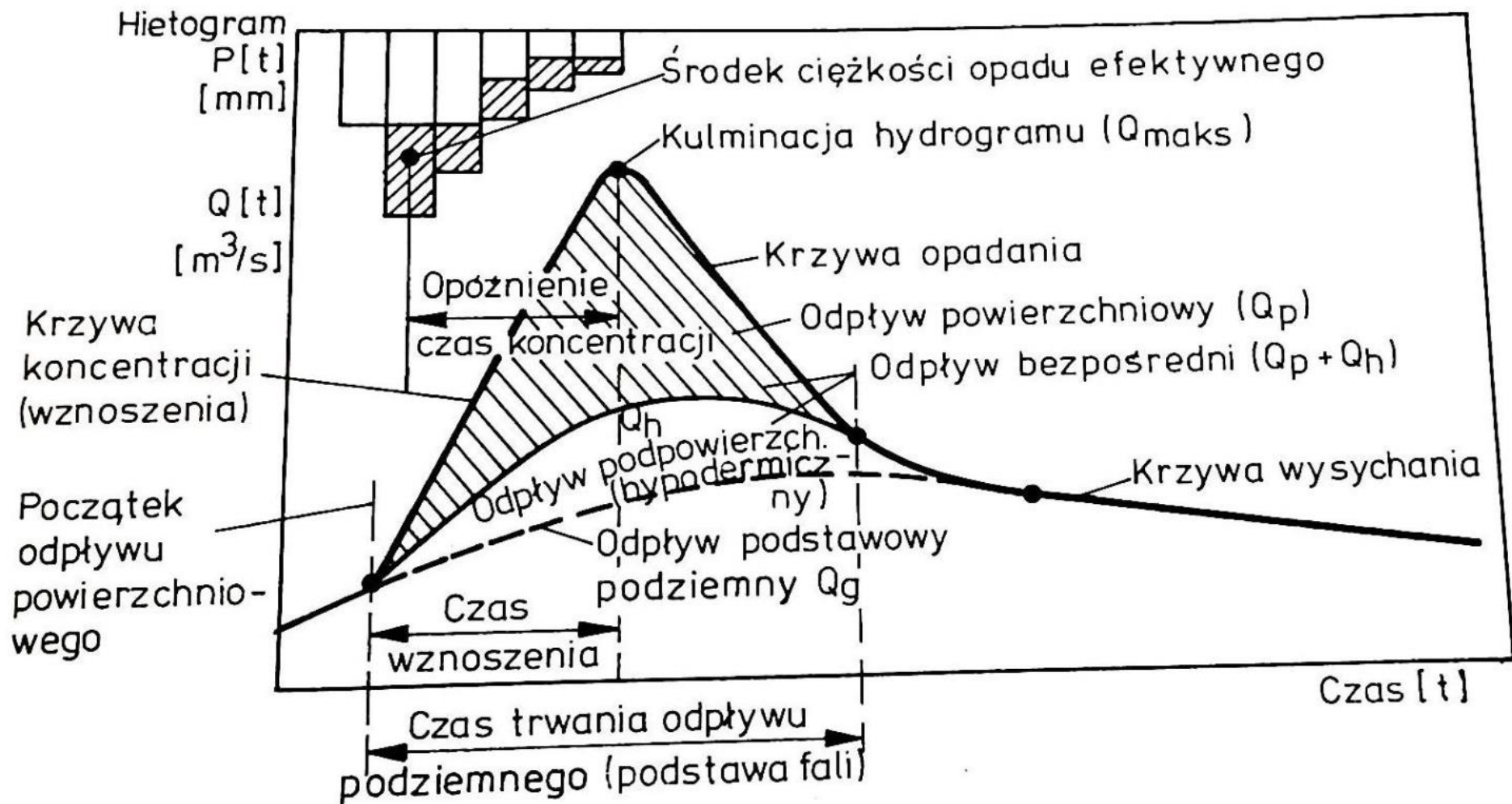
Czas koncentracji i wysokość fali wezbraniowej

- Typowy dla zlewni miejskich, o niskiej retencji,
- Szybki odpływ,
- Krótki czas koncentracji fali,
- Wyższe rzędne hydrogramu,
- Mniej wody w „małym obiegu”,
- Szybka propagacja fali wezbraniowej,
- Większe obciążenie urządzeń przeciwpowodziowych,
- Większe prawdopodobieństwo nałożenia się fal wezbraniowych (np. z doływów)

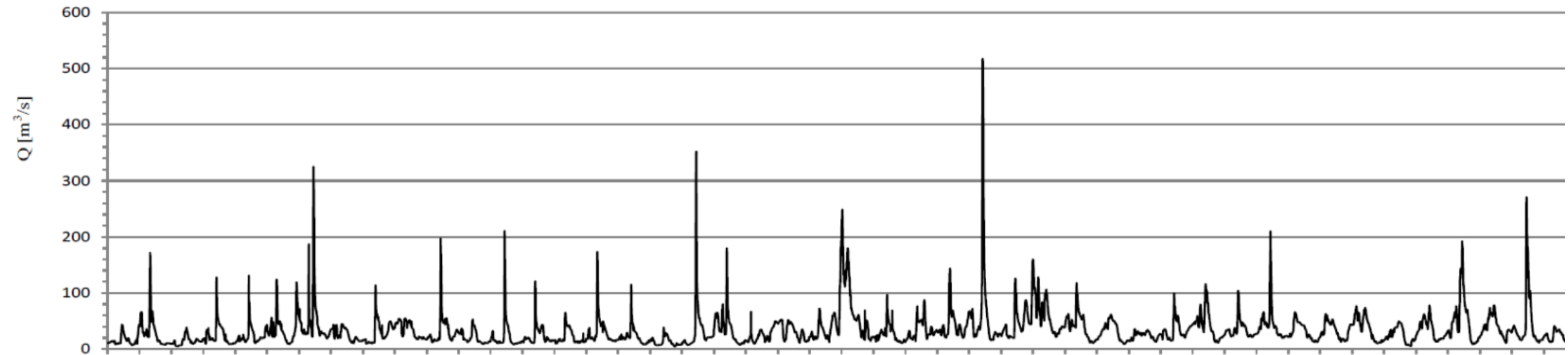


- Zlewnie o dużej retencji,
- Spowolniony odpływ,
- Dłuższy czas koncentracji,
- Niższe rzędne hydrogramu
- Więcej wody w „małym obiegu”
- Wolna propagacja fali,
- Mniejsze obciążenie urządzeń przeciwpowodziowych,
- Mniejsze prawdopodobieństwo nałożenia się fal.

Czy na hydrogramie widać odpływ inny niż powierzchniowy?



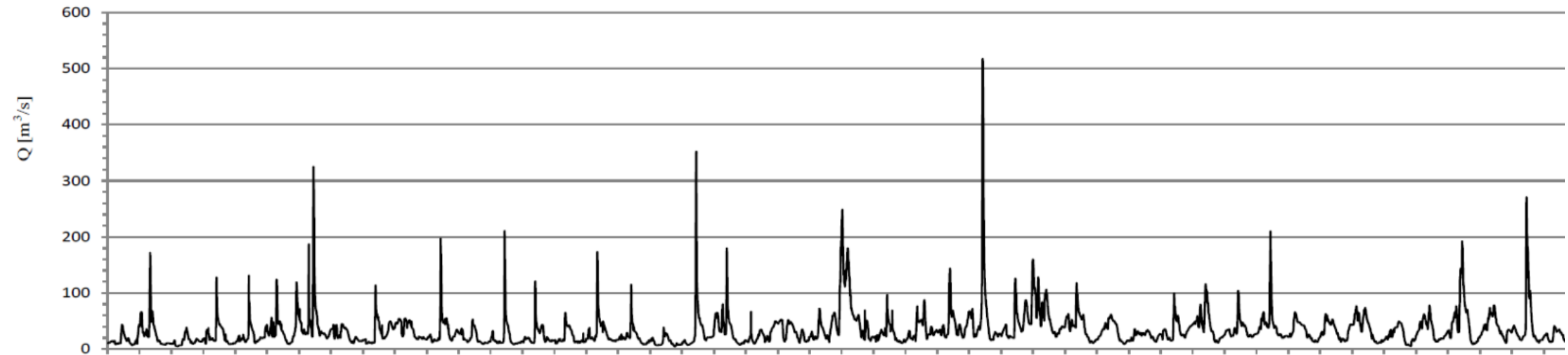
Kształt fali wezbraniowej również nie jest przypadkowy...



Rz. Biebrza, Burzyn, 1951-2012 (IMGW)

Ile wody w statystycznej polskiej rzece pochodzi z wód podziemnych?

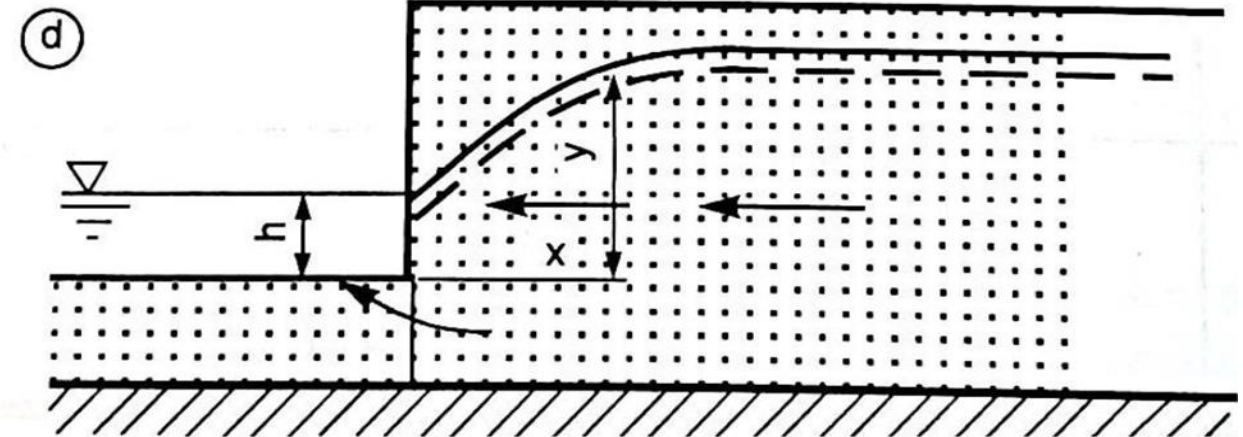
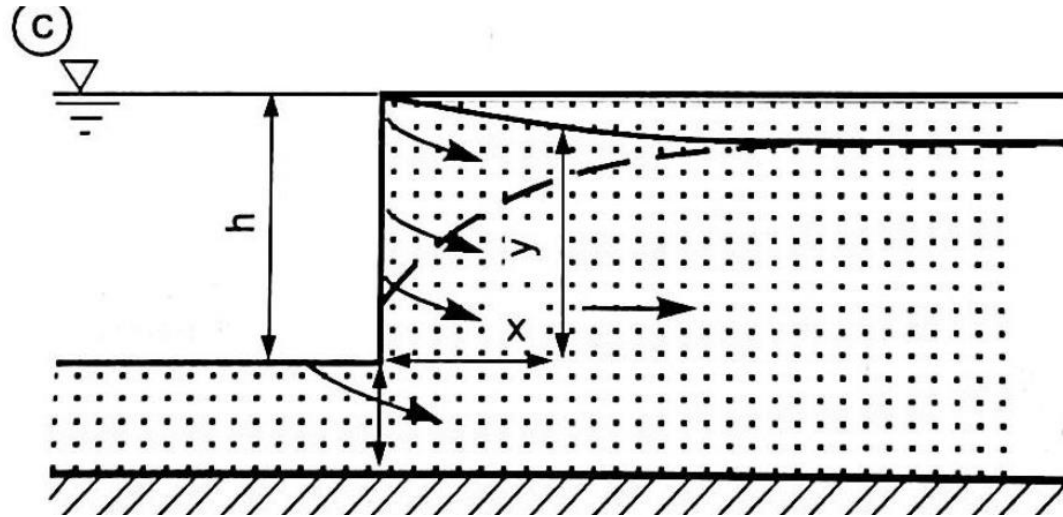
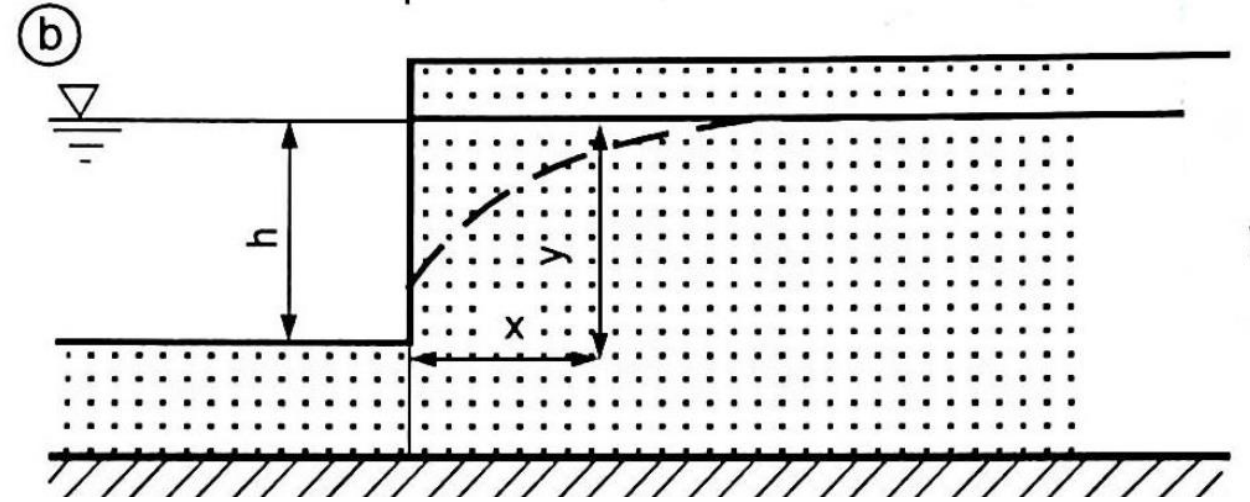
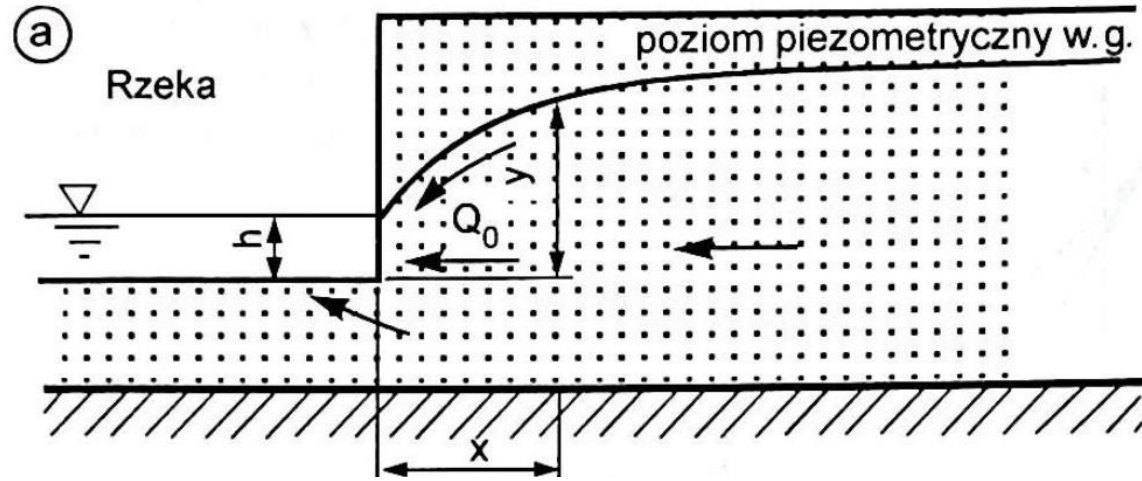
Kształt fali wezbraniowej również nie jest przypadkowy...



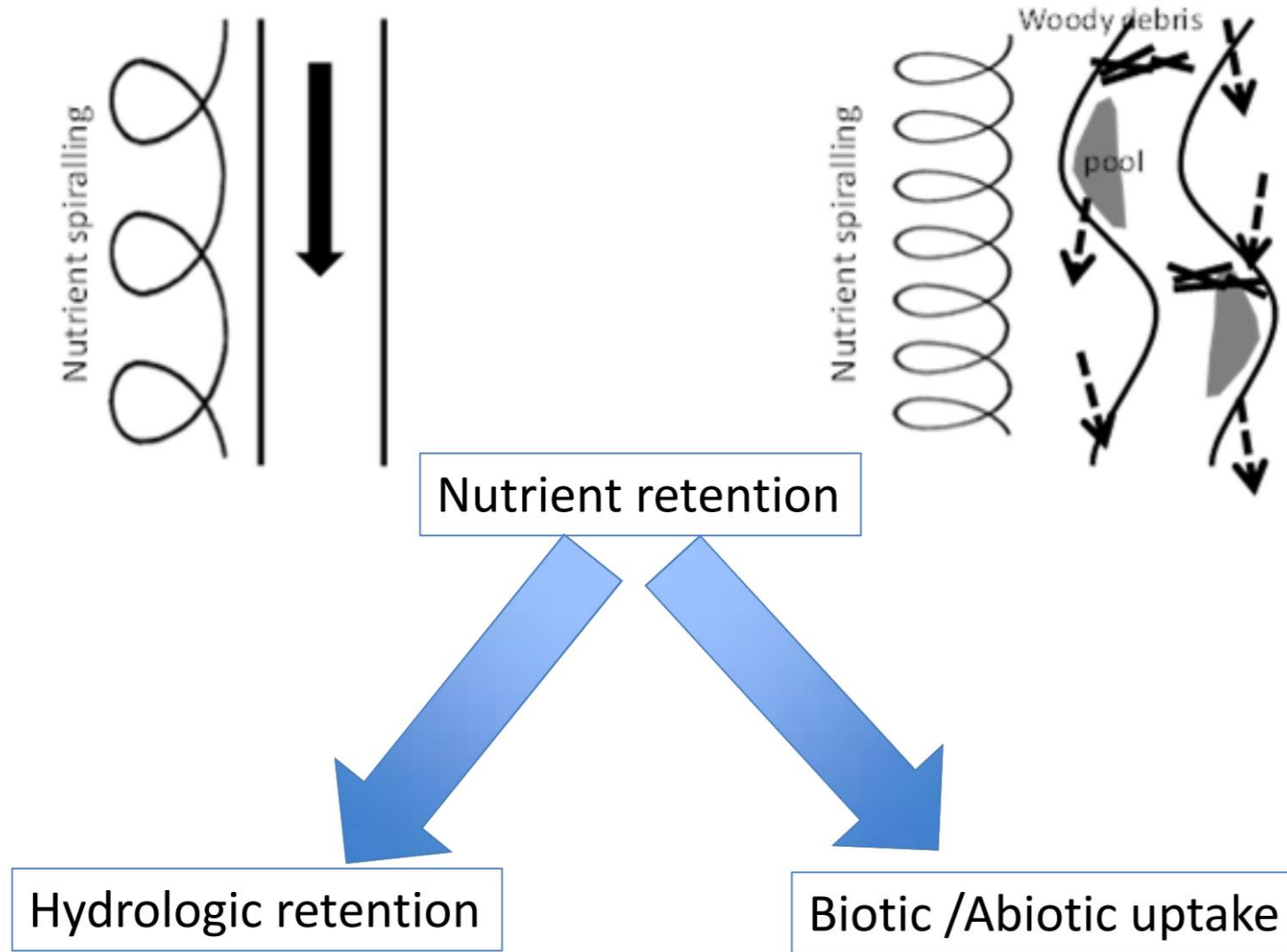
Rz. Biebrza, Burzyn, 1951-2012 (IMGW)

Okolo 70-80%!

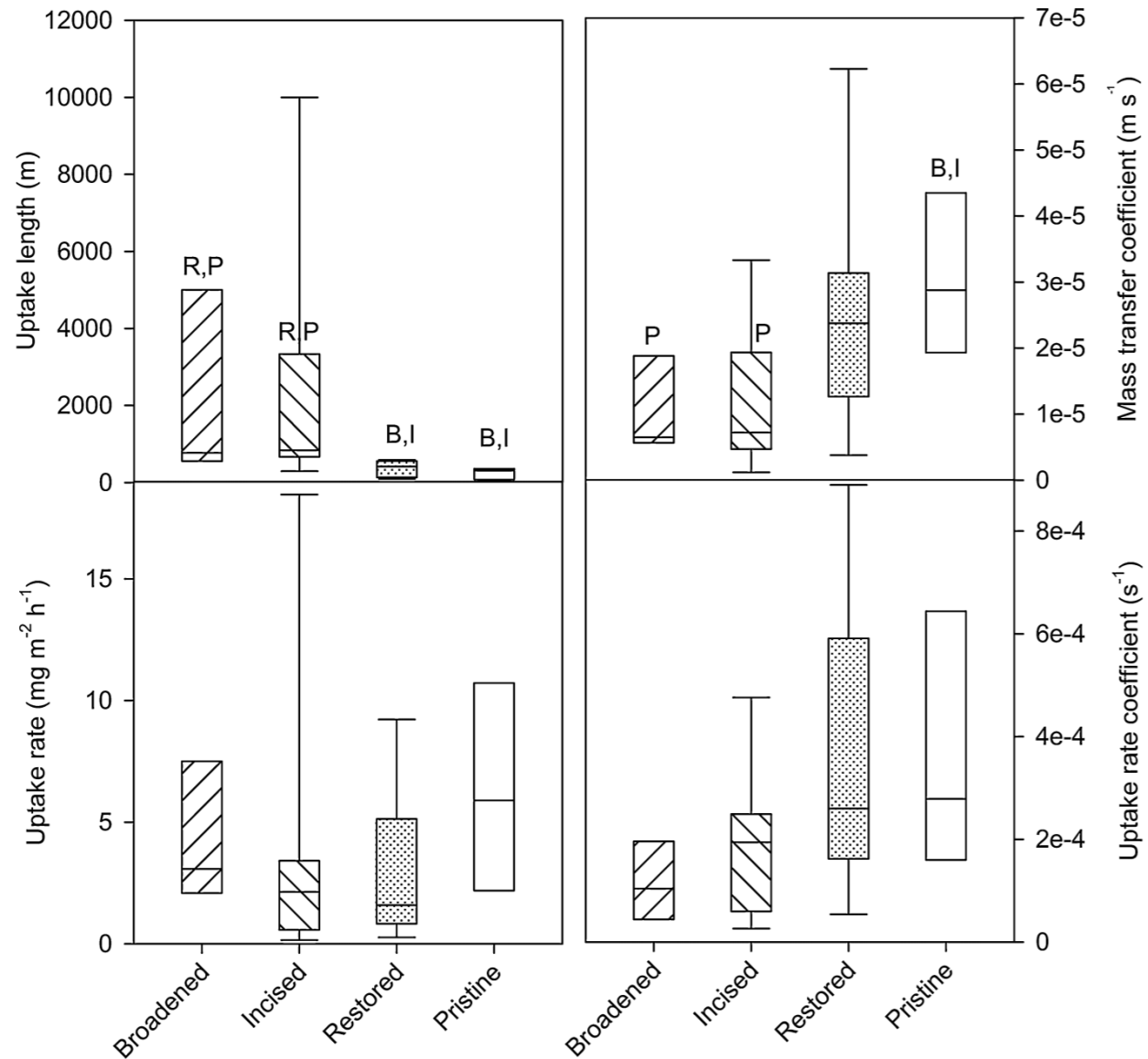
Wymiana wody między rzeką a wodami podziemnymi



Cyркуlacja nutrientów – rzeka przekształcona a naturalna?



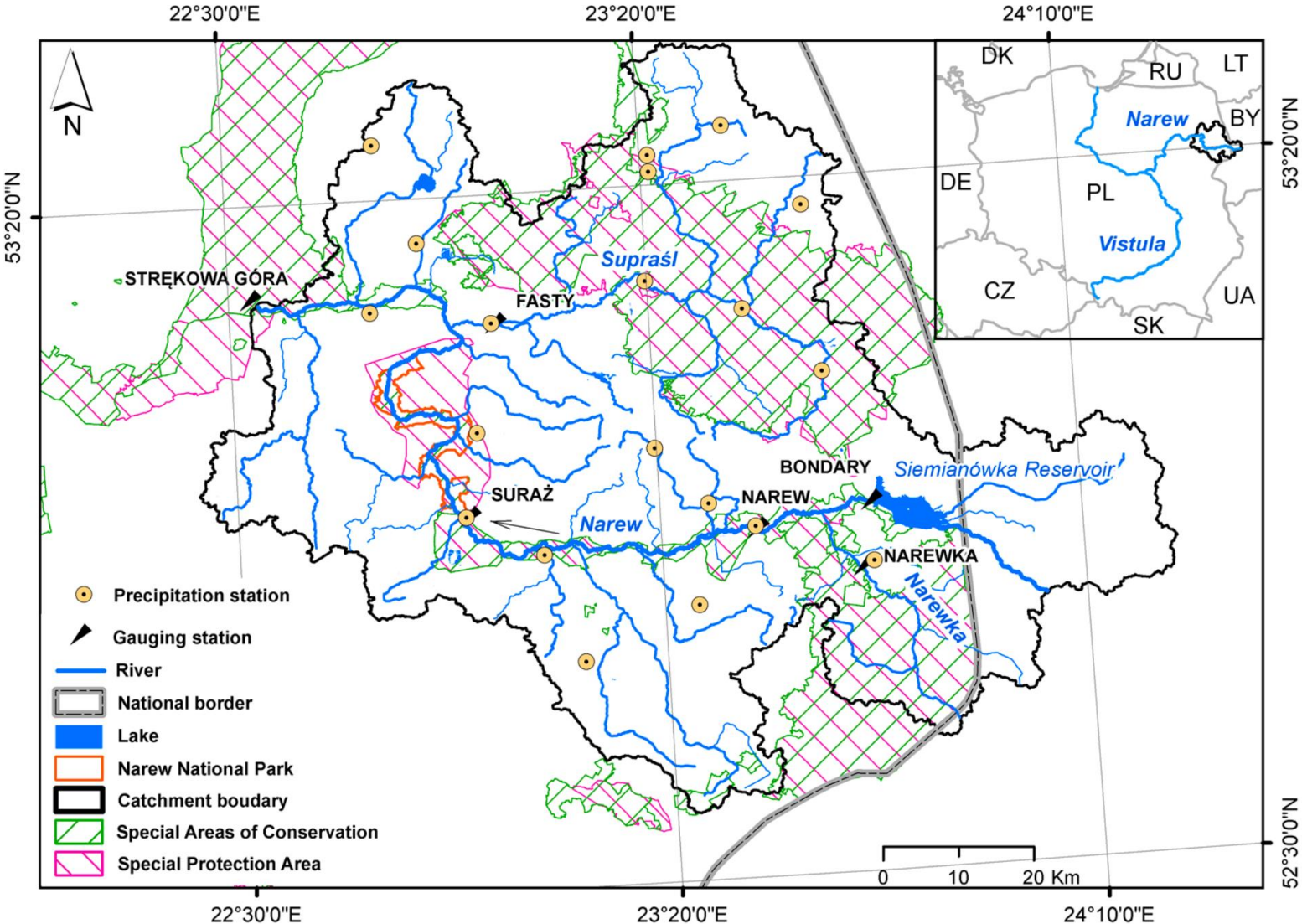
Cyrkulacja nutrientów – rzeka przekształcona a naturalna?



(Weigelhoffer et al., 2013)

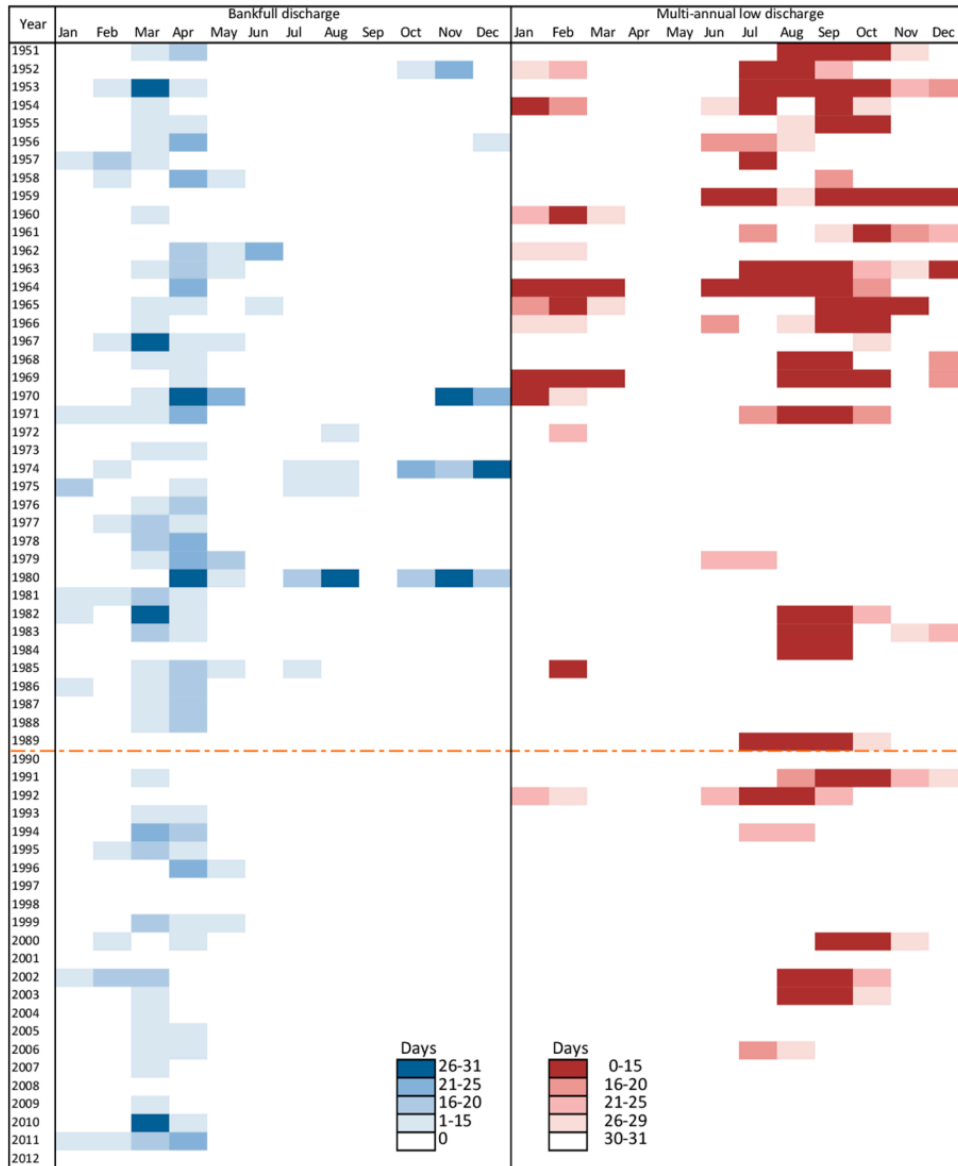


Jak zaburzenie naturalnej rzeki wpływa na jej system?



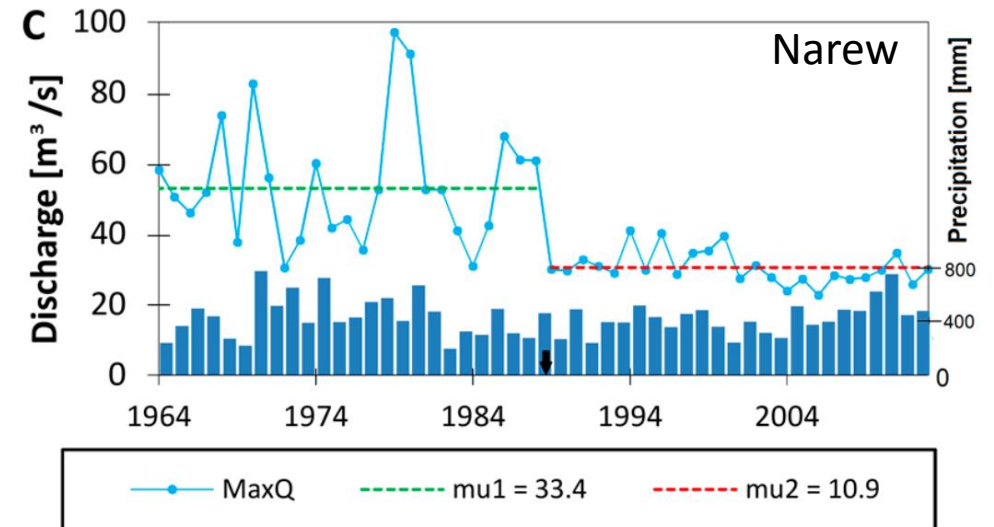
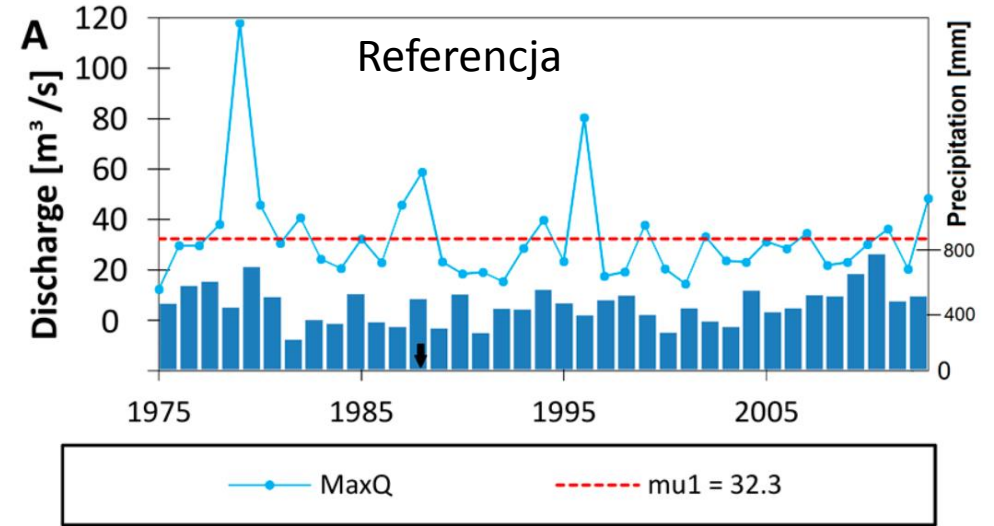
(Marcinkowski i Grygoruk, 2017)

Jak zaburzenie naturalnej rzeki wpływa na jej system?



Wezbrania

Nizówki



(Marcinkowski i Grygoruk, 2017)



Ekologia stopnia wodnego?

Parzęta – badania Prof. T. Hesse
– migracja smoltów w dół rzeki



Włocławek – 88% powierzchni
zlewni Wisły niedostępne dla ryb
wędrownych!

Ile ryb przeszło przez
przepławkę?

- 1566 troci (2015) (**1 ryba na
100 km² zlewni**)

- 651 troci (2016)

(Dębowski, 2016)

Troć wędrowna *Salmo trutta m. trutta*
Złowiona w przepławce stopnia
wodnego we Włocławku (badania IRŚ,
28.10.2016)



Zapora jest budowlą

- Podczas budowy jest planowana jej dekapitalizacja,
- Każdą zaporę trzeba będzie rozebrać,
- Zgoda międzynarodowa na konwencje dotyczące transportu wodnego to również zgoda międzynarodowa na RDW, Dyrektywę Siedliskową itd...
- Amortyzacja budowli wodnych w Polsce to 2,5% w skali roku – po 40 latach jest więc planowana (ustawowo) jej dekapitalizacja!



Całe szczęście, po usunięciu zapory rzeka dość szybko się regeneruje...

PERSPECTIVES

ECOLOGY

1000 dams down and counting

Dam removals are reconnecting rivers in the United States

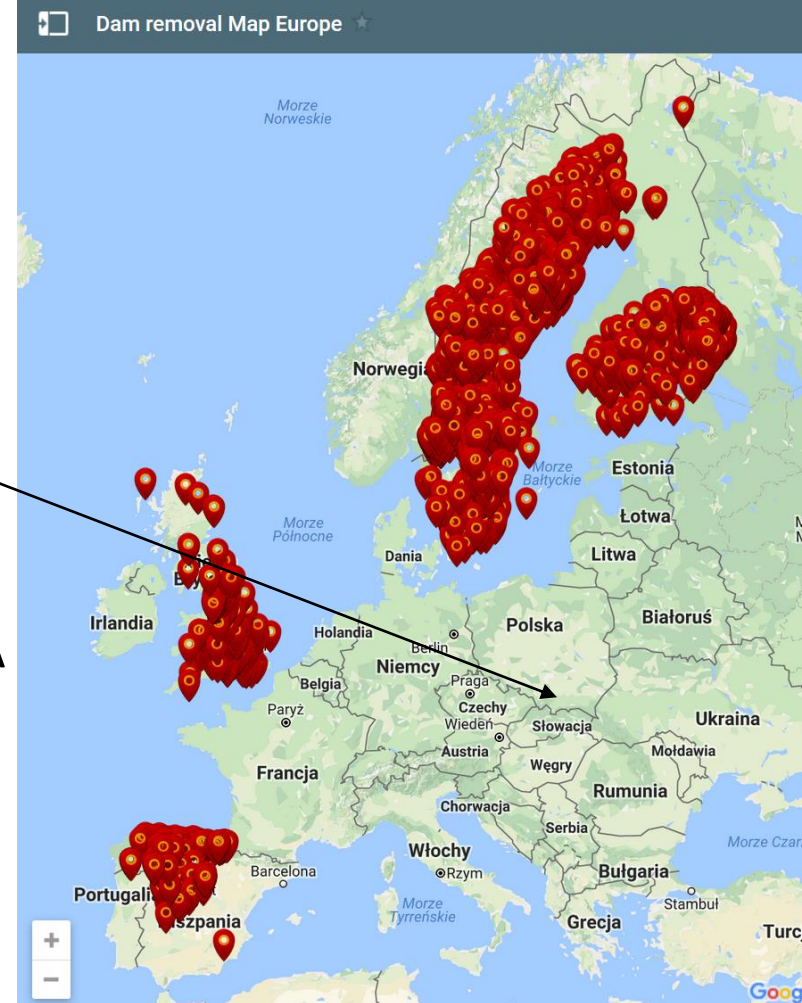
By J. E. O'Connor,¹ J. J. Duda,² G. E. Grant³

Forty years ago, the demolition of large dams was mostly fiction, notably plotted in Edward Abbey's novel *The Monkey Wrench Gang*. Its 1975 publication roughly coincided with the end of large-dam construction in the United States. Since then, dams have been taken down in increasing numbers as they have filled with sediment, become unsafe or inefficient, or otherwise outlived their usefulness (1) (see the figure, panel A). Last year's removals of the 64-m-high Glines Canyon Dam and the 32-m-high Elwha Dam in northwestern Washington State were among the largest yet, releasing over 10 million cubic meters of stored sediment. Published studies conducted in conjunction with about 100 U.S. dam removals and at least 26 removals outside the United States are now providing detailed insights into how rivers respond (2, 3).

A major finding is that rivers are resilient, with many responding quickly to dam removal. Most river channels stabilize within months or years, not decades (4), particularly when dams are removed rapidly; phased or incremental removals typically have longer response times. The rapid physical response is driven by the strong upstream/downstream coupling intrinsic to river systems. Reservoir erosion commonly begins at knickpoints, or short steep



Goodbye to a large dam. Elwha River passing through the remains of Glines Canyon Dam on 21 February 2015. The former Lake Mills can be seen in the background.



Ponad 1300 zapór usuniętych w USA

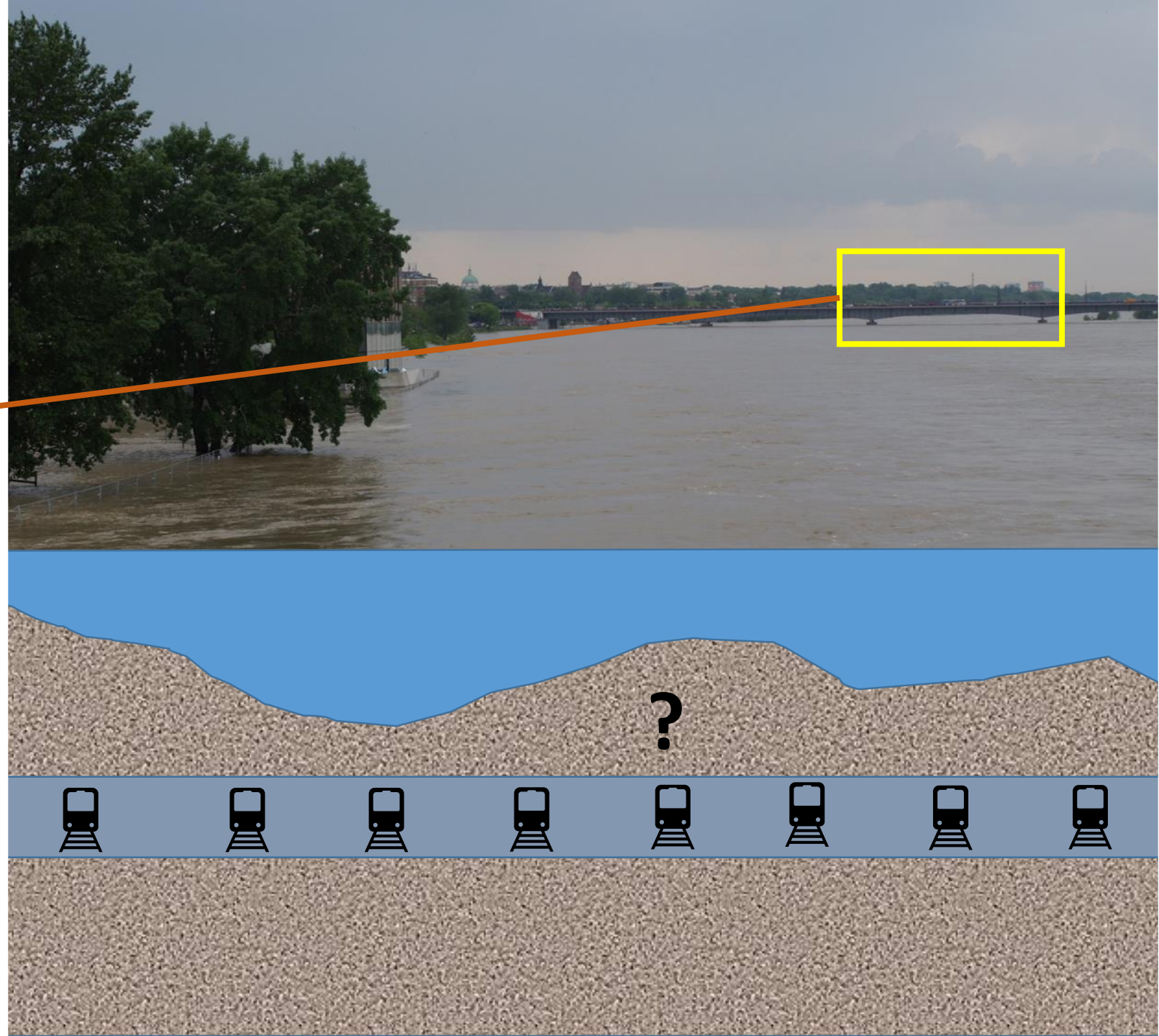
Wiele piętrzeń usuniętych w Europie

W Polsce - ??? – na pewno usunięto jedno piętrzenie (rz. Krzczonówka)

Metro? Mosty?



Procesy hydrologiczne to wytrzymają. Czy wytrzyma to ekonomia?



05.2010



12.2014

Prace utrzymaniowe na rzekach a środowisko

- Wielokrotnie wśród „praktyków” utrzymania rzek przewija się wątek o braku negatywnego oddziaływania prac utrzymaniowych (np. odmulania, usuwania roślinności...) na stan ekologiczny rzeki. W końcu to tylko „konserwacja” ...
- Przeanalizowaliśmy wyniki 203 prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie ISI i poświęconych ocenie reakcji ekosystemów rzek z 33 krajów na różne prace utrzymaniowe,
- 96% prac wskazuje na jednoznaczne negatywne oddziaływanie prac utrzymaniowych na środowisko,
- Gwałtowna zmiana warunków przepływu rzeki oraz substratu dna powoduje negatywną reakcję ryb, roślin i makrozoobentosu. Stan ekologiczny rzeki ulega pogorszeniu.

(Bączyk i in., 2018, po recenzji)



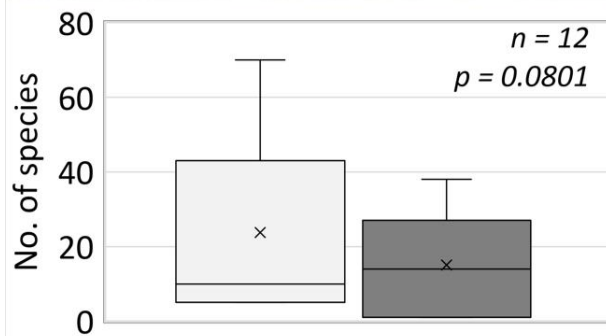
Prace utrzymaniowe na rzekach a środowisko

Technical maintenance of agricultural lowland rivers

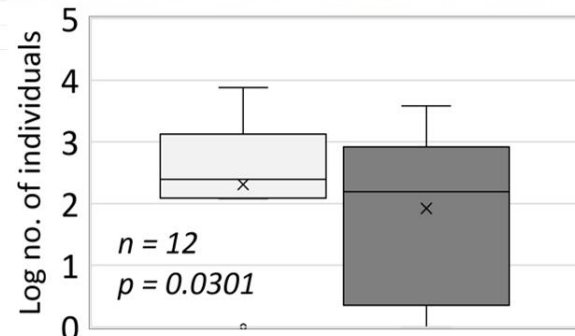
- Dredging
- Macrophyte removal
- Regulation (straightening, habitat homogenization)

RESPONSE OF AQUATIC ECOSYSTEMS

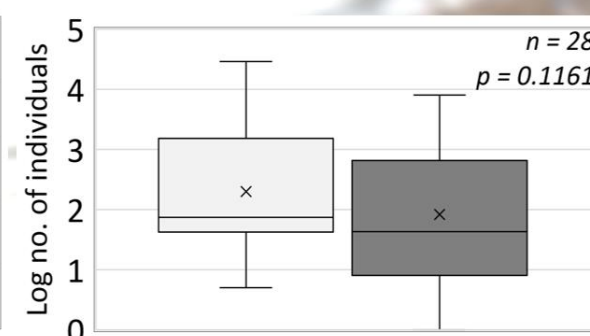
Macrophytes diversity
37% decline



Fish abundance
49% decline



Benthic invertebrates abundance
42% decline



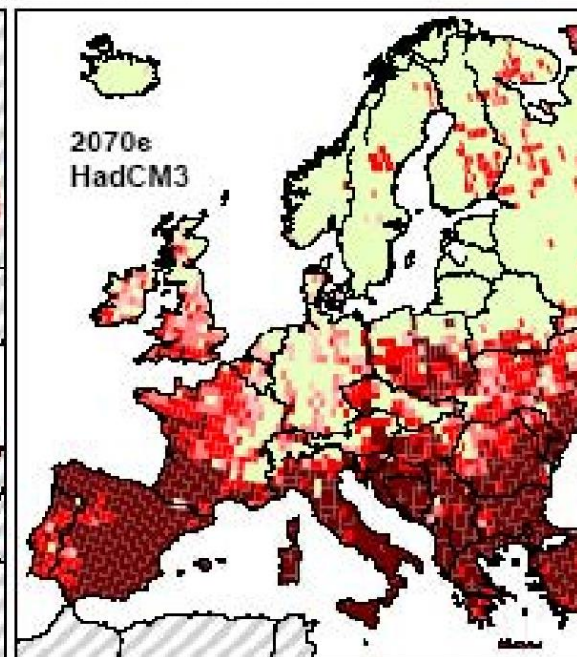
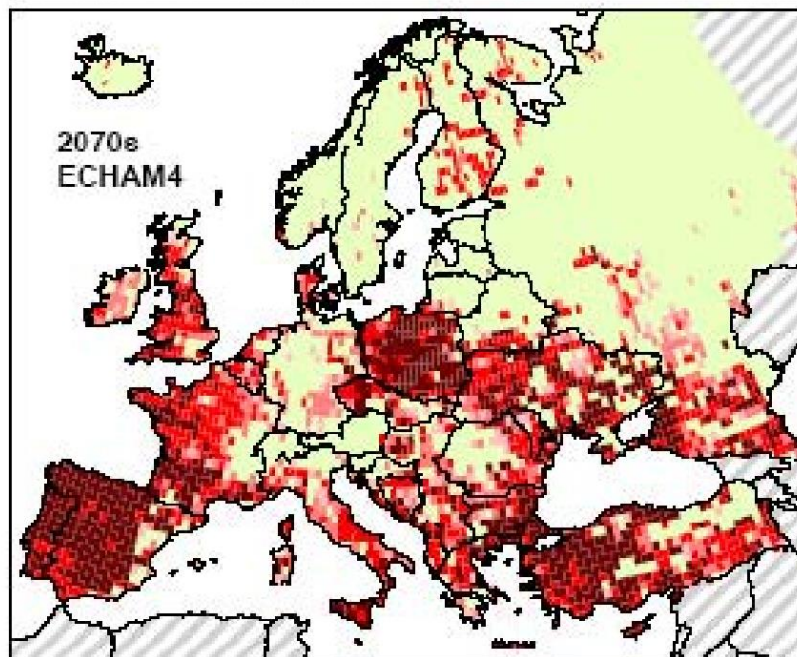
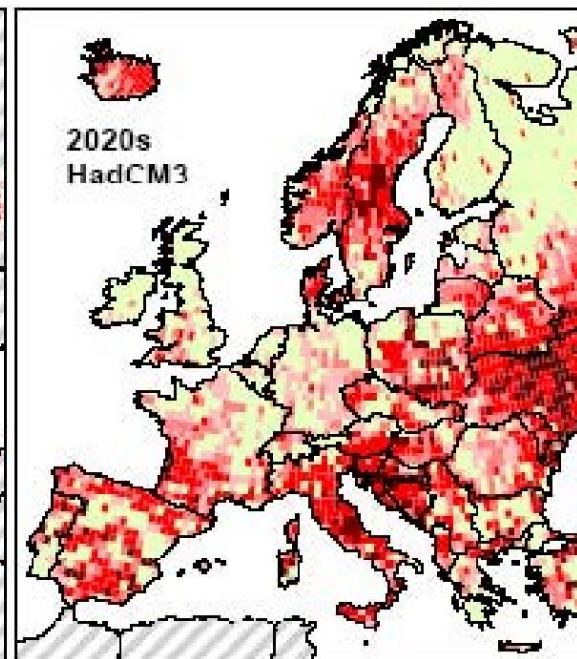
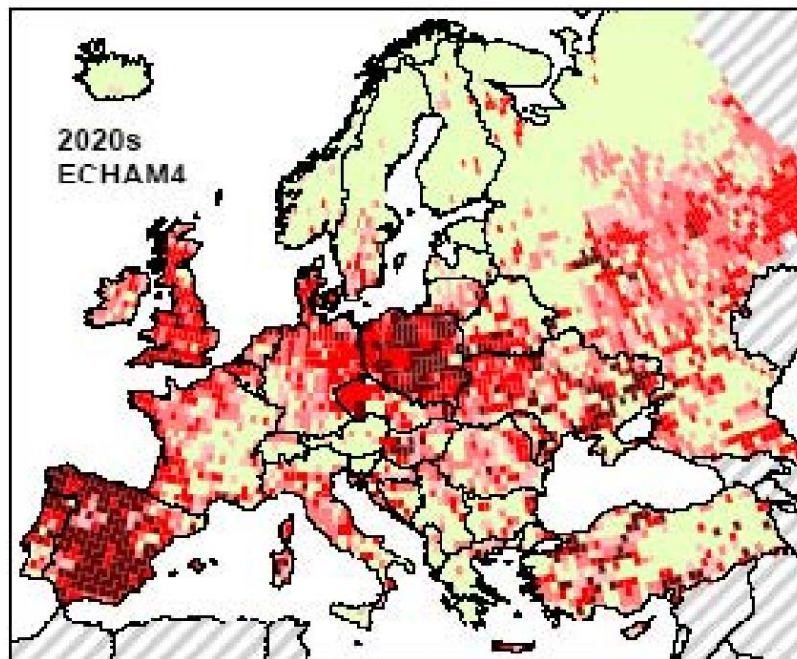
(Bączyk i in., 2018, po recenzji)



A zmiany klimatu?

- Przewiduje się znaczący wzrost częstości tzw. susz stuletnich (dotychczas)
- Uwarunkowania klimatyczne Polski – przejściowy klimat oceaniczno/kontynentalny – mogą być przyczyną potęgowania zjawiska susz – modelowanie obiegu materii i energii w strefach przejściowych jest utrudnione.

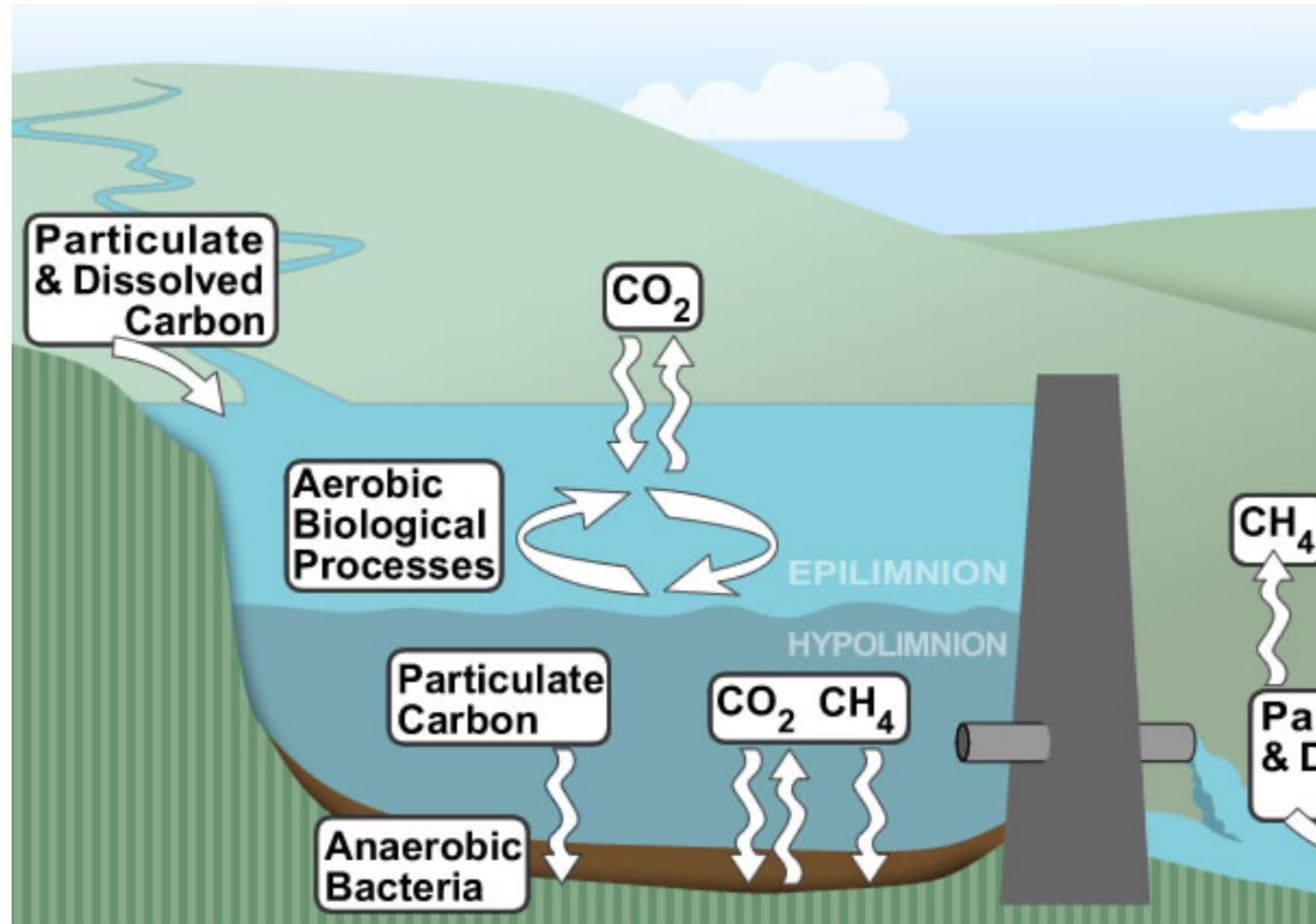
(Lehner i in., 2005)



A zmiiany klimatu?

„Because of methane gas discharge from the hypolimnion, some hydroelectric reservoirs may release more greenhouse gases than would be released by the fossil fuels that were offset by hydroelectricity”

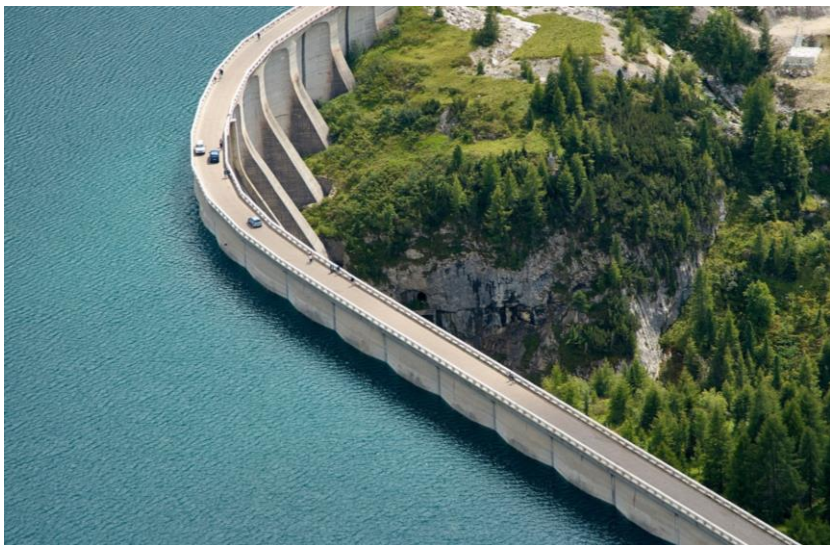
<https://aslo.org/>



Świadczenia ekosystemów – co daje nam rzeka?



=



=

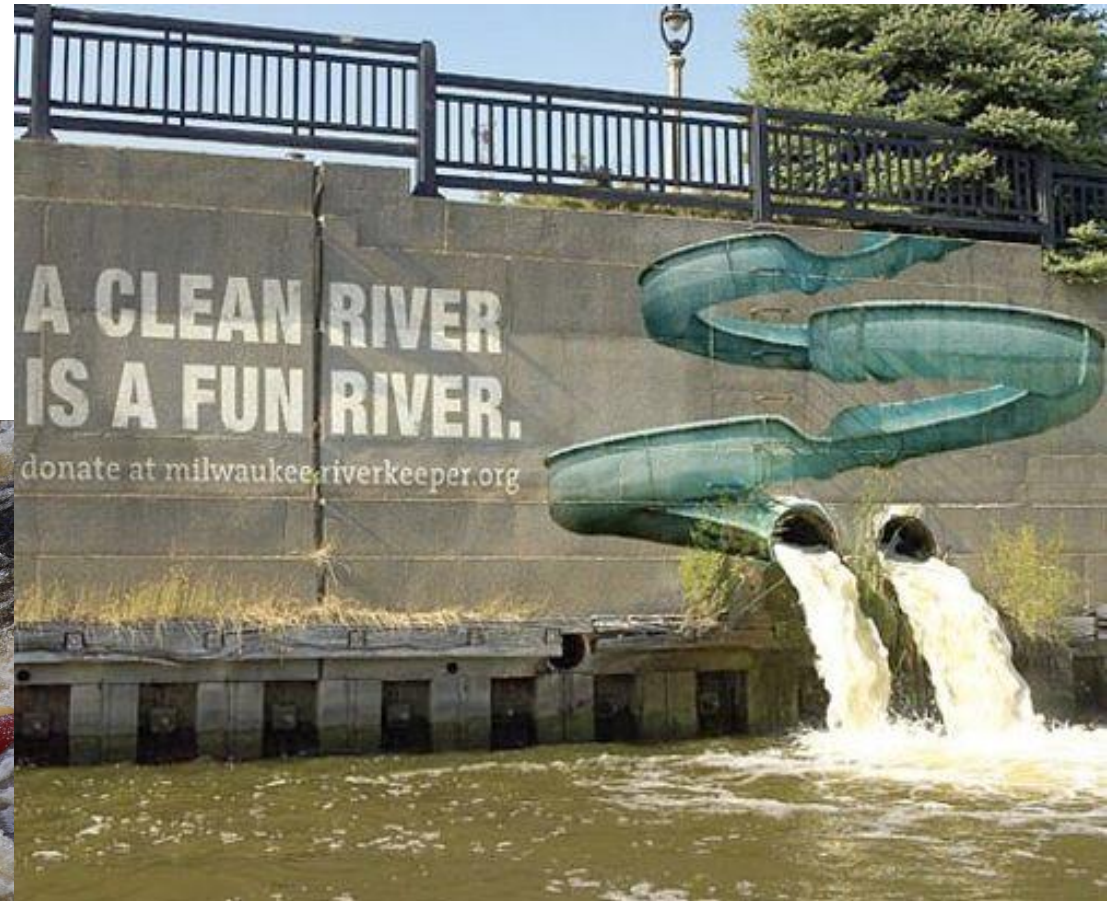


Świadczenia ekosystemów wodnych i bagiennych

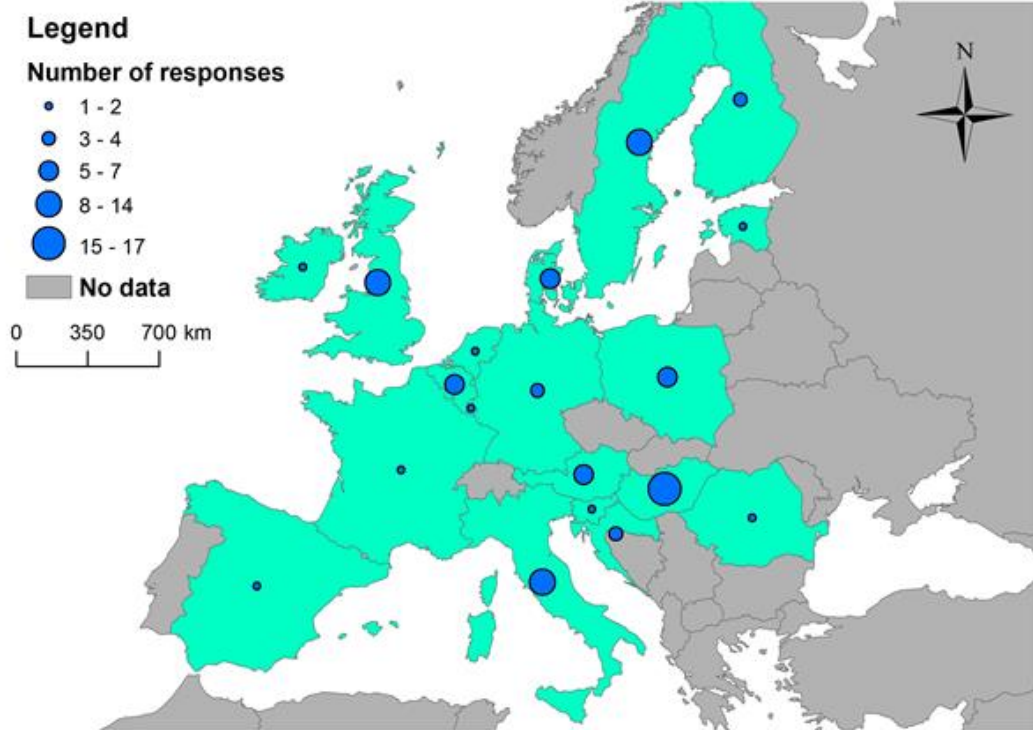
- Retencja wody (funkcja przeciwpowodziowa)
- Oczyszczanie wody
- Siedlisko cennych gatunków
- Rekreacja (jakość życia)
- Rolnictwo
-



© Roland Hoskins
Loss: Thousands were forced to abandon their homes during the flooding in Somerset earlier this year. Many parked vehicles were completely submerged by the rising waters



Ile Europejczyk płaci za „dobrą” rzekę?

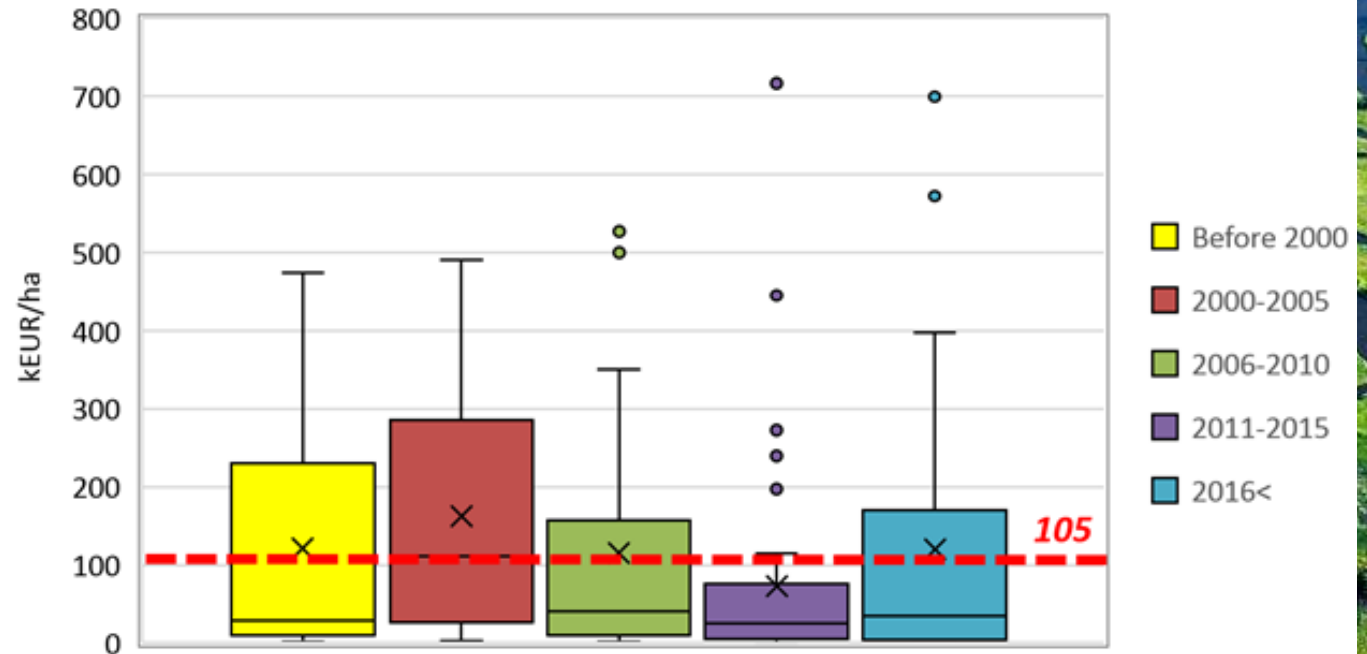


$\sim 2800 \text{ EUR} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

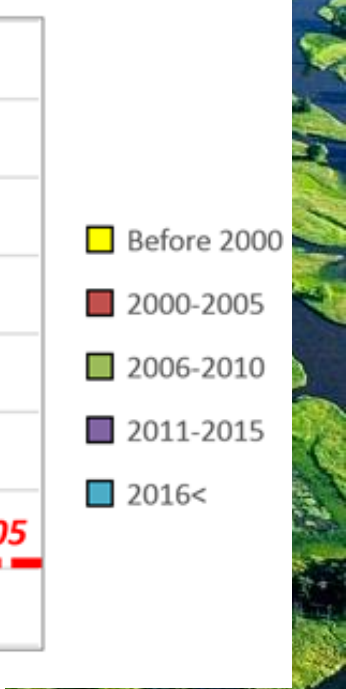
(na podstawie analizy 119 projektów renaturyzacji, po uwzględnieniu amortyzacji)

$105000 \text{ EUR} \cdot \text{ha}^{-1}$

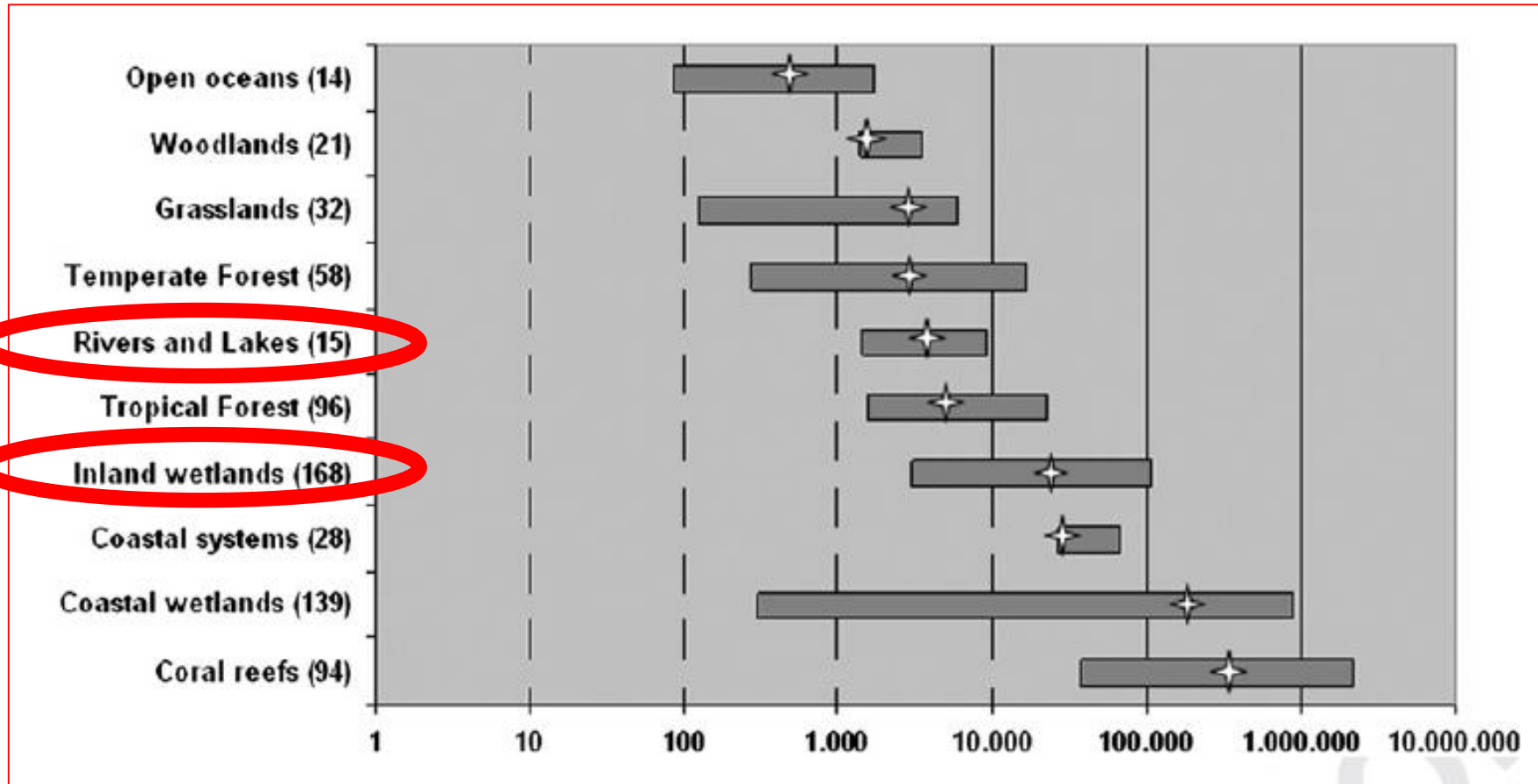
(na podstawie analizy 119 projektów)



(Szałkiewicz i in., 2017; w recenzji)



Które ekosystemy mają największą wartość?



USD



Podsumowanie

- Naturalna dynamika przepływu rzeki oraz procesy hydrologiczne w strefie korytowej warunkują dobry stan rzeki oraz jej środowiskową odporność na zewnętrzne stresory.
- Utrzymanie wody w „małym obiegu” (usprawnienie wymiany wód powierzchniowych i podziemnych) pozytywnie wpływa na warunki lokalnego środowiska przyrodniczego oraz na ograniczenie zjawisk ekstremalnych w skali zlewni.
- Kryteria hydrologiczne przemawiają za rozbiórką zapór i odsuwaniem wałów przeciwpowodziowych. Postulowana budowa nowych zapór ma podłoże polityczne i (quasi?) ekonomiczne.
- Rzeka naturalna jest bezpieczniejsza i tańsza w utrzymaniu.



Dziękuję za uwagę!

Mateusz Grygoruk
m.grygoruk@levis.sggw.pl

