

Woda wirtualna

- Termin został wprowadzony na początku lat 90-tych XX wieku i oznaczał ilość wody wymaganej do produkcji lub usług
- Idea wody wirtualnej jest wynikiem wcześniejszych prac z Izraelu, gdzie analizowano problem eksportu z obszarów intensywnej produkcji rolniczej
- Gdy występuje przewóz towaru z jednego miejsca w drugie, jednocześnie następuje transport równoważnej ilości wody niezbędnej do wyprodukowania tego towaru
- Proces taki można nazwać transferem wirtualnej wody

- Hoekstra proponuje bardziej precyzyjne określenie wirtualnej wody której definicja wynika z dwóch różnych punktów odniesienia:
  - Produkcyjnego – określa ilość wirtualnej wody jako rzeczywistej ilości wody użytej do produkcji towaru i zależy od warunków produkcji oraz lokalnej efektywności użytkowania wody
  - Konsumpcyjnego – wirtualna woda określana jest jako ilość wody wymagana do wyprodukowania towaru w miejscu gdzie produkt jest używany
- Drugie określenie jest szczególnie użyteczne dla oceny ilości wody, którą można zaoszczędzić przez import towaru zamiast produkcji w miejscu zużycia

- Koncepcja „wirtualnej wody” to dwa podstawowe aspekty:
- **Handel wirtualną wodą** będący instrumentem do osiągnięcia bezpieczeństwa w zaopatrzeniu w wodę i jednocześnie podnoszący efektywności użytkowania wody.
- Zgodnie z jego koncepcją wirtualna woda może być alternatywnym źródłem wody, a więc handel wirtualną wodą pozwoli złagodzić, a może nawet rozwiąże problemy wodne zarówno w skali regionalnej jak i narodowej.
- Handel wirtualną wodą odbywa się bez względu na wolę decydentów, gdyż każdy produkt i usługa zawiera wodę niezbędną do jej wykonania i jego wyprodukowania.
- **Relacja** pomiędzy ilością wody niezbędnej do wyprodukowania określonego produktu, a jego wpływem na środowisko.
- Zużycie wody niezbędne dla produkcji określonego wyboru, wykonania usługi itd. jest dobrym wskaźnikiem do pokazania ludziom ich wpływu na zasoby naturalne

- Rolnictwo jest kierunkiem użytkowania, gdzie wirtualna woda może być wykorzystywana najbardziej efektywnie i efektownie.
- W różnych regionach wymagane są różne ilości wody do wyprodukowania tego samego produktu lub wykonania określonej usługi.
- Dla wyprodukowania jednego kilograma ziarna zboża w sprzyjających warunkach klimatycznych (Holandia, Kanada) potrzeba 1-2 m<sup>3</sup> wody, w warunkach mniej korzystnych, głównie z powodu wysokiej temperatury i wysokiego parowania (Egipt, Izrael), wymagane jest 3 – 5 m<sup>3</sup> wody.
- Zbiory w rolnictwie podobnie jak produkcja zwierzęca mogą być zagrożone przez ekstremalne warunki hydrologiczno-meteorologiczne.
- W wyniku straty części produkcji w ostatecznym rachunku może okazać się, że do wyprodukowania określonej ilości produktów potrzeba znacznie większej ilości wody.

- Produkcja zwierzęca wymaga znacznie większych ilości wody i w przeliczeniu na jednostkę jest wielokrotnie wyższa od potrzeb produkcji roślinnej.
- Chapagain i Hoekstra (2003) oceniają, że produkcja 1 kg mięsa wymaga od 5 do 20 razy więcej wody niż 1 kg zboża.
- Najczęściej obiektami światowego handlu wirtualną wodą są następujące produkty rolnicze (w procentach): pszenica – 30,2, soja – 17,07, ryż – 15,36, kukurydza – 8,85, cukier – 7,2, jęczmień – 4,88 i słonecznik – 2,71.
- Wśród produktów zwierzęcych w światowym handlu wirtualną wodą dominuje wołowina.
- 67% światowego handlu wodą wirtualną jest związane z międzynarodowym handlem zbożem, 23% z handlem zwierzętami i artykułami pochodzenia zwierzęcego, a 10% z handlem produktami przemysłowymi.

- Hoekstra na podstawie obliczeń stwierdził, że wartość wirtualnej wody zmienia się nieznacznie w poszczególnych latach i określa tendencję wynoszącą średnio 940 Gm<sup>3</sup>/rok.
- W odniesieniu do – produkcji zbóż wartość średnia wyniosła 695 GM<sup>3</sup>/r., handlu zwierzętami i artykułami pochodzenia zwierzęcego – 33 Gm<sup>3</sup>/r. , razem średnio w roku 1031 Gm<sup>3</sup>.

## Dwunastu największych eksporterów wirtualnej wody na świecie.

Kraje z eksportem	Przepływ wirtualnej wody Gm <sup>3</sup> /rok		
	Eksport	Import	Eksport netto
USA	248,5	66,3	-182,3
Australia	69,9	2,0	-67,9
Kanada	77,6	11,8	-65,9
Argentyna	58,5	2,6	-56,0
Tajlandia	53,5	7,3	-46,2
Indie	40,4	4,4	-36,0
Francja	44,4	21,8	-22,6
Nowa Zelandia	20,8	1,3	-19,5
Wietnam	18,2	0,5	-17,7
Brazylia	44,4	28,3	-16,2
Gwatemala	15,8	1,6	-14,2
Paragwaj	9,7	0,9	-8,8

Źródło: A.K. Chapagain, A.Y. Hoekstra, *Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products*, w: *Value of Water Research Report Series No. 13*, sierpień 2003; <http://www.ihe.nl/downloads/projects/Report%2013.pdf>



## Dwunastu największych importerów wirtualnej wody na świecie

Kraje z eksportem	Przepływ wirtualnej wody Gm <sup>3</sup> /rok		
	Ekspert	Import	Ekspert netto
Japonia	1,4	89,8	88,4
Sri lanka	4,0	87,7	83,7
Włochy	16,8	53,7	36,9
Korea Południowa	4,4	40,4	35,9
Holandia	20,4	45,9	25,5
Indonezja	1,6	26,7	25,2
Chiny	17,1	37,0	19,9
Hong Kong	0,8	20,3	19,5
Egipt	1,0	20,0	18,9
Tajwan	0,2	17,9	17,7
Hiszpania	12,2	29,8	17,6
Meksyk	18,7	32,0	13,3

Źródło: A.K. Chapagain, A.Y. Hoekstra, *Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products*, w: *Value of Water Research Report Series No. 13*, sierpień 2003; <http://www.ihe.nl/downloads/projects/Report%2013.pdf>

- Według obliczeń przeprowadzonych przez Hoekstra (2003) dla okresu 1995-99 Polska znajdowała się na 15 miejscu na świecie w eksporcie wirtualnej wody, lecz uwzględniono wyłącznie handel zwierzętami i produktami zwierzęcymi.
- Wielkość eksportu wirtualnej wody w przypadku Polski oceniono na 11 Gm<sup>3</sup>.

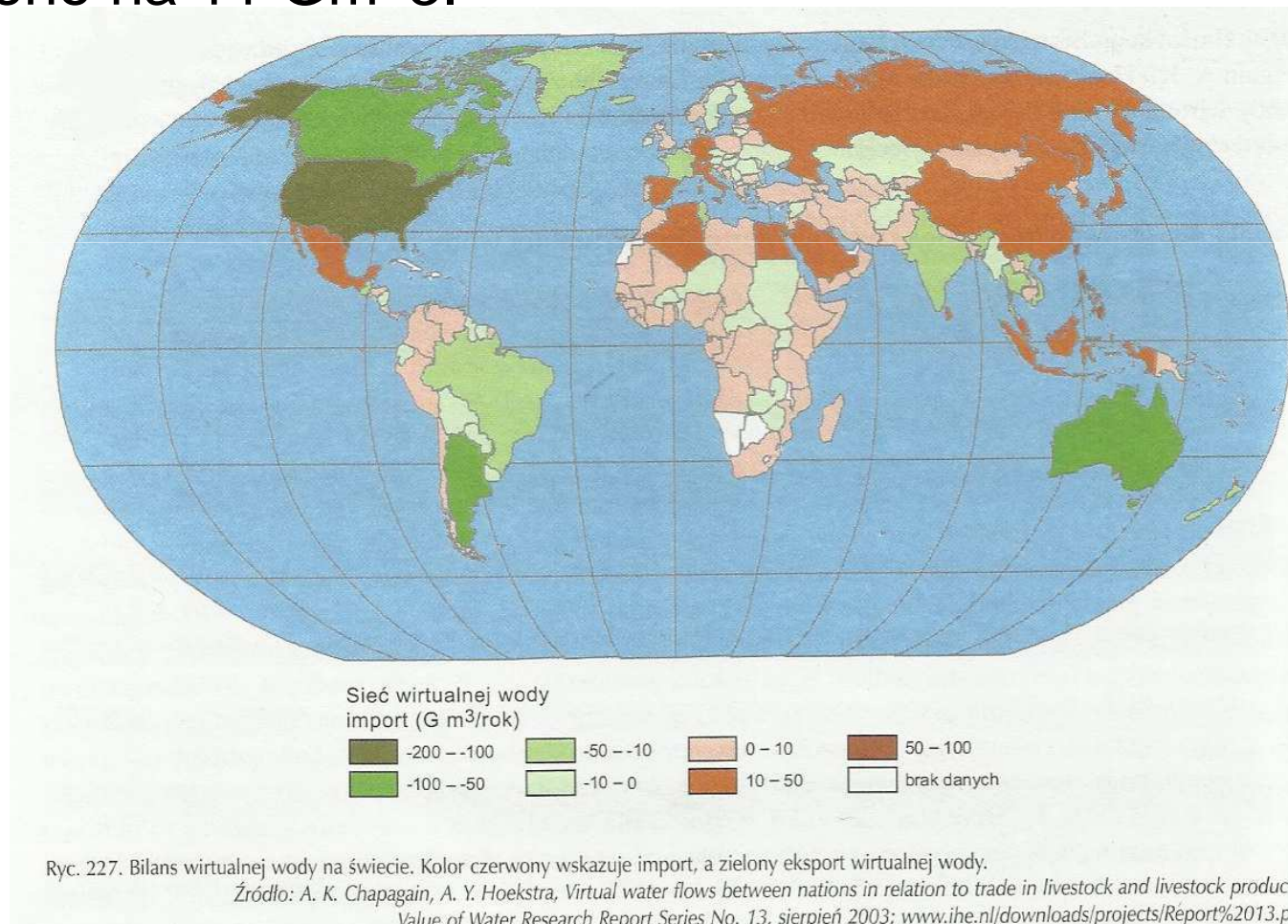
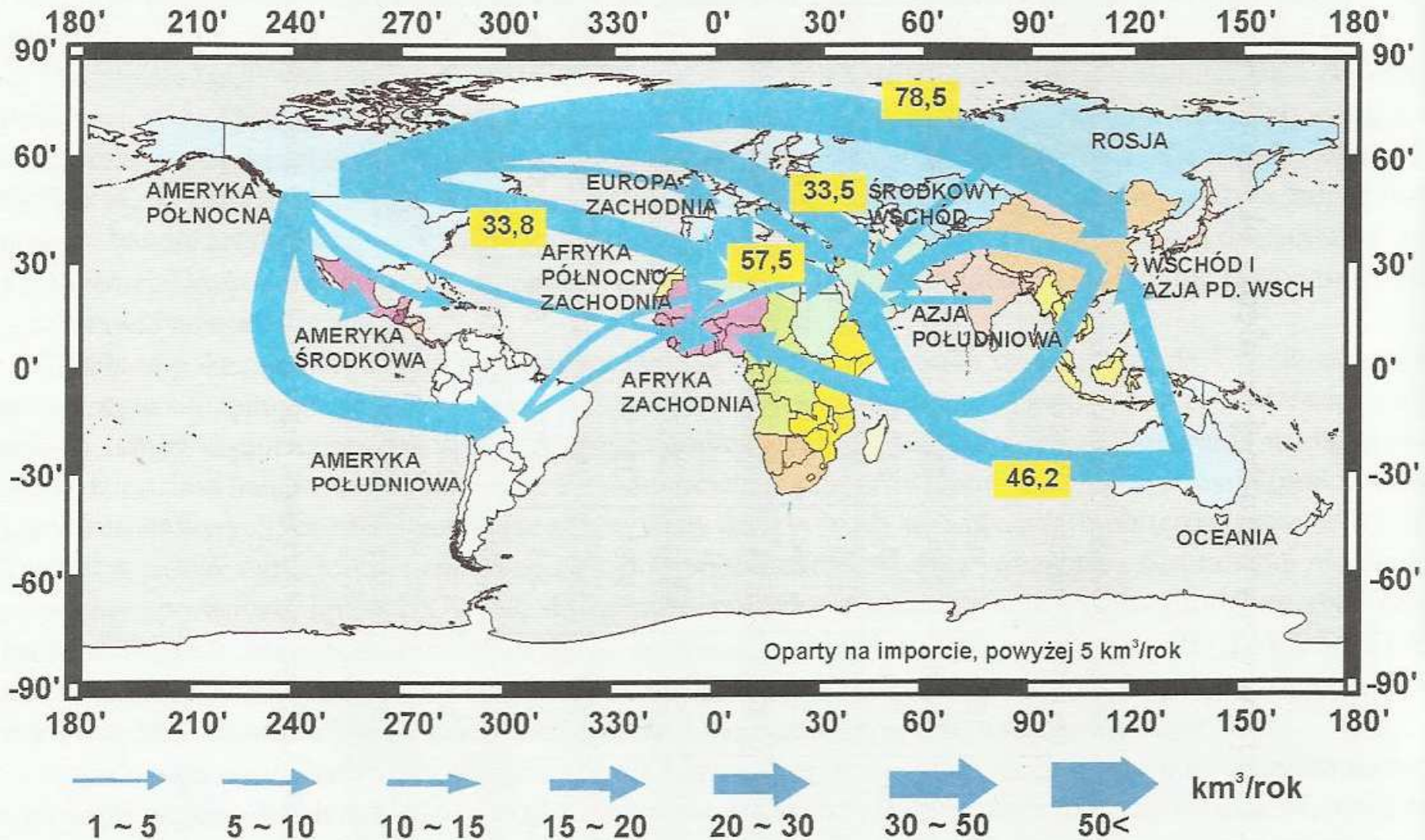


Tabela 48. Przepływ wody wirtualnej pomiędzy określonymi regionami świata w okresie 1995-99 (mln m<sup>3</sup>/rok).

Importer Exporter	Afryka Centralna	Ameryka Centralna	Centralna i Pd. Azja	Europa Wsch.	b. ZSRR	Środkowy Wschód	Pn. Afryka	Pn. Ameryka	Oceania	Pd. Ameryka	Pd.-Wsch. Azja	Pd. Afryka	Europa Zach.	Obszary nieokreśl.	Całk. eksport brutto
Central. Afryka	339	0,24	117	24	2	20	11	10	5,7		10	128	433		760
Central. Ameryka	50	2280	25 191	157	862	90	306	11 876	2,3	627	85	35	3123	95	42 495
Central. i Pd. Azja	750	148	31 048	960	3087	6501	2769	1260	147	230	16 583	2139	5560	0,28	40 136
Europa Wsch.	4,4	65	744	6722	3778	2641	1708	303	53	46	311	35	12 953	114	22 756
b. ZSRR	2	66	1740	3522	10 386	6202	614	242	2	15	83		9026	0,01	21 516
Środkowy Wschód	158	29	2441	560	313	6141	2666	506	164	100	555	7,2	3941	42	11 484
Pn. Afryka	30	31	535	241	45	1188	1154	838		922	32	86	2975	9,5	6929
Pn. Ameryka	580	38 540	122 371	2356	3135	13 118	26 098	35 825	1025	18 311	20 815	2304	41 647		290 304
Oceania	174	1398	35 333	552	641	5648	3057	15 468	2612	1747	14 179	1520	7318	1140	88 174
Pd. Ameryka	415	2142	16 438	1758	1041	5580	3903	5908	99	38 797	3937	695	51 190	92	93 200
Pd.-Wsch. Azja	365	433	46 949	523	1206	5166	6321	3065	581	718	19 237	2380	3479	0,33	71 186
Pd. Afryka	166	138	1247	106	54	97	88	422	22	264	268	657	1899	0,14	4766
Europa Zach.	803	1221	17 411	10 180	8065	8624	9148	2387	165	943	1189	1399	119 726	324	61 862
Całkowity import brutto	3501	44 209	27 942	20 942	22 230	54 875	56 688	42 281	2266	23 927	58 046	10 730	143 542	1817	755 619

Źródło: A.K Chapagain, A.Y. Hoekstra, August 2003, Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products, w: Value of Water Research Report Series No. 13, (<http://www.ihe.nl/downloads/projects/Report%2013.pdf>)





Ryc. 229. Wymagana wielkość i kierunek handlu wirtualną wodą w odniesieniu do zbóż w 2000 r.

Źródło: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Hoekstra A. Y., *Virtual Water Trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, 2003; [www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Programs/Virtual\\_Water/VirtualWater\\_Proceedings\\_IHE.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Programs/Virtual_Water/VirtualWater_Proceedings_IHE.pdf)

# Ukryte zużycie wody

- Szklanka wody
- – ok. 1 l wody
- Butelka wody
- – 3-4 l
- Filiżanka herbaty
- – 120 l
- Filiżanka kawy
- – 1120 l
- Mleko
- – 1000 l
- 1 coca-cola
- – 70 l
- Szklanka soku pomarańczowego
- – 850 l

- Szklanka soku jabłkowego
- – 950 l
- Szklanka piwa
- – 300 l wody
- Szklanka wina
- – 960 l
- 1 kg chleba
- – 1000 l
- 1 kg chipsów
- – 925 l
- 1 kg cukru
- – 1500 l
- 1 kg hamburgerów
- – 16000 l

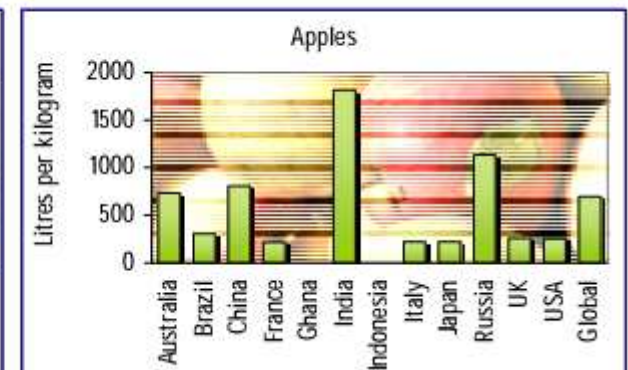
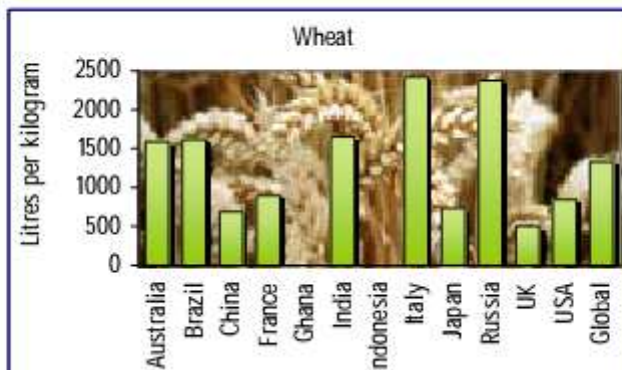
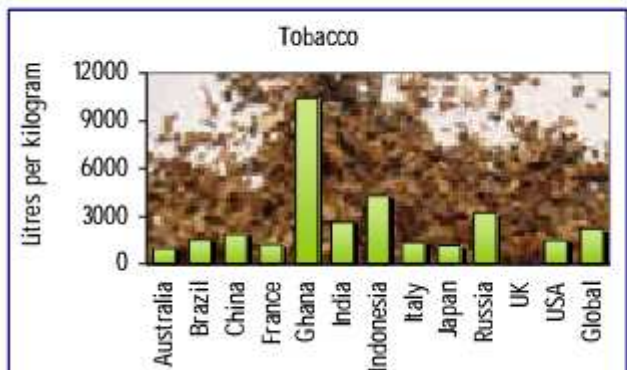
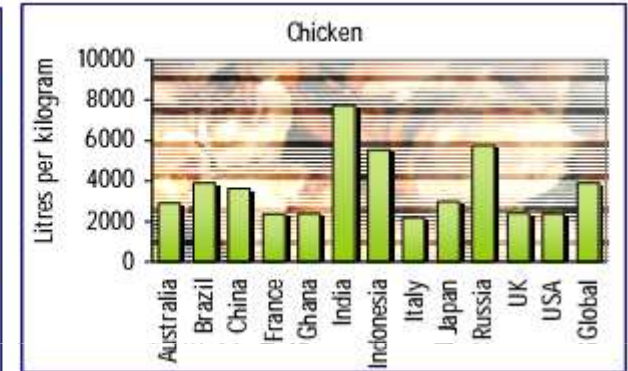
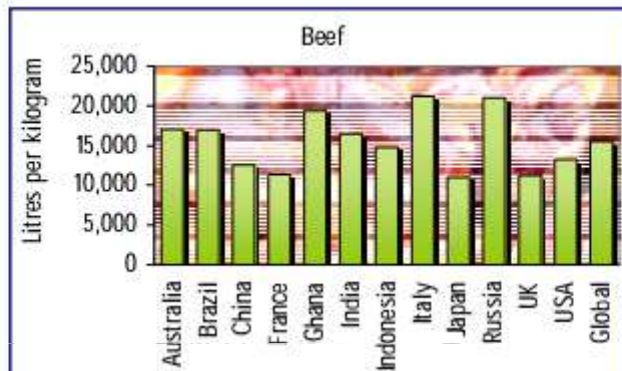
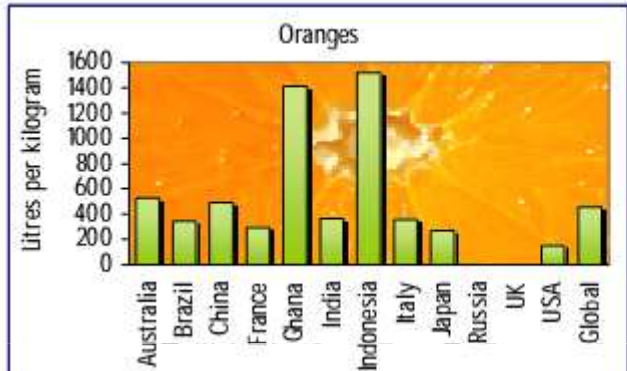
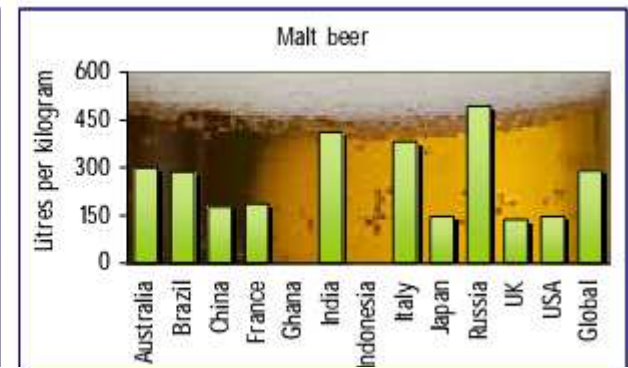
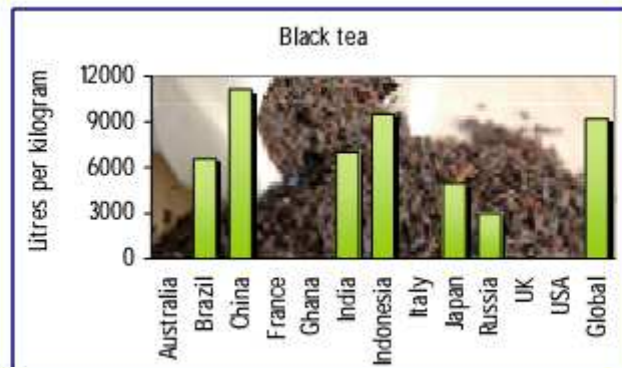
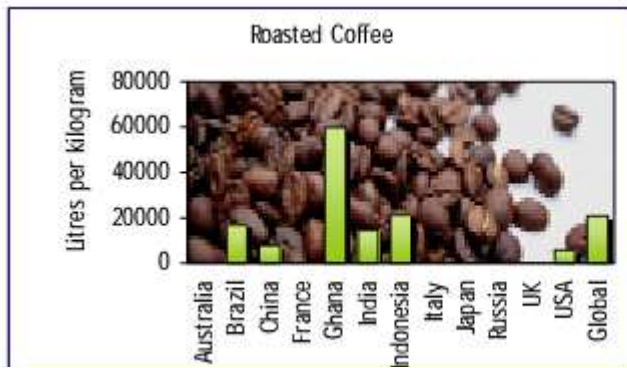
- 1 kg warzyw
- – 322 l
- 1 kg owoców
- – 962 l
- 1 kg jabłek
- – 700 l
- 1 kg kukurydzy
- – 900 l
- 1 kg ziemniaków
- – 1000 l
- 1 kg pszenicy
- – 1450 l
- 1 kg zbóż
- – 1650 l

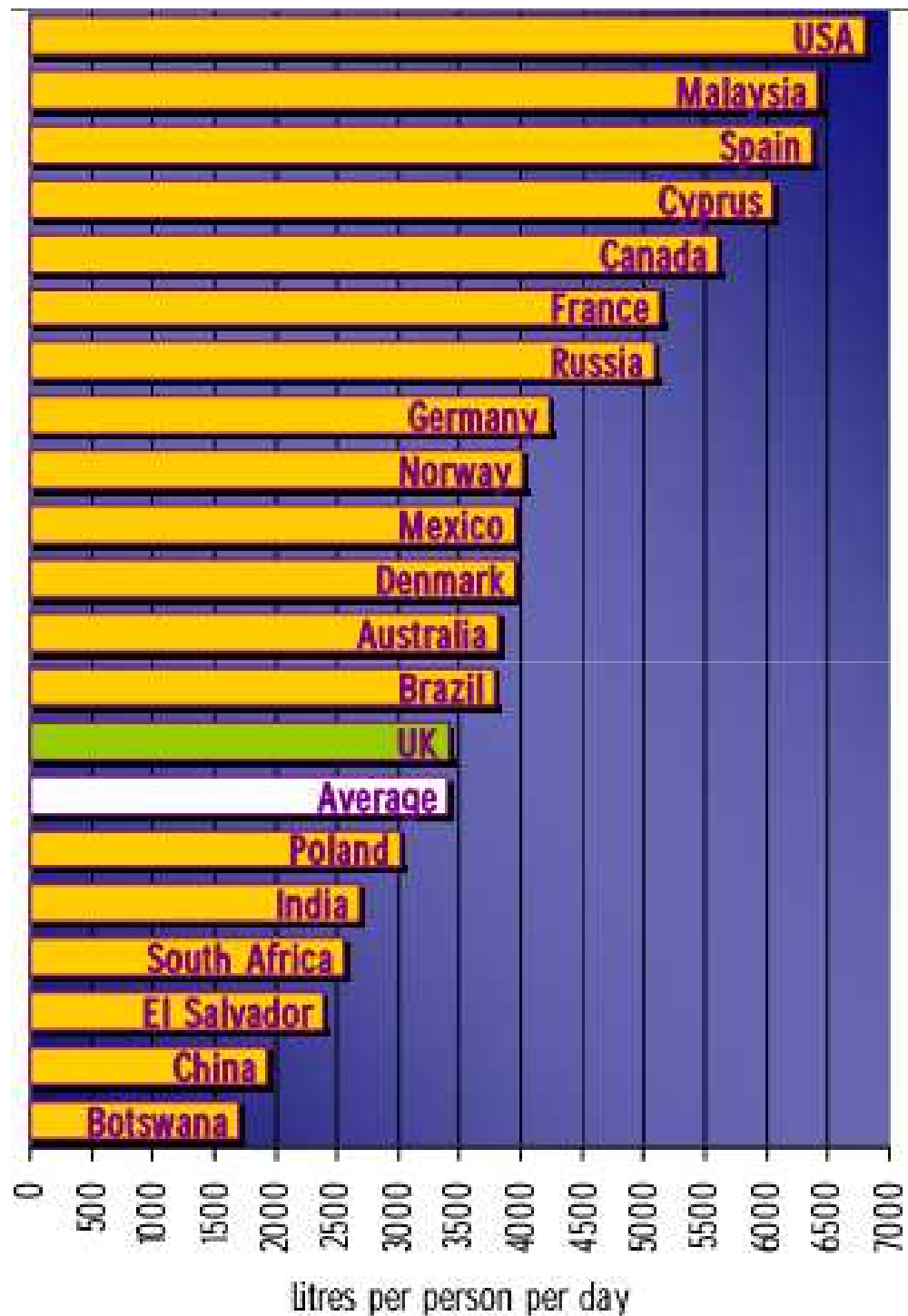
- 1 kg roślin oleistych
- – 2350 l
- 1 kg orzechów kokosowych
- – 2500 l
- 1 kg jajek
- – 3300 l
- 1 kg ryżu
- – 3500 l
- 1 kg sera żółtego
- – 5000 l
- 1 kg masła
- – 5550 l
- 1 kg orzechów
- – 9050 l



- 1 kg mięsa drobiowego
- – 3500 – 5700 l
- 1 kg mięsa kozy
- – 4000 l
- 1 kg wieprzowiny
- – 6000 l
- 1 kg mięsa owcy
- – 6100 l
- 1 kg wołowiny
- – 15 – 70 tys l
- 1 litr benzyny
- – 10 l wody
- 1 kg papieru
- – 320 l
- 1 kg nawozów fosforowych
- – 150 l
- 1 kg nawozów azotowych
- – 120 l

- 1 kg stali
- – 260 l
- 1 kg miedzi
- – 440 l
- 1 kg aluminium
- – 410 l
- T-shirt
- – 2700 l
- Para jeansów
- – 10800 l
- Mikrochipy
- – 16000 l
- Buty skórzane
- – 16600 l





- Obecnie wiele krajów ubogich w wodę redukuje swoje potrzeby wodne przez import zboża, zmieniając jednocześnie uprawy na te o mniejszych potrzebach wodnych, np. daktyle, winogrona, oliwki (Hondler V., 2003) – Algieria >70%, Arabia Saudyjska – 70%, Jemen – 90%, Izrael – 90%, Maroko – 50%. Egipt jest największym importerem zboża na świecie.
- Największym problemem związanym z wdrożeniem światowego handlu wirtualną wodą (*de facto* istnieje) pod kątem zwiększenia efektywności użytkowanej wody w układzie globalnym są społeczne i ekologiczne skutki tego przedsięwzięcia.
- Największe zasoby wodne, najlepsze warunki produkcji najważniejszych elementów globalnego handlu wirtualną wodą znajdują się w krajach najbogatszych, w USA i Kanadzie.
- Odbiorcami mają być kraje o bardzo ograniczonych zasobach wodnych, charakteryzujące się występującym lub prognozowanym deficytem wody, do tego należące do grupy najbiedniejszych na świecie, kraje gdzie dochód na mieszkańca wynosić może i poniżej 20 USD miesięcznie.

- Realizacja globalnego programu handlu wirtualną wodą w celu podniesienia efektywności jej wykorzystania wymaga z jednej strony podniesienia produkcji i to z pewnymi ograniczeniami jest możliwe, z drugiej – określanie wielkości wymaganych zasobów siły nabywczej.
- Skąd np. w biednych krajach afrykańskich znaleźć pieniądze na przeprowadzenie takiej transakcji?
- Większość spożywczych produktów rolnych w krajach rozwijających się to głównie produkty powstające na własnych działkach rolników, a więc ich koszt produkcji ogranicza się jedynie do naturalnych kosztów produkcji (koszt ziemi, podatki lub dzierżawa), materiału siewnego, ewentualnie wody i nawozów, do tego kosztu robocizny, który wskutek bezrobocia jest nieporównywalnie niski.
- Tymczasem koszty produkcji w krajach rozwiniętych są znacznie wyższe, a do tego wyższe podatki, możliwe cło, koszty transportu.

# Techniczne możliwości pozyskania zasobów wodnych

- Główny zarzut wobec stosowania technicznych metod rozwiązywania problemów związanych z brakiem wody, to brak gwarancji utrzymania wielkości i jakości dostaw wody w dalszej perspektywie, a więc tworzenie iluzji o niewyczerpalnych zasobach wodnych.
- Obecnie stosuje się szereg środków technicznych:
  1. Odsalanie
  2. Obiegi zamknięte
- Ich stosowanie jest bardzo ważne ze względu na ochronę wód przed zanieczyszczeniami.
- Obiekty przemysłowe zanieczyszczające wodę za pomocą odpowiednich technologii mogą wykorzystywać wodę w różnym stanie czystości, zakład musi jedynie dostosować reżim technologiczny do posiadanej w obiektach zamkniętych jakości wody lub prowadzić jej oczyszczanie.

- Zakłady energetyki ciepłej prowadzą zrzuty znacznej ilości wód podgrzanych, które powodują znaczne straty w środowisku.
- Budowa obiegu zamkniętego i dostosowanie środowiska do nienaturalnych warunków panujących a obszarze oddziaływania kanałów i zbiorników chłodzących pozwala ograniczyć straty w środowisku.
- W Polsce największym zamkniętym obiegiem chłodzącym zakładów energetyki jest system jezior w obiektach zespołu elektrowni Pątnów-Konin.
- Szczególnie ważne jest stosowanie obiegów zamkniętych w rolnictwie.
- Stanowi to skuteczny środek w walce z trudnym do ograniczenia zanieczyszczeniem obszarowym.
- Umożliwia wielokrotne wykorzystanie wody zawierającej cenne dla rolnictwa, a szkodliwe dla środowiska związki biogenne.



- Konieczność stosowania obiegów zamkniętych ułatwia również ocenę zużycia wody, a więc podejmowanie efektywnych decyzji w gospodarowaniu wodą, a kontrola jakości wody w całym obiegu jest cennym źródłem informacji.
- 3. Przerzuty
- 3.1. Rzeki
- Przerzuty wody zwłaszcza w ostatnim stuleciu uważane były za efektywny środek uzupełniania zasobów wodnych w zlewniach, gdzie występował deficyt wody.
- Woda była w przeszłości przierzucana do miejsc, w których nastąpiło już wyczerpanie lub zniszczenie zasobów wodnych, najczęściej wskutek nadmiernej intensyfikacji rolnictwa lub lokalizacji przemysłu na obszarze niezbyt zasobnym w wodę.
- Obecnie coraz częściej dotyczy to gwałtownie rozwijających się obszarów zurbanizowanych.

- Przyczyną było również ograniczenie możliwościami korzystania z wód powierzchniowych i podziemnych wskutek ich zanieczyszczenia.
- Przerzuty wody są bardzo kontrowersyjnym przedsięwzięciem i głównie kojarzą się z wielkimi zanieczyszczeniami środowiska.
- W wielu państwach przyjęto z góry zastrzeżenia o szkodliwości przerzutów, dopuszczenie zaś do ich realizacji i eksploatacji obarczone szczegółowymi wymaganiami i zastrzeżeniami, często tworząc odpowiednie procedury.
- W Polsce panuje pogląd, że przerzuty wody są przedsięwzięciem szkodliwym dla utrzymania właściwych stosunków wodnych i stosowane są jako środek ostateczny.
- Jednakże na świecie przerzuty są dalej stosowane, co więcej, istnieją projekty wielkich przerzutów wody.
- Obecnie planuje się szereg przerzutów wody zarówno w układzie międzynarodowym, jak i krajowym.

- Wśród najważniejszych wymienić można:
  - przerzuty z rzek kanadyjskich do amerykańskich,
  - przerzut wód w Chinach, projekt „Południe dla Północy”,
  - przerzut wód morskich do Morza Martwego.
- Koszty transportu wody są różne i wynoszą dla kanałów 0,8 – 3,0 USD/m<sup>3</sup>, zasobniki plastikowe – 0,55 (Cypr) – 1,35 (wyspy greckie), zbiornikowce 1,25 – 1,5 USD/m<sup>3</sup>, transport gór lodowych 0,5 – 0,85 USD/m<sup>3</sup>.
- Koszt 100 m pionowego transportu wody jest równy kosztom transportu na dystansie 100 km (0,05-0,06 USD/m<sup>3</sup>).
- Koszty odsalania wody są bardziej zróżnicowane i wynoszą dla wody morskiej 0,75 USD/m<sup>3</sup> (Abu Dabi), 0,55 USD/m<sup>3</sup> (Cypr), 0,85 USD/m<sup>3</sup> (Bangkok), wód stojących 0,47-0,6 USD/m<sup>3</sup> (Izrael), 0,46-1,9 USD/m<sup>3</sup> (USA).

- 3.2. Rurociągi
- Są niezastąpionym środkiem transportu wody na terenach o dużej różnicy wysokości, poprzecinanych ciekami, tam gdzie konieczna jest ochrona transportowej wody przed zanieczyszczeniem z powietrza lub stratami na parowanie, infiltracją oraz kradzieżą.
- Na większym dystansie stosuje się duże średnice rurociągów, np. w rurociągach łączących ujęcia na Saharze z wybrzeżami Libii.
- 3.3. Zbiornikowce
- 3.4. Holowanie zbiorników z wodą
- 3.5. Cysterny samochodowe
- 3.6. Woda z lodowców
- Rząd Pakistanu opracował plan pozyskania wody z lodowców.

- Na 1,5 mld USD oszacowano długotrwałe straty wynikające z utraty plonów, kosztów koniecznego importu produktów rolnych, strat miejsc pracy i obniżenia produkcji przemysłowej.
- Woda w Pakistanie pochodzi głównie z topniejących śniegów i lodowców zasilających rzekę Indus wraz z dopływami, pozwalając na nawodnienie 80% obszarów uprawnych z ok. 21,49 mln ha położonych w zlewni.
- Pochodzi ona z lodowców oraz śniegów w Himalajach i gór Karakorum położonych na granicy Indii i Chin.
- Początkowo rozpatrywano propozycję rządu użycia laserów, lecz specjaliści z Army Engineer Corps i Atomic Commission of Pakistan uznali, że nie można ich wykorzystać, głównie ze względów technicznych. Aby uzyskać za pomocą laserów 25 tys. m<sup>3</sup> wody z lodu, trzeba by dysponować elektrownią o mocy 230 tys. MW.

- Przy analizie możliwości technicznych akcentowano problemy ekologii, a więc zmianę mikroklimatu i zmiany reżimu hydrologicznego rzeki Indus.
- Stwierdzono, że brak lub zmniejszenie pojemności lodowców przyczyni się do wydłużania okresu niżówkowego w przyszłości i występowania obszarów bezodpływowych w górnym biegu Indusu.
- Powstał więc nowy plan, cięcia na mniejsze części lodowca i transportowania go w niżej położone doliny, gdzie wskutek wyższej temperatury następowałoby jego topnienie.
- Są też proponowane inne metody, np. pokrycie powierzchni lodowców warstwą rozpylonego węgla drzewnego w celu zwiększenia temperatury jego powierzchni i zwiększenie topnienia.
- Oczywiście ten projekt nie zyskał uznania ekologów.

- 4. Żniwa wodne
- Żniwa wodne (water harvesting, WH) są definiowane – za T.Oweis, A.Hachurn, J.Kijne, 1999 – jako proces koncentrowania opadu, odpływu z większych powierzchni do użycia na mniejszych celowych powierzchniach.
- Technologie żniw wodnych były już stosowane w starożytności.
- W miastach i na obszarach rolniczych przyszłościowym rozwiązaniem będą żniwa wodne konieczne dla utrzymania krajobrazu, a polegające na wprowadzeniu dodatkowy form terenowych umożliwiających zatrzymanie spływającej wody pochodzącej z opadów atmosferycznych, również na obszarach zurbanizowanych, wprowadza się specjalne rodzaje nawierzchni dróg, parkingów, chodników i zielonych dachów.

- 5. Wykorzystanie ścieków
- Istnieje kilka podstawowych zasad wykorzystywania ścieków w rolnictwie:
- muszą spełniać określone wymogi sanitarne,
- należy uzyskać odpowiednie zezwolenia,
- zabronione jest ich użycie na terenach przeznaczonych na uprawę roślin do bezpośredniego spożycia przez ludzi i zwierzęta; nieprzestrzeganie tej zasady było już przyczyną zatruc, a nawet epidemii. Są też bardzo niebezpieczne dla ludzi pracujących przy uprawie, skrajnym przykładem są tu Chiny, gdzie dla nawadniania pól ryżowych użyto ścieków głównie bytowych.



- 6. Transport gór lodowych
- Większość gór lodowych na północnym Atlantyku pochodzi ze 100 lodowców położonych wzdłuż wybrzeży Grenlandii.
- Góry lodowe najczęściej rozprowadza zimny prąd labradorski.
- Szacuje się, że ok. 40 tys. średniej wielkości gór lodowych (100 tys. t i wymiary 15-piętrowego budynku) powstaje rocznie w rejonie Grenlandii, z tego 1-2% (400-800) przekracza 48 równoleżnik.
- Najwyższą górę lodową na półkuli północnej obserwowano w 1882 r. w okolicach wyspy Baffin. Jej wymiary – 13 km długości, 6 km szerokości i 20 m wysokości ponad zwierciadło wody.
- Oceniono ilości wody słodkiej zawartej w górze lodowej na 9 mld t i była to ilość wody pozwalająca, by każdy mieszkaniec Ziemi mógł pić litr wody dziennie przez cztery lata.

- Obecnie trwa eksploatacja wody słodkiej z gór lodowych Nowej Funlandii, gdzie jest ona wykorzystywana głównie do produkcji wody butelkowej i wódki.
- Określenie holowanie jest złym pojęciem w odniesieniu do transportu gór lodowych, prawidłowym może być np. korekta kursu, gdyż wielka masa wyklucza możliwości pełnego oddziaływania na tak wielki obiekt.
- Zadanie zespołu sterującego polega na powolnym odchyłaniu od naturalnego kursu góry lodowej w granicach 20 st.
- Problemem są duże straty objętości podczas transportu sterowanej góry lodowej, które ocenia się średnio 20%.
- Według analizy finansowej przedsięwzięcia i porównania z kosztami innych sposobów uzyskiwania wody słodkiej stwierdzono, że byłby to koszt niższy o 20% od metod tradycyjnych.

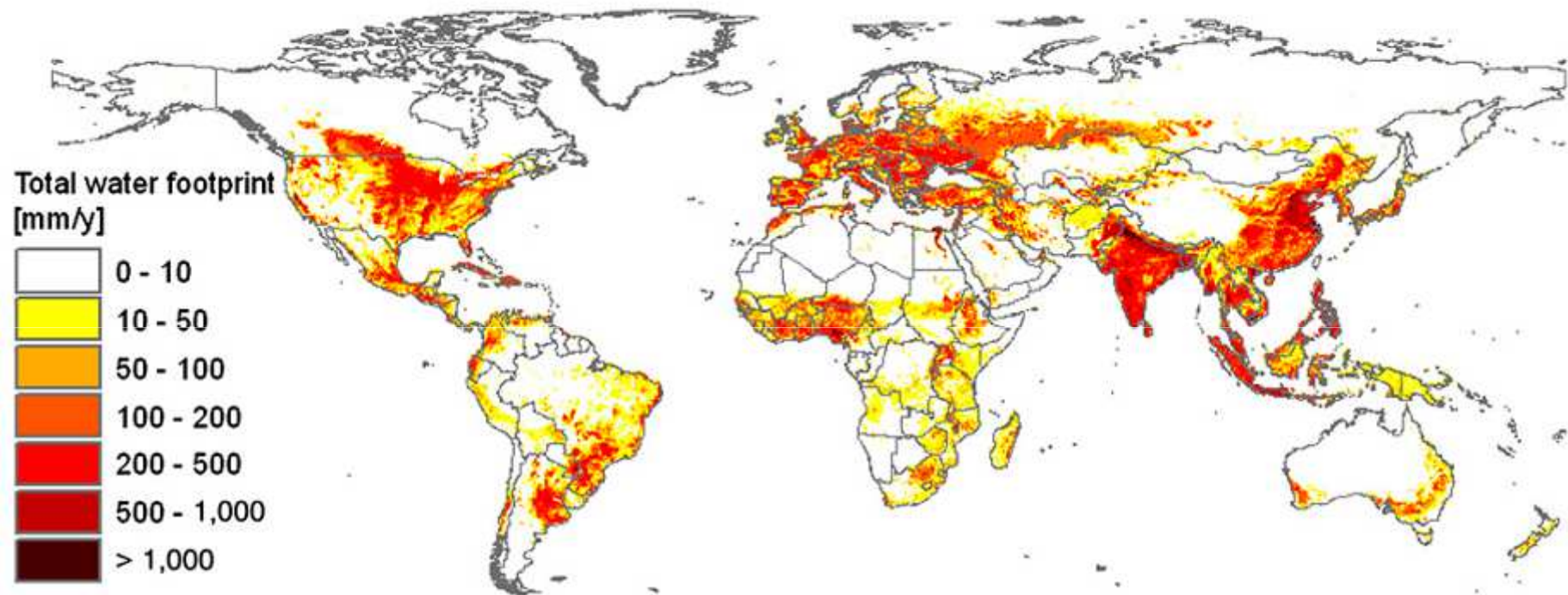
- Prace nad wykorzystaniem zasobów wodnych gór lodowych są nadal prowadzone, jednakże obecnie nie realizuje się większych projektów w tej dziedzinie.
- Główny problem to lokalizacja Grand Banks w środku trasy przemieszczania się gór lodowych z północy na południe od tzw. Iceberg Alley (aleja gór lodowych).
- Jest ono słynne z częstych i bardzo silnych sztormów oraz wysokiej fali sięgającej do 30 m, często występują tu mgły, które sprowadzają widoczność do zera.
- Inny problem to przygotowanie technologii dla transportu gór lodowych, m.in. właściwy kształt góry, który nie zwiększy nadmiernie oporu podczas transportu, bowiem tylko 1/8 góry jest wynurzona ponad powierzchnię wody.

- 7. Wywoływanie deszczy
- Prace nad możliwościami wywołania deszczu (Izrael), zwiększenia jego wydajności lub przedłużenia go (USA) prowadzone są od wielu lat.
- Twierdzi się również, że badania miały pierwotnie na celu wykorzystanie sterowania pogodą w celach militarnych (Scot Corrales, 2001).
- USA stosowały wywoływanie deszczy podczas wojny wietnamskiej 1966-72, by zatrzymać transport zaopatrzenia sił wietnamskich.
- Wiadomo także, iż znacznie wcześniej wykorzystywano wiedzę o możliwości sterowania opadami atmosferycznymi w b. Związku Radzieckim – słynne odpędzanie deszczu w dni świąt narodowych, kiedy to w Moskwie organizowane były defilady.
- W b. ZSRR do wywoływania opadów atmosferycznych użyto samolotów rozpylających prawdopodobnie jodek srebra.

- Znane są również fakty użycia pocisków artyleryjskich do rozpylania związków chemicznych wywołujących opady atmosferyczne
- W USA do rozpylania jodku srebra wykorzystywano samoloty, a celem przedsięwzięcia było wydłużenie opadów i zwiększenie ich wydajności, np. w 2001 r. notowano 66 przypadków wywołania deszczów w USA.
- Kowalczak uważa, że prace związane z wywoływaniem deszczu są zbyt ryzykowne ze względu na małą jeszcze praktyczną znajomość fizyki atmosfery. Brak pełnej wiedzy grozi konsekwencjami, m.in. może zakłócić światowy i regionalny obieg wody.
- Notowano również wielkie powodzie spowodowane brakiem kontroli nad wydajnością wywoływanego deszczu
- Stosowanie wywoływania opadów jest również bardzo konfliktogenne.

- 8. Żniwa mgły
- Pobieranie wody z wilgoci atmosferycznej jest szczególnie obiecujące dla obszarów charakteryzujących się wyższą wilgotnością powietrza, występowaniem mgieł, a więc najlepiej może być wykorzystane wzdłuż wybrzeży morskich lub na obszarach pojezierzy, dużych obszarów wodno-błotnych.
- Wodę z mgieł można uzyskać za pomocą specjalnych, niezbyt skomplikowanych w budowie urządzeń.

- <http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator>



**Fig. 1.** The water footprint of humanity in the period 1996–2005.



# Podział wody

- niebieska woda to woda naturalna (deszcz, woda gruntowa, itp.) użyta w procesach przemysłowych
- zielona woda to woda w działalności rolniczej – w tym odparowanie do atmosfery, podsiąkanie, przepływy ze zlewni wody do zlewni
- szara woda w postaci ścieku tracona jest bezpowrotnie (ścieki z mleczarni, odchody krów)

# Zielony i niebieski ślad wodny w zależności od bilansu wodnego dla danej zlewni



Marjanowski, Ostrowski, 2012, Ślad wodny w mleczarstwie, Agro Industry, [http://agro.apbiznes.pl/wp-content/uploads/2012/10/3\\_2012\\_ai\\_www.pdf](http://agro.apbiznes.pl/wp-content/uploads/2012/10/3_2012_ai_www.pdf)

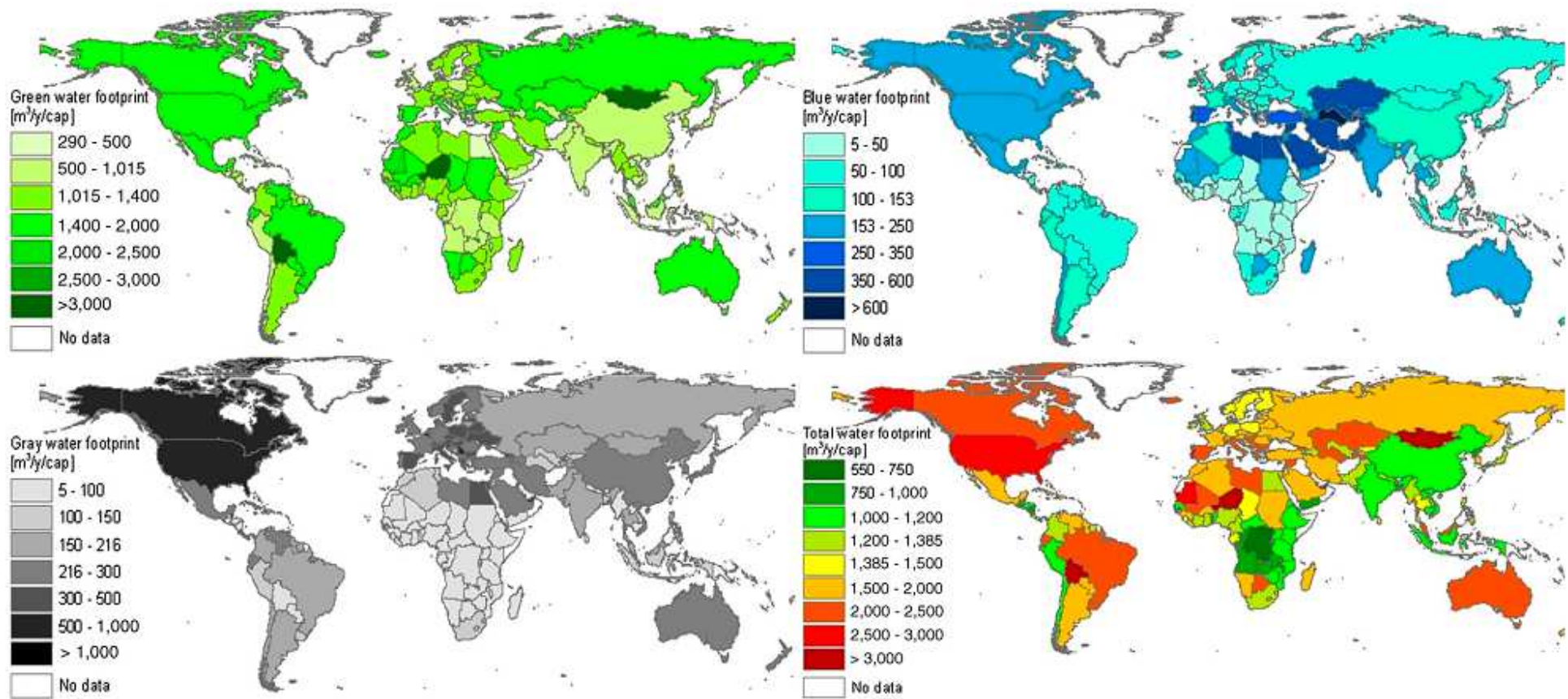
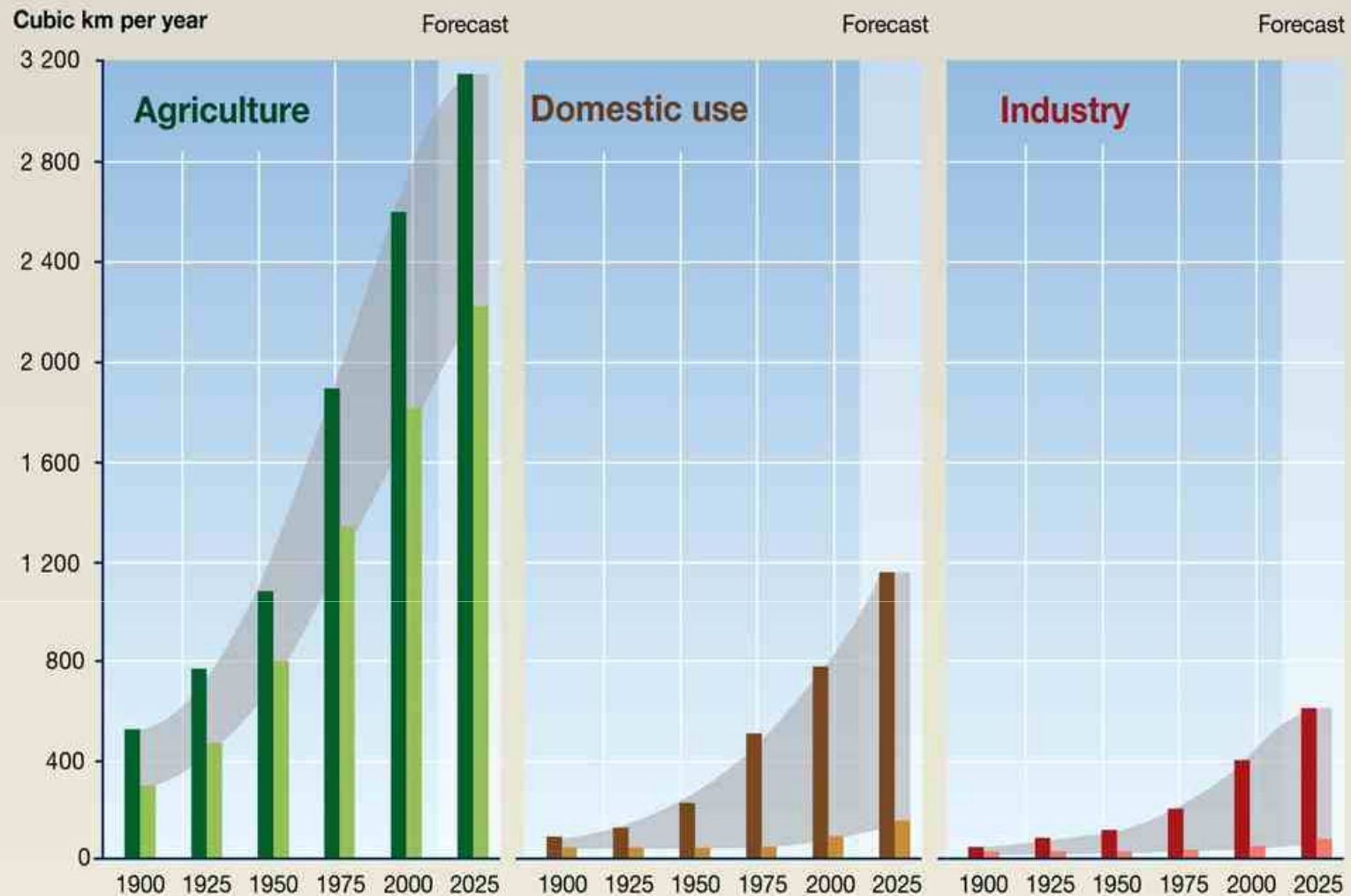


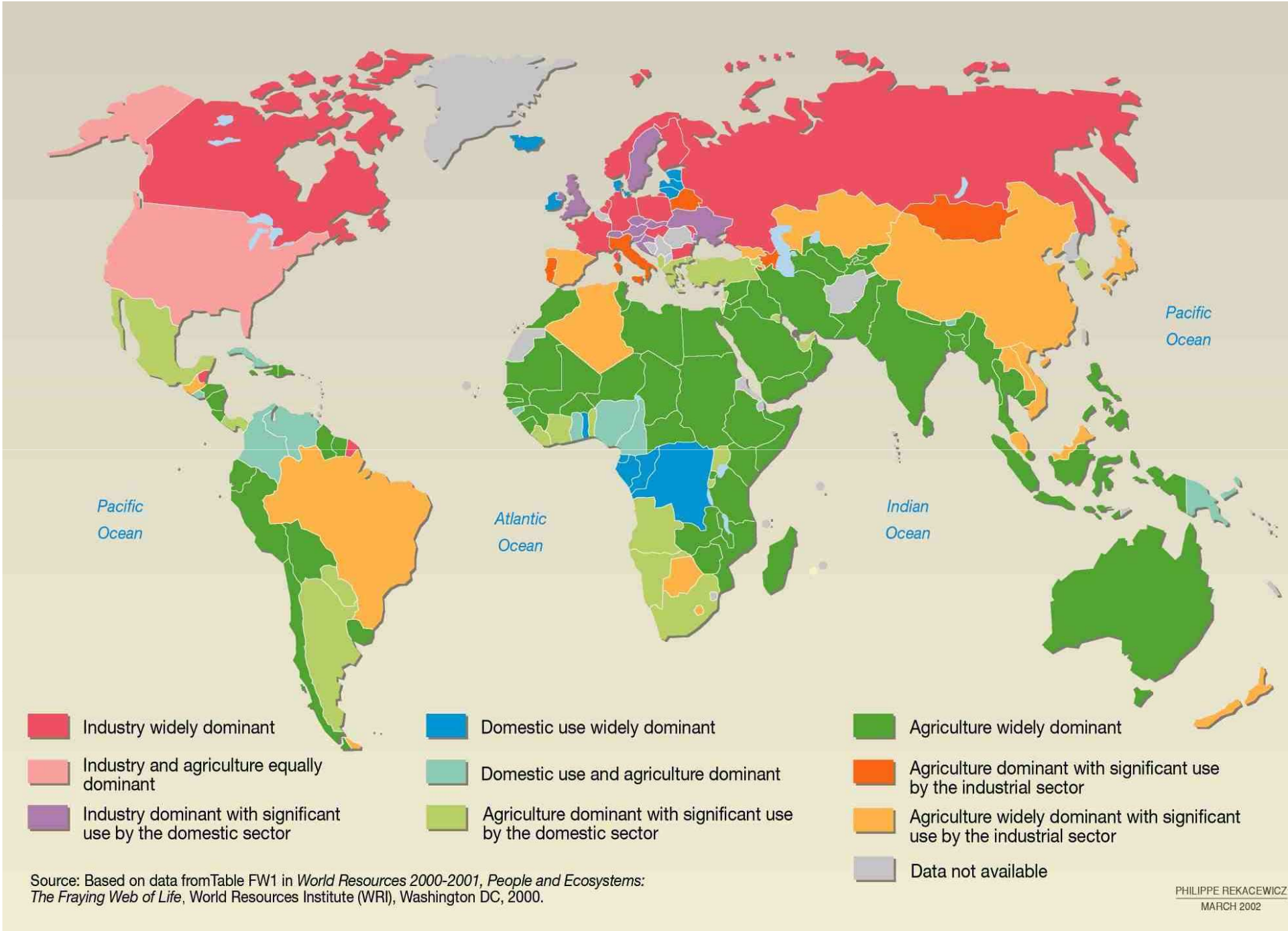
Fig. S4. The green, blue, gray and total water footprint of consumption per country in the period 1996–2005 (cubic meter per year per capita).



Extraction  
 Consumption  
 The grey band represents the difference between the amount of water extracted and that actually consumed. Water may be extracted, used, recycled (or returned to rivers or aquifers) and reused several times over. Consumption is final use of water, after which it can no longer be reused. That extractions have increased at a much faster rate is an indication of how much more intensively we can now exploit water. Only a fraction of water extracted is lost through evaporation.

Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.





Source: Based on data from Table FW1 in *World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.