

Wpływ zmian klimatu na pojawianie się zakwitów glonów - Hipotetyczne sposoby ograniczania masowego rozwoju sinic fitoplanktonowych



Justyna Kobos
Instytut Oceanografii, WOiG, Uniwersytet Gdański

Konferencja Naukowa RevitaLife 2018, Szczecinek 22-23 Xi 2018

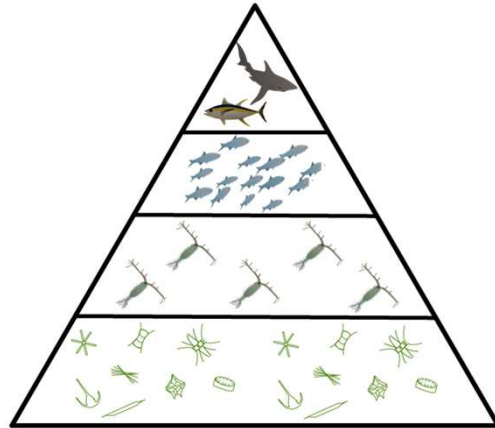


UNIWERSYTET GDAŃSKI



Fitoplankton

– podstawą łańcucha troficznego
w zbiorniku wodnym



(fot. J. Kobos)



Jezioro Zaca, Kalifornia, USA

Masowe występowanie różnych grup fitoplanktonu

Zielenice *Pleodorina indica*



Rzeka Malse, Republika Czeska

Eugleniny *Euglena* sp



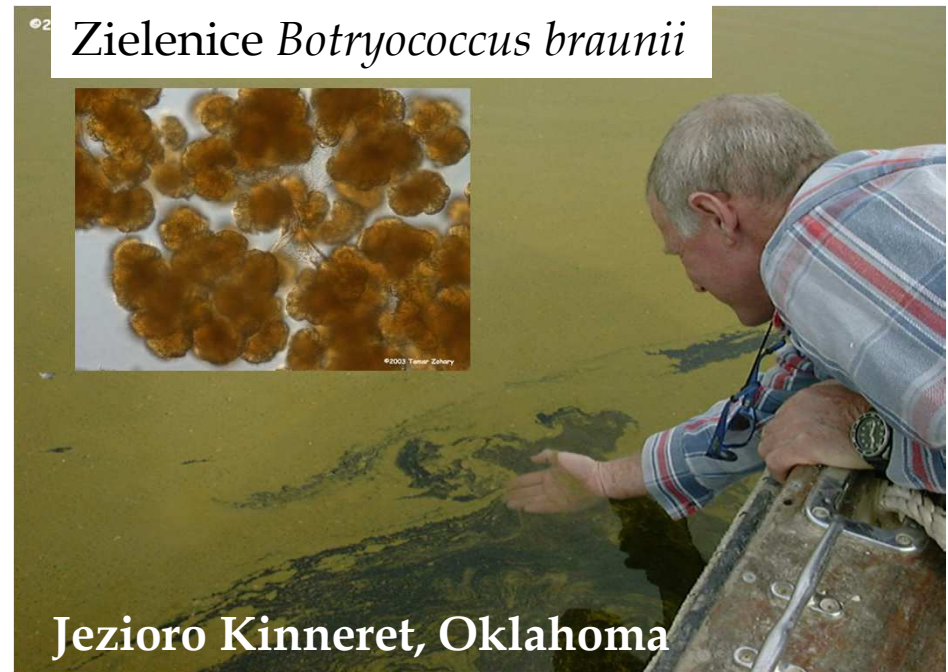
Allen Harbour, Massachusetts, USA

Nitkowate zielenice
Spirogyra sp. i *Zygonema* sp.



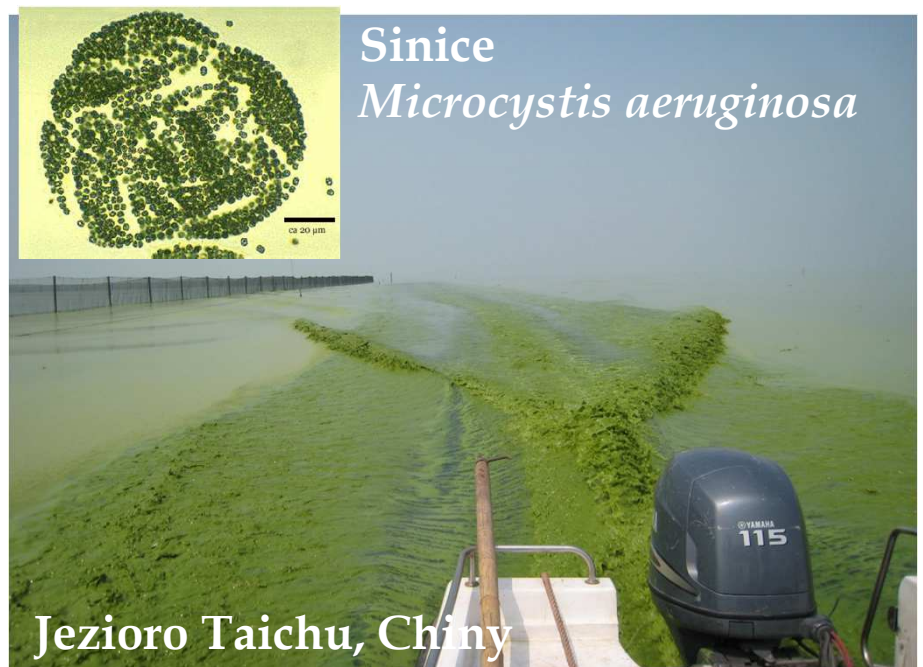
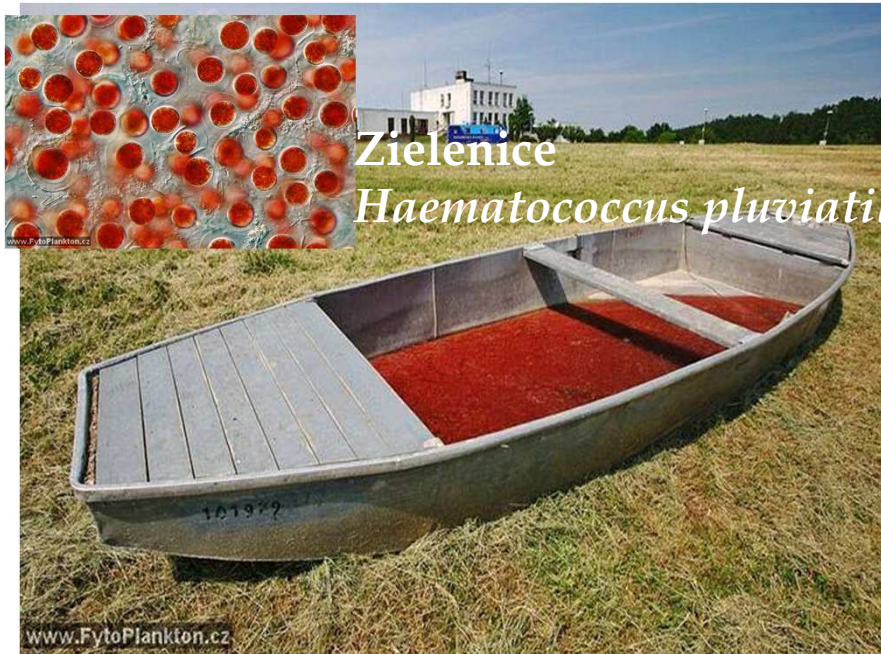
Staw rybny

Zielenice *Botryococcus braunii*

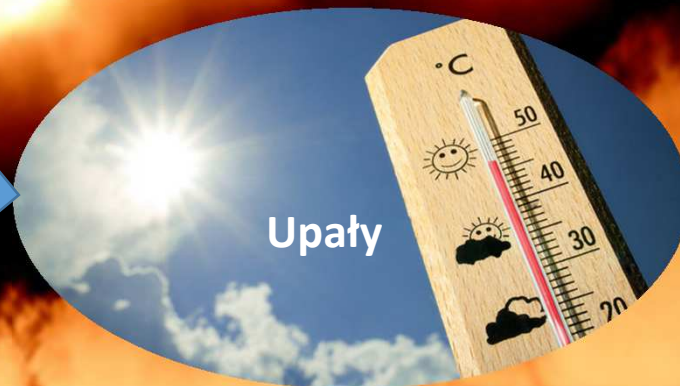
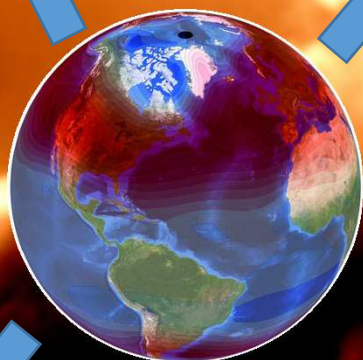


Jeziro Kinneret, Oklahoma

Masowe występowanie różnych grup fitoplanktonu

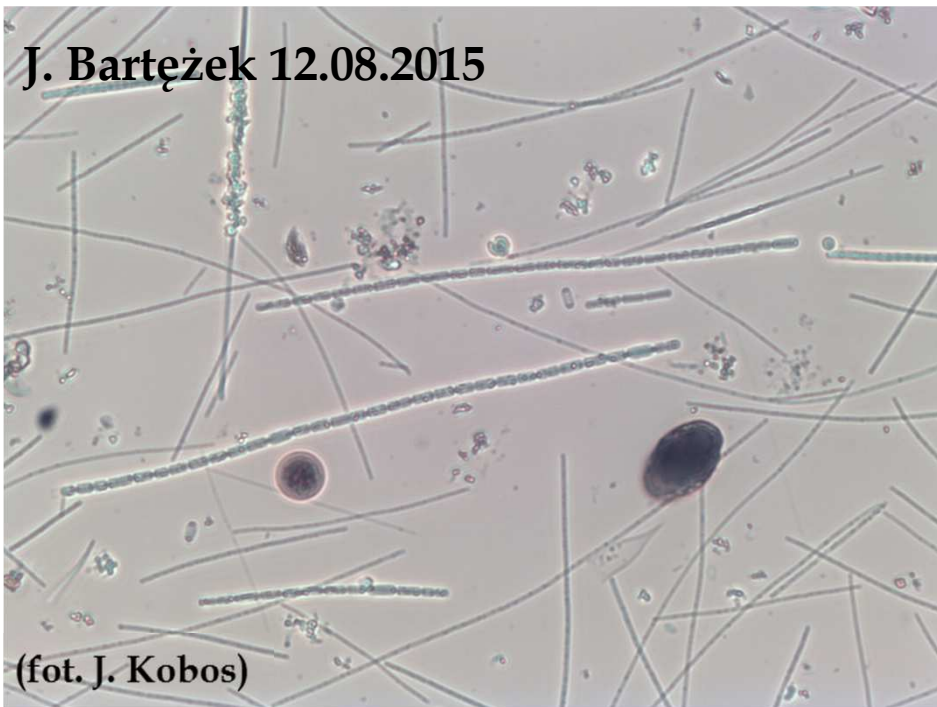


Skutki zmian klimatu na Ziemi



J. Bartęzek 12.08.2015

(fot. J. Kobos)



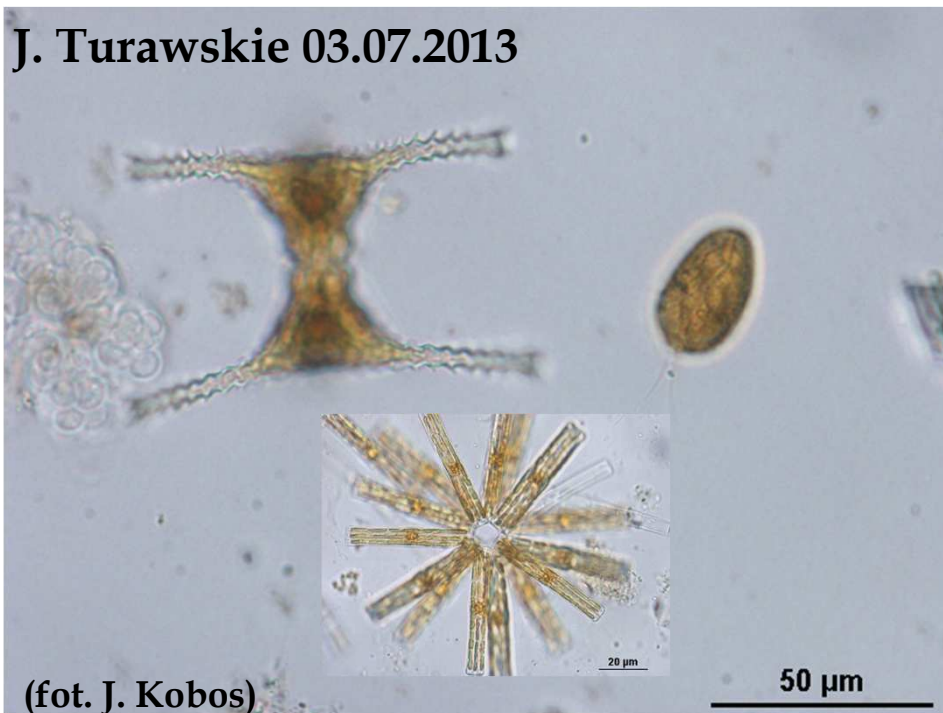
J. Siemianówka 22.08.2013

(fot. J. Kobos)



J. Turawskie 03.07.2013

(fot. J. Kobos)



Morze Bałtyckie 14.04.2015

(fot. J. Kobos)





Review

Phytoplankton as Key Mediators of the Biological Carbon Pump: Their Responses to a Changing Climate

Samarpita Basu ^{a,*} and Katherine R. M. Mackey

Earth System Science, University of California Irvine, Irvine, CA 92697, USA; kmackey@uci.edu

* Correspondence: basusamarpita@gmail.com

Received: 7 January 2018; Accepted: 12 March 2018; Published: 19 March 2018



Contents lists available at ScienceDirect
Harmful Algae
journal homepage: www.elsevier.com/locate/hal

Review

How rising CO₂ and global warming may stimulate harmful cyanobacterial blooms^{*}

Petra M. Visser^{a,*}, Jolanda M.H. Verspagen^a, Giovanni Sandrini^a, Lucas J. Stal^{a,b}, Hans C.P. Matthijs^a, Timothy W. Davis^c, Hans W. Paerl^d, Jef Huisman^a



ORIGINAL RESEARCH
doi: [10.3389/fmicb.2017.00040](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00040)



Environmental Variability and Cyanobacterial Blooms in a Subtropical Coastal Lagoon: Searching for a Sign of Climate Change Effects

Marich S. de Souza^a, José H. Munhoz^a, Luiz D. F. Costa^a, Eliana V. Klinging and João B. Yunes



Contents lists available at ScienceDirect
Harmful Algae
journal homepage: www.elsevier.com/locate/hal

Review

Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients

Hans W. Paerl^{a,*}, Wayne S. Gardner^b, Karl E. Havens^c, Alan R. Joyner^a, Mark J. McCarthy^d, Silvia E. Newell^d, Boqiang Qin^e, J. Thad Scott^f



REVIEW
published: 16 February 2017
doi: [10.3389/fmars.2017.00040](https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00040)



Southern Ocean Phytoplankton in a Changing Climate

Stacy L. Deppeler^{1,*} and Andrew T. Davidson^{2,3}



Available at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres



Climate change: Links to global expansion of harmful cyanobacteria



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect
Harmful Algae
journal homepage: www.elsevier.com/locate/hal

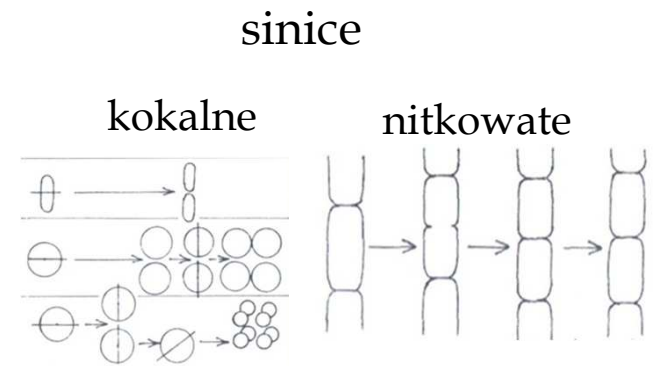
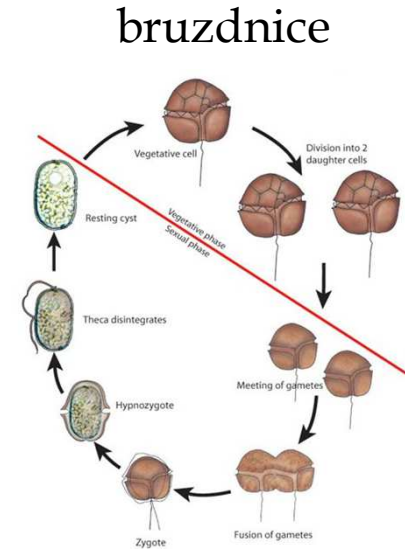
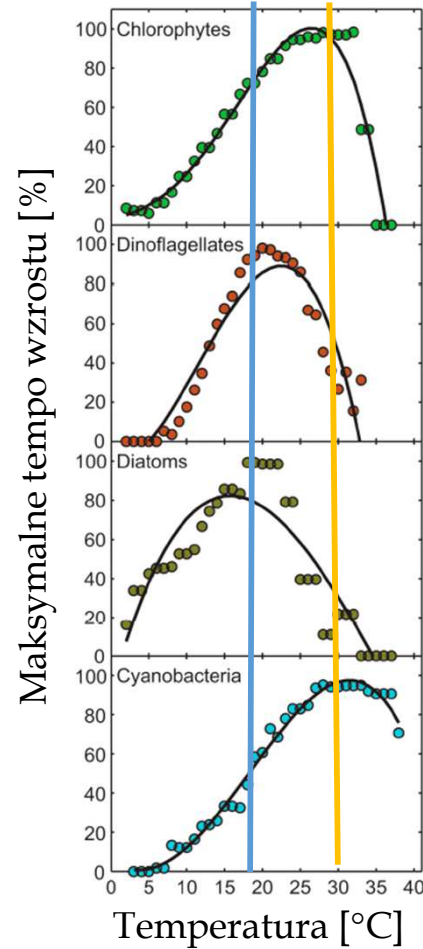
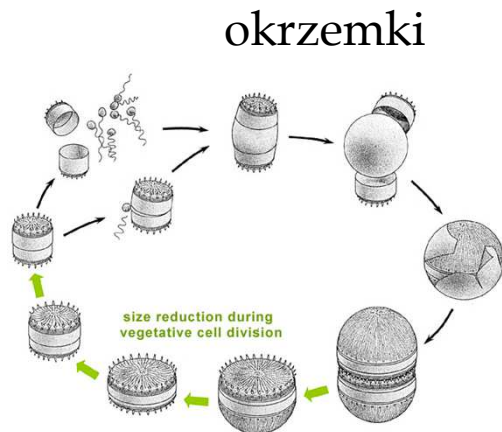
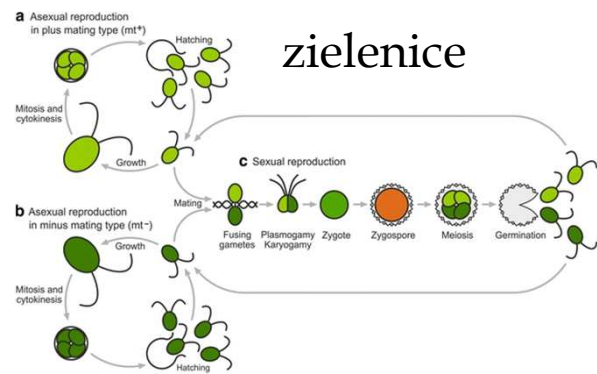


The rise of harmful cyanobacteria blooms: The potential roles of eutrophication and climate change

J.M. O'Neil^{a,*}, T.W. Davis^b, M.A. Burford^b, C.J. Gobler^c

1. Wpływ wzrostu temperatury:

- Tempo wzrostu glonów jest zależne od temperatury;

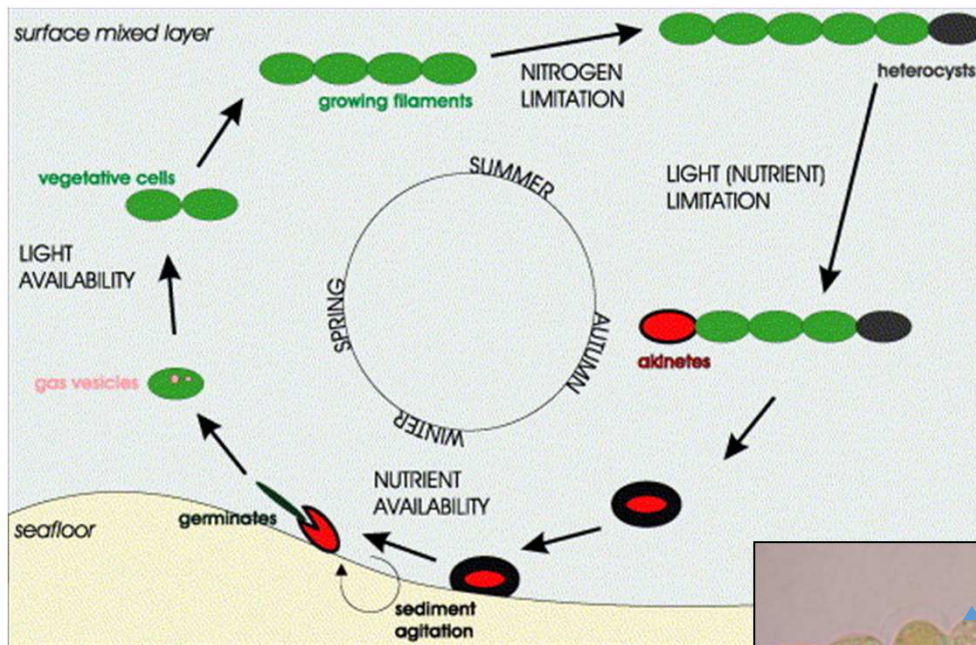


(Pearl & Otten, 2013, Harful Cyanobacterial Blooms: Causes, Consequences, and Controls. Microb Ecol.

1. Wpływ wzrostu temperatury:

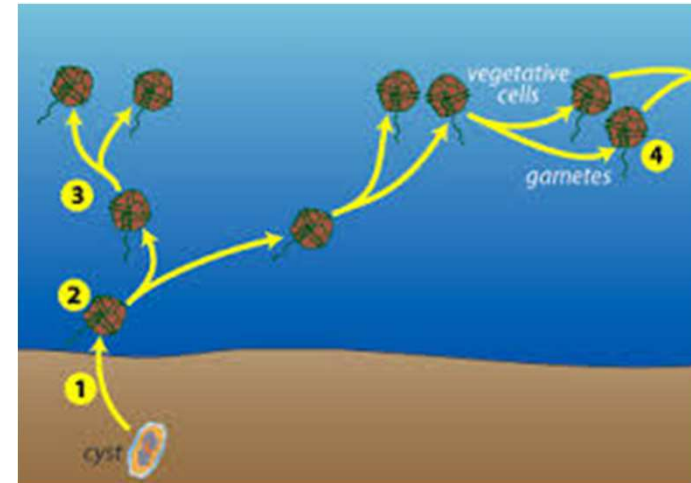
- Roczny cykl życia fitoplanktonu

Sinice diazotroficzne

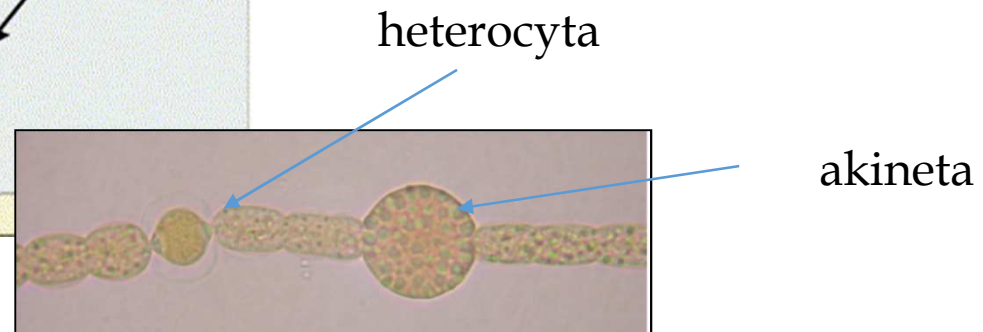


(Hense & Beckmann, 2006)

Bruzdnice



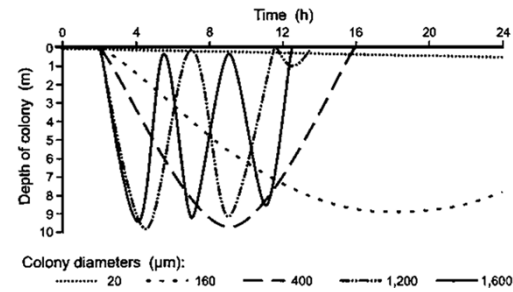
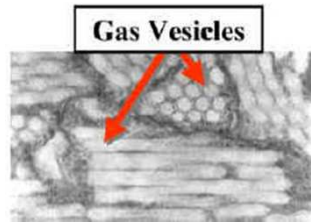
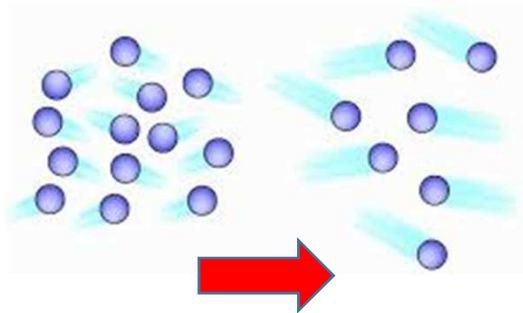
(Anderson, 2004)



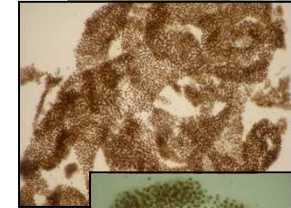
1. Wpływ wzrostu temperatury:

- Zmniejszenie lepkości wody powierzchniowej i zwiększenie dyfuzji składników odżywczych w kierunku powierzchni komórki;

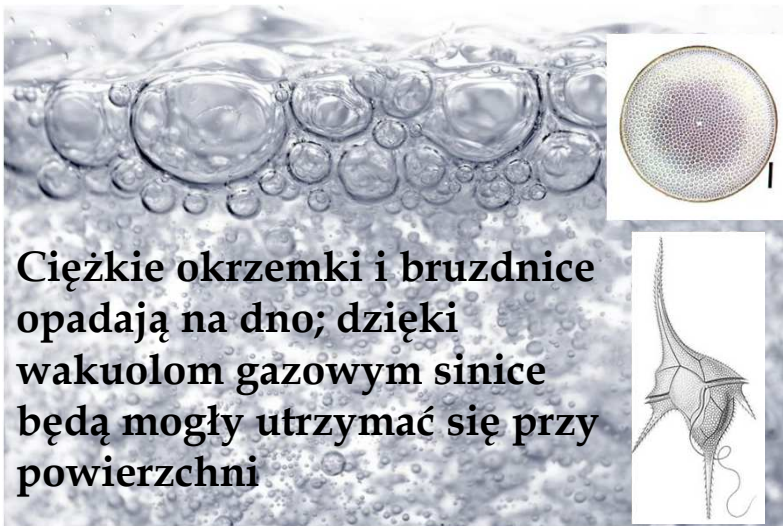
Wakuole gazowe



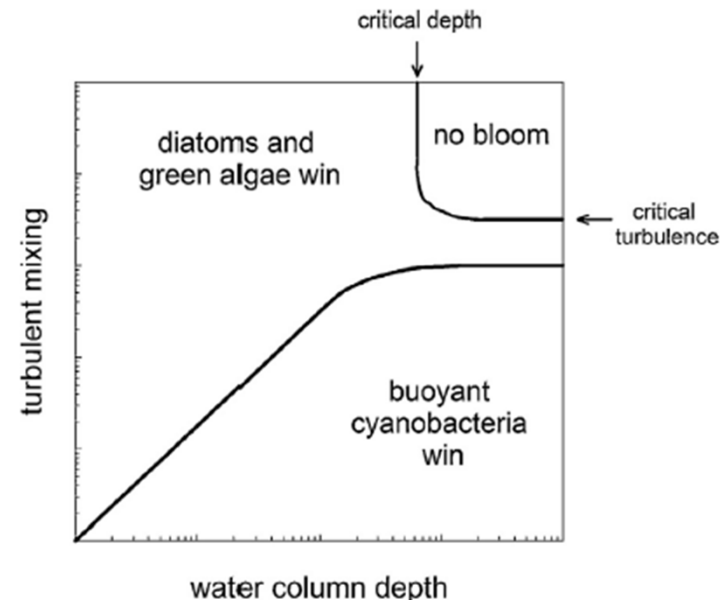
(Chorus & Bartram, WHO 1999)



(fot. J. Kobos)



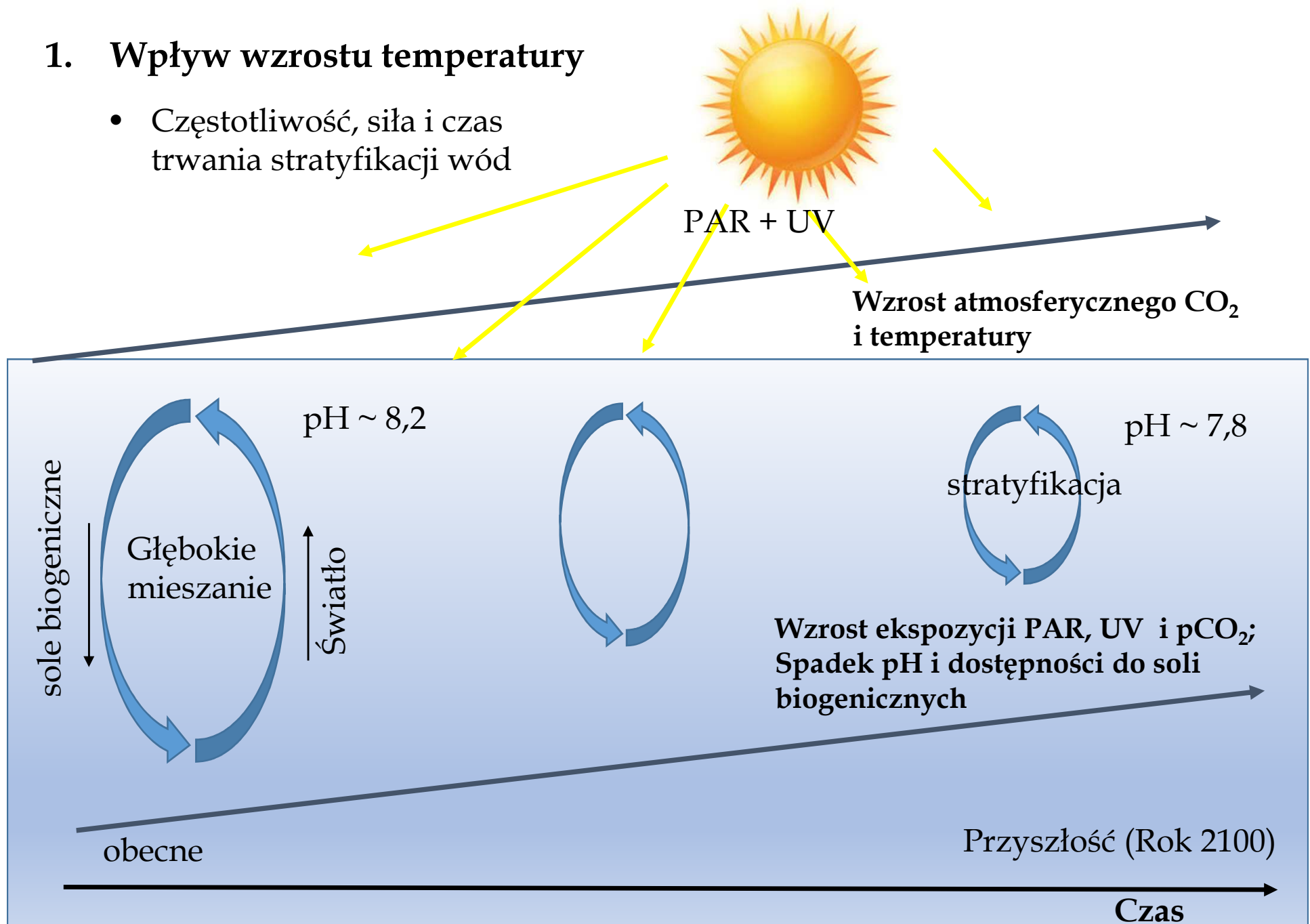
Ciężkie okrzemki i bruzdnice opadają na dno; dzięki wakuolom gazowym sinice będą mogły utrzymać się przy powierzchni



(Visser i in. 2016)

1. Wpływ wzrostu temperatury

- Częstotliwość, siła i czas trwania stratyfikacji wód



(na podstawie Basu & Mackey, 2018)

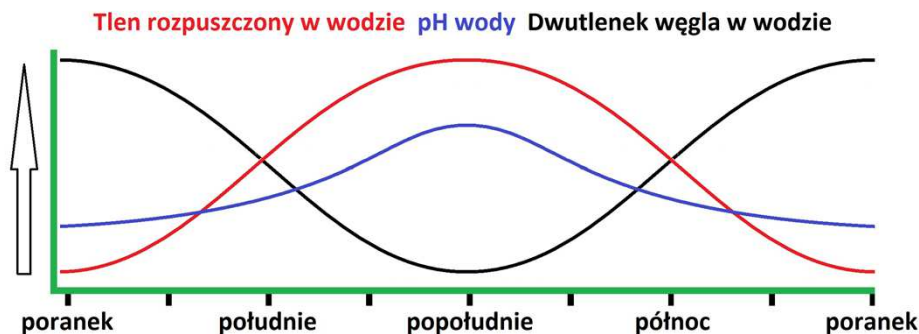
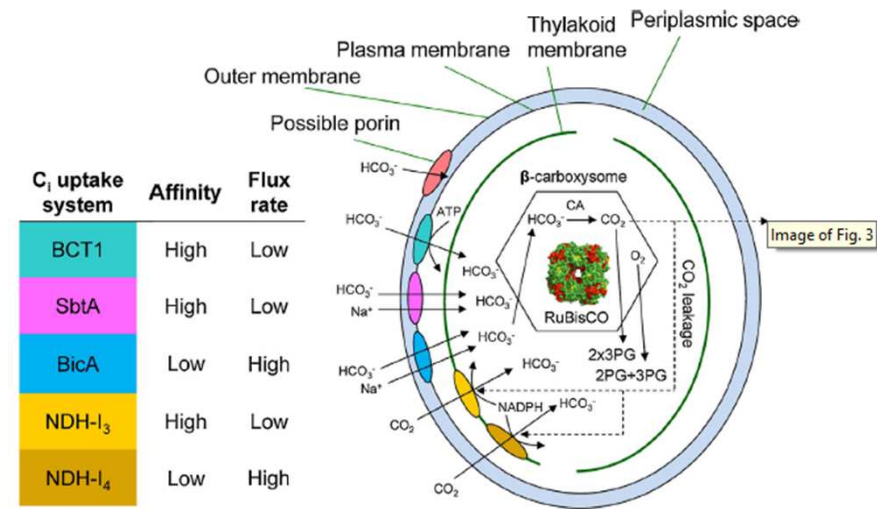
2. Zwiększenie stężenia CO₂ w atmosferze

Istnieje wiele filogenetycznie różnych sposobów, w jakie fitoplankton przejmuje, transportuje lub przekształca CO₂ i HCO₃⁻. Prawie wszystkie glony eukariotyczne i wszystkie cyjanobakterie posiadają mechanizmy koncentracji węgla (CCM).



Wykazano, że CCM w cyjanobakteriach są bardziej wydajne niż inne glony lub rośliny wyższe przy niskich stężeniach CO₂ i że ta podwyższona wydajność może ułatwić ich dominację w warunkach niskiego CO₂.

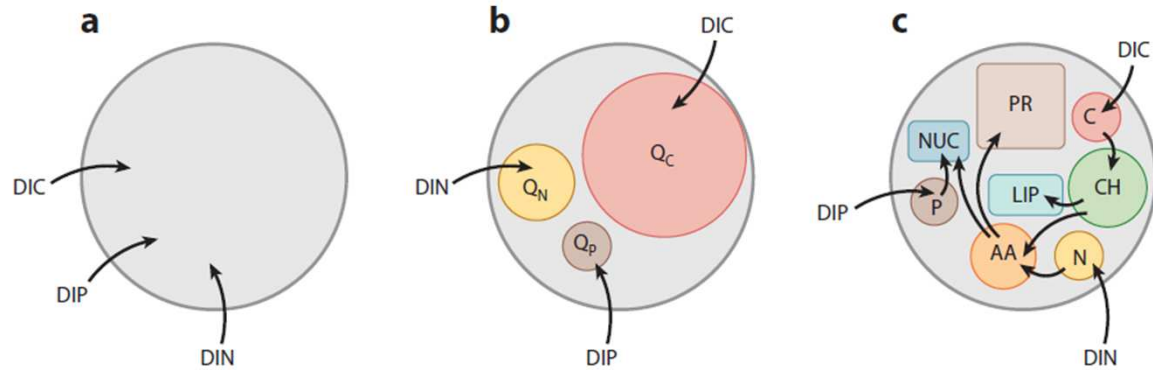
Schemat koncentracji węgla u sinic



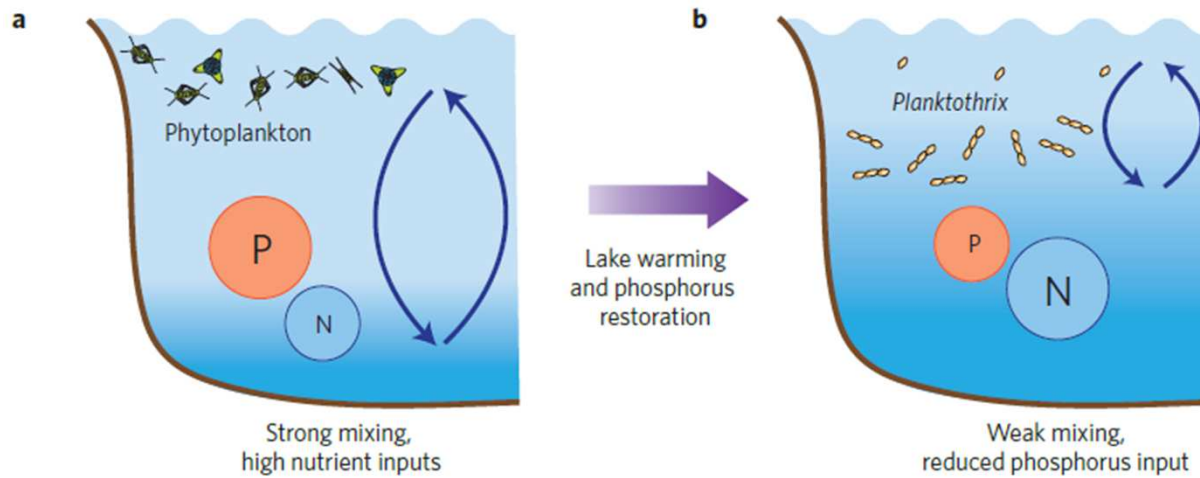
(Visser i in. 2016)

3. Wpływ dostępności związków biogenicznych

Dostępność biogenów
kluczowym elementem
rozwoju
poszczególnych grup
fitoplanktonu

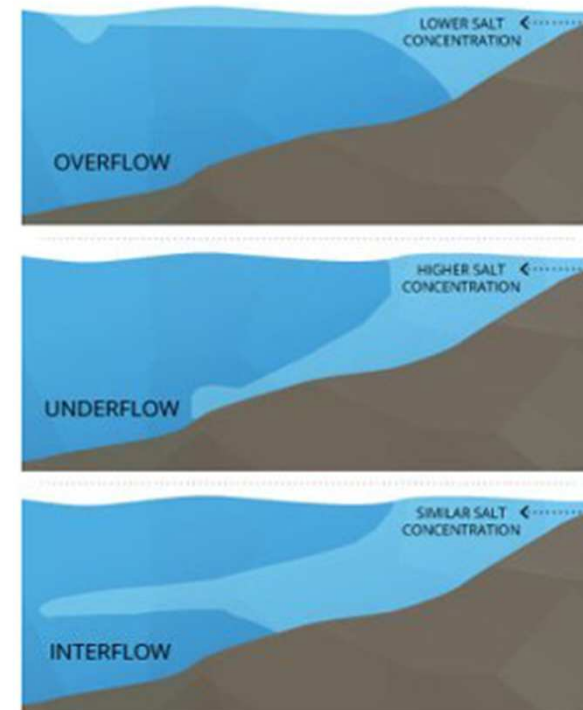


(Follows & Dutkiewicz, 2011)



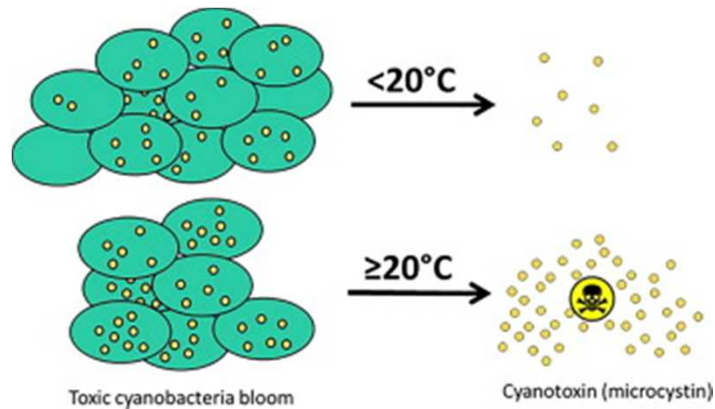
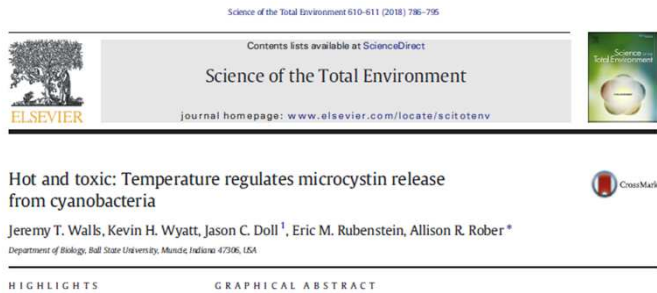
(Winder, 2012)

4. Wpływ zasolenia ujścia rzek i systemów słodkiej wody z powodu wzrostu poziomu morza;
- wzrost częstotliwości czasu trwania suszy w niektórych regionach oraz zdecydowany wzrost desykcacji (wysuszenia); lub w innych obszarach, wzrost opadów z powodu burz.

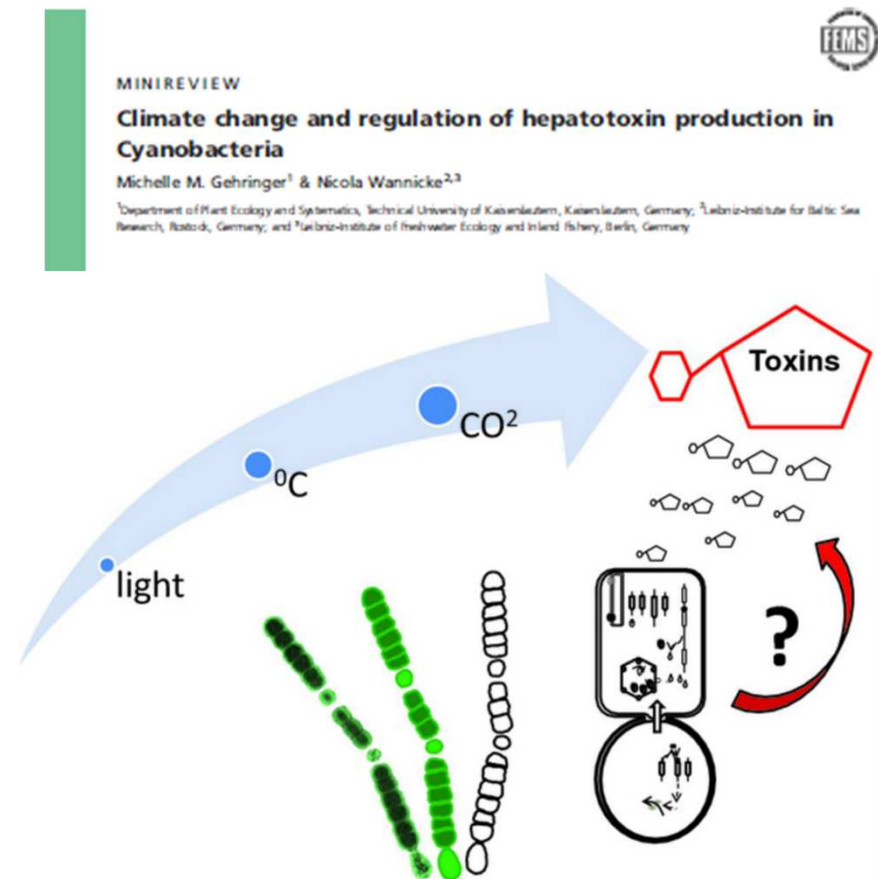


The salinity of an inflow can contribute to stratification. Freshwater flowing into saltwater will float, while saltwater flowing into freshwater will sink.

5. Globalne zmiany w ekosystemach wodnych (wzrost temperatury, składników odżywczych i stężenia CO₂) na produkcję toksyn



(Walls i in. 2018)



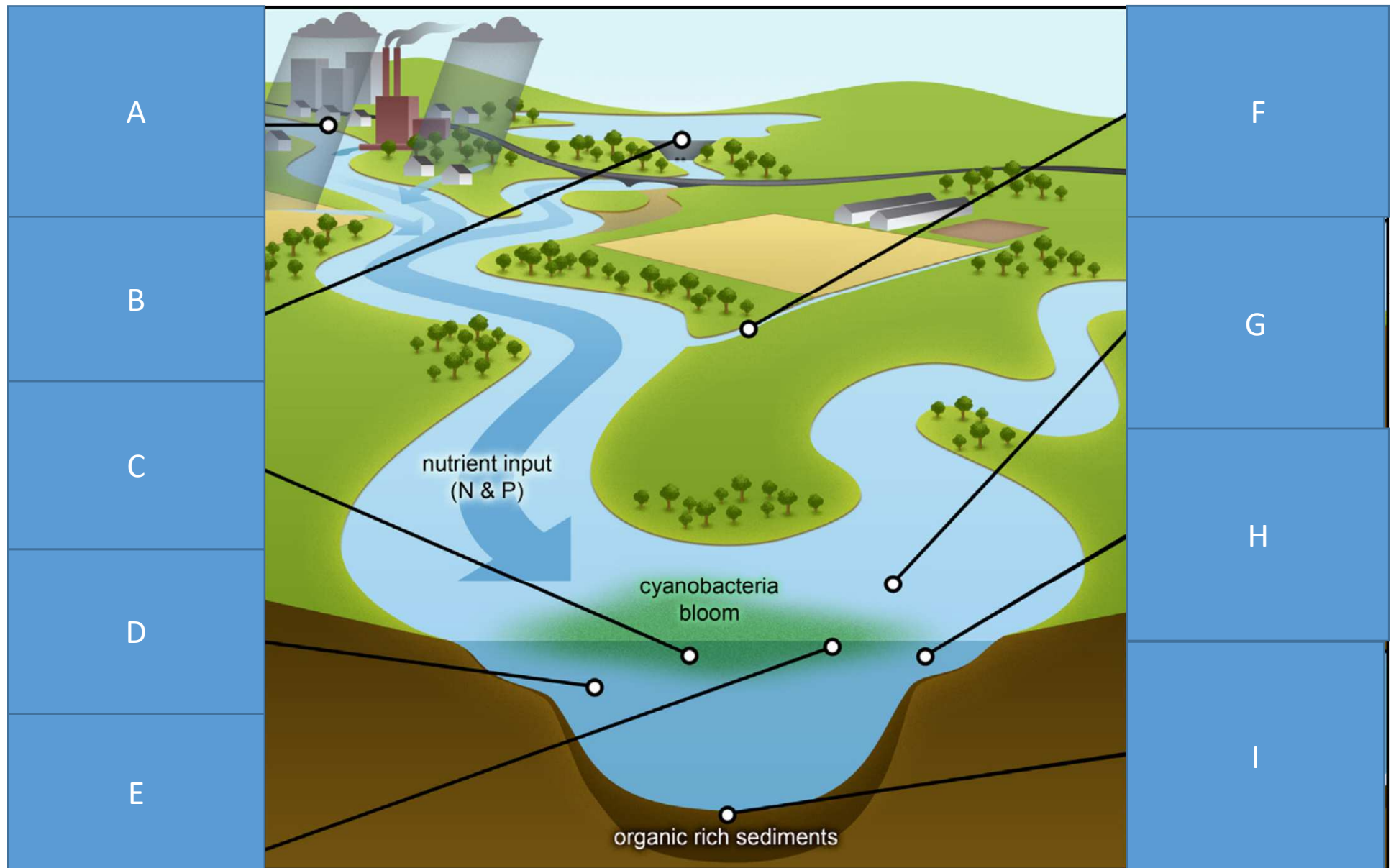
Gehringer & Wannicke, 2014

Czy możemy uchronić się przed szkodliwymi zakwitami?



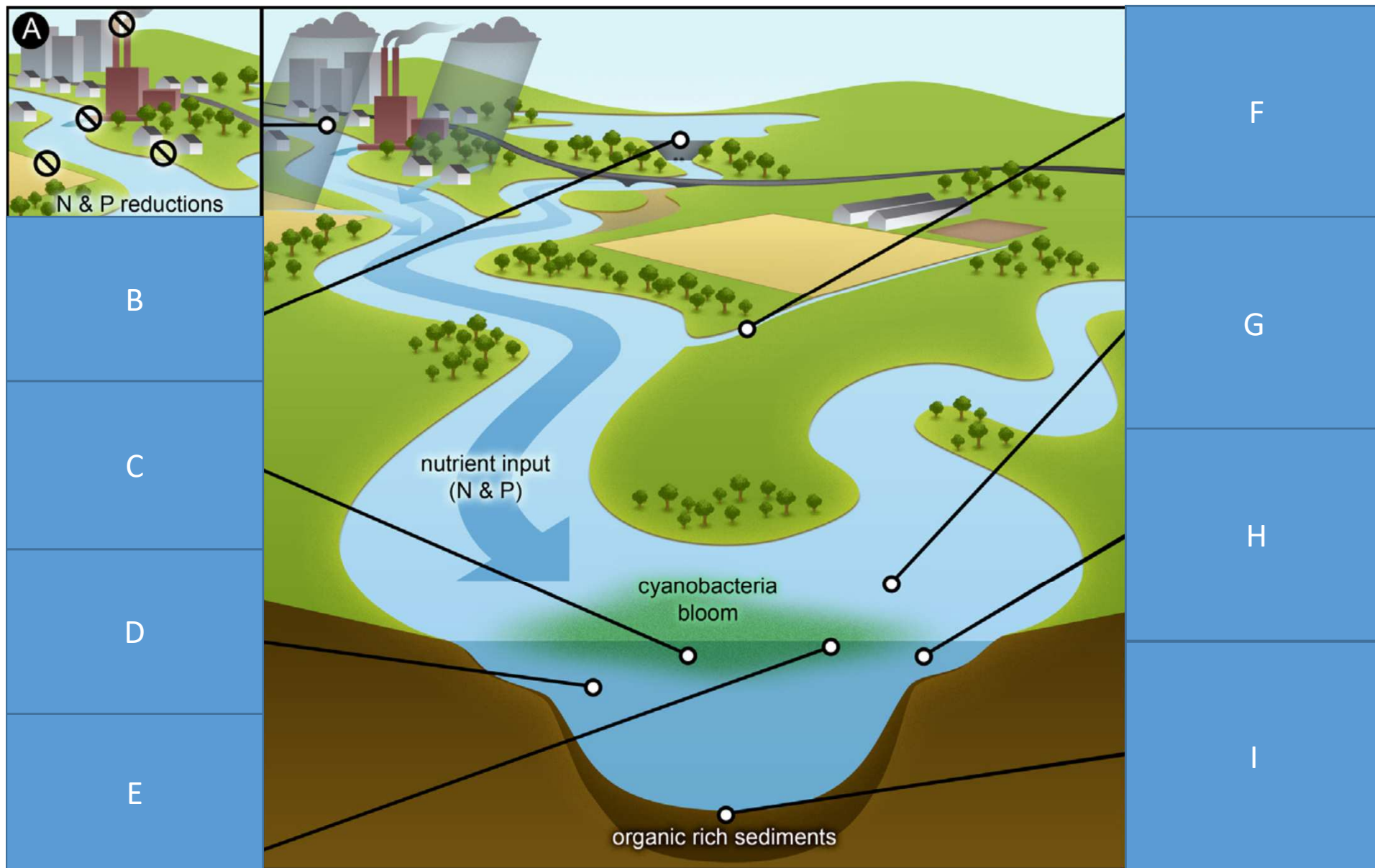
<https://www.marketwatch.com/story/how-toxic-algae-are-threatening-humans-and-wildlife-across-the-world-2016-04-22>

Konceptyjna ilustracja różnych podejść stosowanych obecnie w celu kontrolowania szkodliwych sinicowych zakwitów wody (CyanoHAB)

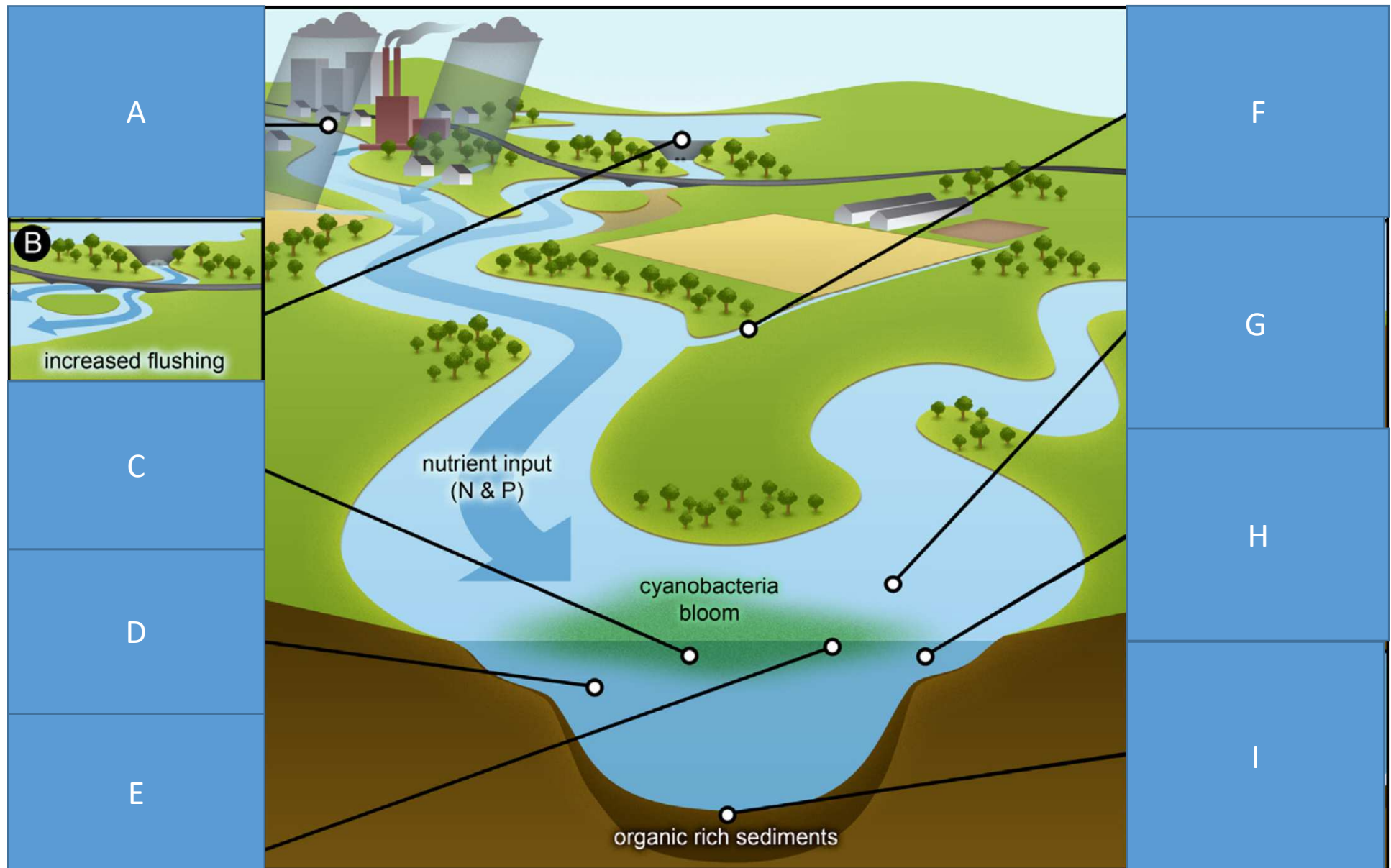


(Pearl i in., 2016)

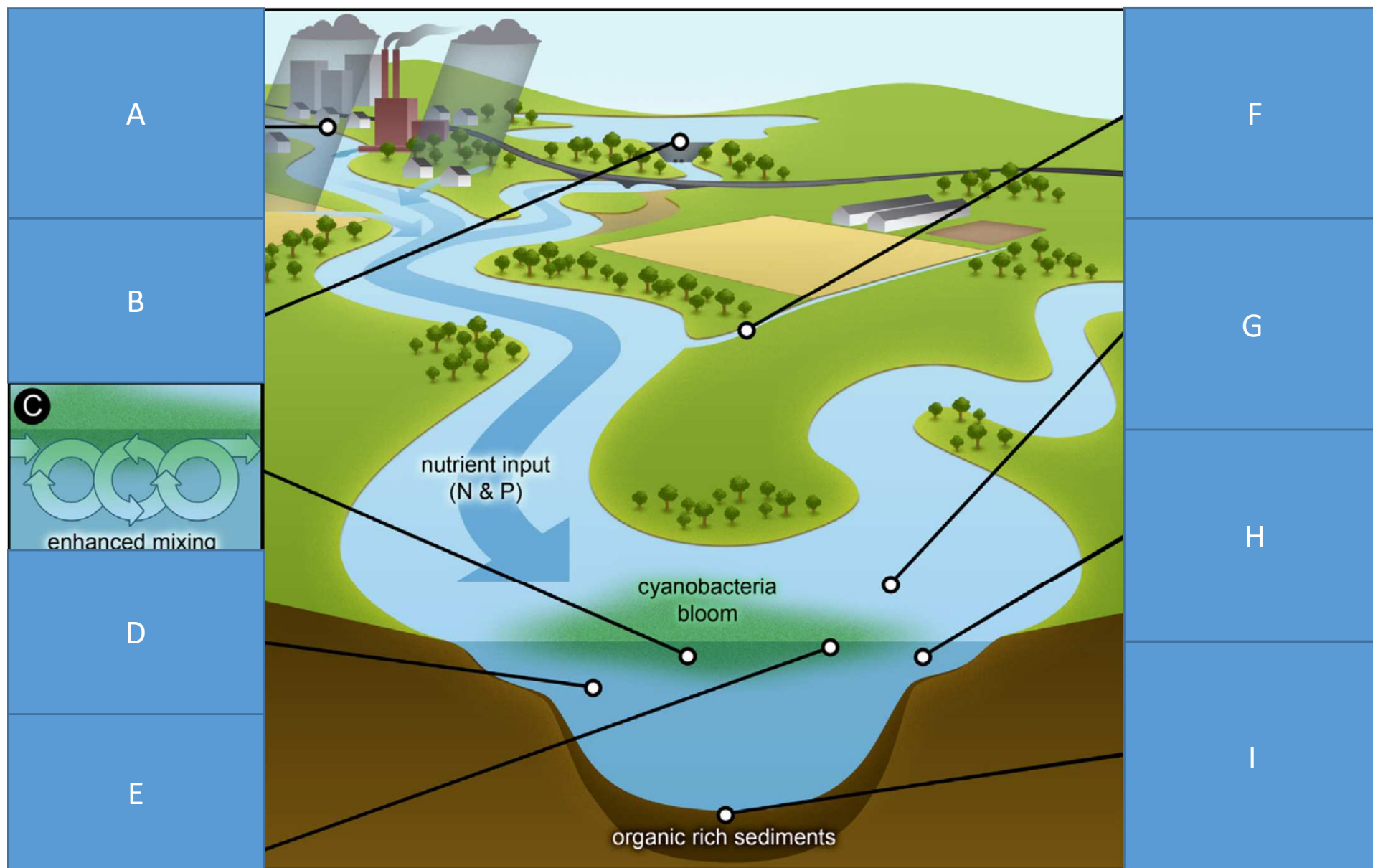
A. Ograniczenie źródeł dopływu składników odżywczych (w większości przypadków zarówno N, jak i P).



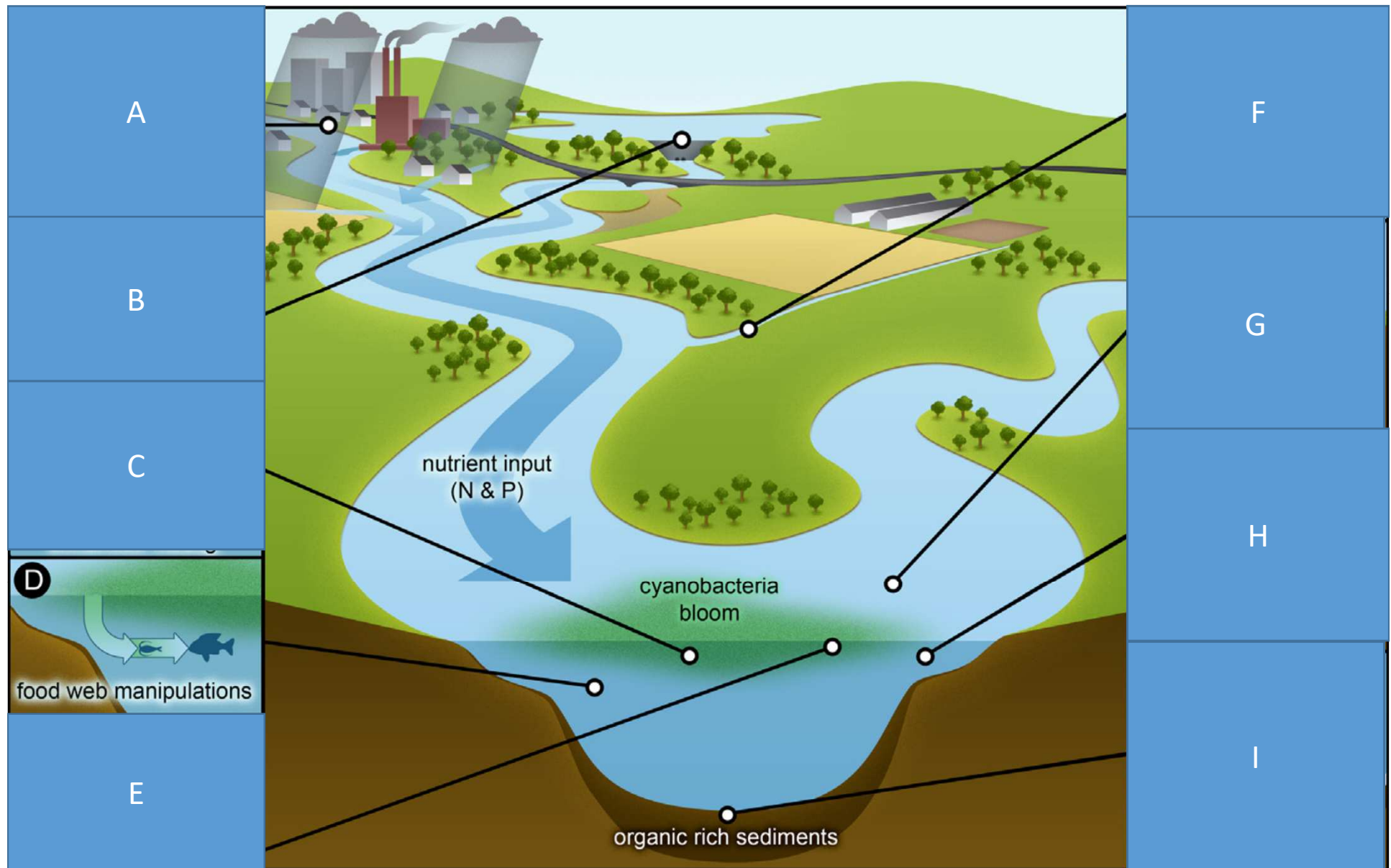
B. Zwiększenie szybkości przepływu wody („płukanie” wody powierzchniowej; skrócenie czasu przebywania fitoplanktonu w wodzie)



C. Wzmocnienie mechanicznego mieszania pionowego wody

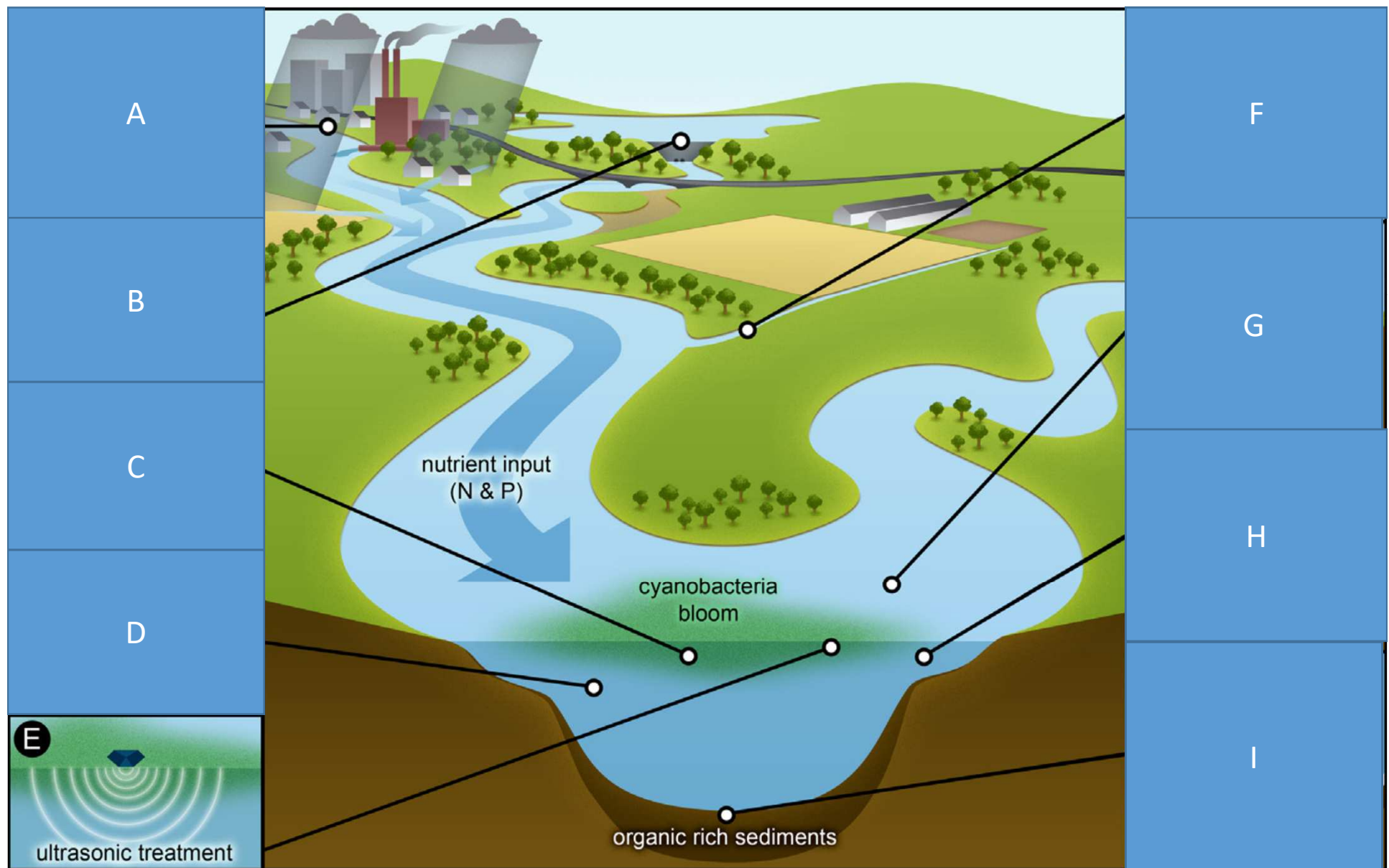


D. Manipulowanie sieciami troficznymi w celu zwiększenia filtrowania i konsumpcji CyanoHAB



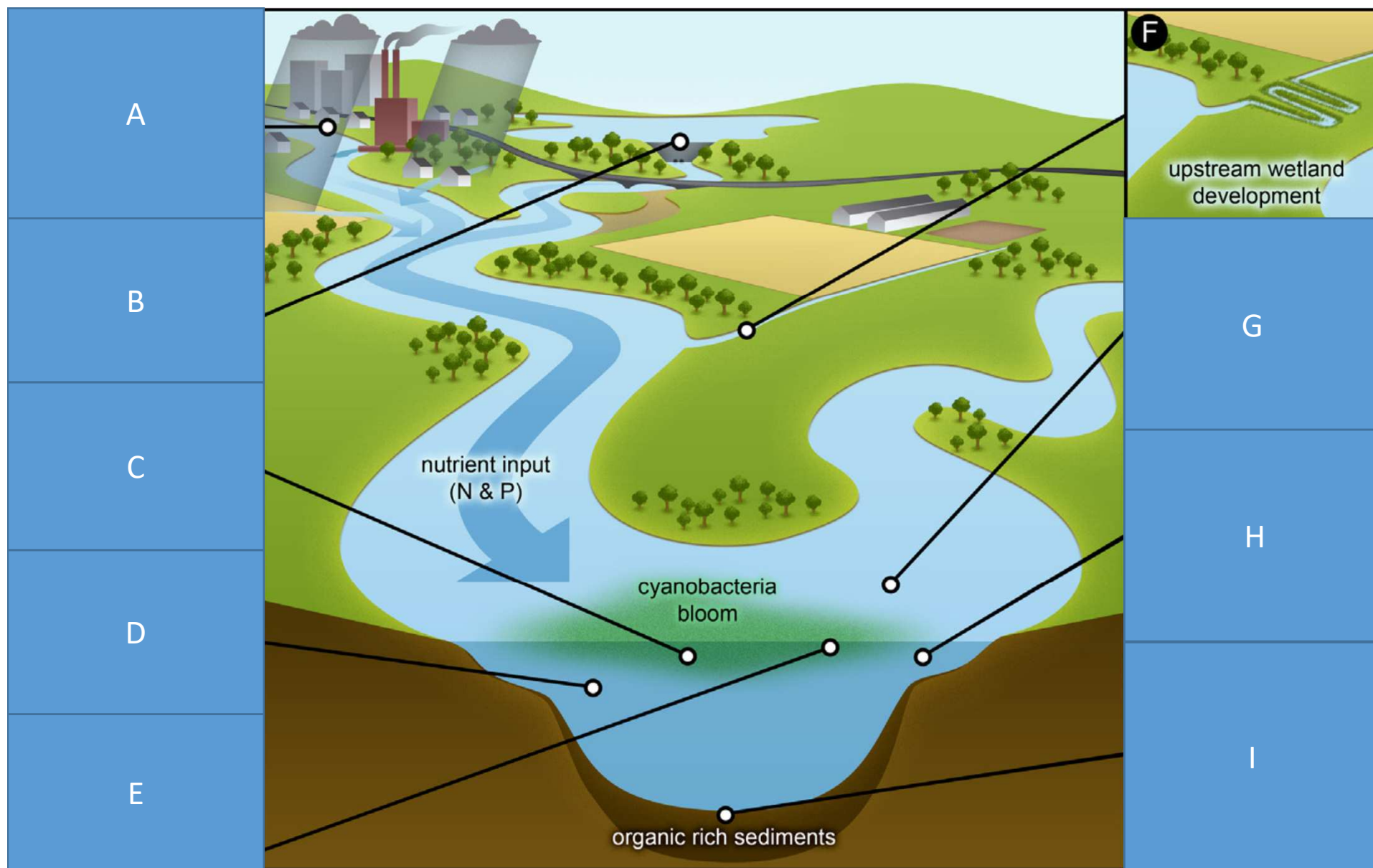
(Pearl i in., 2016)

E. Wykorzystanie fal ultradźwiękowych do kontrolowania wzrostu glonów



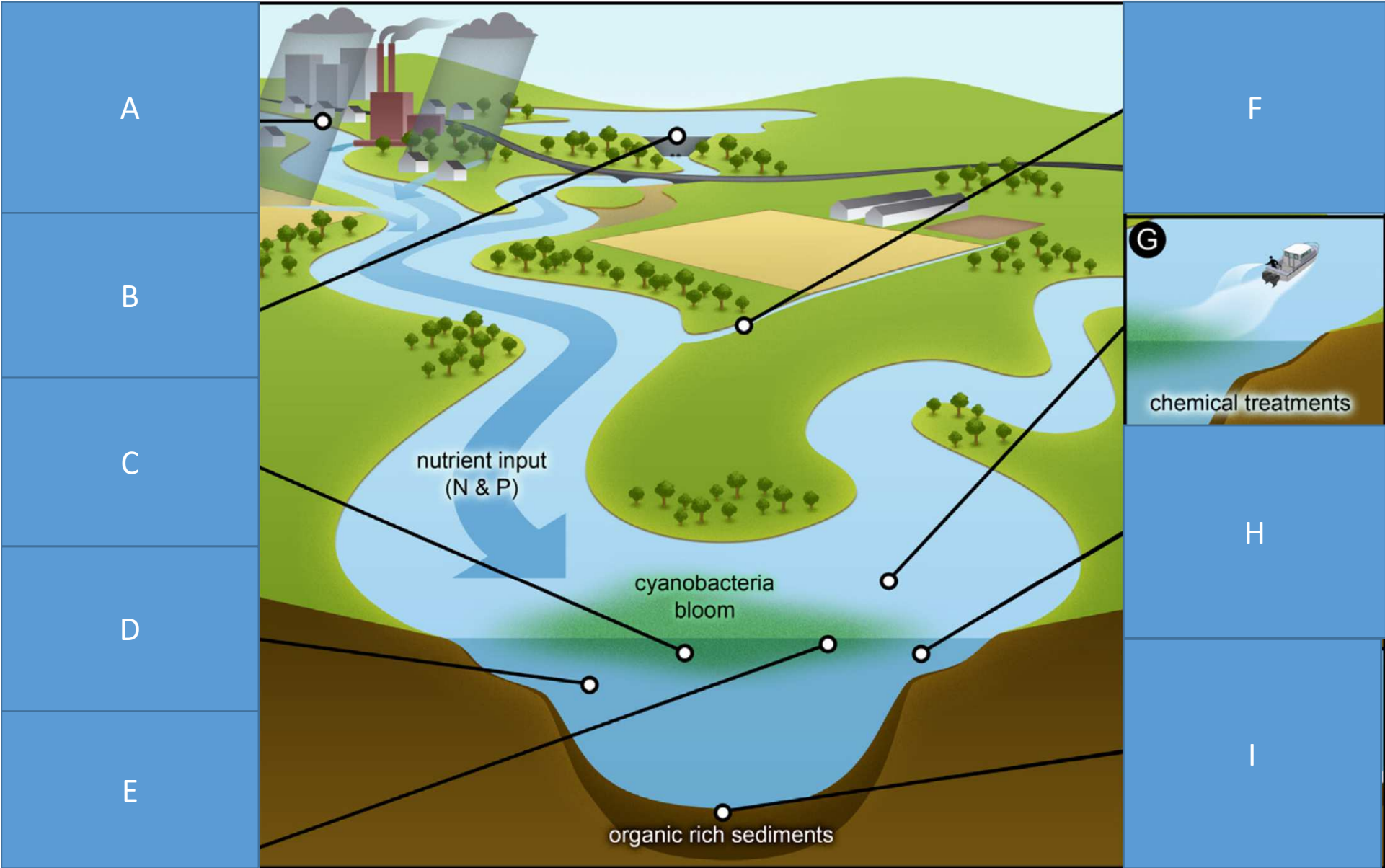
(Pearl i in., 2016)

F. Ograniczanie / usuwanie składników biogenicznych z pól poprzez rozwój mokradeł



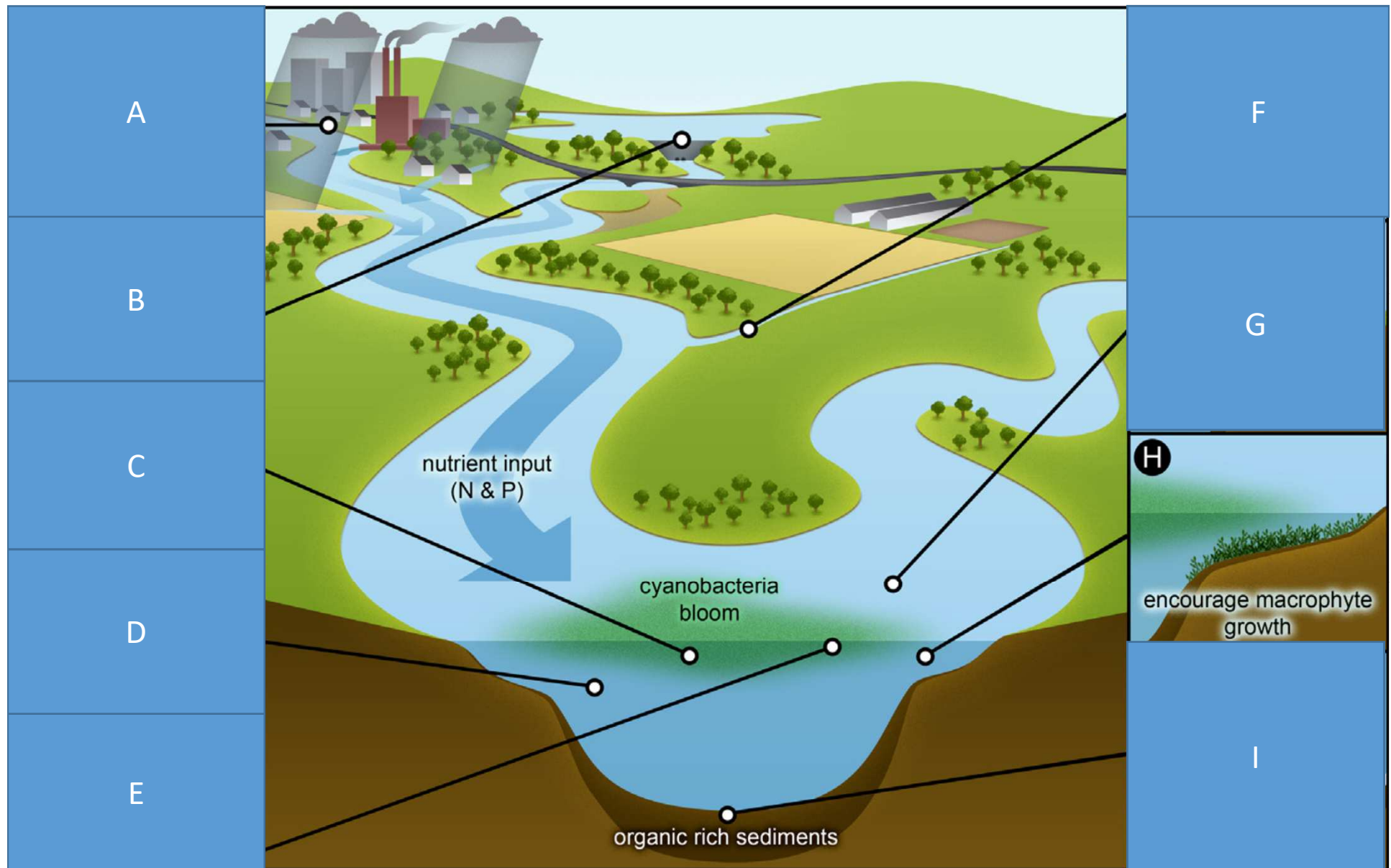
(Pearl i in., 2016)

G. Zastosowanie algicydów oraz nadtlenuku wodoru



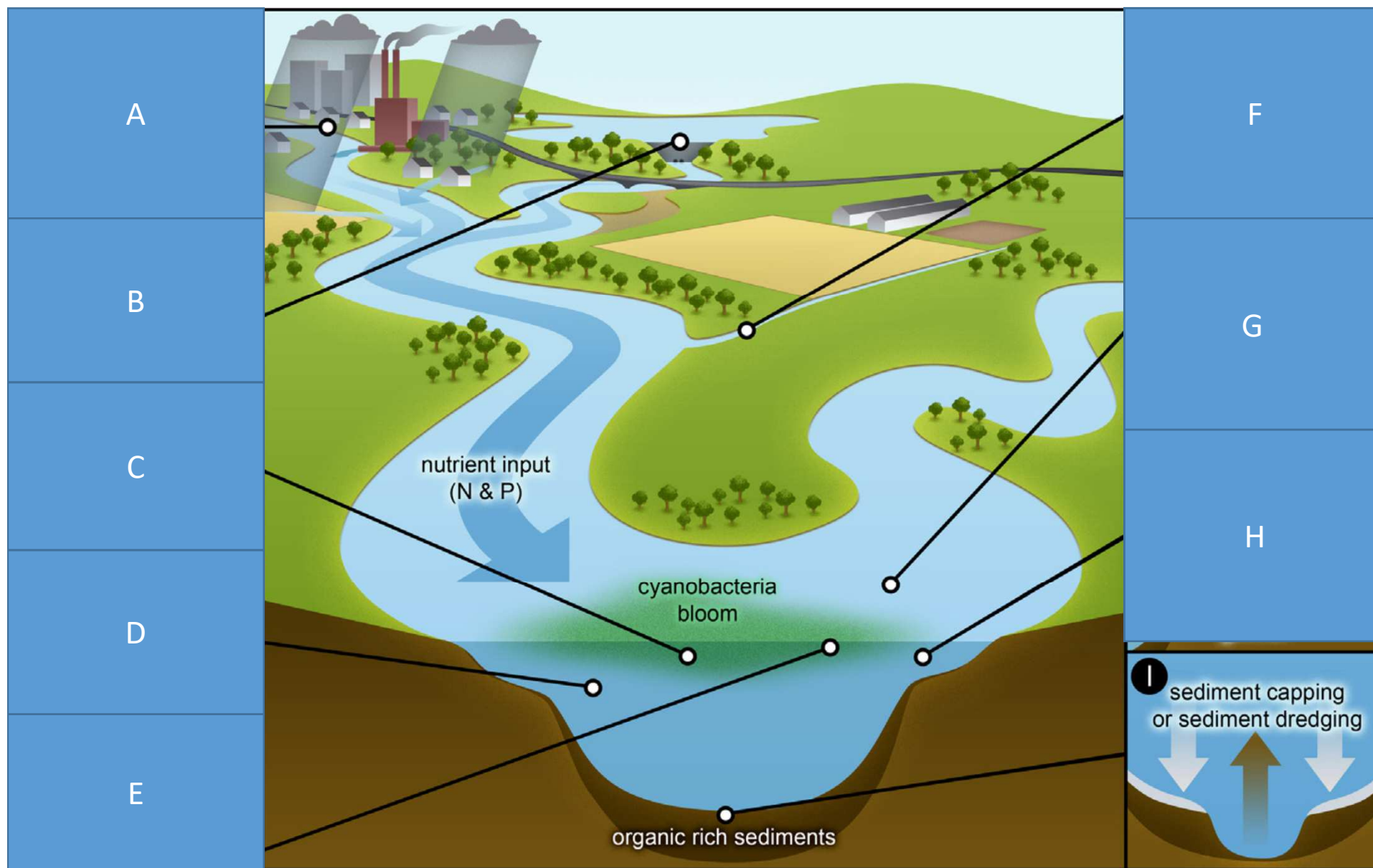
(Pearl i in., 2016)

H. Wspomaganie rozwoju podwodnej i wyłaniającej się roślinności wodnej

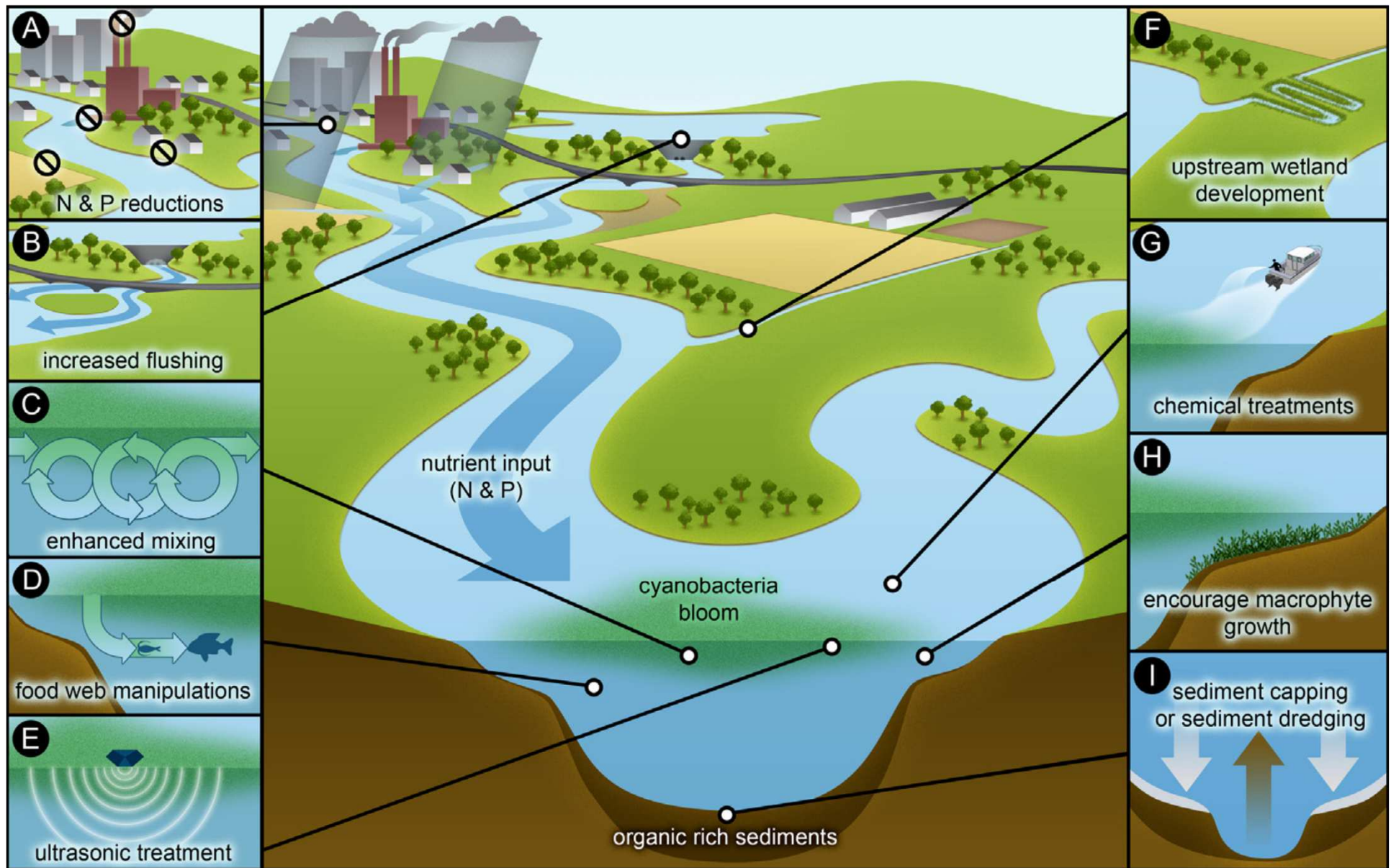


(Pearl i in., 2016)

I. Pogłębianie i przykrywanie osadów dennych w celu zmniejszenia regeneracji składników odżywczych w kolumnie osadu i wody



Czy wszystkie te metody działają jednakowo na zbiorowiska fitoplanktonu?



Występowanie i charakterystyka poszczególnych szkodliwych rodzajów sinic (CyanoHAB) w wodach śródlądowych

Rodzaj CyanoHAB	Występowanie	Charakterystyka			
		Wiązanie N ₂	Zapach i smak	Generowanie niedotlenienia	Zakłócanie sieci troficznej
<i>Anabaenopsis</i>	Powierzchniowe zakwity/ kożuchy	Tak	Tak	Tak	
<i>Aphanizomenon</i>	Powierzchniowe zakwity/ kożuchy	Tak	Tak	Tak	Tak
<i>Cylindrospermopsis</i>	W całej toni wodnej	Tak	Tak		Tak
<i>Dolichospermum</i>	Powierzchniowe zakwity/ kożuchy	Tak	Tak	Tak	Tak
<i>Gloeotrichia</i>	W całej toni wodnej	Tak	Tak		
<i>Lyngbya</i>	Powierzchniowe zakwity/ kożuchy	nieliczne	Tak	Tak	
<i>Microcystis</i>	Powierzchniowe zakwity/ kożuchy	nie	Tak	Tak	Tak
<i>Nodularia</i>	Powierzchniowe zakwity/ kożuchy	Tak	Tak	Tak	Tak
<i>Nostoc</i>	W całej toni wodnej	Tak	Tak		Tak
<i>Phormidium</i>	W całej toni wodnej	Nie	Tak		Tak
<i>Planktothrix</i>	W całej toni wodnej; w metalimnionie	Nie	Tak	Tak	Tak
<i>Raphidiopsis</i>	W całej toni wodnej	Nie	Tak		Tak
<i>Synechococcus</i>	W całej toni wodnej	większość	Tak		

(na podstawie: Pearl i in., 2016)

Opcje ograniczania masowego występowania poszczególnych szkodliwych rodzajów sinic (CyanoHAB) – w kolejności priorytetowej

Rodzaj CyanoHAB	Ograniczenie dopływu soli biogenicznych	Stymulacja wzrostu makrofitów	Manipulacja mętności	Głębokość jeziora i strefy fotycznej	Rozwój terenów podmokłych	Ulepszenie przepływu ¹	Ulepszenie mieszania ¹	Okrywać osad ^{1,2}	Pogłębianie zbiornika ³
<i>Anabaenopsis</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Aphanizomenon</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cylindrospermopsis</i>	1	2			3	4		5	6
<i>Dolichospermum</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Gloeotrichia</i>	1				2	3			
<i>Lyngbya</i>	1	3			4	2		5	6
<i>Microcystis</i>	1	2	4	5	3	6	7	8	9
<i>Nodularia</i>	1				2	3	4	5	6
<i>Nostoc</i>	1				2			3	
<i>Phormidium</i>	1				2	3		4	5
<i>Planktothrix</i>	1			2	3	5	4	6	7
<i>Raphidiopsis</i>	1				2	4	3	5	6
<i>Synechococcus</i>	1				2	3			

1 – możliwe tylko w stosunkowo małym systemie

(na podstawie: Pearl i in., 2016)

2 - tylko w systemach, które wykazują uwarstwienie w pionie i okresy kwitnienia

3 - po dokonaniu oceny środowiskowej i tylko wtedy, gdy urobek z pogłębiania może być złożony na boku działu wodnego

A photograph of a pond with reeds and water lilies. The water is clear, showing the green lily pads and the brown reeds. The text 'Dziękuję za uwagę' is overlaid in the center of the image.

Dziękuję za uwagę

Jez. Karlikowskie 09.06.2009 (fot. J. Kobos)

Literatura:

1. Basu S., Mackey K.R.M., 2018, Phytoplankton as Key Mediators of Biological Carbon Pump: Their Responses to Changing Climate. *Sustainability* 10(3). 869
2. Gehringer M.M., Wannicke N., 2014. Climate change and regulation of hepatotoxin production in cyanobacteria. *FEMS Microbiology Ecology*, 88(1): 1-25.
3. Hense I., Beckmann A., 2006. Towards a model of cyanobacteria life cycle – effects of growing and resting stages on bloom formation of N₂-fixing species. *Ecological Modelling*, 3-4: 205-218.
4. Ibelings B.W., Bormans M., Fastner J., Visser P.M., 2016, CYANOCOST special issue on cyanobacterial blooms: synopsis – a critical review of the management options for their provention, control and mitigation. *Aquat Ecol*.
5. O’Neil J.M., Davis T.W., Burford M.A., Gobler C.J., 2012, The rise of harmful cyanobacteria blooms: The potential roles of eutrophication and climate change. *Harmful Algae* 14: 313-334
6. Paerl H.W., Gardner W.S., Havens K.E., Joyner A.R., McCarthy M.J., Newell S.E., Qin B., Scott J.T., 2016, Mitigating cyanobacterial harmful algae blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. *Harmful Algae* 54: 213-222
7. Visser P.M., Ibelings B.W., Bormans M., Huisman J., 2016, Artificial mixing to control cyanobacterial blooms: a review. *Aqua Ecol* 50:423-441
8. Walls J.T., Wyatt K.H., Doll J.C., Rubenstein E.M., Rober A.R., 2018, Hot and toxic: Temperature regulates microcystin release from cyanobacteria. *Science of Total Environment*. 610-611: 786-795.

Zdjęcia ze stron internetowych:

primerahora.com

<http://mazel.pl/elektroenergetyka-w-polsce-a-zmiana-klimatu/>

https://pl.wikipedia.org/wiki/Globalne_ocieplenie

<http://www.farmer.pl/fakty/polska/zmiany-klimatu-oznacza-ja-dla-nas-problemy-z-woda,47401.html>

<https://www.ekologia.pl/wiedza/zmiany-klimatyczne/globalne-ocieplenie-przyczyny-i-skutki-zapobieganie-globalne-ocieplenie,11004.html>

<http://www.thingswedontknow.com/articles/climate+change>

<https://www.space.com/41262-humans-affect-earth-seasons-climate.html>

http://rbg-web2.rbge.org.uk/algae/auxospores/lifecycle_vegetative.html

https://www.sperdirect.com/Con_Sal_TDS.html