

## SYLABUS /SYLLABUS

# Ekologická stechiometrie - Biologie prvků od molekul po biosféru /Ecological Stoichiometry - The Biology of Elements from Molecules to the Biosphere\* (MB162P29 )

**Jakub Žárský, říjen 2015**

---

Struktura kursu vychází ze stejnojmenné knihy Jamese J. Elsera a Roberta W. Sternera, která spolu s knihou How to Build a Habitable Planet - The Story of Earth from the Big Bang to Humankind od Charlese Langmuira a Wally Broeckera tvoří základ doporučení literatury ke studiu. Aktuality o kurzu budou rozesílány na seznam adres zapsaných studentů v SISu. Pokud kurs nemáte zapsán, ale chcete být v obraze, napište na [j.zarsky@gmail.com](mailto:j.zarsky@gmail.com) nebo sledujte [@CryoEco](https://twitter.com/CryoEco) na Twitteru.

/The structure of the course follows the book of the same name by James J. Elser and Robert W. Sterner. Together with How to Build a Habitable Planet - The Story of Earth from the Big Bang to Humankind, a book by Charles H. Langmuir and Wally Broecker, these publications serve as the backbone of the recommended reading. News about the course will be sent to the SIS mailing list of students who enrolled for the course. If you didn't enroll but you would like to be switched on, write [j.zarsky@gmail.com](mailto:j.zarsky@gmail.com) or follow [@CryoEco](https://twitter.com/CryoEco) on Twitter.

---

### 1) Úvod /Introduction

Roviny popisu v ekologii, prvky a jejich vznik v kosmologické perspektivě /Levels of description in ecology, elements and their origin in cosmological perspective

Několik poznámek k živinovým poměrům obecně a k základním pojmům /Conventions and concerns about elemental ratios and basic terms

### 2) Chemie za biologii: Povstávání buněk z prvků /Biological Chemistry: Building Cells from Elements

Základ selekce uhlíku, dusíku a fosforu v biochemické evoluci /The Basis for Selection of Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Biochemical Evolution

Prvkové složení základních biomolekul /Elemental Composition of Major Biochemicals

Buněčné součástky: Prvkové složení buněčných struktur /Cell Components: The Elemental Composition of Cellular Structures

---

\* International students welcome. If any non Czech-speaking student enrolls for the course, the talks will switch to English.

### 3) Stechiometrie autotrofního růstu: Rozrůzněnost na bázi potravních sítí /The Stoichiometry of Autotroph Growth: Variation at the Base of Food Webs

Základy na buněčné a fyziologické úrovni /Cellular and Physiological Bases

C:N:P stochiometrie tkání vyšších rostlin /C:N:P Stoichiometry of Entire Higher Plants

Autotrofové v zajetí /Autotrophs in captivity

Teorie autotrofní stochiometrie /Theories of Autotroph Stoichiometry

Autotrofové v divoké přírodě: Oceány, sladké vody a pevnina /Autotrophs in the Wild: Oceans, Lakes and Land

Příčiny variability v rostlinných poměrech C:N:P v přírodě /Causes of Variation in Autotroph C:N:P in Nature

### 4) Jak dát dohromady zvíře: Stechiometrie živočichů /How to build an Animal: The Stoichiometry of Metazoans

Biochemické a biologické faktory určující prvkové složení těla /Biochemical and Biological Determinants of Body Elemental Composition

Stochiometrie bezobratlých - C:N:P zooplanktonu a hmyzu /Invertebrate stoichiometry - C:N:P in Zooplankton and Insects

Faktory určující C:N:P bezobratlých: Hypotéza růstové rychlosti /Determinants of C:N:P in Invertebrates: The Growth Rate Hypothesis

Molekulární biologie a C:N:P stochiometrie růstu, aneb ekosystémoví badatelé na scestí /Molecular Biology and the C:N:P Stoichiometry of Growth, or Ecosystem Scientists Go Astray

Jednoduchý molekulárně kinetický model vztahu růstové rychlosti a C:N:P /A Simple Molecular- Kinetic Model of the Growth Rate-C:N:P Connection

Investice do strukturálních prvků a stochiometrie bezobratlých /Structural Investment and the Stoichiometry of Vertebrates

Prvkové složení a velikost těl /Elemental Composition and Body Size

Nevyvážené zdroje a růst u živočichů /Imbalanced Resources and Animal Growth

Hmotnostní bilance růstových procesů /Mass Balance in Growth Processes

Maximalizace zisku v chemii a v ekologii /Maximizing Yield in Chemistry and in Ecology

Limitující faktory pro heterotrofní růst: Vznik teorie prahového prvkového poměru /Limiting Factors for Heterotroph Growth: Development of Threshold Element Ratio Theory

Efektivita růstu /Growth Efficiency

### 5) Stechiometrie recyklace živin řízené konzumenty /The Stoichiometry of Consumer-Driven Nutrient Recycling

Stručná historie studií recyklace živin řízené konzumenty /A Brief History of Studies of Consumer-Driven Nutrient Recycling

Stochiometrická teorie recyklace živin konzumací /Stoichiometric Theories of Consumer-Driven Nutrient Recycling

Důkazy o rozdílné recyklaci dusíku a fosforu konzumací /Evidence That Consumers Differentially Recycle Nitrogen and Phosphorus

Mikrobiální mineralizace /Microbial Mineralization

Stochiometrie recyklace živin u bezobratlých /The Stoichiometry of Consumer-Driven Nutrient Recycling by Vertebrates

## 6) Stechiometrie společenstev /Stoichiometry in Communities: Dynamics and Interactions

Druhové interakce /Species Interactions

Pozitivní zpětné vazby a vícečetné rovnovážné stavy /Positive Feedbacks and Multiple Stable States

Trofické kaskády /Trophic Cascades

Světlo: Vliv živin na úrovni společenstev /Light: Nutrient Effects at the Community Level

Zpětné vazby zapříčiněné limitacemi v poměrech živin ve vysokostébelné prérii /Feedbacks Owing to the "Constraints of Stuff": C:N Ratios in Tall-Grass Prairie

## 7) Stoichiometrie velkých měřítek: Ekosystémy v čase a prostoru /Big-Scale Stoichiometry: Ecosystems in Space and Time

Empirické patrnosti ve stochiometrii ekosystémů /Empirical Patterns in Ecosystem Stoichiometry

Vazby v rámci stochiometrie růstu biomasy: Využívání jedné substance k získání jiné /Linkages in the Stoichiometry of Biomass Yield: Using One Substance to Obtain Another

Efektivita využití živin na úrovni ekosystému /Nutrient Use Efficiency at the Ecosystem Level

Stochiometrie produkce potravních sítí: Nový termín, efektivita využití uhlíků /The Stoichiometry of Food-Chain Production: A New Term, Carbon Use Efficiency

Osud primární produkce /The Fate of Primary Production

Globální změna /Global Change

## 8) Rekapitulace a integrace poznatků na příkladech ze sladkovodního prostředí (Veronika Sacherová), oceánů (Michal Koblížek) a ledovců (Jakub Žárský) /Recapitulation and integration using examples from fresh waters, oceans and glaciers.

## Doporučená četba /Recommended reading:

Bennett, E., Elser, J., 2011. A broken biogeochemical cycle. *Nature* 478.

Borer, E.T., Bracken, M.E.S., Seabloom, E.W., Smith, J.E., Cebrian, J., Cleland, E.E., Elser, J.J., Fagan, W.F., Gruner, D.S., Harpole, W.S., Hillebrand, H., Kerkhoff, A.J., Ngai, J.T., 2013. Global biogeography of autotroph chemistry: is insolation a driving force? *Oikos* 122, 1121-1130. doi:10.1111/j.1600-0706.2013.00465.x

Elser, J.J., 2012. Phosphorus: a limiting nutrient for humanity? *Curr. Opin. Biotechnol.* 23, 833-838. doi:10.1016/j.copbio.2012.03.001

Elser, J.J., Acquisti, C., Kumar, S., 2011. Stoichiogenomics: the evolutionary ecology of macromolecular elemental composition. *Trends Ecol. Evol.* 26, 38-44. doi:10.1016/j.tree.2010.10.006

Elser, J.J., Sterner, R.W., Gorokhova, E., Fagan, W.F., Markow, T.A., Cotner, J.B., Harrison, J.F., Hobbie, S.E., Odell, G.M., Weider, L.W., 2000. Biological stoichiometry from genes to ecosystems. *Ecol. Lett.* 3, 540-550.

Falkowski, P., Scholes, R.J., Boyle, E. e a1, Canadell, J., Canfield, D., Elser, J., Gruber, N., Hibbard, K., Högberg, P., Linder, S., 2000. The global carbon cycle: a test of our knowledge of earth as a system. *Science* 290, 291-296.

Harpole, W.S., Ngai, J.T., Cleland, E.E., Seabloom, E.W., Borer, E.T., Bracken, M.E.S., Elser, J.J., Gruner, D.S., Hillebrand, H., Shurin, J.B., Smith, J.E., 2011. Nutrient co-limitation of primary producer communities: Community co-limitation. *Ecol. Lett.* 14, 852-862. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01651.x

Hessen, D.O., Elser, J.J., Sterner, R.W., Urabe, J., 2013. Ecological stoichiometry: An elementary approach using basic principles. *Limnol. Oceanogr.* 58, 2219-2236. doi:10.4319/lo.2013.58.6.2219

Langmuir, C.H., Broecker, W.S., 2012. *How to Build a Habitable Planet: The Story of Earth from the Big Bang to Humankind*. Princeton University Press.

Loladze, I., Elser, J.J., 2011. The origins of the Redfield nitrogen-to-phosphorus ratio are in a homeostatic protein-to-rRNA ratio: The origins of the Redfield N:P ratio. *Ecol. Lett.* 14, 244-250. doi:10.1111/j.1461-0248.2010.01577.x

Sterner, R.W., Elser, J.J., 2002. *Ecological stoichiometry: the biology of elements from molecules to the biosphere*. Princeton University Press.

Urabe, J., Naeem, S., Raubenheimer, D., Elser, J.J., 2010. The evolution of biological stoichiometry under global change. *Oikos* 119, 737-740. doi:10.1111/j.1600-0706.2009.18596.x