

# Eutrofizace

## CÍLE:

Student zformuluje hypotézu o příčinách přemnožení sinic v ČR, navrhne a provede pokus k jejímu (aspoň částečnému) ověření, vyhledá a zpracuje doplňující informace o eutrofizaci.

Student porovná koncentraci živin (N, P) v různých vodních zdrojích v okolí a zdůvodní zjištěné rozdíly.

Student zmapuje složení různých čistících a pracích prostředků a prostřednictvím pokusu porovná jejich vliv na růst vodních řas a rostlin.

## Co budou studenti dělat:

Lekci tvoří dvě vyučovací hodiny, po první hodině studenti za domácí úkol udělají pokus, po druhé hodině jako samostatnou domácí práci zpracují doplňující informace k tématu. V první hodině studenti odhadují důvody přemnožení sinic a navrhnou pokus, jakým by svůj odhad ověřili. Ve druhé vyučovací hodině zpracují text s informacemi o sinicích a začnou pracovat na závěrečném úkolu – informační kampani o sinicích.

### 1. hodina

	AKTIVITA	ČAS	POMŮCKY
1.	Reportáž	5 min.	Dataprojektor s připojením na internet, plátno, reproduktory
2.	Co jsou sinice	10 min.	Sešity studentů, učebnice
3.	Návrh hypotézy	20 min.	Pracovní list (Příloha 1)
4.	Návrh pokusu	10 min.	

### 1. Reportáž

Uveďte hodinu tím, že se studenti pokusí podívat na jeden aktuální problém z vědeckého hlediska. Pusťte studentům krátkou reportáž o situaci na Máchově jezeře: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/182488-na-machove-jezere-jsou-sinice/>. Krátce společně diskutujte o tom, zda problém se sinicemi hrozí i někde v okolí školy či bydliště studentů. Poté studentům vysvětlíte, že následujících několik hodin budete věnovat tomuto problému, hledání jeho příčin a důsledků. Studenti si nejprve vyzkouší roli vědců–badatelů a potom se pokusí výsledky svých zjištění „zpopularizovat“. Výstupem jejich práce by měl být návrh informačního panelu či kampaně (viz Důkaz o učení).



STŘEDNÍ  
ŠKOLA



2 VYUČOVACÍ  
HODINY, MEZI  
NIMIŽ JE ČAS  
NA PROVEDENÍ  
POKUSU

## Důkaz o učení:

Studenti vytvoří návrh informačního panelu/ /kampaně pro zájemce o koupání v místní přehradě či rybníku. V něm vysvětlí příčiny přemnožení sinic v ČR a popíší zdravotní a ekonomické důsledky tohoto přemnožení. Součástí panelu bude i návrh činností, kterými každý z nás může přispět k zlepšení situace.

## 2. Co jsou sinice

Rozdělte studenty do menších skupin (maximálně 4členných), ve kterých budou nadále pracovat. Jejich prvním úkolem bude dát dohromady na základě svých znalostí, zápisků v sešitě a učebnice (případně dalších zdrojů) všechny důležité informace o sinicích, které by jim pomohly při následném formulování hypotézy o příčinách přemnožení sinic. Studenti by měli zjistit odpovědi aspoň na tyto tři otázky (můžete je zapsat na tabuli):

1. Co jsou sinice?
2. Co (jaké látky a podmínky) potřebují ke spokojenému růstu a množení?
3. Kde se tyto látky ve vodě berou?

Poté krátce společně proberte návrhy odpovědí jednotlivých skupin a doplňte případně správné odpovědi.

## 3. Návrh hypotézy

Dalším krokem bude vymyšlení a zformulování hypotézy o příčinách přemnožení sinic. Než se studenti pustí do samostatné skupinové práce, probereme s nimi, co je hypotéza (dáme nejprve prostor pro odpovědi studentů) a jaká kritéria by měla splňovat. Ta zároveň napíšeme na tabuli:

### Kritéria pro hypotézu:

- specifická (zacílená na konkrétní jev)
- kvantifikovatelná (lze vyčíslit, spočítat)
- jednoznačná
- zobecnitelná (když hypotézu ověříme, můžeme naše zjištění zobecnit)
- ověřitelná (hypotézu můžeme reálně otestovat, např. provést pokus)

Pro lepší pochopení uvedeme studentům příklady hypotéz, které jednotlivá kritéria splňují.

### Příklad hypotéz splňujících kritéria:

Průměrná denní teplota vzduchu se v České republice snižuje se stoupající nadmořskou výškou.

Alespoň třetina žáků ve třídě si myslí, že voda z vodovodu není dobrá k pití.

Většina invazních druhů živočichů, které se vyskytují v ČR, u nás nemá své přirozené nepřátele.

Invazní rostlina bolševník velkolepý roste až dvakrát rychleji než většina druhů v místě, kde se vyskytuje, a stíněním omezuje ostatní luční druhy.

**(Zdroj:** Kolektiv autorů. Metodické materiály – 3V – Vědě a výzkumu vstříc. Praha: Sdružení TEREZA, 2010. Dostupné z: <http://www.projekt3v.cz/>)

Vyzvěte studenty, aby se pokusili s pomocí výše uvedených otázek ve svých skupinách zformulovat svou hypotézu a dbali přitom zejména na kritérium ověřitelnosti. Hypotéza by se měla týkat toho, jaké látky a z jakých zdrojů přispívají k přemnožení sinic (např. *Množení sinic způsobuje splachování hnojiv z polí, protože obsahují dusík a fosfor*). Hypotézu si každý запиše do svého pracovního listu (Příloha 1) a potom ji každá skupina ještě запиše větším písmem na papír a pověsí na tabuli či na zeď tak, aby se s ní mohly seznámit i ostatní skupiny. Krátce společně porovnejte jednotlivé hypotézy a zhodnoťte, zda odpovídají daným kritériím.

## 4. Návrh pokusu

Na závěr hodiny studenti navrhnou pokus, kterým by mohli aspoň částečně svou hypotézu ověřit. Pokud by se u některých skupin opakoval stejný návrh, vyzvěte některou ze skupin k navržení odlišného způsobu ověření.

Pokud by navržení vlastního pokusu bylo pro studenty příliš těžké, můžete je otázkami navést k následujícímu jednoduchému experimentu:

Do kádinek nalijeme vodu z rybníka či jiného venkovního zdroje, který obsahuje vodní řasy a sinice. Jeden vzorek necháme jako kontrolní, do ostatních přilijeme roztoky různých látek podle hypotézy, umístíme na světlo a pozorujeme změny ve vodě v průběhu cca 1 týdne. Roztoky by měly být ředěné v podobném poměru jako ve skutečnosti (napr. pro testování čisticího prostředku do myčky je nejlepší odebrat přímo odpadní vodu z myčky či si vypočítat poměr podle dávkování a spotřeby vody), aby nedošlo kvůli vysoké koncentraci roztoku k zahubení sinic. Pro snazší pozorování změn můžeme na kádinky fixem zaznamenat výšku vrstvy sinic (důležité je zaznamenat i výšku hladiny kvůli výparu vody).

Pokud chcete pokusy provést společně ve škole, vyzvěte studenty, aby rybníční vodu i testované roztoky přinesli na příští hodinu. Jinou možností je, že studenti provedou pokusy sami doma.

## DŮ – pokus

V případě dostatku času můžete pokus provést i ve škole v další hodině. Studenti si individuálně vytvoří protokol o průběhu pokusu, do kterého zanesou:

- pomůcky
- chemické látky
- postup přípravy
- záznam sledování a výsledků
- vyhodnocení pokusu – co pokus prokázal/neprokázal

Zdůrazněte studentům, že důležitý je zejména poslední bod – interpretace výsledků. Studenti by se ve skupinách měli pobavit o tom, jaké další faktory mohly výsledek pokusu ovlivnit, a zamyslet se nad všemi možnými interpretacemi výsledků (např. jak výsledek pokusu ovlivnila koncentrace testovaného roztoku, jaké další látky z testovaného roztoku mohly výsledek pokusu ovlivnit apod.).

**2. hodina**

	AKTIVITA	ČAS	POMŮCKY
1.	Dosavadní závěry	10 min.	
2.	Práce s textem	20 min.	Texty (Příloha 2), pracovní list (Příloha 1)
3.	Skupinové zhodnocení	7 min.	
4.	Zadání DÚ – Informační kampaň	8 min.	

**1. Dosavadní závěry**

V další navazující hodině studenti nejprve ve skupinách zformulují a do pracovního listu zapíší závěr, který vyplynul z jejich pokusu, a zformulují otázky ohledně přemnožení sinic, které zůstávají nezodpovězeny. Každá skupina krátce své závěry i nejasné otázky představí. Při představení zapisujte výsledky jednotlivých skupin na tabuli tak, aby bylo zřejmé, na čem se většina skupin shodla, jaké závěry jsou mezi sebou v rozporu a co zůstává nejasné.

**2. Práce s textem**

Poté rozdejte každému studentovi text (Příloha 2), který každý individuálně zpracuje do pracovního listu (Příloha 1) – zodpoví tyto otázky:

1. Co je eutrofizace?
2. Jaké jsou příčiny eutrofizace ve vodách?
3. Jaké problémy (ekologické, ekonomické a zdravotní) způsobuje přemnožení sinic ve vodě?
4. Jak by se problém mohl řešit?

**3. Skupinové zhodnocení**

Po přečtení textu se studenti vrátí do původních skupin a zhodnotí, jak se informace z textu shodují či neshodují s jejich hypotézou a výsledky jejich pokusu. Dejte prostor společné diskusi o případných nejasnostech a poté se zaměřte zejména na příčiny a možná řešení eutrofizace.

**4. Zadání DÚ – Informační kampaň**

Na závěr zadejte studentům úkol, ve kterém využijí vše, co se dosud dozvěděli a co zjistili. Studenti individuálně či v původních skupinách vytvoří návrh informačního panelu nebo kampaně o koupání v místní přehradě či rybníku. Na informačním panelu nebo v kampani vysvětlí příčiny přemnožení sinic v posledních letech a popíší jejich zdravotní a ekonomické důsledky. Studenti se pokusí zjistit konkrétní možné příčiny eutrofizace v daném vodním zdroji a dohledají si další potřebné informace k tvorbě panelu v dalších informačních zdrojích. Součástí panelu bude i návrh činností, kterými každý z nás může přispět ke zlepšení situace. Studenti se mohou domluvit se zástupci obce a jeden z návrhů skutečně využít – umístit na obecní vývěsku nebo přímo k rybníku či přehradě.

## Náměty na další aktivity:

### Obsah živin v různých druzích vod

Chcete-li se problému eutrofizace více věnovat, mohou studenti udělat terénní průzkum v okolí. Mohou pracovat opět ve stejných skupinách. Společně si skupiny mezi sebe rozdělí různé vodní zdroje v okolí školy, které budou porovnávat. Vhodné by bylo, aby mezi vybranými byl jeden zdroj s tekoucí a jeden se stojatou vodou, pro porovnání mohou studenti odebrat i vodu z kohoutu či odpadní vodu z domácnosti. Nechte studenty zjistit podrobnosti o vybraném vodním zdroji, které by mohly ovlivnit obsah živin – např. co je v okolí zdroje (zda louky, pole, zástavba...), zda do zdroje přitéká nějaká odpadní voda a odkud apod.

Po shromáždění a označení všech vzorků ve škole vyzvěte studenty k odhadu výsledků – poradi podle množství obsažených živin (můžete se zaměřit pouze na fosfor, nebo i na sloučeniny dusíku). Poté proveďte měření obsahu fosfátů a sloučenin dusíku ve vodě. Můžete k tomu využít akvarijní testy (k dostání jsou například zde <http://www.exo-eko.cz/Testy-akvarijni-vody/>), kterými změříte obsah obou živin přesně.

Pro zajímavost můžete se studenty vyzkoušet i následující pokus:

## Pokus – obsah fosfátů ve vodě

### Pomůcky:

2 označené kádinky, injekční stříkačka (objem 2 ml), kapátko, plastová lžička, filtrační nálevka, filtrační papír

### Chemikálie:

roztok hydrogenfosforečnanu sodného ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ ) [0.001 M]; dusičnan stříbrný ( $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ) [0.10 M]; zředěná kyselina dusičná ( $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ) [2.0 M]

### Postup:

1. Pomocí kapátka naplňte kádinku číslo 1 roztokem hydrogenfosforečnanu sodného (0.001 M).
2. Přidejte 10 kapek roztoku dusičnanu stříbrného (0,10 M) a pozorujte, co se stane.
3. Přidejte 10 kapek zředěné kyseliny dusičné (2,0 M) a pozorujte, co se stane.
4. Opakujte kroky 1–3 s druhou kádinkou, do které jste nalili vzorek testované vody, a pozorujte, co se stane. Voda může být z jakéhokoli zdroje, odstraňte z ní však předem pomocí filtračního papíru a nálevky všechny nečistoty a pevné částice, které by mohly bránit pozorování změny barvy.

### Pokud se barva nezměnila, může to znamenat dvojí:

1. Koncentrace přítomných fosforečnanů je nižší, než jakou dokáže tento test rozlišit.
2. Ve vodě nejsou přítomny žádné fosforečnany.

### Vysvětlení pokusu:

Pokud je voda hodně kontaminovaná fosfáty, po přidání zředěného roztoku dusičnanu stříbrného se vytvoří žlutá sraženina. Reakce, která proběhne, je tato:



Pevný fosforečnan stříbrný je ve vodě nerozpustný a usadí se na dně kádinky. Ostatní anionty přítomné v roztoku také vytvoří žlutou sraženinu s ionty stříbra, např. jodid stříbrný ( $\text{AgI}(\text{s})$ ). Jodid stříbrný se ovšem nerozpustí po přidání zředěné kyseliny dusičné, zatímco fosforečnan stříbrný ano. Minimální koncentrace fosforečnanu, kterou může ve vodě tento test odhalit, je mezi  $1 \times 10^{-3}$  M a  $1 \times 10^{-4}$  M, tedy přibližně  $5 \times 10^{-4}$  M nebo 47.5 mg/l.

**Převzato a přeloženo z:** Beverly Bell, Bina Akoobhai et al.: Advanced Learning Packages. Microscience Environmental Experiments: Water Quality and Water Treatment. © 2006 RADMASTE Centre.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150275e.pdf> a <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150276e.pdf>

Po vyhodnocení pokusu nechte studenty odůvodnit rozdíly zjištěné u jednotlivých zdrojů.

## Čisticí prostředky

Nechte studenty udělat průzkum všech pracích a čisticích prostředků, které se u nich doma používají, se zaměřením na sloučeniny fosforu. Cílem průzkumu by mělo být zjištění, jaké prostředky obsahují největší podíl fosfátů a jaké nejvíce přispívají k eutrofizaci (i s ohledem na množství a koncentraci používaného prostředku a četnost jeho užívání). V současné době by největším zdrojem fosfátů měly být prostředky pro myčky nádobí, i když EU uvažuje o zákazu jejich užívání od roku 2015.

Studenti opět mohou provést pokus – srovnání množství fosforu v jednotlivých druzích přípravků pro myčky. K pokusu mohou opět použít buď akvarijní testy nebo kádinky s rybníční vodou obsahující sinice. Důležité je prostředky do myček zředit minimálně na poměr odpovídající odtékající vodě z myčky.

Pro srovnání mohou použít výsledky testu srovnávacího prostředky pro myčky z roku 2008:

mycí prostředek	obsah celkového fosforu	Fosfáty	Fosfonáty	fosfáty	celkový fosfor na 1 mytí	fosfáty na 1 mytí
	mg/kg	%	%	mg/kg	mg/20g	mg/20g
Jar ultra capsules	98 700	> 30		> 29 610	1 974	592,2
Splendid	51 800	15 – 30		7 700 - 15 540	1 036	154 - 310,8
Domol	110 000	< 30		< 33 000	2 200	<660
Clever	80 700	< 30		< 24 210	1 614	<484,2
Denk mit	2 080				42	
Green force	30 200				604	
Clean maximo	78 800	> 30		> 23 640	1 576	>472,8
Yplon	103 000	> 30		> 30 900	2 060	>618
Gosh 11	71 400	> 30	>5	> 21 420	1 428	>428,4
Strate GY	1 850				37	
Tesco powder	10 100	5 až 15		505 - 1515	202	10,1 - 30,3

mycí prostředek	obsah celkového fosforu	Fosfáty	Fosfonáty	fosfáty	celkový fosfor na 1 mytí	fosfáty na 1 mytí
	mg/kg	%	%	mg/kg	mg/20g	mg/20g
Poppy powder	61 000	15 - 30		9 165 - 18 300	1 220	183,3 - 366
Calgonit Max in 1	103 000	> 30	<5	> 30 900	2 060	>618
Tesco 3 v 1	73 400	> 30	<5	> 22 020	1 468	>440,4
Somat perfect	94 000	< 30	>5	< 28 200	1 880	<564
Tesco 5 v 1	121 000	< 30	>5	< 36 300	2 420	<726
Calgonit gel	67 000	15 - 30	>5	10 050 - 20 100	1 340	210 - 402

Zdroj: <http://www.sinice.cz/res/file/popular/mycky.pdf>

Na závěr vyzvěte studenty ke zmapování trhu a nalezení prostředků pro myčky s co nejnižším množstvím fosforu. Studenti poté mohou představit zjištěné informace rodičům a vyzvat je případně k vyzkoušení jiného prostředku, který je šetrnější k životnímu prostředí. Studenti mohou rodičům ukázat i srovnávací test prostředků do myček nádobí, který nehodnotí jen šetrnost k životnímu prostředí, ale i efektivnost mytí a další parametry (obsažen je ve výše citované prezentaci <http://www.sinice.cz/res/file/popular/mycky.pdf>).

### Zdroje:

<http://www.sinice.cz/>

<http://www.koupacivody.cz/>

mapa ČR s informacemi o znečištění jednotlivých vodních zdrojů určených ke koupání

<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=398>

článek o sinicích včetně nebezpečných důsledků pro zdraví

<http://www.daphne.cz/indikacezivin/ziviny.shtml>

komplexní článek o živinách v krajině a eutrofizaci vody i půdy

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150276e.pdf>

příručka pro učitele – Environmentální experimenty – Kvalita vody

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150275e.pdf>

příručka pro studenty

<http://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/content/20110610STO21210/html/Jak-zlep%C5%A1it-kvalitu-vody-Parlament-podporuje-z%C3%A1kaz-fosf%C3%A1t%C5%AF-v-prac%C3%ADch-pr%C3%A1c%C5%A1c%C3%ADch>



**HYPOTÉZA**

Proč v posledních letech dochází k častému přemnožování sinic ve stojatých vodách? Zamyslete se nad možnými příčinami a zformulujte hypotézu:

.....

.....

.....

**POKUS**

Jakým pokusem byste mohli hypotézu aspoň částečně ověřit? Navrhněte jej:

.....

.....

.....

Jak pokus dopadl?

.....

.....

.....

Co prokázal?

.....

.....

.....

Jaké další interpretace k výsledkům pokusu vás napadají?

.....

.....

.....

**VYVOZENÍ ZÁVĚRŮ**

Podívejte se znovu na svou původní hypotézu. Změnil na ní pokus či výsledky ostatních badatelských týmů něco? Upravte svou hypotézu a zformulujte otázky, které nadále zůstávají nejasné či nezodpovězené:

.....

.....

.....

**TEXT**

Přečtěte si text „Živiny v krajině a eutrofizace“ a odpovězte na následující otázky:

**1.** Co je eutrofizace?

.....

.....

.....

**2.** Jaké jsou příčiny eutrofizace ve vodách?

.....

.....

.....

**3.** Jaké problémy (ekologické, ekonomické a zdravotní) způsobuje přemnožení sinic ve vodě?

.....

.....

.....

**4.** Jak by se problém mohl řešit?

.....

.....

.....

**NÁVRH INFORMAČNÍ KAMPANĚ**

Navrhněte informační panel nebo kampaň pro své spoluobčany – zájemce o koupání v místní přehradě či rybníku. V kampani zajímavým a přitažlivým způsobem vysvětlíte příčiny přemnožení sinic v posledních letech a popište jejich ekologické a zdravotní důsledky. Navrhněte i činnosti, kterými každý z nás může přispět ke zlepšení situace.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## Živiny v krajině a eutrofizace

Živiny se krajinou „potulují“ v rozmanitých formách. Ve spojitosti s různými typy organismů můžeme pojem živiny chápat odlišně. Pod živinami pro rostliny si představíme dusík nebo hořčík (tzv. minerální živiny), zatímco když budeme mluvit o výživě živočichů, spíše se nám vybaví cukr či bílkovina (tzv. organické živiny). Nás budou zajímat živiny minerální, které čerpají zelené rostliny, sinice a některé bakterie, aby z nich prostřednictvím fotosyntézy vyrobily živiny organické. Zejména nám půjde o dusík a fosfor, neboť právě tyto prvky přicházejí do prostředí vlivem lidské činnosti v nadměrném množství. Jejich přirozené koloběhy jsou tak narušeny, což může vést k znehodnocení přírodních stanovišť.

### Dusík

Dusík (chemická značka N) patří mezi základní biogenní prvky, je čtvrtou nejhojnější složkou živé hmoty. Hraje nezastupitelnou roli při tvorbě jednoho ze základních stavebních kamenů všeho živého – bílkovin. Řada organismů, včetně všech živočichů, neumí přijímat dusík ve formě anorganických sloučenin (tzv. anorganický dusík), musí jej získávat zprostředkovaně z organických sloučenin (tzv. organický dusík). Lidově řečeno, chce-li si člověk do svého těla zabudovat dusík, musí slupnout hlávku zelí anebo zajíce na smetaně, který si ještě před chvilí pochutnával zrovna na té zelné hlávce. Tento organický dusík vyrábějí např. rostliny.

### Fosfor

Fosfor (chemická značka P) řadíme stejně jako dusík mezi základní biogenní prvky. Podílí se především na tvorbě nukleových kyselin a sloučeniny ATP, která v tělech všech organismů konzervuje chemickou energii. Ani v případě fosforu není řada organismů, člověka nevyjímaje, schopna přijímat anorganickou podobu prvku. Aby člověk vpravil do svého těla fosfor, musí sáhnout po jeho organické formě a spořádat například hovězí biftek nebo krajáč mléka. A kdo „vyrábí“ organický fosfor? Opět rostliny.

## Zvýšená hladina živin

Zvýšená hladina živin velice úzce souvisí s pojmem eutrofizace. V této pasáži si povíme, proč k eutrofizaci vůbec dochází, jaké jsou její následky a jak můžeme tomuto fenoménu předcházet. Ale nejdříve, co to ta eutrofizace vlastně je?

## Eutrofizace

Slovo eutrofizace pochází z řečtiny, vzniklo složením slova **eu** (hojný) a slova **trofé** (potrava nebo živná látka). Eutrofizaci tedy chápeme jako proces, při němž dochází k přesycování prostředí minerálními živinami, především dusíkem a fosforem.

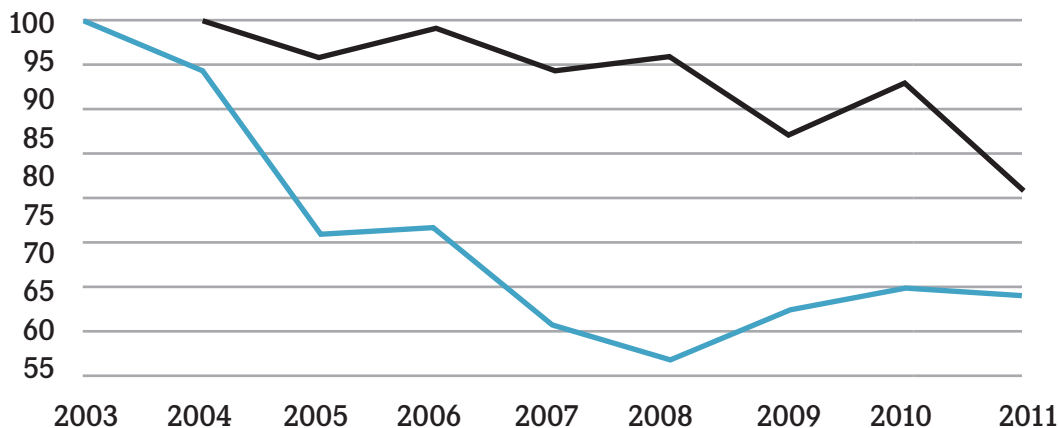
## Zvýšená hladina živin ve vodě

### Zdroje

K narušení přirozeného koloběhu fosforu a dusíku a k následnému hromadění těchto prvků v podzemních a povrchových vodách dochází zejména kvůli vypouštění nevyčištěných splašků a kvůli vyplavování nadbytečných živin ze suchozemského prostředí, zejména splachů z polí. Podíl na celkovém znečištění vod živinami můžeme přičíst na vrub i ovlivnění vodního koloběhu odstraňováním vegetace a odvodňováním. Na eutrofizaci vod se v neposlední řadě podílí dokrmování ryb v chovných rybnících.

## Fosfor v čistících prostředcích

Fosfáty se přidávají do pracích a mycích prostředků kvůli změkčení vody. Po zemědělství a odpadních vodách jsou třetí největší příčinou eutrofizace vody. Nejsou tedy hlavním zdrojem znečištění, ale představují oblast, kterou můžeme svým chováním nejsnáze ovlivnit. V roce 2006 bylo v České republice zakázáno prodávat prací prášky s obsahem fosforu větším než 0,5 % hmotnosti produktu, tento zákaz se však netýká prostředků pro myčky nádobí. Z grafu je patrné snížení znečištění fosforem po roce 2006, za což částečně může i výše uvedený zákaz. Zvyšování podílu fosforu na znečištění vody od roku 2008 bylo podle odborníků pravděpodobně ovlivněno i fosforem obsaženým v prostředcích do myček nádobí. Evropská unie chce od roku 2013 zakázat fosfatové prací prostředky ve všech členských zemích a od roku 2015 zákaz rozšířit i na prostředky do myček nádobí.



**Graf:** Relativní vyjádření vypouštěného znečištění v ukazatelích anorganického dusíku (N anorg.), a fosforu (P celk.), ČR [index, rok 2003=100] **Zdroj:** VÚV T.G.M., v.v.i. (staženo z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1577>) **Legenda:** Anorganický dusík (N anorg.) Fosfor (P celk.)

## Vliv eutrofizace na vodní ekosystém

Zvýšený přísun fosforu a dusíku do vod se podobně jako v suchozemských ekosystémech projevuje vysokou produktivitou některých organismů na úkor druhové bohatosti a rovnováhy. Zvýšené hladiny živin ve vodách umí nejlépe využít řasy a sinice (fytoplankton), které se rychle množí a rapidně rozšiřují svou populaci. V případě řas dochází k rozvoji vegetačního zákalu, zatímco sinice mají na svědomí strašáka všech vodomilů – vodní květ. Vyšší rostliny jsou konkurenčně vytlačovány a postupně mizí. Časem se začínou vytrácet na nich závislí bezobratlí živočichové a dále obratlovci, kteří se živí bezobratlými. Zanedlouho se v ekosystému začne hromadit ohromná biomasa odumřelých sinic. To zapříčiňuje snížení koncentrace kyslíku, který ve zvýšené míře spotřebovávají bakterie při rozkladu jejich těl. Následný výrazný pokles množství kyslíku může vést až k úhynu ryb a bezobratlých. Schéma – viz animace:

<http://www.youtube.com/watch?v=UGqZsSuG7ao>

Sinice obsahují látky, které způsobují alergie. U koupajícího se člověka, podle toho, jak je citlivý a jak dlouho ve vodě pobývá, se mohou objevit vyrážky, zarudlé oči, rýma. Alergické reakce mohou vyvolat i některé řasy. Sinice také mohou produkovat různé toxiny (jedovaté látky). Podle toho, kolik a jakých toxinů se do těla dostane, se liší i projevy: od lehké akutní otravy projevující se střevními a žaludečními potížemi přes bolesti hlavy až po vážnější jaterní problémy.

## Možná řešení eutrofizace

Především je třeba brát v úvahu, že eutrofizace představuje komplexní problém a že prevence je nejlepší recept. Nejvíce se vyplatí předcházet vlastnímu znečišťování dusíkem a fosforem, které eutrofizaci způsobuje. Chceme-li zabránit eutrofizaci vodních ploch a rozvoji vodního květu, musíme se poohlédnout zpět do povodí a snížit vstup živin ze všech směrů – tedy omezit vypouštění nevyčištěných splašků, spady z ovzduší a vymývání živin z intenzivně hnojených

zemědělských půd. Jedním z kroků pro snížení ztrát dusíku při hnojení minerálními hnojivy je volba vhodného hnojiva. Záleží také na způsobu používání hnojiv. Zónová aplikace hnojiv, např. pod patu při seti nebo radličkami do půdy pro přihnojení, je úspěšnější než aplikace plošná. A konečně závisí i na způsobu zpracování půdy. Ve svažitém terénu je nezbytné používat protierozní opatření, např. orat kolmo na průběh svahu.

Dodatečné odstraňování fosforu a dusíku je prozatím reálné pouze při čištění odpadních vod v malých čistírnách odpadních vod, velké čistírny naopak fosfor ze splašků většinou neodstraňují. Vedle čistírenských technologií vědci hledají další nové postupy. Objevují se sice přípravky, které mohou dočasně snížit koncentraci dostupného fosforu, jenže tato druhotná řešení eutrofizace jsou značně finančně náročná a především nepoužitelná v praxi.

### Zdroje:

<http://www.daphne.cz/indikacezivin/ziviny.shtml> (zkráceno a doplněno)

<http://www.sinice.cz/> - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny (2005). Sinice a koupání v přírodě.