



# **VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE**

**Začlenění ekoinovací do studijních materiálů  
předmětů vyučovaných v bakalářském stupni  
na Fakultě technologie ochrany prostředí VŠCHT Praha**

**Metodická příručka projektu rozvoje ekoinovací na FTOP VŠCHT Praha**

Vladimír Kočí, Daniel Maxa

Editoři



**Evropský sociální fond  
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti**

Praha 2012

## Metodická příručka projektu

„Inovace a rozvoj výuky ekoinovací v bakalářských oborech akreditovaných na FTOP VŠCHT Praha“ financovaného z OP Praha Adaptabilita z prioritní osy 17.3 Modernizace počátečního vzdělávání.

Název projektu	Inovace a rozvoj výuky ekoinovací v bakalářských oborech akreditovaných na FTOP VŠCHT Praha
Registrační číslo	CZ.2.17/3.1.00/34285
Program	Operační program Praha – Adaptabilita
Prioritní osa	Modernizace počátečního vzdělávání
Zaměření projektu	Rozvoj a zkvalitnění studijních programů na vysokých a vyšších odborných školách

## Členové Mezioborové fakultní komise pro ekoinovace

Vedoucí skupiny odborných garantů: prof. Ing. Gustav Šebor, CSc., děkan fakulty

Odborní garanti pro ekoinovace: prof. Ing. Václav Janda, CSc.  
prof. Ing. Pavel Jeníček, CSc.  
doc. Ing. Karel Ciahotný, CSc.  
doc. Dr. Ing. Martin Kubal

Manažeři projektu: doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D.  
doc. Ing. Josef Blažek, CSc.  
ing. Milan Březina, CSc.  
Ing. Daniel Maxa, Ph.D.

## Obsah

Projekt Ekoinovace na FTOP .....	5
Ústav technologie ropy a alternativních paliv .....	7
Organické technologie.....	7
Základy zpracování a využití ropy.....	8
Analýza paliv.....	9
Základy spalovacích procesů .....	10
Alternativní paliva v dopravě .....	11
Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší .....	12
Hodnocení rizik technických procesů .....	12
Základy zpracování a využití uhlí a plynu .....	13
Výroba energie z biomasy .....	14
Chemie ovzduší.....	16
Kvalita ovzduší a její kontrola .....	17
Produktovody a energovody .....	18
Ústav technologie vody a prostředí .....	19
Úprava vody.....	19
Statistika v ochraně životního prostředí.....	20
Ochrana čistoty vod.....	21
Základy čištění odpadních vod .....	22
Analytika vody .....	23
Technologie výroby bioplynu a biovodíku.....	24
Hydrochemie .....	25
Distribuční sítě a stokování .....	26
Decentralizované zpracování odpadních vod.....	27
Průmyslové odpadní vody .....	28
Ústav energetiky.....	29
Alternativní zdroje energie I a II .....	29
Úprava napájecích a užitkových vod .....	31
Využití jaderných paliv.....	32
Základy energetiky .....	33
Seminář a laboratoř analytiky prostředí.....	34
Jaderná energetika a radioaktivní odpady .....	34
Ústav chemie ochrany prostředí .....	35
Základy biologie.....	35
Základy ochrany životního prostředí.....	36

Ekologie .....	37
Základy toxikologie a ekologie .....	38
Posuzování životního cyklu.....	39
Závěr .....	40

## Projekt Ekoinovace na FTOP

Vladimír Kočí

Cílem projektu OPPA „Inovace a rozvoj výuky ekoinovací v bakalářských oborech akreditovaných na FTOP VŠCHT Praha“ je aktualizovat na bakalářském stupni vyučované předměty o problematiku ekoinovací. Základní koncepce projektu spočívá ve vytvoření mezioborového přístupu ve výuce s důrazem na aplikaci chemie v environmentální praxi, kam dnes patří především moderní technologie, alternativní paliva, energetika, legislativa, REACH, management bezpečnosti práce, ekonomické a environmentální aspekty managementu laboratoří, EMS a další.

Výuka technologií ochrany životního prostředí je v současné době velmi klíčová z pohledu udržitelnosti a dlouhodobé ochrany životního prostředí při zachování požadované úrovně lidské společnosti. Dosavadní způsob výuky zaměřený především na detailní zvládnutí určitého okruhu technologií v rámci jedné specializace je nedostatečný, neboť se ukazuje, že pro efektivní ochranu životního prostředí za současného žádoucího technologického rozvoje je nutná komplexní znalost problematiky napříč stávajícími studijními obory vyučovanými na Fakultě technologie ochrany prostředí VŠCHT Praha. Typickým příkladem potřeby komplexního zvládnutí problematiky technologií a životního prostředí jsou právě ekoinovace, jejichž realizace vyžaduje propojení různých technologických oborů.

Ekoinovace jsou technické a technologické postupy vedoucí ke snižování dopadů lidských činností na životní prostředí. Při realizaci ekoinovací a hodnocení jejichekoefektivit se dle mezinárodního standardu ISO 14045 požaduje, aby snížení environmentálních dopadů bylo přínosné s ohledem na celý životní cyklus produktu, služby či technologie. V současné době se výuka ekologie a dalších oborů, zaměřených na životní prostředí a jeho ochranu, provádí izolovaně od výuky technologických předmětů. V praxi však v poslední době vzniká poptávka po absolventech s kombinovanou kvalifikací zahrnující znalosti chemických technologií, řízení kvality, ochrany životního prostředí a příslušné legislativy. Z praxe jsou nově vznášeny požadavky na realizace ekoinovací v nejširším spektru oborů lidských činností.

Inovativnost předloženého projektu spatřujeme v zařazení výuky ekoinovací průřezově do širokého spektra předmětů vyučovaných na fakultě a v efektivním využití stávajícího odborného akademického personálu, jenž bude projektem obohacen o nové poznatky problematiky ekoinovací získaných na zahraničních školeních a mezinárodních konferencích. Řešením předkládaného projektu hodláme zlepšit strukturu výuky a zároveň zlepšit výuku konkrétních předmětů proškolením akademických pracovníků v oblasti ekoinovací. Navrhovaný projekt si klade za cíl inovaci studijních oborů bakalářského stupně Fakulty technologie ochrany prostředí VŠCHT Praha o problematiku ekoinovací.

V této metodické příručce jsou shrnuty výsledky práce Mezioborové fakultní komise pro ekoinovace ustanovené a vedené děkanem fakulty v rámci řešení projektu. Komise na základě své práce rozhodla, že ekoinovace budou zařazeny do výuky 33 předmětů, jejichž výuku na Fakultě technologie ochrany prostředí zajišťují jednotlivé ústavy fakulty. Výstupem inovace výuky budou nové studijní materiály ve formě PC prezentací či v jiné textové podobě.

Inovovány budou následující předměty:

Ústav garantující výuku inovovaného předmětu	Název předmětu
Ústav technologie ropy a alternativních paliv	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organické technologie</li> <li>2. Základy zpracování a využití ropy</li> <li>3. Analýza paliv</li> <li>4. Základy spalovacích procesů</li> <li>5. Alternativní paliva v dopravě</li> </ol>
Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Hodnocení rizik technických procesů</li> <li>7. Základy zpracování a využití uhlí a plynu</li> <li>8. Výroba energie z biomasy</li> <li>9. Chemie ovzduší</li> <li>10. Kvalita ovzduší a její kontrola</li> <li>11. Produktovody a energovody</li> </ol>
Ústav technologie vody a prostředí	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Úprava vody</li> <li>13. Statistika v ochraně životního prostředí</li> <li>14. Ochrana čistoty vod</li> <li>15. Základy čištění odpadních vod</li> <li>16. Analytika vody</li> <li>17. Technologie výroby bioplynu a biovodíku</li> <li>18. Hydrochemie</li> <li>19. Distribuční sítě a stokování</li> <li>20. Decentralizované zpracování odpadních vod</li> <li>21. Průmyslové odpadní vody</li> </ol>
Ústav energetiky	<ol style="list-style-type: none"> <li>22. Alternativní zdroje energie I</li> <li>23. Alternativní zdroje energie II</li> <li>24. Úprava napájecích a užitkových vod</li> <li>25. Využití jaderných paliv</li> <li>26. Základy energetiky</li> <li>27. Seminář a laboratoř analytiky prostředí</li> <li>28. Jaderná energetika a radioaktivní odpady</li> </ol>
Ústav chemie ochrany prostředí	<ol style="list-style-type: none"> <li>29. Ekologie</li> <li>30. Základy biologie</li> <li>31. Základy toxikologie a ekologie</li> <li>32. Základy ochrany životního prostředí</li> <li>33. Posuzování životního cyklu</li> </ol>

V následujících kapitolách jsou uvedeny jednotlivé inovované předměty a uvedeny tematické okruhy týkající se ekoinovací, jež mají pedagogové za úkol do svých předmětů zpracovat a pro které zpracují inovované studijní materiály.

## Ústav technologie ropy a alternativních paliv

---

### Organické technologie

doc. Ing. Josef Blažek, CSc.

Cílem předmětu „Organické technologie“ je seznámit studenty bakalářských oborů se základy výroby a použití významných velkotonážních organických chemikálií. Studenti se seznámí s průmyslovou výrobou etylenu, propylenu, butenů, buta-1,3-dienů, benzenu, toluenu, xylenů, amoniaku, metanolu a dalších významných chemikálií, které se z nich vyrábějí. Tyto chemikálie se používají pro výrobu termoplastů, pryskyřic, kaučuků, hnojiv, vláken, tenzidů a řady jiných produktů, které významným způsobem ovlivňují život lidí.

V současné době přibližně 75 % ve světě vyráběných nepřirodních velkotonážních organických chemikálií pochází z ropných surovin, 23 % ze zemního plynu a 2 % z uhlí. Cennost a vyčerpatelnost fosilních zdrojů uhlíku, zejména ropy, vyvolává potřebu hledat alternativní zdroje surovin, které pomohou k udržitelnému růstu společnosti. Například při výrobě tenzidů se vedle fosilních surovin uplatňují rostlinné oleje a živočišné tuky, při výrobě pneumatik a jiných pryžových výrobků přírodní kaučuk, a při výrobě textilií přírodní vlákna jako vlna, bavlna, celulóza. Pro trvale udržitelný rozvoj společnosti je nezbytné také správné nakládání s odpady, které vznikají jednak při výrobě jednotlivých chemikálií, jednak po skončení životnosti z nich vyrobených produktů.

Při většině chemických procesů probíhají vedle hlavních reakcí vedoucích ke vzniku žádaného produktu také vedlejší reakce, které jsou zdrojem odpadů. Při současných technologiích je prakticky nemožné zabránit vzniku těchto odpadů. Odpady vznikající při výrobě velkotonážních chemikálií i odpady vznikající po skončení životnosti produktů vyrobených z organických chemikálií mohou představovat nebezpečí z hlediska ochrany životního prostředí, protože se buď spalují, nebo ukládají na skládky, kde působí mnoho let.

Výrobci chemikálií pod tlakem státu a ekologických organizací musí nahrazovat ekologicky problematické chemikálie látkami, které jsou z hlediska zdraví lidí a ekotoxikologie neškodné nebo alespoň méně škodlivé. Nebezpečné látky musí být podrobně zhodnoceny z hlediska rizik pro zdraví lidí a životní prostředí. Tento proces ochrany životního prostředí a spotřebitelů vyvrcholil schválením směrnice upravující registraci, hodnocení a schvalování chemikálií, která se označuje zkratkou REACH (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals), která vstoupila v platnost v roce 2007. Vedle technického vývoje a inovací jsou to ekologické požadavky na produkované výrobky, které a nejvíce ovlivňují výrobu velkotonážních organických látek.

Recyklace přispívá k rozumnému využívání omezených přírodních zdrojů, jako jsou nerostné suroviny, ropa, čistý vzduch, čistá voda a energie. Tato činnost je tedy důležitým článkem v rozvoji směřujícím k vytvoření udržitelné společnosti. V rámci projektu Ekoinovace bude do přednášek předmětu Organické technologie zahrnuta problematika recyklace odpadních plastů a využití vedlejších produktů vznikajících při výrobě nejdůležitějších velkotonážních organických chemikálií.

## Základy zpracování a využití ropy

doc. Ing. Josef Blažek, CSc.

Cílem předmětu „Základy zpracování a využití ropy“ je seznámit studenty bakalářských oborů se základy zpracování ropy, výrobou pohonných hmot, mazacích olejů a dalších rafinérských výrobků. První část předmětu se zabývá vznikem, těžbou, spotřebou, dopravou, skladováním a složením ropy. Dále je uvedena destilace ropy a přeměna těžkých ropných frakcí na lehčí frakce pomocí termického a katalytického krakování a hydrokrakování. Pro hydrokrakování a hydrorefinace ropných frakcí je potřeba vodík a vzniká při nich sulfan, proto jsou uvedeny způsoby získávání vodíku a využití sulfanu v rafineriích. Následuje úprava vlastností jednotlivých světlých frakcí rafinací, a u benzinů také izomerací a reformování. Do této části je zařazena syntéza benzinových frakcí z plynných uhlovodíků alkylací, polymerací a výroba metyl-terc-butyléteru. Kapitola výroba základových olejů zahrnuje jejich rafinaci, odparafinování a dorafinaci. Další kapitola je věnována vlastnostem a použití jednotlivých rafinérských výrobků, mezi které patří zejména plynné uhlovodíky, automobilové benziny, letecké petroleje, motorové nafty, mazací prostředky, topné oleje a asfalty.

Průmyslová společnost se vyznačuje rostoucí spotřebou fosilních paliv. Ropa, uhlí a zemní plyn, které dodávají více než 80 % globální spotřeby energie, nepatří mezi obnovitelné zdroje. Schopnost dnešního světa udržet současnou míru blahobytu je s ropou neodmyslitelně svázána. Za jeden rok se celosvětově spotřebuje cca 3,9 Gt ropy, přičemž ověřené těžitelné zásoby jsou dle statistických dat společnosti British Petroleum cca 190 Gt. Každoročně jsou díky moderním technologiím objevena nová ložiska, zvyšuje se odhad vytěžitelnosti stávajících ložisek, proto je s ropou možno počítat ještě v dalších minimálně cca 50 letech. Efektivní zpracování ropy a hospodárné využívání ropných produktů přispívá, při plném respektování environmentálních limitů, k udržitelnému rozvoji společnosti.

Při těžbě ropy, její dopravě, zpracování a používání z ní vyrobených produktů dochází k únikům ropy a ropných produktů do životního prostředí. Při haváriích tankerů a ropných plošin, poškození ropovodů, únikem z cisteren apod. ropné uhlovodíky kontaminují zeminu, povrchové a podzemní vody. Odstraňování následků havárií, které jsou spojeny s únikem ropných látek do životního prostředí, je obvykle technicky, časově a finančně náročné. Dopady na životní prostředí lze omezit rychlým odborným zásahem. Pomalý a/nebo nevhodný postup při likvidaci následků havárie má za následek zasažení širšího okolí, a tudíž větší škody. Finanční náklady na likvidaci těchto následků pak neúměrně narůstají. Předcházení těmto haváriím a správná a účinná opatření vedoucí ke snížení environmentálních dopadů úniku ropy a ropných produktů jsou významné pro ochranu životního prostředí.

Současné trendy zpracování ropy a využití ropných produktů jsou stále více ovlivňovány ekologickými požadavky. Jako příklad lze uvést požadavky na postupné snížení emisí produkovaných dopravními prostředky, které vedly k výraznému zlepšení kvality motorových paliv.

V rámci projektu Ekoinovace budou vytvořeny studijní materiály pro přednášku věnovanou dopadu velkých havárií tankerů (Exxon Valdez) a ropných plošin (Deepwater Horizon) na životní prostředí zasaženého území. Pozornost bude věnována technickým opatřením, která byla použita ke zmírnění a nakonec k zastavení úniku ropy, a k omezení dopadů havárie na životní prostředí a obyvatele, kteří zasaženou oblast využívají k zajištění svých potřeb.



## Analýza paliv

Ing. Jiří Kroufek

Předmět Analýza paliv se zabývá metodami analýz běžně používaných paliv z hlediska jejich složení, obsahu vybraných složek, technologicky významných a užitných. Hlavní těžiště předmětu spočívá v dnes nejčastěji používaných fosilních palivech, konkrétně uhlí, ropě, ropných frakcích a zemním plynem. Nejprve jsou studenti seznámeni s teoriemi o původu paliv a s výhledem jejich využitelnost a dosažitelnost jak celosvětově, tak v rámci České republiky. Následuje jejich klasifikace a poté již jednotlivé analytické metody. Ačkoli se předmět jmenuje Analýza paliv, nezabývá se pouze palivy a jejich spalováním. Pojednává také o vlastnostech jednotlivých surovin, případně produktů. Příkladem mohou být vlastnosti uhlí důležité pro výrobu koksu, mazací vlastnosti olejů, či vlastnosti ovlivňující skladovatelnost ropy.

Moderní analytické postupy jsou nezbytné pro rozvoj udržitelné společnosti. Analýza paliv umožňuje:

- předvídat technologické, korozní i ekologické následky používání paliv,
- plánovat změny v průmyslových procesech výroby i následného použití paliv, zlepšovat účinnost spalovacích procesů, mazání, zvyšovat odolnost proti stárnutí,
- stanovit cenu současných spotřeb paliv a hledat úspory.

Díky analýze paliv je možné zjišťovat dopady jejich každodenního používání i případných ekologických havárií při únicích do životního prostředí.

Paliva jsou dnes nenahraditelná jako zdroj energie, nejen k výrobě elektrické energie, ale také k pohonu automobilů všech velikostí, letadel i většiny lodí, stejně jako dalších strojů a mechanismů. Také záložní zdroje elektrické energie spoléhají na paliva. Zároveň jejich masivní používání uvolňuje do ovzduší obrovské množství znečišťujících látek. V neposlední řadě je spalování fosilních paliv zdrojem tolik diskutovaného oxidu uhličitého. Výsledky získané analýzou paliv a produktů jejich spalování umožňují optimalizovat spalování, tím snížit emise, a tak i jejich dopad na životní prostředí.

Postavení fosilních paliv v energetice, dopravě i v domácnostech se pomalu mění. Dnešními trendy jsou biopaliva pevná, kapalná i plynná, jejich využívání samostatně nebo společně s fosilními palivy. Na různých úrovních je podporován přechod od fosilních paliv k obnovitelným zdrojům energií.

Emisní limity škodlivin se postupně zpřísňují. Nejedná se již jen o oxid siřičitý, oxidy dusíku, prachové částice, aldehydy, těkavé uhlovodíky, ale výhledově také oxid uhličitý. Pokud ale nahradíme klasická fosilní paliva alternativami rostlinného původu, objevují se nové druhy problémů. Příkladem mohou být zanášení plynových motorů oxidem křemičitým, pronikání etanolu z motorových paliv do spodních vod v případě havárií, zvýšená těkavost paliv, oxidační nestabilita paliv a další. Tyto a další problémy je třeba řešit, což bez dat získaných analýzou paliv nepůjde.

Změny a doplnění předmětu budou provedeny formou prezentací k přednáškám. V rámci projektu Ekoinovace bude do předmětu zahrnuta analýza dnes dostupných biopaliv, původ paliv bude rozšířen o zdroje biopaliv. Biopaliva pevná, kapalná i plynná budou srovnána s klasickými palivy z hlediska dlouhodobé dostupnosti, energetické efektivity a známých ekologických dopadů jejich používání, s důrazem na analytické metody používané ke zjištění potřebných dat.

## Základy spalovacích procesů

doc. Ing. Milan Pospíšil, CSc.

Cílem předmětu „Základy spalovacích procesů“ je seznámit studenty bakalářských oborů se základními chemickými principy spalovacích reakcí uhlovodíků, vodíku a oxidu uhelnatého. Dále s fyzikálně-chemickými aspekty spalování plyných, kapalných a tuhých paliv i funkcí spalovacích zařízení využívaných v praxi. Významná část předmětu je věnována problematice tvorby emisí škodlivin při spalování a způsobům jejich minimalizace.

Spalovací procesy stále jsou a budou patřit mezi celosvětově nejvýznamnější technologie (90 %) získávání tepelné a potažmo elektrické energie. Moderní společnost se i přes úspory a využití obnovitelných zdrojů na bázi slunce, vody a větru bez spalovacích procesů neobejde, v to počítaje i energetické spalování biomasy a stále se rozšiřující segment dopravy. Logicky tak spalovací procesy významnou měrou ovlivňují kvalitu života lidské společnosti se všemi pozitivními i negativními dopady. Do budoucna lze očekávat tlak na zvýšení efektivity spalovacích procesů a minimalizace jejich negativního působení na životní prostředí, jak prostřednictvím aplikovaného výzkumu, tak následně i transferem znalostí a inovací do průmyslové praxe.

Spalovací procesy patří v současné době mezi nejvýznamnější zdroje škodlivin ovlivňující prakticky všechny složky životního prostředí (emise škodlivin do ovzduší, spad pevných částic ovlivňuje i kvalitu povrchových vod a půdy, problematické je i skládkování popílků) i zdraví člověka (fotochemický smog, polévatý prach, karcinogenní polyaromáty). Znalost základních mechanismů oxidačních spalovacích reakcí, vzájemných souvislostí mezi jednotlivými etapami spalovacího procesu, vlivu pracovních podmínek na průběh spalování a tvorbu emisí škodlivin by měla patřit k základnímu know-how vysokoškolsky vzdělaného odborníka v oblasti ochrany životního prostředí, energetiky a zpracování a využití paliv, ať již fosilních, tak i na bázi obnovitelné biomasy.

Vývoj a aplikace spalovacích procesů jsou a budou determinovány především stále se zpřísnující legislativou omezující tvorbu a emise škodlivin, především skleníkových plynů a nebezpečných a toxických látek. S důrazem na vyšší efektivitu spalovacích procesů a úspory surovin se prosazuje stále ve větší míře spalování průmyslových a komunálních odpadů i spalování odpadní biomasy, případně cíleně pěstované biomasy. To vše klade vyšší nároky na optimalizaci spalovacího procesu, vývoj systémů, které budou schopny spalovat variabilní surovinu, rostou nároky na operativní regulaci výkonu spalovacích zařízení (nutno řešit problematiku optimálního dávkování paliv, optimální struktury a formy paliv, optimálního mísení paliv se spalovacím vzduchem, optimální tepelný režim spalovacího procesu). Samostatnou problematiku představuje vývoj a optimalizace systémů pro následnou eliminaci škodlivin ze spalovacích zařízení, včetně dopravních prostředků (omezování emisí NO<sub>x</sub>, polévatého prachu PM<sub><2,5</sub>, stopových organických polutantů – polyaromáty, aldehydy, reaktivní uhlovodíky).

V rámci projektu Ekoinovace budou přednášky předmětu doplněny o informace týkající se chemicko-fyzikálních aspektů spalování biomasy s cílem úspory fosilních paliv a omezení produkce skleníkových plynů. Doplněna bude i část věnovaná problematice snižování emisí škodlivin ze spalování v stacionárních i mobilních jednotkách se zapracováním moderních postupů a technologií a uvedením finančních nákladů. Student by měl takto získat ucelenější názor nejen na environmentální dopady spalovacích procesů, ale i na ekonomickou náročnost minimalizace negativních dopadů na člověka a životní prostředí.

## Alternativní paliva v dopravě

Ing. Zlata Mužíková, Ph.D.

Předmět Alternativní paliva v dopravě je tematicky zaměřen na vliv dopravy na životní prostředí. Doprava negativně ovlivňuje životní prostředí zejména produkcí emisí škodlivých látek z výfukových plynů. Studenti se v předmětu seznamují s jednotlivými polutanty z výfukových plynů, s metodami a možnostmi jejich stanovení a snižování. Pro správné pochopení procesů vedoucích k tvorbě škodlivin ve výfukových emisích, je nutné se seznámit také se spalovacími procesy, které probíhají v jednotlivých typech spalovacích motorů. Složení výfukových emisí souvisí, kromě spalovacího mechanismu, také se složením použitého paliva. Ve výuce je tak podstatná část věnována také výrobě a úpravě pohonných hmot, a to jak minerálního původu, tak i alternativních paliv. V současné době je úpravě vlastností pohonných hmot věnována velká pozornost, zejména z toho důvodu, že tímto způsobem lze výrazně omezit některé emise škodlivin ve výfukových plynech. Další možností vedoucí ke snížení emisí škodlivin z dopravy je konstrukční úprava pohonné jednotky a s tím související také použití technologií dodatečné úpravy výfukových plynů. Celosvětový tlak na snižování emisí škodlivin tak nutí výrobce paliv i konstruktéry pohonných jednotek k neustálému zdokonalování stávajících technologií.

V současné době se v dopravě prosazují různá alternativní paliva a zejména biopaliva. Avšak pouze tzv. trvale udržitelná paliva, která neohrožují rozmanitost přírody a neohrožují funkce ekosystémů, mohou do budoucna zajistit rozvoj udržitelné společnosti. Studenti se v předmětu seznámí se zdroji surovin pro výrobu jednotlivých paliv, moderními technologickými postupy výroby paliv a také s celým životním cyklem paliva, který vede od zdroje surovin až k výfukovým emisím včetně zhodnocení odpadového hospodářství.

Snižování emisí z dopravy a výroba trvale udržitelných paliv je nezbytnou součástí ochrany životního prostředí. Současné trendy vývoje v oblasti alternativních paliv a snižování emisí v dopravě jsou směřovány zejména do zvýšení účinnosti technologií přeměny energie na pohon v dopravních prostředcích a vývoj tzv. bezemisních technologií, zvýšení účinnosti odstraňování emisí škodlivin z výfukových plynů, výroby alternativních paliv ze surovin zajišťujících trvale udržitelný rozvoj a využití odpadních a vedlejších produktů jako surovin vhodných pro další energetické či materiálové využití.

Ekoinovace se týkají prakticky každé tematické části vyučovaného předmětu a budou zahrnuty formou prezentací do přednášek. Inovované tematické oblasti jsou: Emise škodlivin z dopravy a jejich vliv na životní prostředí; Výroba a úprava pohonných hmot; Alternativní pohonné hmoty, Biopaliva; Měření emisí a jejich snižování; Moderní trendy v pohonu motorových vozidel; Legislativa v oblasti využití alternativních paliv v dopravě.

## Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší

---

### Hodnocení rizik technických procesů

**Ing. Jan Berka, Ph.D.**

V předmětu jde především o seznámení studentů s pojmem „riziko“, definicemi různých druhů rizik (zdravotní, finanční, politické, atd.) spojenými s technologickými, výrobními a energetickými procesy. Vzhledem k tomu, že prakticky každá lidská činnost je spojena s určitými riziky a navíc existují různé definice rizik, může být rozsah tohoto předmětu velmi široký a možnost modifikací je velká.

Předmět je vyučován ve 2. ročníku bakalářského studia. V rámci předmětu se studenti seznámí se základními pojmy, jako je riziko, nebezpečí, ohrožení, dále je diskutována problematika dotýkající se bezpečnosti, životnosti a spolehlivosti výrobních provozů. Nechybí ani rozbor nejvýznamnějších havárií v průmyslových a energetických podnicích (Seveso, Bhópál, Three Miles Island, Černobyl, Fukušima atd.) včetně analýzy příčin, následků a vyplývajících ponaučení. V rámci předmětu také studenti řeší projekt zaměřený na modelování rizikových situací (požár, výbuch, zamoření) pomocí jednoduchého volně šiřitelného počítačového programu.

Větší množství přednášek tohoto předmětu je v současné době věnována jaderné energetice, rizikům v této oblasti, jejich vnímání a hodnocení. Toto téma je v současné době aktuální, zvláště po nedávné události ve Fukušimě, v souvislosti s otázkou výstavby nových energetických bloků v Temelíně a také v souvislosti s rozhodnutím některých států o odstoupení od jaderné energetiky. Na problematice jaderné energetiky lze názorně ukázat přístup k hodnocení a zvládání rizik, je možné demonstrovat rozdíl mezi vnímání rizika oproti rizikům skutečně existujícím. Například porovnání úrovně zabezpečení jaderných provozů oproti zabezpečení a ochraně klasických chemických výroben, srovnání počtu obětí při haváriích jaderných zařízení oproti haváriím např. v chemickém průmyslu. Do programu předmětu jsou zařazovány i přednášky odborníků na jaderná zařízení a bezpečnost a i exkurze na tato zařízení.

Je všeobecně známo, že havárie v průmyslu a v energetice mají negativní vliv na životní prostředí. V případě úniku radioaktivních nebo nebezpečných chemických látek do okolí hrozí dlouhodobé zamoření velkého území. Na druhou stranu i rozhodnutí nestavět a neprovozovat jaderné nebo chemické provozy nese svá rizika. Z tohoto důvodu je třeba všechna rizika zvážit a ohodnotit.

Student tedy v předmětu získá základní poznatky o rizicích, způsobu jejich hodnocení a možnostech jejich minimalizace a zvládání. Tyto poznatky pak může využít a dále rozvinout v budoucím zaměstnání při řešení úkolů. V současné době se o rizicích mluví v souvislosti s prakticky každou lidskou činností, bez správného hodnocení a zvládání těchto rizik a se tedy dnešní společnost jen těžko obejde. Jedním z rizik chemických a energetických provozů je i jejich možný negativní vliv na životní prostředí – ať už jde o rizika vyplývající z běžného provozu nebo následky možných havárií.

Ekoinovaci tématu i výuky tohoto předmětu bude větší prostor věnován právě těmto rizikům a možným opatřením pro minimalizaci těchto rizik. Další oblastí ekoinovace bude zdůraznění opravdové objektivní míry rizik některých v současnosti diskutovaných typů provozů (např. jaderných elektráren) a upozornění na záměrné zveličování rizik a poplašné zprávy šířené některými informačními zdroji. Výuka bude rozšířena i o rizika odstavení takových provozů a jejich nahrazení zdroji jinými a to včetně dopadu na ekologii a ekonomiku.

## Základy zpracování a využití uhlí a plynu

Ing. Alice Procházková, Ing. Tomáš Hlinčík

Předmět „Základy zpracování a využití uhlí a plynu“ vyučovaný odbornými pracovníky Ústavu plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší pro studenty 3. ročníku bakalářského studia je zaměřen na výuku technologií zpracování pevných paliv s návazností na vlastnosti a využití plyných paliv.

Výuka je systematicky rozdělena do dvou tematických celků. V první části tohoto předmětu je vyučována problematika uhlí (vznik, výskyt, těžba a úprava). Dále je podrobněji vysvětlen princip koksování a pyrolýzy uhlí a dalších pevných paliv. V neposlední řadě jsou studentům popsány technologie zplyňování a zkapalňování uhlí.

Druhá část předmětu je zaměřena na vlastnosti a klasifikaci topných plynů s důrazem na zemní plyn jako majoritní plyné palivo. Dále je důkladně popsána těžba a úprava zemního plynu včetně jeho chemického využití. V poslední části jsou studentům prezentovány topné plyny, které lze využít pro pohon motorových vozidel (CNG a LPG).

Předmět je významný pro rozvoj udržitelné společnosti především z důvodu vysvětlení možnosti zvýšení účinnosti používaných technologií v oblastech zpracování uhlí a plynu. Dále je významné také porovnání fosilních a obnovitelných zdrojů energií s ohledem na jejich dopad na životní prostředí a možnosti nahrazení fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie se všemi souvisejícími aspekty.

Pro ochranu životního prostředí je vyučovaný předmět významný především z pohledu informací předávaných studentům o snižování emisí ze spalování fosilních paliv a dále úpravy těkavých produktů z koksování s následným plným využitím jako materiálových či energetických surovin. V neposlední řadě pojednává o využití alternativních paliv jako náhrady za fosilní paliva v energetických oblastech.

V současné době jsou vidět významné trendy vývoje ve vzestupu obnovitelných zdrojů energie včetně jejich uplatnění v různých oblastech. Další trend lze sledovat ve snaze o snížení produkce skleníkových plynů, které vznikají při spalování fosilních paliv a jsou vypouštěny do atmosféry, čímž se významně podílejí na globálním oteplování.

Oblasti zahrnuté do ekoinovace předmětu budou následující:

- Snížení emisí oxidu uhličitého pomocí technologie CCS (Carbon Capture and Storage) – záchyt a ukládání oxidu uhličitého ze spalin vznikajících při spalování fosilních paliv.
- Získávání bioplynu procesem anaerobní fermentace a jeho využití jako zdroje energie (elektrické a tepelné) s následnou úpravou na biomethan, využitelný pro pohon motorových vozidel či jako částečná náhrada zemního plynu v plynárenské soustavě.
- Možnosti použití vodíku jako nosiče a zásobníku energie. Popis výroby vodíku z dostupných primárních zdrojů včetně uhlí, zemního plynu a biomasy nebo elektrolýzou vody s použitím elektrické energie z jaderných či obnovitelných zdrojů energie (vodní, větrná a solární).
- Princip činnosti palivových článků jako zařízení přeměňující chemickou energii paliva na energii elektrickou. Možnost uplatnění palivových článků jako alternativy k současným zdrojům spalujícím fosilní paliva; plynovým motorům a malým kogeneračním jednotkám. Potenciál jejich nasazení v automobilovém průmyslu. Palivové články vykazují větší připravenost pro širší komerční uplatnění, se kterým lze pravděpodobně počítat již v horizontu několika let.

## Výroba energie z biomasy

Ing. Sjarhei Skoblia, Ph.D., Ing. Zdeněk Beňo

Předmět se vyučuje ve 3. ročníku bakalářského studia. Hlavním záměrem předmětu je seznámení posluchačů se současným stavem poznání v oblasti energetického využití biomasy, produkce náhradních kapalných, plyných a pevných paliv, a to výhradně prostřednictvím termochemické konverze. Předmět se skládá z několika vzájemně navazujících tematických okruhů. V prvním, zaměřeném na popis vlastností různých druhů a typů biomasy, jsou zhodnoceny přirozené a agrární zdroje biomasy, jejich dostupnost a výtěžnost ovlivňující současný celkový potenciál a cenu. Je zde také diskutován vliv chemického složení biomasy a podílu makromolekulárních složek (celulosa, hemicelulosa a lignin) na mechanické a fyzikálně-chemické vlastnosti biomasy, jejich porovnání s vlastnostmi fosilních paliv a také jejich dopad na termochemickou konverzi. V další části předmětu je uvedena analýza chemických procesů probíhajících při termochemické konverzi biomasy, je diskutován vliv hlavních parametrů (velikost částic, teplota, rychlost ohřevu a chlazení) na tvorbu a distribuci plyných, kapalných a pevných produktů a charakterizaci jejich vlastností. Součástí kurzu je analýza dějů probíhajících při pyrolýze a zplyňování. Tato analýza je zaměřena na optimalizaci procesů za účelem zvýšení výtěžku kapalných, pevných nebo plyných produktů. V kurzu je také uveden přehled technologií zaměřených na výrobu elektrické energie a tepla z plyných a kapalných produktů. Součástí předmětu je přehled demonstračních a komerčních zařízení pracujících s biomasou. Zvláštní kapitola je věnována použití přímého spalování pro výrobu elektrické energie z tepla prostřednictvím různých energetických cyklů. V závěrečných částech předmětu jsou uvedeny perspektivy vývoje termochemického zpracování biomasy zaměřeného na výroby alternativních paliv a energie spojené s použitím moderních postupů zvyšujících celkovou účinnost procesu.

Předmět je značně ekologicky zaměřený, snaží se ukázat studentům šetrnou a dlouhodobě akceptovatelnou alternativu využití jednoho z nejvýznamnějších obnovitelných zdrojů energie. Biomasa se vzhledem k nízké plošné hustotě zdrojů a specifickým fyzikálním vlastnostem (nízké objemové hmotnosti a vysoké vlhkosti) hodí hlavně pro lokální a decentralizovanou výrobu elektrické energie především v místě jejího vzniku. Její spoluspalování s uhlím ve velkých a technologicky zastaralých kotlích uhelných elektráren přináší z celkového hlediska více škody než užítka především kvůli jejich nízké účinnosti a nadměrnému zatěžování ŽP automobilovou dopravou vlhké biomasy s nízkou objemovou hustotou.

Hlavní směry ekoinovace předmětu „Výroba energie z biomasy“ budou zaměřeny na následující okruhy:

- Rozšíření stávajícího přehledu zdrojů biomasy o další dostupné a dnes ještě stále málo energeticky využívané zdroje biomasy. K nim patří biologicky rozložitelný odpad (BRKO) a spalitelná část komunálního odpadu. Tento zdroj je jako jediný vhodný pro zpracování ve velkých termokonverzních jednotkách.
- Rozšíření kurzu přednášek o vybrané moderní technologické postupy využívající principu BAT (Best Available Techniques) a umožňující kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla v malých lokálních zdrojích energie s výkonem do 300 kW<sub>e</sub>. Jedná se o aplikaci zplyňovacích generátorů různých typů s následným využitím produkovaného plynu v klasických (spalovací motory, turbíny) a moderních zařízeních (vysokoteplotní palivové články). V této části by měly být zařazeny technologie umožňující dosažení vyšší účinnosti výroby elektrické energie, zvyšující energetickou soběstačnost společnosti a podporující vznik off-gridové elektrické soustavy.
- Seznámení studentů s moderními postupy zpracování surové a vlhké biomasy za účelem zvýšení hustoty energie v ní obsažené, a to prostřednictvím různých fyzikálních (sušení, lisování, peletování) a termochemických postupů (torifikace, rychlá pyrolýza) aplikovatelných

u malých zdrojů biomasy. V rámci tohoto rozšíření je nutné seznámit studenty s různými technologiemi zaměřenými na termochemické zkapalňování biomasy prostřednictvím rychlé pyrolýzy a produkci pyrolýzních olejů a jejich směsí s rozemletým uhlím (slurry).

Výsledky ekoinovací se promítnou do formy nově upravených studijních materiálů uvedených ve formě prezentace v PowerPointu, a také budou součástí tištěných učebních materiálů (skript).

## Chemie ovzduší

doc. Ing. Ivan Víden, CSc.

Předmět Chemie ovzduší je poměrně „mladým“ předmětem, v současné době je pro svoji popularitu otevřen prakticky všem studentům VŠCHT Praha i ostatních vysokých škol včetně doktorandů, posluchačů kombinovaného studia a studentů programů Erasmus a Erasmus Mundus.

Předmět zahrnuje jednak základní chemické ukazatele, chemické složení atmosféry, troposféry a vlivů na toto složení, stratosfickaci atmosféry a důvody k jejímu složení.

Nejdůležitějším prvkem předmětu jsou vlastní chemismy probíhající v atmosféře. Jedná se v největší míře o homogenní reakce troposféry, heterogenní reakce jsou zmíněny pouze na několika nejpálčivějších problémech, jako je tvorba kyselého smogu; ve stratosféře jde potom o zejména ničení ozónové vrstvy.

Z důvodu ozřejmění možného rozptylu polutantů je pozornost věnována rovněž vybraným meteorologickým situacím, které mají na rozptyl zásadní vliv, tedy proudění vzduchu, tlakovým výším či nížím a vzniku teplotních inverzí.

Oblasti zahrnuté do ekoinovace předmětu budou následující:

- Diskuse vztahující se ke globálnímu oteplování planety – je antropogenní činnost a vývoj koncentrací CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> a dalších skleníkových plynů jeho příčinou?
- Principy LCA a důležité příklady této metody pro chemii ovzduší
- Relativita ekologických opatření – např. souboj ing. Vavroušek vs. prof. Adler



## Kvalita ovzduší a její kontrola

doc. Ing. František Skácel, CSc.

Předmět „Kvalita ovzduší a její kontrola“ je určen pro studenty 2. ročníku bakalářského studia a výuku zajišťuje Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší VŠCHT v Praze.

Předmět je rozdělen do tří tematických celků. V prvním jsou studenti seznámeni se základy fyziky atmosféry a hlavními faktory, které ovlivňují kvalitu ovzduší. Tato část zahrnuje i stručný přehled nejdůležitějších meteorologických procesů. Druhý celek zohledňuje souběh studia základních předmětů (analytická chemie či fyzikální chemie) a podává studentům přehled základních postupů analytické chemie používaných při zjišťování kvality ovzduší a měření meteorologických parametrů a základy měřicí techniky. Třetí část je věnována metodám analýzy jednotlivých znečišťujících látek v ovzduší.

Předmět je významný pro ochranu životního prostředí, protože podává ucelený přehled možností a metod analýzy nejvýznamnější složky biosféry. Předmět umožňuje získat základní poznatky o faktorech ovlivňujících kvalitu ovzduší, především z pohledu přirozených (přírodních) procesů a antropogenního působení, možných rizicích, způsobu jejich hodnocení a možnostech identifikace a stanovení jednotlivých znečišťujících látek. Tyto poznatky pak může využít a dále rozvinout v budoucím zaměstnání při řešení úkolů.

V současné době se intenzivně rozvíjejí nové metody pro hodnocení kvality ovzduší a modely jejího vývoje při různých scénářích a situacích. Další trend lze sledovat ve snaze o využití pasivních systémů hodnocení kvality ovzduší založené na použití vhodných bioindikátorů, které umožňují sledování středně- a dlouhodobých změn kvality ovzduší ve vztahu k přirozenému vývoji atmosféry a v návaznosti na působení antropogenních vlivů.

Oblasti zahrnuté do ekoinovace předmětu budou následující:

- použití bioindikátorů kvality ovzduší, především nižších organismů (epifytické lišejníky a mechy);
- využití analýzy depozice (čistá mokrá depozice a mokrá depozice s částí suché depozice) pro hodnocení střednědobého vývoje kvality ovzduší;
- využití nových metod modelování vývoje kvality ovzduší pro její hodnocení;
- kritická analýza současného stavu monitoringu kvality ovzduší.

## Produktovody a energovody

doc. Ing. Václav Koza, CSc., Ing. Daniel Maxa, Ph.D., Ing. Tomáš Hlinčík

Předmět Produktovody a energovody poskytuje posluchačům bakalářského studia základní technologické znalosti o potrubní dopravě a skladování plynů a kapalin, tj. zejména zemního plynu a ropy, která v ČR představuje průmyslové odvětví s dopravní kapacitou řádu milionů tun za rok a obratem řádu sta miliard korun.

Předmět seznamuje posluchače bakalářského studia s ekologicky šetrnou dopravou paliv, která proti jiným technologiím přináší několikanásobně nižší spotřebu energií a produkci oxidu uhličitého jak při budování, tak při provozu. Uvedené úspory jsou příspěvkem k udržitelnosti společnosti při splnění požadavků na kvalitu života, které se spotřebou energie úzce souvisejí.

Velkokapacitní potrubní doprava plynů a kapalin nenarušuje na většině délky dopravních tras ekosystémy ani ráz krajiny. To je její velká přednost jak proti železnici, tak proti dálnici. Vzhledem k vysoké energetické účinnosti také mnohem méně zatěžuje životní prostředí skleníkovými plyny než jiné technologie.

Potrubní doprava se neustále rozvíjí budováním nových kapacit, které umožní na straně vstupů diverzifikovat zdroje a na "poslední míli" zásobit další zákazníky ekologičtějším palivem (plyn místo uhlí). Používání pevnějších a trvanlivějších ocelí při výstavbě snižuje energetickou náročnost s ohledem na celý životní cyklus. Potrubí zemního plynu se začíná užívat i pro paliva dalších generací (biomethan, vodík). Stále se snižuje vlastní spotřeba energie potrubní dopravy, upouští se od předeřevu plynu v regulačních stanicích, v ropovodech se zavádí modifikátory toku, což vede k dalšímu snižování vázaných emisí.

V rámci projektu ekoinovace se náplň předmětu částečně rozšíří, aby akcentovala ekologické aspekty potrubní dopravy. Jak přednášky, tak výpočtové cvičení se více zaměří na ekoinovační potenciál potrubní dopravy paliv vůči jiným technologiím (a jiným palivům) i na ekoinovační potenciál dalšího kvalitativního vývoje potrubní dopravy.

Příklady ekoinovace v předmětu Produktovody a energovody, které budou zařazeny do výuky:

- Srovnání nákladů životního cyklu pro plynovody z běžných a z vysoko-pevnostních ocelí
- Srovnání nákladů životního cyklu pro páteřní plynovod a železniční dopravu odpovídajícího množství uhlí
- Srovnání nákladů životního cyklu pro distribuční plynovod a pro automobilovou dopravu odpovídajícího množství uhlí ke konečným spotřebitelům energie
- Srovnání nákladů životního cyklu pro ropovod a pro železniční dopravu o stejné kapacitě.
- Modifikátory toku ropy a úspory skleníkových plynů
- Srovnání zátěže životního prostředí oxidem uhličitým při spalování hnědého uhlí a spalování zemního plynu
- Srovnání zátěže životního prostředí oxidem siřičitým při spalování hnědého uhlí a spalování zemního plynu
- Vliv náhrady sirných odorantů zemního plynu bezsirnými odoranty.

## Ústav technologie vody a prostředí

---

### Úprava vody

**prof. Ing. Václav Janda, CSc., doc. Ing. Nina Strnadová, CSc.**

Předmět se zabývá úpravou vlastností podzemních a povrchových vod při výrobě především pitné vody, ale i užitkových a procesních vod. V předmětu se neprobírají jen technologie používané pro úpravu vody, ale hovoří se i o kvalitě vody z podzemních a povrchových zdrojů, hygienických limitech pro chemické, bakteriologické, senzorické a radiologické ukazatele a odpadech vznikajících při úpravě vody.

Pitná voda je v některých oblastech světa naprosto nedostatečná a kvalitních zdrojů vody pro účely její úpravy na vodu pitnou začíná být nedostatek i v ČR. Proto i technologie používané pro tyto účely jsou stále sofistikovanější a efektivnější. Dostatek pitné vody je jedním z nejzákladnějších předpokladů pro rozvoj trvale udržitelné společnosti.

Kvalita pitné vody v sobě bezprostředně odráží to, jakým způsobem je zajištěna a prováděna ochrana životního prostředí. Současně jsou však rozvíjeny technologie, které jsou schopny splnit stále více rostoucí požadavky na snižování koncentrace znečišťujících látek a xenobiotik v pitné vodě. Samotná pitná voda je součástí našeho životního prostředí. Na druhou stranu je třeba si uvědomit, že pitná voda není H<sub>2</sub>O a některé její složky a (mikro)nutrienty jsou v pitné vodě žádoucí.

Úprava vody je multidisciplinární obor. Jedná se jak o čistě chemické (například oxidace), biologické (např. nitrifikace amonných iontů), fyzikálně-chemické (např. sorpce) nebo čistě fyzikální a chemicko-inženýrské (např. odvětrávání plynů z vody) postupy. Všechny tyto postupy procházejí neustálým vývojem, i když vodárenství je na druhé straně velmi konzervativní obor. Obecnější trend vývoje lze spatřovat například v určitém multibariérovém přístupu. Například desinfekce vody není cíleně prováděna pouze jako finální fyzikálně-chemická desinfekce nebo desinfekce chemickým činidlem. Podílejí se na ní i předcházející procesy, které pro desinfekci primárně neslouží. Dnes jsou ovšem tyto procesy podle situace optimalizovány i vzhledem k desinfekci.

Oblasti, ve kterých bude dobré zahrnout ekoinovace do tématu i do výuky a jakým způsobem:

- odstraňování plynů z vody (včetně radioaktivního radonu),
- odstraňování železa a manganu z podzemních vod (a společně s nimi i některých radionuklidů),
- nové způsoby filtrace, flotace, nakládání s kaly,
- nové trendy a způsoby desinfekce vody,
- omezování vedlejších nežádoucích produktů desinfekce pitné vody (v mnoha případech karcinogeny).

Studenti budou o ekoinovacích v rámci předmětu Úprava vody informováni ve výuce a na závěr předmětu bude organizována exkurze na vybranou úpravnu pitné vody.

## Statistika v ochraně životního prostředí

doc. Ing. Vladimír Sýkora, CSc.

Posluchač získá základní informace o hodnocení statistických souborů, základních statistických charakteristikách v návaznosti na základní typy rozdělení statistických souborů ve spojitosti s pravděpodobností náhodných jevů. Dále jsou probírány bodové a intervalové odhady včetně testování statistických hypotéz. Vše je vysvětleno na jednoduchých příkladech a seminární práci, kterou posluchač zpracovává v průběhu semestru. Závěrečná část semestrálního bloku přednášek je věnována informacím o systémech kvality, o otázkách akreditace a certifikace a o odhadech nejistot měření.

Správná interpretace různých naměřených dat a manipulace s nimi patří mezi základní znalosti budoucího bakaláře. K tomu patří i praktické dovednosti při zpracování datových údajů a správné vyhodnocení například různých trendů a významnosti jejich změn v závislosti na čase.

Významnost předmětu spočívá především ve správném zacházení s různými daty spojenými s monitorováním různých ukazatelů nejen v prostředí, ale i v technologických procesech, které mají významný dopad na životní prostředí. Dále jde o posuzování požadavků na jakost povrchových vod, požadavků na jakost vypouštěných odpadních vod a jejich kontroly, poplatků za vypouštěné znečištění a požadavků na technologické návrhy při výstavbě čistíren odpadních vod.

Trendy vývoje předmětu spočívají v masivním použití výpočetní techniky, která usnadňuje vyhodnocení zpracovávaných dat. Přesto však je nutné, aby posluchač dokázal zvládnout a pochopit základní statistické operace a pochopil základní algoritmizaci řešených úloh.

Charakter předmětu nevyžaduje přímo zahrnutí ekoinovací, ale dovoluje zahrnout širokou škálu údajů a dat, které s ekoinovací vyplývají, případně jejich zpracování prakticky demonstrovat na konkrétních příkladech týkajících se ochrany vod, technologie vody a vodního hospodářství vůbec.

## Ochrana čistoty vod

**Ing. Aleš Pícha, Ph.D., Dr. Ing. Pavla Šmejkalová**

Cílem tohoto předmětu je seznámit studenty přehlednou formou s problematikou ochrany vod, kterou je třeba chápat jako integrovanou ochranu množství i jakosti vod povrchových a podzemních. Předmět pojednává o významu vody pro člověka z pohledu chemického, fyzikálního, biologického, společenského i kulturního, seznamuje studenty s problematikou antropogenního ovlivnění vod a jeho důsledky, se zdravotními riziky spojenými s vodním prostředím, s možnostmi hospodaření s vodou, s legislativními i technologickými nástroji ochrany vodních zdrojů a řešením havárií na vodách.

Předmět je koncipován jako úvod do odborných předmětů oboru Technologie vody a prostředí. Studentům jiných oborů poskytuje komplexní přehled o dané problematice a seznamuje s hlavními myšlenkami této vědní disciplíny. Během cvičení se mohou studenti formou exkurzí seznámit s historií i nejmodernějšími trendy čistírenství v Praze (Ekotechnické muzeum - Stará kanalizační čistírna, Ústřední čistírna odpadních vod v Praze) a provozem chemické služby Hasičského záchranného sboru hl. m. Prahy, podílející se na řešení havárií na vodách.

Obory zabývající se tímto tématem jsou živé a nezbytné pro řešení problémů současné společnosti. Význam vody v přírodě nespočívá jen v jejím množství a jakosti, ale také v přenosu energie a látek v jejím oběhovém cyklu. Voda, jako nejrozšířenější látka na Zemi, je součástí všech živých systémů a podmínkou pro existenci života na planetě. Účastní se všech podstatných biologických procesů, fyzikálních a chemických pochodů a tvorby klimatu. Nelze ji považovat pouze za důležitou obnovitelnou surovinu, ale za základní součást životního prostředí, na kterou je nutno pohlížet v souvislosti s jeho ostatními složkami, a kterou je nutno zachovat pro příští generace v co největším množství a nejlepší kvalitě. To vyžaduje rozšíření vědeckého výzkumu, vyškolení odborníků a výchovu veřejnosti.

Inovace předmětu spočívá v zavedení terénních cvičení – vzorkování vodního prostředí, kde si studenti mohou nabyté poznatky ověřit v reálných podmínkách. Získají tak praktické zkušenosti z práce v terénu, již v prvních ročnících studia se naučí pracovat s moderními analytickými a detekčními přístroji a zpracovávat a interpretovat reálná data. Spojení teoretické a praktické výuky upevňuje získané vědomosti, dokládá aktuálnost a naléhavost řešení dané problematiky a motivuje tak k hlubšímu zájmu o obor a o životní prostředí.

## Základy čištění odpadních vod

Ing. Iveta Růžičková Ph.D., Ing. Jan Bindzar, Ph.D.

Předmět shrnuje základy biologických i fyzikálně-chemických metod čištění odpadních vod. V oblasti městských/splaškových odpadních vod jsou nejrozšířenějším způsobem jejich čištění mechanicko-biologické procesy. V rámci předmětu jsou proto definovány základní technologické uzly městské čistírny odpadních vod (ČOV) a je detailně popsána jejich konstrukce, funkce a dimenzování. Objasněny jsou biochemické a mikrobiologické principy čištění odpadních vod s odstraňováním nutrientů. Rozhodující část kursu je věnována aktivačnímu procesu a jeho důležitým aspektům, jako je aerace a míchaní, řízení sedimentačních vlastností aktivovaných kalů a separace vyčištěné odpadní vody. Je rovněž vysvětlena konstrukce, fungování a dimenzování hlavních biofilmových reaktorů používaných pro čištění odpadních vod. U průmyslových odpadních vod (které jsou svým složením podstatně rozmanitější než vody splaškové) nachází uplatnění kromě biologických procesů také široká škála fyzikálně-chemických procesů. Část předmětu je proto věnována nejběžnějším z těchto procesů a jejich využití v praxi.

Voda je základní složkou životního prostředí, a proto je trvale udržitelné vodní hospodářství jedním z nejdůležitějších principů ochrany přírody a krajiny. Vzhledem k tomu, že jeho cílem je i dokonalé vyčištění odpadních vod z bodových (města, obce) a difuzních zdrojů znečištění k zabezpečení nejen tzv. dobrého stavu podzemních a povrchových vod, ale obecně k zajištění ochrany životního prostředí, je možno obsah předmětu z tohoto pohledu považovat za velmi významný.

Odpadní vody obsahují zejména organické látky, sloučeniny dusíku a fosforu. Vyšší koncentrace dusíku a zvláště pak fosforu ve vodách vede ke zvyšování trofizace vod se všemi doprovodnými negativy (zvýšené náklady při úpravě povrchové vody na vodu pitnou, hygienické a zdravotní problémy při jejím rekreačním využití, výkyvy v koncentraci rozpuštěného kyslíku ve vodě, toxicita na vodní organismy apod.). Předmět se proto obšírně a detailně zabývá i principy a technologiemi odstraňování nutrientů z odpadních vod, včetně moderních metod typu in-situ bioaugmentace nitrifikace nebo použitím enkapsulovaných kultur.

Nejvýznamnějším trendem vývoje v oboru je v současné době snaha o dosahování provozně a energeticky co nejméně náročných řešení a nejnovější přístupy k odpadním vodám coby vodě nikoli „odpadní“, ale „použitá“, kterou je podle míry odstranění znečišťujících látek možno opětovně používat pro nejrůznější účely. S tím souvisejí i snahy o recyklaci některých prvků resp. jejich sloučenin obsažených v odpadních vodách (např. získávání sloučenin fosforu jako hnojiva). Stále většího významu nabývá i otázka odstraňování specifických polutantů z odpadních vod (endokrinních disruptorů – hormonů, léčiv či složek PCPs).

Komunální i průmyslové odpadní vody vyčištěné tradičními metodami se obvykle vypouštějí do vod povrchových bez dalšího užitku. Ekoinovace v oboru čištění odpadních vod spočívají zejména ve snaze o znovuvyužití vyčištěné vody (zemědělství, zkvalitňování životního prostředí, průmyslové využití, použití v rezidenčních objektech, doplňování zdrojů podzemních vod apod.). Z tohoto důvodu je nutné zařazení intenzivnějších způsobů čištění/terciárního dočištění (koagulace a filtrace, sorpce, membránové a oxidační procesy, ...). Přednášky předmětu budou aktualizovány tak, aby odrážely uvedený trend. Studenti budou seznamováni jak s teoretickými principy dostupných technologií, tak s jejich provozními aplikacemi.

## Analytika vody

Ing. Lubica Kollerová, CSc., RNDr. Štěpánka Smrčková, Ph.D

Analytika vody je předmět v bakalářském programu výuky. Cílem předmětu je seznámit studenty s prostředky analytické chemie, které umožní získat očekávaný výsledek (obvykle koncentrace analytu). Jedná se o aplikaci základních analytických metod pro prostředí vod, které jsou charakterizovány rozdílnou maticí (pitné, podzemní, odpadní, průmyslové, kaly apod.)

Pro rozvoj udržitelné společnosti, případně pro ochranu životního prostředí je vhodné rozvíjet a používat environmentální technologie. Jsou to technologie, kterých dopady na životní prostředí jsou nižší, než je tomu u technologií v ostatních parametrech srovnatelné. Nástrojem pro environmentální optimalizaci plánů, programů a koncepcí, které mohou mít významné vlivy na životní prostředí je SEA (Strategic Environmental Assessment). Procesem EIA (Environmental Impact Assessment) se posuzují vlivy záměrů na životní prostředí a umožňuje zlepšit dopady realizovaných záměrů na životní prostředí a veřejné zdraví, tj. omezit negativní dopady a maximálně podpořit dopady pozitivní.

V základním kroku pro posuzování vhodnosti té které technologie není možné se vyhnout použití aplikace analytických metod. Používají se při **shromažďování informací o životním prostředí**, jednak při monitorování a sběru údajů pro určování přítomnosti znečišťujících látek a změn jejich koncentrací, nebo při biomonitorování, které odhaluje účinky životního prostředí na zdraví lidí. Analýza obvykle probíhá v kapalném prostředí a nejekologičtějším rozpouštědlem je voda.

Plnému využití těchto příležitostí brání zejména neexistence finančních pobídek pro ekoinovace a nedostatek koordinace částí společnosti (vláda, výzkumní pracovníci a badatelé, podniky i jednotliví občané).

Environmentální vzdělávání, výchova a osvěta (EVVO) a environmentální poradenství jsou významnými preventivními nástroji Státní politiky životního prostředí ČR. Je především nezbytným nástrojem v procesu celoživotního učení. Ekoinovace v předmětu Analytika vody spočívá v rozšíření environmentálního pohledu na analytické postupy a stanovení. Tím se umožní vést budoucí absolventy k takovému myšlení a jednání, které je v souladu s principy udržitelného rozvoje, k vědomí odpovědnosti za udržení kvality životního prostředí a k úctě k životu ve všech jeho formách. Získané znalosti včetně nejnovějších poznatků vědy a výzkumu, nových legislativních norem, aplikace znalostí a využívání zkušeností v odborné, profesní i soukromé sféře umožní environmentálně vzdělanému absolventovi poskytovat odborné rady a doporučení veřejnosti, případně popularizovat výsledky vědy a výzkumu ve prospěch životního prostředí.

## Technologie výroby bioplynu a biovodíku

prof. Ing. Pavel Jeníček, CSc., prof. Ing. Jana Zábranská, CSc., Ing. Dana Pokorná, CSc.

Základem technologie výroby bioplynu a biovodíku je anaerobní fermentace organických látek, kdy je plynným produktem směs metanu a oxidu uhličitého, což je bioplyn nebo směs vodíku a oxidu uhličitého, kde tento vodík vzhledem k biotechnologické výrobě lze považovat za biovodík. Anaerobní fermentace je několikafázový proces rozkladu komplexních i jednoduchých organických látek, který zajišťuje anaerobní mikrobiální konsorcium tvořené mnoha různými bakteriálními skupinami. Tyto bakteriální skupiny mají rozdílné vlastnosti i požadavky, a aby proces probíhal efektivně a se správnými plynnými produkty, je potřeba celý systém udržet v dynamické rovnováze. Pro pochopení vzájemných vazeb mikrobiálních skupin je do sylabu zařazena mikrobiologie a biochemie tvorby metanu, oxidu uhličitého a vodíku. Předmět dále obsahuje přehled reálných technologických aplikací pro různé druhy vstupních surovin – čistírenské kaly, organické odpadní materiály, zemědělské odpady a komunální odpady a informace o struktuře a rozvoji bioplynových stanic jako technologických celků u nás i v zahraničí. Další část předmětu se zabývá zacházením s plynnými, kapalnými i pevnými produkty technologie a využitím bioplynu i biovodíku pro energetické účely. Bioplyn i biovodík patří mezi obnovitelné zdroje energie.

Základním významem předmětu pro rozvoj udržitelné společnosti je rozšiřování informace, že zdrojem pro výrobu obou plynů jsou většinou odpadní organické materiály, perspektivu má zejména organická část tuhého komunálního odpadu. Jakákoli jiná technologie zacházení a likvidace těchto odpadů je z hlediska udržitelného rozvoje méně příznivá.

Anaerobní technologie s produkcí bioplynu i biovodíku přispívá k ochraně životního prostředí v mnoha směrech. Zpracovává odpadní materiály na dále využitelný produkt, plynný produkt je alternativním zdrojem energie, který nepřispívá ke skleníkovému efektu. Zbytek po fermentaci je organominerálním hnojivem, které udržuje a zlepšuje vlastnosti půdního fondu. Typ uzavřené technologie je schopen efektivně zpracovávat materiály, které při jiném způsobu zpracování působí značné pachové problémy.

Nejvýraznější trendy v rozvoji a aplikaci technologie je snaha o větší legislativní podporu zpracování právě odpadních materiálů, komunálních odpadů i vzhledem k nutnému snížení množství skládkovaných organických látek. Další trendy je možné vidět ve snaze více využít energetický potenciál bioplynu i biovodíku nejenom pro výrobu elektrické energie, ale také zlepšit využití tepelné energie, která se často zanedbává. Další trendy jsou v inovativních metodách úpravy bioplynu na biometan, což podstatně zvyšuje možnosti maximálního využití jeho energetického potenciálu.

Celý předmět je o ekologickém přístupu ke zpracování organických odpadů a spojený s ochranou prostředí, inovace tématu i výuky bude v zařazování aktuálních informací o rozvoji této technologie u nás i v zahraničí, o změně legislativního rámce a jeho dopadu na využití technologie a o nových přístupech zejména v intenzifikaci procesu, ve vývoji doprovodných technologií jako předúprava materiálu a v rozšířených možnostech využití produktů technologie.



## Hydrochemie

**Prof. Ing. Pavel Pitter, DrSc., doc. Ing. Vladimír Sýkora, CSc., Ing. Hana Kujalová, Ph.D**

Předmět Hydrochemie se zabývá fyzikálně-chemickými vlastnostmi vody, obecným a specifickým složením vybraných typů vod, přehledem jednotlivých skupin a individuí anorganických a organických látek, popisem složení a vlastností jednotlivých druhů vod, přírodních, užitkových a odpadních. U jednotlivých anorganických a organických komponent je popsána jejich geneze ve vodách, formy výskytu, jejich vlastnosti a význam. Samostatná pozornost je věnována řešení chemických rovnováh ve vodách na základě využití pravidel chemické termodynamiky, které umožňuje diferenciaci (speciaci) jednotlivých forem výskytu, které mívají rozdílné chemické a biologické vlastnosti.

Rozvoj udržitelné společnosti je spojen s vývojem a aplikací nových chemických látek, které umožňují další rozvoj průmyslové základny zahrnující např. PPCP (pharmaceutical and personal care products), prací a čisticí prostředky (detergenty) aj. Tyto nové látky musí být testovány na chemické vlastnosti (hydrolýzu, oxidaci, redukci) a biochemické vlastnosti (biochemickou spotřebu kyslíku), které by mohly negativně ovlivnit vodní prostředí a znehodnotit tak jakost pitné a užitkové vody. Je nezbytné mít k dispozici data bázi nových typů odpadních vod, které doprovázejí výrobu nových organických a anorganických látek.

Pro ochranu životního prostředí je významnou skupinou POP (persistent organic pollutants), kam jsou na základě chemických a biologických testů řazeny látky, jejichž aplikace by měla být zakázána a tyto látky nahrazeny jinými, ekologicky vhodnějšími výrobky.

Za současné nejvýznamnější trendy vývoje v hydrochemii lze považovat zdokonalení testů popisujících chemické a biologické vlastnosti nových výrobků a různých druhů vod a hledání vztahů mezi těmito vlastnostmi a chemickou strukturou látek, aby bylo perspektivně možné odhadovat jejich vlastnosti bez náročných laboratorních zkoušek.

V hydrochemii, se kterou souvisí i hydroanalytika, by měl být do ekoinovací zahrnut také výzkum analytických postupů stanovení vybraných anorganických a organických látek, ve kterých by škodlivé a toxické látky byly nahrazeny nezávadnými, aniž by utrpěla přesnost a správnost dané metody

## Distribuční sítě a stokování

doc. Ing. Nina Strnadová, CSc., prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.

Hlavním zaměřením předmětu je jednak doprava pitné vody a to nejen ke spotřebiteli a dále pak doprava odpadních vod od jejich zdroje až po ČOV. Pozornost je věnována vodním zdrojům, které jsou využívány pro výrobu pitné vody, jejich jímání a ev. akumulaci, dále pak návrhu distribučních řadů, včetně konstrukčních materiálů, výpočtům potřeby pitné vody a požadované kapacity vodojemů a v neposlední řadě i možné změně kvality pitné vody při její dopravě. Stejně tak v oddílu věnovaném dopravě odpadních vod je pozornost soustředěna na materiály, provoz a údržbu stokových sítí, dále na konstrukci, funkci a význam základních objektů používaných při jejím provozu. V souvislosti s výše uvedeným je akcentovaná stávající legislativa týkající se jak pitné vody, tak vodních zdrojů a vyčištěných odpadních vod. Základním právním předpisem v ČR, který upravuje oblast pokrytou tímto předmětem, je zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.

Materiály distribučních sítí se mohou negativně promítnout do kvality pitné vody, která je nezákladnější poživatinou obyvatelstva a přímo se tak dotýká zdraví lidské společnosti. Jedná se tady o korozní pochody trubních řadů, ale na druhé straně, v důsledku stále se snižující potřeby pitné vody a velké profily trubních materiálů o delší doby zdržení a tak ev. zhoršení i její biologické stability. V případě dopravy odpadní vody jde z hlediska hydraulického o optimální položení kanalizačních řadů, ale také o optimálně funkční objekty, které se při její dopravě na ČOV musí použít.

Jedná se o ekonomické a současně citlivé využívání vodních zdrojů, především podzemních vod. Vezmeme-li v úvahu, že zdroje podzemních vod představují cca 25% využívané kapacity povrchových vod (srovnej cca  $1,6 \cdot 10^9$  a  $0,4 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup> ročně) a z objemu podzemních vod je cca 80 % využíváno pro výrobu pitné vody, je zřejmé, že v jejich okolí nelze provozovat činnosti, které by negativně jejich jakost ovlivňovaly a tím obecně zhoršovaly kvalitu životního prostředí. Stejně tak je to ve vodách povrchových, které si musí svoji kvalitu udržet nejen z důvodu následného využívání, ale také pro zajištění vlastního života ve vodě. Závazným dokumentem, který lze v souvislosti s bodem c) uvést je Vodní zákona č. 254/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů a navazující nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění novely č. 23/2011 Sb. Vztahuje se jak ke kvalitě vyčištěných odpadních vod, ale i k jakosti vod povrchových, přičemž v přiměřené míře se aplikuje i pro nepřímé vypouštění odpadních vod do kanalizace.

Distribuce pitné vody, ale i doprava odpadních vod je významnou součástí nových projektů, ale především i projektů, které souvisí s rekonstrukcí starších úpraven a čistíren odpadních vod. Na jedné straně se jedná především při dopravě pitné vody o činnosti, které jsou nutné pro odstranění korozivních produktů či nahrazení úseků trubních materiálů, které již nevyhovují, na straně druhé o zásahy, které snižují profil distribučních řadů a promítají se tak do kratší doby zdržení v síti a neoddelitelně do kvality distribuované pitné vody. V případě odpadních vod jde o využití nových materiálů, ale i objektů, které se svoji funkcí promítají i do větší těsnosti kanalizačních řadů.

Lze konstatovat, že tomuto bodu je již pozornost věnována. Jedná se především o informace o nových legislativních předpisech, nových materiálech sítí obecně a v neposlední řadě o technologické způsoby, které lze pro zlepšení jakosti distribuované pitné vody ke spotřebiteli a udržitelné kvalitě odpadní vody až na ČOV využít.

Studenti se s mnohými inovativními postupy seznamují již dlouhodobě při každoročně pořádané exkurzi jak na některou z úpraven vod, tak na vybrané objekty stokových sítí.

## Decentralizované zpracování odpadních vod

Ing. Jan Bartáček, Ph.D.

Cílem předmětu je objasnit princip a perspektivy decentralizovaného čištění odpadních vod. To se stává alternativou takzvaného centralizovaného čištění odpadních vod v klasických čistírnách odpadních vod, které v řadě případů není optimální z pohledu ekonomického i ekologického. Základní ideou decentralizovaného čištění odpadních vod je netradiční zacházení s odpadní vodou jako s cennou surovinou, kterou je optimální využít a zpracovat na místě jejího vzniku. Náplň předmětu je zaměřena na malé čistírny odpadních vod, přírodní procesy čištění odpadních vod, možnosti segregace odpadních vod (včetně v domácnostech), závlahy, produkci bioplynu z malých zdrojů odpadních vod apod.

Vzhledem k enormním nákladům na stavbu centralizovaných systémů pro nakládání s odpadními vodami je v budoucnu nevyhnutelný posun směrem k decentralizovaným systémům. Tyto systémy jsou navíc vhodné pro aplikaci technologií, které umožní separaci různých typů odpadních vod a jejich racionální využití jako zdroje energie, nutrientů (N, P) a vody. Lze předpokládat, že recyklace těchto surovin bude nezbytná pro budoucí rozvoj udržitelné společnosti z ekonomických i z ekologických důvodů.

Kromě zmíněné recyklace surovin je decentralizace nakládání s vodou významná pro ochranu životního prostředí i jako nástroj snížení nerovnováhy zatížení zdrojů pitné vody, tj. zamezení situacím, kdy se ze zdroje čerpá velké množství vody a to se následně nákladně transportuje na velké vzdálenosti do městských aglomerací.

Nejvýznamnější trendy vývoje jsou v současnosti spjaté s vývojem decentralizovaných systémů ve vyspělých zemích (zvláště západní Evropa), kde se aplikují nejmodernější metody separace, čištění a recyklace odpadních vod (např. srážení sloučenin fosforu, produkce bioplynu). Další zásadní oblastí vývoje je omezení negativního vlivu některých konstituentů odpadních vod, zvláště tzv. mikropolutantů (hormonální prostředky, léčiva atp.).

Předmět „Decentralizované zpracování odpadních vod“ je třeba inovovat především v oblasti nejnovějších aplikací vyspělých decentralizovaných systémů v moderních Evropských městech. V tomto ohledu jsou zásadní především zkušenosti z Nizozemí, kde v poslední době probíhá několik významných inovačních projektů.

## Průmyslové odpadní vody

Ing. Jan Bindzar, Ph.D.

Průmysl se podílí na celosvětové potřebě vody téměř jednou čtvrtinou, v rozvinutých státech i více než jednou polovinou. S rozsáhlým využíváním vody v průmyslu samozřejmě souvisí i adekvátní produkce odpadních vod. Rozvoj průmyslu, vývoj nových výrobních technologií, vznik celých nových průmyslových odvětví - to vše přispívá ke stále většímu (a rozmanitějšímu) znečištění produkovanému ve formě průmyslových odpadních vod (POV). Proto společnost usilující o trvale udržitelný rozvoj a zodpovědný přístup k ochraně životního prostředí nemůže otázku nakládání s POV přehlížet či brát za podružnou. Základem řešení problému s POV je disponovat kvalifikovanými odborníky obeznámenými s problematikou, disponujícími dostatečnou mírou znalostí a schopností tyto znalosti prakticky aplikovat.

Podílet se na přípravě takovýchto odborníků je i cílem předmětu Průmyslové odpadní vody. Předmět poskytuje studentům základní znalosti o nakládání s průmyslovými odpadními vodami, seznamuje je s rozdílem mezi městskými a průmyslovými čistírnami odpadních vod. V přednáškách je věnována zvýšená pozornost fyzikálně-chemickým metodám čištění, možnosti jejich využití jsou demonstrovány na konkrétních případech. Studenti jsou uvedeni do problematiky odpadních vod v konkrétních průmyslových odvětvích, významných z vodohospodářského hlediska.

Proměnlivost a rozmanitost POV spolu se snahou o omezení znečišťování životního prostředí a zefektivnění využívání přírodních zdrojů (kterým voda bezpochyby je) vedou k hledání a zavádění stále nových způsobů nakládání s POV. Zřejmý trend posledních let je usilování o prakticky bezodpadové technologie (tzv. „zero-discharge technologies“). Pro oblast vodního hospodářství průmyslových podniků to znamená jednak volbu vhodné výrobní technologie, jednak přechod na procesy čištění POV, které umožňují vysokou míru recyklace látek (a energie) z odpadních vod a také opětovné využívání vody samotné. Proto se pozornost soustřeďuje na moderní separační procesy, jako jsou membránové separační procesy, iontová výměna a jiné, které umožňují jednak získávat z odpadních vod cenné suroviny, jednak vyčistit odpadní vodu s vysokou účinností. V oblasti biologického čištění POV lze pozorovat rychlý rozvoj využívání anaerobních technologií, které poskytují jako vedlejší produkt vítaný zdroj energie – bioplyn.

V rámci inovace předmětu budou přednášky aktualizovány tak, aby v duchu výše nastíněných trendů studentům poskytovaly informace o nejnovějších ekoinovacích v oblasti nakládání s POV. První část inovovaných přednášek bude rozšířena o údaje o nejmodernějších dostupných technologiích použitelných při nakládání s odpadními vodami – fyzikálně-chemických procesech (např. membránových procesech, iontové výměně, adsorpci, moderních oxidačních procesech,...) i biotechnologiích (kromě tradičních postupů biologického čištění půjde např. o využití mikroorganismů pro odstraňování anorganických polutantů či o produkci bioplynu z POV). Druhá část přednášek, shrnující situaci ve vodním hospodářství konkrétních průmyslových odvětví, bude upravena tak, aby vystihovala změny v průmyslu, ke kterým dochází v posledních letech. Při popisu stavu v jednotlivých vodohospodářsky významných odvětvích bude demonstrován způsob, význam a dopad zavádění ekoinovací jak ve výrobcích samotných, tak při čištění POV a konečném nakládání s nimi.

## Ústav energetiky

---

### Alternativní zdroje energie I a II

Ing. Ivo Jiříček, CSc.

Cílem předmětů Alternativní zdroje energie I a II je přispět k porozumění udržitelnosti našich současných energetických systémů a reflektovat pozoruhodný progres na poli alternativních metod a technologií pro výrobu silové elektrické energie. Předmět je významný pro rozvoj udržitelné společnosti protože hledá potenciální řešení pomocí znalostí obnovitelných a udržitelných (nízkoemisních) energetických systémů, jejich fyzikálních principů, ekonomiky, vlivu na životní prostředí a jejich integrace do nadnárodních energetických systémů. Předmět je dále významný pro ochranu životního prostředí, protože postihuje širokou problematiku výroby silové elektřiny, tj. od snížení energetické náročnosti s ohledem na celý životní cyklus přes zvýšení účinnosti jednotlivých obnovitelných a udržitelných technologií až po konečné odstranění odpadů a škodlivin s využitím vedlejších produktů (např. hnojiva z popelů ze spalování agropaliv, sádrokarton z odsíření spalin a paliva ze zplyňování biomasy či přepracování použitých olejů) jako materiálových či energetických surovin.

Nejvýznamnější trendy vývoje jsou v současné době vidět ve všech oblastech alternativních zdrojů, především u našich nejbližších sousedů v Německu. Mohutný je především nárůst instalovaného výkonu zdrojů (a pokles měrných nákladů elektřiny) fotovoltaických instalací na budovách, off-shore větrných instalací a koncentračních solárně-termických systémů, které převážně německé firmy budují v jižních státech EU a v severní Africe. Významně roste počet malých vodních elektráren, zdrojů geotermální elektřiny (např. Itálie) a elektřiny ze spalování či zplyňování biomasy (např. Skandinávie), kde se pro dobrou ekonomiku projektů s úspěchem používá kogenerační výroba tepla a elektřiny. Ve vývoji jsou všechny typy alternativních jaderných reaktorů IV. generace, kde u nejperspektivnějšího typu, rychlého reaktoru chlazeného olovem, probíhá již výstavba demonstračního bloku 300MW. V oboru akumulace silové elektřiny jsou z hlediska srovnatelné účinnosti s přečerpávacími elektrárnami v trendu adiabatické pneumatische zásobníky (AA CAES), hlavně kvůli většímu výskytu vhodných podzemních kavern.

Ekoinovace budou v předmětu Alternativní zdroje energie I zahrnuty do tématu i do výuky v těchto oblastech předmětu:

- alternativní termické procesy zplyňování (autotermní, alotermní, tlakové) a pyrolýza (pomalá a rychlá) biomasy a odpadů vzhledem ke stávajícímu přímému spalování;
- alternativní zplyňovací a automatické kotle malých zdrojů vzhledem ke stávajícím prohořivacím a odhořivacím kotlům;
- alternativní plynná a kapalná paliva vzniklá konverzí biomasy a odpadů vzhledem ke stávajícímu pohonným směsím v dopravě;
- alternativní akumulace na bázi fázové a chemické akumulace vzhledem ke stávající akumulaci do vlastního tepla vody;
- alternativní izolace s velmi nízkou tepelnou vodivostí vzhledem ke stávajícím tepelně-izolačním vlastnostem budov;
- alternativní výroba energie spalováním odpadů ve spalovnách odpadů a nadsítné frakce odpadů ve stávajících teplárnách vzhledem ke stávajícím emisím CH<sub>4</sub> a CO<sub>2</sub> při stávajícím skládkování odpadů;
- integrace zdrojů pro vícezdrojovou základnu výroby tepla.

Ekoinovace budou v předmětu Alternativní zdroje energie II zahrnuty do tématu i do výuky v těchto oblastech předmětu:

- alternativní výroba elektřiny spalováním čisté biomasy vzhledem ke stávající výrobě elektřiny společným spalováním biomasy s uhlím;
- alternativní výroba elektřiny v kombinovaném cyklu, nadkritickém cyklu a v kogeneračním režimu vzhledem ke stávající výrobě elektřiny v kondenzačních elektrárnách;
- alternativní mikrokogenerační jednotky na bázi plynových motorů pro malé zdroje vzhledem ke stávajícímu využití zemního plynu pouze pro výrobu tepla
- alternativní nízkoemisní jaderné elektrárny IV. a vyšší generace vzhledem ke stávajícím blokům III. generace;
- alternativní hybridní technologie výroby elektřiny spalováním s využitím tepla z obnovitelných zdrojů (sluneční, geotermální) vzhledem ke stávajícím jednopalivovým zdrojům;
- energetická soběstačnost a ostrovní (off-grid) elektrické soustavy vzhledem ke stávající centralizované výrobě.

## Úprava napájecích a užitkových vod

**Ing. Miroslava Novotná, CSc.**

Existence vody je jedním ze základních podmínek vzniku života a její kvalita je jedním z ukazatelů kvality života. S rozvojem průmyslu stoupají požadavky na jakost vod, a proto se do popředí zájmu dostává obor sledující vliv složení vody na výrobní procesy a kvalitu výrobků. Stejně důležitá je i oblast zásobování obyvatelstva pitnou a užitkovou vodou, stejně jako čištění vod odpadních. Všechny tyto zájmové oblasti jsou obsahem tohoto předmětu.

Mnoho průmyslových výrob má specifické nároky na čistotu užitkové vody např. potravinářství, elektrotechnika, chemický průmysl, zpracování kovů a dalších, z nichž je energetické využití vody, buď jako vody napájecí (teplonosné a pracovní médium) nebo jako chladicího média, nejnáročnější na množství této upravené vody.

Ekoinovace předmětu se zaměří na úlohu vody v jaderné energetice, možná rizika v důsledku úniků vody z okruhů jaderné elektrárny (vody oběhové, přídavné a odpadní), na možnosti zachycení, úpravy a dekontaminace vody při havárii jaderné elektrárny.

Postupy vhodné pro úpravu užitkových a napájecích vod jsou uplatnitelné i při čištění odpadních vod. Proto budou do výuky implementovány nové postupy publikované v literatuře nebo prezentované na konferencích a seminářích. Studenti budou systematicky poučeni nejen o ověřených a reálně aplikovaných postupech, ale i experimentálních metodách dosud využívaných pouze v poloprovozech nebo výzkumných pracovištích.

V rámci ekoinovace bude zařazena i informace o úpravě vody pro zemědělské využití, o úpravě vody pro domácnosti a rizicích, které představují odpadní vody pro kvalitu povrchových a podzemních zdrojů vody. Budou sledovány a zhodnoceny postupy pro individuální úpravu vody v domácnosti z hlediska bezpečnosti takového zařízení.

## Využití jaderných paliv

RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Studenti bakalářského programu jsou seznamováni především s funkcí jaderných elektráren, tj. s principy i s některými technologickými částmi a chemickými režimy, dále k tomu patří přehled o užívaných materiálech a postupech zajištění bezpečnosti.

V současné etapě vývoje průmyslově vyspělých států se ukazuje jaderná energetika jako velmi těžko nahraditelný zdroj, který poskytuje některé jinak obtížně dosažitelné výhody a to zejména ve srovnání s jinými zdroji nízký vliv na životní prostředí a vysoké ekonomické parametry. Pro udržitelný rozvoj společnosti ohleduplné k životnímu prostředí bude jaderná energetika v příštích minimálně sto letech nezastupitelná, důvodem je hlavně nízká uhlíková stopa. To vše samozřejmě platí pouze v případě bezpečného provozování kvalitních jaderných jednotek a bezpečného zacházení s jadernými odpady. Základní podmínkou uvedeného je vzdělaný a zodpovědný odborník, který si je vědom vlastností technologie, kterou provozuje, i jejích dalších souvislostí. V předmětu Využití jaderných paliv studenti získávají základní soubor informací tak, aby jejich dalším rozvojem se mohli těmito odborníky stát a podílet se tak na rozvoji ochrany životního prostředí.

V současné době se projevují v této oblasti dva zásadní trendy vývoje. Jedním je vývoj nových nebo inovovaných jednotek, které budou vykazovat zvýšení účinnosti, snížení množství produkovaného odpadu, zvýšení míry bezpečnosti a spolehlivosti a také zlepšení ekonomických parametrů. Druhým trendem je posilování bezpečnosti, spolehlivosti a také v rámci možností zlepšování účinnosti u stávajících elektráren, jejichž konstrukce vychází většinou ze stavu vědění z 80. let minulého století.

Ekoinovace předmětu bude spočívat v zahrnutí, případně rozšíření informací o současných trendech uplatňovaných na stávajících jaderných jednotkách v péči o bezpečnost, spolehlivost a testování a řízení životnosti. Tématem bude také aktuální prověřování odolnosti zařízení vůči extrémním přírodním vlivům prováděné v rámci stress testů v Evropě.

Další částí bude nově připravená kapitola o Generation IV., zejména o současném stavu těchto projektů a předpokladech jejich dalšího rozvoje. Zde bude hlavní pozornost věnována materiálové problematice jako jednomu ze základních kamenů, které umožní realizaci navrhovaných technologických řešení.

Konečným důsledkem těchto řešení pro životní prostředí bude snížení množství odpadu, snížení emisí produkovaných na jednotku vyrobené energie, zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti.



## Základy energetiky

doc. Ing. Luděk Jelínek, Ph.D., Ing. Eva Mištová, Ph.D.

Předmět podává přehled zdrojů energie, principů přeměny energie a dopadů energetických výrobníků na životní prostředí. Od termodynamických principů a ideálních tepelných strojů (Carnotův cyklus) až po reálné parovodní okruhy uhelných a jaderných elektráren (Clausius-Rankinův cyklus), chladicí zařízení a tepelná čerpadla. Kromě tepelných elektráren jsou probírány vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny a další možnosti získávání elektrické energie. Velká pozornost je věnována vodě jako pracovnímu a teplotněmu médiu v energetice. Kromě stavového chování vody a vodní páry je probírána i úprava napájecí a chladicí vody pro uhelné a jaderné elektrárny pomocí ionexových a membránových technologií. Jsou probírány i chemické režimy elektráren a ochrana energetických zařízení proti korozi.

Moderní společnost je zcela závislá na nepřetržitém zásobování elektrickou energií a do jisté míry i teplem. Vzhledem k rozvoji společnosti na jedné straně a odstavením nevyhovujících energetických bloků na straně druhé, bude i přes velký potenciál úspor nutné budovat nové elektrárny a teplárny. Imperativem současné doby se stává na jedné straně maximalizace účinnosti nových energetických systémů a na straně druhé minimalizace dopadu jejich činnosti na životní prostředí. Volba vhodné technologie vyžaduje znalost principů, kladů a záporů jednotlivých technologií.

Energetika patří bezesporu k největším znečišťovatelům životního prostředí. I přes odsíření spalin uhelných elektráren je vliv tepelných elektráren na životní prostředí silný (oxid uhličitý, popílek). I přes snahy o uzavření palivového cyklu jaderných elektráren, představuje vyhořelé jaderné palivo stále problém. I další typy energetických výrobníků mají přímé či nepřímé dopady na životní prostředí.

Hlavními cíli vývoje energetiky je kromě zavádění nových technologií i zvyšování účinnosti stávajících technologií výroby elektrické energie, minimalizace ztrát a minimalizace dopadů na životní prostředí. U tepelných elektráren na fosilní paliva je hlavním trendem zvyšování teploty přehřátí a pracovního tlaku (nadkritické bloky), dále zavádění nových, efektivnějších a ekologicky přijatelnějších systémů přeměny energie (kombinované cykly, systémy tlakového fluidního spalování PFBC aj.). Důležitá je také kogenerace elektrické energie a tepla. V jaderné energetice jsou kromě pokročilých tlakovodních a varných reaktorů III generace, které už jsou ve výstavbě, vyvíjeny i reaktory IV generace, jako např. vysokoteplotní plynem chlazený reaktor, nadkritický vodou chlazený reaktor a rychlé reaktory chlazené plynem, sodíkem nebo taveninou eutektické slitiny olova a bizmutu. U těchto reaktorů je kromě účinnosti kladen velký důraz i na bezpečnost. Důležitý je i mezinárodní projekt experimentálního termonukleárního reaktoru (ITER), který je budován v Cadarache ve Francii. Důležitou součástí tzv. „energetického mixu“ se stávají obnovitelné zdroje energie. Velká pozornost je věnována jak výrobě, tak i skladování vodíku a jeho použití v palivových článcích. Intenzivní výzkum probíhá v oblasti zvyšování účinnosti fotovoltaických článků, systémů akumulace energie a vlivu obnovitelných zdrojů na stabilitu energetických sítí.

Bude rozšířena část výuky věnovaná alternativním zdrojům energie a kromě již provozovaných zdrojů budou zmíněny podrobně i technologie v současné době vyvíjené (vodíkové technologie, palivové články, využití rozdílů solnosti vody) a technologie, které využívají nízkopotenciálové teplo (Kalinův cyklus, organický Rankinův cyklus). Kromě metod zvyšování účinnosti uhelných elektráren bude kriticky zmíněna i problematika uvažovaného zachytu oxidu uhličitého ze spalin. Více pozornosti bude věnováno i novým trendům úpravy napájecích vod (např. elektrodeionizace), které mohou snížit množství produkovaných odpadů. V oblasti jaderné energetiky bude kromě nových trendů v konstrukci reaktorů rozvedena i možnost uzavření palivového cyklu (přepracování paliva, omezení množství jaderného odpadu) a řešení limitů energetiky založené na štěpení <sup>235</sup>U pomocí rychlých množivých reaktorů IV. generace. Probrána bude i perspektiva jaderné fúze.

## Seminář a laboratoř analytiky prostředí

Ing. Miroslava Novotná, CSc.

Sledování a analýza životního prostředí je nezbytnou součástí hodnocení kvality okolního prostředí, dopadu jednotlivých činností člověka na prostředí. Bez kvalitativních a kvantitativních informací nelze efektivně tuto kvalitu ovlivnit, chránit ji a současně postihnout její znečišťovatele.

V současné době dochází k prudkému rozvoji fyzikálně analytických metod, jejichž výsledkem jsou konkrétní informace o chemickém složení okolního prostředí. Předmět akcentuje v současnosti nejvíce rozšířené postupy a metody využívané v oboru analýzy prostředí. Ekoinovace se zaměří především na nové moderní spektroskopické analytické metody, které poskytují velmi přesné a reprodukovatelné informace, kvalitativní i kvantitativní. Studenti budou seznamováni i s metodami analýzy mimo laboratoř, které umožní získání informací okamžitě, např. v místě havárie. Tyto přenosné analyzátoři, univerzální i jednoúčelové, prožívají velký rozvoj a výrazně podporují rychlost a operativnost aplikace nutných opatření.

Předmět seznamuje studenty s metodami analýzy pevných, kapalných i plynných vzorků. V rámci ekoinovace budou začleněny i informace o dálkovém průzkumu znečištění prostředí. Nové informace získané z publikací, seminářů, konferencí budou postupně začleňovány do výuky. Stejným způsobem budou včleněny i nová legislativa sledující ochranu životního prostředí, definující nejvyšší přípustné koncentrace škodlivin a stanovující limity znečištění prostředí.

## Jaderná energetika a radioaktivní odpady

RNDr. Petr Sajdl, CSc.

Pro rozvoj a aplikaci ekologicky šetrnějších technologií je významným prvkem koordinace celé společnosti - od vlády, přes výzkumné a vzdělávací instituce, až po jednotlivce. V rámci vzdělávání lze v oblasti ekoinovací přispět shromažďováním informací o novinkách v environmentálních technologiích, o možnostech a dopadech využívání zdrojů energie, o způsobech šetrného zacházení s energií a následně tyto informace předávat budoucím technickým odborníkům.

Je nezbytné stávající vysokoškolské předměty týkající se ekologie a alternativních zdrojů energie neustále inovovat a rozšiřovat. Náplní předmětu "Jaderná energetika a radioaktivní odpady" je seznámit studenty s oborem jaderné energetiky - s možnostmi a riziky tohoto typu ekologicky šetrné energie. Pro studenty tohoto předmětu budou připraveny podrobné informace o aktuálních událostech v oblasti energetiky, především o průběhu a důsledcích havárie jaderné elektrárny v Japonsku. Do výuky budou zařazeny informace o následných opatřeních světových vlád v oblasti bezpečnosti výroby jaderné energie. Důležitým doplněním předmětu bude také seznámení s průběhem a výsledky "stress testů" v evropských jaderných elektrárnách. Studium bude rozšířeno o přednášky o novinkách v technologiích, které by nastínily využití ekologické jaderné energie v širších oblastech lidských činností. Například použití jádra při výrobě pitné vody odsolováním mořské vody, ekoefektivnější způsoby dopravy a přepravy (TriHyBus, lodě, ponorky...) a další. Ve spolupráci s odborníky ze SÚJB a ČEZ budou na VŠCHT připraveny přednášky na aktuální témata jaderné energetiky, které budou přístupné nejen studentům naší školy.

## Ústav chemie ochrany prostředí

---

### Základy biologie

**Mgr. Klára Anna Mocová, Ph.D**

Předmět „Základy biologie“ zahrnuje popis obecných biologických dějů na úrovni buňky, orgánů, celých organismů i populací. Předmět seznamuje se všemi skupinami organismů od nebuněčných virů, přes jednobuněčné organismy až k mnohobuněčným. Zvláštní důraz je zde kladen na témata související s působením toxických látek a ochranou životního prostředí (fyziologie stresu, imunitní systém, klasická a molekulární genetika, vztahy mezi organismy). Protože předmět není ve stávající podobě doplněn o laboratorní cvičení, zaměřuje se také na představení vybraných klasických i moderních metodik používaných v jednotlivých biologických odvětvích (např. rodokmenová metoda v klasické genetice, metody analýzy DNA a genového inženýrství, měření fotosyntetických charakteristik). Obsah přednášek je uzpůsoben posluchačům nebiologických oborů.

Význam předmětu „Základy biologie“ pro rozvoj udržitelné společnosti je dán zejména skutečností, že tento předmět představuje jednu ze základních přírodovědných disciplín, jejíž znalost je nezbytná pro hlubší orientaci v procesech probíhajících v rámci životního prostředí. Biologie je v rámci environmentálně zaměřených studijních programů chápána jako referenční disciplína přibližující fungování živých systémů bez zásahu lidské civilizace. V tomto smyslu tedy přednášené poznatky definují určitý idealizovaný (zjevně trvale udržitelný) systém, ke kterému by svými principy měly směřovat technické systémy vytvářené lidskou společností.

Z hlediska ochrany životního prostředí je význam předmětu „Základy biologie“ jasně definován potřebou jeho zvládnutí před přestupem do navazujících stupňů studia, kde si studenti zapisují specializované předměty. Ochranu životního prostředí je v širším náhledu nutné chápat jako kooperaci různých vědních oborů z oblasti živé a neživé přírody a technologií. Předmět „Základy biologie“ se zaměřuje na biotické složky životního prostředí seznamuje posluchače se zranitelností a s možnostmi obrany živých organismů.

Nejvýznamnější trendy vývoje biologie se v posledních letech odehrávají v molekulární biologii a stresové biologii. V posledních letech se začínají komerčně využívat geneticky modifikované organismy a současně se hledají vhodné variety zemědělských plodin schopné růst ve změněných klimatických podmínkách způsobených globálním oteplováním. Tyto nové vývojové trendy nacházejí v zásadě bezprostřední odezvu ve výuce daného předmětu.

V návaznosti na nejnovější trendy vývoje vyučovaného předmětu lze za nejhodnější cílové oblasti pro ekoinovace považovat témata související s genetickými modifikacemi organismů a navazující zájem o ochranu a udržení biodiverzity (rozmanitosti biologických druhů). V přednáškách připravených v rámci projektu bude kladen důraz na pochopení významu dědičné informace a jejímu vztahu ke změnám na úrovni jedince, populace i společenstva. Cílem stručného představení jednotlivých biologických říší (mikroorganismy, houby, rostliny, živočichové) bude také zvyšovat obecné povědomí a zájem o ochranu celosvětového genofondu.

## Základy ochrany životního prostředí

Ing. Milan Březina, CSc.

Předmět "Základy ochrany životního prostředí" je standardně nabízen ve druhém ročníku bakalářského studia. Předmět se zabývá komplexním pohledem na zatížení životního prostředí lidskou činností, předcházení vzniku a omezování tohoto vlivu a řešením následků této činnosti. Po věcné stránce je předmět rozdělen do třech dílčích oblastí, kde každá se zabývá jednou složkou životního prostředí. V logice technologického náhledu na ochranu životního prostředí jsou tak zde obsaženy poznatky související se třemi fázemi skupenství hmoty - plyným skupenstvím (ochrana ovzduší), kapalným skupenstvím (ochrana vody) a tuhé skupenství (odpady, horninové prostředí). Specificky se potom předmět zaměřuje na následující dílčí okruhy:

- základy chemie ovzduší, emisní strategie ochrany ovzduší, emisní limity, smogové regulační systémy, snižování emisí oxidů síry a oxidů dusíku, odlučování popílku ze spalin, procesy čištění odpadních plynů, snižování emisí z mobilních zdrojů;
- definice odpadních vod a klasifikace znečišťujících látek, procesy používané k čištění odpadních vod, anaerobní a aerobní čištění odpadních vod, čištění průmyslových odpadních vod a zpracování čistírenských kalů;
- legislativní a administrativní aspekty odpadového hospodářství, vznik a druhy odpadů, způsoby využívání a odstraňování odpadů, kontaminované zeminy a podzemní vody, S/S technologie, nové strategie v odpadovém hospodářství, čistší produkce.

Význam předmětu z hlediska rozvoje udržitelné společnosti a ochrany životního prostředí je jednoznačně dán jeho technickým zaměřením a průřezovým charakterem přes veškeré základní procesy používané v rámci technické péče o životní prostředí. Student tak absolvováním předmětu získá rozsáhlý soubor technických dovedností, jejichž používáním může významně přispět k odstraňování nežádoucích látek ze složek životního prostředí.

V návaznosti na předcházející odstavce lze tedy základní ekoinovační potenciál předmětu "Základy ochrany životního prostředí" spatřovat v prezentaci nejnovějších technologicky dostupných procesů a mechanismů, v důsledném chápání výhod a nevýhod těchto procesů a v realizaci kroků směřujících ke zvyšování jejich účinnosti.

Další možnosti uplatnění ekoinovačního potenciálu v předmětu spočívají v zaměřením na další nižování emisní zátěže prostředí, používání čistších a bezpečnějších technologií ale i výrobků a dalších produktů pro průmyslové i domácí využití. V nemalé míře se ekoinovace v předmětu mohou uplatnit při pohledu na zacházení s obalovými materiály, použitými předměty specifického charakteru (automobily, elektrozařízení, lednice apod.), nemalý význam při ekoinovaci má i pohled na efektivitu různých způsobů nakládání při odstraňování odpadních a cizorodých látek vznikajících v různých průmyslových odvětvích. Jedná se o produkty vznikající při čištění odpadních plynů, odpadních vod i odpadů vznikajících při úpravě vody na vodu pitnou nebo vodu pro technologické procesy. Další možností pro rozšíření výuky ve směru ekoinovaci může být snaha o posílení uvádění vybraných souvislostí zákonných úprav (ve vyučovaných oblastech) a jejich dopadu jak na jednotlivé složky životního prostředí, tak i na vzájemné - souběžné či následné působení.

## Ekologie

RNDr. Jana Punčochářová, CSc, Ing. Eva Podholová, Ph.D.

Předmět "Ekologie" je v zásadě zaměřen na získání základních znalostí týkajících se vazeb mezi organismy a jejich prostředím. Specificky potom předmět zahrnuje popis základních charakteristik životního prostředí a zákonitostí, kterými se řídí. Předmět charakterizuje, popisuje vlastnosti a látkové složení biotických složek ekosystému a dále klade důraz na abiotické složky ekosystému jako je hydrosféra, pedosféra, atmosféra a sluneční energie. Část předmětu je věnována biogeochemickým cyklům (koloběhům látek), které probíhají biotickým i abiotickým prostředím a daný chemický prvek či molekulu recyklují či akumuluji.

V další části se předmět věnuje ekosystému, neboli funkční soustavě živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase. Nemalá část je věnována chemické ekologii a s ní spjaté chemické komunikaci mezi živými organismy. Dále je ekologie zaměřena na vztah člověka a životního prostředí a to zejména na aktuální celosvětové problémy jako je zabezpečení dostatku potravin pro lidstvo, problematika růstu světové lidské populace, kácení tropických deštných lesů, vliv člověka na atmosféru, vliv člověka na hydrosféru, problematika odpadů a ohrožení a ochrana genofondu. V neposlední řadě je ekologie zaměřena na ovlivnění ekosystémů antropogenními polutanty a na jejich negativní vliv na životní prostředí (kyselé deště, skleníkové plyny, atd.).

Poznatky prezentované v rámci předmětu "Ekologie" jsou bezpochyby jedním ze základních východisek pro implementaci strategie udržitelného rozvoje a také pro ochranu životního prostředí v její technické rovině. Na základě podrobného poznání vazeb mezi organismy a jejich přirozeným prostředím je jednak možné identifikovat řadu jevů, které mohou být následně aplikovány do technických systémů, a dále lze organismus v jeho přirozeném prostředí považovat za idealizovaný systém, ke kterému lze vztahovat problematiku trvale udržitelného rozvoje lidské společnosti.

Předmět "Ekologie" vykazuje mimořádně vysoký ekoinovační potenciál a při důsledném chápání tohoto pojmu, lze v tomto směru inovovat prakticky každou dílčí oblast předmětu. Za nejvhodnější se zde ovšem jeví inovovat oblast působení člověka na životní prostředí a také oblast ovlivnění ekosystémů antropogenními polutanty – během posledních let se problematika ochrany životního prostředí stává prioritou pro většinu států a i pro nadnárodní uskupení (OSN, EU). V čistě technické rovině lze jako nejvýznamnější globální problémy současnosti identifikovat riziko změny klimatu, ale i dostupnost pitné vody, znečištění ovzduší, rostoucí produkci odpadů, pokles biologické rozmanitosti, odlesňování a desertifikace. Předmět ekologie bude tedy v rámci této inovace také zaměřen na alternativní technologie či přípravky (např. biopaliva, enzymatická hnojiva, reverzní osmóza pro úpravu vody na vodu pitnou), které nezatěžují ekosystémy oproti klasickým technologiím či přípravkům (např. spalování fosilních paliv, používání dusíkatých hnojiv) a mají pozitivní vliv na biogeochemické cykly.

V rámci ekoinovace je vhodné zařadit do předmětu téma týkající se ekologie a ekonomie a také ekologické politiky. Cílem by bylo porozumět vztahu mezi ekonomickými činnostmi a životním prostředím a definovat úlohu environmentální ekonomie a také ekonomické aspekty ochrany životního prostředí.

## Základy toxikologie a ekologie

**doc. Ing. Zdeněk Kafka, CSc., RNDr. Jana Punčochářová, CSc., Ing. Lucie Kochánková, Ph.D.**

Předmět "Základy toxikologie a ekologie" je studentům zpravidla nabízen v samém počátku bakalářského studia a v principu přináší systematický náhled na široké spektrum anorganických i organických toxických sloučenin včetně bojových chemických látek. V podrobnějším členění je předmět zaměřen na následující dílčí poznatky: druhy účinku toxických látek na organismy, osud cizorodých látek v organismu, metabolické přeměny toxických látek v organismu, zjišťování toxicity látek a úrovně expozice, významné anorganické škodlivé látky, významné organické škodlivé látky, bojové chemické látky, radioaktivní látky, bezpečnost práce v chemické laboratoři, legislativní aspekty nakládání s chemickými látkami, zásady první pomoci, ekologie - biotické a abiotické složky ekosystému, základní pojmy a definice, ekologie - kontaminace jednotlivých abiotických složek, sanační opatření.

Význam předmětu z hlediska rozvoje udržitelné společnosti a ochrany životního prostředí vychází ze zřejmé nezbytnosti jeho zvládnutí před přechodem na jakékoli další studium, které souvisí s výskytem či působením toxických látek.

Základním cílem předmětu je seznámení studentů s vlivem toxických látek na živé organismy s výraznou preferencí popisu negativních dopadů těchto látek na lidskou populaci. Kromě toho, že řada toxinů v přírodě přirozeně vzniká, stále více těchto sloučenin se do životního prostředí dostává jako důsledek antropogenní činnosti, což je hlavním důvodem stoupajícího zájmu o tuto problematiku, zejména ve vazbě na ohrožení zdravotního stavu obyvatelstva a s tím spojené společenské i ekonomické ztráty. Znalost zdrojů a typů kontaminace a způsobu chování toxických látek v životním prostředí, konkrétně v kontaktu s biotickými složkami, je prvním předpokladem k potlačení či redukci rizikových vlivů těchto nebezpečných xenobiotik. O zásadním významu toxikologie ve výše uvedeném smyslu tedy není možno pochybovat – vyplývá přímo z podstaty tohoto oboru.

S ohledem na rychlý nárůst toxikologických poznatků je průběžná inovace obsahu tohoto předmětu je v zásadě nutností. Stálé doplňování nových poznatků logicky vyplývá hlavně z rychlého rozvoje věd zkoumajících fungování a reakce lidského organismu (biochemie, biologie, genetika) na jedné straně a instrumentálních analytických metod použitelných pro precizní analýzu jednotlivých složek životního prostředí či potravinářských produktů (jako možných zdrojů xenobiotik pro kontaminaci živých organismů) na straně druhé. Tyto nové poznatky a dovednosti přispívají k stále přesnější představě o vzájemném působení konkrétního xenobiotika a specifické živé jednotky. Detailní poznání tohoto osudu jednotlivých cizorodých látek v organismu těsně souvisí s přesným pochopením jejich toxického působení. Citlivé analytické metody pak dovedou zachytit i stopové koncentrace těchto látek, které do životního prostředí unikly a mohly by případně biotu atakovat. V těchto směrech je předmět stále aktualizován. Aktualizace se týká i oblasti možné prevence proti působení kontaminačních xenobiotik a použitelných antidot (protijedů), v případech, kdy k poškození zdraví už došlo.

Výše naznačené inovace předmětu se zprostředkovaně promítají do řady již čistě praktických výstupů, mezi kterými lze jmenovat například snižování množství emisí kontaminujících látek, konečné odstraňování škodlivých látek, konečné snížení toxicity emisí nebo využití vedlejších produktů.

## Posuzování životního cyklu

doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D.

Posuzování životního cyklu v anglických textech uváděná jako Life Cycle Assessment se zkratkou LCA je analytický nástroj založený na měření technologických, provozních i environmentálních parametrů jednotlivých průmyslových podniků, které se podílejí na výrobě, transportu, provozu či likvidaci jakéhokoli materiálu, zařízení, paliva či energetického nosiče vstupujícího do jakéhokoli stádia životního cyklu stavby. Každý materiál, zařízení, palivo či energetický nosič má ve svém životopise určité emise škodlivých látek do prostředí, které si nese s sebou a podílí se jimi na celkových ekologických škodách stavby. Příkladem ekologických škod, které metoda LCA vyčísluje je známá uhlíková stopa, tedy kg CO<sub>2</sub> ekvivalentů.

Metoda LCA se provádí dle ČSN EN ISO 14040/44, je to tedy robustní a transparentní nástroj kvantifikace konkrétních environmentálních dopadů svázaných s jednotlivými vstupními materiály, energiemi, ale i s celou stavbou. Metoda LCA nám na konkrétních číslech ukazuje, jak lze změnou technologie či změnou určitého konstrukčního prvku změnit environmentální dopady různých technologických postupů a výrob. Ukázkovými úkoly pro LCA by mohlo být (a často bývá) vyčíslení, jak klesnou ekologické škody při změně systému vytápění budov z elektrického na zemní plyn, či jak snížíme celkové ekologické škody použitím kvalitnější tepelné izolace. Pro vnitřní regulaci volného tržního systému je velmi zajímavá skutečnost, kdy lze metodou LCA určit, který subdodavatel materiálu či energie má ve svém „životopise“ nižší ekologické dopady. Taková informace může být významná jak pro architekty, stavaře a především pro developery – umožní jim totiž vybrat si takové subdodavatele, kteří přidají ke společnému koláči ekologických škod dané stavby co nejmenší díl. Posuzování životního cyklu je nástroj vyčíslování ekoeфекtivity, tedy míry ekoinovativnosti jednotlivých technologických postupů.

Zapojení ekoinovací do výuky předmětu Posuzování životního cyklu bude provedeno na rovině teoretické i na konkrétních praktických příkladech:

- zpracování podkladů pro výuku dalších indikátorů kategorií dopadu vedle již používané uhlíkové stopy (acidifikace, eutrofizace, úbytek surovin, vznik fotooxidantů, toxicita a ekotoxicita);
- výuka LCA technologického provozu nakládání s komunálním odpadem – praktický příklad
- výuka LCA technologického provozu čištění odpadních vod – praktický příklad
- výuka LCA použití LCA pro oblast dopravní infrastruktury – praktický příklad.

## Závěr

Ekoinovace jsou potřebnou součástí výuky širokého spektra předmětů bakalářského stupně studijních programů Fakulty technologie ochrany prostředí VŠCHT Praha. Pro úspěšnou inovaci studijních materiálů o problematiku ekoinovací v rámci projektu OPPA „Inovace a rozvoj výuky ekoinovací v bakalářských oborech akreditovaných na FTOP VŠCHT Praha“ bude potřeba, aby všichni vyučující zpracovávající tematiku ekoinovací do svých přednáškových materiálů dodrželi předepsaný grafický formát vyžadovaný poskytovatelem dotace. Šablony pro prezentace přednášek (PowerPoint) i jejich texty (MS Word) jsou v příloze této příručky.

Příloha č.1 – šablona powerpointové prezentace

Příloha č.2 – šablona pro text inovovaných přednášek v textového editoru





Začlenění ekoinovací do studijních materiálů jednotlivých předmětů vyučovaných v bakalářském stupni na Fakultě technologie ochrany prostředí VŠCHT Praha

---

**Vydala** Vysoká škola chemicko-technologická v Praze  
Technická 5, 166 28 Praha 6

**Editoři** Vladimír Kočí, Daniel Maxa

**Vydání** první

Počet stran 42

Náklad Elektronická verze 1.0 na CD-ROM, formát PDF.