

**PŘÍLOHA P3 k závěrečné zprávě o řešení
rozvojového projektu: Internacionalizace studijních
programů VŠCHT Praha**

**Internacionalizovaný bakalářský studijní
program**

Environmental Technology

Fakulty technologie ochrany prostředí

Cíle projektu v roce 2005

Cílem projektu v roce 2005 bylo navrhnout alternativní bakalářský studijní program realizovaný na Fakultě technologie ochrany prostředí (FTOP) Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (VŠCHT Praha) v anglickém jazyce, a to paralelně s akreditovanými studijními programy vyučovanými v českém jazyce.

Návrh bakalářského studijního programu *Environmental Technology* byl zaměřen na zásadní prohloubení a systemizaci již existujících a využívaných zahraničních kontaktů, kde obecným cílem projektu bylo vytvoření mezinárodně použitelného studijního programu zaměřeného na problematiku ochrany životního prostředí. Hlavní cílovou skupinou, pro kterou byl program vytvářen, byli zahraniční studenti ucházející se o studium na VŠCHT Praha, případně domácí studenti VŠCHT Praha, pro které studium v anglickém jazyce představuje nástroj pro zvýšení konkurenceschopnosti na trhu práce.

Současný stav mezinárodní spolupráce v oblasti výuky na VŠCHT Praha

Mezinárodní spolupráce ve výuce zaměřené na ochranu životního prostředí má na VŠCHT Praha dlouhou tradici. Nedávný vstup České republiky do EU ovšem znamenal zásadní předěl v přístupu k mezinárodní spolupráci, zvláště potom z hlediska možností, které se tímto otevřely studentům vysokých škol. Dlouhodobý záměr VŠCHT Praha v této souvislosti jasně deklaroval potřebu internacionalizace vzdělávacího procesu, jak ve směru navýšení počtů českých studentů vysílaných na zahraniční univerzity, tak i s důrazem na zvýšení atraktivity domácích studijních programů pro zahraniční studenty.

Na VŠCHT Praha již od konce devadesátých let velmi úspěšně funguje program SOCRATES/ERASMUS, který představoval a i v budoucích letech bude nepochybně představovat základ pro mezinárodní výměnu studentů v síti evropských vysokých škol. Zájem o zahraniční pobyty je na VŠCHT Praha značný a v poslední době každoročně vyjíždí na zahraniční stáže více než 70 českých studentů. Zájem zahraničních studentů o studium na VŠCHT Praha je značný (přibližně 100 studentů ročně), je zde pozorována silně stoupající tendence zejména ze strany studentů z Portugalska, Itálie a Francie. Tato relativně vysoká čísla (ve srovnání s jinými vysokými školami srovnatelné velikosti) navíc nejsou ze strany VŠCHT Praha chápána jako konečná mez a strategie školy je směřována na výrazné zvýšení počtu hostujících zahraničních studentů.

Zahraníční student ucházející se v současné době o studium na VŠCHT Praha v rámci programu SOCRATES/ERASMUS musí v první fázi řešit poměrně pracný úkol nalézt takový soubor předmětů, který by mohl být začleněn do řádného studijního programu akreditovaného na domovské univerzitě. Není-li možné sladit zahraniční stáž s domácím studijním programem, existuje možnost rozložení studia, kde student po návratu ze zahraniční univerzity pokračuje ve studiu na domovské fakultě tam, kde bylo před

začátkem stáže studium přerušeno. V tomto případě tedy dochází k prodloužení studia (zpravidla o jeden rok), přičemž se obvykle pouze část předmětů absolvovaných na VŠCHT Praha překrývá se zahraničním studijním programem.

Přechod na strukturované studium, který byl na VŠCHT zahájen před dvěma lety, představuje zásadní změnu v pedagogických aktivitách, přičemž nejvýznamnější změnou, která byla do systému studia trvale implementována, je rozdělení dříve výhradně inženýrského (pětiletého) studia na dva stupně – bakalářský a magisterský, kde část studentů bude absolvovat pouze kratší (tříletý) bakalářský studijní program a po jeho ukončení bude např. přecházet na jinou domácí nebo zahraniční univerzitu. Jedním z požadavků, na kterých bylo strukturované studium postaveno, bylo zvýšení flexibility studia.

V rámci přechodu na strukturovaný systém studia se tedy z výše uvedených důvodů se ukázalo jako velmi výhodné akreditovat v rámci FTOP VŠCHT Praha alespoň jeden bakalářský studijní program zaměřený na problematiku technologie ochrany prostředí v takové podobě, aby byl přístupný zahraničním studentům, případně českým studentům upřednostňujícím výuku v angličtině.

Profil absolventa studijního oboru *Environmental Technology* na VŠCHT Praha

Vytvořený studijní obor je věcně strukturován do tří bloků. První blok zahrnuje předměty označované na VŠCHT Praha někdy jako předměty „společného základu“. Druhý blok potom obsahuje předměty specializační – v tomto případě tedy předměty zaměřené na oblast technologie ochrany prostředí. Závěrečnou část studijního programu představuje samostatný projekt. Absolvent tohoto studijního programu tedy získá znalosti ze základních chemických disciplín, vybraného souboru environmentálních předmětů a ve finále dostane možnost ověřit použitelnost získaných poznatků formou samostatného semestrálního projektu.

Absolvent připraveného studijního programu může následně pokračovat v magisterském studiu, přičemž se mu díky předcházející výuce v anglickém jazyce otevírá podstatně širší spektrum nabídek ve srovnání s běžným absolventem VŠCHT Praha nebo může nastoupit do praxe, kde opět dosažené jazykové znalosti budou představovat základní výhodu při hledání atraktivních pracovních míst.

Návrh studijního programu *Environmental Technology*

Studijní program je koncipován jako bakalářský v trvání tří roků (6 semestrů), s možností pokračování studia v navazujícím magisterském studijním programu, jehož tvorba je plánována na druhý rok řešení projektu. Navržený studijní program je plně realizován v kreditním systému kompatibilním se studijními programy strukturovaného studia na VŠCHT Praha, student musí v průběhu studia získat celkem 180 kreditů (60 kreditů za ročník). Od studentů studijního programu bude vyžadováno povinné absolvování dvousemestrální výuky anglického jazyka zajišťované Katedrou jazyků VŠCHT Praha.

V semestrech 2 – 6 připadá určitý počet kreditů na volitelné předměty z nabídky celé VŠCHT Praha, jejichž výuku bude možno absolvovat i v českém jazyce.

Navržený studijní program využívá pouze anglických verzí studijních předmětů obsažených ve studijních plánech strukturovaného studia na VŠCHT Praha. Nejsou zaváděny nové předměty a nedochází tedy ke zvýšení celkového počtu předmětů vyučovaných na VŠCHT Praha.

Předměty společného základu zahrnují běžný soubor předmětů, které musí absolvovat každý absolvent VŠCHT Praha. Jedná se zejména o matematiku, fyziku, anorganickou chemii, organickou chemii, fyzikální chemii a chemické inženýrství. Bez rozsáhlého a uceleného souboru znalostí z předmětů společného základu není další studium možné.

Předměty specializace logicky i časově navazují na předměty společného základu. Výuka předmětů specializace bude za FTOP VŠCHT Praha zajišťována Ústavem technologie vody a prostředí a Ústavem chemie ochrany prostředí. Předměty specializace zahrnují následující:

Ústav technologie vody a prostředí:

Úprava vody

Průmyslové odpadní vody

Ochrana čistoty vod

Aplikovaná hydrobiologie a mikrobiologie

Analytika vody

Základy čištění odpadních vod

Hydrochemie

Distribuční sítě a stokování

Decentralizované čištění odpadních vod

Ústav chemie ochrany prostředí:

Toxikologie a ekotoxikologie

Ekologie

Hodnocení životního cyklu – environmentální dopady

Dekontaminační technologie

Anotace předmětů specializace

Úprava vody

Předmět je zaměřen na výrobu pitné vody z vody podzemní a povrchové. Pozornost je soustředěna i na jímání vodních zdrojů, dopravu a akumulaci vody pitné. Jsou uvedeny základní technologické procesy, včetně speciálních metod používaných především pro úpravu podzemních vod. Neoddělitelnou součástí je hygienické zabezpečení pitné vody. Nemalá pozornost je soustředěna i na separaci a zahušťování suspenzí, včetně návrhů zařízení, ve kterých uvedené procesy probíhají.

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.

Ochrana čistoty vod

Pro studenty oboru slouží předmět jako úvod do odborných předmětů oboru, studentům jiných oborů umožní utvořit si náhled a pochopit hlavní myšlenky této vědní disciplíny. Cílem je seznámit studenty přehlednou formou s problematikou ochrany vod, kterou je třeba chápat jako integrovanou ochranu množství i jakosti povrchových a podzemních vod. Během cvičení se studenti seznámí s prezentačním programem Microsoft PowerPoint, naučí se s ním pracovat, pomocí internetu vyhledávat vědecké i jiné informace a vyzkouší si prezentovat své poznatky a výsledky.

Aplikovaná hydrobiologie a mikrobiologie

Obor se zabývá obecnou hydrobiologií a mikrobiologií a jejich aplikací v přidružených oborech a technologiích. Podány jsou všechny potřebné informace a návaznosti se spolupracujícími obory a podobory, např. legislativa, hygiena, molekulární biologie, hydrochemie, genetika, biochemie, technologie úpravy vody a technologie čištění odpadních vod. Předmět seznamuje se základními mikrobiologickými, hydrobiologickými a ekologickými pojmy, s historií a aplikovatelností oboru, specifikací oborů, základy taxonomie a zjednodušeným systematickým přehledem organismů. Podává přehled o mikrobiologickém vyšetřování různých typů vzorků, hygienických indikátorech jakosti vod a jejich významu pro člověka. Podstatnou část přednášek zaujímá problematika vodárenské biologie, biologie užitkových vod, problematika znečišťování a toxicity.

Analytika vody

V analytice vody se používají aplikované metody a postupy. Analytika vody se zabývá principy, postupy a rušivými vlivy jednotlivých metod, dále výpočty a interpretací získaného výsledku. Výběr vhodné metody závisí na obvyklé koncentraci složky, případně matici. Vzorkování a konzervace vzorku jsou nutnou podmínkou pro získání odpovídajícího výsledku. Správný výsledek je použitelný například při klasifikaci druhu vod, nebo při řízení technologických procesů.

Základy čištění odpadních vod

Předmět seznamuje studenty se základními principy čištění odpadních vod. V přednáškách jsou popsány hlavní čistírenské procesy a také jsou demonstrovány metody navrhování optimálních technologií pro čištění městských i průmyslových odpadních vod.

Hydrochemie

Předmět se zabývá zejména následující problematikou: kvalitativní a kvantitativní složení přírodních vod, fyzikálně-chemické vlastnosti přírodních vod, chemické reakce a rovnováhy ve vodách, anorganické látky ve vodách (hlavní kationty, toxické kovy, hlavní anionty, sloučeniny dusíku a fosforu), karbonátová chemie vodných systémů, rozpuštěné plyny, křemík, bor a radioaktivita, organické látky ve vodě, chemická a biochemická spotřeba kyslíku, celkový organický uhlík, složení, vlastnosti a klasifikace přírodních vod, pitných a užitkových vod a splaškových a průmyslových odpadních vod.

Distribuční sítě a stokování

Předmět je rozdělen na dvě části. První část je zaměřena na vodní zdroje, jejich jímání a akumulaci, včetně umělé infiltrace povrchových vod do vod podzemních. Neoddělitelnou částí je i návrh distribučních řadů a výpočet potřeby pitné vody. Pozornost je věnována

těž kvalitě dopravované pitné vody potrubím. Druhá část se věnuje dopravě odpadních vod, materiálům, provozu a údržbě stokových sítí. Je popsána konstrukce, funkce a význam základních objektů na stokové síti.

Decentralizované čištění odpadních vod

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.

Toxikologie a ekotoxikologie

V rámci tohoto předmětu jsou v první řadě vyučovány poznatky týkající se působení toxických látek na organismy (druhy účinků, metabolické přeměny toxických látek, zjišťování toxicity). V další fázi jsou systematickým způsobem probírány a klasifikovány jednotlivé skupiny nebo typy toxických látek a posléze se výuka zaměřuje na problematiku toxických látek ve vybraných typech lidských činností. Významná pozornost se také věnuje otázkám toxikologie při práci v chemické laboratoři a legislativní problematice.

Ekologie

V rámci předmětu je provedena charakteristika biotických a abiotických složek zemského ekosystému. Studenti jsou seznámeni se specifickými vlastnostmi, složením a uspořádaností biotických složek a vzájemnými vztahy a vazbami mezi organismy. Součástí přednášek je i téma chemické vnitrodruhové i mezidruhové komunikace organismů. Zvláštní kapitola je věnována organismům mikrobiálním. V další části přednášek jsou studenti seznámeni s abiotickou složkou biosféry. Je provedena charakteristika jednotlivých abiotických médií – atmosféry, hydrosféry a pedosféry a slunečního záření jako hlavního energetického zdroje pro zemský ekosystém. Provázání biotické a abiotické části biosféry je demonstrováno na průběhu biogeochemických cyklů esenciálních prvků. Závěrečná část přednáškového cyklu je věnována problémům negativních vlivů antropogenní kontaminace na životní prostředí.

Hodnocení životního cyklu – environmentální dopady

Předmět se věnuje metodice hodnocení environmentálních dopadů celých životních cyklů výrobků, produktů a služeb – metodice LCA. Ukazuje se, že hodnotit přijatelnost jednotlivých výrobků pouze na základě environmentálních dopadů jednoho jejich stádia, jako např. likvidace odpadů nebo energetická spotřeba, je nedostatečné a často zavádějící. V tomto předmětu budou posluchači seznámeni s podstatou hlavních environmentálních kategorií dopadů: s globálním oteplováním, úbytkem stratosférického ozónu, vzniku fotooxidantů, acidifikací, eutrofizací, ekotoxicitou, toxicitou a persistentní toxicitou, vyčerpáváním surovinových zdrojů, snižováním biodiverzity. Bude představena metoda vyjadřování příspěvků různých lidských aktivit k zmíněným kategoriím environmentálních dopadů.

Dekontaminační technologie

Tento předmět se obecně zaměřuje na problematiku odstraňování starých ekologických zátěží, specificky potom zejména na otázky technologií použitelných pro sanaci kontaminovaného horninového prostředí. Zde nabízené poznatky bezprostředně navazují na oblast fyzikální chemie a chemického inženýrství. Student se zde seznámí s širokým spektrem používaných i vyvíjených sanačních procesů, přičemž ke každé technologii je zároveň dáván k dispozici potřebný matematický aparát, aby tak student byl schopen alespoň na základní úrovni posuzovat technologický proces z hlediska jeho navrhování, testování, konstrukce a optimalizace. Nezbytnou součástí předmětu jsou také otázky legislativní.

**Návrh a studijní plány jednotlivých ročníků
bakalářského studijního programu**

Environmental Technology

vyučovaného v anglickém jazyce

**Fakulty technologie ochrany prostředí
Vysoké školy chemicko-technologické v Praze**

Bachelor study programme: *Environmental Technology*

Programme objectives:

The environmental protection is an important issue affecting life quality. Therefore the education of highly qualified professionals who are able to apply the best available techniques of the environmental protection is needful. The requirements and aims of environmental protection in Central Europe belong to the strictest over the world and therefore the experience and the needs are finest. The programme objective is the collection and the transfer of current knowledge in the field of environmental technology. The objectives of presented programme are in close relation to longterm pedagogic and research direction of the Faculty of Environmental Protection and Institute of Chemical Technology Prague as well.

Description of the programme:

During the first semesters education is predominantly concentrated on basic subjects: general and inorganic chemistry, mathematics, organic chemistry, physics, physical chemistry, computer equipment and subjects focused on economics and management. Basic courses are followed by courses devoted to specialized subjects and to applied sciences: for example ecology, water supply, industrial wastewaters, water quality protection, applied hydrobiology and microbiology, life cycle assessment – environmental impacts, water analysis, fundamentals of wastewater treatment, aquatic chemistry, soil remediation. The aim of the courses in specific areas and specializations is to develop a general engineering approach to solving problems which students will encounter in their field, based on the knowledge of the principles of specific technological processes and on their own experiments.

Professional orientation:

The programme is aimed to prepare independent experts with a broad but primarily technological background to work in industrial plants and administrative bodies, to deal with technical aspects of environmental protection.

Graduates find employment in various managing and technical positions in the area of environmental protection. They can find positions as technologists and chemists in drinking and industrial water treatment plants, as ecologists in industrial plants and analytical laboratories. They may also enter a career in state administration and in the area of inspection for which they are equipped with the knowledge of relevant legislation and system.

Study year: 1

Winter Semester (1)

Required Subjects	Weekly load			Assessment	Credits
	L	S	Labs		
General and Inorganic Chemistry I	3	2	0	C, Ex	8
Mathematics I	3	3	0	C, Ex	9
Toxicology and Ecology	2	0	0	Ex	3
Application of Computing Science	0	3	0	G	3
Chemical Calculations	0	2	0	C	2
Enterprise Economics	2	1	0	C, Ex	4
Introduction to Env. Studies	1	0	0	C	1
Physical Education	0	2	0	C	0
TOTAL	11	13	0		30

Summer Semester (2)

Required Subjects	Weekly load			Assessment	Credits
	L	S	Labs		
Organic Chemistry I	3	2	0	C, Ex	7
Physics I	3	2	0	C, Ex	7
Foreign Language I	0	2	0	Ex	0
Physical Education	0	2	0	Ex	0
TOTAL	6	8	0		14

Semi-elective Subjects (1 and 2)

Mathematics II	3	3	0	C, Ex	8
General and Inorganic Chemistry II	2	2	0	C, Ex	5
Ecology	2	0	0	Ex	3

Elective Courses for the 2nd Semester

Student may choose any subject open for the 2nd semester at any faculty of the ICT Prague.

Study year: 2

Winter Semester (3)

Required Subjects	Weekly load			Assessment	Credits
	L	S	Labs		
Physical Chemistry I	3	2	0	C, Ex	7
Biochemistry	3	0	0	Ex	5
Foreign Language II	0	2	0	C, Ex	0
Physical Education	0	2	0	C	0
TOTAL	12	6	0		12
Semi-elective Subjects (3)					
Organic Chemistry II	2	1	0	C, Ex	4
Water Supply	2	0	0	Ex	3
Industrial Wastewaters	2	1	0	Ex	4
Elective Courses for the 3rd Semester					
Student may choose any subject open for the 3rd semester at any faculty of the ICT Prague.					

Summer Semester (4)

Required Subjects	Weekly load			Assessment	Credits
	L	S	Labs		
Unit Operation I	2	3	0	C, Ex	6
Analytical Chemistry I	2	1	0	C, Ex	4
Applied Statistics	1	2	0	C, Ex	4
Chemical Informatics	0	2	0	Ex	2
Physical Education	0	2	0	C	0
TOTAL	5	10	0		16
Semi-elective Subjects (4)					
Physical Chemistry II	3	2	0	C, Ex	7
Water Quality Protection	2	1	0	C, Ex	4
Applied hydrobiology and microbiology	2	1	0	C, Ex	4
Elective Courses for the 4th Semester					
Student may choose any subject open for the 4th semester at any faculty of the ICT Prague.					

Study year: 3

Winter Semester (5)

Required Subjects	Weekly load			Assessment	Credits
	L	S	Labs		
Laboratory Course in Analytical Chemistry I	0	0	6	G	4
Chemical Engineering Project	0	1	0	G	1
TOTAL	0	1	6		5
Semi-elective Subjects (5, 6 and 7)					
Unit Operation II	2	3	0	C, Ex	6
Analytical chemistry II	2	1	0	C, Ex	4
Life Cycle Assessment – Environmental Impacts	2	0	0	Ex	3
Water Analysis	2	0	0	Ex	3
Fundamentals of Wastewater Treatment	3	2	0	C, Ex	7
Elective Courses for the 5th Semester					
Student may choose any subject open for the 5th semester at any faculty of the ICT Prague.					

Summer Semester (6)

Required Subjects	Weekly load			Assessment	Credits
	L	S	Labs		
Bachelor's Thesis	0	0	8		10
Aquatic Chemistry	3	2	0	C, Ex	7
Soil Remediation	2	0	0	Ex	3
TOTAL	5	2	8		20
Semi-elective Subjects (8)					
Water Supply and Sewerage Network	2	1	0	C, Ex	4
Decentralized Wastewater Treatment	2	0	0	Ex	3
Elective Courses for the 6th Semester					
Student may choose any subject open for the 6th semester at any faculty of the ICT Prague.					

Assessment: C – credits, G – credits with grade, Ex – examination

Each student has complete at least two semesters of Physical Education (weekly load: 0/2/0) within a period of semesters 1 – 4 and Summer or Winter Training Course within a period of semesters 2 – 5 (organised by the Department of Physical Education).

Sylaby předmětů obsažených v bakalářském studijním programu

Environmental Technology

SEMESTER I

Subject title:	General and Inorganic Chemistry I
Semester:	1st
Weekly Load and Assessment:	3/2/0 C, Ex
Credit:	8
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Inorganic Chemistry

Module content:

1. Atomic structure, energy levels, atomic orbitals.
2. Electronic configuration of atoms and ions. Periodic law.
3. Molecular orbitals, energy and symmetry of MO. Electronegativity.
4. Covalent bonding. Stereochemistry, VSEPR, hybridization.
5. Ionic bonding, configuration and polarization of ions.
6. Hydrogen. Types of bonding. Water and water solutions.
7. Oxygen. Types of bonding. Oxidation-reduction reactions.
8. The halogens. Types of bonding. General properties.
9. Halogen compounds. Lewis theory of acids and bases.
10. The chalcogens. Types of bonding. General properties.
11. Chalcogen compounds. Catalysts.
12. Nitrogen, types of bonding. Chemical equilibrium and chemical kinetics.
13. Nitrogen compounds. Nonaqueous solvents.
14. Phosphorus, types of bonding, phosphorus compounds.

Subject title:	Mathematics I
Semester:	1st
Weekly Load and Assessment:	3/3/0 C, Ex
Credit:	9
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Mathematics

Module content:

1. Elements of mathematical logic. Introduction to calculus.
2. Continuity and limits of the functions. Infinite series.
3. Derivatives, mean value theorem, L' Hospital's rule.
4. Monotone functions, extreme values of a function, asymptotes of the graph.
5. Newton's methods. Taylor's formula with remainder. Differential.
6. Curves in plane, tangent vector. Polar coordinates.
7. Antiderivative. Definite integral. Geometric and physical applications.
8. Techniques of integration.
9. Improper integrals. Numerical integration.

10. The definition of Riemann integral and its applications. The mean value theorem for integrals.
11. Ordinary differential equations of the first order. Separable equations. Euler's method.
12. Linear space. The basic notions. The space R^n and $C(I)$.
13. Matrices and determinants. Inverse matrix. Matrix equations.
14. The systems of linear algebraic equations. Gauss-Jordan method. Cramer's rule.

Subject title:	Toxicology and Ecology
Semester:	1st
Weekly Load and Assessment:	2/0/0 Ex
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Environmental Chemistry

Module content:

1. Introduction – basic terms and definitions.
2. Kinds of toxic substance effects on living organisms.
3. Phases of xenobiotic toxicity in human body – types of routes, distribution, excretion.
4. Metabolic processes of toxic substances in human organism – biotransformations.
5. Determination of xenobiotic toxicity and exposure level.
6. Significant inorganic hazardous compounds of A groups of element table.
7. Significant inorganic hazardous compounds of B groups of element table.
8. Significant organic hazardous substances – hydrocarbons, oxygen-containing organic compounds, halogenderivatives.
9. Organonitrogen and organosulphur compounds toxicity.
10. Military poisons and radioactive compounds.
11. Occupational safety in chemical laboratory.
12. Legislation of the environment.
13. Ecology – abiotic and biotic components of Earth's ecosystem.
14. Ecology – pollution of individual abiotic media and remediation processes.

List of examination questions:

1. Risk of chemical substances, role of toxicant concentration.
2. Kinds of toxic substances effects.
3. Cancerogennity and mutagenity.
4. Dermal toxicant uptake and pulmonary exposure.
5. Types of routes of xenobiotics to the human body.
6. Distribution and excretion of xenobiotics.
7. Biotransformations.
8. Dose – response relationships.
9. LD50, NOAEC and LOAEC values.
10. Heavy metals toxicity.
11. Arsenic and phosphorus compound toxicity.
12. PCBs and CFCs – their ecological effects.
13. Gasous toxic compounds.
14. Military poisons.
15. Effects of radioactive substances on living organisms.
16. Occupational safety in chemical laboratory.

17. Legislation of the environment.
18. Hydrosphere and eutrophication processes.
19. Greenhouse effect.
20. Biogeochemical cycle of essential elements.

Literature:

1. S. E. Manahan: Toxicological Chemistry, 1990
2. C. D. Klassen: Casarett and Doull's Toxicology, 1995
3. J. Harte, Ch. Holdren, R. Schneider, Ch. Shirley: Toxics A to Z, 1984

Subject title:	Application of Computing Science
Semester:	1st
Weekly Load and Assessment:	0/3/0 G
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Computing and Control Engineering

Module content:

1. Information technology, architecture of computers, principles of operation system.
2. Computer networks, basis of the internet, electronic communication.
3. Principles of text editors, basis functions, styles.
4. Writing of technical texts, formulae, equations and tables.
5. Basis of computer graphics, graphical formats, inserting graphical object into the text.
6. Table calculators, using formulae and functions.
7. Graphics in calculations, work with sheets, evaluation of functions.
8. Table calculators and text editors, information transfers, export of tables and graphs.
9. Engineering applications of table calculators, processing of data files.
10. Database operation, data sorting in table calculators, filtration of information.
11. File transfer, data importing in table calculators, data export.
12. Numerical and graphical processing of real data in table calculators.
13. Component integration of information systems, program management.
14. Computer project.

Subject title:	Chemical Calculations
Semester:	1st
Weekly Load and Assessment:	0/2/0 C
Credit:	2
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Inorganic Chemistry

Module content:

1. Units, dimensions. Fundamentals physical and chemical quantities. Examples.
2. Composition of mixtures and compounds.
3. Preparation of solutions.
4. Preparation of solutions by means of dilution and mixing.

5. Stoichiometric calculations – ideal gas mixture behaviour.
6. Stoichiometric calculations.
7. Saturated solutions, their preparation by dilutions and thickening.
8. Saturated solutions, crystallization.
9. Solution of selected problems.
10. Solution of selected problems
11. Revision.
12. Test.
13. Revision.
14. Test.

Subject title:	Enterprise Economics
Semester:	1st
Weekly Load and Assessment:	2/1/0 C, Ex
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Economics and Management of Chemical and Food Industries

Module content:

1. Enterprise as a economic subject, influence of state, tax system.
2. Asset, equity and debt classification.
3. Structure of assets, evaluation of assets, depreciations, turnover.
4. Structure of equity and debts, financial resources.
5. Cost and revenues, cash-flow statement.
6. Classification of costs, break-even point.
7. Enterprise – subject of market, sales, profit, price.
8. Cost and outputcosting, costing use, division costing.
9. Non-absorption costing, specific costing algorithm in chemical and food industry.
10. Production process and its structure, type of production, relationship of production process at the time, material accuracy.
11. Basic items of the production process, performance indicators, standards and their position, material and energy in the production process.
12. Production equipment, extensive equipment utilization, maintenance systems, intensive equipment utilization, throughput capacity, performance diagram.
13. Labour utilization in the production process, operating standards.
14. Feasibility studies, innovations.

SEMESTER 2

Subject title:	Organic Chemistry I
Semester:	2nd
Weekly Load and Assessment:	3/2/0 C, Ex
Credit:	7
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Organic Chemistry

Module content:

1. Introduction, main classes of organic compounds, principles of the systematic nomenclature.
2. Constitutional, conformational and configurational isomerism. Optical isomerism, types of projections, principles of nomenclature, stereodescriptors.
3. Types of bonding in organic compounds. Reactive particles in organic chemistry: carbocations, radicals, their stabilization. Acidity and basicity.
4. Alkanes, cycloalkanes. Physical and chemical properties (homolytic substitution reactions, halogenation, nitration, sulfochlorination, partial oxidation).
5. Alkenes. Physical and chemical properties. Electrophilic and radical addition reactions, regioselectivity and stereochemistry.
6. Dienes, structural types, conformational and optical isomerism. Electrophilic and radical addition reactions, kinetic and thermodynamic control. Cycloaddition reactions, principles. Alkynes, structure, acidity, addition reactions.
7. Arenes. Structure, aromaticity. Physical properties. Electrophilic substitution, mechanism and types of reaction (deuteration, halogenation, nitration, sulfonation, Friedel-Crafts reactions). Regioselectivity of SE, influence of substituents. Oxidation and reduction of arenes.
8. Haloalkanes and hydroxy derivatives. Physical properties. Nucleophilic substitution SN1 and SN2, stereochemical consequences, factors influencing the course of SN reactions.
9. The side reactions during SN reactions – elimination reactions (Saytzeff's rule, dehydrohalogenation, dehalogenation), stereochemistry, the context of SN and E reactions. Molecular rearrangements.
10. Organometallic compounds of Mg, Li, Zn, and Cu. Formation and application of organometallic compounds in addition and alkylation reactions. Principles of retrosynthetic analysis.
11. Alcohols, phenols, structure, physical properties. Oxo-enol tautomerism, acidity of alcohols and phenols. Dehydration of alcohols and diols, molecular rearrangements. Formation of ethers and esters. Phenols, SE, reaction of phenoxide ion. Sulphur analogues of alcohols and ethers.
12. Aldehydes and ketones. Structure, physical properties. Nucleophilic addition reactions (addition of O, N, and S-nucleophiles, acetals, imines, oximes, hydrazones, Baeyer-Villiger reaction, Beckmann rearrangement, addition of C-nucleophiles (HCN and Wittig reaction)).
13. Acidity of carbonyl compounds, enolisation, enolates, SE, aldolization and aldol condensation, kinetic and thermodynamic controlled reactions. Alpha, beta-unsaturated ketones, conjugated addition, Robinson annulation.
14. Carboxylic acids. Structure, acidity. Salts of acids. Principles of nucleophilic acyl substitution, esterification. Decarboxylation. Functional derivatives of carboxylic acids, structure and reactivity. Ester enolates, alkylation and acylation, Claisen condensation, acylol condensation.

Subject title:	Physics I
Semester:	2nd
Weekly Load and Assessment:	3/2/0 C, Ex

Credit: 7
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Physics and Measurements

Module content:

1. Basic concepts of mechanics I: force, the Newton's laws, work, power, kinetic and potential energy. Conservation of mechanical energy and linear momentum, elastic and inelastic collisions.
2. Basic concepts of mechanics II: moment of inertia, torque, angular momentum. Work, power and energy in rotational motion. Rolling motion of rigid bodies. Static equilibrium conditions, center of gravity.
3. Introduction to the kinetic theory of gases: kinetic interpretation of pressure and temperature. Average kinetic energy of molecules. Velocity distribution of molecules. Mean free path of a molecule.
4. Continuum and fluid mechanics: forces in continuum, deformation, Hook's law. Hydrostatic pressure, Archimedes' law. Bernoulli's equation, real fluid flow.
5. Oscillations: undamped, damped and forced harmonic oscillations. Composed oscillations.
6. Waves: description, propagation velocity, intensity. Huygens principle, refraction and reflection. Snell's law. Interference, standing waves.
7. Electrostatic field: Coulomb's law. Electric dipole. Potential, voltage, work. Capacitor, dielectric polarization. Charge motion in an electric field.
8. Direct current circuits: Ohm's law, Joule's law. Kirchhoff's rules. Current, voltage and resistance measurements.
9. Magnetic field: magnetic force. Mass spectrograph, electric measurement instruments, cyclotron, the Hall effect. Biot-Savart law, Ampere's law. Magnetic field in matter.
10. Electromagnetic field: electromagnetic induction, proper and mutual inductance. Electromagnetic waves, energy and electromagnetic field.
11. Alternating current circuits: generator, power, impedance, phase shift, serial resonance circuit.
12. Wave optics: concept of light, interference, thin film, single-slit diffraction, diffraction grating, polarization, optical activity.
13. Geometric optics: basic concept, reflection and refraction, optical instruments: magnifying glass, microscope, telescope.
14. Basic concept of modern physics: the photoelectric effect, X-rays, the particle-wave duality, absorption, emission, laser.

Subject title: Mathematics II
Semester: 2nd
Weekly Load and Assessment: 3/3/0 C, Ex
Credit: 8
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Mathematics

Module content:

1. Linear space, base, dimension. The space $C(I)$. Linear mapping.
2. Linear differential equations of n-th order.
3. The system two linear and nonlinear differential equations of the first order.

4. Predator-Prey models: Lotka-Wolterra system.
5. Geometry in R^3 (R^n). Metrics in R^n .
6. Differential calculus in R^n . The functions of two and more variables.
7. Directional and partial derivatives. Tangent plane. Gradient. Newton's method.
8. Taylor's formula. The Hessian and extreme values. Method of least squares.
9. Implicit function theory.
10. Line integral of scalar and vector field.
11. Differential form, exact differential form, potential vector field.
12. Line integrals independent of the path.
13. Double integrals. Fubini theorem, substitution in double integral. Improper integrals.
14. Triple integrals. Applications. Cylindrical and spherical coordinates.

Subject title:	General and Inorganic Chemistry II
Semester:	2nd
Weekly Load and Assessment:	2/2/0 C, Ex
Credit:	5
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Inorganic Chemistry

Module content:

1. Carbon, types of bonding, inorganic compounds. Homocatenation.
2. Silicon, types of bonding, compounds, heterocatenation.
3. Boron, three-centred bond. Compounds.
4. General properties of metals and non-metals.
5. Structure of solids. Crystal chemistry.
6. Structure types and coordination of ions.
7. Solid state bonding, solubility and stability of solids.
8. Main group metals. Vertical a diagonal relationships.
9. Main group metals. Occurrence, extraction and use. Important compounds.
10. Coordination compounds. Bonding and isomerism.
11. Coordination compounds. Structure and properties.
12. Stability of complexes. Organometallics.
13. Transition metals. Vertical and horizontal relationships.
14. Transition metals. Occurrence, extraction and uses. Important compounds.

Subject title:	Ecology
Semester:	2nd
Weekly Load and Assessment:	2/0/0 Ex
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Environmental Chemistry

Module content:

1. Introduction – definition and history. Basic terms and relations.
2. Biotic components of Earth's ecosystem. Types and specific properties.
3. Organization of biological units, interaction and bounds of biological structures.
4. Sun energy – rise and balance. Sun radiation spectrum, albedo and sun constancy.

5. Atmosphere.
6. Hydrosphere.
7. Lithosphere.
8. Biogeochemical cycles of essential elements in the environment.
9. Ecosysteme and biosphere. Trophic levels and energy flow through ecosystems.
10. Chemical communication between organisms. Functions of secondary metabolites.
11. Microorganisms, their classification and functions.
12. Populations. Synergic and antagonistic relationships.
13. Human population and Earth's ecosystem. Pollutant sources and pathways.
14. Antrophogenic pollution impacts on the environment.

List of examination questions:

1. Definition of ecological valency, niche, biome, habitat.
2. Specific properties of biotic units.
3. Hierarchy of increasing molecular complexity in biological structures.
4. Characterization of atmosphere.
5. Influence of CFCs on the ozone layer.
6. Characterization of hydrosphere.
7. The great hydrological cycle.
8. Water in the atmosphere. Acid rains.
9. Earth as acid-base reactor.
10. BOD and CHOD definition.
11. Biogeochemical cycles of carbon and oxygen.
12. Biogeochemical cycles of nitrogen.
13. Biogeochemical cycles of sulphur and phosphorus.
14. Types of biomass.
15. Biosphere and climax stadia of ecosystems.
16. Trophic chains.
17. Synergic and antagonistic relationships between populations.
18. Energy flow through ecosystems.
19. Inorganic components of soils (physical-chemical point of view).
20. Organic matter in soils.
21. Fossil fuels.
22. Classification of microorganisms.
23. Types of microorganism functions.
24. Secondary metabolits - feromones, autotoxines and kairomones.
25. Contaminant sources in the environment.
26. Antrophogenic pollution impact on the Earth's ecosystem.

Literature:

1. Thomas G. Spiro, William M. Stigliani: Chemistry of the Environment, 2003
2. Stanley E. Manahan: Environmental Chemistry, 1990
3. Garry S. Moore: Living with the Earth, 2002
4. Georg Schwedt: The Essential Guide to Environmental Chemistry

SEMESTER 3

Subject title:	Physical Chemistry I
Semester:	3rd
Weekly Load and Assessment:	3/2/0 C, Ex
Credit:	7
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Physical Chemistry

Module content:

1. Basic terminology, thermodynamic system, thermodynamic process, state properties.
2. State behaviour of gases, equation of state of ideal gas. Real gas and its behaviour.
3. 1st law of thermodynamics, internal energy, heat, work.
4. Enthalpy, heat of reaction, Hess and Kirchohoff's laws.
5. 2nd law of thermodynamics, entropy. Entropy calculations.
6. Helmholtz and Gibbs energy, their significance, 3rd law of thermodynamics.
7. Partial molar quantities, activity, chemical potential, standard states.
8. Phase equilibria for one-component systems, Clapeyron's equation.
9. Gibbs phase law, vapour-liquid equilibrium in ideal systems, phase diagrams.
10. Solubility of gases in liquids, equilibria in condensed systems.
11. Material balance of chemical reactions. Equilibrium constant.
12. Equilibrium composition. Reactions in gaseous state.
13. Faraday's laws, galvanic cells, Nernst's equation.
14. Basic terminology of chemical kinetics, reaction rate, integration of rate equations.

Subject title:	Biochemistry
Semester:	3rd
Weekly Load and Assessment:	3/0/0 C, Ex
Credit:	5
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Biochemistry and Microbiology

Module content:

1. Living systems, composition and organization.
2. Biopolymers.
3. Amino acids, peptides, proteins.
4. Secondary, tertiary and quaternary structure of proteins. Protein classification.
5. Preparation and characterization of pure proteins.
6. Mono-, oligo- and polysaccharides.
7. Fatty acids, lipids and isoprenoids.
8. Nucleotides, nucleic acids.
9. Vitamins, antivitamins, coenzymes.
10. Enzymes: common characteristic and classification, structure and form of occurrence, mechanism of action, effect of reaction conditions, regulation of activity, effect on reaction.
11. Kinetics of enzyme reaction.
12. Supramolecular structures/biomembranes.
13. Applied enzymology.

14. Biochemical literature, research, presentation.

Subject title:	Organic Chemistry II
Semester:	3rd
Weekly Load and Assessment:	2/1/0 C, Ex
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Organic Chemistry

Module content:

1. Functional derivatives of carbonic acid, kumulenes.
2. Dicarboxyl compounds. Claisen and Dieckmann reaction. Synthetic utilization of beta-dicarbonyl compounds. Malonic acid ester synthesis. Conjugated addition reaction, Michael addition, Robinson annulation.
3. Saccharides. Structure, stereochemistry. Fischer and Haworth projections, conformation of saccharides. Anomers, mutarotation. Glycosides. Reactions of saccharides as carbonyl compounds and alcohols.
4. Synthesis and degradation of saccharides, epimerisation reaction. Vitamin C. Disaccharides a polysaccharides.
5. Amines. Structure and bonding, stereochemistry of amines. Acidity and basicity of amines. Reaction of amines as bases and nucleophiles. Quaternary ammonium salts, phase-transfer catalysis. Hofmann's elimination reactions. Mannich reaction. Diazotation of aliphatic and aromatic amines. Reactions of diazonium salts. Azocoupling.
6. Amino acids. Structure and physical properties, acid-base properties, isoelectric point. Reactions of amino acids. Principles of amino acid synthesis.
7. Peptides a proteins. Peptide bond. Determination of peptide primary structure. Synthesis of peptides. Merrifield synthesis.
8. Heterocyclic compounds. Nomenclature, structure and aromaticity. Reactivity of furan, pyrrol, and thiophen. Principles of heterocycles synthesis.
9. Pyridine, reactivity in SE and SN reactions. Fused heterocycles: indol, quinoline, isoquinoline. Alkaloids. Nucleic acid bases, nucleosides, nucleotides, nucleic acid structure.
10. Reactions catalyzed with transition metals. Formalism, reactions in the coordination sphere. Cross-coupling reactions, hydroformylation and alkoxy-carbonylation of alkenes, carbonylation of methanol, polymerization of alkenes, Wacker oxidation.
11. Synthetic methods of hydrocarbons and their derivatives preparation: alkanes, alkenes, alkynes, aromates, halo derivatives, alcohols and phenols, ethers.
12. Synthetic methods of hydrocarbons and their derivatives preparation: aldehydes, ketones, carboxylic acids and their functional derivatives, amines.
13. Strategy of organic synthesis. Principles of retrosynthesis, application to synthesis of more complex compounds.
14. Spectroscopic methods of the structure of the organic compounds determination. Principles of UV, IR, MS, and NMR spectroscopy.

Subject title:	Water Supply
Semester:	3rd
Weekly Load and Assessment:	2/0/0 C, Ex
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Standards for drinking water quality.
2. Characteristic and collection of underground water.
3. Underground water treatment.
4. Aggressive carbon dioxide, water stabilization.
5. Removal of iron and manganese.
6. Characteristic and collection of surface water.
7. Surface water treatment.
8. Preliminary treatment, coagulation.
9. Mean gradient of mixing, mixing of suspensions.
10. Clarifiers and filtration of suspensions.
11. Separation of suspensions by sedimentation.
12. Thickening of suspensions and sludge.
13. Special methods of water treatment.
14. Disinfection of drinking water.

Literature:

1. Strnadová N., Janda V.: Technologie vody I, skriptum VŠCHT Praha, 1999
2. Cheremisinoff P.N.: Handbook of Water and Wastewater Treatment Technology, New York, 1995
3. Sullivan P. *et al.*: The Environmental Science of Drinking Water, Amazonia, 2005

Subject title:	Industrial Wastewaters
Semester:	3rd
Weekly Load and Assessment:	2/1/0 Ex
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Introduction into water management in industry – sources of wastewaters, approach to wastewater treatment in industry, wastewater pre-treatment, amount and/or concentration equalization.
2. Suspended solids separation: sedimentation, filtration, hydrocyclone, flotation, magnetic separation.
3. Membrane separation processes.
4. Coagulation, neutralization and precipitation.
5. Ion exchangers in wastewater treatment.

6. Adsorption, extraction and stripping.
7. Chemical oxidation and reduction, wet oxidation, advanced oxidation processes.
8. Biological treatment of industrial wastewaters.
9. Wastewaters from mining activities and ore preparation and processing.
10. Wastewaters from metallurgical industry, thermal coal processing and surface treatment of metals (plating).
11. Cooling waters and wastewaters from power plants.
12. Wastewaters from oil refineries and chemical industry.
13. Wastewaters from pulp and paper industry, textile industry and tanneries.
14. Wastewaters from food industry.

Literature:

1. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry
2. BREF – Best Available Technique Reference Documents
3. Sincero A. P., Sincero G. A.: Physical-Chemical Treatment of Water and Wastewater, IWA Publishing, 2002
4. Lens P., Hulshoff Pol L., Wilderer P., Asano T. (Ed.): Water Recycling and Resource Recovery in Industry, IWA Publishing, 2002

SEMESTER 4

Subject title:	Unit Operation I
Semester:	4th
Weekly Load and Assessment:	2/3/0 C, Ex
Credit:	6
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Chemical Engineering

Module content:

1. Basic terminology. Systems. Principles of balancing. Mass and mole balance.
2. Balance of energy, enthalpy and momentum. Bernoulli equation and hydrostatic equation.
3. Flow of fluid through pipes. Transport of fluids, pumps. Flow of fluid through porous medium.
4. Filtration, types of filters, filtration rate. Sedimentation, terminal velocity, types of settlers.
5. Fluidization: equipment, description of fluidized bed. Mixing: equipment, residence time.
6. Heat exchange. Conduction, convection and radiation. Heat transfer, transfer coefficient.
7. Heat exchangers: types and design. Evaporators: types and design. Crystallization.
8. Diffusion separation processes. Mass exchangers. Equilibrium plate.
9. Membrane separation processes, modules, types of membranes, driving forces. Design.
10. Liquid extraction: equipment, single-stage, repeated and countercurrent extraction.
11. Flash and differential distillation of binary mixtures. Rectification in staged column.

12. Absorption: equipment, staged and packed columns. Adsorption.
13. Drying of solids, enthalpic humidity chart. Batch and continual dryers.
14. Chemical reactors and bioreactors, basic types. Material and enthalpy balance.

Subject title:	Analytical Chemistry I
Semester:	4th
Weekly Load and Assessment:	2/1/0 C, Ex
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Analytical Chemistry

Module content:

1. Analytical chemistry, its function and application.
2. Equilibrium in solutions. Proteolytic reactions.
3. Volumetric analysis, gravimetric analysis.
4. Electrochemical methods.
5. Extraction, chromatography.
6. Chromatography, GC.
7. Electrochromatography.
8. Spectroscopy.
9. Atomic absorption.
10. Molecular spectroscopy I.
11. Molecular spectroscopy II.
12. Mass spectrometry.
13. Gravimetry.
14. Analysis errors.

Subject title:	Applied Statistics
Semester:	4th
Weekly Load and Assessment:	1/2/0 C, Ex
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Mathematics

Module content:

1. Descriptive statistics, describing small data files, basic characteristics.
2. Probability of random events, independence of random events.
3. Random variable, distribution function, probability function, density.
4. Mean, variance, quantiles, median, critical values, independence and correlation of random variables.
5. Fundamental types of discrete and continuous distributions.
6. Random sample, sample statistics.
7. Point estimates, confidence intervals.
8. Testing of statistical hypotheses, type I and II errors. One-sample tests about mean and variance.
9. Two-sample tests about means and variances.
10. Independence testing.
11. Goodness-of-fit testing.
12. Contingency tables.

13. Fundamentals of regression analysis.
14. Summary, alternatively more specific statistical methods.

Subject title:	Chemical Informatics
Semester:	4th
Weekly Load and Assessment:	0/2/0 Ex
Credit:	2
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Organic Technology

Module content:

This subject is taught for all students on 1st or 2nd year of curriculum. The main goal of this program is to understand the system and organization of scientific information with main orientation on chemistry. Students are learning practical knowledge working in library and having access to network resources in computer lecture room.

Subject title:	Physical Chemistry II
Semester:	4th
Weekly Load and Assessment:	3/2/0 C, Ex
Credit:	7
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Physical Chemistry

Module content:

1. Real behaviour of gases.
2. Energetics of chemical reactions, reaction heat and methods for its determination.
3. Application of the 1st law of thermodynamics, temperature and pressure dependence of state.
4. Consequences of the 2nd law of thermodynamics, efficiency of heat engines, heat pumps.
5. Irreversible processes, condensation of gases.
6. Thermodynamics of solutions, activity.
7. Phase equilibria in real binary systems.
8. Spontaneous changes and Gibbs energy. Chemical equilibrium in real systems.
9. Theory of electrolytical dissociation, equilibria in electrolyte solutions.
10. Diffusion, migration of ions in electric field, conductivity, Kohlrausch law.
11. Equilibrium electrochemical cells, classification, cells as energy sources.
12. Kinetics of chemical reactions.
13. Mechanism of chemical reactions, catalysis, photochemistry. Basic types of chemical reactors.
14. Surface chemistry.

Subject title:	Water Quality Protection
-----------------------	---------------------------------

Semester: 4th
Weekly Load and Assessment: 2/1/0 C, Ex
Credit: 4
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Information sources, presentation programs.
2. Role of chemistry for society.
3. Importance of water for man.
4. Anthropogenic impact on water.
5. Wastewaters.
6. Surface waters.
7. Blue-green algae, health danger.
8. Ground waters.
9. Rainfall waters.
10. Accidental water quality deteriorations.
11. Excursion: the fire saving service, the chemical-technical service.
12. Water environment sampling.
13. The Water Act – water-use.
14. The Water Act – right of recoveries.

Subject title: **Applied Hydrobiology and Microbiology**
Semester: 4th
Weekly Load and Assessment: 2/1/0 C, Ex
Credit: 4
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Specification of biological study, about co-operations with another scopes (chemistry, technology, etc.).
2. Study of organisms, specification and characterization of cell (eucaryotic and procaryotic), non-cells organisms (viruses), taxonomy.
3. Detailed specifications of organisms – alga, cyanobacteria, protozoans, metazoans (determinations).
4. Types and sorts of waters (surface, underground, standing and flowing) from the biological point of view, biocenosis of organisms (adaptations).
5. Abiotic and biotic parameters influencing composition of biocenosis (plankton, nekton, benthos etc.).
6. Acidifications, eutrophication, water blooms, cyanotoxins, problems of open air pools.
7. Biological analyses and evaluation of raw surface and underground water sources, drinking water treatment plants and distribution systems.
8. Biological regrowth, biofilms, problematic organisms in time of water treatment technology, hydrobiological audits.
9. Hygienic assurance of drinking water, bioindicators, diseases.

10. Biological problems of industrial cooling circuits and air-conditioning systems.
11. Microbiological analyses (cultivations, molecular biology).
12. Biological evaluation of wastewater treatment plant operation units and effluent from the point of view of environmental protection.
13. Bioindication and biomonitoring of saprobic and trophic conditions in flowing and standing water bodies.
14. Bioassays of acute, subchronic and chronic toxicity on the biological material.

Literature:

1. Bernhardt H.: Protection of Water Resources, Report. Eur. Water Congress „Surface Water Quality in the European Community“, Antverps, 1 – 21, 1991
2. Bernhardt H., Clasen J.: Flocculation of Micro-Organisms, J. Water SRT-Aqua, 40, 2, 76 – 87, 1991
3. Bernhardt H., Clasen J.: Eutrophication Control as an Essential Condition for an Optimum Disinfection, Report. IWSA Spec. Conf. „Quality Aspects of Water Supply“, Wasser Berlin, 1 – 25, 1993
4. Hancock C. M., Ward J. V., Hancock K. W., Klonicki P. T., Sturbaum G. D.: Assessing Plant Performance Using MPA, Journal AWWA, 88, 12, 24 – 34, 1996

SEMESTER 5

Subject title:	Laboratory Course in Analytical Chemistry I
Semester:	5th
Weekly Load and Assessment:	0/0/6 G
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Analytical Chemistry

Module content:

1. Gravimetric determination of Fe.
2. Gravimetric determination of Ni.
3. Determination of Bi a Pb with EDTA.
4. Determination of Ca with potassium permanganate.
5. Iodimetric determination of glucose.
6. Argentometric determination of halogenides with potentiometric indication.
7. Potentiometric measurement of pH.
8. Spectrophotometric determination of Fe.

Subject title:	Chemical Engineering Project
Semester:	5th
Weekly Load and Assessment:	0/1/0 G
Credit:	1

Language: Czech, English
Course Provider: Department of Chemical Engineering

Module content:

The goal of this subject is to train the ability of students to apply the knowledge acquired in Unit Operation I to practical and more complex problems, e.g. problems consisting of several unit operations, problems requiring more advanced methodologies of solution than those used in the basic course of chemical engineering etc. Assigned projects simulate (on the level corresponding to the knowledge of students) real industrial problems in production plants. Projects are solved by groups (of usually 3 students) in order to practice the team-work. The project is comprehensive and it includes problem analysis, selection of the suitable method of solution, survey of required data and the actual solution of the problem. Students have to prepare the report describing the problem, its solution and results. This report has to be defended in the final consultation with the professor who supervised the progress of the work during the semester.

Subject title: Unit Operation II
Semester: 5th
Weekly Load and Assessment: 2/3/0 C, Ex
Credit: 6
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Chemical Engineering

Module content:

1. Fluid mechanics, continuity equation, equations of fluid flow, flow in pipes.
2. Fluid flow from containers – reservoirs, accidents, safety. Centrifuges and cyclones.
3. Single-phase flow through porous material, pressure drop. Multi-phase flow.
4. hydromechanical operations in dispersion systems. Kinetics of filtration. Settling.
5. Dispersion systems. Fluidization: description of fluidized bed. Bubbled columns.
6. dimensional analysis, dimensionless groups, empirical correlations. Modelling and analogy.
7. Heat transfer by radiation. Heat transfer by convection. Cooling, heating and sterilization.
8. Mass transport by convection and diffusion. Mass transfer between phases.
9. Mass transport in staged and continuous separation processes.
10. continuous rectification of binary and multicomponent mixtures.
11. Membrane processes, gas permeation, reverse osmosis, pervaporation, ultrafiltration.
12. Continuous stirred reactor, cascade. Tubular reactor. Heterogeneous reactors, non-ideal flow.
13. Bioreactors, cultivation of microorganisms, growth and production, fermentors, enzyme reactors.
14. Adsorption and chromatography. Crystallization from solutions. Crystallizers.

Subject title: Analytical Chemistry II
Semester: 5th
Weekly Load and Assessment: 2/1/0 C, Ex
Credit: 4
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Analytical Chemistry

Module content:

1. Gas chromatography.
2. Liquid chromatography.
3. Electromigration methods.
4. Coulometry, electrogravimetry.
5. Voltametry.
6. Atomic emission spectroscopy.
7. Electron spectroscopy.
8. Molecular absorption spectroscopy.
9. Molecular luminescence spectroscopy.
10. Infrared and Raman's spectroscopy.
11. Nuclear magnetic resonance spectroscopy.
12. Mass spectroscopy.
13. Sampling and preparation of probes.
14. Analytical data processing, systems of quality management.

Subject title: Life Cycle Assessment – Environmental Impacts
Semester: 5th
Weekly Load and Assessment: 2/0/0 Ex
Credit: 3
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Environmental Chemistry

Module content:

1. Life cycle thinking. Principles of comparing environmental impacts of products and technologies. The cradle to grave concept. Project assignment.
2. Impact categories: depletion of abiotic and biotic resources. Impact of land use. Category indicators, characterization models and factors.
3. Impact categories: acidification. Eutrophication. Category indicators, characterization models and factors.
4. Impact categories: climate change, greenhouse gases. Ozone layer depletion. Photo-oxidant formation. Category indicators, characterization models and factors.
5. Impact categories: freshwater and marine aquatic ecotoxicity. Terrestrial ecotoxicity. Sediment ecotoxicity. Loss of biodiversity. Category indicators, characterization models and factors.
6. Impact categories: human toxicity. Persistent toxicity. Category indicators, characterization models and factors.
7. Life cycle assessment. Goal and scope definition. Function of product. Functional unit. System boundaries.

8. Life cycle inventory I: material and energy flow. Reference flow. Inventory table. Allocation.
9. Life cycle inventory II: data quality. Computational structure of LCA. Basic model for Inventory analysis.
10. Life cycle impact assessment I: classification. Impact categories. Characterization. Characterization factors.
11. Life cycle impact assessment II: normalization. Valuation.
12. Life cycle interpretation. Computational principles and software tools of LCA.
13. Other system and management tools of environmental protection. Green chemistry. Cleaner production. Ecodesign. Industrial Ecology.
14. Ethical aspects of environmental protection. Case studies presentations.

Literature:

1. ISO EN 14040-8 Guidelines
2. Sonnemann G. *et al.*: Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes, Lewis Publ.
3. Heijungs R., Suh S.: The Computational Structure of LCA, Kluwer Acad. Publ.
4. Guinee J. B.: Handbook on LCA, Kluwer Acad. Publ.
5. SETAC press: any publication of SETAC related with LCA

Subject title:	Water Analysis
Semester:	5th
Weekly Load and Assessment:	2/0/0 Ex
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Quality and quantity examination of water.
2. Components in water.
3. Determination of macrocomponents.
4. Calibration and linearity.
5. Determination of microcomponents.
6. Pretreatment of samples.
7. Preconcentration, extraction.
8. Group determination of total inorganic solids.
9. Application of iodometric determination.
10. Chemical and biochemical oxidation of organic matters.
11. Selection of methods.
12. Interferences in analytics of water.
13. Sensoric properties.
14. Sampling and conservation.

Subject title:	Fundamentals of Wastewater Treatment
Semester:	5th
Weekly Load and Assessment:	3/2/0 C, Ex
Credit:	7

Language: Czech, English
Course Provider: Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Definition, origin, classification and characterization of wastewater.
2. Transport of wastewater.
3. Mechanical processes for wastewater treatment.
4. Separation of suspensions by sedimentation and thickening of suspensions and sludge.
5. Principles of biological treatment processes.
6. Technological design of wastewater treatment plant.
7. Aerobic wastewater treatment.
8. Nutrient removal.
9. Anaerobic wastewater treatment.
10. Sludge stabilization, dewatering, recovery and disposal.
11. Water management in industry (definitions, sources and properties of industrial wastewaters, treatment of industrial wastewaters).
12. Separation processes (filtration, flotation, extraction, adsorption, desorption, membrane processes).
13. Chemical processes (neutralization, precipitation, oxidation and reduction).
14. Fat, oil and grease in wastewater (separation, emulsion breaking, groundwater protection).

Literature:

1. Gray N. F.: Biology of wastewater treatment, Imperial College Press, 2004

SEMESTER 6

Subject title: Aquatic Chemistry
Semester: 6th
Weekly Load and Assessment: 3/2/0 C, Ex
Credit: 7
Language: Czech, English
Course Provider: Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Qualitative composition of waters.
2. Methods of expressing concentrations, summary parameters.
3. Physico-chemical properties of waters.

4. Inorganic substances in waters (main cations).
5. Inorganic substances in waters (toxic metals).
6. Inorganic substances in waters (main anions).
7. Inorganic substance in waters (main anions).
8. Carbonate chemistry of aquatic systems.
9. Nitrogen and phosphorus compounds.
10. Non-electrolytes in waters, inclusive gases.
11. Organic substances in waters.
12. Chemical and biochemical oxygen demand (COD, BOD).
13. Organic carbon and relation to COD and BOD, AOX and other summary parameters.
14. Composition and properties of several kinds of water, quality requirements.

Literature:

1. Howard Alan G.: Aquatic environmental chemistry, Oxford Chemistry Primers, Oxford, 1998

Subject title:	Soil Remediation
Semester:	6th
Weekly Load and Assessment:	2/0/0 Ex
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Environmental Chemistry

Module content:

1. Introduction to soil pollution, definition of basic terminology.
2. Classification of soils, physico-chemical characteristics of soils.
3. Equilibrium distribution of pollutant in soil, examples of calculations.
4. Kinetics of pollutant removal from contaminated soil, examples of calculations.
5. Classification of soil remediation technologies according to cleaning strategy.
6. Soil vapour extraction.
7. Pump-and-treat technology.
8. Bioremediation.
9. Phytoremediation.
10. Soil washing.
11. Monitored natural attenuation.
12. Thermal remediation processes.
13. Remediation techniques in development.
14. Legal aspects of soil remediation.

List of examination questions:

1. Definition of ecological valency, niche, biome, habitat.
2. Classification of soil pollutants according to health and environmental effects.
3. Classification of soil remediation technologies.
4. Equilibrium distribution of pollutant in soil in the presence of DNAPL or LNAPL.
5. Equilibrium distribution of pollutant in soil in the absence of DNAPL or LNAPL.
6. Transport models for pollutant removal from contaminated soils.
7. Soil vapour extraction.
8. Pump-and-treat technology.

9. Bioremediation.
10. Phytoremediation.
11. Soil washing.
12. Monitored natural attenuation.
13. Thermal remediation processes.
14. Chemical extraction of contaminated soils.
15. Removal of POPs from contaminated soils.
16. Chemical oxidation/reduction processes.
17. Economical assessment of soil cleaning processes.
18. Legal aspects of soil remedation.

Literature:

1. Jeff Kuo: Practical Design Calculations for Groundwater and Soil Remediation
2. Evan K. Nyer: Practical Techniques for Groundwater & Soil Remediation
3. Otten A. M. *et al.*: In Situ Soil Remediation (Soil & Environment)
4. Hyman M., Ryan Dupon R.: Groundwater and Soil Remediation: Process Design and Cost Estimating of Proven Technologies

Subject title:	Water Supply and Sewerage Network
Semester:	6th
Weekly Load and Assessment:	2/1/0 C, Ex
Credit:	4
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Requirements for the quality of drinking water.
2. Collection of underground water, capacity of underground sources.
3. Collection of surface water, protection of surface water quality, water infiltration.
4. Accumulation and transport of drinking water.
5. Materials and object of water networks.
6. Aggressivity of water, corrosion and incrustation.
7. Factors influencing the process of corrosion.
8. Processes of corrosion protection.
9. Water quality in distribution systems.
10. Drinking water demand and accumulation in reservoirs.
11. Types of urbane drainage systems combined and separated sewer systems.
12. Materials of sewers.
13. Objects and facilities in sewerage network.
14. Operation and maintenance of sewers, the impact of sewer system on wastewater treatment plant.

Literature:

1. Sullivan P. *et al.*: The Environmental Science of Drinking Water, Amazonia, 2005
2. Stein D.: Rehabilitation and Maintenance of Dains and Swers, Ernst & Sohn, A Wiley Company, Berlin, 2001

Subject title:	Decentralized Wastewater Treatment
Semester:	6th
Weekly Load and Assessment:	2/0/0 C, Ex
Credit:	3
Language:	Czech, English
Course Provider:	Department of Water Technology and Environmental Engineering

Module content:

1. Description and definition of Decentralised Sanitation and Reuse (DESAR).
2. Comparison of decentralised and centralised treatment of municipal wastewater.
3. Quantitative and qualitative characterisation of sewage and municipal wastewater, segregation of wastewater streams.
4. Technological aspects of DESAR and design of highly efficient source control and sanitation.
5. Separated treatment of segregated of wastewater streams.
6. Challenge of zero emission in municipal waste management.
7. Potentials of anaerobic treatment of domestic sewage.
8. Extensive post-treatment of of anaerobically pretreated sewage.
9. Management of wastewater by natural treatment systems.
10. Water and mineral resource recovery, groundwater recharge.
11. Perspectives of nutrient removal and recovery in DESAR.
12. Hygienic aspects of DESAR.
13. DESAR – case studies.
14. Sociological and economic aspects of DESAR.

Literature:

1. Lens P., Zeeman G., Lettinga G.: Decentralised Sanitation and Reuse, IWA Publishing 2001, ISBN 1 9002222 47 7