POZNEJ TAJEMSTVÍ VĚDY

Odborná publikace pro popularizaci technických a přírodních věd

Nakladatelství odborné literatury ACCENDO

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt »Poznej tajemství vědy« s registračním číslem CZ.1.07/2.3.00/45.0019 je financován z Evropského sociálního fondu prostřednictvím Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost a státním rozpočtem ČR.

Andrea Hrušková (editor), Vítězslav Zamarský, Ondřej Kosík, Blanka Krejčí, Pavel Lipina, Miroslav Řepka, Martin Stříž, Radim Tolasz, Jan Unucka, Roman Volný, Dušan Židek, Tomáš Mičaník, Petr Dvořák, Ivana Marková, Šárka Kalousková, Jiří Mezuláník, Peter Ponický, Lubor Hruška, Radek Fujak, David Kubáň

POZNEJ TAJEMSTVÍ VĚDY

Odborná publikace pro popularizaci technických a přírodních věd

Vzor citace:
HRUŠKOVÁ Andrea, ed., ZAMARSKÝ Vítězslav, KOSÍK Ondřej, KREJČÍ Blanka, LIPINA Pavel, ŘEPKA Miroslav, STŘÍŽ Martin, TOLASZ Radim, UNUCKA Jan, VOLNÝ Roman, ŽIDEK Dušan, MIČANÍK Tomáš, DVOŘÁK Petr, MARKOVÁ Ivana, KALOUSKOVÁ Šárka, MEZULÁNIK Jiří, PONICKÝ Peter, HRUŠKA Lubor, FUJAK Radek, KUBÁŇ David, Odborná publikace POZNEJ TAJEMSTVÍ VĚDY. 1 vyd. Ostrava: Nakladatelství ACCENDO při vědecko-výzkumném ústavu ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z. ú. 2015. 249 s
ISBN 978-80-87955-04-8

KATALOGIZACE V KNIZE – NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

HRUŠKOVÁ Andrea, ed.
Poznej tajemství vědy : odborná publikace / Andrea Hrušková (editor) ; Vítězslav Zamarský, Ondřej Kosík, Blanka Krejčí, Pavel Lipina, Miroslav Řepka, Martin Stříž, Radim Tolasz, Jan Unucka, Roman Volný, Dušan Židek,Tomáš Mičaník, Petr Dvořák, Ivana Marková, Šárka Kalousková, Jiří Mezuláník, Peter Ponický, Lubor Hruška, Radek Fujak, David Kubáň. – 1. vydání. – Ostrava : Nakladatelství ACCENDO při vědecko-výzkumném ústavu ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z.ú., 2015. – 249 stran
ISBN 978-80-87955-04-8

001.891 * 001:061 * 5 * 001.89 * 001:62 * 001.92 * (437.326)
- vědecký výzkum – Česko
- vědecké instituce a organizace – Česko
- přírodní vědy
- výzkum a vývoj
- věda a technika
- popularizace vědy
- Moravskoslezský kraj (Česko : 2000-)
- kolektivní monografie

5 - Přírodní vědy. Matematické vědy [6]

Odborná publikace POZNEJ TAJEMSTVÍ VĚDY
1. Vydání, 2015

© Nakladatelství ACCENDO při vědecko-výzkumném ústavu ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z. ú, Švabinského 1749/19, Moravská Ostrava, 702 00, http://accendo.cz

Všechna práva vyhrazena. Bez předchozího písemného souhlasu nakladatele je zakázáno jakékoliv další rozmnožování, přetištění či další šíření obsahu této knihy nebo jakékoliv její části, a to včeně kopírování, skenování či převádění do elektronické podoby a uchovávání v jakýchkoliv firemních či soukromých sítích či databázích.

ISBN 978-80-87955-04-8

Obsah

1 Globální udržitelnost biosféry země, kulturní a sociální aktivity člověka

1.1 Pár slov úvodem 6
1.2 Kosmos 10
1.3 Biosféra 19

2 Vzduch

2.1 Ovzduší 27
2.1.1 Sluneční záření 30
2.1.2 Tlak vzduchu a vítr 31
2.1.3 Srážky 34
2.1.4 Podnebí v ČR 36
2.1.5 Vliv člověka na ovzduší 38
2.1.6 Koloběh vody na Zemi 41
2.2 Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) 44
2.2.1 Historie 44
2.2.2 ČHMÚ, pobočka Ostrava 46
2.2.3 Z činnosti ostravského pracoviště ústavu 48
2.2.4 Významné osobnosti 50
2.2.5 Oddělení meteorologie a klimatologie 51
2.2.6 Oddělení hydrologie ČHMÚ Ostrava 61
2.2.7 Oddělení ochrany čistoty ovzduší 71
2.2.8 Regionální předpovědní pracoviště ČHMÚ, pobočka Ostrava 78
2.2.9 Popularizace meteorologie, hydrologie a čistoty ovzduší 83
2.2.10 Projekty 84
2.2.11 Technik oddělení ochrany čistoty ovzduší 85
2.2.12 Závěr 86

3 VODA
3.1 Úvod ... 89
3.2 VODA – neobyčejná kapalina ... 91
3.3 Koloběh vody ... 95
3.4 Voda v krajině ... 96
3.5 Extrémní hydrologické jevy a klimatická změna ... 99
3.5.1 Povodně ... 100
3.5.2 Sucho ... 101
3.6 Vodstvo České republiky ... 103
3.7 Vodní hospodářství ... 106
3.7.1 Zajištění pitné vody ... 106
3.7.2 Mitigace extrémních hydrologických jevů ... 108
3.7.3 Odvádění a čištění odpadních vod ... 112
3.8 Monitoring a kontrola jakosti vod ... 115
3.9 Význam a činnost Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, veřejné výzkumné instituce ... 118
3.9.1 Vznik ústavu ... 118
3.9.2 Současnost ... 119
3.9.3 Založení a činnost pobočky v Ostravě ... 119
3.9.4 Zajímavé výzkumné projekty řešené v Ostravě ... 120
3.10 Závěr ... 132

4 KRAJINA
4.1 Krajina a přístupy k jejímu zkoumání ... 135
4.1.1 Krajina jako pojem a předmět studia ... 136
4.1.2 Struktura krajiny ... 140
4.2 Ústav geoniky Akademie věd ČR ... 148

5 ZEMĚ A VESMÍR
5.1 Země a vesmír v Planetáriu ... 153
5.2 Planetárium je místo, kde umíme pohnout Zemí ... 153
5.3 Pozorováním vesmíru získáváme poznatky o Zemi ... 157

5.4 Hvězdné tragédie a komedie v Amfiteátru ... 162
5. 5 Země je jedna z mnoha planet ve vesmíru ... 163
5.6 Poznávání dějů a zákonitostí vesmíru v Experimentáriu ... 166
5.7 Závěr ... 168

6 ZVÍŘATA
6.1 Význam moderních zoologických zahrad ... 171
6.1.1 Vzdělávání v zoo ... 172
6.1.2 Výzkum v zoologické zahradě ... 176
6.1.3 Záchrana ohrožených druhů ... 178
6.2 Zoologická zahrada Ostrava ... 182
6.2.1 Nové expozice ... 182
6.2.2 Botanický park ... 184
6.2.3 Služby pro návštěvníky ... 185
6.2.4 Vzdělávání v zoo ... 186
6.2.5 Z historie Zoo Ostrava ... 186
6.2.6 Projekty in situ a evropské plemenné knihy ... 188

7 VĚDA, TECHNIKA A TECHNOLOGIE, SOUČÁST LIDSKÉHO PŮSOBENÍ V PODNIKÁNÍ
7.1 Podnikání v přírodních a technických vědách ... 191
7.2 Procesní řetězec podnikání v jeho postindustriální podobě / masový průmysl ... 195
7.2.1 Filozofie ... 196
7.2.2 Věda ... 208
7.2.3 Technika ... 214
7.2.4 Věda ... 218
7.2.5 Filosofie ... 225
7.3 Výzkum podnikání na Vysoké škole podnikání ... 228

8 REGIONÁLNÍ VĚDY
8.1 Aplikovaná věda a výzkum pro potřeby veřejné správy ... 235
8.2 PAAC CONSORTIUM ... 240

GLOBÁLNÍ UDRŽITELNOST BIOSFÉRY ZEMĚ

KULTURNÍ A SOCIÁLNÍ AKTIVITY ČLOVĚKA

1 GLOBÁLNÍ UDRŽITELNOST BIOSFÉRY ZEMĚ, KULTURNÍ A SOCIÁLNÍ AKTIVITY ČLOVĚKA

prof. Ing. Vítězslav Zamarský, CSc.
Vysoká škola podnikání, a. s., Ostrava

1.1 Pár slov úvodem

Téma, které jsem zvolil úvodem, se může zdát na první pohled nadmíru nadnesené a čtenář zde může očekávat rozsáhlé kompendium znalostí, jenž zde bude prezentováno. Ale můj záměr takový nebyl. Vycházel jsem pouze z filozofie projektu, který pod názvem „Poznej tajemství vědy“ fyzicky i myšlenkově propojil tři generace účastníků – seniory-výzkumníky, tvůrce modulů, mladé výzkumníky a učitele základních a středních škol. Žáci a studenti těchto škol se stali příjemci informací, které by obsahově i formou sdělení měly podnítit u této nastupující generace zájem o vědecké poznávání světa, to znamená zájem o přírodu, techniku a technologie jako jednu z cest poznání.

Z hlediska tohoto bazálního cíle přinesl projekt nejen nové a cenné informace, ale i zkušenosti, mnohdy překvapivé pro starší generaci, ale většinou potěšující z pohledu zájmu mladého člověka o to, jak by se měla vyvíjet lidská společnost, a jak naplnit pocit osobního štěstí. Ukázaly se ovšem i mnohé bariéry, postavené mladému člověku do jeho životní cesty. A to by si měl jak vědec, tak i pedagog uvědomit. Cestu ke „študákově duši“ je třeba nacházet a dobývat. To platí o to více, že naše současné poznání světa – Vesmíru, Země i nás samotných – vychází ze sofistikovaných vědeckých postupů, kterým rozumí jen relativně omezená skupina odborníků. Workshopy, odborné semináře a diskuse se středoškolskými učiteli, žáky a studenty v tomto projektu, vedly mnohdy k nestandardním myšlenkovým asociacím. Jak vnímat tajemství vědy, v čem spočívá? Co vlastně vědec „prodává“? A co je důležitější: nacházet odpovědi, nebo tvořit otázky? CO z toho bude prospěšnější pro budoucnost? Pro budoucnost současného mladého člověka.

Závažných otázek bylo vzneseno mnoho, mnohé z nich však zodpovězeny nebyly. Téměř všeobecná shoda však panovala v konstatování, že současná „civilizace“, naše lidská společnost, se svým „konzumním“ pojetím života vzdaluje někdejšímu „životu podle potřeb“. Ale dlouhodobě působící globální změny na naší mateřské planetě evokují otázku, nakolik člověk ovlivňuje zemskou biosféru a nakolik přírodní procesy ovlivňují život člověka jako biologického druhu. Přesná měření moderními instrumentálními technikami a rozvinuté informační a počítačo-

vé technologie nám postupně odhalují skrytá tajemství přírody na úrovních mikro a makro rozměrů. Touha člověka po poznání a výsledky tohoto dramatického procesu by měly přispět k tvorbě podmínek pro společné úsilí o udržitelný rozvoj lidského rodu.

Jednoduchá struktura mého úvodního příspěvku nemíní nahrazovat informace jednotlivých výukových a propagačních modulů, či ústřední linie odborných témat odborné publikace „Poznej tajemství vědy“. Má pouze „z nadhledu“ upozornit na klíčové otázky, které věda současnosti řeší s cílem odpovědět na otázku PROČ.

Obr. 1.1 Svatý Augustín, freska od Sandra Botticelliho

1.2 Kosmos

Proč a jak vznikl vesmír? Má čas začátek? Tyto a podobné otázky zajímaly člověka od nepaměti. Mnozí badatelé při hledání odpovědí zaplatili cenou nejvyšší. Na obr. č. 1.1 je symbolicky vyobrazen Svatý Augustín, myslitel z 5. století, který se například domníval, že čas před počátkem světa neexistoval.

Zredukujeme-li radikálně historii poznání fyzikální podstaty světa, můžeme konstatovat, že na sklonku 19. století převládá představa, že je už na dosah úplný popis vesmíru. Ale už koncem 19. stol. se začaly objevovat rozpory v představě všeprostupujícího éteru v prostoru. Einsteinův postulát, že přírodní zákony by měly vypadat stejně pro všechny volně pohybující se pozorovatele, se stal úhelným kamenem teorie relativity. Své jméno dostala teorie proto, že z ní plyne, že důležitý je pouze relativní pohyb. Velmi významným důsledkem relativity je vztah mezi hmotností a energií. Hmotnost a energie jsou podle Einsteinovy slavné rovnice $E=m\cdot c2$ ekvivalentní. Tato rovnice se stala všeobecně známou a natolik „zlidověla“, že je zřejmě jedinou fyzikální rovnicí aplikovanou sprejery (obr. č. 1.2).

Moderní fyzika současnosti, která směřuje k poznání fyzikální podstaty světa, je postavená na dvou základních pilířích. Jedním z nich je obecná teorie Alberta Einsteina, která poskytuje te-

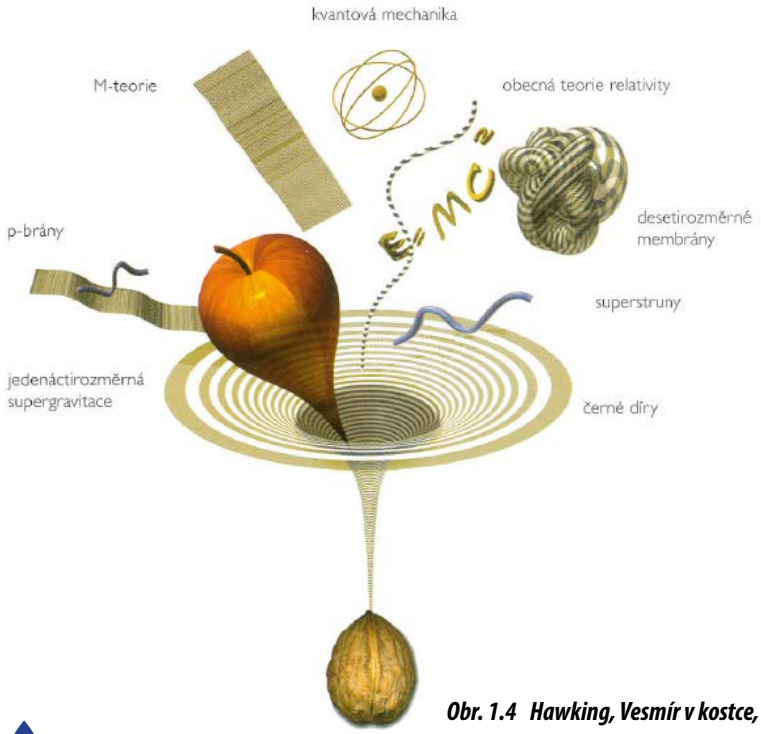
Obr. 1.2 Grafitti britského streetartového umělce Banksyho

oretický rámec pro chápání vesmíru v těch největších měřítkách: hvězd, galaxií, kup galaxií až k obrovskému a měřitelnému rozpínání vesmíru samotného. Tím druhým pilířem, na kterém fyzika stojí, je kvantová mechanika. Ta naopak nabízí teoretický rámec pro pochopení vesmíru nejmenších měřítek: molekul, atomů až k subatomárním částicím, jakými jsou elektrony nebo kvarky. V průběhu času potvrdili experimentální fyzici s neuvěřitelnou přesností prakticky všechny předpovědi obou zmíněných teorií. Ale tytéž teoretické nástroje nás vedou neúprosně k jinému znepokojivému závěru, protože tak, jak jsou dnes „obecná relativita a kvantová mechanika" formulovány, nemohou být pravdivé současně. Tyto dvě teorie, které podnítily fantastický pokrok fyziky za poslední století, díky němuž jsme objasnili rozpínání vesmíru i fundamentální strukturu hmoty, jsou totiž vzájemně neslučitelné. Všude kromě extrémních situací studují fyzici věci a jevy, které jsou buď malé a lehké (atomy nebo jejich části), nebo naopak obrovské a těžké (hvězdy, galaxie), ale nikdy oboje najednou (Greene, 2001). To znamená, že potřebují jen kvantovou mechaniku, nebo jen obecnou relativitu.

Výzkum v oblasti jaderné fyziky a fyziky vysokých energií nás posunul do oblasti neuvěřitelně malých rozměrů. To by nás mohlo vést k představě, že bychom tak mohli pokračovat do nekonečna a objevovat struktury v menším a ještě menším měřítku. Tato posloupnost je však omezená, stejně jak je omezená posloupnost ruských matrjošek naskládaných do sebe (obr. č. 1.3). Ve fyzice se ta nejmenší matrjoška nazývá Planckova délka.

Obr. 1.3 Každá matrjoška představuje teoretické pochopení přírody do určitého měřítka. Ve fyzice však existuje nejmenší, elementární délka – Planckova délka

Intenzivní výzkum fyziků a matematiků celého světa odhalil v poslední době nový přístup k popisu hmoty na nejelementárnější úrovni, který je zaměřen na řešení napětí mezi obecnou relativitou a kvantovou mechanikou. Je to teorie strun (superstrun), v jejímž rámci obecná relativita a kvantová mechanika vyžadují drastickou změnu chápání času, prostoru i hmoty. Čas ukáže, nakolik tato nová představa bude onou hledanou „teorií všeho" a objasní nám sekvenci událostí od velkého třesku po současnost a budoucnost vesmíru, jehož jsme součástí. Na obr. č. 1.4 vidíme v symbolizované podobě modelové představy pro pochopení fungování vesmíru.



Obr. 1.4 Hawking, Vesmír v kostce, 2002

Je pochopitelné, že v těchto teoretických, velmi složitých úvahách vystupuje i mnoho nových kritiků, rovněž kritiků teorie superstrun. Kdosi moudře poznamenal, že aktem bádání není ani tak hledání nových pevnin, jako spíše fungování nových pohledů. Je však pozoruhodné, že hledání cest k pochopení vzniku a vývoje námi chápaného vesmíru, upřesňování jeho standardního modelu, očekávání výsledků experimentů ve velkém urychlovači v CERNu, snaha po objasnění existence temné hmoty a temné energie přitahuje v poslední době zájem nejen odborníků (částicových fyziků, kosmologů apod.), ale i široké veřejnosti. Nárůst zájmu o tuto velice složitou problematiku probíhá vzdor skutečnosti, že se jedná o bádání velmi sofistikované, náročné na finanční prostředky a navíc ryze teoretické, jehož praktické aplikace nelze očekávat v nejbližší době. Vědecký výzkum prováděný na největším urychlovači částic na světě, Large Hadron Collider (LHC), má svá specifika. Typická je především intenzivní spolupráce mezi vědci. V CERNu neexistuje systém „one man show". Na experimentech se podílí více než 10 000 vědců z 600 univerzit a dalších vědeckých institucí. Úspěch experimentů závisí na týmové práci. V CERNu lze zřetelně rozpoznat motivaci vědecké práce. Tam je zřejmá zvídavost, touha poznat tajemství mikrosvěta a nikoliv jen úporná snaha o získání okamžitě využitelných výsledků. Ale ty přicházejí také, mnohdy neplánovaně. Takovým příkladem může být vytvoření koncepce

webu a prvního webového prohlížeče v r. 1990. První dotyková obrazovka byla vyvinuta rovněž v CERNu. Pravdou ovšem je, že špičková věda vyžaduje značné investice. To vyžaduje relevantní a stabilní podporu vyplývající z národní politiky.

Diskuse k tomuto, ač ne bazálnímu tématu projektu Poznej tajemství vědy, byla až nečekaně živá, pochopitelně názorově různorodá. Přinesla však mnoho podnětných otázek, na které je nutno nacházet odpovědi:

1. Co ovlivňuje nejintenzivněji člověka v dětství pro jeho další život a profesní působení?
2. Co dětskou duši podněcuje ve prospěch vědy?
3. Jakou stopu pro budoucí profesi žáka zanechají učitelé?
4. Jakou roli mají rodiče na formování zájmu o povolání?
5. Jaké vlastnosti by měly charakterizovat vědce?
6. Potřebuje věda marketingovou podporu?
7. Co je společenským smyslem vědy?
8. Existují limity vědce a limity vědy?

Na obr. č. 1.5 je snímek planety Země ze vzdálenosti 150 000 km. Na obrázku možno rozlišit Afriku, Arabský poloostrov a část Evropy.

Tématika Země jako naší rodné planety je nám blízká, neboť na ní žijeme a řadu přírodních procesů můžeme pozorovat přímo jako svědci událostí a nepotřebujeme k tomu vždy sofistikované instrumentální techniky. Zdálo by se proto, že o naší Zemi víme všechno. Přijetí takového postulátu by bylo ovšem nejen mylné, ale pro další fungování lidské společnosti přímo osudné.

Vždyť Země je nejen planeta živá, ale také planeta živých tvorů. Je zdrojem surovin, které člověk ke svému životu potřebuje, a je také zdrojem naší obživy a existence ekosystémů, na kterých je závislá i naše samotná existence.

Známe stavbu našeho zemského tělesa? Dnes možno říci, že v hrubých rysech známe. Vývoj naší planety dospěl k vytvoření představy vícevrstvé stavby (slupkovitá struktura podobná cibuli), přičemž jednotlivé vrstvy – geosféry – se odlišují svými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Rozhraní mezi jednotlivými vrstvami, na kterých se prudce mění vlastnosti materiálu (hornin), neznáme z přímých pozorování, ale lze

Obr. 1.5 Modrá planeta Země s bílými skvrnami mraků. Zdroj: http://solarviews.com

je nepřímo sledovat pomocí průběhu uměle vytvořených zemětřesných (seismických) vln. Snahou geologů je ověřit prvou zónu diskontinuity, tzv. Moho plochu mezi zemskou kůrou a svrchním pláštěm. Prvý, tzv. velmi hluboký vrt dosáhl hloubky cca 12,5 km a poté havaroval. Je snaha formou mezinárodní spolupráce dosáhnout tohoto cíle a ověřit, nakolik platí současné modely, objasňující výše uvedené změny vlastnosti hornin na této hloubkové úrovni. Jde o velmi komplikovaný projekt, navíc finančně velmi náročný, jež je srovnáván s cestou člověka na Měsíc. Jeho uskutečnění přinese nové informace o fyzikálněchemických a strukturálních poměrech nejsvrchnější „slupky" Země a přispěje k bližšímu pochopení evoluce zemského tělesa a metabolismu zemské kůry. Vzhledem k tomu, že tato svrchní geosféra je zdrojem většiny surovinových a energetických zdrojů, má tato výzkumná aktivita kromě badatelského i ryze aplikativní rozměr.

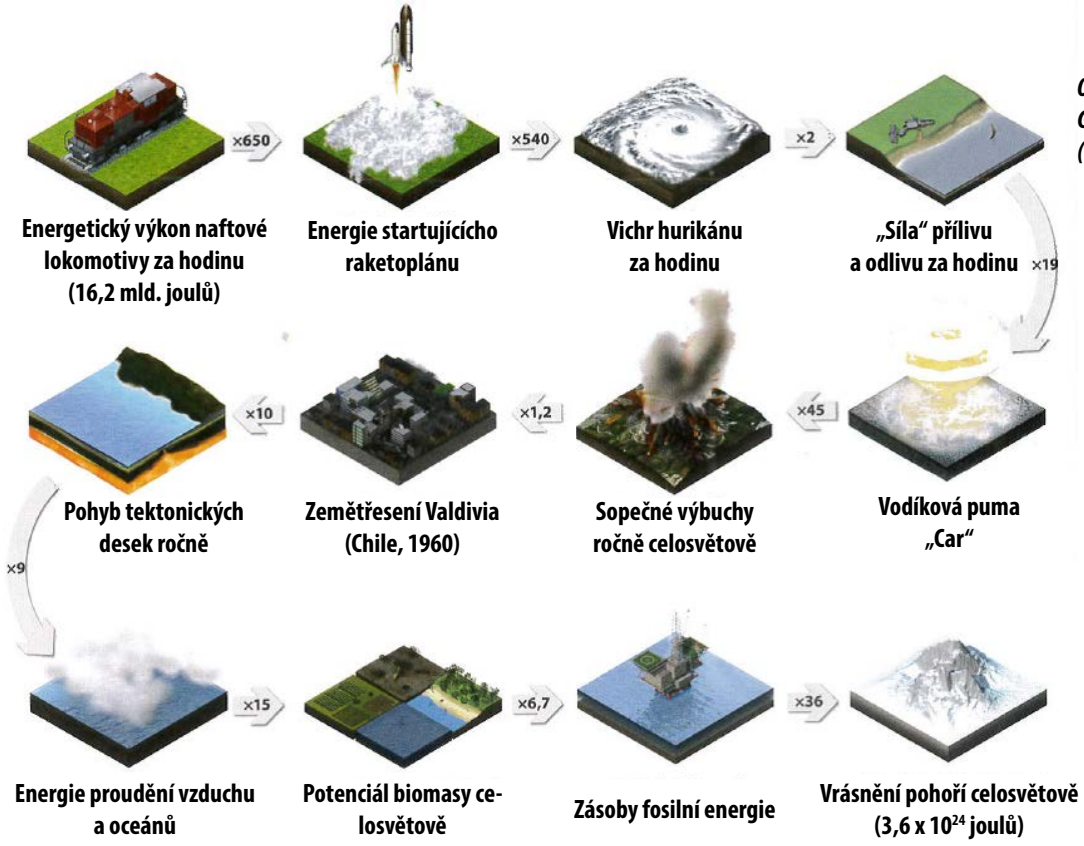
V posledních desetiletích minulého století jsme se přesvědčili, že zemská kůra není útvarem stejnorodým, ale že se rozpadá na řadu oceánských a kontinentálních (litosférických) desek (bloků). Tyto desky se vzájemně posouvají. Tento pohyb byl nazván kontinentální drift. Hlavní slovo ve prospěch pohybu kontinentů v současné době i v minulosti mělo podrobné studium mořského dna i pomocí GPS. Vznikla tak nová revoluční teorie vývoje naší planety. Byla již mnohokrát v praxi ověřena a je dnes všeobecně akceptována. Poznání principu mechanismu rozšiřování mořského dna, vzniku nové mladé oceánské kůry a zániku starší oceánské kůry pod kontinenty přispělo mj. k pochopení tak závažných přírodních jevů, jakými jsou např. zemětřesení a vulkanická činnost.

Pochopení principů dynamiky vývoje zemského tělesa a možnost sledování některých jeho procesů díky moderním komunikačním technologiím formou on-line přimělo nejen odborníky, ale i širokou veřejnost k zamyšlením se nad nimi. Je to pochopitelné, neboť mnohé tyto jevy přímo a mnohdy drasticky ovlivňují život lidské populace. Nazýváme je zpravidla anomálními přírodními jevy, z nichž některé mají katastrofický charakter (zemětřesení, sopečná činnost, sesuvy, tsunami, turbulentní jevy v atmosféře aj.). Jde o to, že nového významu nabývají tyto jevy zejména s ohledem na strmý růst lidské populace v posledních desetiletích a relevantní rozvoj infrastruktury. Katastrofické jevy tak mohou způsobit (a způsobují) značné materiální škody i škody na lidských životech.

Na druhou stranu si člověk zřejmě poprvé uvědomuje, jaké síly a jaká energie je uvolňována při těchto procesech. Názorně to ukazuje obr. č. 1.6. Obrázek evokuje i otázku, kam až z tohoto pohledu sahají možnosti člověka. Není zde z pochopitelných důvodů zařazen možný dopad mimozemského tělesa, což se rovněž stává výzkumným problémem současnosti.

Ilustrace na obrázku převádí jednotlivé jevy na jednotky práce (jouly) a prezentuje tak zajímavá a srozumitelná srovnání: začíná hodinovou energetickou náročností nákladní lokomotivy, která odpovídá roční spotřebě elektrického proudu ve čtyřčlenné domácnosti. Následující veličiny jsou vyjádřeny jako násobky základních hodnot: startující raketoplán spálí 650x více paliva, ale teprve 540 souběžně pracujících vesmírných lodí by spotřebovalo tolik energie, jakou vyvine během jediné hodiny hurikán ve formě silného větru, zhruba 5,4 biliardy joulů. Při současných cenách elektřiny na evropských trzích by 60 minut vichřice přišlo asi na 350 mil. eur, 8,75 mld. korun.

Pravděpodobně největší síla, kterou člověk dokázal vyvinout, měla ničivou povahu. Sovětská



Obr. 1.6
Globální měření sil (GER 09/11)

vodíková puma nazvaná Car a odpálená r. 1961 uvolnila více než 200 biliard joulů. Ale 50x silnější bylo zemětřesení, které postihlo Chile v r. 1960. A víme dobře, že se nejednalo zdaleka o nejsilnější zemětřesení, jaké z historie známe.

Mnohem větší množství energie ale příroda člověku nabízí v „použitelném balení“: ve formě proudění vzduchu, nebo vody v oceánech, v podobě biomasy z organických materiálů. A v součtu stále ohromnou zásobu – vázanou ve fosilních palivech.

Vědecké disciplíny, které se zabývají studiem Země a nebeských těles, se začaly tvořit už ve velmi dávných dobách, o čemž je dostatek důkazů. Je proto logické, že s pokrokem vědy je v poznání přírody nahromaděno obrovské množství informací, což vede k nutnosti jejich třídění a pochopení vzájemných vazeb mezi nimi. Hlavním úkolem vědy v současnosti je, kromě poznání detailů v jednotlivých vědních oborech, praktikovat tzv. celostní (holistický) pohled na přírodu. Ten umožní získat věrohodné a mnohdy nečekané informace o jedinečném systému, kterým je naše planeta Země. Máme k tomu kvantum naměřených dat, odebraných z jejího povrchu i z vnějšího prostředí Země díky lidským sofistikovaným aktérům, vyslaným do okolí planety Země, či na jiné extraterestrické objekty naší Sluneční soustavy. Takže co nám v tomto ohledu chybí? Odvaha, vytrvalost a nutné zdroje pro tuto dobrodružnou cestu, která nás ale přes proces poznání (poznej tajemství vědy) povede mj. k takovému „vzorci chování“ člověka, jenž by mu umožnil udržitelný rozvoj. Mnohdy však přání není „otcem myšlenky“, ale především návodem „alokace materiálních statků“ těch, kteří nevyvíjejí snahu o poznání přírody pro veškerou lidskou populaci.

Závislost člověka na přírodě je ukázkou celostního pohledu na tento problém, jak ukazuje současná interpretace environmentálního systému Země. Je zcela nepochybné, že životní prostředí člověka na planetě Zemi je ovlivňováno procesy v atmosféře, litosféře a v hydrosféře, a že tyto procesy mají cyklický průběh. Cyklus vývoje lidstva je historicky i „systémově“ zaklíněn do ostatních přírodních procesů. A je zcela nepochybné, že ony zmíněné přírodní cykly mají vliv na život člověka a jeho životní prostředí. Ale také člověk svým chováním k přírodě ji aktivně ovlivňuje a mění, a to jak v dobrém, tak i ve špatném slova smyslu. Nutno na tomto místě poznamenat, že environmentální systém Země nám ukazuje na vyváženost geologického prostředí a biosféry a na zpětné vazby mezi nimi. Rovnováha velkých geochemických koloběhů je považována za jednu ze základních podmínek nepřerušovaného procesu života na Zemi.

Toho si musíme být vědomi při objevování dalších „nových světů“ na Zemi, to je studia moře a mořského dna a výzkumu tropických deštných pralesů. Oba zcela odlišné typy zemského prostředí přináší převážně nečekané informace jak z oblasti geo, tak i biodiverzity, a ukazují krásu, užitečnost pro člověka, ale i zranitelnost mnohdy unikátních ekosystémů.

Budiž nám útěchou, že některé skutečnosti již považujeme za pochopené a přisuzujeme jim mnohem závažnější význam než v minulosti. Příkladem může být voda, která se stala strategickou surovinou na planetě (Zemi), na které tvoří převahu vůči pevninským formacím na jejím povrchu.

Podobně dnes manipulujeme s pojmem „krajina“ velmi obezřetně, neboť jde o náš „mateřský“ prostor, který jsme s postupem času vybavovali „civilizačními“ prvky.

Projektové aktivity“ Poznej tajemství vědy“ a realizované formy komunikace, uskutečněné mezi jednotlivými aktéry projektu, prokázaly velký zájem všech cílových skupin o problematiku Země, života člověka na Zemi a o behaviorální vztahy generované v minulosti a v současnosti. Některé byly účastníky projektu považovány za tak závažné, že i v tomto stručném hodnocení je jím věnována pozornost formou separátních poznámek.

Závěrem tématiky „Země“ byly diskutovány zejména následující okruhy otázek:

1. Rychlý rozvoj vědeckého poznání o Zemi evokuje nutnost revidovat současný systém výuky učitelů a díky sofistikovaným badatelským metodikám se zaměřit na principiální pochopení závěrů vědy aplikovaných do praxe u žáků a studentů základních a středních škol.

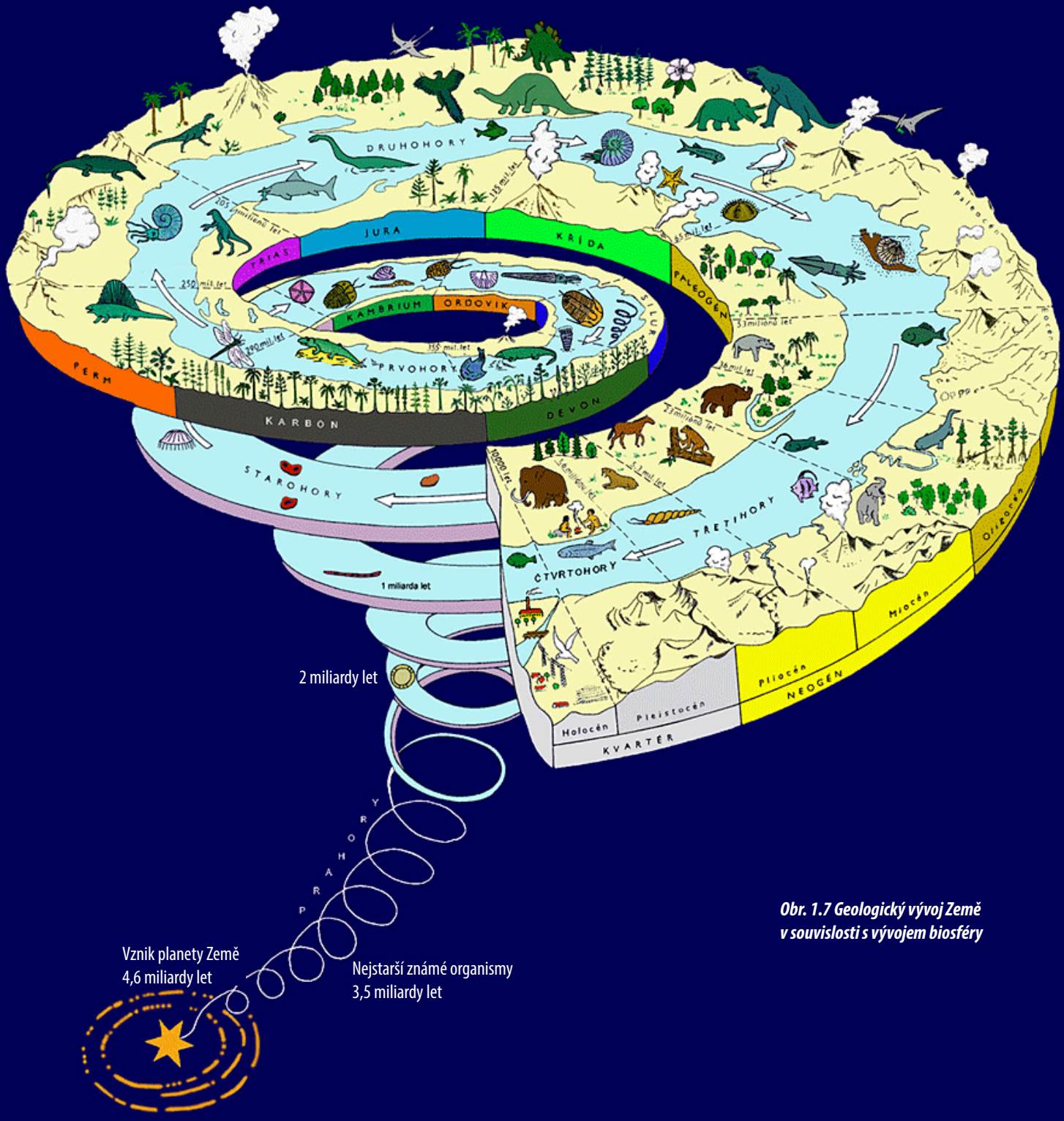
2. Dovybavit laboratoře základních a středních škol relevantními pomůckami pro výuku přírodovědných předmětů, které umožní bazální pochopení fyzikální podstaty světa.

3. Klíčovým činitelem pro „poznání tajemství vědy a přírody“ je učitel. Informační a komunikační technologie a databáze mají zde doplňkový efekt.

4. Do výuky nutno zařadit problematiku bezpečnosti, a to jak vnější, tak vnitřní.

5. Nepodléhejme „falešným prorokům“, kteří z nepochopení principů badatelských výsledků či z jiných (zištných) důvodů mohou u mladého člověka vyvolávat pocity bezvýchodnosti, neúcty či snadného („alternativního“) dosažení cílového výsledku, čehož jsme byli svědky např. ve středověku.

6. Quo vadis sciencia? Jdeme správnou cestou?



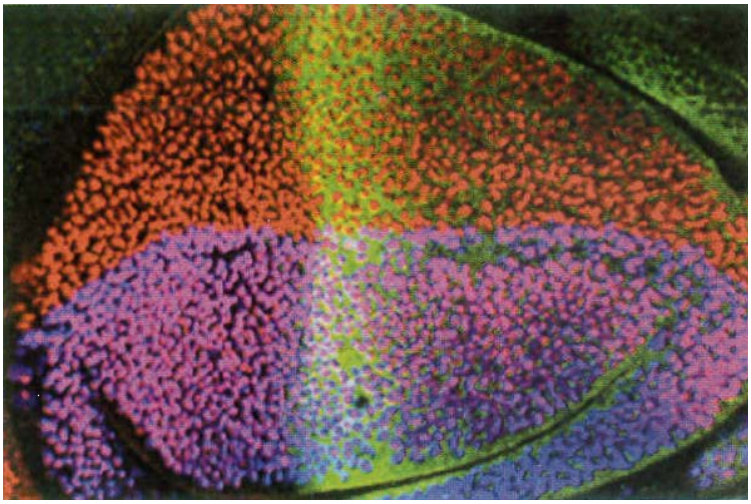
Obr. 1.7 Geologický vývoj Země v souvislosti s vývojem biosféry

1.3 Biosféra

Žijeme. Tento samotný fakt bereme jako samozřejmost. A máme štěstí. Neboť jsme na jediné planetě, na které – alespoň podle dosavadních znalostí – život ve formách, které jsme poznali, existuje. Jedná se proto o tématiku nejen aktuální, ale rovněž atraktivní, neboť obrovskou pestrost živých forem můžeme sledovat buď přímo, stykem s nimi, nebo prostřednictvím fosilií, svědků minulosti. A navíc si člověk uvědomuje, že je součástí tohoto jedinečného fenoménu „život". Ale ne vždy si se stejnou intenzitou zájmu uvědomujeme, že jednotlivá společenství fauny i flory se vzájemně ovlivňují.

Vznik a rozvoj života na Zemi, jak je stručně vyjádřen na obr. č. 1.7, dal možnost vzniku biosféry. Biosféra je ta část naší planety, která má vhodné podmínky pro život a je obývána živými organismy. Slučuje v sobě jak sféru rozšíření organismů, tak i živou hmotu samotnou.

Zatímco vznik života, jak ho dnes chápeme, není dosud vyřešen, výzkum vývoje jednotlivých živých forem dospěl již k mnoha zajímavým a mnohdy nečekaným výsledkům. Darwin vysvětlil mnohotvárnost ve fosilním záznamu a rozmanitost živých organismů jako výsledek dlouhodobě probíhajícího přírodního výběru. Molekulární biologie objasnila, jak je u všech druhů dědičný základ zakódován v molekulách DNA, kterou vytvářejí pouhé čtyři základní složky. Jak se jednotlivé formy vytvářejí a jak probíhala jejich evoluce, nevysvětluje přímo přírodní výběr, ani DNA. Klíčem k pochopení tvarů je vývoj, ontogeneze, jehož prostřednictvím dává jednobuněčné vajíčko vzniknout složitému živočichovi, složenému z mnoha miliard buněk. A ontogeneze je s evolucí úzce spjatá, neboť právě změnami v embryích vyvstávají změny ve formě. Za uplynulá dvě desetiletí se v biologii odhalily a odhalují mnohé nové skutečnosti o neviditelných genech a určitých jednoduchých pravidlech, která určují tvar živočicha i evoluci tohoto tvaru (obr. č. 1.8). Dověděli jsme se např., že tytéž geny, které řídí vytváření hmyzího těla a orgánů, řídí rovněž vytváření těl našich.



Obr. 1.8 Rostoucí křídlo je rozčleněno pomocí různých regulačních proteinů na budoucí plochu povrchu (červená) a spodní (fialová), jakož i na část zadní (vlevo) a přední (žlutá, zelená, vpravo). Každý barevný kroužek je jedno jádro buňky. (Carroll, Sean, B., 2010).

Poznání nedávné i dávné historie naší planety je i klíčem k jejímu inteligentnímu spravování a k jejímu záchování pro lidstvo samotné.

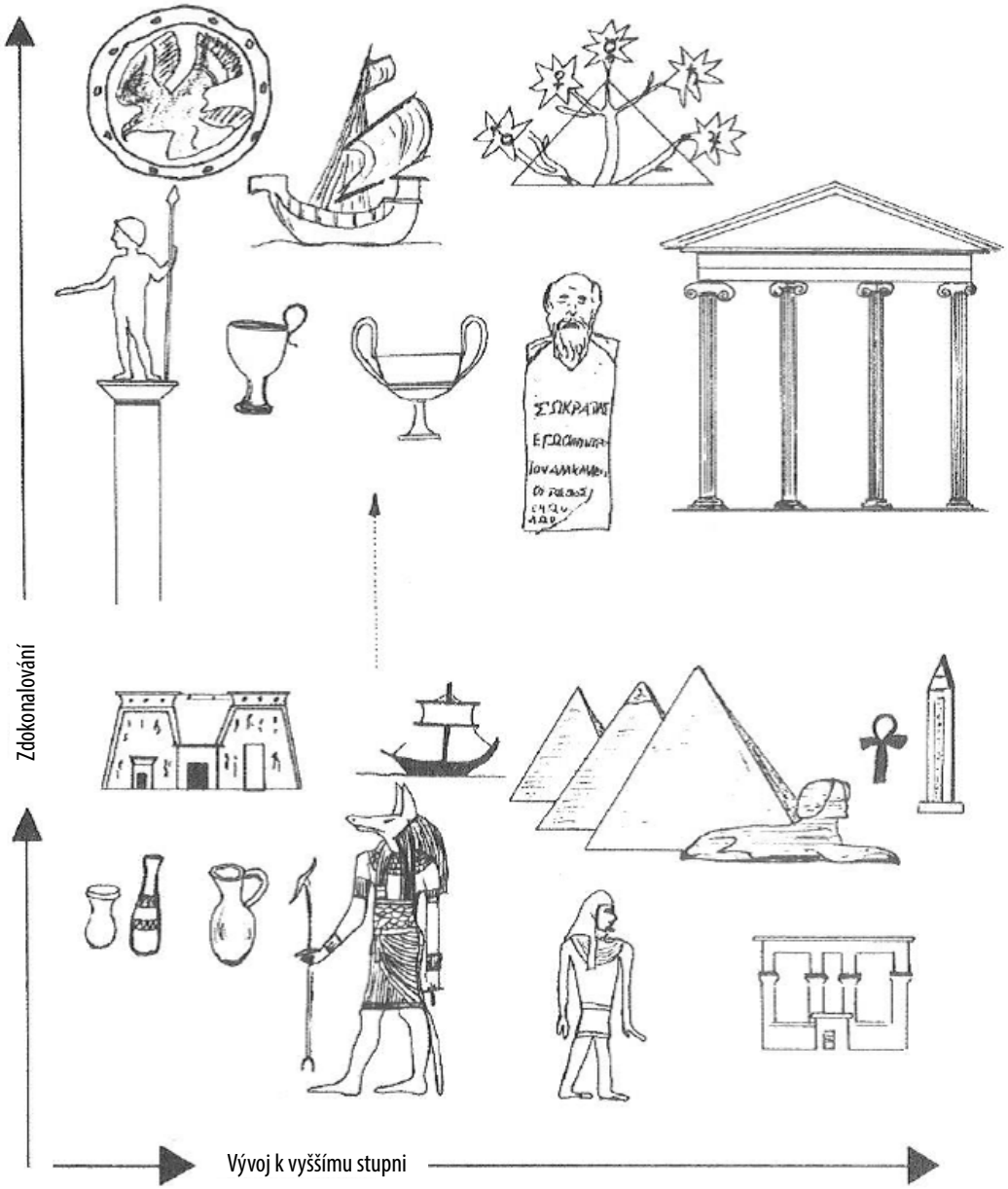
Evoluce člověka včetně jeho kultury a technologie měla a má na biodiverzitu nesmírný dopad. Do prvního roku našeho letopočtu žilo na Zemi cca 300 miliónů lidí. Vzestup se velmi zrychlil s příchodem průmyslové revoluce a kolem roku 1800 už nás byla miliarda. V současné době dosáhla lidská populace cca 7 miliard. Je známo, že i před současným explozivním nárůstem způsobovali lidé se svou kulturou drastické změny všude, kde se usadili.

Hovoříme-li o vlivu lidské kultury, je zapotřebí si tento pojem blíže definovat. Vzdor tomu, že v literatuře nacházíme různorodé vysvětlení, lze se všeobecně shodnout na tom, že za kulturu lze považovat schopnost živého tvora vytvářet pojmový a „technický svět" při vědomé sebereflexi a (vědomé) reflexi okolních objektů.

K základním komponentům každé kultury patří:

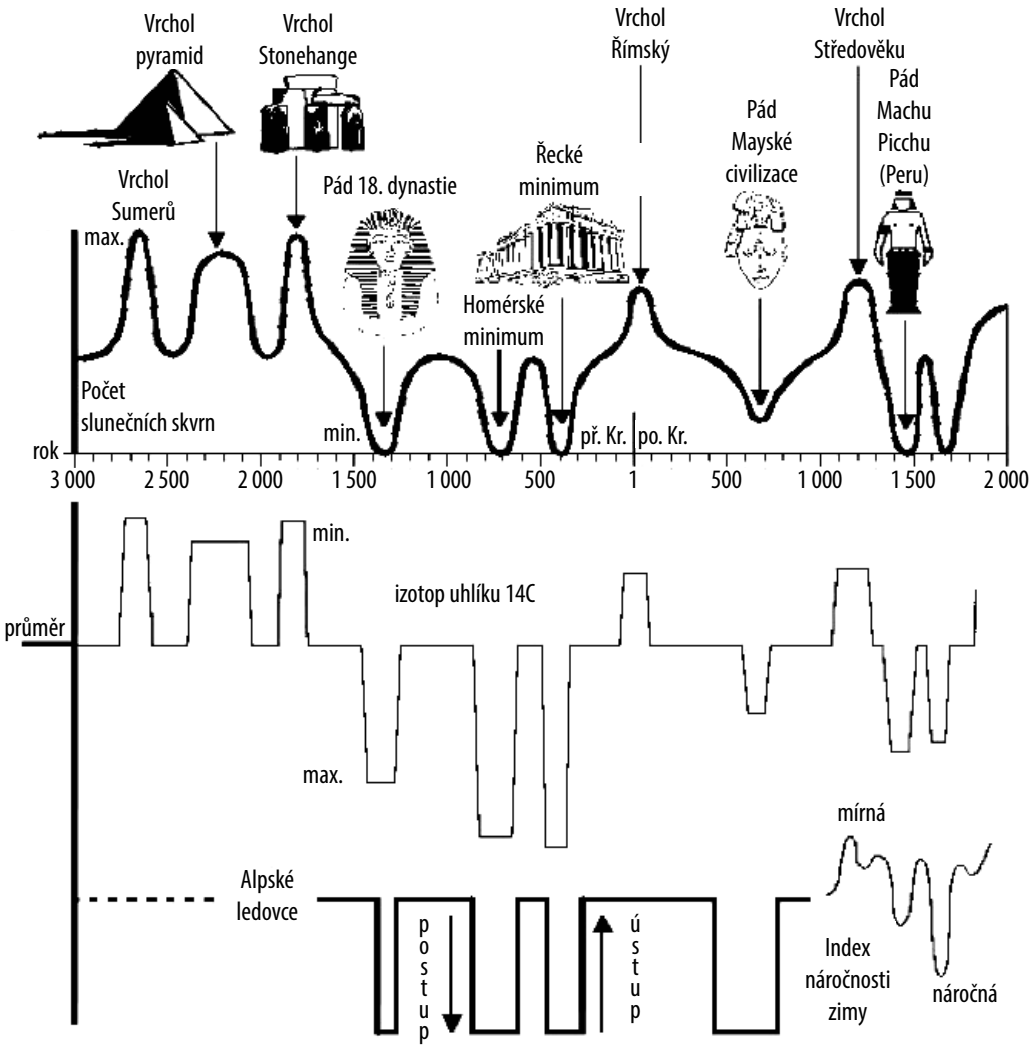
1. Záměrné plánování a jednání – intencionalita.
2. Prezentace reálného, vnímaného světa včetně vlastního subjektu prostřednictvím abstraktních znaků, které s představovanými předměty a pochody nemusejí být v žádném příčinném vztahu – vytváření symbolů.
3. Předávání osvojených vědomostí dalším subjektům ústní či písemnou formou – vytváření tradic (Wuketits, 2006).

Při porovnání kulturního vývoje k vývoji organickému (obr. č. 9) možno konstatovat, že výsledkem organické evoluce jsou vždy druhy, jejichž příslušníci si spolu vyměňují genetickou informaci, zatímco výsledkem kulturního vývoje jsou kultury, jejichž příslušníci si spolu, nebo s jinými kulturami, vyměňují informaci intelektuální. Vlastní „reprodukční" jednotkou kulturního vývoje jsou ideje, které již nejsou předávány geneticky, nýbrž mohou být poznamenávány na netělesné nosiče (hliněné tabulky, knihy, časopisy, počítačové diskety) a jsou okamžitě srozumitelné každému, kdo zná jejich konkrétní jazyk nebo písmo. Znamená to, že kulturní vývoj má mnohem rychlejší průběh, než vývoj organický, a že informace nepředává jen jedna generace druhé, ale mají k nim přístup, zejména díky moderním médiím, miliony jednotlivců najednou. Rozhodujícím předpokladem pro vznik a rozvoj kultury je utváření společenství. Proto se vždy hovoří o socio-kulturním vývoji, který v časové řadě historie vykazuje známky pokroku.



Obr. 1.9 Kulturní vývoj v analogii k organické revoluci. Vývoj té či oné kultury (např. staroegyptské) by zde probíhal jako proces zdokonalování. Po zániku této kultury by ale nastoupila kultura nová, vyšší (např. řecká), která opět projde procesem zdokonalování, poté zanikne a udělá místo nové (opět vyšší) kultuře. (Wuketits, 2006)

Výsledkem kulturního vývoje lidstva je přes tři tisíce různých kultur, aniž bychom počítali ty zaniklé. Řada z nich zanikla v relativně krátkém čase. Příčiny vymírání kultur jsou různé. Velmi inspirativní je v tomto ohledu obr. č. 10. Měli bychom se vyvarovat toho, abychom podle měřítka „západního pokroku“ posuzovali civilizace, které je zapotřebí posuzovat jinak. Naše západní měřítko se pro všechny národy naší planety nehodí. Skutečnost známou z historie, že prudší změna životních podmínek může mít pro národy katastrofické důsledky, lze pozorovat markantně i dnes na celé planetě.



Obr. 1.10 Piktogramy velkých civilizací. Pod nimi křivky míry sluneční aktivity reprezentované slunečními skvrnami, koncentrace organického C14 a křivka chladných období https://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2013/07/kepler-trigon-ii1.jpg

Příkladem může být rozvoj masové turistiky, která spontánně přispívá k zániku sociální a kulturní identity „původního“ obyvatelstva. Zatímco různé národy a kultury potkal tragický osud, protože byly přinuceny vzdát se svých životních podmínek a svého způsobu života, existovala i řada národů, které byly přímo vyhubeny.

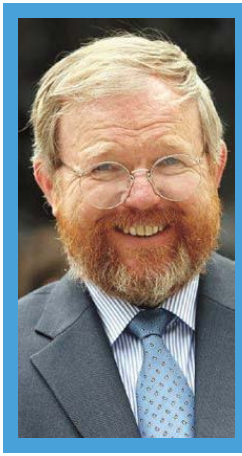
Kulturní dějiny lidstva nereprezentují lineární proces. Naopak, jejich průběh je bouřlivý, v mnohých případech katastrofický. Nejlépe to dokládají války. V průběhu cca 5600 let, to je doba průběžně odpovídající historickému vývoji vyspělých kultur, došlo k 3500 válečných střetů různého rozsahu. Výsledkem byly 3,5 mld. mrtvých lidí, kteří byli zabit buď přímo v boji, nebo zemřeli na následky válek (epidemie, hladomor). Války evidentně zaměstnávají nezvykle velkou část lidstva. Víme, že ani příroda se nechová vůči svým subjektům vlídně, že jednotlivé živé formy spolu zápasí v konkurenčním boji. Žádnému druhu se ale nepodařilo bojovat proti příslušníkům vlastního druhu tak důmyslnými metodami a systematicky. Války maří lidské životy, mrzačí lidi. Mimoto pustoší krajinu, lesy, zvířata i rostliny. Ke katastrofě planetárního rozměru možno přirovnat hrozbu systematického ničení ekologických cyklů. Člověk narušuje křehkou rovnováhu mezi ekosystémy, aniž si je vědom důsledků těchto aktivit. Kácení tropických pralesů, vypouštění škodlivých látek do ovzduší, znečišťování hydrosféry, hromadění odpadů a jednostranné využívání zemědělské půdy, to jsou jasné znaky spirálovitě se rozšiřujícího konzumu, které ale nesplňují podmínky udržitelného rozvoje.

Problém, s nímž jsme konfrontováni, spočívá v tom, že vědeckotechnicky podmíněné chápání pokroku trpí nedostatkem základních plavidel antropologicko-etických. Jinak řečeno, pokrok nelze hodnotit pouze podle množství nových informací, které věda vyprodukuje. Měli bychom docílit toho, aby se spolu s vědeckými poznatky rozvíjely také rozum a moudrost, mravnost a odpovědnost. Nejde přitom o myšlenky nové. Inspirací k pochopení našich současných problémů můžeme nalézt už v období, které německý filosof Karl Jaspers nazval dobou osovou, která se stala klíčovou etapou pro duchovní rozvoj lidstva. Byla to doba zrodu velkých světových tradic, které lidstvu dodnes poskytují duchovní potravu: konfuciánství a taoismus v Číně, hinduismus a budhismus v Indii, monoteismus v Izraeli a filosofický racionalizmus v Řecku. Byla to doba Buddhy, Sokrata, Konfucia, Jeremiáše, staroindických mystiků, doba Mencia a Euripida. Během té doby razili tito duchovní a filosofičtí géniové cestu zcela nové lidské zkušenosti. Dodnes nám ukazují, jak by lidská společnost měla vypadat a jak by měla žít. Tento odkaz bychom si měli připomínat zejména v současné době, kdy jedním z vůdčích témat „civilizované“ části lidské společnosti jsou globální změny (GZ).

Jde o soubor socio-ekonomických změn, které přetváří fungování Země jako ekosystému v planetárním měřítku. Pojem globální změny je v současnosti v centru pozornosti jak odborné, tak i laické veřejnosti. Stal se nejen ekologickým, sociologickým a technickým problémem současnosti, ale má i výraznou politickou dimenzi s globálním dosahem. Politická stránka tohoto tématu významně ztěžuje racionální rozhodování o tomto fenoménu.

GZ mají dopad nejen na přírodu, ale i na lidskou společnost. Ta se totiž stala jednou z hnacích sil globální změny a naopak GZ působí na lidskou společnost. Změny klimatu a ekosystémů významně ovlivňují služby, které přírodní prostředí lidem poskytuje. Tím je rovněž ovlivňována míra lidského blahobytu. Aktivity, které jsou v rámci socio-ekonomického segmentu rozvíjeny, se zaměřují na identifikaci zranitelnosti sociálně-ekologických systémů a na kvalitu života člověka vůči globálním změnám.

Důležité je rovněž získání znalostí o možnostech společnosti, jak na GZ reagovat. Ale také o tom, jakou má lidstvo kapacitu pro přizpůsobení se této celoplanetární změně. Prudký rozvoj vědy a techniky v posledních desetiletích nám přinesl mnoho nových, zajímavých a mnohdy překvapivých informací jak o přírodě neživé, tak o živých organismech. Poprvé jsme opustili naši rodnou planetu a stanuli jsme na Měsíci. Přistáli jsme díky vynikajícímu přístrojovému vybavení a znalosti o dynamice nebeských těles na kometě a na Marsu. Tyto moderní lidské artefakty nám přiblížily tyto nové světy, ale současně prokázaly, že budoucnost lidského rodu nespočívá v masivním a trvalém obydlení vhodných objektů naší Sluneční soustavy, ale že se musíme právě díky těmto novým znalostem soustředit na naši rodnou planetu – planetu Zemi. Musíme přijmout takový vzorec chování, abychom umožnili udržet stabilitu zemských ekosystémů, do kterých jako biologický druh patříme. Naplníme tak všeobecně přejatou filosofii udržitelného rozvoje.



NECHŤ JSOU NÁM DOBROU INSPIRACÍ MYŠLENKY BILLA BRYSONA (2003), KTERÉ JSOU VÝSTIŽNÝM ZHODNOCENÍM NAŠÍ EXISTENCE:

„Máme obrovské štěstí, že jsme – my lidé – tady. Získat nějaký způsob života v našem vesmíru je samo o sobě úspěchem. Máme nejen privilegium existence, ale také jedinečnou schopnost ji ocenit a rovněž v mnoha směrech zlepšit. Máme talent, ale teprve jej začínáme chápat. Do tohoto výjimečného postavení jsme dospěli za velmi krátkou dobu. Svým chováním moderní lidské bytosti – lidé se schopností mluvit, vytvářet umělecká díla a organizovat složité činnosti – existují asi jen 0,0001% historie Země. Ale přežít alespoň tak krátkou dobu vyžadovalo téměř nekonečnou řadu šťastných náhod. Jsme skutečně jen na začátku. Jde však o to, abychom zajistili, že nikdy nenajdeme konec. A k tomu budeme potřebovat určitě mnohem více, než jen trochu štěstí.“

VZDUCH

2 VZDUCH

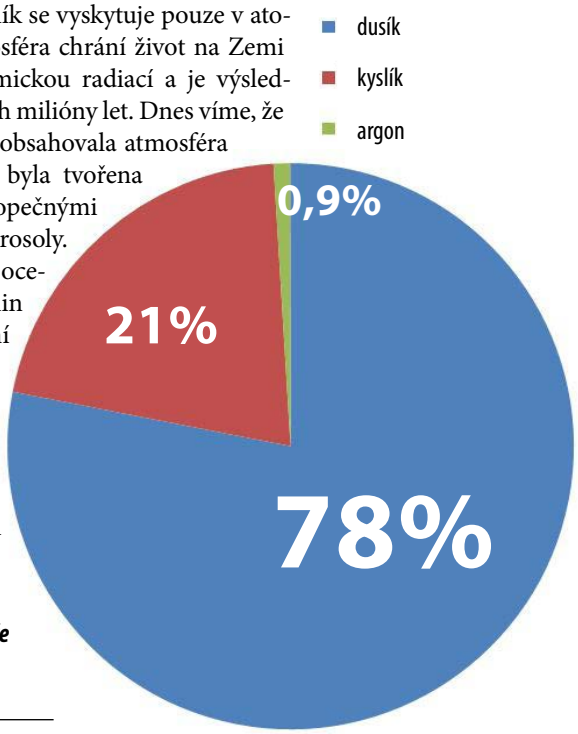
Ing. Pavel Lipina,
RNDr. Radim Tolasz, Ph.D.,
doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D.,

Mgr. Ondřej Kosík,
Mgr. Blanka Krejčí,
Mgr. Miroslav Řepka,
Ing. Martin Stříž,
RNDr. Roman Volný,
Ing. Dušan Židek

Český hydrometeorologický ústav

2.1 Ovzduší

Vzdušný obal Země je označován jako atmosféra, nebo také někdy jako ovzduší. Atmosféra je součástí planety Země, se kterou společně obíhá kolem Slunce a rotuje kolem zemské osy. Jedná se o směs plynů, která má do výšky 100 km od zemského povrchu relativně homogenní složení. Nejvíce zastoupeným plynem (78 %) v suchém vzduchu je dusík (N), s 21 % následuje kyslík (O_2) a dále například argon (Ar), oxid uhličitý (CO_2), neon (Ne), helium (He), metan (CH_4) a další plyny (obr. 2.1). Dusík a kyslík tvoří v atmosféře celkově 99 % objemu suchého vzduchu a v homosféře (do výšky 90 až 100 km nad povrchem) je tento podíl stabilní. Zbytek je vyhrazen ostatním plynům. V nejnižší vrstvě atmosféry, která je označována jako troposféra, nebývá tato směs plynů suchá, její součástí je i vodní pára. Z ostatních plynů se s výškou mění hlavně zastoupení ozonu (O_3), oxidu uhličitého (CO_2) a vodní páry (H_2O). Nad hranicí homosféry[1] postupně klesá podíl dusíku a roste podíl kyslíku, vodíku a hélia. Ve výšce nad 200 km už je v atmosféře více kyslíku než dusíku a kyslík se vyskytuje pouze v atomární podobě. Atmosféra chrání život na Zemi před sluneční a kosmickou radiací a je výsledkem procesů trvajících milióny let. Dnes víme, že před 800 milióny let obsahovala atmosféra jen 0,1 % kyslíku a byla tvořena hlavně jedovatými sopečnými plyny a různými aerosoly. S rozvojem života v oceánech a oxidací hornin se postupně složení atmosféry měnilo až do dnešní podoby, kdy mají jednotlivé vrstvy atmosféry různé ochranné funkce nutné pro existenci života na Zemi.



Obr. 2.1 Složení suchého vzduchu v atmosféře

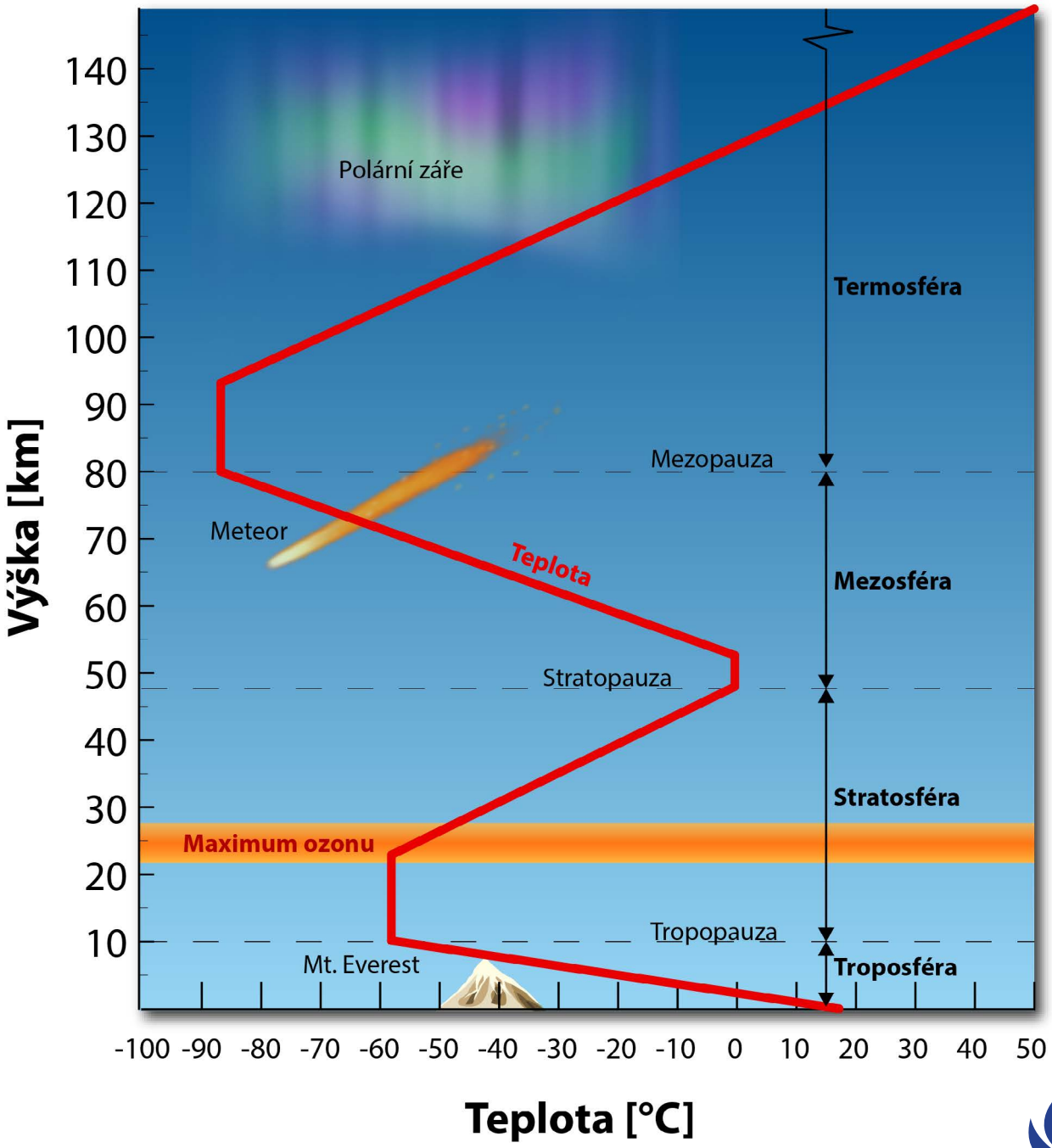
[1] *Homosféra je část atmosféry Země, v níž se s výškou složení mění jen minimálně.*

Obr. 2.2 Oblačnost nad Ostravskem Foto: Pavel Lipina

Hustota a tlak vzduchu s výškou klesají. U hladiny oceánu je tlak vzduchu 1013 hPa a s výškou postupně klesá o 1 hPa na každých 8 metrů. Této hodnotě se říká barický stupeň a lze ji využít k přibližnému přepočtu tlaku vzduchu z hodnot přepočtených nebo naměřených u hladiny moře až do výšky 500–600 m n. m. Pokles tlaku je v atmosféře se vzdáleností od zemského povrchu velmi rychlý, už ve výšce kolem 5 km se tlak pohybuje jen kolem 500 hPa. Na nejvyšším vrcholu Země (Mt. Everest v Himálaji) ve výšce 8848 m n. m. se tlak vzduchu pohybuje do 300 hPa. Celých 75 % hmotnosti atmosféry se nachází do výšky 11 km.

Podle změny teploty vzduchu s výškou rozdělujeme atmosféru na jednotlivé základní vrstvy (obr. 2.3). Postupně od zemského povrchu jsou to troposféra, stratosféra, mezosféra, termosféra a horní hranice atmosféry je v exosféře. Troposféra je nejdůležitější vrstvou, která se nachází u zemského povrchu a sahá v průměru do výšky 11 km. Vlivem rotace Země je její výška v oblasti zemských pólů kolem 8 km a v oblasti rovníku až 18 km. Základní charakteristikou troposféry je pokles teploty vzduchu s výškou, průměrná teplota atmosféry u zemského povrchu je 15 °C. Někdy bývá tato oblast označována jako kuchyně počasí, protože v ní probíhají všechny základní meteorologické procesy a jevy. Troposféra je jedinou částí atmosféry, která obsahuje vodu. Od stratosféry odděluje troposféru tzv. tropopauza, jejíž výška se mění v průběhu roku v závislosti na teplotě zemského povrchu, na zeměpisné šířce i na aktuálním rozložení tlaku vzduchu. V blízkosti tropopauzy se v některých oblastech vykytuje rychlé proudění vzduchu, tzv. jet stream, který může být nebezpečný pro leteckou dopravu. Teplota vzduchu v troposféře postupně klesá až na –60 °C v oblasti tropopauzy a ve stratosféře teplota s výškou narůstá až k 0 °C na její horní hranici, která se nachází ve výšce kolem 50 km. Uvnitř stratosféry ve výškách od 20 do 30 km je zvýšené množství ozonu (O_3), které zachycuje škodlivé ultrafialové záření. Tuto vrstvu označujeme jako ozonosféru. Od 50 do 80 km nad zemským povrchem se nachází mezosféra, která je nejchladnější vrstvou atmosféry. Teplota v ní postupně klesá až na –100 °C. Naopak nejteplejší vrstvou atmosféry je termosféra ve výškách od 80 km do 700 km, kde může teplota stoupat až nad 1000 °C. Nad termosférou přechází atmosféra do nejvyšší vrstvy, tzv. exosféry, která postupně přechází do volného kosmického prostoru. Horní hranice atmosféry není jasně stanovena.

Obr. 2.3 Vertikální profil atmosféry

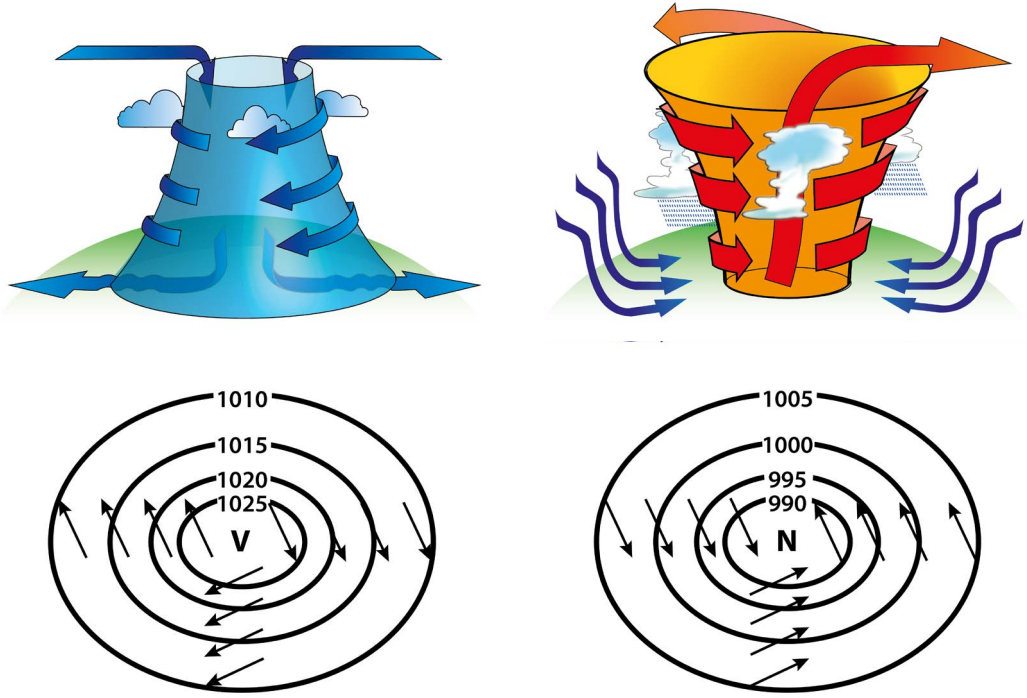


2.1.1 Sluneční záření

Slunce je zdrojem elektromagnetického záření, které dopadá na horní hranici atmosféry. Intensitu tohoto záření charakterizuje tzv. solární konstanta, což je množství elektromagnetického záření dopadajícího na horní hranici atmosféry při střední vzdálenosti Země od Slunce na jednotkovou plochu kolmou ke slunečním paprskům. Hodnota solární konstanty je 1366 W.m-2. Sluneční záření je záření krátkovlnné a je v atmosféře z části rozptylováno, pohlcováno a odráženo na molekulách plynů a na pevných příměsích (aerosolech). Jeho část však dopadá až na zemský povrch, kde se částečně odráží a částečně přeměňuje na dlouhovlnné tepelné vyzařování. Schopnost zemského povrchu odrážet krátkovlnné sluneční záření se nazývá albedo (poměr odraženého a dopadajícího záření). Albedo se mění v závislosti na typu povrchu a úhlu dopadu záření a bývá udáváno v procentech. Čerstvý sníh může odrážet až 90 % dopadajícího slunečního záření, suchý písek 40 %, louky a pastviny 15 %, les 10 % a nejméně odráží dopadající sluneční záření vodní plochy, které mají albedo jen kolem 5 %. Množství slunečního záření v atmosféře kolísá nejen v závislosti na slunečních cyklech, ale i na roční a denní době, vlhkosti a průzračnosti atmosféry. Dlouhovlnné tepelné vyzařování zemského povrchu tak ohřívá přízemní vrstvu atmosféry více přes den a v létě, méně v noci a v zimě. Část tepelného vyzařování je v atmosféře pohlcována skleníkovými plyny, které část tepla vrací zpět k zemskému povrchu. Tento jev, označovaný jako skleníkový efekt, otepluje přízemní vrstvu atmosféry až o 33 °C.

2.1.2 Tlak vzduchu a vítr

Hustota a tlak vzduchu jsou v přízemní vrstvě atmosféry ovlivňovány slunečním zářením, tepelným vyzařováním a typem zemského povrchu. Nad teplejším povrchem se vrstva vzduchu ohřívá, rozpíná, snižuje hustotu a vytváří tak oblast s nižším tlakem, kde vzduchové hmoty mají tendenci stoupat do výšky. Naopak u chladnějších povrchů se ochlazuje i přízemní vrstva vzduchu, která tak zvyšuje hustotu a hmotnost a má tendenci klesat. Vytváří se oblasti s vysokým tlakem vzduchu. V oblastech s vysokým tlakem (tlakové výše, anticyklóny) převládá sestupné proudění vzduchu a od středu tlakové výše se vzduch „rozlévá“ do stran směrem k nižšímu tlaku (obr. 2.4a). V tlakových nížích (cyklóny) převládají vzestupné pohyby vzduchu, při kterých může docházet ke kondenzaci vodní páry na vodní kapky a vzniku oblačnosti (obr. 2.4b).



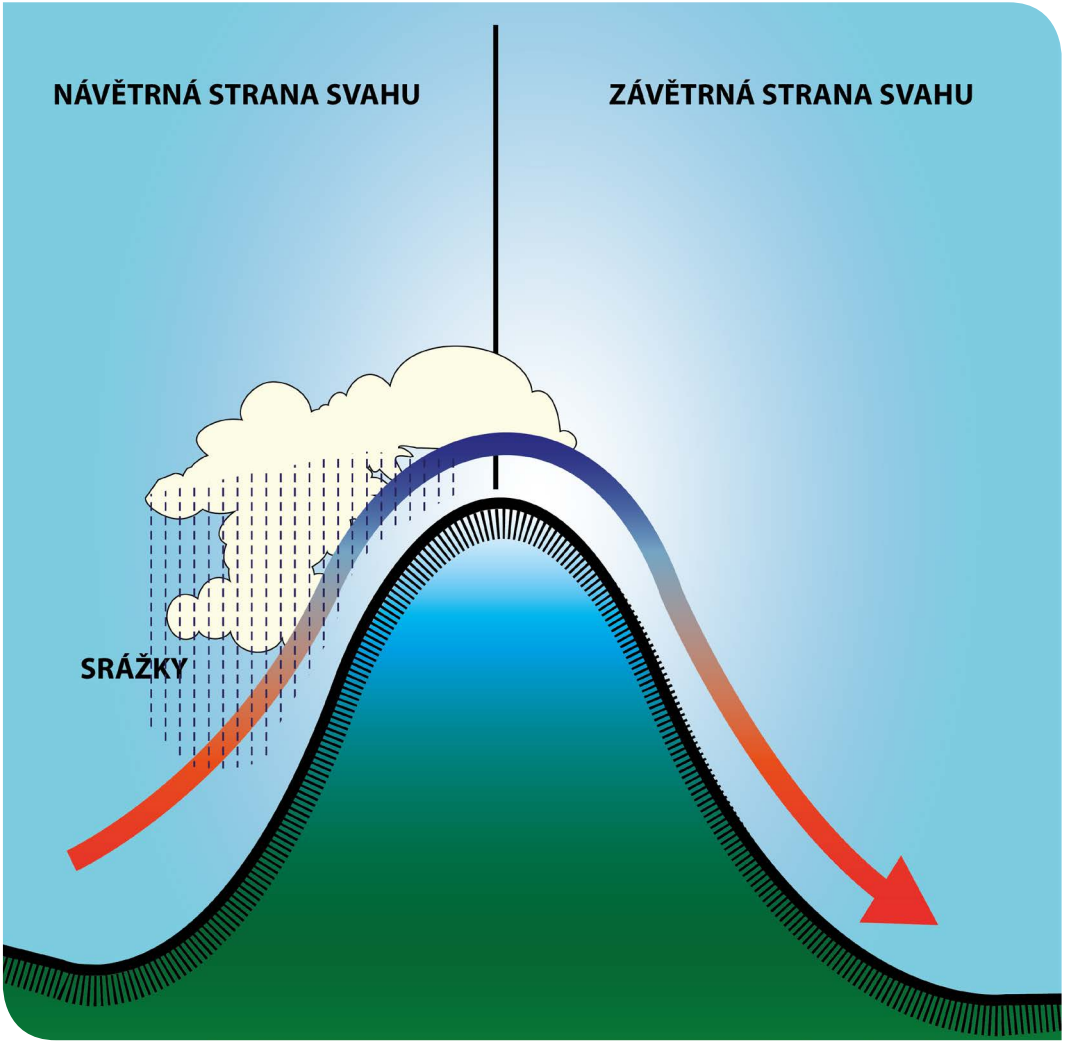
Obr. 2.4a Proudění v tlakové výši

Obr. 2.4b Proudění v tlakové níži

V teplých tropických oblastech kolem rovníku se zemský povrch ohřívá a stoupající vzduchové masy vytvářejí pás nízkého tlaku vzduchu s intenzivním vývojem oblačnosti a srážek. Tento vzduch se postupně ochlazuje a v subtropických oblastech kolem 30° severní i jižní zeměpisné šířky klesá zpět k zemskému povrchu, kde vytváří oblasti s vysokým tlakem vzduchu, ze kterých se vzduch rozlévá zpět k rovníku i do mírných šířek. Kolem rovníku se tak uzavírá cirkulace vzduchu v tzv. Hadleyho buňce. Na sever a na jih od 30° severní i jižní zeměpisné šířky směrem k zemským pólům se vzduch mírného pásma potkává s polární vzduchovou masou postupující od pólů, stoupá po polárním vzduchovém rozhraní a uzavírá mezi 30 a 60° proudění v tzv. Ferrelově buňce. Tato výměna vzduchu mezi tlakovými útvary probíhá vždy směrem od vysokého k nízkému tlaku vzduchu silou horizontálního tlakového gradientu, ne však přímočaře. Na pohybující se vzduch působí další síly, které jeho dráhu zakřivují. Jde hlavně o sílu tření a tzv. sílu zemské rotace (Coriolisova síla). Výsledkem je vychýlení směru vpravo od směru pohybu na severní polokouli a vlevo od směru pohybu na jižní polokouli. Přízemní proudění vzduchu v Hadleyho buňce od obratníků k rovníku směřuje od východu na západ (severovýchodní pasáty na severní a jihovýchodní pasáty na jižní polokouli) a v mírném pásu ve Ferrelově buňce převládá západní proudění (jihozápad na severní a severozápad na jižní polokouli).

Tato všeobecná cirkulace vzduchu bývá běžně narušována prouděním v tlakových útvarech, prouděním podél atmosférických front nebo místními cirkulačními systémy. Z tlakové výše proudí vzduch na severní polokouli ve směru hodinových ručiček, na jižní polokouli proti směru. Do tlakové níže proudí vzduch na severní polokouli proti směru hodinových ručiček, na jižní po směru. Postupující atmosférické fronty vytlačují vzduch po svých rozhraních nahoru a do stran. Místní větry vznikají zpravidla vlivem nestejnoměrného ohřívání různých typů povrchů nebo přetékáním pohybujícího se vzduchu přes horské překážky. Nejznámějším typem místního větru je fén, který vzniká v případě, že se vlhký vzduch na návětrné straně horských masívů zbaví vlhkosti (vyprší se) a přináší tak za horskou překážku suché a teplejší proudění (obr. 2.5). Fén se pravidelně vyskytuje ve Švýcarsku a v Rakousku v závětří Alp nebo v severní Americe za pásmem Skalistých hor. Pokud se za horskou překážkou hromadí studený a těžký vzduch, který poté rychle přeteče přes hory do údolí, hovoříme o tzv. bóře. Tyto studené větry získávají v údolích velkou sílu. Vyskytují se například na pobřeží Jaderského moře, jako proudění od dalmatských hor, nebo v údolí Rhóny při sestupu studeného vzduchu z Alp (zde je bóra označována jako mistrál). Bríza (brízové proudění) vzniká na rozhraní pevniny a vodní plochy (např. na mořských pobřežích, nebo u velkých jezer). V průběhu dne se ohřívá pevnina rychleji než vodní plocha, vzniká oblast

nízkého tlaku a stoupavé proudění nad pevninou, které nasává vlhký a chladnější vzduch od vody. Denní bríza tak příjemně ochlazuje rozehřáté pobřeží. V noci se pevnina rychleji ochladí a oblast nízkého tlaku vzniká nad vodní plochou. Vzduch tak proudí od pevniny k vodní ploše a jedná se o suchý a teplý vánek. Na podobném principu, ale ve větším měřítku, vznikají i letní a zimní monzuny například v jihovýchodní Asii. V létě přináší monzun nad pevninu vlhký vzduch z jihu z oceánu, který se v horských oblastech ochlazuje a přináší velké srážky. V zimě naopak monzunové proudění vysušuje pobřežní oblasti prouděním suchého vzduchu z pevniny.



Obr. 2.5 Příklad místního proudění přes horskou překážku (fén)

2.1.3 Srážky

Voda se v atmosféře vyskytuje ve všech třech skupenstvích – v plynném jako vodní pára, v kapalném jako vodní kapky a v pevném jako sněhové vločky nebo ledové útvary. Zdrojem vodní páry v atmosféře je hlavně vypařování (evaporace) z vodních ploch a transpirace rostlin. Výpar z vodní hladiny závisí na teplotě, tlaku a vlhkosti okolního vzduchu. Při dané teplotě a tlaku vzduchu může vzduch pojmout jen určitě maximální množství vodní páry. Teplý vzduch potřebuje k nasycení více vlhkosti než vzduch studený, může tedy obsahovat více vlhkosti. Pokud se nasycený vzduch ochlazuje (například při stoupání na frontálním rozhraní nebo přes horskou překážku), dochází ke kondenzaci a vzniku vodních kapek v atmosféře. Podmínkou vzniku vodní kapky je přítomnost pevných částic (aerosolů) v atmosféře. Těmito kondenzačními jádry mohou být prachová nebo pylová zrna, částice vulkanického popela, nebo krystalky solí unášené větrem z hladiny oceánu. Shluky vodních kapek v atmosféře vytvářejí oblačnost, která je viditelná pouhým okem (na rozdíl od vodní páry, kterou můžeme sledovat a zaznamenávat pouze v infračervené oblasti například z meteorologických družic).

Oblačnost může být vysoká, střední, nízká, nebo taková, která má výrazný vertikální rozsah. Vysoká oblačnost je zpravidla tvořena tenkými vrstvami ledových krystalků ve výškách nad 6000 metrů. Podle tvaru rozeznáváme řasy (cirrus), řasové kupy (cirrokumulus) a řasové slohy (cirrostratus). Ve středních výškách od 2000 do 6000 metrů je oblačnost tvořena směsí vodních kapek, přechlazených vodních kapek a ledových krystalků. Podle tvaru rozeznáváme vyvýšenou kupu (altocumulus) a vyvýšenou slohu (altostratus). Základna nízké oblačnosti zpravidla nepřekračuje výšku 2000 metrů. Jedná se o dešťovou slohu (nimbostratus), slohovou kupu (stratocumulus) a slohu (stratus). Vertikálně rozsáhlá oblačnost má zpravidla plochou základnu ve výškách do 2000 m, ale mohou zasahovat až do výšky několika kilometrů. Podle tvaru rozeznáváme kupu (cumulus) a bouřkovou kupu (cumulonimbus).

Obr. 2.6a Příklady oblačnosti – řasy
Foto: Radim Tolasz

Jednotlivé typy oblačnosti jsou utvářeny aktuálními podmínkami v atmosféře a mohou tak dobře sloužit pro popis těchto podmínek i pro odhad vývoje počasí v nejbližších hodinách. Například postupně houstnoucí řasy signalizují příchod teplé fronty (obr. 2.6a), dešťová sloha přináší trvalé srážky a vysoké bouřkové kupy mohou být předzvěstí intenzivních lijáků spojených s bouřkou a krupobitím (obr. 6b). Kromě výše uvedených deseti základních typů oblačnosti rozeznáváme desítky různých odrůd, typů a podtypů oblačnosti.

Pokud dosáhne velikost a hmotnost kapek nebo ledových krystalů v oblačnosti určité velikosti a hmotnosti, začnou sestupovat k zemskému povrchu. Při tomto sestupu mohou na sebe nabalovat další a další kapky a padat až k zemi, nebo mohou být vzestupnými proudy vynášeny zpět do větší výšky. Vypadávání vodních kapek označujeme jako déšť. Ve studeném vzduchu vodní kapky mrznou a vytvářejí ledové krystalky, které mohou vypadávat jako sníh. V cumulonimbech se na zmrzlou vodní kapku mohou postupně nabalovat další vrstvy ledu, které označujeme jako kroupy. Ty mají zpravidla velikost od 0,5 do 2 cm, ale i u nás se vyskytují kroupy o průměru až 5 cm. Déšť je tvořen vodními kapkami o velikosti minimálně 0,5 mm. Menší kapičky označujeme jako mrholení, které zpravidla vypadává z nízké slohovité oblačnosti. Pokud dešťové kapky před dopadem na zemský povrch procházejí studenou vrstvou vzduchu, mohou být přechlazené s teplotou pod 0 °C a při dopadu na studený povrch okamžitě mrznou. Mrznoucí déšť na povrchu vytváří nebezpečnou ledovku, která může mít mocnost až 2 cm.

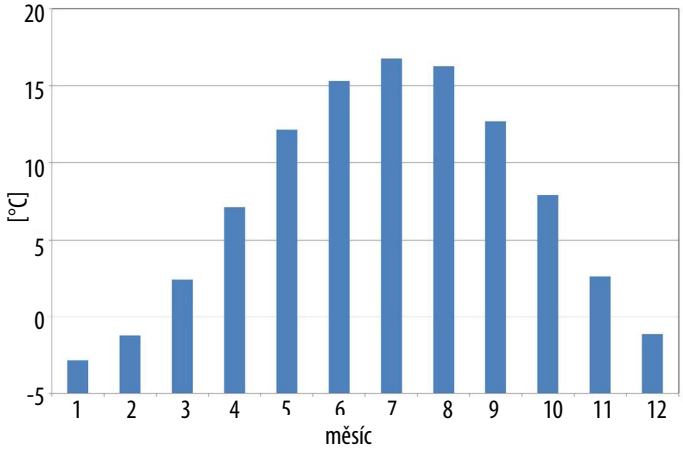
Obr. 2.6b Příklady oblačnosti – kupa
Foto: Pavel Lipina

Srážky jsou součásti koloběhu vody v přírodě. U nás v průměru naprší a nasněží 676 mm srážek (676 litrů vody na každý metr čtvereční plochy). Část této vody odteče povrchově přímo do vodních toků, část se vsakuje do půdního horizontu. V zimním období může být voda vázána ve sněhové pokrývce, která postupně absorbuje další vodní páru z atmosféry. Pokud naprší více srážek za krátký čas, nebo prší delší dobu, nebo dochází k rychlému tání sněhové pokrývky, mohou se na vodních tocích vyskytovat povodně.

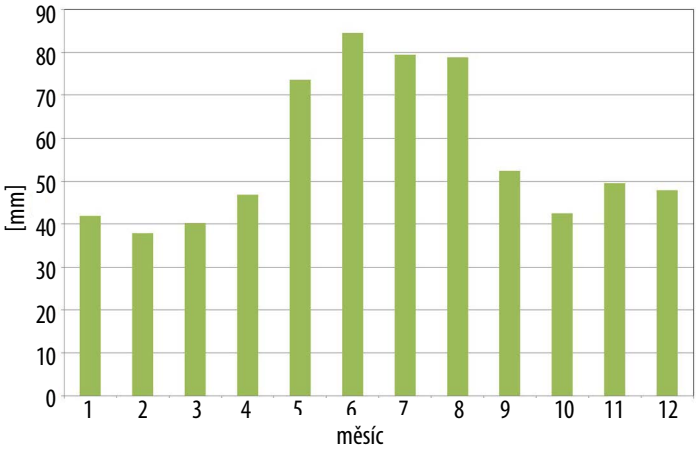
2.1.4 Podnebí v ČR

Ve středních zeměpisných šířkách jsou v průběhu roku velké rozdíly v množství dopadajícího slunečního záření. Vlivem sklonu zemské osy kolísá maximální výška Slunce nad obzorem v mírných šířkách od 25° v zimě až na 75° v létě. Mírné pásmo je tak jediné na Zemi, kde se střídají čtyři roční období – jaro, léto, podzim a zima. Podnebí je však utvářeno i dalšími geografické faktory. Vzdálenost od oceánu (tzv. kontinentalita), nadmořská výška a reliéf jsou významnými faktory, které ovlivňují lokální a regionální podnebí. Kontinentalita v Evropě je výrazně ovlivněna i blízkostí Golfského proudu, který je jedním z nejmohutnějších mořských proudů na světě. V severní Americe je podnebí pod vlivem polárních vzduchových hmot, zatímco na stejné zeměpisné šířce v Evropě převládá mírné a vlhké podnebí ovlivněné teplým Golfským proudem, který probíhá i severním Atlantikem od britských ostrovů až ke Špicberkům.

Průměrná teplota v České republice je 7,3 °C a kolísá od nejchladnějšího ledna (–2,8 °C) až k nejteplejšímu červenci (16,8 °C). V některých letech a v některých lokalitách bývá únor chlad-

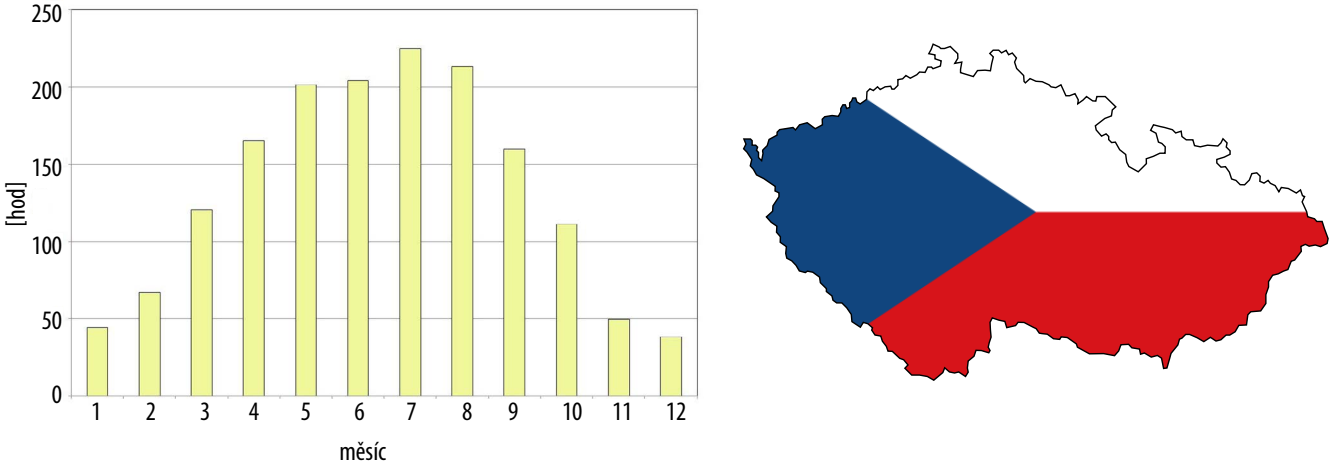


Obr. 2.7 Průměrná měsíční teplota vzduchu v ČR



Obr. 2.8 Průměrný měsíční úhrn srážek v ČR

nější než leden (dlouhodobý průměr je –1,2 °C) a v létě může být červen (dlouhodobý průměr je 15,3 °C) nebo srpen (dlouhodobý průměr je 16,2 °C) teplejší než červenec (obr. 7). Absolutně nejvyšší teplota u nás byla naměřena v Dobřichovicích u Prahy (40,4 °C dne 20. srpna 2012), absolutně nejnižší v Litvínovicích u Českých Budějovic (–42,2 °C dne 11. února 1929). Průměrná teplotní amplituda je tedy u nás 19,6 °C (rozdíl mezi nejteplejším a nejchladnějším měsícem), teploty se však pohybují na našem území v intervalu širokém více než 80 °C. V průměru u nás naprší 676 mm srážek za rok. Nejsušším měsícem je v průměru únor (37,9 mm) a na srážky nejbohatší je červen (84,6 mm), (obr. 8). Absolutně nejvyšší denní úhrn srážek byl naměřen na Nové Louce v Jizerských horách (345 mm dne 29. července 1897). Sněžení a sněhová pokrývka se mohou na našich horách vyskytovat v průběhu celého roku. Nejvyšší výška sněhové pokrývky byla naměřena na Lysé hoře v Beskydech 8. března 1911 (491 cm) a nejvíce nového sněhu za 24 hodiny napadlo na stejné stanici 16. dubna 1916 (108 cm). Sluneční svit zaznamenáváme u nás v průměru 1598 hodin. Nejdéle svítí slunce v červenci (225 hodin) a nejméně v prosinci (38 hodin), (obr. 2.9).



Obr. 2.9 Průměrný měsíční úhrn slunečního svitu v ČR

2.1.5 Vliv člověka na ovzduší

Příroda se po milióny let snaží udržet jednotlivé složky a procesy probíhající v atmosféře ve stavu rovnováhy. Tato rovnováha je v posledních několika staletích ohrožována mnohými změnami, které vyvolává v atmosféře člověk. Příčinou je znečištění ovzduší různými látkami, které do atmosféry unikají jako odpad z lidské činnosti. Některé odpadní látky se v atmosféře přirozeně vyskytují a člověk mění jen jejich celkové množství a jejich přirozený podíl v atmosféře. Výsledkem jsou kyselé deště poškozující lesní porosty a půdu, ztenčování ozonové vrstvy nebo zvyšování množství skleníkových plynů a zesilování skleníkového efektu.

Znečišťující plyny a aerosoly tvoří jen nepatrnou část směsi plynů, kterou nazýváme atmosféra. Většina znečišťujících látek má přirozený původ (například sopečné exhalace nebo kouř z lesních požárů). Rychlý rozvoj průmyslové výroby a zpracování surovin však koncentrace těchto látek v atmosféře zvyšuje. Nejčastěji se v této souvislosti hovoří o znečištění oxidem siřičitým (SO_2) a prašným aerosolem, který na sebe váže mnohé zdraví škodlivé látky. Vznik kyselých dešťů podporují kromě oxidu siřičitého i oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO_2). Mezi ostatní znečišťující látky lze zařadit velké pevné částice (prach a saze), drobné částice kovů (olovo, měď, kadmium, zinek), přízemní ozon a v posledních letech i rakovinotvorný benzen a benzo-a-pyren. Největšími zdroji znečištění jsou zdroje tepla (teplárny, tepelné elektrárny a lokální topeniště), průmyslové podniky a doprava. Některé znečišťující látky mají vliv na klima, protože obsahují skleníkové plyny, jiné narušují ozonovou vrstvu nebo mají přímý vliv na zdraví obyvatelstva. V České republice zpravidla hovoříme o třech oblastech, které jsou významně zasaženy znečištěným ovzduším (Ostravsko, Praha a Ústecko), ale v nejbližším okolí sídel, průmyslových podniků a dopravních tepen bývá situace také špatná (obr. 2.10).

Schopnost pohlcovat tepelné vyzařování Země je přirozenou vlastností některých plynů v atmosféře. Tento jev nazýváme skleníkovým efektem, který udržuje na Zemi teplotu vhodnou pro život. Bez skleníkového efektu by průměrná teplota v přízemní vrstvě klesla na –18 °C a byla by tak o zhruba 33 °C nižší, než je dnes. Nejdůležitějším skleníkovým plynem je vodní pára, dalšími jsou například metan, oxid uhličitý nebo oxid dusný. Koncentrace těchto plynů v atmosféře od začátku průmyslové revoluce nepřetržitě narůstá, protože jsou některé z nich odpadem z různých výrobních procesů (např. při spalování fosilních paliv) a protože člověk zároveň snižuje schopnost přírodního prostředí jejich množství stabilizovat (např. mýcením pralesů). Větší množství skleníkových plynů tedy pohlcuje a zpět k zemskému povrchu vyzařuje větší množství tepla než před lety. Za posledních 100 let vzrostla průměrná globální

teplota o 0,7 °C a modelové projekce klimatu naznačují, že by do konce století mohl růst globální teploty pokračovat o dalších 1 až 3 °C. S vyšší teplotou souvisí častější výskyt extrémního počasí, odtávání horských a pevninských ledovců, menší zalednění Arktidy a větší rozloha plovoucího ledu kolem Antarktidy, tání permafrostu, degradace mořských korálů a snižování biodiverzity. Světové společenství proto připravilo globální dohodu u snižování emisí skleníkových plynů, známou jako Kjótský protokol, jehož přijetí má kořeny v Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu z roku 1992, která zcela jasně deklarovala svůj cíl – stabilizaci koncentrací skleníkových plynů v atmosféře na úrovni, která by předešla nebezpečnému narušení klimatického systému vlivem lidské činnosti. To byl hlavní důvod, proč se část zemí v roce 1997 v japonském Kjótu zavázala v pětiletém období 2008–2012 snížit své emise skleníkových plynů o 5,2 % v porovnání s rokem 1990. Protokol vstoupil po ratifikaci v platnost v únoru 2005. I přes tuto snahu se globální emise skleníkových plynů neustále zvyšují. Mezinárodní diplomacie proto vyjednává o nové dohodě, která by na Kjótský protokol navázala.

Obr. 2.10
Průmyslová oblast Ostravy
Foto: Pavel Lipina

Ve stratosféře vzniká ve výškách od 20 do 30 km přirozenou cestou tříatomový kyslík, ozon (O_3), disociací molekuly kyslíku na dva atomy a následně reakcí s dvouatomovým kyslíkem. Tato vrstva s vyšším zastoupením ozonu se nazývá ozonosféra a její tloušťku měříme buď pomocí speciálních meteorologických družic, nebo měříme celkový profil ozonu pomocí spektrofotometrů umístěných na zemském povrchu. V České republice je měření celkového ozonu prováděno pravidelně v Hradci Králové na Solární a ozonové observatoři (obr. 2.11). Ozon absorbuje nebezpečné ultrafialové sluneční záření, které by na zemském povrchu bylo nebezpečné pro živé organismy. Od roku 1984 bylo však pozorováno každoroční zeslabení této ozonové vrstvy nad Antarktidou a posléze i nad Arktidou. Zeslabená vrstva ozonu se vlivem proudění periodicky přesouvala i do mírných šířek. Vědci zjistili, že zeslabení způsobuje přítomnost halogenovaných sloučenin nebo samotných halogenů (fluor, chlor, brom), které blokují přirozený vznik ozonu. Světové společenství se proto rozhodlo radikálně omezit používání organických chemikálií s obsahem halogenů, především tzv. freonů. Dohoda pojmenovaná jako Montrealský protokol byla přijata 16. září 1987 v Montrealu. Hlavním cílem této dohody je omezit používání celkem 96 chemických látek poškozujících ozonovou vrstvu. Dnes je již pozorováno zastavení nárůstu koncentrací těchto chemikálií ve stratosféře a postupné zotavování ozonové vrstvy, které však bude trvat desítky let.

Obr. 2.11 Spektrofotometry pro měření celkového ozonu v Hradci Králové (foto Archiv ČHMÚ)

2.1.6 Koloběh vody na Zemi

V rámci Sluneční soustavy je Země mezi ostatními planetami výjimečná svým klimatem a koloběhem vody. Koloběh vody na Zemi je také označován jako hydrologický cyklus a je spjat se změnami skupenství vody v závislosti na slunečním záření a následném nerovnoměrném zahřívání zemského povrchu. Tyto změny skupenství se odehrávají jak nad souší, tak nad oceány. Proto rozlišujeme v zásadě tzv. malý a velký oběh vody na Zemi. Základními procesy a členy tohoto koloběhu jsou výpar, srážky a odtok vody (povrchový a podzemní). Pakliže přijmeme koncept, že zdrojem a počátkem vody v tomto cyklu je výpar, můžeme popsat malý a velký oběh vody následovně:

Malý oběh vody nad oceánem

Cyklus, při kterém se voda odpařená z povrchu oceánu ve formě srážek navrací zpět do oceánu (tedy bez jejího transportu směrem nad pevninu), což se dá lapidárně popsat příměrem „Co se nad oceány vypaří, to do nich s určitým časovým zpožděním opět spadne." Podobně malý oběh vody nad souší pak lze popsat jako výpar nad pevninou a návrat této vypařené vody formou srážek zpět na její povrch.

Velký oběh vody

Cyklus vypařování nad oceánem (samozřejmě se ale voda vypařuje i nad pevninou), transport této vypařené vody mezi oceánem a pevninou, kondenzace (či desublimace v případě sněhových srážek) a konečně vypadávání transportovaných srážek nad pevninou s následným návratem této vody ve formě povrchového a podzemního odtoku do oceánu. Což lze opět hodně zjednodušeným příměrem popsat tak, že co oceán předá pevnině, to se do něj po čase řekami zase navrátí.

Pokud se nad tímto zamyslíme, uvědomíme si, že tomuto, ve své nejzákladnější podstatě jednoduchému mechanismu vděčíme za to, že se nad souší ony životadárné srážky vyskytují, a navíc ve formě sladké vody, která je pro organismy zužitkovatelná. I to, že se u nás v České republice a Evropě projevují periody slunečných dní a srážkových dní, je v podstatě způsobeno tím, zda „fouká" od pevniny, nebo moře. Samozřejmě je to velké zjednodušení, meteorologie a hydrologie zkoumají daleko složitější mechanismy, nicméně na prvních stranách odborné literatury v rámci obligátního úvodu do problematiky takovéto věty nalezneme.

Rovnice bilance vody

Základní bilance vody nad pevninou:

$Sp - Op = Vp$

Sp … srážky nad pevninou ($99.103\ km^3 \cdot rok^{-1}$)
Op … odtok z pevniny do oceánu ($36.103\ km^3 \cdot rok^{-1}$)
Vp … výpar z pevniny ($63.103\ km^3 \cdot rok^{-1}$)

Základní bilance vody nad oceánem:

$So + Op = Vo$

So … srážky nad oceánem ($412.103\ km^3 \cdot rok^{-1}$)
Vo … výpar z oceánu ($448.103\ km^3 \cdot rok^{-1}$)

Celková bilance vody:

$Sp + So = Vp + Vo$

Bilance vody v ČR:

$S = O + V$

S … srážky ($53.109\ m^3 \cdot rok^{-1}$)
O … odtok ($15.109\ m^3 \cdot rok^{-1}$)
V … výpar ($38.109\ m^3 \cdot rok^{-1}$)

Z výše uvedených bilančních rovnic je patrné, jak obrovské masy vody se v rámci této bilance transformují z hlediska skupenství vody a zároveň transportují.

Z poslední rovnice je patrné, že nebýt oceánu a transportu vody od něj, byla by ČR z hlediska vody ztrátovou oblastí. Výše uvedená čísla jsou však průměrná pro tzv. „normální rok", což je statistickými mechanismy vyhodnocený průměr a musíme přitom ještě zohlednit chybu měření a vyhodnocení. Zatímco srážky a odtok jsme již schopni měřit poměrně spolehlivě (srážky nad oceánem zejména díky družicovým měřením), výpar je komponenta, která je spolehlivě měřitelná jen s obtížemi.

Na každoročních proměnách této bilance se pak projevují cykly různého časového řádu (v hydrologii Evropy se nejčastěji projevují 11, 30 a 80leté cykly sušších a vlhčích period). Tyto cykly jsou způsobeny jak astronomickými faktory (např. perioda sluneční aktivity), tak faktory proměn atmosférické a oceánické cirkulace. Nejčastěji nalezneme informace o tzv. cyklech NAO, AO, AMO, PDO a ENSO. Jedná se o anglické zkratky tzv. severoatlantické oscilace (11–12 let), arktické oscilace (týdny až měsíce), atlantské dlouhodobé oscilace (20–30 let), pacifické dekádní oscilace (20–30 let) a El Niño jižní oscilace (6–18 měsíců). Vliv té poslední se uplatňuje převážně na jižní polokouli, ale nelze vyloučit, že právě kvůli změnám rozložení povrchové teploty oceánu ovlivňuje zčásti i dynamiku ostatních oscilací, nebo se tyto vlivy navzájem kombinují a na naše podnebí a počasí působí jejich vzájemná synergie, což je koneckonců ve složitých přírodních systémech častý a logický jev. Tyto oscilace jsou způsobeny zejména proměnami polohy a „síly" tlakových útvarů (přičemž ty atlantské zejména proměnami islandské tlakové níže a azorské tlakové výše) a proměnami tzv. termohalinního výměníku, což

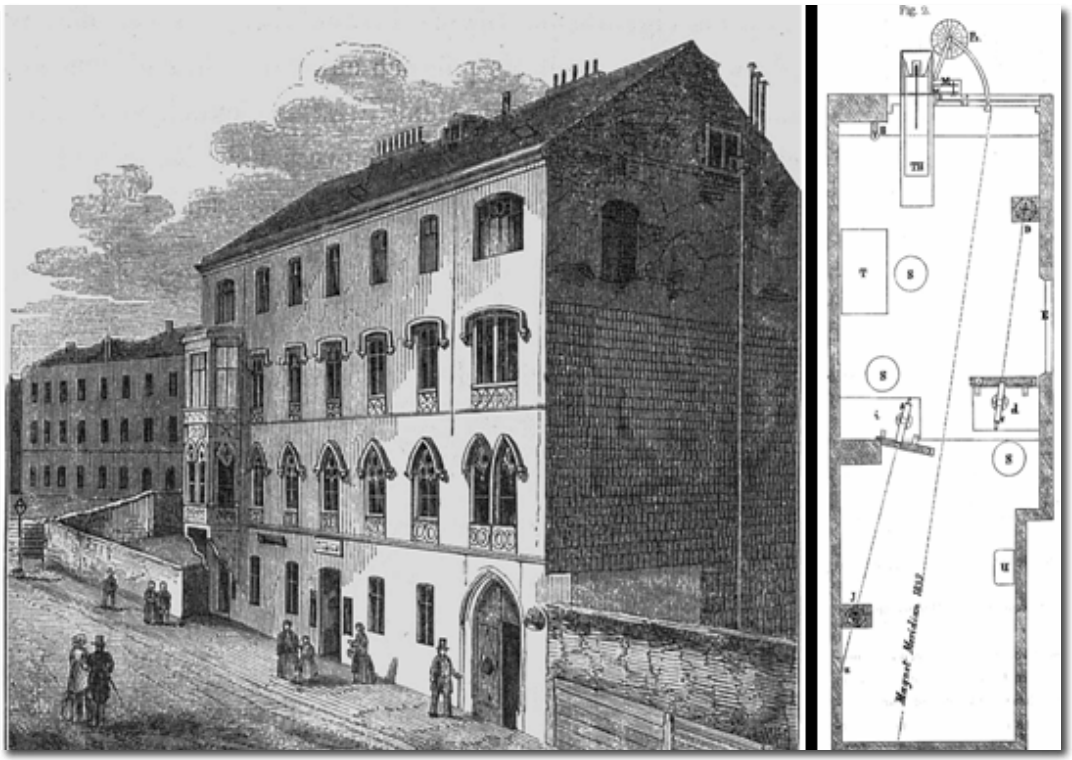
je obrovský systém hlubinných a povrchových oceánských proudů vznikajících v závislosti na rozdílu teploty a salinity mořské vody. Termohalinní výměník také svou setrvačností „zpomaluje“ astronomické vlivy, takže v zásadě jedenáctiletý cyklus sluneční aktivity neodráží NAO ihned, ale se zpožděním a časovým posunem. Také je dobré si uvědomit vliv dlouhodobých změn zemského povrchu a tzv. albeda, což je poměr odraženého a přijatého záření. Čím světlejší povrch, tím má vyšší hodnotu albeda. Pokud se dlouhodobě změní rozsah kryosféry (pevninských a oceánských ledovců) a každoročně zasněžených ploch, je to jen jeden z vlivů, který poté také vstupuje do hry. Pakliže se budou atmosféra a povrch Země nadále ohřívat, lze prostě a jednoduše očekávat to, že se odpaří více vody a silnější atmosférické proudy (vítr) ji budou distribuovat v rámci Země. Zároveň změny povrchové teploty oceánu a souše ovlivní chod výše zmíněných pěti oscilací, takže distribuce vlhkosti a srážek bude z časoprostorového hlediska méně rovnoměrná. Zároveň lze v obecně teplejším klimatu očekávat menší sněhovou pokrývku a výraznější zastoupení tzv. konvektivních srážek, které vznikají výstupnými pohyby vzduchu nad ohřátým zemským povrchem, a pro které se už vžil termín tzv. přívalové srážky. To můžeme ilustrovat na oscilaci AMO, která byla popsána relativně nejpozději (v roce 1994 Schlesingerem a Ramankuttym), a která ovlivňuje distribuci teplé vody z oblastí mezi obratníky do vyšších zeměpisných šířek. To má spolu s aktuální fází NAO (kladná fáze s vlhkým oceánským režimem, nebo záporná se suchým kontinentálním režimem) za důsledek výskyt hurikánů, nebo také poměr mezi suššími periodami s výskytem konvektivních srážek, nebo vlhčími periodami s výskytem regionálních deštů. V Evropě se tyto fáze projevují teplotním a srážkovým režimem vyšších zeměpisných šířek (severní části atlantského pobřeží, Britské ostrovy, Skandinávie) a Středomoří. Složitost tohoto systému ilustruje i fakt, že paradoxně s oteplováním arktických oblastí může docházet lokálně k nárůstu ledové pokrývky, protože zeslábnou větry, které arktický led „zahánějí“ do nižších zeměpisných šířek, kde tento led taje. Je tedy zjevné, že obecně vzestupný trend globálních teplot nepřináší shodné efekty z regionálního ani časového hlediska. V rámci holocénu (cca posledních 12.8 tis. let období kvartéru po odeznění poslední doby ledové, tzv. viselského či würmského glaciálu) toto dokresluje nástup chladných výkyvů, jako byl např. dryas, kdy v rámci celkového „poledového“ oteplování Země došlo k poměrně razantnímu ochlazení severního Atlantiku a Evropy, protože Golfský proud „přikryla“ sladká a relativně chladnější voda z Agassizova jezera (v oblasti dnešních velkých kanadských jezer) po destrukci ledové bariéry a odtoku této vody do severního Atlantiku. Současné období a fáze jednotlivých oscilací lze proto popsat zjednodušeně tak, že se „přetahují“ oteplující vliv nárůstu koncentrace skleníkových plynů s ochlazujícími vlivy solární aktivity (minima od 20. let) a termohalinního výměníku.

2.2 Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

2.2.1 Historie

Lidé měli vždy snahu a potřebu jevy v ovzduší i chování vodních toků nejrůznější formou sledovat a zkoumat a poznatky a zkušenosti využívat. Cesta byla dlouhá a její počátky lze nalézt u náhodných a nesystémových pozorování, záznamů v kronikách a ústně předávané tradici. Poté se vývoj postupně přesouval díky využití poznatků fyziky, mechaniky a vlastností materiálů a kapalin k vývoji prvních přístrojů pro měření konkrétních prvků, prováděly se již pravidelné a přesně definované záznamy, které umožnily postupně objektivněji popsat a zkoumat jevy v atmosféře i proudění vody ve vodních tocích.

Pravidelné přístrojové pozorování počasí v Českých zemích datuje svůj počátek do 2. poloviny 18. století, kdy bylo zahájeno měření a pozorování v Klementinu. První síť meteorologických stanic vznikla v Čechách zásluhou astronomů An-



Obr. 2.12 Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus

tonína Strnada a Martina Aloise Davida, v řadě dalších případů se jednalo o stanice a měření, kterými se později zabývaly různé přírodovědecké, hospodářské a vlastenecké spolky.

Vznik první instituce přineslo zřízení Ústředního ústavu pro meteorologii a zemský magnetizmus (Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus) v roce 1851 ve Vídni, která z meteorologie vytvořila jednu z forem státní služby. Jednalo se o přirozenou reakci společnosti a státu na narůstající požadavky na objektivní informace pro nejrůznější činnosti, primárně stavebnictví a zemědělství. Velmi podobné důvody přivedly k rozvoji v rámci rakouské monarchie i obor hydrologie. Byla nezbytná kvalitní podkladová data a informace pro vodní hospodářství, vodárenství a využití toků jako plavebních cest. Počátky systematického pozorování vodních stavů na hlavních tocích v rakouské monarchii se datují do roku 1850. V Čechách byla v roce 1875 zřízena Hydrografická komise pro Království české.

Rakouské služby se staly základem pozdější československé meteorologické a hydrologické služby, které se ustavovaly na rozhraní let 1919 a 1920. Vznikl Československý státní ústav meteorologický, později Státní ústav meteorologický (SÚM), mezi jehož hlavními úkoly již byly definovány základní činnosti zřizování a provozu meteorologických stanic, měření a pozorování, shromažďování a vědecké zpracování dat a informací, vědecký výzkum, a je zde už uvedena i předpověď počasí.

Hydrologickou službou se v novém Československu zabýval Státní ústav hydrologický. I zde patřilo mezi hlavní úkoly zřizování a péče o staniční síť ústavu, kterou tvořily nejen vodoměrné stanice, ale i srážkoměrné stanice a sledování podzemních vod.

Po 2. světové válce došlo k řadě organizačních změn, které postupně dospěly ke vzniku Hydrometeorologického ústavu (HMÚ) v roce 1954. Tato organizační úprava s určitými obměnami, v nichž se do jisté míry promítly státoprávní změny, které souvisely nejprve s federalizací Československa a později se zánikem společného státu, přetrvává víceméně dosud. Současný název Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) se užívá od roku 1980.

Nejmladším oborem ČHMÚ je Ochrana čistoty ovzduší, které má podstatně kratší historii než zmiňované obory meteorologie, klimatologie a hydrologie. Počátky jsou kladeny do roku 1967, resp. 1968, kdy byly definovány úkoly objektivního sledování a hodnocení vývoje znečištění ovzduší zejména pro potřeby tehdejší státní správy a vznikly útvary ústavu zabývající se touto problematikou.

2.2.2 ČHMÚ, pobočka Ostrava

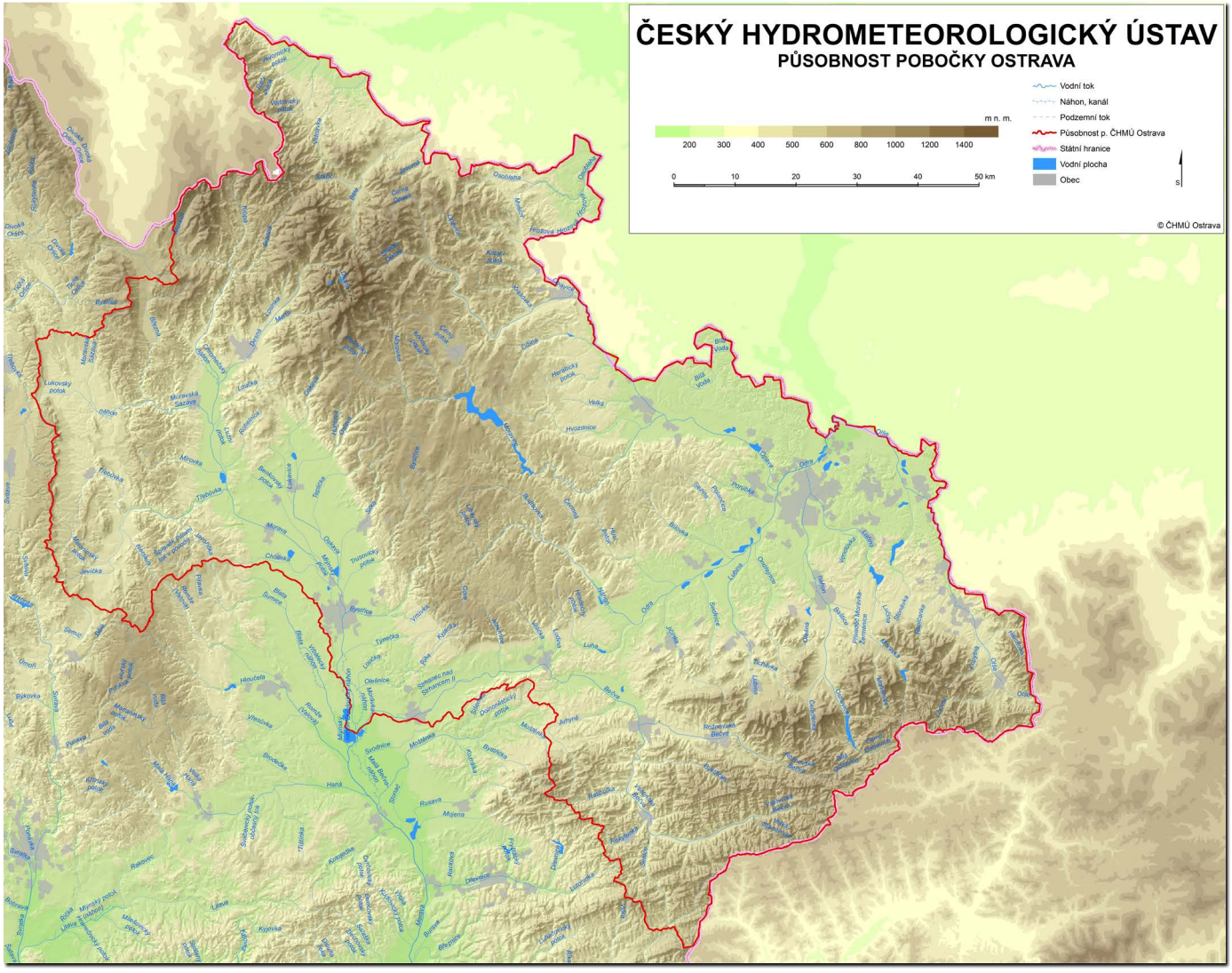
Sledováním a vyhodnocováním jednotlivých složek atmosféry a hydrosféry se na severní Moravě zabývá pobočka ČHMÚ v Ostravě.

Pro výkon služby ústavu v regionech byly postupně zakládány regionální pracoviště ČHMÚ, pobočky, které měly sídlo v tehdejších krajských městech, v Brně, Českých Budějovicích, Hradci Králové, Ostravě, Plzni a Ústí nad Labem. V Ostravě bylo, v návaznosti na předchozí pracoviště ústavu Hydrometrická skupina v Ostravě a později v roce 1966 pracoviště Hydrologické středisko Ostrava pro povodí Odry, v roce 1968 ustaveno komplexní regionální Středisko HMÚ v Ostravě, které se zabývalo kromě hydrologie také meteorologií a klimatologií, agrometeorologií a fenologií a ochranou čistoty ovzduší. Od roku 1974 pak toto pracoviště fungovalo jako HMÚ – pobočka v Ostravě, později pak ČHMÚ, pobočka Ostrava; pod tímto názvem funguje dosud.

V současné době pracoviště pokrývá svou činností území, které vymezují význačná povodí, jedná se o českou část povodí toku Odry na území Olomouckého a Moravskoslezského kraje a povodí toku Moravy a Bečvy po jejich soutok. Zmíněné území je po geografické i hydrologické stránce velmi rozmanité a členité, v západní části vytváří hlavní dominantu masív Hrubého Jeseníku s nejvyšším vrcholem kraje a celé Moravy, horou Pradědem (1 491 m n. m.). Západně od Hrubého Jeseníku lze nalézt Rychlebské hory, které odvodňují menší toky, a masív Kralického Sněžníku s pramenem řeky Moravy. Východně od Hrubého Jeseníku hornatina postupně přechází do pozvolnějšího Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů, které jsou pramennou oblastí řeky Odry.

Mezi horskými pásmy Hrubého Jeseníku a Moravskoslezských Beskyd se rozkládá hustě osídlená oblast Opavské nížiny, Ostravské pánve a Moravské brány, která přechází do obou rozlehlých moravských úvalů na území Olomouckého kraje. Ve východní a jihovýchodní části působnosti ostravské pobočky se mění charakter území na podhorský a postupně horský Moravskoslezských Beskyd, s nejvyšším vrcholem Lysou horou (1 323 m n. m.), a jižněji Hostýnsko-vsetínské pahorkatiny.

V působnosti pobočky se nacházejí oblasti s rozsáhle poškozeným životním prostředím a znečištěním ovzduší, jedná se především o území Ostravské pánve s vysokým stupněm hustoty obyvatel, urbanizace a značnými následky těžby uhlí a těžkého průmyslu, s čímž souvisí i značná koncentrace dopravy založené na spalování produktů fosilních paliv.



Obr. 2.13 Územní působnost pobočky ČHMÚ v Ostravě

2.2.3 Z činnosti ostravského pracoviště ústavu

Ve své struktuře zahrnuje všechny tři obory činnosti ČHMÚ – tj. meteorologii a klimatologii, hydrologii a ochranu čistoty ovzduší, kromě toho bylo pro podporu krizového řízení a plnění funkcí ústavu v tomto směru v roce 2002 vytvořeno nové oddělení – Regionální předpovědní pracoviště, které zajišťuje a připravuje předpovědi počasí, hydrologické předpovědi, výstrahy a varování, poskytuje operativní informace ze všech tří oborů a zajišťuje provoz smogových systémů.

Pobočka zajišťuje ve všech oborech činnosti na vymezeném území provoz měřících a pozorovacích sítí, zpracování výsledků měření, vydávání regionálních předpovědí, poskytování režimových informací a posudků a zpracování odborných posudků a studií.

Mezi hlavní úkoly pracoviště pobočky patří zajištění a zprostředkování kontaktu mezi ústavem a orgány státní správy a samosprávy Moravskoslezského a Olomouckého kraje. Pobočka je zastoupena v Povodňových komisích krajů, účastní se jednání v Komisi pro plánování v dílčím povodí horní Odry. Stejně tak zajišťuje účast a zastoupení v pracovních skupinách, které se zabývají problematikou a otázkami kvality ovzduší v Moravskoslezském kraji, a podílí se na jednání česko-polské skupiny ochrany ovzduší vedené MŽP České republiky a Polska.

Součástí těchto kontaktů se státní správou a samosprávou, včetně záchranných systémů, je zajištění a informační podpora krizového řízení a výstražných a varovných systémů. V prvé řadě se jedná o systém tvorby a předávání výstražných a varovných zpráv na extrémní povětrnostní a povodňové jevy, které definuje a předepisuje Systém integrované výstražné služby provozovaný ve spolupráci s meteorologickou službou Armády České republiky. Mimořádným povodňovým situacím je věnována činnost ústavu v rámci Hlásné a předpovědní povodňové služby, která uvádí a stanovuje zásady a postupy

Obr. 2.14 Foto pobočky ČHMÚ v Ostravě z 80. let 20. století (foto Archiv ČHMÚ)

činnosti subjektů činných v povodňové službě a vzájemné výměny informací, pro ústav plyne široké spektrum povinností při zpracování získaných informací na vodních tocích, přípravy prognóz dalšího vývoje, zpracovávání, distribuce výstrah a varování. Velmi důležité je zmínit Smogový a varovný regulační systém, který Český hydrometeorologický ústav provozuje na základě pověření Ministerstvem životního prostředí. Informace, které systém poskytuje, slouží jednak k informaci o výskytu situace se zvýšenými koncentracemi znečišťujících látek v ovzduší a jednak k případné regulaci (omezení) vypouštění znečišťujících látek ze zdrojů, které významně ovlivňují kvalitu ovzduší daného území. Mezi sledované látky patří zejména suspendované částice PM10 a dále oxid siřičitý (SO_2), oxid dusičitý (NO_2) a troposférický ozon (O_3).

Vzhledem ke své poloze v příhraničí a sousedství Polské republiky je ostravské pracoviště ústavu zapojeno do příhraniční spolupráce se sousedním Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej v Polské republice, jedná se o velmi úzké vazby při řešení společných problémů a otázek na hraničních vodách, dále pak v řadě společných témat v meteorologii, klimatologii, hydrologii a ochraně čistoty ovzduší. Spolupráce zahrnuje bezprostřední výměnu naměřených dat a získaných informací z oboru meteorologie, klimatologie a ochrany čistoty ovzduší, provádí se společná hydrometrická měření, vyhodnocování průtoků v hraničních profilech, společná činnost v oblasti monitoringu a hodnocení znečištění ovzduší v příhraničních oblastech.

Ostravské pracoviště ústavu je široce zapojeno do spolupráce s univerzitami v regionu, je zde třeba zmínit Vysokou školu báňskou – Technickou univerzitu Ostrava, Ostravskou univerzitu a Slezskou univerzitu. Spolupráce zahrnuje široké spektrum činností, od grantových a výzkumných projektů přes přípravy a posuzování závěrečných studentských prací až po zajištění výuky. K tomu je nutno zmínit, že se pracovníci odborných útvarů věnují v průběhu roku i zajišťování exkurzí pro studenty středních a vysokých škol.

Obr. 2.15 Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava (foto Dušan Židek)

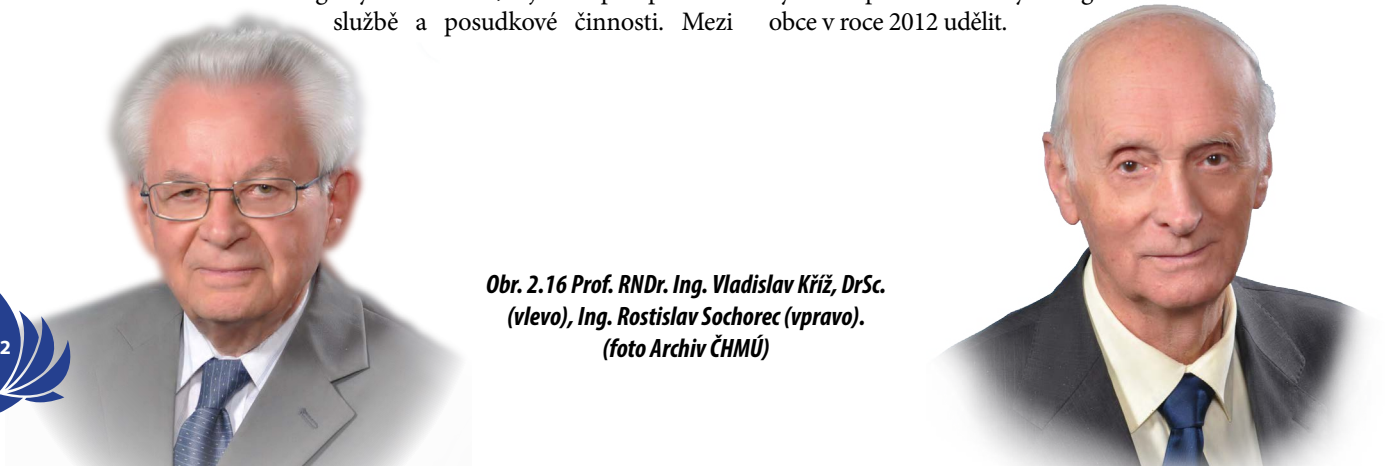
2.2.4 Významné osobnosti

Budeme-li hovořit o významných osobnostech, které na ostravském pracovišti působily a v podstatě se zasloužily o jeho vznik a existenci, pak bez zaváhání každému zasvěcenému vytanou na mysli dvě jména – prof. Vladislava Kříže a Ing. Rostislava Sochorce. Oba pánové po celou svou profesní kariéru pracovali v oboru hydrologie a v hydrologické službě a společně položili základy již zmiňovaného komplexního regionálního střediska, pozdější pobočky ústavu v Ostravě. V obou případech se jednalo o dlouholeté význačné odborné pracovníky tohoto pracoviště, oba postupně zastávali funkci ředitele pobočky ČHMÚ v Ostravě.

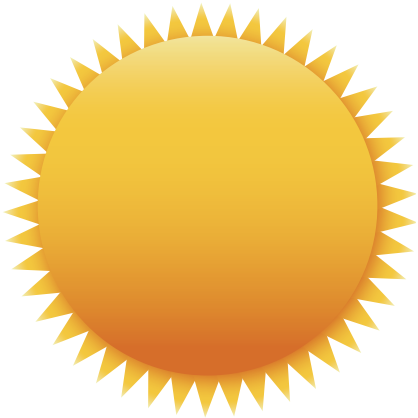
Vladislav Kříž se věnoval hydrologii, především antropogenní hydrologii a hydrometrii. Je právem pokládán za zakladatele antropogenní hydrologie, která se zaměřuje na význam lidských aktivit v rámci odtokových procesů. Působil dlouhé roky na brněnských vysokých školách a podílel se na založení významného výzkumného směru geografického pracoviště v Ostravě, zejména katedry fyzické geografie a geoekologie.

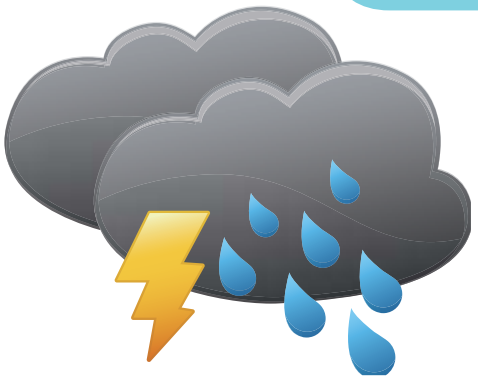
Rostislav Sochorec se věnoval aplikovaným hydrologickým odvětvím, zejména předpovědní službě a posudkové činnosti. Mezi jeho významné aktivity patří využití radioizotopů při řešení úkolu „Postupové doby v povodí Odry". Své pedagogické aktivity uplatnil i v mezinárodních hydrologických kursech UNESCO pořádaných při Vysoké škole zemědělské v Praze.

Oba pánové mají za sebou širokou publikační činnost, za mnohé jiné je třeba zmínit významný podíl na zpracování nejrozsáhlejšího celostátního hydrologického díla Hydrologické poměry ČSSR (Praha, Hydrometeorologický ústav 1965–1970, 3 díly). Vladislav Kříž publikoval více než 180 prací, byl spoluautorem tří metodologických publikací, které vydala Světová meteorologická organizace a UNESCO v rámci Mezinárodního hydrologického programu. Podílel se na vypracování řady metodických postupů z oblasti hydrologie. Rostislav Sochorec publikoval okolo 50 titulů, ať již pod hlavičkou HMÚ nebo v odborných vodohospodářských či geografických časopisech. Podílel se na vypracování řady metodických postupů z oblasti hydrometrie, prognózování průtoků či zpracování hydrologických charakteristik. Vzhledem k zásluhám a přínosu pro hydrologii a hydrologickou službu v České republice posoudil Výbor pro udělení ceny A. R. Harlachera celoživotní dílo Vladislava Kříže a Rostislava Sochorce a rozhodl oběma jmenovaným tuto nově zřízenou vysokou poctu české hydrologické obce v roce 2012 udělit.



Obr. 2.16 Prof. RNDr. Ing. Vladislav Kříž, DrSc. (vlevo), Ing. Rostislav Sochorec (vpravo). (foto Archiv ČHMÚ)





2.2.5 Oddělení meteorologie a klimatologie

Oddělení meteorologie a klimatologie zajišťuje provoz meteorologických stanic, stará se o import a zpracování dat z meteorologických stanic do klimatologické databáze, provádí jejich kontrolu a archivaci. Změřená a pozorovaná meteorologická data dále zpracovává do textové, grafické, mapové či tabulkové podoby a poskytuje zákazníkům, nebo využívá pro vlastní vědeckou či popularizační činnost. Zabývá se také řadou dalších činností, jako je digitalizace a zpracování historických klimatologických dat, výměnou dat a příhraniční spoluprací s polskou a slovenskou meteorologickou službou, podílí se na vývoji a testování aplikací klimatologické databáze CLIDATA, nebo zajišťuje pro úsek klimatologie metodiky pozorování.

Mezi hlavní úkoly oddělení patří zajištění provozu meteorologických stanic. Znamená to, že pracovníci oddělení musejí v případě potřeby najít v požadovaném místě vhodnou lokalitu pro umístění meteorologické stanice, kde bude zároveň pozorovatel, který se bude o zřízenou meteorologickou stanici starat, bude měřit a pozorovat předepsané meteorologické prvky a meteorologické jevy a data bude v požadované formě poskytovat pobočce ČHMÚ. Na nové lokalitě musí pracovníci pobočky instalovat potřebné meteorologické přístroje a vybavení (manuální meteorologické stanice), nebo zajistit instalaci automatizované stanice dodavatelskou firmou. Stanici vybaví potřebnými přístroji, výkazy, návody a pomůckami. Stejně důležité, jako nalezení vhodné lokality pro umístění stanice, je důkladné zaškolení pozorovatele na obsluhu stanice a provádění meteorologických měření a pozorování.

Meteorologické stanice

Nejpočetnější skupinou stanic jsou stanice srážkoměrné. Tyto stanice měří úhrn srážek, výšku nového sněhu, celkovou sněhovou pokrývku a její vodní hodnotu. Pozorovatelé na stanici sledují výskyt meteorologických jevů, jejich druh, dobu trvání a intenzitu (např. déšť, přeháňky, sněžení, mlhu, rosu, námrazu, ledovku, bouřku aj.). Srážkoměrné stanice mohou být manuální (vybavené klasickými meteorologickými přístroji), nebo automatizované (zpravidla jen automatický srážkoměr). Na území pobočky je okolo 75 srážkoměrných stanic, v celém ČHMÚ okolo 500 stanic tohoto typu.

Druhou skupinou stanic jsou stanice klimatologické. Jsou to meteorologické stanice, které měří vše jako srážkoměrné stanice a navíc také teplotu a vlhkost vzduchu ve výšce 2 m nad zemí, přízemní teplotu vzduchu, většina také měří směr a rychlost větru, délku trvání slunečního svitu, některé také atmosférický tlak vzduchu, sluneční záření, dohlednost, výšku základny oblačnosti, teplotu a vlhkost půdy a některé další prvky. Pozorovatelé mimo meteorologických jevů sledují oblačnost, stav počasí a stav půdy.

Dříve byla většina stanic manuální (s klasickou meteorologickou budkou, registračními přístroji a anemometrem) a dnes je standardem automatizované měření většiny meteorologických prvků. U klimatologických stanic je podle náplně měření, vybavení přístroji a typem poskytovaného zpravodajství složité členění na několik typů stanic (profesionální a dobrovolnické stanice, které se dále člení na observatoře, letecké stanice a automatizované klimatologické stanice různých typů). Na území pobočky je nyní 50 klimatologických stanic, v celém ČHMÚ okolo 230 stanic.

Obr. 2.17 Manuální meteorologická stanice na Grúni (foto Pavel Lipina)

Meteorologická a klimatologická data

Základním typem dat v klimatologii jsou termínová nebo denní data. Denní data získáváme u úhrnu srážek, dat sněhové pokrývky, slunečního svitu, maximální, minimální a minimální přízemní teploty vzduchu. Termínová data se měří v 7, 14 a 21 hodin středoevropského času (teplota a vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, oblačnost, stav počasí a stav půdy). Z těchto termínových dat se počítají denní průměry, nebo se sestavují např. větrné růžice. Termínová a denní data všech klimatologických stanic podléhají řadě pravidelných kontrol a jsou nejčastěji poskytovanými daty.

Po skončení každého kalendářního měsíce zasílají pozorovatelé výsledky svých měření a pozorování na příslušnou pobočku (poštou nebo elektronicky) ve formě měsíčních výkazů pozorování, kde je revizoři stanic přepíší do klimatologické databáze, nebo výsledky pozorování do databáze importují, pokud jsou v digitální podobě, a data podrobně kontrolují. Revizoři stanic své přidělené pozorovatele průběžně informují o chybách v pozorování. Na stanicích také vyměňují porouchané přístroje, dodávají pozorovatelům výkazy, registrační pásky a další potřebné pomůcky k pozorování. V případě potřeby pracovníci oddělení zajišťují přesunutí meteorologické stanice na jiné vhodné místo, pokud již pozorovatel nemůže nebo nechce vykonávat svou činnost, nebo pokud se zásadně změní podmínky na lokalitě a pozorování již neodpovídají požadavkům na jeho kvalitu. Revizoři stanic také zajišťují veškerou agendu se stanicemi, jako je uzavírání smluv s pozorovateli, řešení nájmů, vyplácení odměn pozorovatelům, zajišťování drobných oprav na stanici a zajišťování mimořádných měření.

Obr. 2.18 Automatizovaná meteorologická stanice v Olomouci (foto Pavel Lipina)

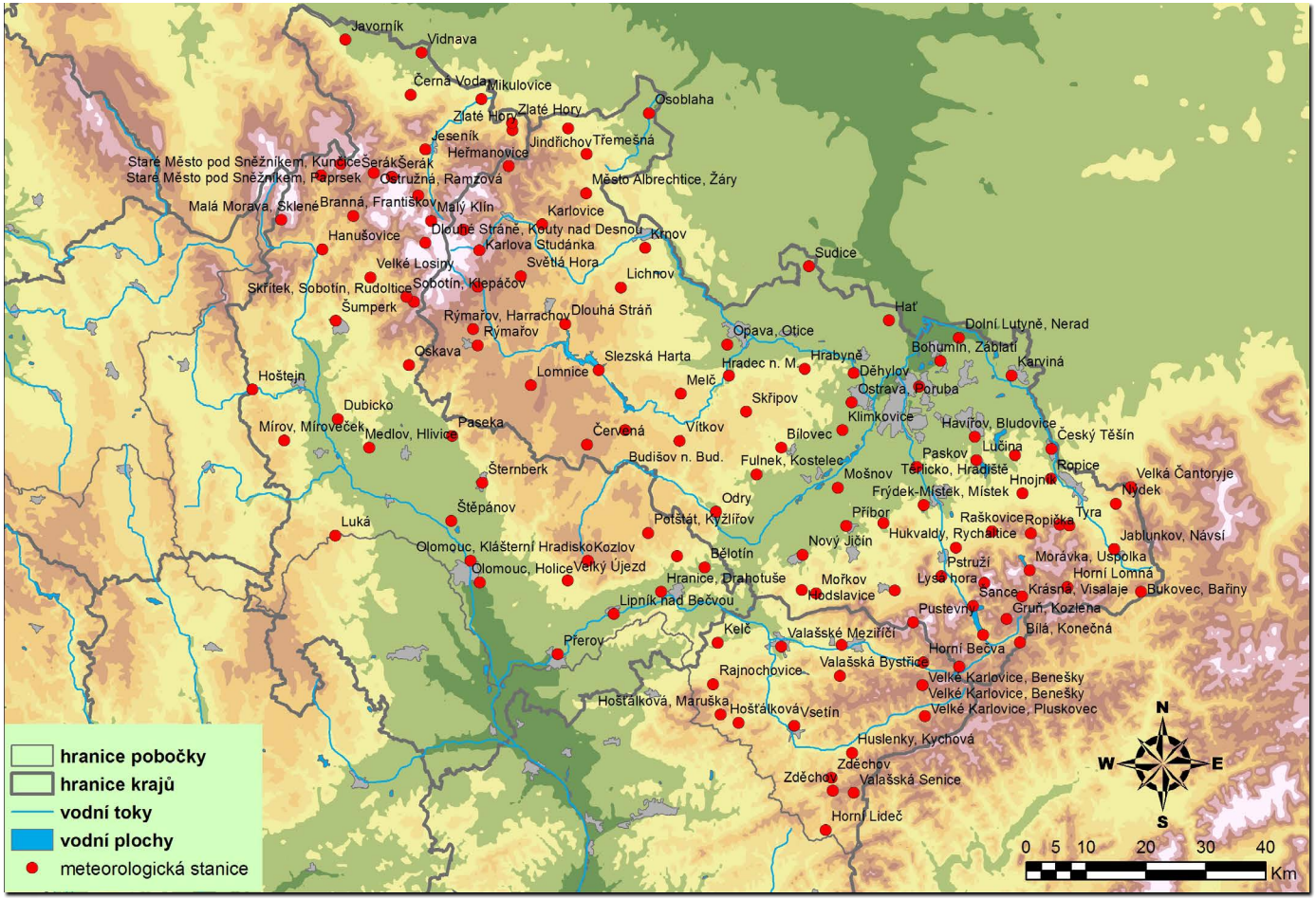
Další pracovník oddělení se stará o zajištění chodu automatizovaných meteorologických stanic. Tyto stanice předávají data ze svých měření na příslušnou pobočku v desetiminutových intervalech prostřednictvím GPRS/3G modemů nebo přes internet. Údržba a provoz automatizovaných meteorologických stanic je mnohem náročnější, než servis manuálních meteorologických stanic. Automatizované stanice jsou při měření a přenosu dat závislé na elektrické energii a přenosových technologiích. Také bouřky a indukované přepětí jsou zdrojem častých závad na stanicích. Kvalitní datové výstupy, zejména dostupnost srážkových dat, vyžadují častou (denní) kontrolu srážkoměrů, zda nejsou ucpané nečistotami, zda správně měří, nebo zda správně rozpouští zachycený sníh, popř. led. Zvýšenou péči také vyžadují horské meteorologické stanice, kde výsledky meteorologických měření velmi silně ovlivňuje námraza a silný vítr.

Automatizované stanice dnes nejčastěji produkují 10minutová data (okamžité hodnoty, maxima, minima, úhrny) podle typu meteorologického prvku. Data z automatizovaných meteorologických stanic jsou nepřetržitě zpracovávána a importována do klimatologické databáze CLIDATA. Tím je zajištěno, že data z kterékoliv stanice v Česku jsou dostupná k využívání na různých pracovištích ČHMÚ již přibližně za 5 až 20 minut po jejich vzniku.

Ze sběrných programů automatických stanic nebo z klimatologické databáze jsou prostřednictvím nástavbových aplikací vytvářeny přehledové grafy všech automaticky měřených prvků za posledních 48 hodin, které jsou nepřetržitě prezentovány na webových stránkách ČHMÚ. Jsou tak přístupná data jak pro pracovníky ústavu, tak pro odborníky z jiných oborů a také pro širokou veřejnost.

Z dostupných dat automatických meteorologických stanic vytváříme a prezentujeme mapy průběhu vybraných meteorologických prvků pro celou republiku. Jedná se o přehled teploty vzduchu v hodinových intervalech, průměrná denní, maximální a minimální denní teplota vzduchu, denní úhrn srážek a denní sumy globálního záření. Z denně dostupných hodnot jsou vytvářeny mapy výšky nového sněhu a celkové sněhové pokrývky. K dispozici jsou také mapy průměrné měsíční teploty vzduchu a měsíčního úhrnu srážek. U většiny map jsou také vyznačeny 3 lokality s nejvyšší a 3 lokality s nejnižší hodnotou daného prvku a tyto hodnoty jsou také uvedeny v textové podobě. U všech map je dostupný také archiv starších map, který je možné spouštět ve formě animací, aby byl patrný vývoj meteorologického prvku v čase.

Obr. 2.19 Mapa aktuálně měřících meteorologických stanic

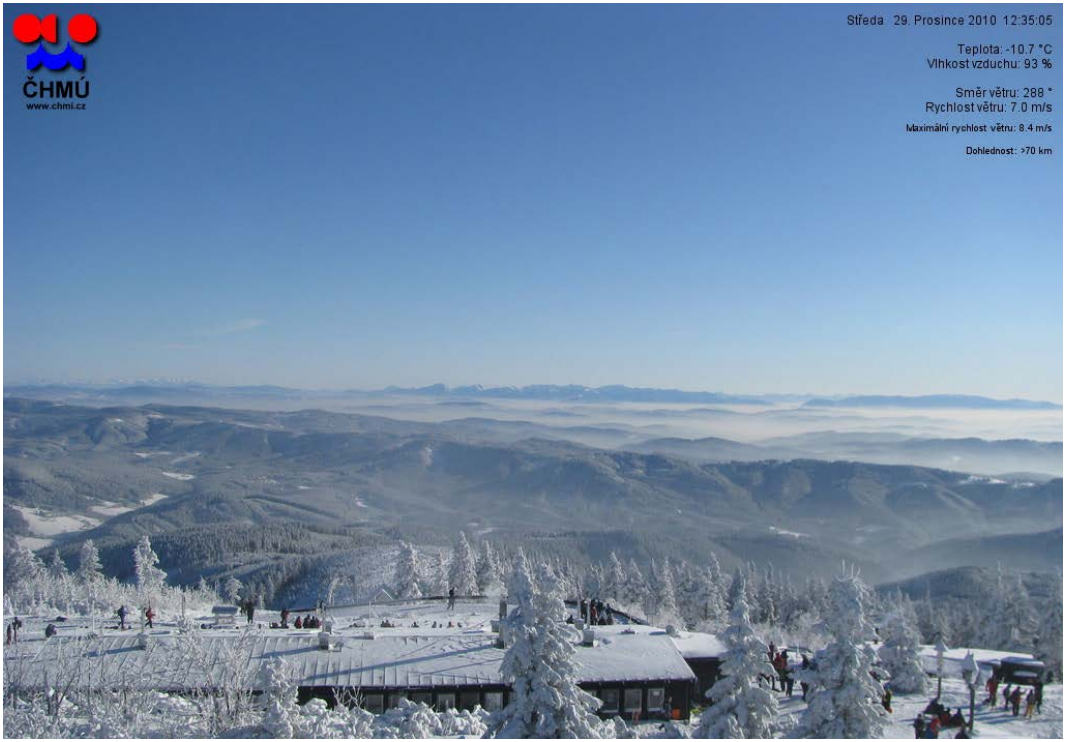


Webové kamery ČHMÚ

ČHMÚ provozuje dnes již celkem rozsáhlou síť webových kamer. Webová kamera ČHMÚ s vysokým rozlišením je obvykle fotoaparát Canon, HDCam 8.0 nebo 9.0Mpx. Na webových stránkách ČHMÚ jsou aktualizovány snímky z kamer v intervalu 1–10 minut, podle toho, jaká je kvalita a rychlost připojení a přenosu dat. V náhledu jsou k dispozici snímky obvykle v 10minutovém intervalu, pro animaci snímky v 1minutovém intervalu.

Kamery jsou obvykle umístěny na lokalitách, kde je profesionální nebo automatizovaná dobrovolnická stanice ČHMÚ, popř. na meteorologickém radaru. Snímky z kamer na webu tak mohou být a jsou doplněny aktuálními hodnotami naměřených meteorologických prvků na stanici (pravý horní roh snímku). V rámci webové prezentace kamer je navíc u každé kamery zobrazen i minimalizovaný graf, který zároveň funguje jako odkaz na standardní graf s přehledem jednotlivých měřených prvků za poslední dva dny. Každá kamera má na stránce omezený archiv starších snímků k prohlížení.

K 1. dubnu 2015 má ČHMÚ bez ohledu na vlastníka webkamery v systému umístěno 79 webkamer http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/kam/ (z toho na území pobočky Ostrava jich je umístěno 16). Součástí webové prezentace webkamer ČHMÚ je jejich zobrazení na podkladu map společnosti Google: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/kam/mapa/



Obr. 2.20 Snímek z webové kamery ČHMÚ na Lysé hoře dne 29. prosince 2010

Poskytování dat zákazníkům

Změřená a zkontrolovaná data, která jsou uložena v klimatologické databázi CLIDATA, jsou intenzivně využívaná v celém ČHMÚ. Na úrovni oddělení meteorologie a klimatologie pobočky Ostrava zodpovídáme a poskytujeme data z působnosti naší pobočky. Evidujeme okolo 50 stálých zákazníků a během roku ještě přijde na pobočku okolo 300 žádostí o meteorologická data.

Největší skupinou žadatelů jsou orgány Police ČR, různé instance soudů, inspektoráty bezpečnosti práce, inspekce životního prostředí, finanční úřady aj., kteří požadují informace k jednotlivým trestným činům, dopravním nehodám, nebo správním řízením. Zpravidla požadují informace o konkrétním stavu počasí v určitém místě a čase (jaká byla teplota, zda a kolik napršelo, jestli byla mlha, jaká byla dohlednost, kdy nastalo občanské svítání nebo občanský soumrak). Některé dotazy bývají rozsáhlejší, pokud správní orgány řeší rozsáhlejší případy za dlouhé období.

Další velkou skupinou žadatelů o meteorologická data jsou pojišťovny. K řešení mnoha pojistných událostí potřebují vyjádření ČHMÚ, jestli se v místě pojistné události vyskytovala vichřice, bouřka, popř. zda byly neobvykle vysoké srážkové úhrny.

Velkou a tradiční skupinou žadatelů jsou zemědělci, kteří často potřebují zjistit, jaké byly srážky, přízemní nebo maximální teploty, popř. jaké byly srážkové deficity v určité oblasti.

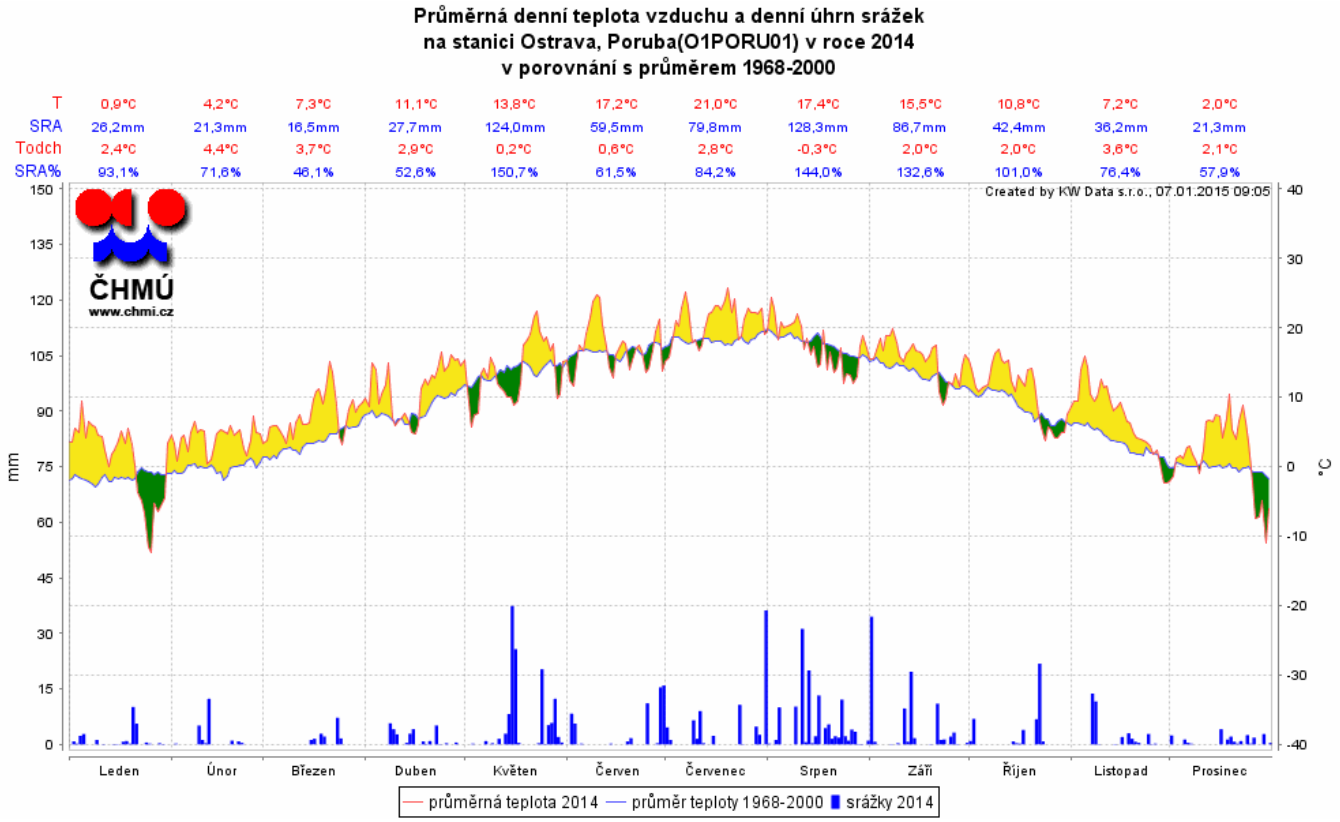
Stavební firmy a projektanti nás často žádají o informace o zatížení sněhem a větrem a posouzení extrémních hodnot zatížení konstrukcí sněhovou pokrývkou a větrem v horských oblastech regionu.

Vodohospodářům a podnikům vodovodů a kanalizací poskytujeme informace o konkrétních měsíčních, ročních nebo dlouhodobých úhrnech srážek na požadovaných lokalitách. Bytovým družstvům, společenstvím vlastníkům nebo soukromým osobám počítáme teplotu pro topná období, počet topných dnů a denostupně topného období pro vyhodnocení nákladů na topení v chladné polovině roku.

Významnou skupinou zákazníků a odběratelů dat jsou výzkumné instituce v České republice nebo i ze zahraničí, střední, ale zejména vysoké školy a studenti. Jim poskytujeme data pro vědeckou a výzkumnou činnost a středoškolské, bakalářské, diplomové, disertační a jiné práce. Požadavky jsou velmi různorodé a různě rozsáhlé, co se týká jak množství požadovaných dat, tak jejich délky.

Před několika lety byla obrovská poptávka po datech rychlosti větru pro záměry budování větrných elektráren a větrných farem v regionu. V současné době je zvýšená poptávka po datech slunečního záření a délky trvání slunečního svitu,

jak z řad zájemců a provozovatelů fotovoltaických elektráren, tak z řad kontrolních orgánů, které dohlížejí na jejich provoz. Mnoha průmyslovým, stavebním, dopravním nebo energetickým podnikům dodáváme požadovaná data pravidelně každý měsíc, každý týden, každý den, nebo i častěji, např. v hodinových intervalech. Při takových požadavcích zákazníků jsou zvýšené nároky na zajištění bezproblémového provozu automatických stanic, přenosu dat ze stanic do ČHMÚ a jejich nepřetržité distribuce k zákazníkům.

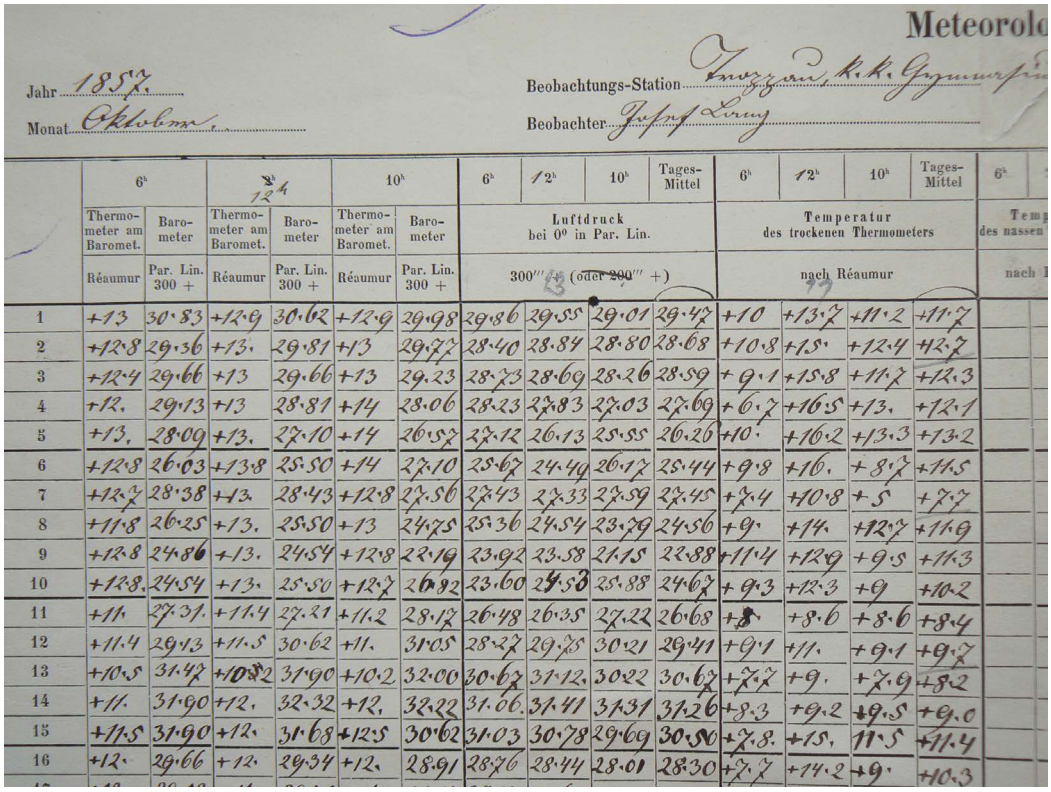


Obr. 2.21 Grafický přehled počasí za rok 2014 (stanice Ostrava-Poruba)

Historická meteorologická data

Pracovníci oddělení se také intenzivně zabývají vývojem a testováním nových modulů a aplikací databáze CLIDATA, která je zcela klíčová pro naši práci. Např. se zabýváme kontrolou pravidelných (10minutových) a nepravidelných (termínových, denních) dat, aplikací pro tvorbu posudků, geografických informací a popisu pozorování jednotlivých stanic a měřených prvků.

Dlouhodobě se zabýváme digitalizací historických klimatologických dat. Počátky dostupných pravidelných měření v regionu severní Moravy a Slezska sahají do roku 1850, ve větší míře od 80. let 19. století. Tato data byla ještě před 15 lety dostupná výhradně v archivu, v měsíčních výkazech pozorování. V posledních 15 letech jsme se této činnosti na pobočce Ostrava intenzivně věnovali a máme již téměř všechna data digitalizovaná a uložená v klimatologické databázi. Teď se věnujeme jejich kontrole, aby byla i tato data použitelná k dalšímu využití.



Meteorolo

Jahr 1857.

Monat Oktober.

Beobachtungs-Station Troppau, k.k. Gymnasium

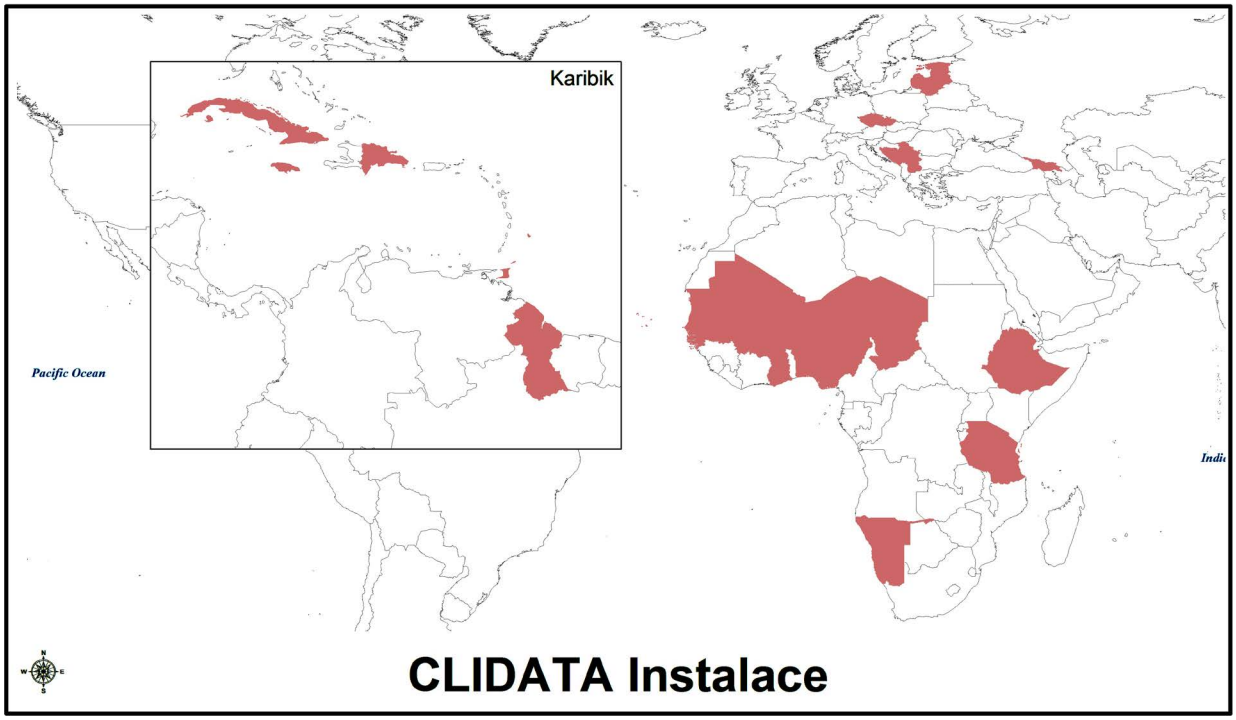
Beobachter Josef Lang

	6h		12h		10h		6h	12h	10h	Tages-Mittel	6h	12h	10h	Tages-Mittel	6h
	Thermometer am Baromet.	Barometer	Thermometer am Baromet.	Barometer	Thermometer am Baromet.	Barometer	Luftdruck bei 0° in Par. Lin.				Temperatur des trockenen Thermometers				Temp des nassen
	Réaumur	Par. Lin. 300 +	Réaumur	Par. Lin. 300 +	Réaumur	Par. Lin. 300 +	300''' + (oder 200''' +)				nach Réaumur				nach
1	+13	30·83	+12·9	30·62	+12·9	29·98	29·86	29·55	29·01	29·47	+10	+13·7	+11·2	+11·7	
2	+12·8	29·36	+13·	29·81	+13	29·77	28·40	28·84	28·80	28·68	+10·8	+15·	+12·4	+12·7	
3	+12·4	29·66	+13	29·66	+13	29·23	28·73	28·69	28·26	28·59	+9·1	+15·8	+11·7	+12·3	
4	+12·	29·13	+13	28·81	+14	28·06	28·23	27·83	27·03	27·69	+6·7	+16·5	+13·	+12·1	
5	+13·	28·09	+13·	27·10	+14	26·57	27·12	26·13	25·55	26·26	+10·	+16·2	+13·3	+13·2	
6	+12·8	26·03	+13·8	25·50	+14	27·10	25·67	24·49	26·17	25·44	+9·8	+16·	+8·7	+11·5	
7	+12·7	28·38	+13·	28·43	+12·8	27·56	27·43	27·33	27·59	27·45	+7·4	+10·8	+5	+7·7	
8	+11·8	26·25	+13·	25·50	+13	24·75	25·36	24·54	23·79	24·56	+9·	+14·	+12·7	+11·9	
9	+12·8	24·86	+13·	24·54	+12·8	22·19	23·92	23·58	21·15	22·88	+11·4	+12·9	+9·5	+11·3	
10	+12·8	24·54	+13·	25·50	+12·7	26·82	23·60	24·53	25·88	24·67	+9·3	+12·3	+9	+10·2	
11	+11·	27·31	+11·4	27·21	+11·2	28·17	26·48	26·35	27·22	26·68	+8·	+8·6	+8·6	+8·4	
12	+11·4	29·13	+11·5	30·62	+11·	31·05	28·27	29·75	30·21	29·41	+9·1	+11·	+9·1	+9·7	
13	+10·5	31·47	+10·2	31·90	+10·2	32·00	30·67	31·12	30·22	30·67	+7·7	+9·	+7·9	+8·2	
14	+11·	31·90	+12·	32·32	+12·	32·22	31·06	31·41	31·31	31·26	+8·3	+9·2	+9·5	+9·0	
15	+11·5	31·90	+12·	31·68	+12·5	30·62	31·03	30·78	29·69	30·50	+7·8	+15·	11·5	+11·4	
16	+12·	29·66	+12·	29·34	+12·	28·91	28·76	28·44	28·01	28·30	+7·7	+14·2	+9·	+10·3	

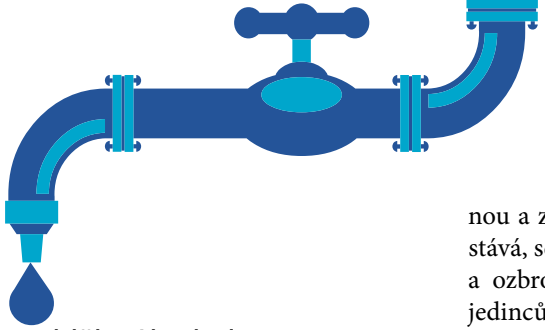
Obr. 2.22 Historický meteorologický výkaz z roku 1857 (stanice Olomouc – Klášterní Hradisko)

Klimatologická databáze CLIDATA

Klimatologie je věda, která je založena na analýze dlouhodobých charakteristik klimatu v nějaké oblasti nebo v regionu. Český hydrometeorologický ústav spravuje tzv. klimatický záznam České republiky, který má první informace již od roku 1775, z pražské stanice v Klementinu. Počet stanic na území ČR postupně narůstal a od konce minulého století jsou stanice postupně automatizovány. K ukládání obrovského množství dat jsou dnes využívány výkonné databázové systémy. Více než 200 uživatelů v ČHMÚ mají pro práci s daty k dispozici klimatologickou databázovou aplikaci CLIDATA, která je od roku 1998 vyvíjena na ostravské pobočce ČHMÚ. Ve spolupráci s profesionálními programátory vznikla aplikace, která splňuje základní metodická doporučení Světové meteorologické organizace. Výstupy z této aplikace jsou k dispozici i veřejnosti na portále ČHMÚ (www.chmi.cz) ve formě různých tabulek, grafů i map. Aplikace CLIDATA je dnes k dispozici v různých jazykových mutacích a ve spolupráci se Světovou meteorologickou organizací je instalována již ve 30 zemích různě ve světě (obr. 23). Pracovníci pobočky ČHMÚ v Ostravě se podílejí na jejím testování a na dalším vývoji a zajišťují i uživatelská školení pro zahraniční klimatology.



Obr. 2.23 Přehledová mapa instalací databáze CLIDATA ve světě



2.2.6 Oddělení hydrologie ČHMÚ Ostrava

Úvod

Hydrosféra je soustava veškeré vody na Zemi. Vody na zemském povrchu, pod jeho povrchem i ve světovém oceánu. Věda, která se zabývá vodou, jejím výskytem a dynamikou v interakci s ostatními sférami Země, se nazývá hydrologie. Bez vody není života a ve vodě život vznikl a po dlouhá geologická období se vyvíjel. Tyto věty slyšel každý školák a snad každý si je ze školy i pamatuje. Stejně jako fakt, že přízvisko „Modrá planeta" naší Země je taktéž známé, a je to právě díky tomu, jak obrovskou část jejího povrchu zaujímá voda, respektive světový oceán. Voda je tedy snad nejdůležitější substancí a spolu se slunečním zářením a složením atmosféry i nezbytným předpokladem k udržení života na Zemi, člověka přes všechny jeho technologické výdobytky nevyjímaje. Voda má rovněž několik zajímavých vlastností, z nichž lze jmenovat např. vodíkový můstek a hustotní anomálii vody. Těm vděčíme za krásu ledových krystalů, sněhových vloček a udržení života v jezerech a rybnících i v zimě v období zámrzů. Z lidského pohledu je voda bezesporu cennou a strategickou surovinou a zejména v oblastech, kde se jí tolik nedostává, se stává v extrémech až příčinou konfliktů a ozbrojených střetů mezi sousedy ve smyslu jedinců, vesnic i států. Což znali již příslovečí staří Římané, kdy vodu z Alp či Pyrenejí sváděli důmyslnými systémy transportních a zavlažovacích kanálů a akvaduktů, přičemž stavby jako Pont du Gard v jižní Francii dodnes berou dech. Toto však znaly před Římany i starší civilizace – starý Egypt nebo harappská civilizace a vodovodní a kanalizační systémy ve městech jako Mohendžo-daro ve střední části údolí Indu archeology překvapily, jakým důmyslnými vodovodními a kanalizačními systémy byla tato města vybavena. Pád mykénské civilizace na Peloponésu coby jednoho z nejstarších organizovaných uskupení Evropy byl s největší pravděpodobností způsoben taktéž klimatickými změnami a zejména nedostatkem vody. Uvážlivé hospodaření s vodou se tedy může lidské společnosti jen vyplatit. Voda je zároveň živlem, který nás fascinuje a současně děsí. Síla vody umí pohánět stroje či sloužit dopravě, což znali již od dávných dob mořeplavci, mlynáři, kováři, dřevaři, voraři a spousta dalších řemesel. Tento aspekt je bezesporu vítán jako využití její síly konstruktivním způsobem. Destruktivně se však tento živel umí také projevovat a velké povodňové události z let 1997 a 2002 toto naznačily dost důrazným způsobem. Byť je povodeň prakticky ve všech geografických zónách, střední Evropu nevyjímaje, přirozeným projevem časové dynamiky

vodních toků a povodně v Egyptě či Mezopotámii byly právě předpokladem hospodářského rozkvětu tehdejších civilizací, dnešní stupeň rozvoje sídelní a jiné zástavby v krajině v blízkosti vodních toků však nutně představuje celou skupinu rizik a problémů v době výskytů povodní. Povodně začaly být vnímány jako něco nežádoucího a anomálního. Jakkoliv je toto svým způsobem „sobecký" pohled lidské společnosti, je nasnadě, že dnešní společnost vyžaduje „povodňovou službu", která bude vybavena adekvátními technologiemi a bude společnost včas informovat a varovat, aby dopady povodní byly co nejmenší. Tento servis v České republice zajišťuje tzv. Hlásná a předpovědní povodňová služba ČR, která je zajišťována dle platných zákonných předpisů Českým hydrometeorologickým ústavem ve spolupráci s podniky Povodí a dalšími partnerskými institucemi. V dalších kapitolách si tedy řekneme, jaké technologie využívá, aby byla schopna informovat o vodě jako o cenném zdroji a zároveň živlu.

Hydrometrie aneb jak se měří voda

Chceme-li mít co nejpřesnější informace o nějakém přírodním fenoménu, musíme umět změřit jeho základní parametry. Toto znali již staří kartografové, kteří věděli, že bez „změření Země" nebudou mapy nikdy přesné. Stejně tak, chceme-li pochopit dynamiku vody v krajině, musíme být schopni vodu účelně a dostatečně přesně měřit a po adekvátním statistickém zhodnocení dat odvodit její chování v daném místě a zároveň s pomocí dalších technologií předpovídat další vývoj tohoto chování. Zjednodušeně řečeno, měřením vody se zabývá hydrometrie. Co se týče samotného měření vody, toto opět znaly už příslovečné staré civilizace, systém nejstarších vodočtů na Nilu je archeologům a historikům dobře znám. V období evropského středověku příliš k rozvoji hydrologie a hydrometrie nedocházelo, další impuls nastal teprve s obdobím renesance, a to díky osobám jako Leonardo da Vinci, Bernard Palissy, Giovanni Fontana, a dále

Hydrologická měření z hlediska lokalizace a pravidelnosti měření

1. Stacionární měření (ve staniční síti ČHMÚ) v pravidelných časových intervalech
2. Mobilní měření, které probíhá jak v profilech staniční sítě (bod 1) tak i mimo ně v nepravidelných časových intervalech.
3. Měření dalších hydrologických prvků, např. teploty vody, plavenin (pevných částic ve vodě nejčastěji vznikajících erozí půdy) či vybraných chemických parametrů vody.

Hydrologcká měření podle typu měřeného hydrologického prvku

1. Měření vodního stavu ve vodních tocích, hladiny ve vodních nádržích a hladiny podzemních vod
2. Měření průtoků ve vodních tocích a na pramenech

v 17. stol. (Pierre Perrault, Edme Halley), 18. stol. (Antoine Chézy, John Dalton) a konečně stol. 19. (Robert Manning). V České republice se o rozvoj hydrometrie zasloužil především prof. R. A. Harlacher (1842–1890).

K hydrometrickým měřením se v některé literatuře zařazují i měření srážek a sněhové pokrývky. Stále častěji jsou zmiňovaná jako měření hydrometeorologická, čímž je zdůrazněna mezioborová povaha těchto měření na rozhraní meteorologie, klimatologie, hydrologie a hydrogeologie. V této souvislosti však lze zdůraznit ten fakt, že voda je jen jedna a její dynamiku v krajině nelze postihnout tvorbou umělých bariér dle příslušnosti k vybrané vědní disciplíně. Chceme-li její tajemství pochopit, je nutné k problematice vody přistupovat napříč jednotlivými přírodovědnými odvětvími.

Pro měření vodního stavu ve staniční síti je používána nejčastěji vodoměrná stanice, která je vybavena hned několika zařízeními. To ilustruje obrázek č. 2.24. Povinnou a standardní výbavou stanice nejvyšší kategorie (tzv. základní stanice kategorie A Hlásné a předpovědní povodňové služby ČR) je vodočet, automatické zařízení pro zápis časového průběhu vodního stavu (analogové či digitální) a lanovka pro možnost měření v toku i během povodňových situací. Vodní stav (H) je vzdálenost vodní hladiny toku v cm od zvoleného stabilizovaného bodu, tzv. nuly vodočtu. Analogový záznam H zajišťuje tzv. limnigraf, což je přístroj, který pomocí mechanického

Obr. 2.24 Typická automatická stanice povrchových vod (foto Jan Unucka 2014).

převodu vodního stavu (respektive podle převodu úrovně plováku v šachtici pod limnigrafem, která je spojená s vodním tokem přívodním kanálem) na zapisovací zařízení zajišťuje zápis křivky vodního stavu na papír navinutý na válec, jímž otáčí hodinový strojek napájený baterií. Tyto přístroje jsou již často vytlačovány digitální technikou, která umožňuje krom zápisu údajů o H a ukládání těchto dat do své interní paměti taktéž přenosy dat (např. pomocí GPRS nebo rádiového přenosu) a také vzdálenou správu.

Obr. 2.25 Limnigraf
Foto: Jan Unucka 2014

Pokud tedy nedojde k mechanickému poškození čidel či stanice, lze některé problémy odstranit bez nutnosti fyzického výjezdu k dané stanici. Vodní stav je přitom měřen kontaktně několika druhy čidel (zmíněný plovák, tlaková či bublinková čidla), popř. bezkontaktně pomocí ultrazvukových čidel.

Průtok (Q) je pak hodnota udávající objemové množství vody, která proteče daným profilem za jednotku času, tzn. za vteřinu [$m^3 \cdot s^{-1}$]. Pro měření Q se opět používá konvenčních metod, mezi které lze zařadit zejména měření pomocí hydrometrické vrtule, nebo metod moderních, mezi kterými je nejvýznamněji zastoupena technologie ADCP, popř. měření pomocí elektromagnetické indukce. Hydrometrická vrtule je zařízení, které měří bodovou rychlost vody (převodem dle počtu otáček za zvolený časový úsek po ponoření do vody) a bodové rychlosti v předepsaných hloubkách a vzdálenostech se pak různými metodami převádí na požadovanou hodnotu Q, přičemž platí, že rychlost [$m^3 \cdot s^{-1}$] x plocha [m^2] je Q. Na větších vodních tocích s dostatečnou hloubkou lze použít ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) přístroje, které pomocí ultrazvukových paprsků a tzv. Dopplerova efektu skenují v reálném čase rychlosti a zároveň profil koryta, takže bezprostředně obdržíme informaci o průtoku v daném místě a čase. ČHMÚ Ostrava používá ADCP Teledyne StreamPro pro střední a SonTek River Surveyor M9 pro velké

vodní toky. Tyto přístroje však není možné až na výjimky využít v horských bystřinách s malou hloubkou, členitým dnem a břehy s převažujícím turbulentním prouděním. V takových případech je vhodné využít konvenčních metod, které zastupuje zejména zmíněná hydrometrická vrtule. Relativní novinkou, a novým přístrojem zapůjčeným do přístrojové výbavy ČHMÚ Ostrava, je pak OTT Nautilus, což je elektromagnetický sensor rychlostí vody (EMS), který je schopen reálně měřit rychlosti od 0.00 $m \cdot s^{-1}$ do 2.5 $m \cdot s^{-1}$. Princip tohoto měření je založen na využití vody coby vodiče a v přístrojem uměle vytvořeném magnetickém poli je sledována velikost indukovaného napětí, které je přímo úměrné rychlosti vody.

Vzájemný vztah vodního stavu (H) a průtoku (Q) potom zajišťuje tzv. měrná křivka průtoků neboli konsumpční křivka. Její funkce spočívá ve vzájemném převodu těchto dvou hydrologických prvků. Zatímco vodní stav lze snadněji měřit a také odečíst jednoduše pohledem na vodočet, průtok je prvek lépe vyjadřující obje-

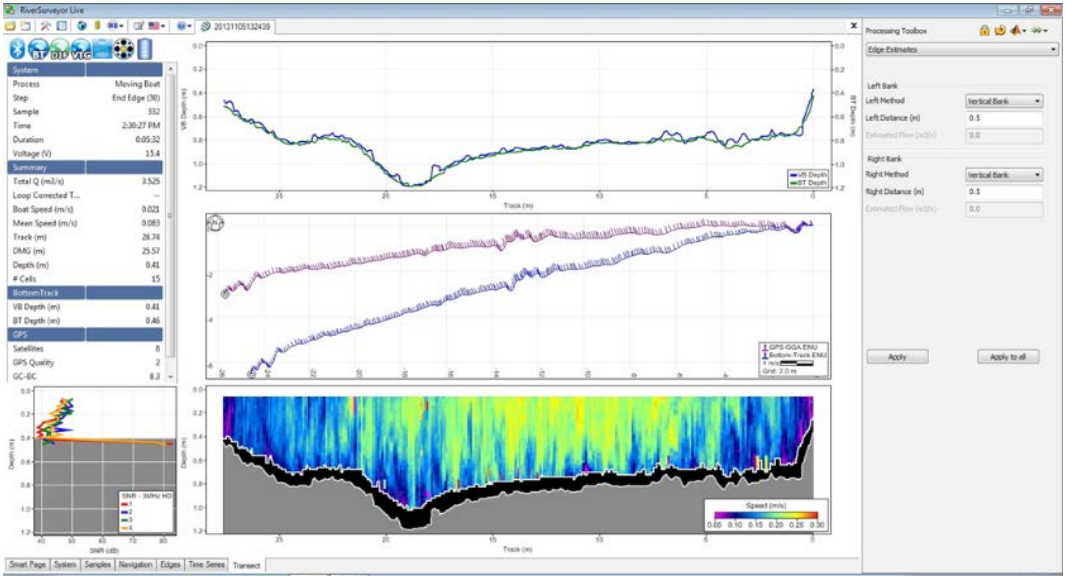
Obr. 2.26 Automatická stanice Fiedler M4016 (foto Jan Unucka 2014)

Obr. 2.27 Hydrometrická vrtule OTT C31 (vlevo) a elektromagnetický sensor OTT Nautilus 2000 (vpravo) (foto Jan Unucka 2015)

Obr. 2.28
ADCP Teledyne StreamPro
(foto Jan Unucka 2015)

Obr. 2.29
ADCP SonTek RiverSurveyor S5
(foto Jan Unucka 2014)

mové charakteristiky odtoku a také kontinuitu hydrologického procesu a odtoku vody v krajině. Zatímco vodní stav se může lišit poměrně výrazně v profilech vzdálených od sebe jen několik metrů v důsledku změn koryta vodního toku, průtok jako takový respektuje zákony zachování hmoty a energie. Pokud tedy někdo vodu neodčerpá, nepřevede na jezu jinam, či se voda jinak „neztratí“ (např. průsaky), lze předpokládat, že množství tekoucí v profilu výše na toku doteče s určitým časovým zpožděním i do profilu situovaného níže. Naopak hodnota Q směrem dolů po toku narůstá v důsledku postupného přibývání vody z bočních přítoků do hlavního toku.



Obr. 2.30
Zobrazení tvaru profilu koryta a rychlostí z měření ADCP SonTek River Surveyor S5

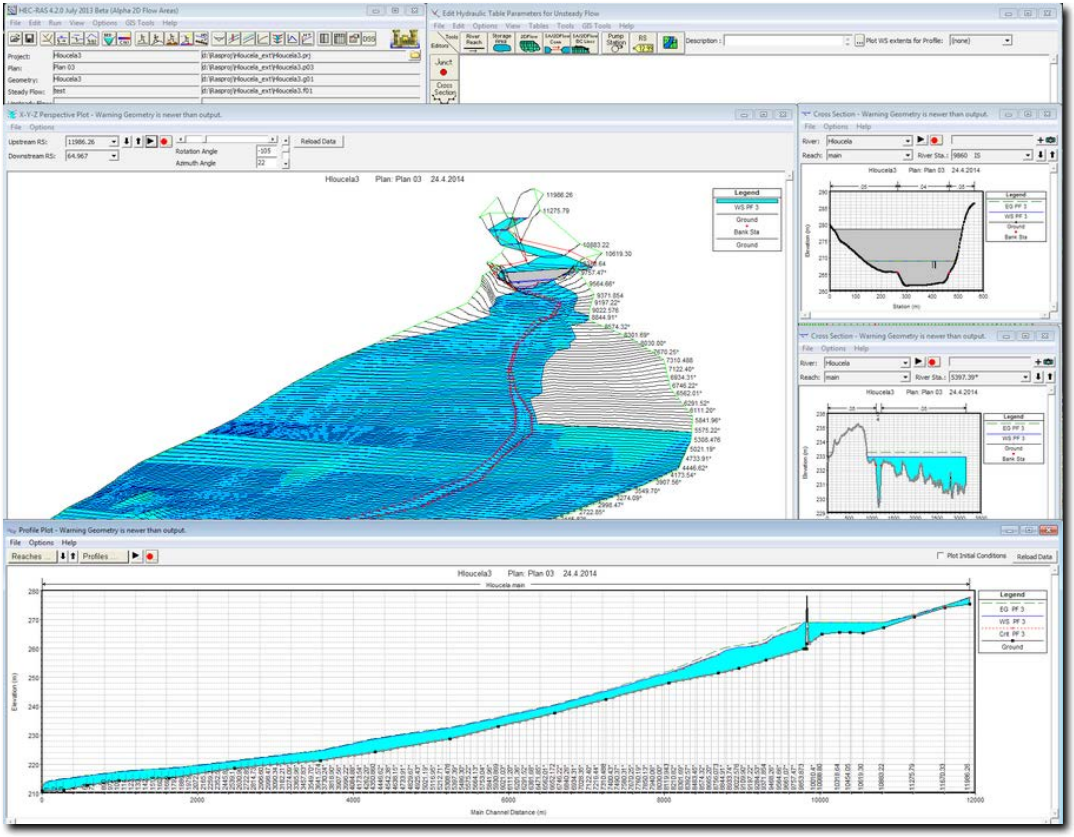
V rámci měření podzemních vod se pak měří stav [m], úrovně hladiny podzemní vody [m n. m.] nebo vydatnosti pramenů [$l \cdot s^{-1}$]. Protože zde jsou hodnoty Q řádově nižší než u vodních toků, využívají se nejčastěji tzv. měrné přelivy a odběrné nádoby. Jeden z typů vrtů znázorňuje obrázek č. 2.31. Z úrovní hladin podzemních vod se pak často prostorově interpolují kontinuální hodnoty hladin v tzv. kolektorech, což jsou propustné horniny. Vydatnost kolektoru (tzn. využitelné zásoby podzemních vod) či hodnoty Q podzemních vod se stanovují pomocí tzv. čerpacích zkoušek (a stanovením čáry vydatnosti), stanovením tzv. depresní křivky (křivky snížení), nebo pomocí matematických modelů, což je specializovaný software v hydrologii obecně stále více využívaný.

Ze všech dat získaných měřením povrchových a podzemních vod se posléze získávají režimové charakteristiky, které jsou cenným ukazatelem, jak se daný hydrologický systém (např. povodí Bečvy nebo Odry) chová v čase, jak reaguje na srážky, tání sněhu, nebo jak je zranitelný z hlediska nedostatku srážek a sucha. V této souvislosti je pak také zřejmé, jak spolu povrchové a podzemní vody souvisí. V neposlední řadě pak i to, že dynamika vody v krajině je značně složitá a působících vlivů (ať již přírodních nebo vytvářených lidskou činností) je nespočet. Úkolem hydrologie je pak tyto vazby a dynamiku co nejlépe popsat, pochopit a umět predikovat. K tomu slouží různé nástroje aplikované hydrologie, kterým se budeme věnovat v další kapitole.

Obr. 2.31
Vrt jako objekt pozorovací sítě podzemních vod (foto Jan Unucka 2015)

Aplikovaná hydrologie, specializovaný software jako pomůcka hydrologa

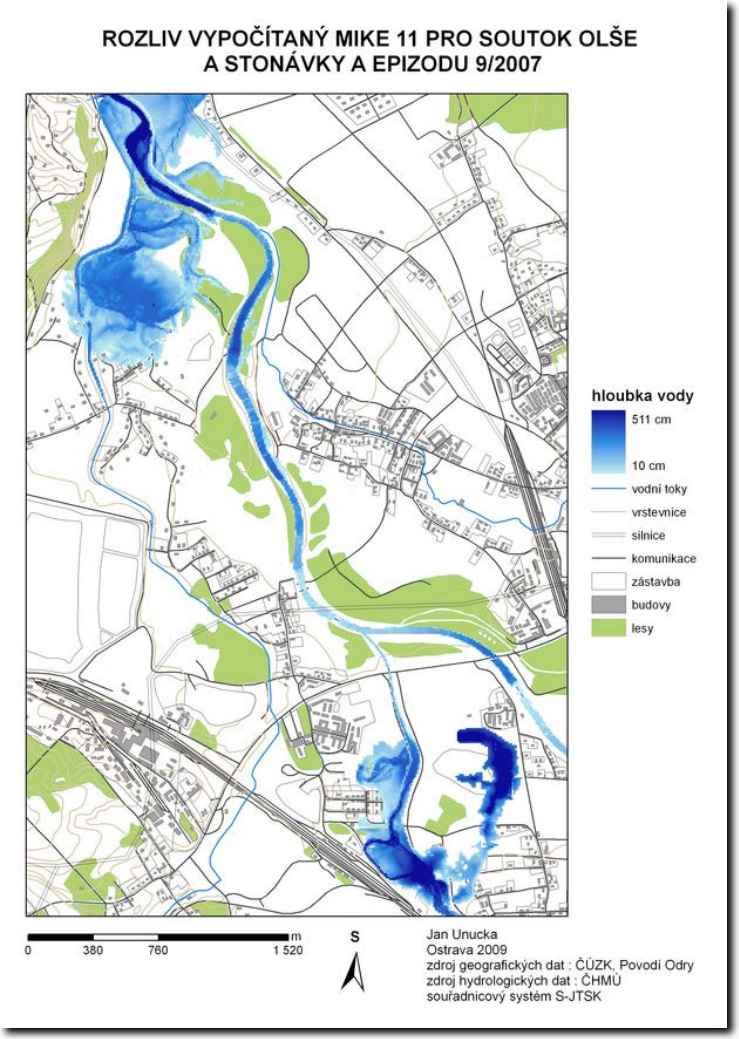
Aplikovanou hydrologii lze charakterizovat jako „nástavbu“ nad základním měřením a zpracováním dat povrchových a podzemních vod, jejíž úloha tkví zejména v posudkové činnosti a podpoře Hlásné a předpovědní povodňové služby ČR. Tak, jak jsme zvyklí, že různá odvětví využívají specializovaný software (např. medicína, doprava, stavitelství), je nasnadě, že své skupiny rutinně využívaných programů má i hydrologie jako taková, včetně té aplikované. Pokud pomineme kancelářské balíky, tabulkové procesory a databázové systémy, nejvíce využívanými skupinami software jsou geografické informační systémy (GIS) a matematické modely. Geografické informační systémy se nejčastěji charakterizují jako „mapy v počítači“. To je sice jeden z výstupů GIS a zřejmě i ten nejznámější a často nevědomky využívaný i laiky na internetových portálech, kde se nějaké mapy zobrazují (turistické, silniční, katastrální apod.), ale rozhodně to není úplná charakteristika potenciálu GIS, zejména ve vztahu k analýzám objektů na zemském povrchu či pod ním. Data v těchto systémech jsou pak tzv. geodata, kterýmžto názvem je zdůrazněna vazba k prostoru Země. Mohou to být např. data o vodních tocích a nádržích, data o vydatnosti kolektorů podzemních vod, míře zástavby v záplavo-



Obr. 2.32
Simulace průběhu zvláštní povodně z částečného protržení hráze vodního díla Plumlov v hydraulickém modelu HEC-RAS (Jančíková, Unucka 2015)

vých územích, nebo o ohrožení zemědělského půdního fondu erozí. Všechna data jsou pak tzv. vrstvy a síla GIS spočívá právě v možnosti interakce mezi vrstvami a analýze jejich vzájemných prostorových a časových vazeb. Některé tyto analýzy jsou nazývány termínem prostorové modelování. Výsledky analýz v GIS pak lze vizualizovat buď v tradiční mapě, nebo pomocí perspektivní vizualizace (tzv. 3D vizualizací).

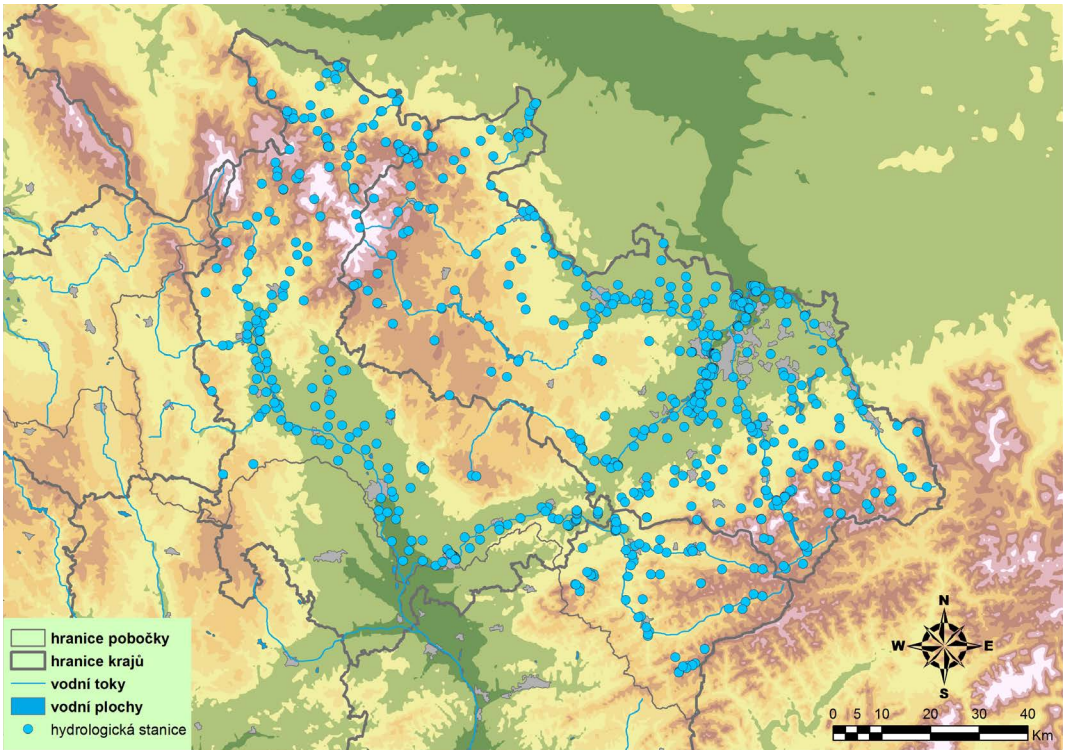
Sofistikovanější nástroje pro modelování v hydrologii pak představují tzv. hydrologické modely, což jsou matematické modely umožňující simulovat a zejména predikovat chování vody v krajině jak na povrchu, tak pod povrchem. Jejich typickou úlohou je např. prognóza vývoje situace na řekách za 24 a 48 hodin, anebo právě ve spolupráci s GIS analýza a vizualizace záplavových území pro tzv. stoletou vodu (Q100). GIS pak umožní vizualizovat a statisticky zhodnotit, jaká část území bude zaplavena do hloubky 0,5 m, jaká více apod. (viz obr. 2.33). Další úlohou matematických modelů je pak i analýza reakce území (povodí) na reálnou či hypotetickou srážku. Zde může úloha představovat řešení problému, jakým způsobem bude povodí reagovat na dvojnásobnou srážku, než která se vyskytla za poslední proběhlé povodně, a kde jsou nejrizikovější místa v záplavových územích. Tím se dostáváme k dalšímu úkolu aplikované hydrologie, což je odvozování teoretických hydrologických charakteristik. Již jsme zmínili tzv. stoletou



Obr. 2.33 Vizualizace záplavových území vypočítaných hydraulickým modelem MIKE 11 v GIS

vodu nebo povodeň. To je již i mediálně vžitý termín, který však nic neříká o periodicitě jevu, ale o jeho významnosti vzhledem k dosavadnímu pozorování. Právě z těchto hydrometrických dat se odvozují tzv. empirické křivky překročení. Zde však vyvstává problém, jak stanovit např. stoletou vodu, když samotné měření probíhá jen např. 40 let. Pak právě nastupují různé matematické a statistické metody, které křivky dosavadních měření extrapolují (lidově řečeno protahují) do větších časových dimenzí. Dnes je již zcela běžnou praxí, že se v rámci stavební činnosti (např. stavba mostů, propustků) navrhuje na Q500 a je zřejmé, že tak dlouhými řadami měření prostě nedisponujeme. V současnosti je snaha dimenzovat vodní díla na Q1000 či Q10000. To jsou již obtížně stanovitelné charakteristiky, jakým způsobem se změnila krajina a využívání vodních zdrojů za posledních 10 tis. let.

Hlavním úkolem aplikované hydrologie je tedy zpracování kvanta hydrologických dat s pomocí specializovaných metod a programů a produkovat informace „na míru“ dle požadavků institucí státní správy, komerčních subjektů nebo občanů tak, aby byl naplněn základní požadavek informovat včas a za využití adekvátních nástrojů a postupů.



Obr. 2.34
Mapa současných hydrologických stanic

2.2.7 Oddělení ochrany čistoty ovzduší

Oddělení ochrany čistoty ovzduší v Ostravě zajišťuje na území Moravskoslezského a Olomouckého kraje měření znečištění ovzduší ve Státní síti imisního monitoringu na automatizovaných a manuálních měřicích stanicích a měření podle požadavků zákazníků, zpracování a vyhodnocování naměřených údajů, informování o dlouhodobém stavu znečištění ovzduší, zpracování posudků a studií o znečištění ovzduší, zpracování rozptylových studií na základě osvědčení o autorizaci ke zpracování rozptylových studií podle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.

Aglomerace Ostrava / Karviná / Frýdek-Místek patří k nejvíce urbanizovaným a průmyslovým oblastem ve střední Evropě; geograficky ji tvoří přibližně jihozápadní pětina území Hornoslezské pánve, rozkládající se z větší části na území Polské republiky. Území je historicky zatížené rozsáhlou průmyslovou činností. Původci znečištění ovzduší v oblasti jsou vysoká koncentrace průmyslové výroby, velká hustota zástavby s lokálním vytápěním tuhými palivy a zahuštěná dopravní infrastruktura na obou stranách česko-polské hranice. Obce na většině území aglomerace na sebe navzájem bezprostředně navazují (tzv. slezský typ zástavby), průmyslové areály jsou součástí měst. Koncentrace suspendovaných částic PM10 a PM2,5 měřené na stanicích, které jsou klasifikovány jako venkovské či pozaďové, jsou výrazně vyšší než na obdobně klasifikovaných stanicích v ostatních částech ČR. Příčinou jsou vysoké emise v přeshraniční oblasti, tj. nejen produkce škodlivin zdroji na české straně hranice, ale i přeshraniční výměna znečištění ovzduší s Polskou republikou. V oblasti severní Moravy a Slezska jsou zdravotními riziky nejen vysoké koncentrace jemných a velmi jemných částic, ale zejména složení částic, konkrétně obsah polyaromatických uhlovodíků a toxických kovů v jemné frakci suspendovaných částic.

Obr. 2.35 Manuální vzorkovač suspendovaných částic (PM) v Ostravě-Porubě (foto Blanka Krejčí)

Legislativní hodnocení kvality ovzduší

Venkovní ovzduší je hlavně v obydlených oblastech zatíženo znečišťujícími látkami. Kvalita vnějšího ovzduší má bezprostřední vliv na zdravotní stav člověka a dalších organismů. Znečišťující látky, které je třeba sledovat a hodnotit vzhledem k prokazatelně škodlivým účinkům na zdraví populace, mají stanoveny národní legislativou imisní limity pro ochranu zdraví lidí a pro ochranu ekosystémů a vegetace (zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší). Znečišťující látkou je podle zákona každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem. Úroveň imisní zátěže se zjišťuje měřením na imisních monitorovacích stanicích. Podle vyhlášky č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích, lze úrovně znečištění posuzovat také modelováním v zónách, kde úroveň znečištění nepřesahuje dolní mez pro posuzování úrovně znečištění, nebo kombinací stacionárního a orientačního měření nebo kombinací stacionárního měření a modelování v zónách, kde je úroveň znečištění ovzduší nižší než horní mez pro posuzování. Při hodnocení kvality ovzduší se porovnávají naměřené koncentrace a agregované údaje s imisními limity, které jsou stanoveny v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb.

Obr. 2.36 Analytické váhy pro gravimetrická stanovení exponovaných filtrů v laboratoři XRF v Ostravě
Foto: Blanka Krejčí

Množství znečišťujících příměsí dostávajících se z určitého zdroje do ovzduší označujeme slovem emise. Primární emise jsou látky vyloučené přímo ze zdroje. Chemickou přeměnou z tzv. prekursorů dochází ke vzniku sekundárních emisí. Po rozptýlení emisí do ovzduší, kdy látky podléhají fyzikálně-chemickým přeměnám, se výsledné koncentrace znečišťujících příměsí v atmosféře označují výrazem imise. Na výsledné koncentrace znečišťujících látek v ovzduší mají vliv rozptylové podmínky určované především rychlostí větru a stabilitou atmosféry, která je charakterizována tzv. teplotním zvrstvením atmosféry neboli průběhem teploty s výškou.

Měření znečištění ovzduší

Míra znečištění ovzduší je objektivně zjišťována monitorováním koncentrací znečišťujících látek venkovního ovzduší v přízemní vrstvě atmosféry v síti měřicích stanic využívajících manuálních a automatických metod ke stanovení imisních koncentrací. Při hodnocení kvality ovzduší jsou především porovnávány zjištěné úrovně koncentrací s příslušnými imisními limity, případně s přípustnými četnostmi překročení těchto limitů. Kvalita a porovnatelnost měření je zajištěna v akreditovaných monitorovacích systémech hlavních dodavatelů dat do celostátní databáze Informačního systému kvality ovzduší spravované Českým hydrometeorologickým ústavem. Reprezentativnost stanic a použitelnost výsledků pro hodnocení je vyjádřena v systému staniční klasifikace, který je vytvořen v souladu s evropskými směrnicemi. Od r. 2005 splňuje ČHMÚ jakostní požadavky Českého institutu pro akreditaci, pracuje podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 (je zkušební laboratoří č. 1460) a tím splňuje podmínky Evropské komise pro Národní referenční laboratoř.

Oddělení ochrany čistoty ovzduší v Ostravě zodpovídá za měřicí síť v rozsahu 20 automatizovaných a 10 manuálních měřicích stanic Státní sítě imisního monitoringu na 24 lokalitách. Na smluvním základě se podílí i na provozu měření dalších vlastníků, která přispívají k zpřesňování popisu imisní situace v regionu severní Moravy a Slezska. Součástí oddělení je i laboratoř XRF. Měření jsou v plně akreditované síti Imisního monitoringu prováděna podle standardních operačních postupů, odpovídajících měřicích metod a QA/QC postupů.

Obr. 2.37 Stanice automatického imisního monitoringu ve Studénce Foto: Blanka Krejčí

V manuálních měřicích programech jsou odebírány převážně 24hodinové vzorky ovzduší, které jsou následně vyhodnocovány v laboratořích. Jedná se často o složité a nákladné stopové analýzy. Vzorky jsou citlivé k vnějším vlivům, k dalšímu laboratornímu zpracování musí být transportovány za specifických podmínek. Klíčovou roli má proto kvalita obsluhy. Tuto nezastupitelnou činnost na regionálních stanicích vykonávají spolupracující technici odběru po proškolení na základě uzavřených smluv. Měřeny jsou koncentrace suspendovaných částic PM10 a PM2,5, benzenu a dále těžkých kovů a polyaromatických uhlovodíků v částicích PM10 a PM2.5. Provádí se i rozbor atmosférických srážek pro stanovení depozice. Historicky první (manuální) stanice s měřením oxidu siřičitého vznikly na Ostravsku a Karvinsku v roce 1969. Následovalo měření poletavého prachu bez rozlišení velikosti částic (TSP). Monitoring byl postupně rozšířen i na území dnešního Olomouckého kraje. V 80. letech minulého století bylo zahájeno sledování koncentrací oxidů dusíku a později i dalších škodlivin.

Obr. 2.38 Stanice automatického imisního monitoringu Bílý Kříž Foto: Blanka Krejčí

Automatické monitorovací stanice jsou vybaveny analyzátory s kontinuálním měřením koncentrací oxidu siřičitého, oxidů dusíku, suspendovaných částic PM10, příp. i PM2.5, oxidu uhelnatého, ozonu a těkavých organických látek. Tyto analyzátory měří na základě fyzikálně-chemických principů stanovení. Přístroje jsou umístěny v klimatizovaném kontejneru. Měření škodlivin je doplněno sledováním doprovodných meteorologických veličin, tj. směru a rychlosti větru, teploty a vlhkosti vzduchu, atmosférického tlaku a globálního slunečního záření na 10 m vysokém stožáru. Měření nevyžadují přítomnost obsluhy na místě, naměřené desetiminutové a hodinové údaje jsou přenášeny do sběrného regionálního centra v reálném čase prostřednictvím GPRS. Naměřené koncentrace jsou využívány k informování veřejnosti o aktuálním stavu kvality ovzduší včetně provozu Smogového varovného a regulačního systému.

Obr. 2.39 Měřidla plynných škodlivin na stanici automatického imisního monitoringu
Foto: Robert Skeřil

První síť automatických měření koncentrací oxidu siřičitého byla na Ostravsku budována od roku 1987. K vyhlášení první smogové situace na Ostravsku došlo v prosinci 1989. Počet vyhlášených smogových situací a regulací se v jednotlivých letech lišil v závislosti na vývoji legislativních pravidel a odlišné meteorologické situaci. V letech 1992–1994 byla zprovozněna síť automatického imisního monitoringu v dnešní podobě, postupně prošla několika etapami optimalizace a obměn přístrojového vybavení. Informování veřejnosti o vysokých koncentracích přízemního ozonu probíhá od roku 1994. V roce 2015 probíhá rozsáhlý projekt inovace Státní sítě imisního monitoringu a nástrojů hodnocení kvality ovzduší. Kromě kvantitativního stanovení suspendovaných částic budou díky vybudování laboratoře pro identifikaci zdrojů znečištění nově k dispozici i poznatky o složení a velikostním spektru částic. Informace o meteorologických parametrech, které ovlivňují výslednou kvalitu ovzduší, v oblasti severní Moravy doplní ceilometry určené ke sledování přízemní vrstvy atmosféry.

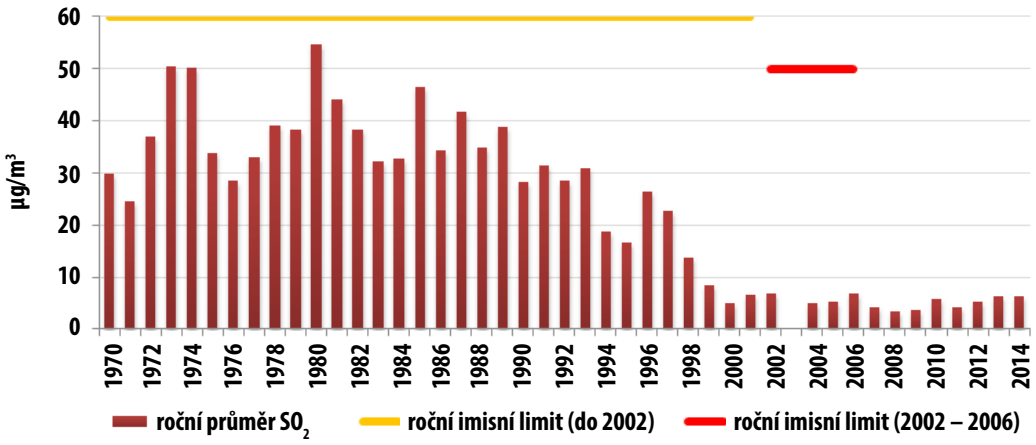
Obr. 2.40 Zimní transport vzorků z monitorovací stanice Červená hora
Foto: Blanka Krejčí

Informování o kvalitě ovzduší

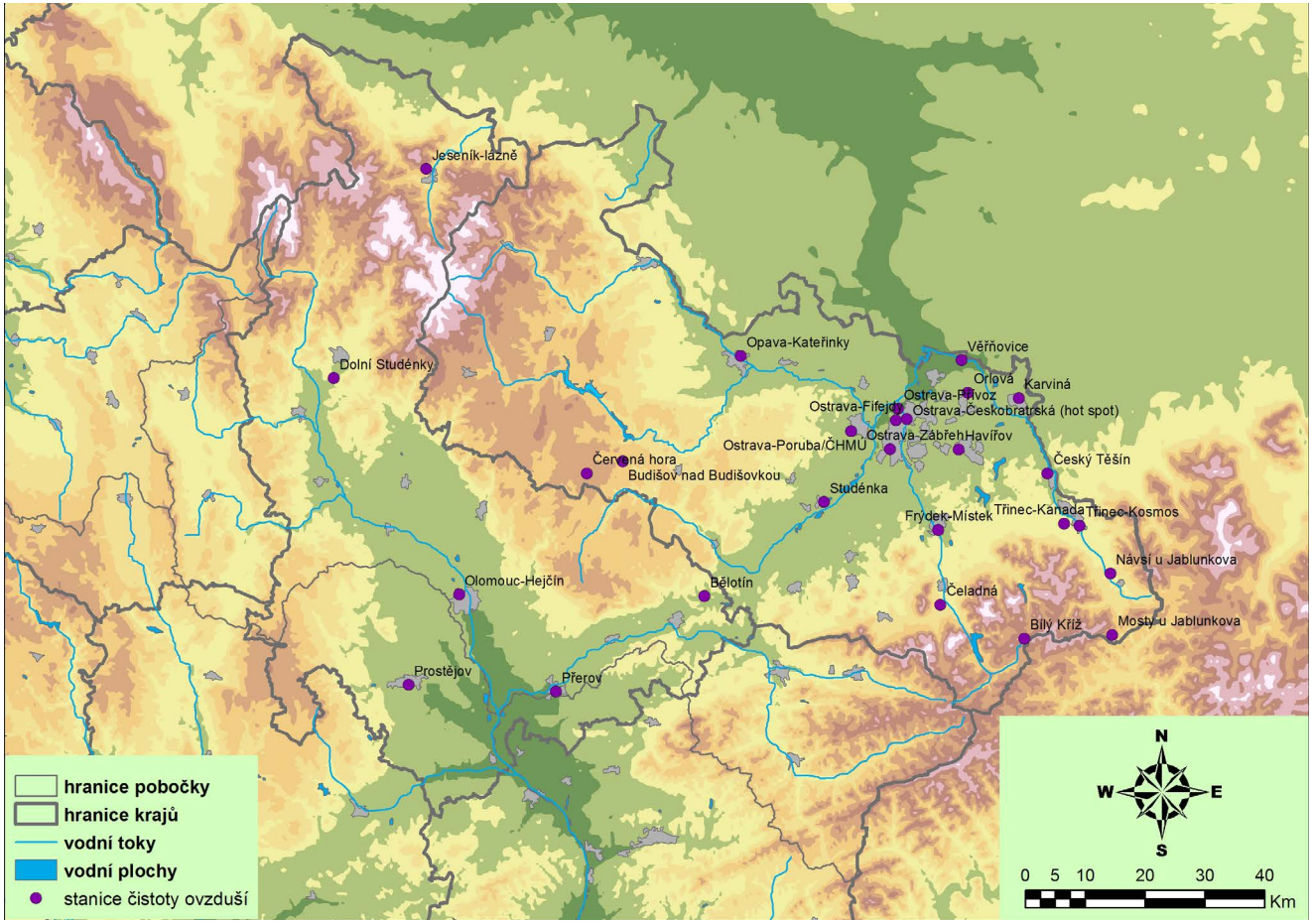
Pracovníci oddělení ochrany čistoty ovzduší zpracovávají hodnotící a modelové studie a přehledy o znečištění ovzduší, referují o výsledcích práce na odborných vědeckých konferencích, zapojují se do národních i mezinárodních projektů spolupráce, prezentují výsledky práce veřejnosti a spolupracují s médii. Podílejí se na přípravě ročenek znečištění ovzduší a na provozu Smogového varovného a regulačního řádu. Většina informací o aktuální i dlouhodobé kvalitě ovzduší je volně dostupná na internetových stránkách ČHMÚ ve formě mnoha tabulkových i grafických výstupů. Na pobočce v Ostravě působí interní auditoři Imisního monitoringu.

Pracovníci oddělení spolupracují s vysokými školami (podílejí se na externí výuce, vedení a připomínkování závěrečných prací, projektové a výzkumné spolupráci – např. FLORE-ON+, Spolupráce pro budoucnost) a s ústavy Akademie věd ČR (RECETOX, AIRTOX), se zdravotními ústavy (koordinace oblastního monitoringu, výměna dat), místní správou a samosprávou (studie, konzultace). Nedílnou součástí jejich práce je také popularizování informací o znečištění ovzduší na akcích pořádaných u příležitosti Dne země, Dne otevřených dveří ČHMÚ, a předávání informací při tematických exkurzích a přednáškách.

Obr. 2.41 Vývoj průměrných ročních koncentrací oxidu siřičitého v Ostravě-Porubě



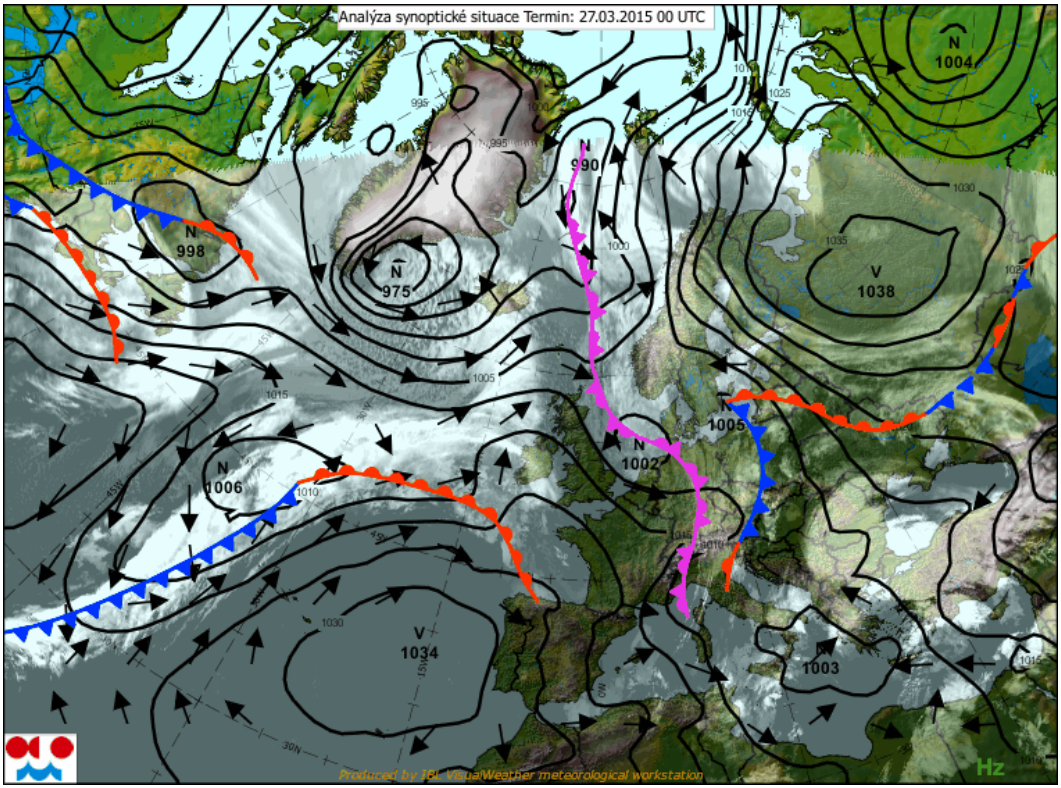
Obr. 2.42 Současná síť stanic oddělení ochrany čistoty ovzduší



2.2.8 Regionální předpovědní pracoviště ČHMÚ, pobočka Ostrava

Předpovědní pracoviště především zajišťuje předpovědní a výstražnou službu v oborech operativní meteorologie a hydrologie včetně monitorování vývoje kvality ovzduší v návaznosti na vývoj meteorologických podmínek podmiňujících rozptyl znečišťujících látek do atmosféry v rámci vymezené územní působnosti pobočky ČHMÚ Ostrava. Územní působnost je tedy primárně vymezena horním povodím řeky Odry ležícím na území ČR a horním povodím řeky Moravy (po soutok s řekou Bečvou). Administrativně náleží tyto části povodí z převážné části Moravskoslezskému a Olomouckému kraji, zčásti pak kraji Zlínskému a Pardubickému.

Relativně krátká historie tohoto pracoviště je datována k počátku roku 1999, kdy proběhlo poměrně zásadní přeorganizování operativních služeb ČHMÚ. Do plnohodnotného provozu bylo pracoviště uvedeno v jarních měsících roku



Obr. 2.43 Analýza synoptické situace z 27. března 2015 z 00:00 UTC (01:00 SEČ)

2003. Zhruba do jara roku 2003 byly zčásti operativní služby ČHMÚ zajišťovány pracovníky pobočky ČHMÚ Ostrava ve spolupráci s pracovníky Letecké meteorologické služebny v nedalekém Mošnově.

Samotné pracoviště je organizováno do dvou velmi úzce spolupracujících skupin odborníků čítající Skupinu meteorologických předpovědí a Skupinu hydrologických předpovědí. Zajištění monitorování a vývoje kvality ovzduší probíhá ve spolupráci s Oddělením ochrany a čistoty ovzduší. V případě Skupiny meteorologických předpovědí se jedná především o zajištění meteorologické předpovědní služby v regionech územní působnosti, včetně zajištění Systému integrované výstražné služby (SIVS) a Smogového varovného a regulačního systému (SVRS). Náplní Skupiny hydrologických předpovědí je zajištění funkce sběrného pracoviště pro síť hydrologických stanic s operativním přenosem dat a hydrologické předpovědní a povodňové služby ve spolupráci s jednotlivými vodohospodářskými dispečinky Povodí Odry, s. p. a Povodí Moravy, s. p.

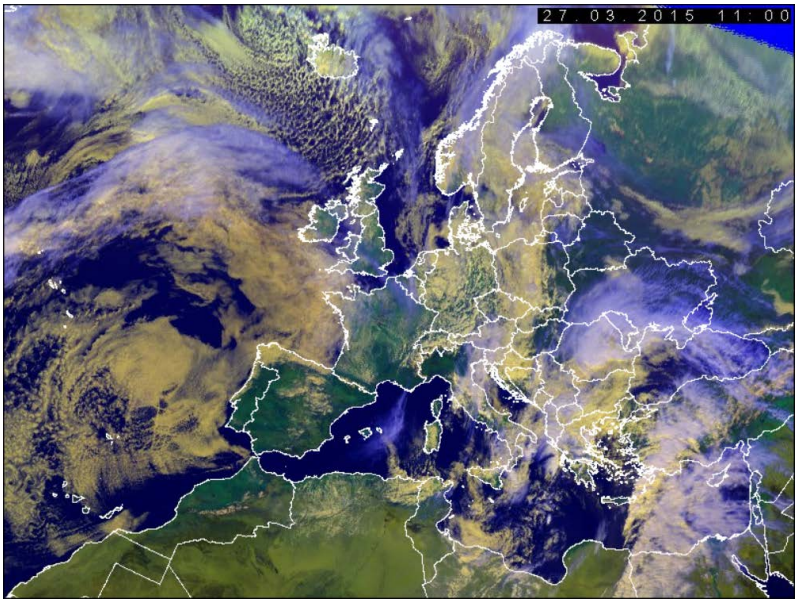
Regionální předpovědní pracoviště komplexně zajišťuje operativní informace ze všech tří oborů působnosti ČHMÚ (meteorologie a klimatologie, hydrologie a ochrany čistoty ovzduší) pro potřeby regionálních úřadů státní správy a samosprávy, integrovaného záchranného systému a složek civilní ochrany (HZS a krizovým štábům) s cílem předcházení či minimalizace škod a dopadů za mimořádných povětrnostních, povodňových nebo smogových situací. V neposlední řadě připravuje informace a předpovědi pro potřeby široké veřejnosti prostřednictvím aktualizovaných a volně dostupných informací šířených prostřednictvím internetu a nejrůznějších médií (např. Česká televize, Česká rozhlas, iDnes, Seznam.cz atd.). Pracoviště rovněž poskytuje specializované informace smluvně vázaným a komerčním uživatelům, např. stavebním firmám, zemědělcům, energetikům, nebo správcům údržby silnic a dálnic.

Většina získaných operativních údajů a na ně navázaných předpovědí je poskytována také v rámci mezinárodní výměny a spolupráce, např. s IMGW Wroclaw (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej) nebo SHMÚ v Bratislavě. Meteorologové i hydrologové na předpovědním pracovišti používají a nezbytně potřebují poměrně velké množství on-line dostupných operativních dat z měřících sítí ČHMÚ (příp. jiných spolupracujících organizací), která jsou nepřetržitě přenášena datovými sítěmi, analyzována a zpracovávána prostřednictvím informačních technologií v databázích. Nad databázemi jsou k dispozici nejrůznější aplikace, jejichž cílem je poskytnout podklady pro předpovědní službu – převážně ve formě map, tabulek, nebo grafů. Ukázkou analýzy naměřených dat může být např. „analýza synoptické situace“ (obr. 2.43).

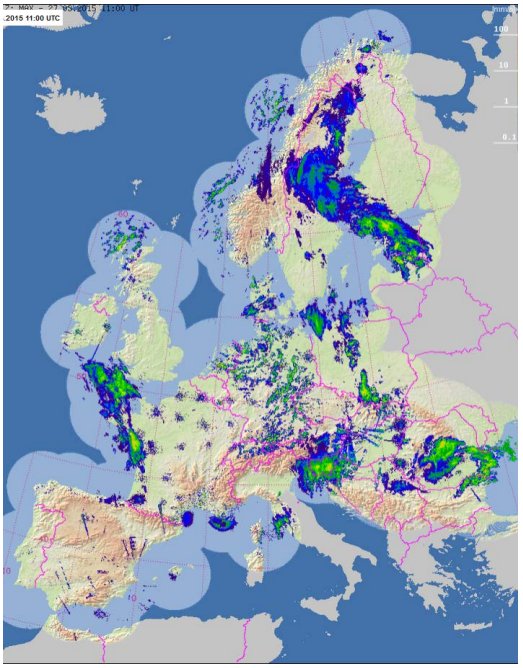
K analýze a monitorování aktuálního stavu atmosféry, hydrosféry a znečištění ovzduší významně napomáhají i metody dálkového průzkumu Země, tzv. distanční měřící metody, konkrétně radarová a družicová měření. Jejich ukázky jsou na obr. 2.44 a 2.45.

Naměřená operativní data (z pozemních, námořních, leteckých, aerologických, ale např. i radarových či družicových měření) mohou být dále zpracovávána prostřednictvím tzv. numerických předpovědních modelů, jejichž cílem je poskytnout budoucí vývoj atmosférické cirkulace, teploty, větru, srážek a dalších meteorologických polí (obr. 2.46). Tyto výstupy předpovědních modelů jsou dále vyhodnocovány odborníky – prognostiky, kteří při využití svých zatím nenahraditelných zkušeností vytvářejí již konkrétní předpovědi počasí v regionech, průtoků v řekách a rozptylových podmínek pro šíření škodlivin v ovzduší.

Kombinace objektivních předpovědních metod (numerických modelů) a zkušeností meteorologa je velmi silným nástrojem při předpovídání nebezpečných (až extrémních) meteorologických a hydrologických jevů nebo smogových situací, jež jsou koncentrovány ve výstražných systémech ČHMÚ (SIVS a SVRS) a již nesčetněkrát se osvědčily v krizovém řízení při živelných situacích v České republice – např. povodňové události v letech 1997, 2002, 2006, 2009, 2010, 2013, nebo např. orkánech a vichřicích (Kyril 2007, Emma 2008).

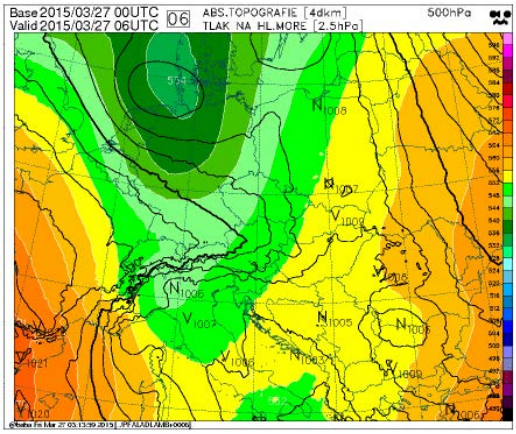


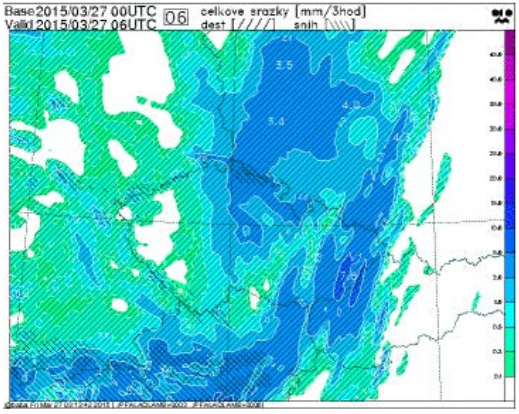
Obr. 2.44 Družicový snímek Evropy z 27. března 2015 z 11:00 UTC (12:00 SEČ) – obrázek zachycuje rozložení oblačnosti nad Evropou v podobě, jak by ji člověk viděl lidským okem při pohledu z oběžné dráhy Země.



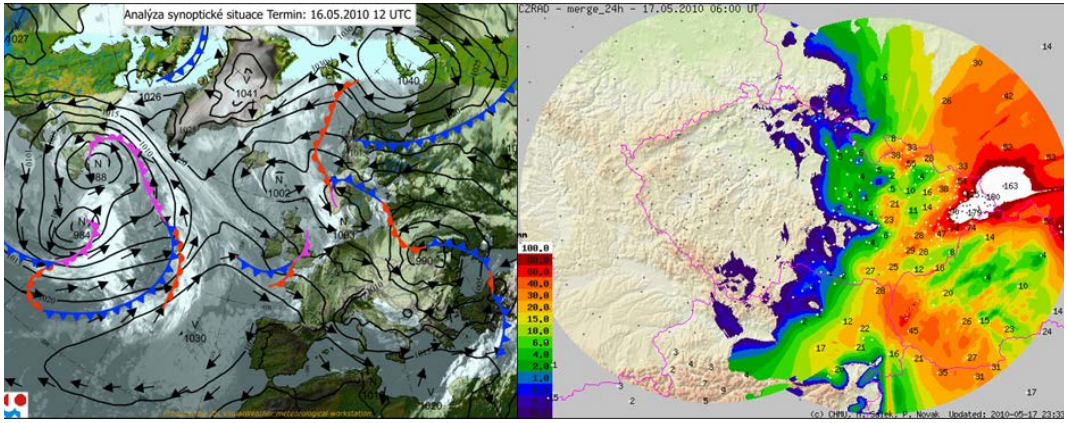
Obr. 2.45 Radarový snímek Evropy z 27. března 2015 z 11:00 UTC (12:00 SEČ) – obrázek zachycuje rozložení srážkové oblačnosti nad Evropou formou sloučené informace ze všech aktuálně dostupných radarů v Evropě.

Příkladem může být již zmíněná povodňová situace z roku 2010, kdy ve druhé polovině května 2010 a na počátku června 2010 byly v širší oblasti střední Evropy (nejen ČR, ale také Slovensko, Maďarsko, Polsko) zaznamenány na toto roční období poměrně významné srážkové úhrny. S ohledem na značnou nasycenost většiny povodí v celé ČR vyústila tato situace v plošně rozsáhlou odtokovou reakci. V první fázi (13. až 19. května 2010) byly postiženy povodňovými stavy především povodí Odry ve své střední a dolní části na území ČR (zejména pravostranné přítoky Olše, Ostravice a další menší vodoteče včetně některých levostranných přítoků), povodí Bečvy a od soutoku Bečvy s Moravou rovněž střední a dolní tok řeky Moravy (včetně většiny levostranných přítoků v této oblasti). Ve druhé fázi (1. až 4. června 2010) se odtoková situace opakovala v menším rozsahu opět v povodí Odry (Olše, Ostravice, na rozdíl od 1. fáze byly zaznamenány povodňové stavy rovněž v povodí Opavy), částečně v povodí Bečvy a rovněž na rozdíl od 1. fáze byly významněji postiženy toky v horní části povodí Moravy (včetně dotokových reakcí ve střední a dolní části povodí), a také několik lokalit ve východních, jižních a západních Čechách.





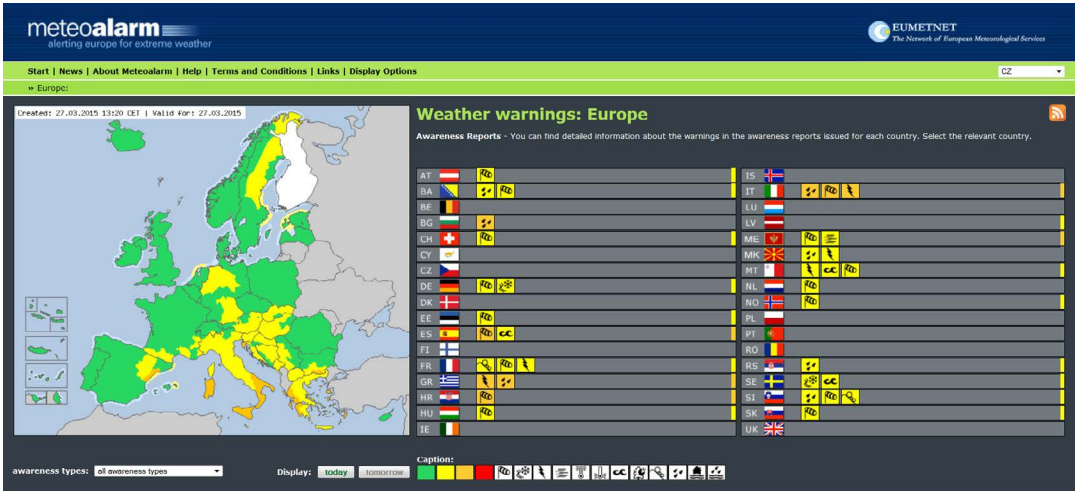
Obr. 2.46 Výstupy z numerického předpovědního modelu ALADIN (ČHMÚ) – předpověď přízemního tlakového pole, teplotního pole v hladině 850 hPa, srážek a směru a rychlosti větru v 10 m od 03:00 do 06:00 UTC (od 04:00 do 07:00 SEČ) 27. března 2015.



Obr. 2.47 Synoptická situace ze dne 16. května 2010 14 SELČ a srážkové úhrny za 24 hodin ze 17. května 08 SELČ (vzniklé kombinací dat z radarů a srážkoměrů)

I tyto informace jsou vyměňovány v rámci mezinárodní výměny, např. na webových stránkách Meteoalarm organizace Eumetnet (obr. 2.48).

Určitá část role předpovědní služby ČHMÚ spočívá také v monitorování a analýze extrémních jevů, jako jsou např. i na území ČR se vyskytující tornáda (více na internetových stránkách www.tornada-cz.cz). Jedním z posledních významných případů zaznamenaných na severní Moravě a ve Slezsku je případ výskytu poměrně silného tornáda (intenzita F2 Fujitovy stupnice) nedaleko města Krnov v podvečerních hodinách 18. června 2013. I v podmínkách střední Evropy jsou tyto jevy schopny napáchat nemalé materiální škody a detailní analýzou průběhu a podmínek výskytu takovéhoto jevu (hlubším poznáním podmínek vzniku a vývoje) předpokládáme, že minimálně přispějeme v budoucnu k minimalizaci vzniklých škod (obr. 2.49 a 2.50).



Obr. 2.48 Webová prezentace výstražných informací evropských meteorologických služeb sdružených v organizaci Eumetnet.

Obr. 2.49 Rozsáhlý lesní polom vzniklý „průchodem tornáda" nedaleko místní části Krnova – Kostelec.

Obr. 2.50 Ukázka typického řádění tornáda v lesním porostu v okolí Hájnického potoka (u Krnova).

2.2.9 Popularizace meteorologie, hydrologie a čistoty ovzduší

Značná pozornost je věnována propagaci a prezentaci činnosti ústavu a oborů meteorologie, hydrologie a ochrany čistoty ovzduší v rámci působnosti pobočky. Ve spolupráci s Českou meteorologickou společností pořádá pravidelné odborné semináře pro laickou i odbornou veřejnost s odbornými a tematickými přednáškami pracovníků pobočky a externích přednášejících. Pravidelně se připravuje a koná v jarních měsících Den otevřených dveří u příležitosti Světového meteorologického dne, Dne vody a Dne Země, který se setkává se širokým zájmem veřejnosti, o čemž svědčí stovky návštěvníků. Je vydáván měsíční Zpravodaj ČHMÚ, pobočky Ostrava, který poskytuje souhrnný přehled o meteorologické a hydrologické situaci a o kvalitě ovzduší v uplynulém měsíci v Moravskoslezském a Olomouckém kraji, bývá doplněn o zajímavosti, které se v uplynulém období vyskytly, je bezplatně běžně dostupný na webových stránkách ústavu. S velkým zájmem se setkává již po řadu let další pravidelná publikace, kterou ČHMÚ, pobočka Ostrava, připravuje ve spolupráci s firmou Agroporadenství, s.r.o., Malé Hoštice – Agrometeorologický zpravodaj, což je specializované pravidelné zpravodajství pro zemědělce, které přináší široké spektrum informací od hodnocení počasí za uplynulé období k předpokládanému vývoji, obsahuje informace o výsledcích fenologických[1] pozorování a v neposlední řadě se zde objevují také informace o stavu a vývoji chorob a škůdců na zemědělských plodinách.

Pravidelně každý měsíc uveřejňujeme přehledy počasí za minulý měsíc z území naší pobočky a nejbližšího okolí pro Moravskoslezský, Olomoucký a Zlínský kraj, které v textové, grafické a mapové podobě zveřejňujeme na diskusním fóru ČHMÚ: http://infomet.cz. Jsme také aktivní na facebookových stránkách ČHMÚ.

Obr. 2.51 Exkurze žáků na meteorologické stanici Lysá hora

[1] *Fenologie je nauka o časovém průběhu základních životních projevů v závislosti na změnách počasí, střídání ročních období a prostředí.*

2.2.10 Projekty

V průběhu posledních let mělo pracoviště účast na řadě projektů a výzkumných úkolů, jejichž výběr je uveden níže:

• INCA-CE – (Integrated Nowcasting for the Central europien Area) – středoevropský program pro snížení rizik a následků přírodních a antropogenních nebezpečí.

• Projekt Ministerstva školství „Spolupráce pro budoucnost" – cílem bylo vytvoření několika nových systémů pro spolupráci terciární sféry vzdělávání se zaměstnavateli, neziskovými organizacemi a dalšími partnery v ČR i v zahraničí.

• VaV – SP/1a6/108/07 „Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření".

• OC 725.001 „Využití fenologických dat pro účely monitoringu klimatu v České republice".

• SP/1c4/16/07 „Výzkum a implementace nových nástrojů pro předpovědi povodní a odtoku v rámci zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby v ČR".

• GAČR 103/08/0589 „Pravděpodobnostní aplikace geostatistických metod zpracování charakteristik sněhové pokrývky pro zajištění spolehlivých nosných konstrukcí".

• KJB300420905 - Analýza extrémních rychlostí větru v České republice.

• MŠMT OC09029 "Fenologický atlas Česka".

• VaV MŽP ČR SP/1b7/189/07 „Snížení plnění celospolečenských funkcí lesa vlivem potenciálního působení přízemního ozonu v kontextu klimatické změny".

• SR 07 IB EN 01 – Twinningový projekt „Strengthening Administrative Capacities for Implementation of Air Quality Management Systém " – Srbsko 2009–2011.

• Projekt „West Balkan IPA support" (podpora západobalkánských států Evropskou agenturou pro životní prostředí).

• CZ.3.22/1.2.00/09.01610 – Projekt „Informační systém kvality ovzduší v oblasti Polsko-Českého příhraničí ve Slezském a Moravskoslezském regionu ", spolufinancován z EU v rámci OP přeshraniční spolupráce Česká republika – Polská republika. Partneři – ZÚ v Ostravě, VŠB-TUO, Główny Instytut Górnictwa, IMGW, Instytut Podstaw Inżynirii Środowiska.

• Mezinárodní projekt European Topic Centre on Air pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM).

• Atlas podnebí České republiky a regionalizace výstupů klimatických modelů nelineárními metodami – projekt Ministerstva životního prostředí č. SF/740/2/03

• Probíhá dlouholetá spolupráce s polským Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW Krakow) ve všech oborech činnosti ČHMÚ.

• Spolupráce ČHMÚ s US EPA (Americká agentura pro ochranu životního prostředí).

• CLIDATA – klimatologická databáze vyvinuta ostravskými odborníky ve spolupráci s programátorskými firmami Ataco a KW Data klimatologickou databází. Databázový systém je rutinně používán v ČHMÚ a pod záštitou Světové meteorologické organizace (WMO) byl instalován v mnoha zemích Evropy, Afriky a oblasti Karibiku.

2.2.11 Technik oddělení ochrany čistoty ovzduší

Zajímavou pracovní pozicí v naší instituci je technik oddělení ochrany čistoty ovzduší. Náplní práce je obsluha a údržba měřicích zařízení znečištění ovzduší na pobočce i v terénní monitorovací síti, a to za každého počasí. Provádí kontrolu a nastavení měřidel, kontrolu kvality vzorkování, údržbu a servis měřicích stanic a měřicích zařízení i v oblastním středisku, zásobování stanic materiálem, koordinaci činností techniků odběru, přepravu vzorků, prvotní každodenní kompletaci a kontrolu dat, zálohování nastavení, vyhledávání poruch a podezřelých hodnot automatizovaných měření, přípravu objednávek servisních zásahů, nákup materiálu. Zodpovídá za správné skladování vzorků při převozu a jejich uložení na transportním místě včetně odběrových protokolů.

Práce na pozici technika vyžaduje znalosti a schopnosti zahrnující zkoušky podle § 6 vyhlášky 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, znalost práce s výpočetní technikou, dobrý zdravotní stav, schopnost manipulovat s těžkými břemeny a řidičské oprávnění.

Každoroční vzdělávání obsahuje interní školení v nakládání s nebezpečnými látkami a přípravky, školení řidičů – referentů, školení ve vyhlášce o odborné způsobilosti v elektrotechnice, interní a externí školení v obsluze měřidel, přístrojů a software, případně studium akreditačních předpisů a legislativy v oblasti metrologie, interní školení auditorů a účast na auditech. Zaškolení každého nového pracovníka je proto několikaměsíční proces.

Obr. 2.52 Instalování měření technikem oblastního střediska imisního monitoringu Foto: Alois Medlen)

1.1.12 Závěr

Český hydrometeorologický ústav je významnou a unikátní organizací patřící pod Ministerstvo životního prostředí. Má účelné spojení všech tří výše popsaných oborů a předpovědní pracoviště, které využívá činnosti odborných oddělení v předpovědní a výstražné službě. Toto spojení není v Evropě ani ve světě příliš obvyklé. Přináší řadu výhod, zejména pro obory hydrologie a ochrany čistoty ovzduší, které mohou využívat data meteorologických a distančních měření (srážky, teploty, vítr, radarová a družicová data) a přímo, úzce spolupracovat s předpovědním pracovištěm (povodně, příčinné srážky a jejich předpověď, sledování aktuální situace a předpověď počasí při smogových situacích a situacích se špatnými či zhoršenými rozptylovými podmínkami).

VODA

3 VODA

Ing. Tomáš Mičaník
VÚV TGM, v.v.i.

3.1 Úvod

Naší planetě Zemi se také říká "Modrá planeta". Až v minulém století se mohli lidé díky rozvoji kosmonautiky přesvědčit na vlastní oči, jak je naše planeta krásná, typická svým bílo modrým zabarvením. Jako jediné těleso ve sluneční soustavě totiž obsahuje vodu v takové formě a množství, že na něm mohl vzniknout život. Voda společně s kyslíkem, organickým uhlíkem a vhodnými teplotními poměry na Zemi byly a stále jsou rozhodujícími faktory pro vznik a udržení života.

Pokud pomineme období pravěku, starověké civilizace zákonitě vznikaly tam, kde byl dostatek vody. Kolem roku 3000 př. Kr. se zformovaly první městské státy v Mezopotámii, jejíž název doslovně znamená "země mezi řekami" (Eufratem a Tigridem). Kolem řeky Nilu se zase rozprostíral starověký Egypt. V 7. stol. př. Kr. řecká milétská škola uvádí přírodně-filosofické koncepce, které se snaží o maximální objektivitu při zkoumání světa a přírody. Její zakladatel, Thales z Milétu (624–546 př. Kr.), za pralátku všeho

Obr. 3.1 Pohled na planetu Zemi z Měsíce

označil vodu: "voda je pralátka, která nevzniká ani nezaniká, všechno bytí vzniká z vody, plod – život ve vodě v mateřském lůně, Země je placka vznášející se na vodě."

Dnes samozřejmě víme, že Země je kulatá. Na jejím povrchu se vyskytuje hydrosféra – vodní obal. Představuje soubor všeho vodstva, tj. povrchovou vodu tekoucí a vázanou v ledovcích, podpovrchovou vodu, vodu obsaženou v atmosféře i vodu v živých organismech. Většina zemského povrchu (71 %) je tvořena moři a oceány. Ty dohromady obsahují 97 % veškeré vody na Zemi. Je to voda slaná, ve které existuje život tisíců druhů vodních organismů. Mořská voda se však pro člověka a suchozemské rostlinstvo nehodí. Není vhodná ani k pití, ani k hospodářským účelům pro závlahu rostlin. K tomu potřebujeme vodu sladkou, ta však tvoří jen nepatrnou část hydrosféry – pouhá 3 %. Budeme-li tato 3 % uvažovat za 100 % sladké vody na Zemi, pak většina této vody (69 %) je vázána v ledovcích. Dalších 30 % sladké vody tvoří voda podzemní a jen necelé 1 % (!) připadá na vodu povrchovou a atmosférickou (Obr. 3.2).

Všimněte si, že stále ještě jsme se nedostali k vodě pitné, tj. takové vodě, která je pro člověka zdravotně nezávadná. Ta se musí z vody povrchové upravit (děje se tak v úpravně vody) nebo čerpat z podzemí. Upravená voda se dezinfikuje a akumuluje ve vodojemech, aby se pak mohla dostat distribuční sítí ke konečnému uživateli, nebo je plněna do lahví jako "balená" voda.

Obr. 3.2 Procentuální zastoupení vody na Zemi

Z toho je zřejmé, že pro lidstvo dostupná a využitelná voda je jedním z nejcennějších přírodních zdrojů na naší planetě. Musí být předmětem uvážlivého a odpovědného hospodaření. Vodní zdroje nejsou na Zemi rozloženy rovnoměrně. Vlivem charakteru zemského povrchu a chování klimatu existuje na světě mnoho rozsáhlých oblastí, které jsou na zdroje vody velmi chudé. Např. v Africe musejí ženy za vodou putovat v průměru 6 km! V některých oblastech se pitná voda vyrábí ze slané mořské vody odsolováním. Tento proces je ale energeticky velmi náročný.

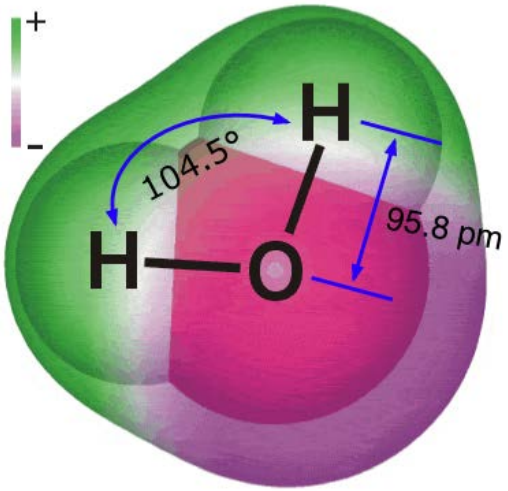
Více než jedna miliarda lidí tak nemá přístup k nezávadné vodě (současný stav populace na zemi je 7,23 mld.). Protože ale člověk nemůže bez vody žít, je mnohdy nucen pít a používat zdravotně závadnou vodu. Ta může způsobit závažná průjmová onemocnění, která pak vedou k ještě větší dehydrataci organizmu. Denně na následky onemocnění, jako jsou například cholera či úplavice, umírá ve světě více než 1,8 milionu lidí, z toho většina jsou děti.

V poslední době se hodně hovoří o tzv. klimatické změně. Zvyšováním koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře dochází na většině míst naší planety k vzrůstu teploty vzduchu a vody. I když se teplotní nárůst nejeví většině lidí jako významný, má velký vliv na chování klimatu. Důsledkem je vzrůstající extremita srážek nebo výskytu sucha, doba pro pozvolné vsakování vody do půdy se zkracuje a snižuje se vydatnost vodních zdrojů. Prohlubuje se tak problém nedostatku vody i v těch částech Země, kde to nebylo dosud typické.

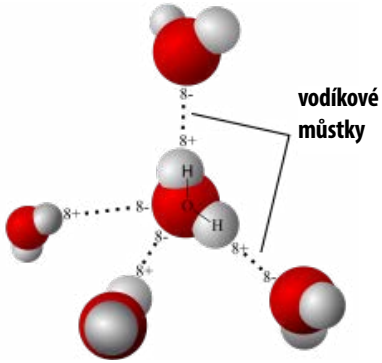
Tyto skutečnosti by nás všechny měly vést k zamyšlení a především ke změně postojů k vodě. Lidstvo jako celek stojí před novými výzvami, které je potřeba řešit. A týká se to i nás, občanů České republiky.

3.2 VODA – neobyčejná kapalina

Představte si, že přijdete do restaurace, usednete a číšník se vás nejprve zeptá: "Co si budete přát k pití?" Vy mu odpovíte: "Přineste mi, prosím, obyčejnou vodu." Možná tím bude trochu překvapen, ale přinese vám ji. Kdyby věděl, že ta "obyčejná" voda je ve skutečnosti hodně neobyčejná! Vědci uvádějí, že voda vykazuje až 66 různých anomálií.



Obr. 3.3 Tvar molekuly vody a rozložení elektrického náboje

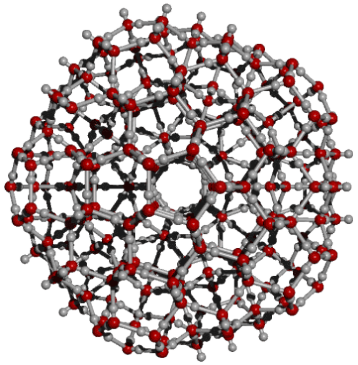


Obr. 3.4 Vodíkové můstky mezi molekulami vody

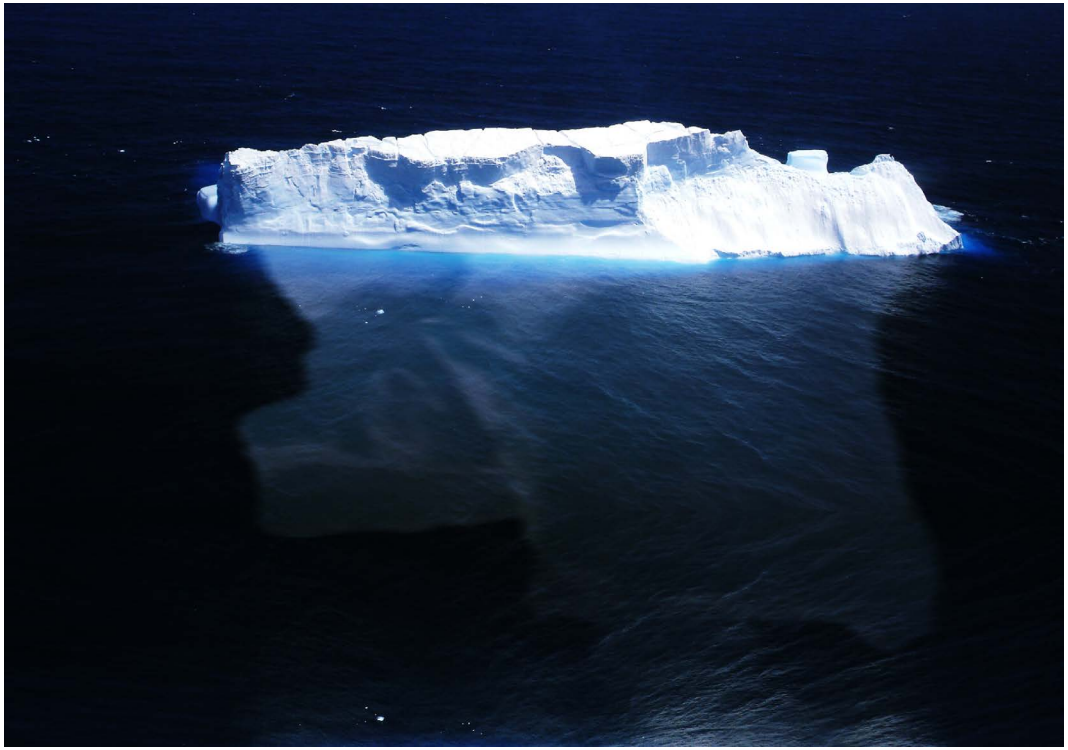
Voda je tvořena dvěma prvky: kyslíkem a vodíkem. Oba tyto prvky jsou za normálních podmínek plyny, ale když se spojí dohromady, vytvoří kapalinu. Protože kyslík má ve svém elektronovém obalu dva valenční elektrony, vytvoří každý z nich vazbu s jedním atomem vodíku za vzniku molekuly H_2O. Vlivem elektronové hustoty (oblastí s největší pravděpodobností výskytu elektronů) svírají O-H vazby mezi sebou úhel 104,5 až 109,5° (Obr. 3.3). Z obrázku je zřejmé, že molekula vody vytváří dipól. Ten je dán rozdílem elektronegativit obou prvků (kyslík 3,5; vodík 2,1).Voda je tedy polární sloučenina. To je důležitá vlastnost, která způsobuje, že jednotlivé molekuly vody mezi sebou vzájemně na sebe působí a natáčejí se k sobě tak, že vytvářejí vodíkové můstky (Obr. 3.4). Molekuly vody se vlivem vodíkových můstků shlukují do tzv. clusterů (Obr. 3.5), které obsahují 3, 6 a více molekul vody (až desítky a stovky). To je pak příčinou variability fyzikálních vlastností vody a jejího jedinečného chování.

Voda existuje ve třech skupenstvích: kapalném, plynném a pevném. Jako plyn je jeden z nejlehčích známých plynů, jako kapalina je mnohem hustší, než by se dalo podle fyzikálních zákonů předpokládat, a v pevném skupenství je naopak mnohem lehčí.

Největší měrnou hmotnost (hustotu) má voda překvapivě při 3,98 °C (1000 kg.m-3). Led má však měrnou hmotnost 917 kg.m-3. I za to mohou ony vodíkové můstky. Místo, aby se se snižující teplotou k sobě molekuly vody navzájem přibližovaly a vytvořily krystalickou mřížku, jak je to běžné u mnoha jiných látek, vlivem H-vazeb se k sobě přiblížit nemohou. Voda se při tuhnutí v led rozepne díky tomu, že se molekuly vody rovnají do krystalické mřížky s velkými mezerami mezi sebou. Proto voda v řekách, jezerech a oceánech nezmrzne v celé hloubce, což umožňuje živočichům přežít. I díky této anomálii dochází k proudění ve vodě, které zajišťuje nezbytný přísun kyslíku i do větších hloubek. Když teplotu postupně zvyšujeme nad 4°C, tak už mají molekuly více energie, vodíkové vazby se ruší a clustery se rozrušují. Měrná hmotnost vody začne klesat.



Obr. 3.5 Cluster $(H_2O)_{280}$ obsahující 280 molekul vody



Obr. 3.6 Ledová kra plave na hladině přesto, že 90 % jejího objemu je ukryto pod hladinou a jen její špička je viditelná

Důležitou anomálií je také nečekaně vysoká teplota varu. Podle zákonů fyziky by měla voda vřít při mínus 46 °C a ne při plus 100 °C (za normálního tlaku 101,3 kPa). I to je důsledek polarity vody a tvorby H-vazeb mezi jejími molekulami.

Voda v kapalném stavu má velmi vysokou tepelnou kapacitu, až dvojnásobně vyšší ve srovnání s párou nebo ledem. Znamená to, že na její ohřev potřebujeme dodat hodně tepla, nebo naopak při chladnutí voda hodně tepla předá do okolí. Této vlastnosti využívaly předchozí generace, když ještě neexistovalo ústřední topení. Horkou vodou se naplnil termofor a pak se přikládal na tělo nebo se dával pod peřinu, aby se člověk zahřál. Dnes se schopnosti akumulovat teplo hojně využívá např. při ohřevu teplé vody v domácnostech sluneční energií. Sluneční kolektory jako jímače tepelné energie předávají teplo v izolovaném výměníku studené vodě, která se tímto ohřívá a následně používá jako teplá voda pro mytí, osobní hygienu nebo i pro vytápění. Výměník neboli akumulační nádrž může mít podle rozsahu využití objem 300 až 1000 litrů.

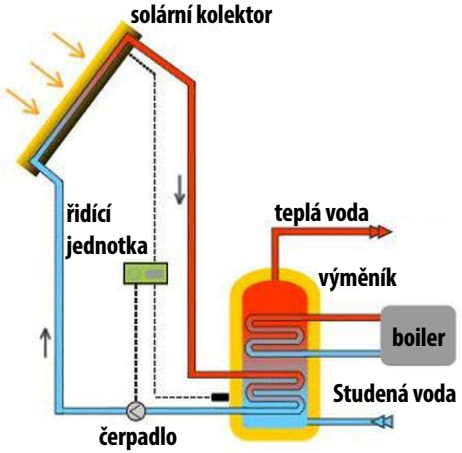
Obr. 3.7 Termofor

Nejdůležitější roli má však tepelná kapacita v přírodě, kde určuje stabilitu teploty vod světových oceánů, což má podstatný vliv na klima celé země. Vysoká tepelná kapacita, vysoká tepelná vodivost (10x vyšší než železo) a vysoký obsah vody v organismech přispívají k regulaci tělesné teploty a zabraňují místním teplotním výkyvům, což nám umožňuje snadněji ovládat svou tělesnou teplotu.

Tato schopnost vody akumulovat teplo nám však v posledních desetiletích dělá také velké starosti. Jde o klimatickou změnu, kdy větší množství tepla je na povrchu Země akumulováno světovými oceány a moři, zvláště v rovníkových oblastech. Také vzduch je schopen pojmout větší množství vodní páry. Důsledkem toho je častější výskyt tropických bouří, jejich vyšší intenzita a vyšší extremita srážek, což přináší velké materiální škody, nižší zemědělské výnosy a bohužel i ztráty lidských životů.

Další zajímavou vlastností vody je povrchové napětí. Jeho hodnota73 mN.m-1 je největší po rtuti a umožňuje některým druhům hmyzu pohyb po vodní hladině (Obr. 3.9) a rostlinám zásobování listů potřebnými živinami a stavebními látkami. Povrchové napětí je také příčinou tvorby vodních kapek. Vysoké povrchové napětí naopak vadí při hašení požáru, protože voda smáčí povrch s menší intenzitou. Proto se do hasící vody přidávají smáčedla, která toto napětí výrazně snižují a tím zvyšují účinnost hasebního zásahu.

Zajímavý je kuriózní Mpembův jev – teplá voda zmrzne dříve než studená. Tento paradox využívají nejvíce zmrzlináři při výrobě oblíbené pochoutky. Příčiny tohoto jevu nejsou dosud uspokojivě objasněny. Na úplné objasnění všech vlastností vody si tedy musíme ještě počkat. Jedno však už víme jistě: voda je kapalina vskutku neobyčejná a hodně důležitá pro veškerý život na naší planetě.



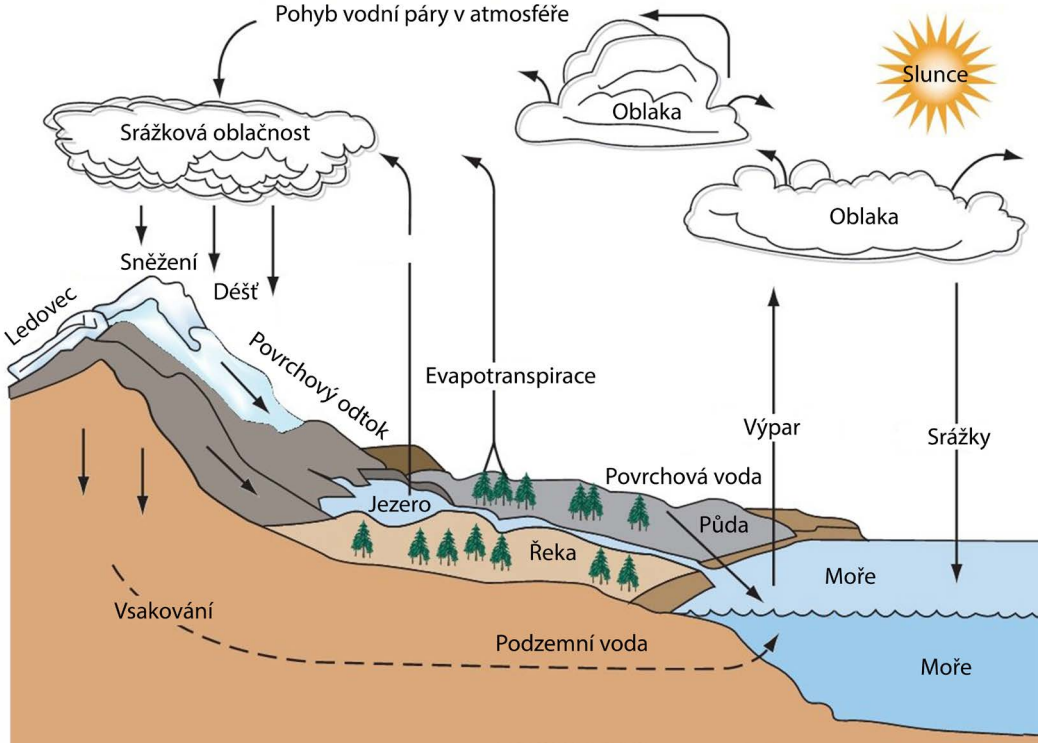
Obr. 3.8 Schéma využití sluneční energie pro ohřev vody

Obr. 3.9 Bruslařka obecnána hladině

3.3 Koloběh vody

Voda je v přírodě všudypřítomná. V plynném skupenství se vyskytuje jako vlhkost, pára nebo mlha. Ta v chladnějších vrstvách atmosféry kondenzuje a vytváří mraky tvořené kapkami nebo ledovými krystalky. Tento proces značně urychlují kondenzační jádra, což jsou velmi malé pevné částice (aerosol) přírodního i antropogenního původu. Některé druhy mraků (např. cumulonimbus, nimbostratus) jsou zdrojem srážek v kapalném nebo pevném skupenství. A tak se voda dostává zpět na zemský povrch. Účinnější pro závlahu a dotaci podzemních vod je srážka, která je méně intenzívní a není krátkodobá. V přívalové srážce sice naprší velký objem vody, který ale rychle odteče, nestačí se dostatečně vsáknout a zvyšuje erozi půdy. Více srážek také naprší na návětrné oblasti hor.

Udávané průměrné roční srážky na území České republiky činí 685 mm, t.j. 685 litrů na 1 m^2 za rok. Průměrný odtok vody řekami a dotací do podzemních vod činí 197 mm ročně, tj. asi 15,6 miliard m^3. A protože dlouhodobě musí být roční bilance vody vyrovnaná, můžeme předpokládat, že 488 mm srážek připadá na průměrný roční výpar a evapotranspiraci. Evapotranspirace je výpar vody způsobený dýcháním rostlin a živých organismů. Významný je i výpar z ledovců a ze sněhové pokrývky sublimací. Hnacím motorem koloběhu vody v přírodě je energie ze slunce a zemská přitažlivost.



Obr. 3.10 Koloběh vody v přírodě

Voda, která se neodpaří, zasakuje do půdy a horninového prostředí, vytváří zásobu podzemní vody a odtéká ze zemského povrchu řekami. Voda ze srážek, která dopadne na vodní plochy, a voda, která nestačí vsáknout a odteče do řek přímo, vytváří přímý odtok. Voda, která se do řek dostává ze zásaku do nenasycené vrstvy půdního profilu, se nazývá hypodermický odtok. Odtok z nasycené vrstvy půdního profilu (od hladiny podzemní vody níže) se nazývá základní odtok. Když se tedy podíváme na řeku, není v ní obsažena pouze voda z pramenů a jednotlivých přítoků, ale i voda podzemní. Podíl obou druhů vod (povrchové a podzemní) na celkovém odtoku řekou se vyjadřuje tzv. BF indexem (base flow index). Jeho velikost závisí na geologické skladbě půdních vrstev, resp. jejich propustnosti.

3.4 Voda v krajině

Voda modeluje zemský povrch od nepaměti. Známý římský básník Publius Ovidius Naso (43 př. Kr. – 17 n. l.) říkal: "Co je nad kámen tvrdší, co nad vodu měkčí být může? Tvrdý však kámen voda měkká vyhloubí přec." O pravdivosti těchto slov se můžete přesvědčit třeba na řece Mumlavě (nad Harrachovem v západní části Krkonoš). Vlivem vířivé činnosti vodního proudu tam řeka vyhloubila obrovské "hrnce" velké až 6 x 7 m a přes 2 m hluboké. Voda ale modeluje krajinu všude. Zjednodušeně můžeme říci, že se tak děje dvěma základními procesy: erozí zemského povrchu a transportem sedimentů. Jedním z druhů eroze je zvětrávání. Dochází při něm k působení chemických, fyzikálních či biologických sil na

Obr. 3.11
Obří „hrnec" vytvořený řekou Mumlavou

obnažené horniny. Fyzikální zvětrávání je proces, při kterém do puklin v hornině proniká voda. Přeměnou v led dojde následkem zvětšujícího se tlaku v puklinách k odtrhávání části skalního masívu. Pravidelné opakování rozmrzání a zamrzání vody v puklině má za následek její zvětšování. Hornina se drolí, odlupuje, dochází k odlamování i velkých skalních bloků. Horniny zvětrávají různou rychlostí, ty méně odolné rychleji. Výsledkem takové činnosti jsou rozličné přírodní útvary, které pak chodíme obdivovat. U nás jsou to např. skalní města pískovcových skal (Adršpach, Prachovské skály, Pravčická brána).

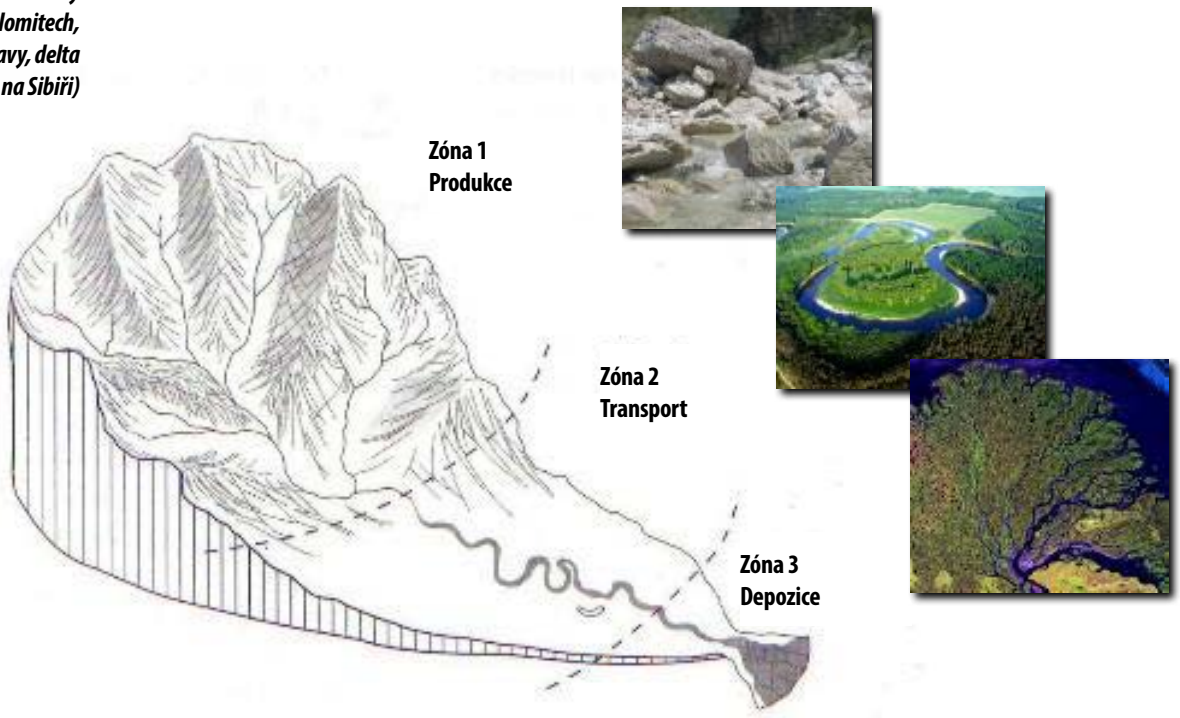
Zvláštním druhem eroze je ledovcová eroze. Ledovec svojí vahou drtí horniny v podloží či na bocích a při svém postupu je sune ve směru svého pohybu (vytváří čelní nebo boční morénu). Po zaniklém ledovci zůstává tvar údolí ve tvaru písmene "U" (na rozdíl od vodní eroze, která vytváří údolí ve tvaru písmene "V").

Voda má díky gravitaci velkou dynamickou sílu, a to především v hornatém terénu na sklonitém povrchu. Erodované horniny jsou unášeny proudící vodou z výše položených míst do nižších, kde jsou deponovány. Děje se tak především v době vysokých průtoků (v období jarního tání, při extrémních srážkách). Hydromorfologové rozlišují tři základní oblasti: oblast "produkující" materiál, oblast jeho transportu a oblast depozice říčního sedimentu (Obr. 3.13). V údolní nivě na svažitých plochách převládá eroze splavováním nezpevněných usazenin a půdy. Při

Obr. 3.12 NPP Pravčická brána v Národním parku České Švýcarsko

dlouhotrvajících srážkách může docházet k podmáčení svahů a úbočí hor a následným sesuvům. Vytváří se reliéf krajiny. V závěrečném úseku řek se vlivem depozice říčních sedimentů při ústí do moře nebo jiné vodní plochy často vytváří delta. Sedimentu je takové množství, že se dostává nad hladinu. Vodní tok novou překážku obtéká a tvoří nová ramena a kanály. Na naplaveninách vyrůstá vegetace a upevňuje tak své břehy. Vzniká cenný ekosystém vodních i suchozemských organismů.

Ukázali jsme si, jak voda modeluje krajinu. K základním složkám krajiny patří: reliéf, půda, vodstvo, klima, vegetační pokryv, zvířena a člověk. Původní přírodní krajinu člověk přetváří v krajinu kulturní. Dříve převládající lesní pokryv ustupoval zvětšováním plochy obdělávané půdy a zakládáním nebo zvětšováním lidských sídel do podoby, jak je známe dnes. Přesto si Česká republika zachovala poměrně vysokou lesnatost (34 % rozlohy státu). Les je pro krajinu i pro člověka důležitý, protože zadržuje vodu a podílí se tak příznivě na tzv. krátkém (uzavřeném) cyklu vody. Voda totiž není jen prostředkem transportu horninového a půdního materiálu, ale také prostředím, ve kterém jsou obsaženy rozpuštěné látky a látky sorbovatelné na půdní částice. Jsou to látky jak přirozeného původu, tak antropogenního, se kterými člověk nakládá v kulturní krajině. Vlivem koloběhu vody jsou tyto látky schopné transportu na velké vzdálenosti. Je důležité, zda existuje rovnováha v bilanci nezbytných látek v půdě (zvláště živin) a ve vodě.



Obr. 3.13 Oblasti produkce, transportu a depozice říčního sedimentu (Foto: horský tok Rio Alba v Dolomitech, meandry řeky Moravy, delta řeky Leny na Sibiři)

Jak se v průběhu minulých staletí postupně zvětšovaly plochy polí, začala se snižovat druhová pestrost kultur, odvodňovala se půda a napřimovaly vodní toky. Voda vázaná do půdy v krajině tak ubývala. V půdě, která ztratila schopnost zadržet vodu a která ztrácí základní živiny, se zvyšuje kyselost a uvolňují se do roztoku těžké kovy. V takové půdě se běžné vegetaci špatně daří a může dojít až k jejímu kolapsu. Krátký (uzavřený) cyklus vody se snížil ve prospěch dlouhého (otevřeného) cyklu vody – voda rychle odtéká z krajiny, snižuje se množství vody v půdě odparem, ubývá mlh, rosy a místních drobných srážek, v důsledku čehož se zvyšují teplotní rozdíly v krajině. Zvyšuje se četnost přívalových srážek, častěji než v minulosti se střídá sucho a povodně. Povrchové vody trpí nadbytkem živin (příčina eutrofizace), vytváří se vodní květ. Tyto negativní dopady můžeme zmírnit výsadbou lesních porostů, zachováním mokřadů, zakládáním rybníků, vyšší parcelací zemědělské půdy vytvářením mezí, hnojením organickými statkovými hnojivy, protierozními opatřeními, apod. V České republice jsou pozitivním příkladem krajiny s uzavřeným cyklem vody rybníkářské oblasti jižních Čech v Třeboňské a Českobudějovické pánvi. Také podíl lesních pozemků se v České republice mírně zvyšuje.

3.5 Extrémní hydrologické jevy a klimatická změna

Průběh srážek a způsob využívání krajiny mají rozhodující vliv na vznik extrémních hydrologických jevů. Člověk v posledních staletích provedl v krajině zásahy, které přispěly k menší schopnosti zadržovat srážky a ke zvýšení odtokových poměrů. Negativní účinky vody se ještě prohlubují vlivem narůstající extremity chodu srážek v důsledku klimatické změny.

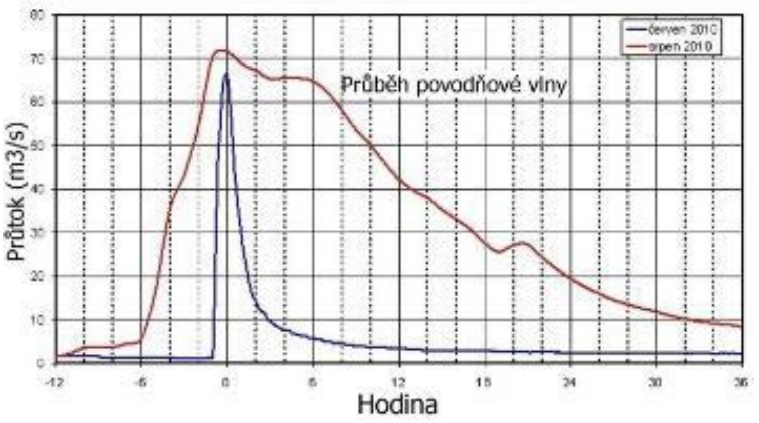
Období let 1995 – 2009 se řadí mezi patnáct nejteplejších let v záznamech o přístrojových pozorováních globální teploty povrchu (od roku 1850). Aktualizovaný stoletý lineární trend (1906 – 2005) činí +0,74 °C (interval 0,56 °C až 0,92 °C). Trend růstu globální teploty vzduchu v posledních padesáti letech podle Mezivládního panelu pro změnu klimatu IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) odpovídá nárůstu 0,13°C během 10 let a je tak 2x větší než odvozený trend pro posledních 100 let (IPCC AR4, 2007). Změny teploty vzduchu nejsou rovnoměrné po celé planetě, některé oblasti Země se mírně ochlazují. Tyto výsledky velice dobře korelují s vývojem klimatu v České republice, kdy klouzavé průměry teploty za 10 let vypočtené z řady průměrných měsíčních hodnot teploty vzduchu

v povodí Vltavy za období 1990 – 2007 vykázaly nárůst o téměř 0,8 °C. Průběh měsíčních změn gradientů teploty vzduchu na území České republiky je přibližně stejný (období 1980 – 2006). K největšímu nárůstu gradientu dochází na jaře, v létě a v listopadu. K nejmenšímu vzestupu, příp. k poklesu gradientu, dochází v březnu, září a prosinci. Výsledky jsou vizualizovány na Obr. 3.14. Se vzrůstem teploty vzduchu koreluje těsně i vzrůst teploty vody. Výsledky vyhodnocení gradientu vzrůstu teploty vody jsou obdobné s tím, že gradient dosahuje hodnot až +0,21 °C.

Vyšší teplota vzduchu urychluje výpar z půdy, vodních ploch a urychluje transpiraci rostlin, čímž roste i koncentrace vodní páry v atmosféře. Vyšší vlhkost vzduchu zvyšuje extremitu srážek, zvláště v letních měsících, a zvyšuje nerovnoměrnost jejich časového a prostorového rozložení. Vyšší teploty vzduchu vedou v zimních měsících k nižší četnosti sněhových srážek, a tím i k menší zásobě vody ze sněhové pokrývky. To má vliv nejen na nižší dotaci podzemní vody (postupným zasakováním), ale i na snížení půdní vlhkosti v jarních měsících.

3.5.1 Povodně

Extremita srážek se projevuje extremitou průtoků v řekách a vznikem povodní. Přitom rozlišujeme povodně z trvalých srážek, které postihují větší území, a přívalové strážky, které mají lokální charakter. Povodně z trvalých srážek postihují nejen oblast zasaženou vlastní srážkovou činností, ale následnou povodňovou vlnou po proudu i oblasti, kde srážky nebyly tak intenzivní nebo se vůbec nevyskytly. Typickými příklady takových povodní byly povodně na Severní Moravě v roce 1997 a v Čechách v roce 2002. Přívalové strážky mají trvání v řádu hodin a jsou zpravidla doprovázeny bouřkami. Vyznačují se velkou intenzitou srážky (desítky mm za hodinu, výjimečně i přes 100 mm za hodinu). Jsou nebezpečné náhlým vzestupem hladiny s ostrou povodňovou vlnou a rychlým poklesem průtoku po odeznění srážky. Mohou způsobit značné škody lokálního charakteru v důsledku velké koncentrace kinetické energie tekoucí vody na menších tocích. Predikce jejich výskytu je velmi obtížná a nejistá.



Obr. 3.14 Srovnání odtokové odezvy dvou rozdílných typů povodní v povodí řeky Kamenice: situace s výskytem silných přívalových srážek z 9. června 2010 (modrá čára) a průběh povodně ze 7. srpna 2010, která byla způsobena vydatným déletrvajícím deštěm (červená čára).

Povodňové průtoky v tocích se vyjadřují jako N-letý maximální průtok (N-letý průtok, N-letá voda), ten představuje takový maximální průtok, který je dlouhodobě dosažen nebo překročen jednou za N let. Označovány jsou jako Q1 (jednoletá voda), Q2 až Q100. Přehled o průtocích v tocích je veřejně přístupný na webových stránkách státních podniků Povodí (např. http://pod.cz, odkaz: Stavy a průtocích na tocích), kde je možno sledovat i intenzitu srážek nebo stav hladin v nádržích, nebo na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (http://hydro.chmi.cz/hpps/index.php?lng=CZE).

Tři stupně povodňové aktivity (SPA):

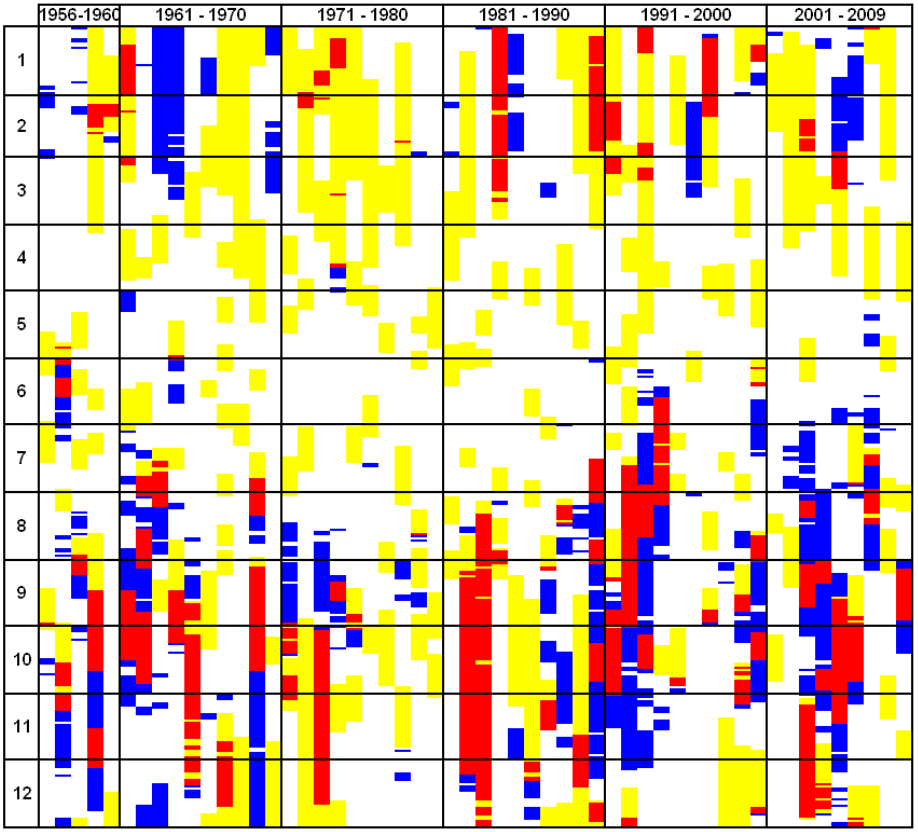
- 1. SPA – stav bdělosti – nastává při nebezpečí povodně
- 2. SPA – nebezpečí přerostlo ve skutečnou povodeň
- 3. SPA – vyhlašuje se při nebezpečí vzniku škod většího rozsahu nebo ohrožení životů a majetku v záplavovém území
- ! 3. SPA – extrémní povodeň

3.5.2 Sucho

Extrémním hydrologickým jevem je také sucho. Sucho znamená nedostatek vody v rostlinách, půdě, v atmosféře, v korytech toků, ve vodních nádržích. Tento nedostatek je dán malou četností srážek, zpravidla s delším obdobím zcela beze srážek, nebo malým množstvím srážek a velkým výparem. Predikovat výskyt sucha je daleko obtížnější než hrozbu povodní. Dlohodobé sucho působí národnímu hospodářství mnohem větší ztráty než povodně, protože zasahuje obvykle daleko větší území (hodně záleží na tom, ve kterém vegetačním období nastalo). Rozlišujeme meteorologické a hydrologické sucho. Sucho meteorologické vyjadřujeme deficitem srážek ve srovnání s dlouhodobým průměrem (např. srážkový deficit 135 mm). Největším nebezpečím jsou z hlediska škodlivého účinku víceletá období sucha. Tříletá vleklá sucha postihovala území Čech od 30. let zhruba asi po 20 letech. Naposledy byla takováto série tří suchých let zaznamenána v období 1989 – 1991 s průměrným ročním deficitem 85 mm (13 % normálu). Sucho se v České republice projevuje nejvíce na Jižní Moravě a na Lounsku v Čechách, kde jsou nejmenší srážkové úhrny (závětrné oblasti Vrchoviny a Krušných hor). Současně průměrné teploty vzduchu jsou v těchto regionech nejvyšší.

Obr. 3.15 Vodoměrná lať s vyznačením stupňů povodňové aktivity (SPA)

Srážkový deficit se projevuje i hydrologicky, průtoky v tocích klesají a menší toky mohou vysychat. Jestliže jsou povodňové průtoky vyjadřovány N-letými průtoky, hydrologicky nízké stavy vody jsou vyjadřovány pomocí M-denního průtoku (např. Q300). Aktuální průtok, který poklesne pod Q355 průtok, je označován jako „sucho". (Pozn.: Q355 je takové minimální množství vody, které by v dlouhodobém průměru protékalo korytem toku po dobu 355 dnů v roce.) Údaje o hodnotách průtoku Q355 jsou pro veřejnost dostupné na stránkách státních podniků Povodí (např. www.pod.cz, odkaz: Stavy a průtocích na tocích), kde jsou značeny kolečkem hnědé barvy. Nízké vodní stavy a vysychající toky nevadí jen zemědělcům, ale škodí zvláště vodním organismům, které ve vodním prostředí trvale žijí. Meteorologické sucho se nejčastěji vyhodnocuje metodou součtových řad založené na kumulaci transformovaných hodnot denních úhrnů srážek spolu s vyhodnocováním údajů o průměrné denní teplotě vzduchu. Hydrologické sucho se vyhodnocuje metodou nedostatkových objemů založenou na popisu vlastností objemů, které chybějí pro doplnění aktuálně naměřeného průtoku na limitní průtok v toku.



Obr. 3.16 Výskyt sucha analyzovaný pomocí metody součtových řad a metody nedostatkových objemů v Opavě v období let 1956 – 2009. První svislý sloupec znázorňuje měsíce v roce, horní řádek jednotlivé roky.

Vizualizace:

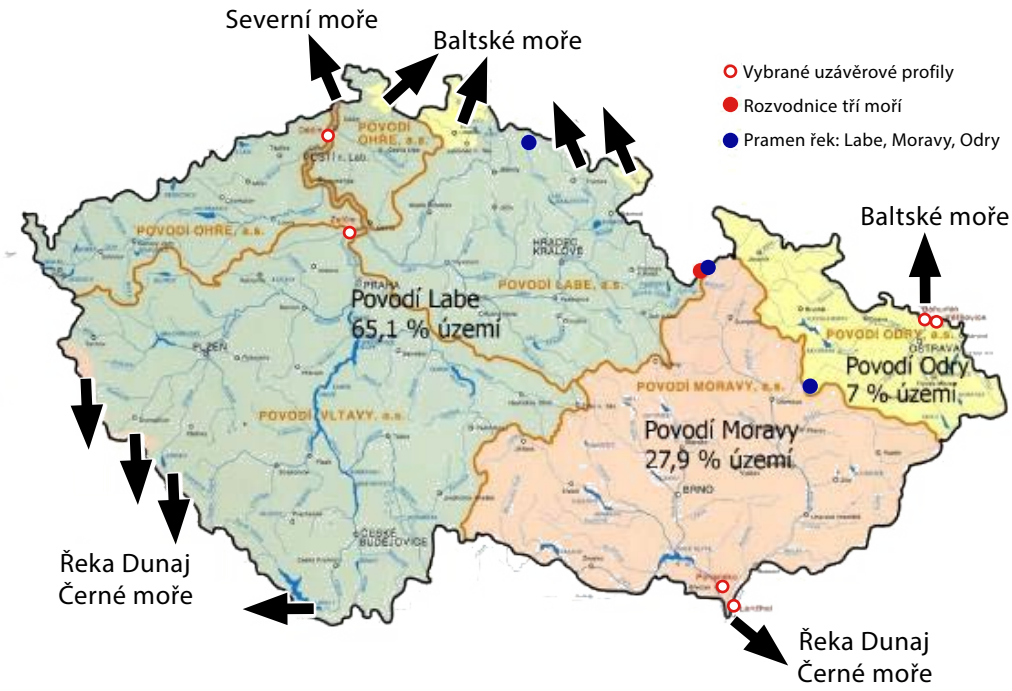
- ***Žlutě – meteorologické sucho analyzované metodou součtových řad***
- ***Modře – hydrologické sucho analyzované metodou nedostatkových objemů***
- ***Červeně – meteorologické i hydrologické sucho. (Treml, P., 2011)***

3.6 Vodstvo České republiky

Základní říční neboli hydrografickou síť na území České republiky tvoří přibližně 76 000 km přirozených vodních toků a přibližně 15 000 km toků umělých, jako jsou kanály, převaděče vody nebo náhony. Poloha České republiky v samém srdci Evropy je jedinečná tím, že vodní toky pramenící na jejím území odtékají do tří různých moří: do Severního moře (povodí řeky Labe), do Baltského moře (povodí řeky Odry) a Černého moře (povodí řeky Moravy a Dyje prostřednictvím Dunaje).

Povodí Labe zaujímá největší plochu republiky (65,1 %). Pramení v Krkonoších v nadmořské výšce 1 387 m na Labské louce, po 367 km v oblasti Hřenska překračuje státní hranici s Německem a vlévá se do Severního moře v Hamburku. Jeho největším přítokem na našem území je řeka Vltava, která pramení na Šumavě, protéká hlavním městem Prahou a u Mělníka se vlévá do Labe. Vltava s 431 km (od pramene Teplé Vltavy) je nejdelší českou řekou. Dalším významným přítokem Labe je řeka Ohře, která pramení na území Německa.

Druhým největším povodím v České republice je povodí Moravy, zaujímá 27,9 % rozlohy státu. Pramení v pohoří Jeseníku, pod Králickým Sněžníkem, v nadmořské výšce 1 380 m. Po 269 km v soutoku s řekou Dyjí opouští území České republiky a po dalších 69 km se vlévá do řeky Dunaje na úpatí Malých Kar-



Obr. 3.17 Vodstvo České republiky s vyznačením hlavních povodí náležejících k jednotlivým úmořím a rozdělením správy vodních toků (Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

pat v blízkosti Bratislavy (Slovensko). Náleží k úmoří Černého moře. K nejvýznamnějším přítokům patří řeky Bečva a Dyje. Do povodí Dunaje spadají na našem území i některé drobné šumavské toky.

Nejmenším ze všech hlavních povodí je povodí Odry, zaujímá 7 % plochy území České republiky. Největší část se nachází na Severní Moravě. Pramení pod Fidlovým kopcem v Oderských vrších, ve výšce 633 m n.m. Délkou je na českém území nejkratší: 134 km po ústí řeky Olše na státní hranici s Polskem. V dolní části toku se do ní vlévá několik významných přítoků: Opava, Ostravice a Olše. Součástí povodí Odry jsou i některé severní části Čech s nejvýznamnější Lužickou Nisou (ta je mezinárodním tokem tří států: České republiky, Polska a Německa).

Hranice mezi povodími řek se nazývají rozvodnice. Pozoruhodná je rozvodnice tří hlavních povodí – Labe, Odry a Dunaje, které se setkávají v jediném bodě na vrcholu hory Klepáč/Trojmorski Wierch (1 144 m n.m.) v pohoří Králického Sněžníku (Jeseníky), na hranici České republiky s Polskem.

Kromě řek je vodstvo tvořeno jezery, mokřady a rybníky. V České republice je jen málo přírodních jezer. Jsou buď ledovcového původu (k nejznámnějším patří Čertovo jezero na Šumavě) nebo vznikla oddělením původního meandru od mateřského koryta (fluviální jezera). Čet-

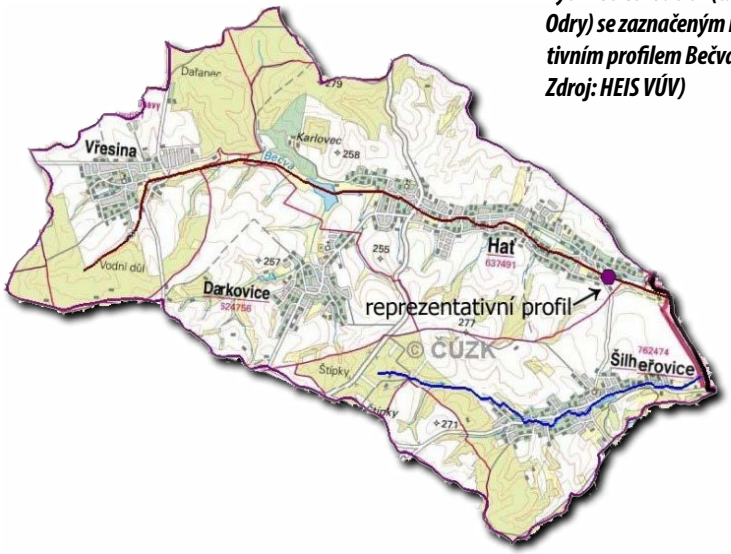
Obr. 3.18 Hranice tří hlavních povodí – Labe, Dunaje a Odry

Zdroj: mapy.cz, ACCENDO

nější jsou rašeliniště a slatiny, vznikají zadržením srážkové nebo pozdemní vody v mělkých sníženinách. Vyskytují se téměř ve všech našich pohraničních pohořích. Největší komplex rašelinišť se nachází v centrální části Šumavy – Modravské slatě (na ploše 3 615 ha). Jsou státem chráněna formou národních přírodních rezervací. Rybníky jsou na našem území budovány již od 13. století. Rybník je uměle vytvořené vodohospodářské dílo určené především k chovu ryb a plní i funkci přirozené retence vody v kajině. Celkem se u nás nachází kolem 21 tis. rybníků, nejvíce jich je soustředěno v Jižních Čechách. Největším českým rybníkem je Rožmberk, který leží na řece Lužnici. Má plochu 4,89 km^2 a maximální hloubku 6 m.

Součástí vodstva jsou i podzemní vody. Podzemní voda je většinou daleko čistší než voda povrchová. Největší zásoby jsou kumulovány v pánvích, v propustných vrstvách hornin (např. Českobudějovická pánev). V České republice jsou též hojné prameny minerální vod. Nejvíce jich je v severozápadních Čechách (Karlovy Vary, Mariánské Lázně, Františkovy Lázně), ve středních Čechách (Poděbrady) či v Jeseníkách (Velké Losiny, Karlova Studánka).

Z hlediska správy vodních toků, vyhodnocování jejich stavu a přijímání opatření ke zlepšení jsou vodní toky a jejich povodí agregovány do tzv. vodních útvarů. Jsou vymezeny zvlášť pro povrchové vody a podzemní vody, přičemž vodní útvary povrchových vod se dále dělí na vody tekoucí (tj. řeky) a vody stojaté (např. jezera). Jednotlivé vodní útvary na sebe navazují. V ČR je v současné době 1044 útvarů povrchových vod tekoucích, 77 útvarů povrchových vod stojatých a 174 útvarů podzemních vod.



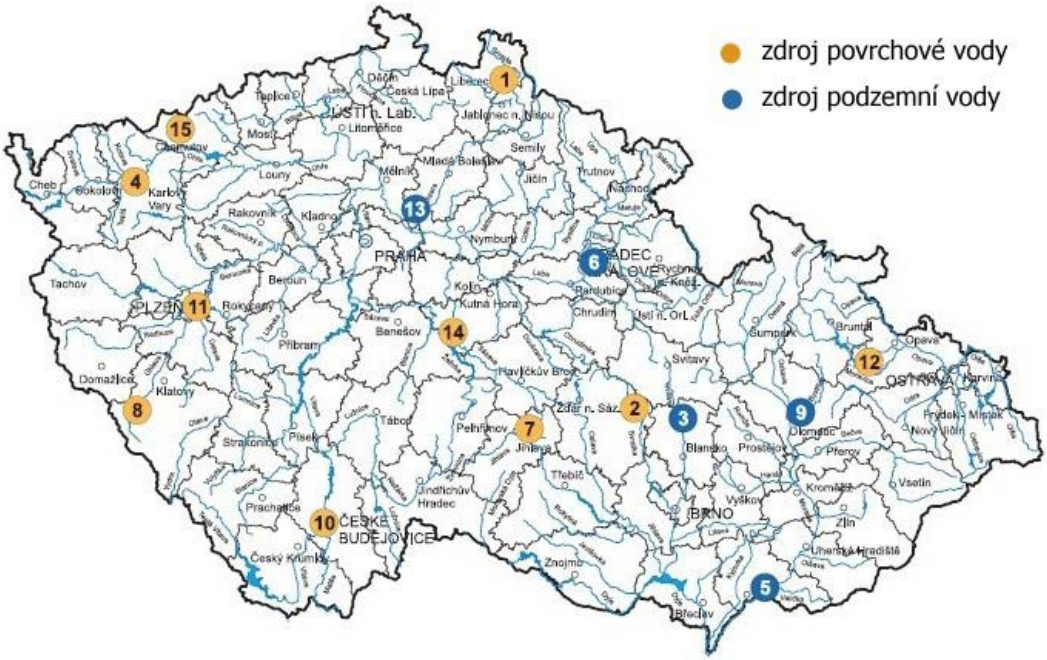
Obr. 3.19 Ukázka útvaru povrchových vod tekoucích (č. 76 v povodí Odry) se zaznačeným reprezentativním profilem Bečva-Hať Zdroj: HEIS VÚV)

3.7 Vodní hospodářství

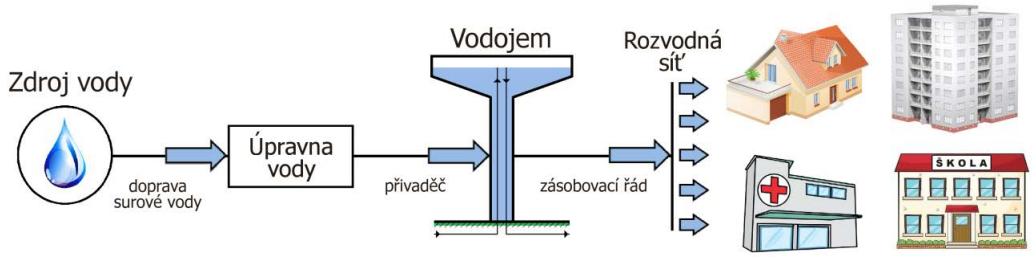
Voda je cenná surovina a je proto nezbytné s ní dobře hospodařit. Vodní hospodářství je významným oborem lidské činnosti již od dob vzniku prvních civilizací. Mezi nejdůležitější úkoly vodního hospodářství dnes patří zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou, zmírnění následků extrémních jevů počasí, jako jsou povodně a sucho, a odvádění a čištění odpadních vod. Pro splnění těchto úkolů je třeba budovat inženýrské stavby speciálního druhu – vodohospodářské stavby. S hospodařením s vodou úzce souvisí vodohospodářská a dotační politika státu, plánování využívání vodních zdrojů, správa vodních toků a také osvětová činnost.

3.7.1 Zajištění pitné vody

Zdrojem vody pro úpravu na vodu pitnou jsou jak vody podzemní, tak vody povrchové. V České republice je jejich využití zhruba rovnocenné: odběry vody podzemní činí 312 mil. m^3, odběry vody povrchové 327 mil. m^3 ročně (MZe, MŽP, 2013). Podzemní voda čerpaná z vrtů je většinou daleko čistší než voda povrchová, protože je filtrována přes půdní vrstvy. Zdrojem podzemní vody z mělkých vrtů jsou buď kvartérní vrstvy (sedimenty vzniklé zvětráváním ve čtvrtohorách), z hlubokých vrtů nejčastěji sedimenty svrchní křídy (druhohory) nebo rozhraní krystalinika. Pro individuální potřebu slouží ručně kopané nebo vrtané studny. Odběr ze zdroje



Obr. 3.20 Nejvýznamnější úpravny pitné vody v ČR: 1 Bedřichov; 2 Švařec; 3 Březová; 4 Březová (K. Vary); 5 Hodonín; 6 Hradec Králové (Litá); 7 Jihlava (Hosov); 8 Nýrsko; 9 Olomouc (Černovír); 10 Plav; 11 Plzeň (Homolka); 12 Vítkov (Podhradí); 13 Káraný; 14 Želivka; 15 Hradiště (Přísečnice); (Zdroj: ČSÚ, VÚV TGM. v.v.i.)



Obr. 3.21 Schéma cesty vody od zdroje ke konečnému spotřebiteli

podzemní vody musí být vyrovnaný (s ohledem na jeho vydatnost), aby nedošlo ke snižování hladiny podzemní vody.

Povrchová voda jako zdroj pro úpravu na vodu pitnou je jímána ve vodárenských nádržích. Ty jsou budovány v místech s co nejmenším antropogenním ovlivněním jakosti povrchových vod. V těchto nádržích je zakázáno se koupat nebo provozovat vodní sporty. V některých případech je povoleno rybaření. Zdroje sloužící pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou jsou předmětem přísné ochrany. Podle vodního zákona (č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů § 30) jsou za účelem zajištění vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti těchto zdrojů vymezována ochranná pásma. Určitá opatření k ochraně jsou ze zákona závazná i pro území vhodná pro akumulaci povrchových vod.

Voda odebraná z vodárenského zdroje a určená do distribuční sítě se musí dále upravovat tak, aby vyhovovala požadované jakosti podle vyhlášky č. 428/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a byla zdravotně nezávadná. Děje se tak v úpravně vod. Pro dosažení požadované jakosti vody se používají fyzikální, chemické a biologické procesy. Fyzikálními procesy se z vody odstraňují převážně suspendované látky a rozpuštěné plyny (sedimentace, filtrace). Chemickými procesy se voda upravuje k dalšímu odstraňování nežádoucích látek (koagulací) a ke zdravotnímu zabezpečení vody (dezinfekcí). Biologické procesy využívají pro úpravu vody funkce některých kmenů bakterií. Upravená voda vstupuje do rozvodné soustavy a přes vodojem se dostává distribuční sítí až ke konečnému uživateli.

místo odběru podzemních vod
ochranné pásmo vodního zdroje
hlavní vodovodní řad
vodojem

Obr. 3.22 Ukázka vodohospodářské mapy 1 : 50 000 se zobrazením odběru podzemních vod

3.7.2 Mitigace (zmírnění) extrémních hydrologických jevů

Nerovnoměrné rozložení srážek během roku (nadbytek i nedostatek) a jejich narůstající extremita vlivem klimatické změny si žádá realizaci opatření, která vedou ke snížení eroze, ke zvýšení zadržení vody v krajině a k regulaci průtoku v řekách. Erozí přicházíme o značné množství úrodné půdy z polí, povodně působí vysoké škody na infrastruktuře, majetku obyvatelstva, ohrožují lidské životy. V době sucha působí nepříznivě větrná eroze půdy, snižují se výnosy zemědělských plodin, vzrůstá riziko požárů. Opatření ke zmírnění těchto nepříznivých účinků dělíme na měkká a tvrdá opatření.

Příklady měkkých opatření

- výstavba mezí – snižují sklon terénu (Obr. 3.23), parcelují velké zemědělské plochy na menší, snižují erozi půdy a zvyšují početnost a druhovou pestrost organismů (ptáků, drobné zvěře),
- zatravnění svažitých pozemků a tvorba vegetačních pásů podél vodních toků,
- nepěstovat širokořádkové plodiny na svažitých pozemcích (např. kukuřice),
- tvorba zatravněných příkopů, které odvedou nadlimitní srážky z plochy,
- orba po vrstevnici,
- obnova a nová výsadba lesních porostů,
- stabilizace a revitalizace vodních toků.

Měkká opatření spočívají především ve změně využívání krajiny tak, aby se zvýšila schopnost retence vody přímo v místě srážky, snížil se povrchový odtok do potoků a řek a snížila eroze půdy. Tato opatření nemohou při extrémních srážkách zabránit vzniku povodní, ale mohou zmírnit jejich dopad.

Protipovodňová ochrana vodních toků a přilehlého okolí zahrnuje výstavbu a zpevňování ochranných hrází, stabilizaci břehů a dna, výstavbu a údržbu říčních stupňů a jezů, úpravu mostů tak, aby vyhovovaly navrženým průtokovým poměrům. Návrhový průtok Qa se stanoví v souvislé zástavbě a průmyslových areálech Qa > Q50 (50letý průtok), v intenzivně obhospodařovaných vinicích a chmelnicích Qa > Q20, u orné půdy se používá Q5 až Q20, v oblasti luk a lesů Q2 až Q5.

Obr. 3.23 Rozdíl mezi původním (vlevo) a revitalizovaným vodním tokem (vpravo)

Stupně, skluzy a jezy zmenšují podélný sklon vodního toku a tím zabraňují erozi. Zabraňují však i migraci ryb směrem proti proudu. Proto se budují tzv. rybí přechody. Ty je vhodné budovat zejména v místech nově vznikajících migračních bariér, a to především jako přírodě blízké objekty (obtokové kanály, rybí rampy, balvanité skluzy) na základě terénního průzkumu a biologického posudku (zpravidla ichtyologa). Koryto má většinou lichoběžníkový tvar, v intravilánech obcí obdélníkový. Břehy jsou tam, kde nestačí přirozená odolnost, v obcích nebo v blízkostech vodních staveb zpevňovány kamennou dlažbou, záhozem, v těsné blízkosti komunikací nebo staveb i betonovou stěnou.

Mnohé toky jsou revitalizovány. Pod tímto termínem se míní obnova v minulosti nevhodně technicky upravených koryt do přírodě blízkých podmínek. Ve vodním toku se navrhují tůně a přirozené úkryty pro rozvoj života vodních organismů, vodní tok se prodlužuje, osazuje se vhodná příbřežní vegetace. Odtok vody z povodí se tím zpomaluje a zvyšuje se druhová diverzita organismů.

Obr. 3.24 Zpevnění břehů kamennou dlažbou (řeka Opava)

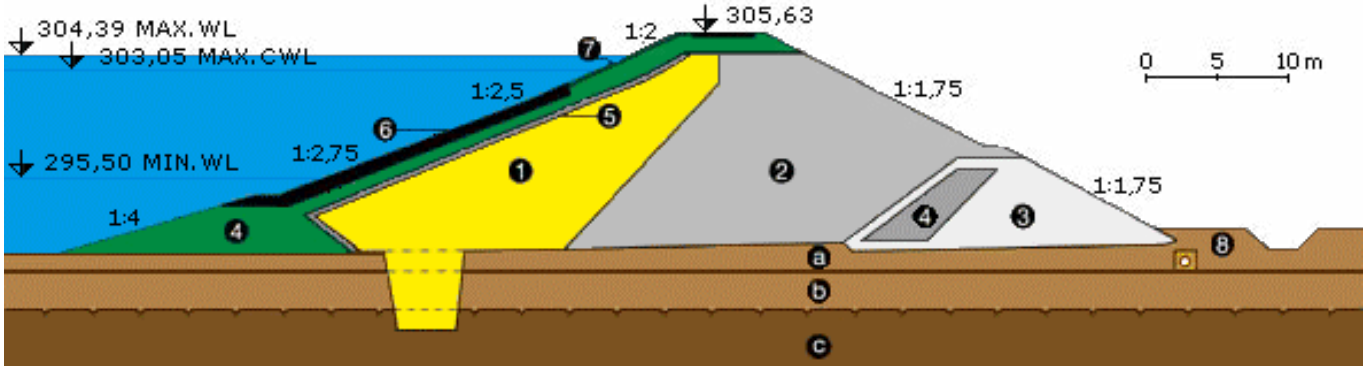
Obr. 3.25 Rybí přechod typu by-pass na řece Berounce (výška 2 m, délka 54 m)

Obr. 3.26 Schéma meze a odvodňovacího příkopu

Tvrdá protipovodňová opatření představují technické investiční celky velkého rozsahu, jako jsou přehrady, hráze nebo poldry pro zádrž velkého objemu vody. Údolní nádrže a přehrady patří k důležitým vodohospodářským stavbám tvořícím v řadě případů jeden ze základních článků vodohospodářských úprav odtokových poměrů. Mají význam především pro akumulaci vod – ta je užitečná nejen k zadržení velkých vod, ale i k zabezpečení dostatečného průtoku v řece v době sucha. Nádrže mají příznivý vliv na zvětšení zásob podzemních vod a slouží i k rekreačním účelům (kromě vodárenských nádrží).

Vlastní přehradu tvoří vzdouvací stavba, přehrazující údolí toku a uzavírající prostor vodní nádrže. K nejdůležitějším objektům patří přehradní hráz, výpustná, odběrná zařízení a bezpečnostní přeliv. Přehrady se dělí podle použitého materiálu, stavební konstrukce aj. Budují se hráze z nesoudržných materiálů, u nichž podstatnou část tvoří zemina, nebo hráze kamenité, kde stabilizační část tvoří kamenivo a těsnicí část hráze zajišťují rozdílné těsnicí materiály. Hráze ze soudržných materiálů jsou buď celokamenné, nebo betonové.

Na obr. 3.27 je vidět, že každá nádrž má minimální a maximální zásobní objem. Vodohospodářský dispečink tak může manipulovat s odtokem z nádrže a reagovat na meteorologické podmínky a potřeby obyvatel a průmyslu. Vodárenskou nádrž je možno poznat podle odběrného objektu uvnitř nádrže v blízkosti hráze. Ten umožňuje odběr surové vody z různých hloubek podle toho, kde je voda právě nejkvalitnější.



Obr. 27 Příčný řez sypanou zemní hrází nádrže Olešná (1. sprašové hlíny, 2. netříděný zemní materiál 3. proluviální štěrky, 4. říční štěrk, 5. písek, 6. kamenný pohoz, 7. kamenná rovnatina, 8. štěrkový drén, a. náplavové hlíny, b. údolní štěrky, c. jílovce). Zdroj: Povodí Odry, a.s.

Obr. 3.28 Betonová hráz nádrže Orlík na řece Vltavě

Obr. 3.29 Odběrný objekt nádrže Šance

3.7.3 Odvádění a čištění odpadních vod

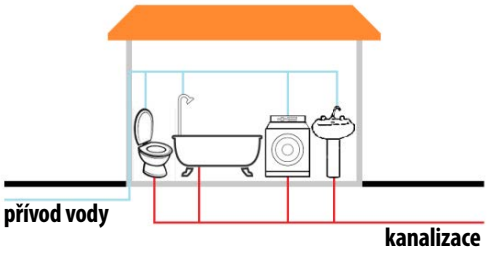
Voda neposkytuje živé přírodě a člověku pouze živiny a minerály nezbytné pro růst, ale podobně jako krev v lidském těle plní funkci odvádění nežádoucích látek. Tyto látky můžeme rozdělit na ty, které jsou přirozeného původu, a ty, které člověk svou činností vytvořil uměle (syntetické látky). Obojí typy látek se dostávají do povrchových vod a v menší míře i do vod podzemních z plochy (tzv. plošné zdroje znečištění) nebo soustředěným vypouštěním (tzv. bodové zdroje znečištění). Příkladem plošného znečištění jsou např. nerozpuštěné látky, pesticidy, sloučeniny dusíku a fosforu ze zemědělské činnosti. Na omezování vnosu do povrchových vod kromě rozumné aplikace příznivě působí i protierozní opatření, která byla prezentována v předchozím textu.

Bodové zdroje znečištění podle původu jeho vzniku:

1. **komunální neboli městské – převládají splaškové odpadní vody**
2. **průmyslové – převládají odpadní vody z různých průmyslových činností**

Komunální odpadní vody obsahují produkty lidského metabolismu, které jsou bohaté na dusík a fosfor, vody z osobní hygieny, vody z oplachování, mytí a praní prádla s obsahem detergentů, zbytky textilních barviv, změkčovadel, apod. V docela nedávné době v nich byla prokázána přítomnost zbytkových léčiv, které se organismem zcela nespotřebovávají, různých organických látek z kosmetických přípravků a také drogy. Průmyslové odpadní vody mohou obsahovat různé organické látky, těžké kovy a anorganické látky, podle druhu výrobního procesu. Zvláštním druhem odpadních vod jsou vody oteplené, používané k chlazení (zvl. v elektrárnách).

Odpadní vody se musejí čistit, aby jejich negativní účinek na vodní organismy, a přírodní prostředí obecně, byl co nejmenší nebo žádný. Kanalizací jsou tyto vody odváděny do čistírny odpadních vod. Jak taková komunální čistírna funguje? Nejprve se musejí zachytit hrubé nečistoty, k tomu slouží síta (hrubé a jemné), kterým se říká česle. Poté se oddělí nerozpuštěné částice, které rychle sedimentují, jako je písek nebo drobné kamínky v lapáku písku. Jemné nerozpuštěné, látky se oddělí sedimentací v usazovací nádrži (těch může být zařazeno několik, podle velikosti čistírny). Až potud se jedná o proces mechanického předčiš-

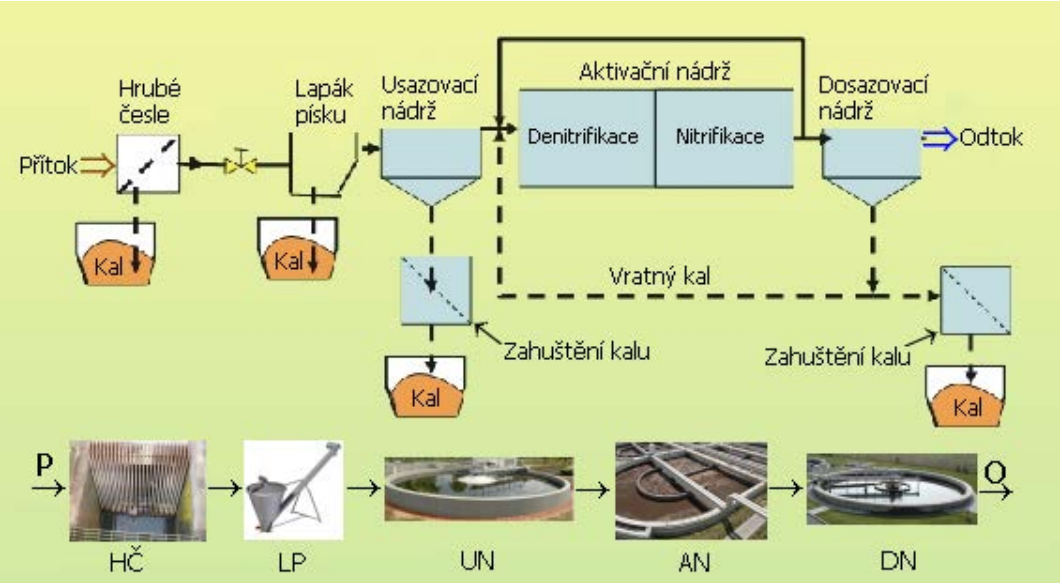


Obr. 3.30 Odpadní vody z domácnosti

tění odpadní vody. Za ním následuje biologické čištění, jehož hlavní fukcí je snížit organické znečištění odpadní vody. Látky se zde rozkládají bakteriemi (bakterie organické látky štěpí, slouží jim jako potrava). Aby byl proces biologického rozkladu účinný a rychlý, vhání se do části aktivační nádrže vzduch nebo kyslík. Na současných čistírnách se většinou používá jemná bublina směrem ode dna k hladině. Moderní čistírny v tomto stupni čištění eliminují také nutrienty dusík a fosfor. To proto, aby vyčištěná odpadní voda neobsahovala mnoho živin, které v řekách způsobují nadměrný růst sinic a řas. V posledním stupni čištění se bakterie (tzv. aktivovaný kal) nechají usadit na dně v dosazovacích nádržích. Pro lepší vyvločkování kalu, který klesá ke dnu, se přidávají flokulanty. Vyčištěná voda odchází do řeky. Množství odtékající vody z čistírny se měří a kontroluje se i její jakost. Vznikající aktivovaný kal se zahušťuje, aby se zmenšil jeho objem. Skladuje se pak ve vyhnívacích nádržích, kde vzniká metan, který se na čistírně energeticky využívá. Schéma čisticího procesu je na Obr. 3.31.

Domy, které nemohou být napojeny na městskou kanalizaci, musejí být vybaveny malou domovní čistírnou, která pracuje na stejném principu jako velká čistírna, není ale většinou zařazena eliminace nutrientů, nebo musejí být vybaveny vodotěsnou jímkou a odpadní vody se podle potřeby odvážejí fekálním vozem na čistírnu.

Odpadní vody by neměly být ředěny dešťovou vodou, protože se tím snižuje účinnost jejich čištění. Řešením je budování tzv. oddílné kanalizace v obcích, zasakování dešťových vod nebo jejich jímání a využití pro zavlažování, mytí a splachování.



Obr. 3.31 Schéma procesu čištění komunálních a organicky znečištěných odpadních vod (P – přítok, HČ – hrubé česle, LP – lapák písku, UN – usazovací nádrž, AN – aktivační nádrž, DN – dosazovací nádrž, O – odtok)

Obr. 3.32 Příklad malé domovní čistírny odpadních vod

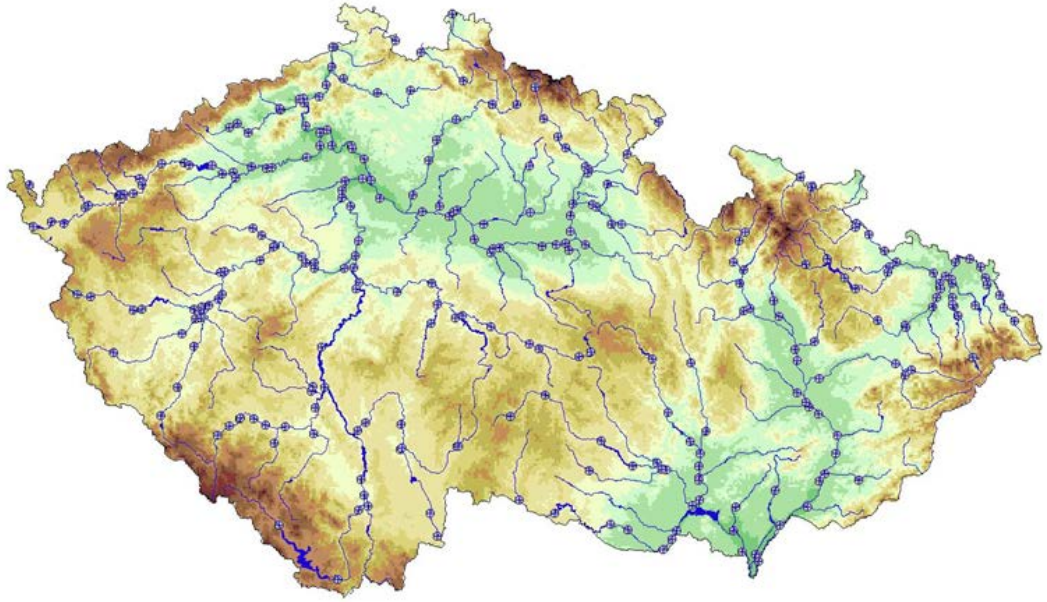
Obr. 3.33 Možnosti opětovného využití dešťové vody

3.8 Monitoring a kontrola jakosti vod

Odpadní vody mohou být vypouštěny do povrchových vod jen na základě povolení vodoprávního úřadu. V něm se stanoví limitní hodnoty pro konkrétní typ znečištění a další podmínky, jako je četnost kontroly jakosti odpadních vod, způsob odběrů vzorků vod apod. Podle typu vypouštěného znečištění a velikosti podniku jsou relevantním vodoprávním úřadem obce s rozšířenou působností nebo krajské úřady a Ministerstvo životního prostředí jako vrcholný orgán. V případech, kdy je potřeba povolit vypouštění emisí i do ostatních složek životního prostředí (např. ovzduší), je potřeba u velkých podniků mít platné tzv. integrované povolení. Náklady monitoringu jakosti odpadních vod hradí každý znečišťovatel sám.

Také jakost povrchových a podzemních vod podléhá pravidelné kontrole. Správci jednotlivých povodí a případně další pověřené subjekty realizují pravidelný monitoring v předem stanovených kontrolních profilech. Odběry vzorků povrchových vod se provádějí 12x ročně, říčních sedimentů, bioty (vodních organismů) a podzemních vod 2x ročně. Česká republika patří ke státům s nejvyšším počtem monitorovaných ukazatelů v tocích v Evropě (na 5. místě s 86 ukazateli). Náleží k nim anorganické látky, kovy, organické látky a skupinové ukazatele (např. ropné látky, adsorbovatelné organické halogeny, biologická spotřeba kyslíku, a další).

Některé kovy a organické látky jsou pro vodní organismy natolik nebezpečné, že se jejich škodlivé účinky mohou projevit i při koncentraci 10-9 gramů (0,000000001 g = 1 ng) a nižší. Pro



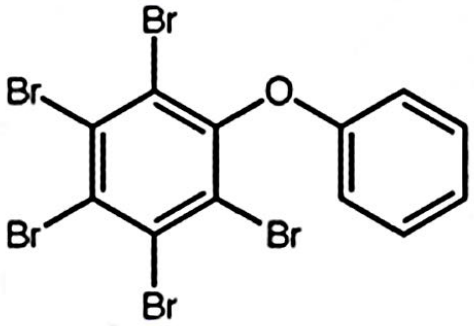
Obr. 3.34 Profily státní monitorovací sítě jakosti povrchových vod, stav rok 2003 (zdroj: ČHMÚ)

představu, takovou koncentraci bychom dostali, kdybychom v Brněnské přehradě rozpustili kostku cukru. Jsou to např. polybromované difenylethery a hexabromcyklododekan, které se používají jako retardéry (zpomalovače) hoření, některé pesticidy nebo polyaromatické uhlovodíky, které jsou přítomny ve vícemolekulárních ropných produktech (např. v impregnačních nátěrech na bázi dehtu) nebo vznikají při nedokonalém spalování fosilních paliv. Tyto látky jsou vysoce perzistentní (stálé), v životním prostředí i v organismech se kumulují, protože se jen pomalu odbourávají (štěpí).

Abychom byli schopni takové malé množství látek ve vodě zachytit, byly v posledních letech vyvinuty nové techniky vzorkování, které se postupně zavádějí do rutinní praxe. Podstatou jsou mebrány různého složení pro záchyt specifických polutantů (pesticidů, farmak, kovů), které jsou vhodným způsobem fixovány do proudu vody v řece. Doba jejich expozice se pohybuje v rozmezí 7 až 30 dní.

Znečištění vody se měří v chemické a biologické laboratoři. Vzorek vody se musí nejprve vhodně uchovávat, a to už během transportu do laboratoře, aby látky, které potřebujeme stanovit, zůstaly ve vzorku v nezměněné koncentraci. Skladují se v chladničce nebo se zamrazí. Někdy se musí ještě v terénu, bezprostředně po odběru vzorku, provést tzv. konzervace, tj. zafixování látky vhodnou chemickou reakcí nebo úpravou pH (kyselosti, zásaditosti).

Před vlastní analýzou musí většinou proběhnout separace (oddělení) látek, které chceme stanovit. Je to mnohdy pracná a zdlouhavá činnost, která vyžaduje vysokou pečlivost. Organické látky se ze vzorku vody separují např. extrakcí za použití vhodných rozpouštědel. Extrakt se zahustí na malý objem (do 1 ml) a ten se pak dávkuje do přístrojů, které dokáží stanovit i velmi nízké koncentrace látek. Jsou jimi např. chromatografy, kde se neznámá směs látek rozdělí tak, aby detektor na konci přístroje dokázal každou z nich poznat a určit její koncentraci. Některé látky je



Obr. 3.35 Pentabromdifenylether byl součástí polyuretanové pěny používané např. pro výrobu čalouněného nábytku. Od roku 2004 jsou jeho výroba a použití v Evropské unii zakázány.

možno analyzovat bez potřeby úpravy vzorku tzv. přímým nástřikem. Umožňují to hmotností detektory (spektrometry), které jsou velmi citlivé. Prvky se analyzují spekrometrem. V případě atomové absorpční spektrofotometrie (AAS) se měří úbytek intenzity spektrálních čar daného prvku, jehož valenční elektrony se předtím vybudily pomocí výbojky. Dalším typem jsou kolorimetrická stanovení. Je to optická metoda založená na porovnávání intenzity zabarveného roztoku o neznámé koncentraci s barevným roztokem téže látky o známé koncentraci. Přístroj změří absorbanci vzorku, vyhodnotí a zobrazí přímo koncentraci. Stanovují se tak běžné anorganické i organické látky (např. dusičnany, fosforečnany) poté, co proběhnou ve vzorku specifické chemické reakce (přidáním činidel) vedoucí k jeho probarvení a zaručující selektivitu stanovení. Metoda měření je natolik jednoduchá, že existují přenosné spektrometry a měření je tak možné provádět v terénu, přímo na místě odběru vzorku.

Obr. 3.36 Přenosný kolorimetr

Obr. 3.37 Pasivní vzorkovač POCIS pro záchyt polárních organických látek. V kovovém kroužku je umístěna membrána. Koš se ponoří do proudu vody a fixuje, aby jej proud neodnesl.

Obr. 3.38 Kapalinový chromatograf (vlevo) s hmotnostním spektrometrem (vpravo)

3.9 Význam a činnost Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, veřejné výzkumné instituce

Obr. 3.39. Záběr z historické návštěvy prezidenta T. G. Masaryka v ústavu v roce 1933

3.9.1 Vznik ústavu

Výzkumný ústav vodohospodářský byl jedním z prvních vědeckých ústavů založených v samostatné republice Čechů a Slováků. Tato priorita byla logickým důsledkem velké pozornosti, jíž se hospodaření a nakládání s vodou po staletí v našich zemích těšilo – od budování rybničních soustav s vrcholem v 15. a 16. století, přes projekty na splavnění velkých řek až po pozorování a měření na počátku 19. stol. Se vznikem hydrografické služby koncem 19. stol. byly položeny základy pro vědecký přístup k problematice vody. Vznikající ústav na tuto službu plynule navázal.

Ústav byl založen jako Státní ústav hydrologický 19. prosince 1919. Měl být ústředím hydrologické služby pro celé území republiky, přičemž praktický výkon této služby měla zajišťovat hydrografická oddělení zemských úřadů v Praze, Brně, Bratislavě a Užhorodě. Výzkum hydrologický byl postupně rozšířen na výzkum všeobecných zákonů pohybu vody a na výzkum vzájemné souvislosti vod atmosférických, povrchových a podzemních. Byly řešeny otázky účelného a hospodárného využití vody a ochrany před povodněmi.

3.9.2 Současnost

Ve své nynější organizační podobě byl Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce (VÚV TGM, v.v.i.) zřízen Ministerstvem životního prostředí České republiky od 1. 1. 2007. Jeho hlavní působnost se soustřeďuje na výzkumnou, koncepční, odbornou a metodickou činnost, včetně vytváření a provozování informačních systémů, v oblasti ochrany jakosti a množství povrchových a podzemních vod a jejich užívání v technických, ekonomických a ostatních souvislostech a ve vzájemných interakcích. Jde o objektivní odbornou službu poskytovanou přednostně pro veřejnou správu, zejména podle zákona o vodách, a pro tvorbu a uplatňování státní politiky v oblasti vod. Mezi aktivity ústavu patří i výzkumná, odborná a metodická činnost a podpora informačních subsystémů pro výkon státní správy v oblastech nakládání s odpady a integrovaného přístupu k prevenci znečištění životního prostředí.

3.9.3 Založení a činnost pobočky v Ostravě

Pobočka v Ostravě tvoří vědeckovýzkumnou základnu vodního hospodářství severní Moravy a Slezska. Byla založena v roce 1942 jako regionální laboratoř tehdejšího Státního ústavu hydrologického v Praze. Důvodem zřízení byl zejména zhoršující se stav povrchových vod v povodí řeky Odry a specifická problematika ostravsko-karvinské průmyslové oblasti. V padesátých letech 20. století se ostravské pracoviště věnovalo převážně vodohospodářským a hydrochemickým průzkumům na tocích v místech dnes stojících přehrad Kružberk, Morávka, Šance a Těrlicko. Důležitou součástí bylo také řešení vodohospodářské problematiky průmyslových závodů, zvláště úpraven uhlí a koksoven (např. výzkum způsobů čištění fenolových odpadních vod nebo sedimentace flotačních hlušin a uhelných kalů).

Obr. 3.40. Současná podoba VÚV TGM, v.v.i., v Praze-Podbabě.

Obr. 3.41 VÚV TGM, v.v.i., pobočka Ostrava

Hlavní náplň pobočky se v současné době zaměřuje na výzkumné, rozvojové a expertní činnosti související s ochranou a využíváním vodní složky životního prostředí v regionu i na celostátní úrovni. Činnost je cílena zejména na výzkum změn jakosti vody v tocích, s důrazem na prioritní polutanty a nově se objevující nebezpečné látky ve vodním prostředí, metodickou podporu ochrany vod a plánování v oblasti vod i na popularizaci vědy v regionu MS kraje. V souladu se zřizovací listinou VÚV TGM, v.v.i., vykonává pobočka gesci nad problematikou ekotoxicity vod. Pobočka se aktivně spolupodílí na koordinaci a zajištění činnosti ústavu v rámci situačního monitoringu stavu povrchových vod – jak tekoucích, tak stojatých – a monitoringu referenčních podmínek. Provádí chemické a biologické rozbory vod a testy akutní a chronické toxicity, včetně genotoxických stanovení.

Spolupracuje s jinými významnými vědeckými organizacemi v regionu (ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z. ú., VŠB-TU Ostrava, Ostravská univerzita v Ostravě) a na mezinárodní úrovni (Mezinárodní komise pro ochranu Odry, EurAqua, Oekotoxzentrum/Swiss Centre for Applied Ecotoxicology, Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz). Sídlo pobočky VÚV TGM, v.v.i., se nalézá v Ostravě-Přívoze, na Macharově ulici č. 5.

3.9.4 Zajímavé výzkumné projekty řešené v Ostravě

NAVARO – Vývoj nástrojů včasného varování a reakce v oblasti ochrany povrchových vod

Ekosystémy vod jsou ohrožovány havarijními úniky, teroristickými akcemi či kriminální činností. Při těchto mimořádných situacích totiž může dojít ke kontaminaci vod toxickými látkami, což může mít fatální následky pro jejich oživení. Tak jako tomu bylo například při haváriích v Sandozu v Basileji v roce 1986 (Güttinger a Stumm, 1992; Giger, 2009) nebo v Baia Mare v roce 2000 (UNEP/OCHA, 2000; Soldán et al. 2001).

Současné legislativní nástroje (např. vyhláška č. 175/2011 Sb. a Úmluva UNECE o účincích průmyslových havárií přesahujících hranice států – Helsinská úmluva) se sice zabývají vybudováním efektivního systému přenosu informací o haváriích, s cílem minimalizovat jejich následky včasným varováním, naneštěstí však pouze v případech, kdy viník havárie způsobenou havárii sám včas odhalí a nahlásí. Vůbec se nevěnují problematice metod rychlé detekce konkrétních změn biologické jakosti vody (její kontaminace), které jsou nezbytně nutné pro velice časté případy,

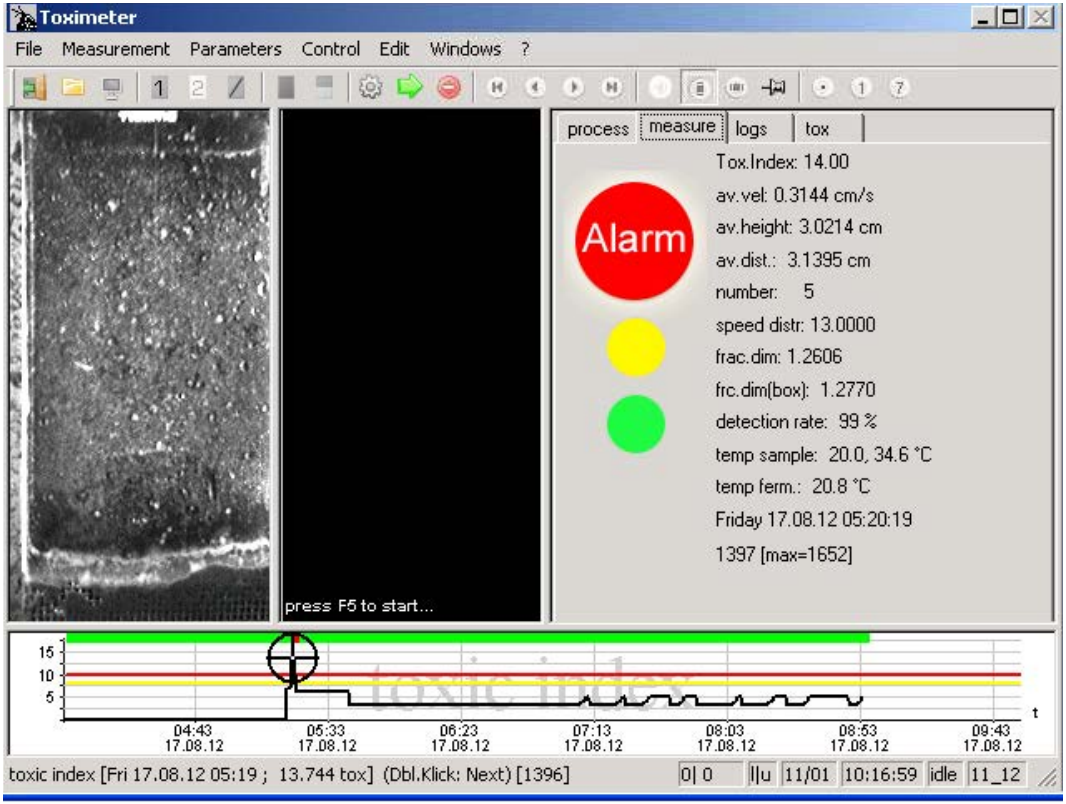
kdy viník havárii neohlásí, buď z důvodu, že ji sám nezaznamenal, nebo že se nechtěl přihlásit k zodpovědnosti za její následky cíleně.

Projekt NAVARO, který byl v období 2011 – 2014 řešen za finanční podpory Technologické agentury ČR, sloužil k vytvoření certifikované metodiky a z ní vycházejícího manuálu popisujícího nástroje rychlé detekce vzniku a příčin havárií, teroristických útoků či kriminální činnosti s dopadem na kvalitu povrchových vod. Projekt k problému přistupuje komplexně, proto je řešená problematika multidisciplinární a na jejím řešení se podíleli odborníci v oblasti ekotoxikologie, hydrochemie, hydrologie a počítačového modelování. Projekt se zabýval také identifikací látek se zvýšeným potenciálem být kontaminantem při havárii/útoku a jejich zdrojů, návrhem a ověřením systému identifikace mimořádného stavu způsobeného toxickými kontaminanty, návrhem systému odběru vzorků vod, výběrem optimálních metod analýz pro urychlenou detekci příčin vzniku mimořádné situace, návrhem efektivního mechanismu přenosu informací o vzniku a typu mimořádné situace a vytvořením informační podpory pro včasné varování a adekvátní reakci v případě mimořádné situace.

Obr. 3.42. Propojení Daphnia Toximetru a vzorkovače XIAN 1000 A na stanici v Bohumíně

Protože v současné době zatím neexistují kontinuální on-line metody fyzikálních či chemických analýz povrchových vod vhodné pro rychlou detekci širokého spektra toxických látek, je nejperspektivnějším řešením sledovat změny jakosti povrchových vod pomocí kontinuálního biologického monitoringu za využití zařízení vhodných pro potřeby systému včasného varování. Monitorovací organismy totiž přímo reagují na biologické účinky složení vod, což je základní parametr, jímž se možné toxické účinky látek projevují. Tento monitoring je však nutné provázat s automatickým odběrem vzorků při vzniku mimořádné situace, které poslouží k upřesnění příčin vzniku havarijního stavu. V rámci řešení projektu byl VÚV TGM, v.v.i., zakoupen přístroj Daphnia Toximeter německé firmy bbe Moldaenke, který byl společně s druhým obdobným přístrojem stejné firmy nainstalován v monitorovacích stanicích státního podniku Povodí Odry na řece Olši v profilu Dětmarovice-Koukolná a v závěrovém profilu řeky Odry v Bohumíně.

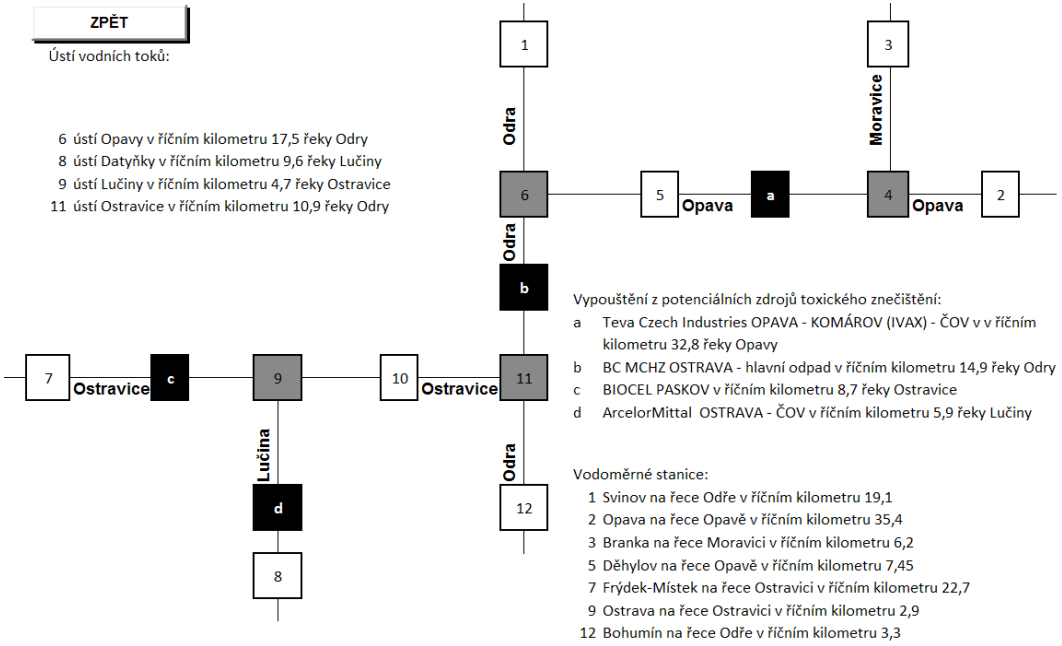
V obou zařízeních jsou Dafnie (perloočky Daphnia magna) vystaveny působení sledované vody



Obr. 3.43 Havarijní znečištění vod, zaznamenané 17. srpna 2012 na stanici v Bohumíně

v průtočné komůrce, do níž je voda z monitorovaného profilu nasávána čerpadlem. Chování organismů je snímáno CCD kamerou a průběžně vyhodnocováno integrovaným počítačem. Pro tyto potřeby firma bbe – Moldaenke vyvinula specializovaný software. Jím je převáděn obrazový záznam do grafické a posléze numerické podoby. Monitorovací organismy v přístrojích pro kontinuální monitoring havarijního znečištění podávají svými reakcemi komplexní odpověď na působení změn biologické jakosti vod. Z výsledků měření lze tedy rychle a jasně detekovat havarijní stav ohrožující oživení zasažených ekosystémů, ale jeho příčiny a tedy ani viníka nelze z této reakce určit. Pro tyto potřeby je nutné provést analýzy odebraných vzorků vod. Protože však k havarijním situacím dochází náhodně a monitorovány jsou většinou tekoucí vody, je zásadním problémem včasný odběr vzorků.

Daphnia Toximetry byly proto spřaženy s automatickými vzorkovači XIAN 1000 A (v Bohumíně) a ISCO 6712 Standard (v Dětmarovicích), které v případě alarmu provedly odběr vzorků povrchové vody. V případě detekovaného významného zhoršení jakosti vody („červený“



Obr. 3.44 Schéma modelu nad měřící stanicí Odra – Bohumín

alarm) se uvedl do chodu vzorkovací program, který byl nastaven tak, že v čase, kdy dojde k „červenému“ alarmu, byl odebrán první vzorek do šesti odběrných lahví. Dalších šest lahví bylo naplněno po jedné hodině od alarmu a poslední šestice lahví byla naplněna po dvou hodinách od alarmu. Poté byl vzorkovací program pro daný případ „červeného“ alarmu ukončen.

Jako příklad detekce příčin havarijního stavu uvádíme výsledky rozborů vod odebraných 17. srpna 2012. V tento den byl zaznamenán na řece Odře na monitorovací stanici v Bohumíně „červený“ alarm s maximem v 5:20 h (Obr. 3.43).

Pro určení příčin zaznamenaného zhoršení biologické jakosti vod byly odebrané vody podrobně analyzovány v široké škále parametrů (základní rozbor, organické látky, kovy). Příčinou byla vysoká koncentrace mědi, která v době alarmu činila 101 $\mu g \cdot l^{-1}$ (normální koncentrace vyjádřená jako medián činí 4 $\mu g \cdot l^{-1}$).

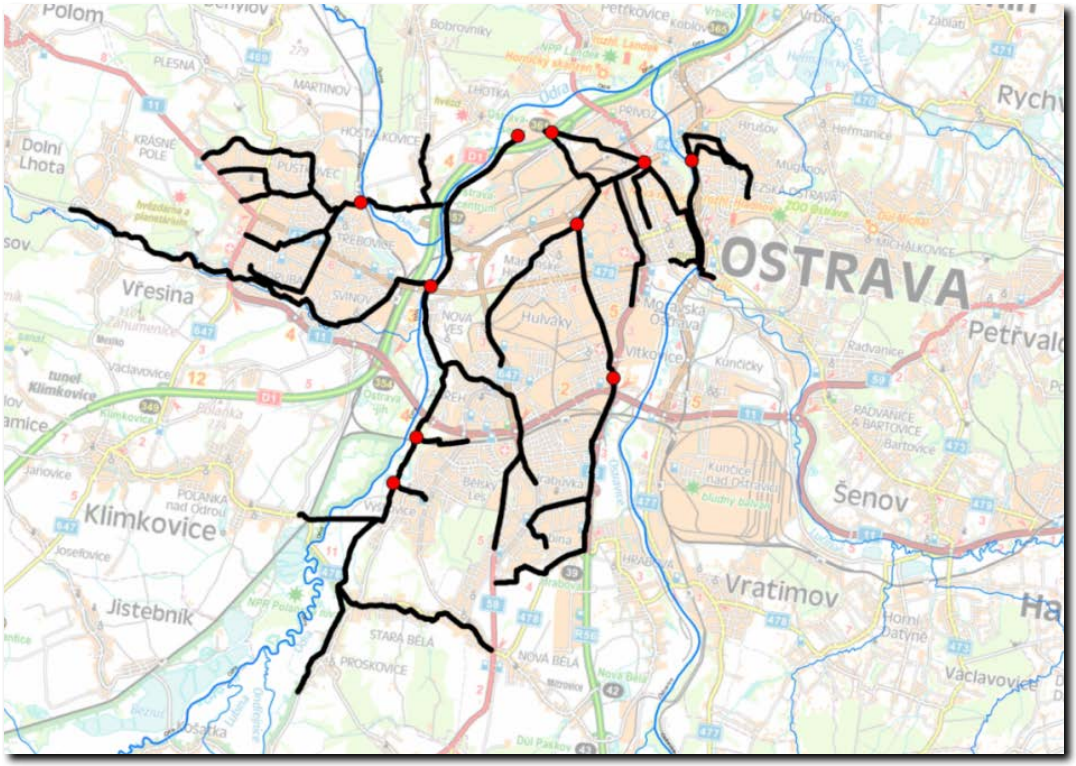
Pro odhad místa a času vnosu havarijního znečištění nebo významného vypouštění do vodního toku na základě analýzy průnikové křivky byl vyvinut model NAVARO. Model předpokládá okamžitý vnos konzervativního znečištění do vodního toku v dostatečně velké vzdálenosti nad měřící stanicí. Na základě znalosti průtoků v limnigrafických stanicích nad profilem Odra – Bohumín model umožňuje pro dolní část povodí Odry odhadnout rychlost postupu maximální hodnoty znečištění, která přichází v úvahu v jednotlivých úsecích toku nad tímto profilem. Vydělením délky úseku příslušnou postupovou rychlostí je vypočtena doba potřebná k tomu, aby maximální hodnota znečištění tento úsek absolvovala. Následně model načítá doby podle toho, jak úseky za sebou navazují (Obr. 44). Body odpovídající celkové době postupu jsou pak přepočteny na příslušné říční kilometry. Výsledky se automaticky objeví na obrazovce.

Přestože kontinuální monitoring biologické jakosti vod začíná mít v západní Evropě rutinní charakter, v České republice v systému včasného varování zcela chybí. Projekt je jedinečný tím, že vůbec poprvé v České republice zahájil tento typ monitoringu, ověřil jeho využitelnost pro potřeby havarijního plánování a vyvinul modelový nástroj pro odhad místa úniku do povrchových vod z analýzy průnikové křivky. Přestože byl tento výzkumný projekt ukončen v prosinci 2014, pro jeho jedinečnost bude systém dále v provozu pod gescí správce povodí Odry a dalších zainteresovaných subjektů včetně VÚV TGM, v.v.i.

DRAGON – Mapování výskytu nelegálních drog v odpadních vodách

Spektrum látek, které jsou předmětem výzkumu ve všech typech vod, se stále rozšiřuje. Umožňují to neustále se zdokonalující analytické techniky a přístroje, naše možnosti a schopnosti nacházet hledané látky v nižších a nižších koncentracích. Mezi tyto látky, označované v literatuře jako „emerging substances", se od začátku tohoto tisíciletí zařadily i nezákonné drogy. Daughton a Ternes v roce 1999 poprvé vyslovili hypotézu o použití výsledků sledování koncentrací nelegálních druhů drog v komunálních odpadních vodách ke zpětnému výpočtu spotřeby drog v populaci. Vycházeli z toho, že i drogy a jejich metabolity jsou svou povahou v podstatě běžnými chemickými látkami, které lze sledovat v jakémkoli prostředí pomocí nově se vyvíjejících metod analytické chemie.

Nezákonné drogy a jejich metabolity se po vyloučení z organizmu stávají součástí komunálních odpadních vod, dostávají se do čistíren odpadních vod (ČOV), kde se některé z nich odstraňují lépe, některé hůře. Jako součást vyčištěných od-

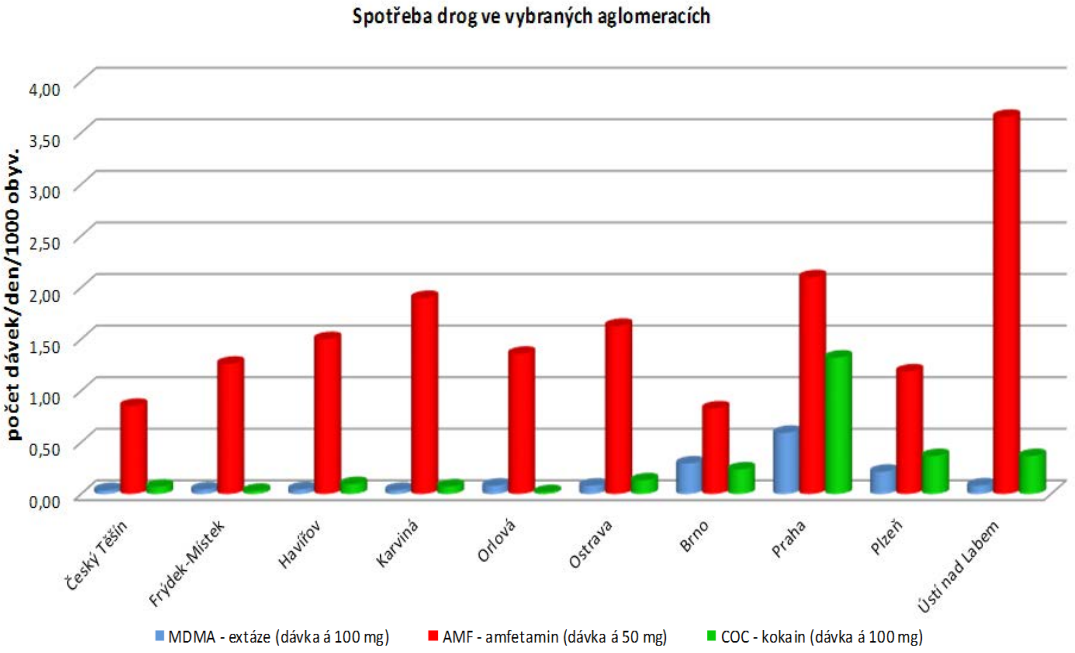


Obr. 3.45 Monitorovací místa na kanalizační síti města Ostravy
Zdroj: OVaK, a.s., VÚV TGM, v.v.i., ACCENDO, z.ú.

padních vod vytékají do vod povrchových. Nálezy drog v povrchových vodách v zahraničí byly potvrzeny (např. Valcárcel et al., 2012).

Projekt „Stanovení nezákonných drog a jejich metabolitů v komunálních odpadních vodách – nový nástroj pro doplnění údajů o spotřebě drog v České republice“ se zkráceným názvem DRAGON, který je řešen v rámci Programu Bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra ČR Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i., si klade během svého řešení (2012–2015) za cíl aplikovat metodu a postupy „sewage epidemiology“ (epidemiologie odpadních vod) v podmínkách České republiky. Stěžejním cílem projektu je zmapovat vybrané městské aglomerace z pohledu spotřeby drog pomocí analýzy v nátocích na městské čistírny odpadních vod a následně zpracovat metodický postup pro odhad množství spotřebovaných drog se zaměřením na jednotlivá klíčová místa – uzly kanalizační sítě velkých aglomerací pomocí sledování obsahu drog a jejich metabolitů v surové komunální odpadní vodě. Na základě získaných výsledků sledování budou následně odhadnuta množství spotřebovaných drog v jednotlivých aglomeracích.

Jako modelové aglomerace byla vybrána velká města v České republice – Praha, Brno, Ostrava, Plzeň a Ústí nad Labem. Dalšími sledovanými „menšími“ městy jsou Frýdek-Místek, Český Těšín, Havířov, Karviná a Orlová. Vzorky surových odpadních vod v těchto aglomeracích byly odebírány nejen na nátoku na čistírnu, ale i ve vybraných uzlových bodech kanalizace (Obr. 3.45). Vzorky byly nejčastěji odebírány pomocí automatických vzorkovacích zařízení jako 24ho-



Obr. 3.46 Graf odhadu počtu dávek vybraných druhů drog na 1000 obyvatel/den ve vybraných aglomeracích stanovený pomocí metody „sewage epidemiology“

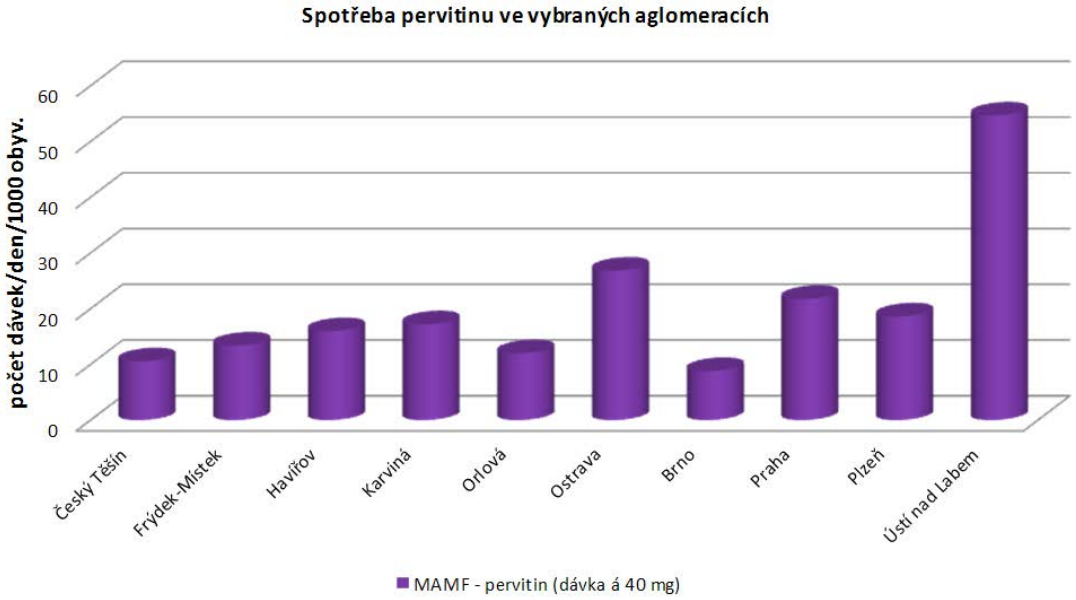
Zdroj: VÚV TGM, v.v.i., 2014

dinové slévané vzorky odebírané v časových intervalech 1 až 2 hodiny. Jen v roce 2013 bylo odebráno více než 1000 vzorků odpadních vod. Tato strategie vzorkování umožnila odlišit jednotlivé městské části z pohledu „vztahu" jejich obyvatel k užívání nezákonných drog.

V komunálních odpadních vodách v nátocích na jednotlivé ČOV a v uzlových bodech kanalizačních sítí vybraných městských aglomerací byly v roce 2014 sledovány následující drogy a jejich metabolity: 3,4-methylendioxymethamfetamin (MDMA – extáze), Amfetamin (AM), Metamfetamin (MAMP – pervitin), Kokain (CO), Benzoylecgonine (BE), Cocethylen (CE), Heroin (HER) a Morfin (MOR).

Ze získaných výsledků koncentrací drog a jejich metabolitů byl proveden odhad spotřeby nelegálních drog ve sledovaných lokalitách pomocí metody „sewage epidemiology". Průběžné výsledky jsou znázorněny na následujících grafech (Obr. 3.46 a Obr. 3.47).

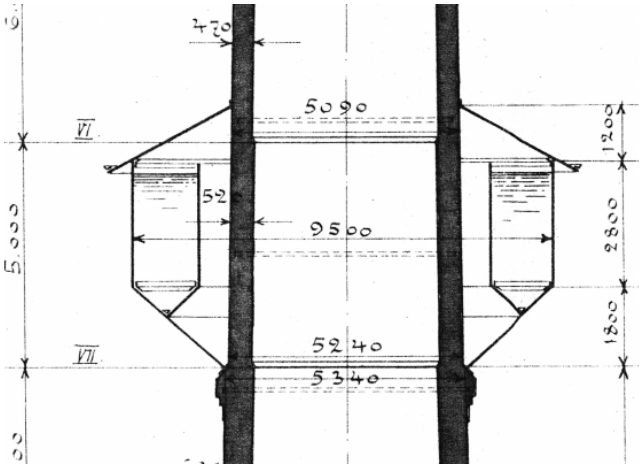
V porovnání s ostatními evropskými městy můžeme zaznamenat extrémní hodnoty koncentrací pervitinu (Ostrava a Ústí nad Labem), což se následně promítá i do počtu dávek v těchto městech přepočtených na 1000 odkanalizovaných obyvatel jsou násobně (6 až 7x) vyšší než nejvyšší zjištěné hodnoty evropských měst Helsinki, Turku, Oslo. U ostatních druhů sledovaných drog (extáze, amfetamin a kokain), se množství jejich spotřeby pohybuje na evropském průměru nebo spíše pod ním. Výsledky projektu jsou prezentovány na národní i mezinárodní úrovni. Často jsou předmětem zájmu regionálních i celostátně působících médií.



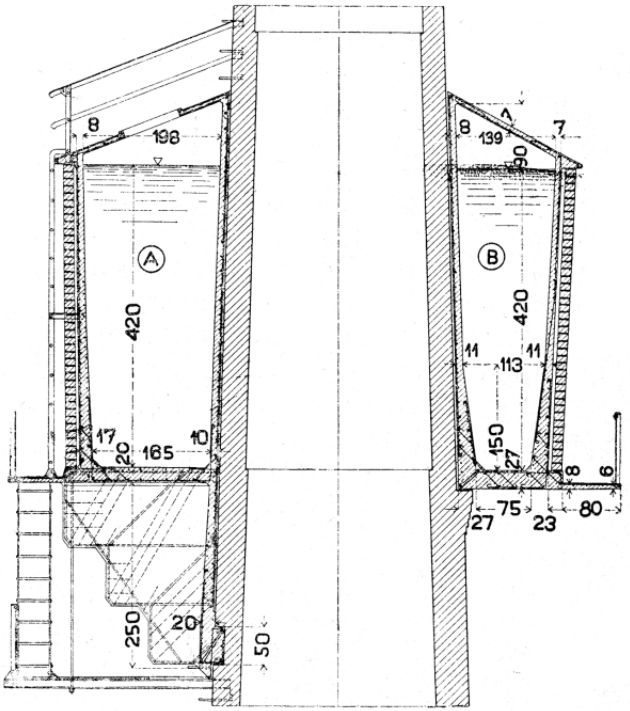
Obr. 3.47. Graf odhadu počtu dávek pervitinu na 1000 odkanalizovaných obyvatel/den ve vybraných aglomeracích stanovený pomocí metody „sewage epidemiology"

Zdroj: VÚV TGM, v.v.i., 2014

Obr. 3.48. Reservoár Intzeho konstrukce



Obr. 3.49 Reservoár železobetonové konstrukce



Tovární komíny s vodojemy

Tovární komíny s vodojemy jsou zcela unikátní technické památky nejen na území České republiky, ale také z celosvětového pohledu. Poprvé v historii se jejich odbornému výzkumu věnuje projekt s názvem „Dokumentace, pasportizace, archivace a návrhy konverzí komínových vodojemů jako ohrožené skupiny památek industriálního dědictví na území České republiky“, který uspěl ve veřejné soutěži programu NAKI Ministerstva kultury ČR v roce 2013 a jehož hlavními řešiteli jsou ČVUT v Praze, Fakulta stavební a VÚV TGM, v.v.i., pobočka Ostrava. Hlavním cílem projektu je provést patřičné průzkumy a komplexní stavební, obrazové, archivní zdokumentování těchto jedinečných a postupně mizejících objektů.

S myšlenkou umístit nádrž na vodu na komín přišel poprvé profesor Otto Intze z Cách (Klokner, 1906). První komíny s nádrží se datují od roku 1886, přičemž jim předcházel Intzeho revoluční vynález specifického tvaru vypouklého dna u válcovitých vodních nádrží. U nich totiž došlo k eliminaci vodorovných sil v místě uložení nádrže na relativně úzký prstenec, přičemž nádrž svým vnějším tvarem vybočovala z tohoto úložného půdorysu. Tím se nosná konstrukce vodárenské věže stala štíhlejší a tedy i levnější. Tento inovátorský způsob ukládání nádrží pak přirozeně přivedl Intzeho k uložení nádrže na

tovární komín, který se ale prakticky typologicky nelišil od komína standardního – pouze mohlo dojít k zesílení zdiva dříku pod nádrží s ohledem na vyšší zatížení úměrné objemu.

Intzeho komínové vodojemy byly ocelové a trpěly často korozí. Není proto divu, že s rozvojem využívání železobetonu je nahradily rezervoáry železobetonové. Ty byly sice náročnější na výstavbu, ale zase přinesly benefit v podobě vyšší trvanlivosti a lepší ochrany vody vůči zamrznutí.

Od druhé poloviny 20. století se komíny s vodojemy přestaly u nás stavět, výjimku tvoří železobetonový, 85 metrů vysoký komín vybudovaný pro úpravnu rud MAPE Mydlovary v letech 1961–1962. Do dnešních dnů se dochovalo celkem 21 komínů s vodojemem, přičemž 20 z nich má rezervoár železobetonový a jeden je ocelový Intzeho typu. Podle současného stavu poznání u nás evidujeme navíc 37 komínů zbořených a jeden komín, který dosud stojí, ale již se sejmutým ocelovým vodojemem (Vonka a Kořínek, 2013).

Komínové vodojemy Intzeho typu o objemech zpravidla do 200 m^3 mají specifický tvar daný optimalizovanými konstrukčními a statickými požadavky (Obr. 3.48). Stavěly se z plechů spojených nýtováním o tloušťce větší, než zpravidla určil statický výpočet (s ohledem na riziko koroze), a to minimálně 6 mm (Klír a Klokner, 1923). Uložení

Obr. 3.50 Komínový vodojem Dvůr Králové nad Labem

konstrukce pak poskytnul kamenný, respektive cihelný věnec, na který byly osazeny ocelové profily, k nimž se přinýtovala konstrukce nádrže. Nejvyšší komín s největší Intzeho nádrží se u nás nacházel v rafinerii firmy David Fanto a spol. (dnes Paramo, a.s.) v Pardubicích (výška 75 metrů, nádrž o objemu 170 m^3). Posledním existujícím typem tohoto vodojemu v České republice je reservoár o objemu 43 m^3 na komíně v areálu bývalé válcovny trub v Ostravě-Svinově.

V pozdějších letech došlo na našem území k masivnímu užívání železobetonových komínových vodojemů. Ty měly ze své materiálové podstaty jiné konstrukční řešení (Obr. 3.49). To bývalo různé, byť v principu velmi podobné – nádrže mají vždy půdorys mezikruží, který se jako prsten navléknul na dřík komína. Dřík komína se v místě uložení nádrže pozvolna konzolovitě rozšiřoval tak, aby se získala dostatečná úložná plocha pro železobetonovou desku, která v některých případech tvořila i ochoz rezervoáru. Nádrže byly projektovány na různé kapacity, největší známý objem je 300 m^3 ve Dvoře Králové z roku 1941 (Obr. 50), obvykle se ale objemy pohybovaly v řádu desítek až jedné stovky kubíků vody. Nejvyšším známým komínem s vodojemem na našem území byl 100 metrů vysoký komín spalovny v Praze-Vysočanech s nádrží o objemu 200 m^3.

Nejstarší z dodnes dochovaných komínů se železobetonovým vodojemem je z roku 1907 v papírnách v Olšanech na Šumpersku. Zde je rezervoár řešen dle původní projektové dokumentace systémem Monier. Patrně první komínový vodojem klasické konstrukce (o objemu 30 m^3) byl vybudován roku 1912 pro cukrovar v Dobrovici firmou Bratři Fischerové z Letek.

V Libčicích nad Vltavou a ve Slaném stojí dvě kuriozity – rezervoáry na komíně byly vybudovány totiž dodatečně, tedy až v době, kdy byly komíny již dávno v provozu. Výskyt tohoto řešení je u nás poměrně unikátní, neboť železobetonový vodojem se budoval až na tyto výjimky prakticky vždy současně s komínem. Oba vodojemy jsou konstrukčně podobné a mají i shodný objem – 150 m^3.

Nádrže se osazovaly standardně ve výšce 25 až 30 metrů nad terénem (měřeno ke dnu nádrže). Vodojem na komíně byl vždy vybaven o další nutná technologická zařízení – potrubní systémy (přívodní, odběrné, výpustné, přelivné),

Obr. 3.51 Průzkum komína v Přelouči

potřebné ventily a armatury, systém pro měření aktuální výšky vodní hladiny v nádrži (plovák, ocelová lanka, vodící kolečka, stavoznak s případným osvětlením).

Zdroje vody čerpané do nádrže byly různé. V počátcích jejich výstavby se převážně jednalo o místní studny, vodní toky nebo nádrže, později byly některé komínové vodojemy napojeny také na veřejnou vodovodní síť (např. v Nymburce a Praze-Vysočanech). Rovněž následné užití vody se mohlo lišit. Voda se používala pro parní kotle, jako voda technologická ve výrobních procesech (Litovel, Mělník), jako voda užitková pro zaměstnance (Slaný, Nymburk), ale také například jako voda hasební (Sudkov, Dobrovice) – to pak byl vodojem napojen na sprinklerový systém.

Výšku vody v nádrži bylo nutno hlídat pomocí stavoznaku vodní hladiny. Ten mohl být umístěn přímo na plášti nádrže na ochozu, což pro noční provoz vodojemu vyžadovalo také umístění osvětlení (např. Sudkov, Karviná, Rosice, Kolín). Dalším způsobem umístění stavoznaku bylo na dolních partiích komína. K přenosu výšky hladiny na stavoznak sloužil systém s plovákem, ocelového lanka a vodicí kolečka. Dalším řešením pak bylo umístění uzavíracího ventilu s plovákem přímo v nádrži na komíně (Praha-Vysočany). V pozdějších letech bývaly tyto původní prvky nahrazovány jednoduchými čidly.

Ze všech dochovaných komínů s vodojemem je v plném provozu již pouze jediný, a to v Mělníku (společnost Mefrit, spol. s r.o.). Komín slouží pro odvod spalin z pecí, voda z rezervoáru má technologické využití. Dále jsou na již odstavených komínech v provozu ještě vodojemy v litovelském areálu firmy Alibona, a.s. (zde slouží k praní syrové zeleniny), a v libčických šroubárnách společnosti SCREWS & WIRE Libčice a.s. (užití vody z Vltavy pro výrobní technologii). Ostatní komíny s vodojemy jsou zcela mimo provoz a z důvodu jejich postupného chátrání je nutné začít řešit otázku, co s nimi.

Jako pozitivní příklad záchrany komína s vodojemem může sloužit komín ve Vilémově-Zahořanech. Ten zde zůstal stát jako symbolická připomínka po důlní činnosti v kraji, přičemž všechny související provozní budovy po dolu Prokop byly v roce 2012 zbořeny.

Ve velké míře jsou komíny využívány také jako nosiče antén a vysílačů pro mobilní operátory a bezdrátové poskytovatele datových služeb (např. Choceň, Slaný, Pardubice). Tento nový, byť neestetický způsob využití zajišťuje některým z nich jistotu existence i v dalších letech, neb komín si ekonomicky vydělá na nutnou opravu a údržbu. V pardubické nemocnici je komín navíc pokryt popínavou zelení, což je pro dané místo vítaný a vhodně zvolený estetický prvek.

3.10 Závěr

Smyslem kapitoly „Voda“ bylo představit vodu jako neobyčejnou kapalinu a zmínit některé její základní funkce v přírodě. Je těžké v rámci jediné kapitoly popsat všechny aspekty a oblasti, kde se s vodou můžeme setkat. Na mnohá témata se nedostalo vůbec, nebo byla zmíněna jen velmi stručně. Například oblast analytické chemie v kontextu stanovení jednotlivých nebezpečných látek ve vodě nebo ekotoxicita jsou velmi široká a zajímavá témata. Vůbec nebyla představena rostlinná a živočišná říše těsně spjatá s vodním prostředím, která je velmi bohatá. Proto je třeba tuto kapitolu brát jen jako stručné představení problematiky vody, které nás může podnítit k hlubšímu zájmu nebo pozdějšímu studiu, což bylo také hlavním záměrem autorů.

KRAJINA

4. Krajina

Mgr. Petr Dvořák, Ph.D.

Ústav Geoniky Akademie věd České republiky, v. v. i.

4.1 Krajina a přístupy k jejímu zkoumání

Krajina je středem zájmu mnoha oborů lidské činnosti, proto i její definice není jednotná a každý obor k ní přistupuje z vlastního úhlu pohledu, ve kterém zohledňuje svá odborná specifika. Z tohoto důvodu je jiné pojetí krajiny ve výtvarném umění, jiné ve společenských a jiné v přírodních vědách. Společným, integrujícím prvkem těchto přístupů je člověk a lidská společnost a také snaha o systémový a holistický přístup ke krajině.

Jednou ze základních vlastností krajiny je její dynamika, tedy proměnlivost v čase a prostoru. Vývoj krajiny je dán kombinací přírodních, společenských (kulturní, politické, demografické vlivy) a socioekonomických impulzů, které vedou ke změně její struktury.

V novodobé historii je možné považovat člověka a lidskou společnost za hlavní působící faktory změn, proto míra antropogenního tlaku rozhoduje o způsobu a intenzitě využívání současné krajiny. Tvář krajiny je modifikována v závislosti na měnících se společenských potřebách a požadavcích. K jejím změnám dochází ve vlnách, tak jak jsou do praxe zaváděny např. nové technologie, výrobní postupy, nebo politická rozhodnutí (např. pozemková reforma, socializace zemědělství, podpora výstavby obnovitelných zdrojů energie, podpora zakládání průmyslových a obchodních zón atd.).

S novými technickými možnostmi, ekonomickými zájmy roste tlak i dopady lidské společnosti na krajinu, které vedou mnohdy k jejímu výraznému narušení. Avšak z destrukce mohou po čase vzniknout i kladně vnímané hodnoty. Barokní krajinu by jen stěží protínaly aleje bez předchozího vyklučení lesů a založení polí, silně ohrožené skupiny organismů by bez přítomnosti hald, výsypek a jiných silně antropogenizovaných území již mnohdy vymizely.

Pro pochopení současného stavu krajiny je nezbytné znát i její minulost. Znalost historického vývoje krajiny nám výrazně vylepšuje rozhodovací pozici při plánování nových zásahů do krajiny a tím snižuje negativní dopady těchto změn na fungování krajiny jako celku. Lze tedy změny v krajině na základě poznatků z minulosti nějak

předpovídat? V základních trendech jistě ano, avšak málokdo by před dvaceti lety odhadl, že novými dominantami krajiny se stanou vysílače mobilních operátorů, před deseti, že větrné elektrárny porostou jako houby po dešti a před pěti roky, že fotovoltaické elektrárny ve volné krajině nebudou jen raritou. Jakou krajinu chceme a jaké funkce od ní očekáváme? To jsou otázky, které musí být řešeny v rámci udržitelného rozvoje každé společnosti.

4.1.1 Krajina jako pojem a předmět studia

Pokud se zamyslíme, co to vlastně krajina je, pomineme-li všechny učené definice, není to jen pocit? Vzpomínka na vůně, tvary, situace… Každý z nás je citově vázán k jinému typu krajiny, oslovuje ho jiný tolikrát diskutovaný krajinný raz a genius loci. Člověk je často vázán na místo, kde se narodil, uznává hodnoty, které jsou mu od dětství předkládány jako správné. Stejně jako máme knihy dobré i slabší, snáze i hůře čtivé, s jasnou i složitou zápletkou, tak i krajiny oslovují různé „čtenáře“ a každý si vykládá jejich obsah po svém.

Etymologicky má však slovo krajina v různých jazycích poněkud odlišný význam. Krajina (Landschaft) v německém prostředí původně označuje pozemek obdělávaný jedním rolníkem (Gojda 2000). V angličtině slovo „Landscape“ – pochází z malířského termínu holandské krajinářské školy 16. století – způsob prezentace přírodní scenérie. V českých zemích se slovo „krajina“ objevuje již v nejstarších písemných památkách, etymologicky se odvozuje od slova „krájeti“ a významově se jedná o okraj, vnější stranu, čili lem (Vaníček 1980). Později termín krajina shodně označoval územně-politický celek, území spravované komunitou s jedním společným zvykovým právem, stává se do značné míry synonymem slova „vlast“ a má jasný organizačně-správní význam – mluvíme o tzv. „politické krajině“

Do vědeckého názvosloví se krajina dostává od konce 18. století v pracích významných geografů A. von Humbolta a V. V. Dokučajeva. Od tohoto období si pojem krajina osvojilo mnoho vědeckých oborů, z čehož plyne i velké množství samotných definic tohoto pojmu a mnoho svébytných pohledů na ni. Krajina je v nich nejčastěji chápána jako fyzicko-geografický systém, hospodářský prostor nebo jako životní prostor člověka včetně jeho kulturních, estetických, duchovních a sociálních aspektů. Společným znakem drtivé většiny definic krajiny je její polyfunkční charakter (Sklenička 2003).

Mimo vědecky přesně definované postavení pojmu krajina existuje i emocionální, citové pojetí krajiny označované jako vnitřní krajina, krajina v nás („inscape“), která vzniká identifikací jedince se svým okolím (v tomto pojetí vnější krajinou – „landscape“) a je pro každého člověka jedinečná. Václav Cílek (2002) upozorňuje na silnou interakci mezi vnitřní a vnější krajinou těmito slovy: „krajina má velký vliv na duši lidí, kteří v ní žijí. Utváření krajiny, lesy a hory, klima i lidská činnost v ní má podstatný vliv na formování vlastností naší psýché…“

Důležitým momentem je zakotvení pojmu krajina v legislativě. Česká legislativa definuje krajinu jako „část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, která je tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů s civilizačními prvky“ (§ 3, písm. k, zák. č. 114/1992 Sb.). Mnohé legislativní normy se de facto krajinou také zabývají, i když v ní implicitně pojem „krajina“ není vyjádřen. Jde například o zákon o životním prostředí (č. 17/1992 Sb.), tzv. „stavební zákon“ (č. 437/2004 Sb.), zákon o ochraně zemědělského půdního fondu (č. 334/1992 Sb.), „vodní zákon“ (č. 254/2001 Sb.), „horní zákon“ (č. 44/1988 Sb.)“, zákon o posuzování vlivů na životní prostředí (č. 100/2001 Sb.). V celoevropském měřítku definuje pojem krajina například Evropská úmluva o krajině (European Landscape Convention) z roku 2000 takto: „krajina” je část území, tak jak je vní-

mána obyvatelstvem, jejíž charakter je výsledkem činnosti a vzájemného působení přírodních a/nebo lidských faktorů".

Vědní disciplínou, která „zastřešuje" výzkum krajiny, je krajinná ekologie. Za duchovního otce krajinné ekologie je považován Carl Troll, který se v Německu ve 30. letech 20. věnoval studiu leteckých snímků a možnostem jejich interpretace. Krajinnou ekologii pokládal C. Troll za syntézu ekologie (jako biologické disciplíny) a geografie, která se zabývá studiem „komplexní struktury vztahů mezi společenstvy organismů a podmínkami jejich prostředí v určitém segmentu krajiny".

Impulsem pro rozvoj krajinné ekologie již jako vědeckého oboru byla formulace teorie systémů, resp. geosystémů (Demek 1974). Od 60. let 20. století se také začíná výrazněji odlišovat geografický (geosystémový) a ekosystémový (ekologický) přístup ke krajinné ekologii a studiu krajiny.

V Evropě se rozšířilo geosystémové (polycentrické) pojetí, spočívající v tom, že se na studovaný komplex díváme jako na geosystém, tj. soustřeďujeme pozornost přibližně stejně na všechny složky a vztahy v geosystému, tento přístup si osvojili zejména autoři ze střední a východní Evropy, např. Sočava (1978), Demek (1974), Richling, Solon (1996), Miklós, Izakovičová (1997).

Biocentrický přístup (ekosystémový, anglosaský), se zaměřuje na fungování ekosystémů. Pozornost se soustřeďuje na ekologické vztahy, tj. na vztahy mezi fytocenózou a zoocenózou a vztahy mezi nimi a abiotickými komponenty. Tento přístup se rozvíjí zejména v anglosaské (Forman, Godron 1993) a italská škole (Farina 2000). V České republice k ní můžeme přiřadit práce Míchala (Míchal 1994), Zlatníka (Zlatník 1976) a jeho následovníků.

V rámci geosystémového i ekosystémového pojetí se postupně diferencovaly tři základní směry výzkumu (Ružička 1996):

1. **statický** – který se zabývá studiem struktury krajiny a ekosystémů
2. **dynamický** – studuje změny vlastností krajiny v čase a prostoru, pohyb látek a energií, vertikální a horizontální vazby a celkovou stabilitu
3. **aplikovaný** – krajinné plánování, ochrana a obnova krajiny, trvale udržitelný rozvoj

1. Statický Směr

Tvoří základ krajinně ekologického výzkumu, neboť rozpoznání krajinné struktury je primární krok jak při studiu dynamiky krajiny, tak při tvorbě krajinně ekologických plánů a modelů. K rozvoji tohoto u nás dochází od 90. letech 20. století, kdy došlo ke společenskému uvolnění, které usnadnilo přístup ke statistickým i mapovým podkladům a současně prudce nastupují nové výpočetní a geoinformační technologie.

2. Dynamický směr

Výzkum dynamiky krajiny má v obecné rovině 3 základních typy Olaha (2003):

1. **krajinně-ekologické přístupy** – studují souvislosti a zákonitosti v prostorovém uspořádání jednotlivých forem využití krajiny a jejich změn v čase,

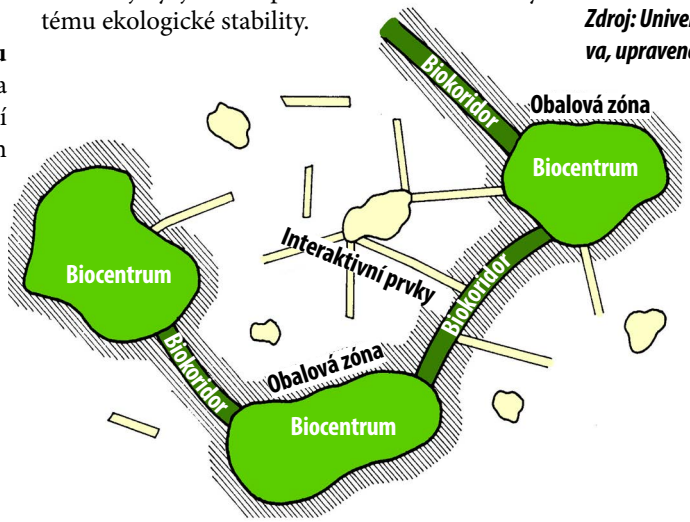
2. **socio-ekonomické přístupy** – kladou důraz na sociálně-ekonomické aspekty změn krajiny,

3. **přístupy ochrany přírody a managementu území** – aplikují poznatky získané ze studia změn krajiny do modelování, plánování budoucího využití v souladu s konceptem trvale udržitelného rozvoje.

Dynamika změn v krajině je studována na základě analýzy statistických dat (Bičík et al. 1996), nebo na základě porovnání topografických map (Demek et al. 2008), či leteckých a družicových snímků. Celoevropsky významným projektem je analýza vývoje krajiny na základě družicových snímků – Corine Land cover.

2. Aplikovaný směr

Aplikovaná krajinná ekologie je účinným nástrojem pro řešení problémů spojených s využíváním krajiny a ochranou životního prostředí, důkazem je uplatnění postupů a metodik zkoumání v legislativě mnohých států světa. Základem je krajinné plánování, které si klade za cíl ekologicky optimální využití krajiny. Jednou z nejvýznamnějších a celoevropsky uznávanou metodikou je přístup slovenských autorů Ružičky a Miklóse zpracovaný do metodiky LANDEP – Landscape ecological planning. Přístup, který vnáší do krajinného plánování prvky sítě, která v sobě na základě funkčních a prostorových kritérií integruje vybrané ekologicky stabilnější části krajiny, je koncepce ÚSES – územního systému ekologické stability.



Obr. 4.1 Prvky ÚSES
Zdroj: Univerzita Karlova, upraveno ACCENDO

4.1.2 Struktura krajiny

Struktura krajiny je dána vztahem a vzájemnou vazbou jednotlivých krajinných komponent a působí jako rozhodující faktor, který ovlivňuje funkce krajiny. Krajinná struktura se mění v prostoru (změny jsou patrné jak ve vertikálním, tak horizontální směru), mění se i z hlediska časového (minulá, současná, budoucí struktura), což vypovídá o dynamice změn.

V některých pracích je zmíněna navíc kvartérní struktura krajiny, pod kterou autoři rozumějí subjektivně vnímanou strukturu krajiny založenou na osobní percepci jedince – krajinný ráz, génius loci (Löw, Míchal, 2003)

Strukturu krajiny také ovlivňuje její prostorové měřítko, podle kterého následně lze vymezit v závislosti na autorech 3 až 5 dimenzí. V české literatuře je nejčastěji nejnižší dimenze označována jako topická (rozměry m^2 až několika málo km^2), u ní se pozornost soustřeďuje na zkoumání ekologických vazeb a vztahů (např. vztahy mezi půdou a biotou, půdou a vodou, biotou a ovzduším). Hierarchicky vyšší stupeň reprezentuje úroveň chorická (areál o rozloze hektarů až několika 1000 km^2) a regionální (rozloha 104 až 105 km^2) která se soustřeďují na vztahy mezi ekosystémy, které skládají určitou krajinu. Posledním stupněm je úroveň planetární (globální, geosférická), ve které je studium krajiny zaměřené na výzkum globálních změn (např. skleníkový efekt, desertifikace, změny hladiny oceánů apod.)

V České republice se ke struktuře krajiny nejčastěji přistupuje z polycentrického pohledu, který se odvíjí od definice krajiny jako geosystému a následně v ní vymezuje dle geneze, fyzického charakteru a vztahu k využívání krajiny člověkem 3 dílčí struktury:

1. primární strukturu, kterou tvoří fyzickogeografické prvky (horninové prostředí, reliéf, klima, půdy, vodstvo a potenciální vegetace),

2. sekundární strukturu krajiny, kterou tvoří reálná vegetace, technické objekty a výtvory člověka (land cover) a prvky využití země (land use),

3. terciární strukturu krajiny, kterou tvoří prvky socioekonomické sféry – jde o soubor nehmotných zájmů, projevů a důsledků činnosti společnosti a jednotlivých odvětví lidské činnosti v krajině.

Základní typologie krajiny

Jedno ze základních dělení krajin je založeno na intenzitě lidských zásahů do krajiny. Obrázek č 4.1. znázorňuje plynulý přechod od krajiny čistě přírodní až po krajinu zcela urbanizovanou, tedy přeměněnou člověkem. Mezi těmito protipóly se nacházejí různé typy více, či méně člověkem přeměněných krajin – krajin kulturních.

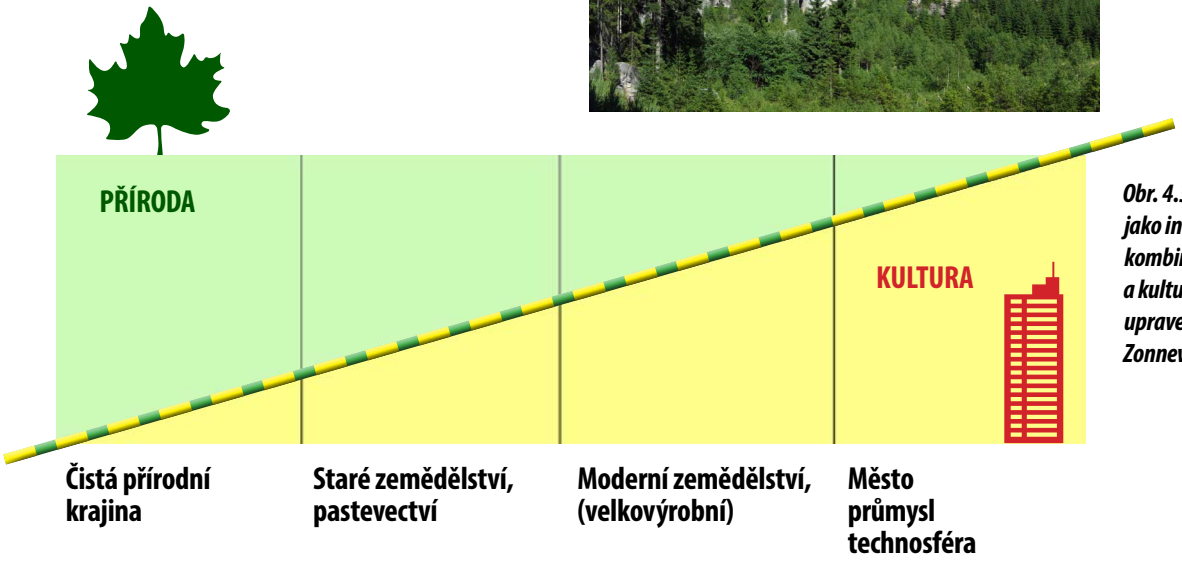
V podmínkách České republiky je vznik kulturní krajiny datován k počátku neolitické revoluce, kdy neolitický člověk začal své okolí zemědělsky využívat, těžil dřevo, zakládal pole a pastviny a budoval své osady. Od té doby podíl kulturní krajiny neustále roste a lidské aktivity prakticky vymazaly přírodní krajinu z území České republiky.

Podrobnější členění krajiny z hlediska jejího ovlivnění lidskou činností rozlišuje 6 typů krajin:

1. Přírodní krajina

Krajina s málo znatelnými zásahy člověka, s velkým stupněm zachování přirozených společenstev. Existuje jen ostrůvkovitě, ve špatně přístupných nebo málo úrodných oblastech. V podmínkách České republiky se jedná o části horských oblastí nebo např. pískovcová skalní města.

Obr. 4.2 Přírodní krajina: Adršpašské skály Zdroj: Pupudek



Obr. 4.3 Krajina jako integrace, kombinace přírody a kultury Zdroj: upraveno podle Zonnevelda, 1995

Obr. 4.4
Obhospodařovaná krajina, Spišské Magury
Zdroj: http://treking.cz

2. Obhospodařovaná krajina

Krajina s extenzivním lidským využíváním. Dominují v ní lesy a pastviny, ve kterých se vyskytují původní druhy, ale také druhy záměrně kultivované (lesní dřeviny, traviny). Lidská sídla jsou malá, často roztroušená. Tento typ krajiny se v ČR vyskytuje především v horských oblastech.

Obr. 4.5
Obdělávaná krajina, Lounsko
Zdroj: http://primaplana.cz

3. Obdělávaná krajina

Krajina, ve které jsou jednotlivé vesnice a oblasti s přírodními nebo obhospodařovanými ekosystémy roztroušeny mezi převažujícími obdělávanými plochami. Krajina je intenzivně využívána.

Obr. 4.6
Příměstská krajina, obec Hlušovice severně od Olomouce
Zdroj: http://suburbanizace.cz

4. Příměstská krajina

Tvoří přechod mezi městem a volnou krajinou, tento typ krajiny je charakteristický prolínáním sídel, obchodních a výrobních center, obdělávaných polí a přirozené vegetace. V současnosti jde o krajinný typ s jednou z největších intenzit proměn, které jsou spojeny s procesem tzv. suburbanizace a urban sprawl („rozlézání zástavby“).

Obr. 4.7
Městská krajina, Moravská Ostrava
Zdroj: shuterstock

5. Městská krajina

Charakteristická je pro ni hustá zástavba, téměř všechny plochy mají antropogenní původ. Z větších přírodních prvků se v ní vyskytují jen parky.

6. Devastovaná krajina

Zvláštní kategorií krajiny, která je zcela ovlivněna lidskou činností, je krajina devastovaná či zpustošená. V tomto typu krajiny jsou přírodní složky krajiny zničené nebo zatlačené do okrajových poloh. Jde například o průmyslové aglomerace se soustředěním těžkého průmyslu a oblasti devastované těžbou nerostných surovin

Další nejčastější členění krajiny se opírá o charakteristiku převažujícího způsobu využívání, což přeneseně také vyjadřuje intenzitu lidských zásahů do přirozených stanovišť. Na tomto zjednodušeném základě lze v ČR vymezit šest rámcových typů využití území (Löw, Novák, 2008):

1.Zemědělské krajiny

Lidskou kultivací silně pozměněný typ krajin. Lesy zabírají méně než 10 % plochy, 90 % tvoří zemědělské plochy polí a trvalých travních porostů. Mají pohledově otevřený charakter.

Obr. 4.8 Devastovaná krajina, povrchový Důl ČSA nedaleko Litvínova Zdroj: idnes.cz

2. Lesozemědělské krajiny

Z pohledu vnitřní struktury se jedná o heterogenní, přechodový krajinný typ, který je charakteristický střídáním lesních a nelesních stanovišť. Zastoupení ploch porostlých dřevinnou vegetací kolísá mezi 10 % až 70 %. Krajiny mají charakter převážně polootevřený.

3. Lesní krajiny

Lidskými zásahy méně pozměněný, vzácně až přírodní typ krajin. Lesní krajiny jsou charakteristické velkou převahou lesních porostů (nejméně 70 % plochy). Mají pohledově uzavřený charakter.

Obr. 4.9 Zemědělská krajina, České středohoří Zdroj: ACCENDO

Obr. 4.10 Lesozemědělská krajina, Jeseníky Zdroj: ACCENDO

Obr. 4.11 Lesní krajina, Jeseníky Zdroj: ACCENDO

4. Rybniční krajiny

Jsou charakteristické vysokým prostorovým zastoupením mělkých vodních ploch.

Obr. 4.12 Rybniční krajina Třeboňsko Zdroj: ihned.cz

5. Krajiny horských holí

Zahrnují u nás raritní území ležící ve velehorských fragmentech nad horní hranicí lesa.

Obr. 4.13 Krajina horských holí Jeseníky Zdroj: ÚHÚL Brandýs nad Labem

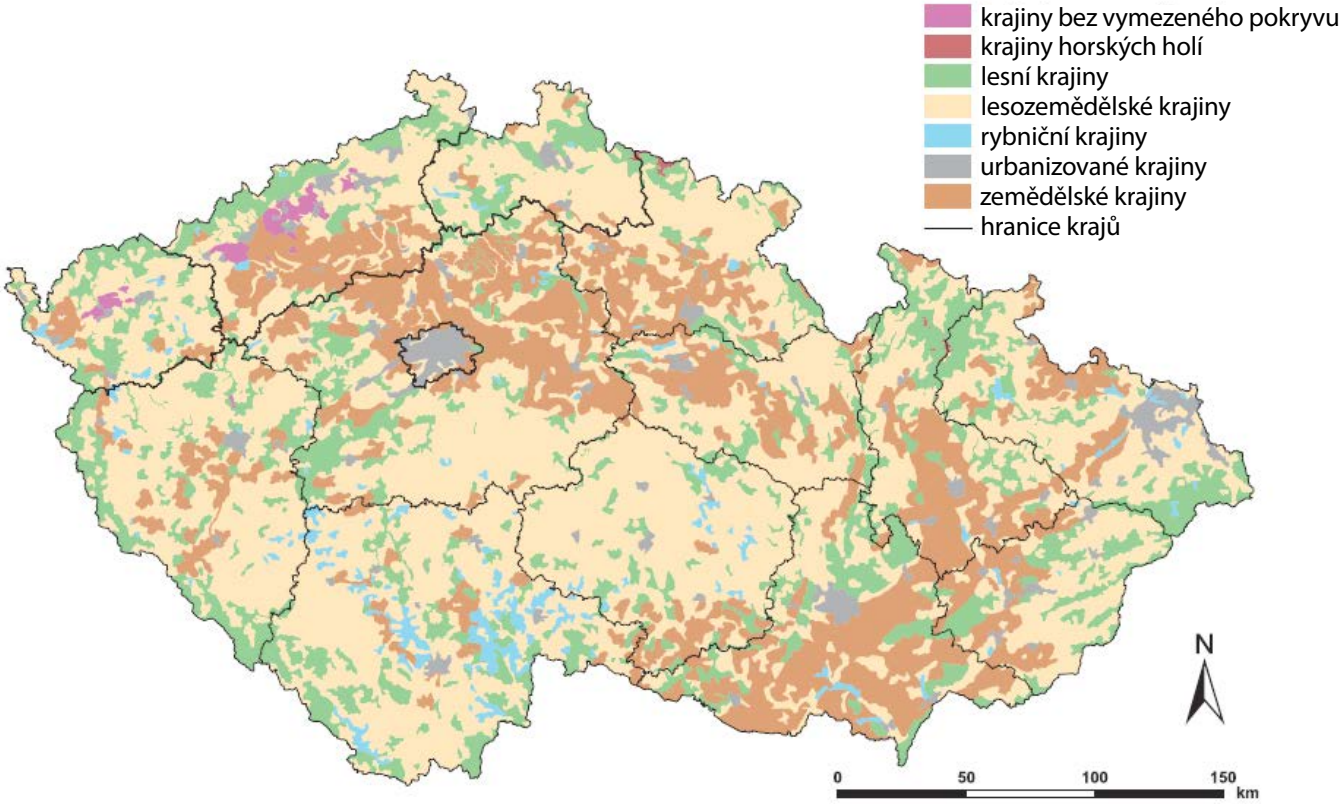
6. Urbanizované krajiny

Člověkem nejintenzivněji ovlivněný typ krajin. Je charakteristický převahou budov a zpevněných ploch.

Typy krajiny dle využití ukazuje mapa na obrázku 4.15. Zobrazuje základní, pro Českou republiku charakteristické typy krajiny a lze z ní vysledovat zemědělskou krajinu situovanou především v úrodných nížinách, lesní krajinu pronikající naopak do vyšších poloh, rybniční nebo urbanizovanou krajinu typickou pro určité oblasti státu. Největší část tvoří pro naši část Evropy charakteristická lesozemědělská krajina.

Obr. 4.14 Ostrava Zdroj: ACCENDO

Obr. 4.15 Typy krajiny ČR podle využití
Zdroj: Löw a spol, s.r.o., výstup projektu VaV/640/01/03 Typologie české krajiny



TYP LESNÍHO VEGETAČNÍHO STUPNĚ

Tato stupnice odpovídá barevné škále v mapě

1. Lužní dubový

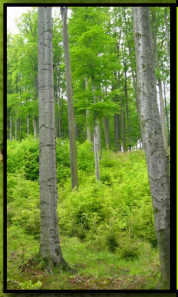
Rozšíření vegetace odpovídá nížinnému výškovému geografickému stupni. Nejrozšířenějším potenciálním typem přírodní vegetace nížinných luhů jsou v říčních nivách Odry, Opavy, Ostravice a Olzy jilmo-jasanové doubravy.

2. Lužní bukodubový

Rozšíření vegetace odpovídá pahorkatinnému výškovému geografickému stupni. Nejrozšířenějším potenciálním typem přírodní vegetace jsou v potočních nivách jasanové doubravy.

3. Dubobukový

Rozšíření vegetace odpovídá pahorkatinnému výškovému geografickému stupni. Dominantním druhem je vždy buk lesní.

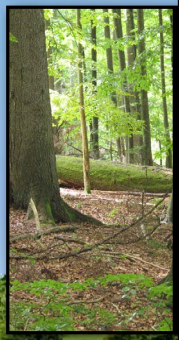


4. Bukový

Vegetace bučin je typicky rozšířena v kopcovinách a vrchovinách. Konkrétně jsou bučiny v kraji rozšířeny v rozpětí nadmořských výšek reliéfu od 350 do 650 m. Bučiny jsou vegetací podzóny listnatých opadavých lesů. Základní dřevinou je buk lesní, který má v těchto geobiocenózách své růstové optimum a často zde vytvářel i nesmíšené přírodní monocenózy. Za optimálních podmínek může dorůst do výšky až 50 m.

5. Jedlobukový

Tento typ vegetace je rozšířený převážně v horském výškovém stupni. Jedlové bučiny náleží do podzóny smíšených jehličnatolistnatých lesů. Vedle buku lesního, který je vždy základní dřevinou této vegetace, bývá prakticky vždy spoluzákladní dřevinou jedle bělokorá, která může za příznivých podmínek v jedlobučinách dočasně i dominovat. Jedle zde má své růstové optimum a může dorůst do výšky až 60 metrů. Nejrozsáhlejší zbytky přirozených jedlových bučin v kraji jsou chráněny v NPR Mionší v Beskydech.



6. Smrkobukový

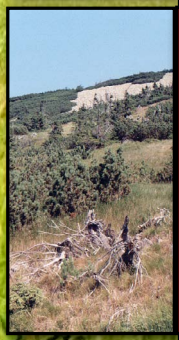
Vegetace typicky vázaná na „vyšší“ horské a „nižší“ vysokohorské geografické výškové stupně. V kraji je tedy rozšířena jen v Hrubém Jeseníku a Moravskoslezských Beskydech, a to v rozpětí nadmořských výšek od (850 – 900 do 1100 – 1150) metrů. Smrko-jedlové bučiny náleží z většiny ještě k vegetaci podzóny smíšených jehličnatolistnatých lesů. Nejdůležitější základní dřevinou přírodních geobiocenóz byl buk lesní.

7. Bukosmrkový

Tato společenstva jsou potenciální přirozenou vegetací ve středohorském geografickém výškovém stupni. V kraji jsou tedy geobiocenózy bukových smrčin rozšířeny souvisleji jen v Hrubém Jeseníku. V Moravskoslezských Beskydech náleží k této jednotce jen několik nejvyšších vrcholů ve výškovém rozpětí od 1050 do 1300 metrů n.m. (Kněhyně – Čertův mlýn, Smrk, Lysá hora, Travný). V přírodní vegetaci výrazně dominuje smrk ztepilý. Buk lesní se vždy vyskytuje jen jako přimíšený.

8. Smrkový

Vegetace rozšířená převážně ve vysokohorském geografickém výškovém stupni, to znamená, že v kraji je jejich výskyt omezen prakticky jen na Hrubý Jeseník. Malý nereprezentativní fragment je vyvinut i v Moravskoslezských Beskydech na vrcholku Lysé hory.

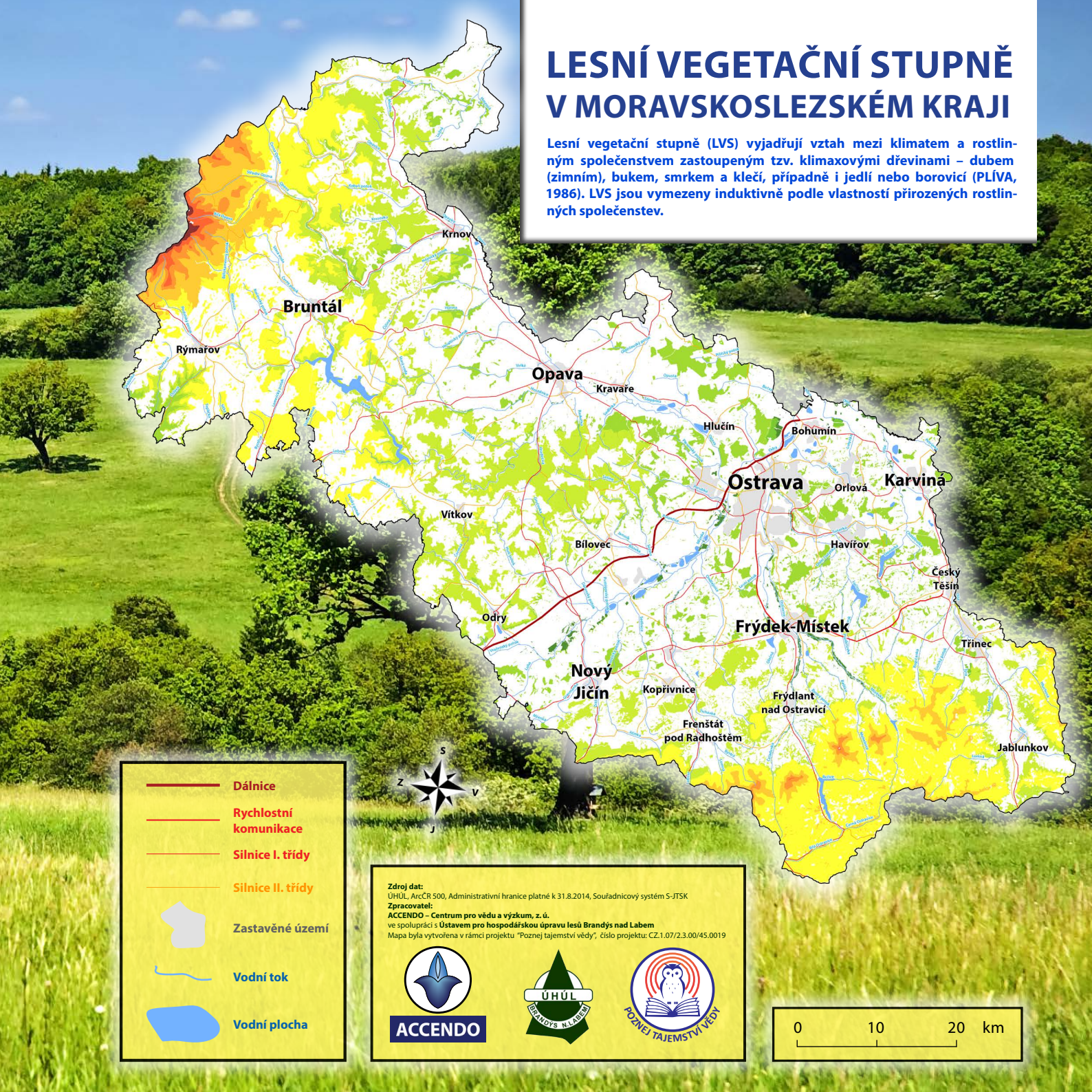


9. Subalpinský

Heterogenní nelesní vegetace s rozšířením typicky nad horní hranicí lesa a ve vysokohorském pásmu smrčin v místech, kde laviny a plazivý sníh trvale chrání subalpínské bezlesí před tlakem stromové vegetace. V kraji je tato vegetace vyvinuta pouze v nejvyšších polohách hlavního hřebene Hrubého Jeseníku a na lavinových svazích Malého a Velkého Kotle. Z lesních dřevin převažuje smrk ztepilý.

LESNÍ VEGETAČNÍ STUPNĚ V MORAVSKOSLEZSKÉM KRAJI

Lesní vegetační stupně (LVS) vyjadřují vztah mezi klimatem a rostlinným společenstvem zastoupeným tzv. klimaxovými dřevinami – dubem (zimním), bukem, smrkem a klečí, případně i jedlí nebo borovicí (PLÍVA, 1986). LVS jsou vymezeny induktivně podle vlastností přirozených rostlinných společenstev.



Zdroj dat:
ÚHÚL, ArcČR 500, Administrativní hranice platné k 31.8.2014, Souřadnicový systém S-JTSK
Zpracovatel:
ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z. ú.
ve spolupráci s **Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem**
Mapa byla vytvořena v rámci projektu "Poznej tajemství vědy", číslo projektu: CZ.1.07/2.3.00/45.0019

ACCENDO

ÚHÚL BRANDÝS N.LABEM

POZNEJ TAJEMSTVÍ VĚDY

4.2 ÚSTAV GEONIKY AKADEMIE VĚD ČR

Vznik Hornického ústavu Československé akademie věd (ČSAV), dnes Ústavu geoniky, je datován k 1. červenci 1982. Vzniku samostatného ústavu však předcházely čtyři roky budování ostravské pobočky pražských ústavů ČSAV, a to nejdříve Hornického ústavu ČSAV a následně Ústavu geologie a geotechniky.

O vznik samostatného Hornického ústavu ČSAV v Ostravě ze zasloužili zejména Prof. Ing. Lubomír Šiška, DrSc., který byl také prvním ředitelem Ústavu, a Doc. Ing. Petr Konečný, CSc., který byl v době vzniku ústavu zástupcem ředitele.

Výzkumná činnost na Hornickém ústavu byla z počátku směrována na oblast hlubinného dobývání především černého uhlí, ale i dalších nerostných surovin, přičemž se vědecký výzkum soustřeďoval na fyzikální podstatu dějů probíhajících v horninovém masivu. Vzhledem k těžbě v poměrně velkých hloubkách šlo především o problematiku koncentrace tlaků v horském masivu s vazbou na nebezpečné důlní otřesy. Řešila se ale také problematika větrání a kontroly teploty v dolech. Od počátku byl přístup k výzkumu multidisciplinární, a tak se v Hornickém ústavu kromě geotechnických oborů rozvíjely i obory přírodovědné jako matematika, fyzika, chemie, geologie a další.

V roce 1990 byla díky novým politickým podmínkám zahájena transformace celé Akademie věd i jejích pracovišť. V té době vzniká nová koncepce ústavu a tehdejší ředitel Doc. Ing. Petr Konečný, CSc., společně s dalšími vedoucími pracovníky formuluje novou vědeckou disciplínu – GEONIKU – jako vědu zkoumající podstatu dějů probíhajících v zemské kůře v důsledku působení člověka, včetně dopadů na životní prostředí. V roce 1993 byl název Hornického ústavu změněn na Ústav geoniky Akademie věd České republiky (AV ČR).

Obr. 4.17 Budova Ústavu geoniky AV ČR v Ostravě-Porubě

Během této transformace byla k ostravskému Ústavu geoniky přiřazena také pobočka v Brně se zaměřením na environmentální geografii.

Mezi základní témata výzkumu Oddělení environmentální geografie patří životní prostředí a krajina, které jsou studovány jak z pohledu fyzického, tak socioekonomického i kulturního. Velice významný je v současné době výzkum zaměřený na dynamiku probíhajících procesů, antropogenní změny a úlohy ochrany životního prostředí a krajiny ve vztahu k územnímu plánování, regionálnímu rozvoji a kvalitě života obyvatel.

Obr. 4.18 Exkurze v Ústavu geoniky jsou mezi dětmi oblíbené

Obr. 4.19 Pokusy s vodou, solí, octem a elektřinou

Hlavní činnosti Ústavu geoniky AV ČR:

- struktura a vlastnosti materiálů svrchní části zemské kůry (uhlí, hornin, zemin apod.),
- fyzikální zákonitosti procesů v horninách,
- metody a nástroje laboratorního i terénního výzkumu,
- matematické metody a jejich aplikace v počítačových simulacích dějů v horninách,
- netradiční metody využití zemské kůry (rozpojování, geotechnologie, ovlivňování horninových vlastností),
- geografie prostředí.

Obr. 4.20 Pokus demonstrující vztlakovou sílu vody

PLANETA A VESMÍR

5. Planeta a vesmír

PaedDr. Ivana Marková, Ph.D.
Planetárium Ostrava

5.1 Země a vesmír v Planetáriu

Planetárium je kouzelné místo, ze kterého můžete letět kamkoliv do vesmíru, kam si jen budete přát. Je to malý vesmír, který jsme si vyrobili pro radost. Jeho předlohou byl skutečný kosmický prostor, ten, který nás obklopuje ze všech stran, prostor nepředstavitelně veliký, neustále se rozpínající a zahrnující v sobě všechno, co jsme kdy objevili. Malý vesmír v Planetáriu udivuje návštěvníky svou dokonalostí a věrohodností a chcete-li vědět, jak funguje, čtěte pozorně dál.

Spousta dětí, a dokonce i dospělých, si myslí, že rozdíl mezi Planetáriem a Hvězdárnou je ten, že se v Planetáriu pozorují planety a na Hvězdárně hvězdy. Ale to je veliký omyl. Na hvězdárně pozorujeme Slunce, hvězdy, Měsíc, planety a když zamíříme dalekohledem do temného prostoru mezi hvězdami, můžeme spatřit i hvězdokupy, mlhoviny a cizí hvězdné soustavy, které nazýváme galaxie. Podstatné je, že na hvězdárně pozorujeme skutečnou oblohu a používáme k tomu dalekohledy a v Planetáriu si všechny vesmírné objekty jen promítáme. Planetárium totiž dostalo svůj název podle promítacího přístroje, kterému se právě říká „planetárium". Aby se nám to nepletlo, budeme instituci zvanou Planetárium psát s velkým „P" a přístroj s malým „p".

5.2 Planetárium je místo, kde umíme pohnout Zemí

Srdcem porubského Planetária je kruhový sál o průměru 13,2 metru, nad nímž se klene čistě bílá kopule. Když se do jednoho ze stovky křesel v sále usadíte a počkáte, až pohasnou světla, začnou se dít neuvěřitelné věci. Bílá obloha pozvolna potemní a nad vámi se rozprostře černočerná tma, možná stejná jako nad Rákosníčkovým rybníkem Brčálníkem. V sále Planetária je tma podstatně temnější než ta skutečná, protože

Obr. 5.1
Ostravské Planetárium
Zdroj: Planetárium Ostrava, Foto: Boris Renner

uvnitř vás neruší pouliční světla, okna paneláků ani reflektory aut. Najednou se zdá, že se prostor nad vašimi hlavami otevřel a vy s údivem sledujete, jak se postupně objevují zářící hvězdy. Nejdříve spatříte ty jasné a po chvilce, když oči přivyknou tmě, i ty slabší a úplně slabounké. Tak tohle umí přístroj, kterému říkáme „optomechanické planetárium". V porubském Planetáriu má tenhle přístroj tvar koule, nazývá se Pandia a vyrobili ho v Japonsku.

Když se díváte na skutečnou oblohu dostatečně dlouho a hlavně mnoho nocí po sobě, zjistíte, že se mění. Zeměkoule je totiž obrovský kolotoč, který se točí, a spolu s ní se točí i všichni její obyvatelé. Pohyb Země nevnímáme, ale dovedeme si ho odvodit ze sledování okolí. Tak jako z kolotoče vidíme ubíhat okolní krajinu, ze zeměkoule nám ubíhá po obloze Slunce, hvězdy, Měsíc, planety a všechno ostatní. Země udělá otočku kolem své osy jednou za 24 hodin a právě tak dlouho musíte pozorovat oblohu, abyste spatřili všechno, co je za den na obloze k vidění. V Planetáriu je to ovšem jiné. Tady sedíte v křesle, točí se jen koule planetária a přitom výsledek je úplně stejný. I tady vidíte Slunce a hvězdy vycházet nad východní obzor, stoupat po obloze a pak zase klesat k západu. A všechno se děje tak rychle, jak se nám zamane. Když chceme ukázat změny na obloze rychleji, tak prostě jen rychleji točíme planetáriem. Planetárium je prostě ideální místo pro ty, kdo nemají čas.

Obr. 5.2
Sál ostravského Planetária s planetáriem
Zdroj: Planetárium Ostrava, Foto: Boris Renner

Ale to ještě zdaleka nejsou všechny možnosti optomechanického planetária. Kouli planetária můžeme nastavit tak, abychom viděli oblohu v libovolný den v roce. Jak je to možné? Řekněme si nejdříve, proč se mění vzhled oblohy během roku. Naše planeta se otáčí kolem své osy a lidé pozorují každý den několik hodin Slunce (když nejsou mraky) a pak zase několik hodin hvězdy (když neprospí celou noc). Jedna otočka Země kolem osy trvá 24 hodin a nazývá se jeden den. Země ale zároveň obíhá kolem Slunce, a tak se v noci během roku díváme do různých směrů vesmíru. Na jaře se díváme do jednoho směru ve vesmíru a vidíme souhvězdí, která se nazývají „jarní". Patří mezi ně třeba Lev, Panna, Vlasy Bereniky, Havran nebo Pastýř. Za čtvrt roku Země urazí čtvrtinu své dráhy kolem Slunce a my, co sedíme na zemském kolotoči, nahlížíme zase někam jinam do vesmíru, tentokrát směrem k letním souhvězdím. V létě máme vysoko nad hlavou Labuť, Lyru, Delfína, Hadonoše a Orla. Za další čtvrtinu roku nás Země zaveze tam, kde je dobrý výhled na podzimní Andromedu, Pegase, Vodnáře, Ryby nebo Persea. No a pak už jen čekáme, až se svezeme do té části zemské dráhy, odkud se dá pozorovat zimní Orion, Býk, Blíženci, Vozka nebo Velký pes s nejjasnější hvězdou oblohy – Síriem. Když se budeme chtít naučit poznávat všechna souhvězdí, bude nám to v přírodě trvat celý rok. V Planetáriu stačí zatočit „kouzelnou koulí" a naučíte se to třeba za hodinu. Akorát, že tak rychle se to ještě nikomu nepovedlo.

Obr. 5.3
Optomechanické planetárium Pandia
Foto: Boris Renner

Všichni lidé ze Země nevidí stejná souhvězdí. Pokud žijte na severní polokouli, nikdy nespatříte třeba nejbližší cizí hvězdu zvanou Proxima. Leží totiž v souhvězdí Kentaura a ten je v našich zeměpisných šířkách hluboko pod obzorem. Obyvatelé jižní polokoule zase neznají hvězdu Polárku z Malého medvěda, protože pro ně je zase tato hvězda hluboko pod obzorem. Z horní zemské polokoule se prostě díváme do vesmíru jen nahoru a z dolní zase jen dolů, i když asi sami tušíte, že nějaké „nahoru" a „dolů" ve vesmíru nemá valný smysl. Člověk si však může směry označit, jak chce. Vesmíru je to úplně jedno.

Ukazuje se tedy, že Planetárium je místo vhodné nejen pro lidi, kteří nemají čas, ale i pro lidi, kteří nemají moc peněz. Když chcete poznat skutečnou jižní oblohu, musíme si kupovat drahý výlet třeba na Madagaskar nebo do Austrálie. V Planetáriu jen sedíte a čekáte, až se promítací pří-

stroj sám docestuje do té správné polohy a nad hlavou se objeví hvězdy u nás nikdy nespatřené. Takhle umí šetřit peníze „obyčejná koule“, ze které se promítají světelné tečky, co vypadají jako skutečné hvězdy.

Během rekonstrukce ostravského Planetária byl kruhový sál vybaven kromě optomechanického i digitálním planetáriem. To umí rovněž promítat hvězdy, ale nejsou tak hezké. Všimneme si toho, když zapneme oba systémy najednou: digitální hvězdy už nejsou krásně bodové, ale vypadají oproti těm prvním jako „knedlíčky“. Ani obloha není tak černá! Na první pohled to prostě vypadá, že digitální planetárium je k ničemu. Ovšem na druhý pohled…, na druhý pohled to už vypadá jinak. Ale řekněme si nejdříve, co to vlastně digitální planetárium je.

Digitální planetárium se skládá z počítače, v němž je uložena hvězdná obloha, a z dvojice dataprojektorů, které dovedou hvězdnou oblohu promítnout na celou kopuli. Hvězdná obloha je v počítači součástí celého modelu vesmíru a v případě ostravského Planetária se tento model (software) nazývá Digistar 5. Obloha promítaná digitálním planetáriem má jednu obrovskou výhodu. Můžeme se na ni dívat ze Země, a když se nám zachce, můžeme se od zemského povrchu odlepit a letět rovnou ke hvězdě, která se nám na obloze zalíbila. Můžeme třeba zamířit ke hvězdám Oriona a proletět skrz mlhovinu, ve které zrovna vznikají nové hvězdy. Pak můžeme zatočit do jiného směru a obletět třeba Plejády, které leží ve směru souhvězdí Býka. Můžeme létat vesmírem tak dlouho, dokud nevyletíme z naší Galaxie

Obr. 5.4 Souhvězdí v podobě ilustrací Foto: Boris Renner

a naše cesta může směřovat k jiným hvězdným soustavám, které dohromady vytvářejí vlákna obří kosmické pavučiny. Tohle všechno umí jen digitální planetárium. Optomechanické planetárium s krásnou hvězdnou oblohou si může nechat o takovýchto výletech jen zdát.

Kopule v hlavním sále Planetária může být využita nejen k projekci oblohy a k letům vesmírem, ale dá se využít i jako „sférické kino". Současné technologie umožňují výrobu filmů, které se dají promítnout na celou kopuli, a to dokonce i ve stereoskopické projekci. Pak se během projekce ocitnete třeba v Antarktidě a ledovce nejsou jen před vámi na rovinném promítacím plátně, ale jsou všude kolem vás. Vaše zážitky záleží na fantazii a schopnostech tvůrců filmů a samozřejmě také na penězích, protože příprava takovéto celooblohové (fulldome) projekce je dosti nákladná.

Sférické kino, lety vesmírem a projekce dokonalé hvězdné oblohy jsou hlavním lákadlem návštěvníků, kteří se rozhodli strávit volný čas v kopuli hlavního sálu Planetária.

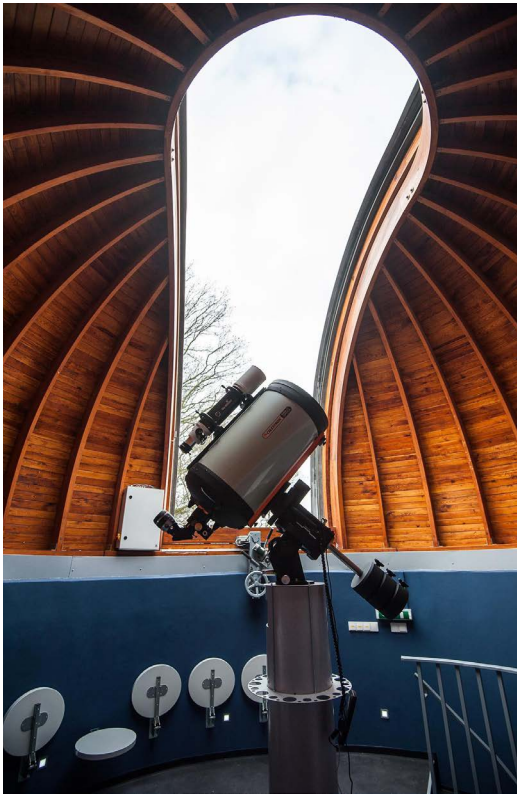
5.3 Pozorováním vesmíru získáváme poznatky o Zemi

Planetárium Ostrava je součástí Hornicko-geologické fakulty VŠB – Technické univerzity v Ostravě. Bylo otevřeno v roce 1980 jako součást tehdejší Báňské měřické základny, později přejmenováno na Hvězdárnu a planetárium Johanna Palisy a po rekonstrukci v roce 2014 dostalo

Obr. 5.5
Cesta vesmírem s digitálním planetáriem

svůj dnešní název. Nachází se kousek od hlavní budovy univerzity za úzkým proužkem lesa.

Právě ten malý kousek lesa hraje dosti podstatnou roli při pozorování vesmírných úkazů. Okolní stromy za 35 let existence hvězdárny značně povyrostly a les zaclonil kus oblohy při obzoru. V létě jsou z kopule velmi špatně viditelné objekty například nízko nad jihem v souhvězdí Střelce a v zimě je obtížně pozorovatelné Slunce, které je nízko nad obzorem a často se ztrácí mezi větvemi stromů. Vzrostlé stromy však prokazují jednu dobrou službu: alespoň částečně stíní světlo, které přichází z města. Centrum Ostravy a městská část zvaná Poruba totiž leží právě za tímto proužkem lesa, jižně od hvězdárenských kopulí.



Obr. 5.6 Dalekohled ostravské hvězdárny

Hvězdárna je místo, které má nádech tajemna. Právě odtud nahlížíme do nepředstavitelně vzdálených končin, do kterých se člověk (s výjimkou Měsíce) ještě nikdy nevypravil a jen tak brzy nevypraví. V kopulích se nacházejí dalekohledy se zrcadly o průměrech 30 a 35 centimetrů a v jejich okulárech můžete spatřit vesmírné objekty v celé jejich nepopsatelné kráse. Co se vlastně dá takovými dalekohledy pozorovat?

Ačkoliv hvězdáři nemají moc rádi úplněk (protože osvětluje oblohu a brání pozorování slabších objektů), patří podívaná na Měsíc mezi ty nejoblíbenější. K prohlídce Měsíce je třeba zvolit vhodnou fázi, nejlépe když je mladý, krátce po novu. Tento dorůstající Měsíc je totiž osvětlován Sluncem „z boku“ a měsíční hory a valy kráterů vrhají dlouhé stíny. Při dobrých pozorovacích podmínkách je možné dalekohledem spatřit například krátery o průměru 2 kilometry.

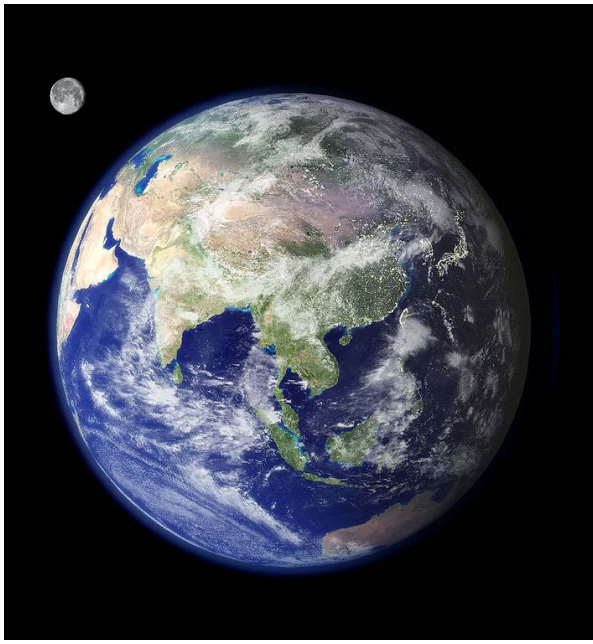
Měsíc obíhá kolem Země od západu k východu a tento pohyb je docela dobře pozorovatelný již během jediné noci. Je to náš nejbližší vesmírný soused (vzdálený asi 384 000 kilometrů) a při

své pouti oblohou často zakrývá vzdálenější objekty: planety a planetky naší Sluneční soustavy či vzdálené hvězdy. Zakrývá-li Měsíc hvězdu, nazývá se tento úkaz „zákryt hvězdy Měsícem". Z velmi přesného měření časů zákrytů jednotlivých hvězd dokážeme zjišťovat změny v rotaci naší planety.

Další nádherná podívaná se naskytne, když namíříme dalekohled na některou z planet Sluneční soustavy. Planety jsou sice sestry Země, ale každá vypadá úplně jinak, a to jak z dálky v dalekohledu, tak i zblízka, pohledem kamer na kosmických sondách.

Planeta Venuše, která je velikostí podobná Zemi, je bezesporu nejkrásnějším planetárním drahokamem na nebi, ale v dalekohledu návštěvníka často zklame. Příčinou zklamání je velmi hustá atmosféra z oxidu uhličitého, která nádherně odráží světlo, ale zároveň brání pohlédnout na povrch planety. Výsledkem je pozorování jednotvárného oblačného závoje bez zajímavých detailů.

Oxid uhličitý v atmosféře Venuše je příčinou tzv. skleníkového jevu. Dobře ho známe i ze Země a docela nás straší v úvahách o budoucnosti lidské civilizace. Sluneční světlo, které dopadá na Venušin povrch, způsobuje jeho zahřívání a vzniká tepelné záření. To ale nemůže uniknout do vesmíru kvůli bariéře tříatomových molekul oxidu uhličitého. Venušin povrch se tím pádem stále přehřívá a jeho



Obr. 5.8 Planeta Země se svým jediným přirozeným satelitem – Měsícem Zdroj: NASA

Obr. 5.7 Vzdálenost mezi Zemí a Měsícem v reálném měřítku Zdroj: traipse.com

teplota, převyšující 450 °C, zatím zcela vylučuje pobyt lidské posádky v tomto pekelném světě.

Tříatomové molekuly plynů, které vypouští do pozemského ovzduší člověk, by mohly zvrátit vývoj i na naší planetě a udělat z ní časem nehostinné místo nejen pro lidi, ale i pro mnoho jiných živočišných druhů, které se špatně přizpůsobují růstu teplot. V tom pro nás může být Venuše velkým varováním.

Nejzáhadnější ze všech planet byl donedávna Mars. Jeho povrch, přístupný našim dalekohledům, mění během roku svůj vzhled, a to vedlo lidi k představám, že by na něm mohl být život. Jak by to bylo úžasné, najít jiné obydlené světy a sledovat, jak se daří životu jinde ve vesmíru! Objev civilizace nebo jakékoliv formy života na Marsu se však zatím nekonal. Dalekohledem můžeme pozorovat jen polární čepičky a tmavá a světlá místa, jeho povrchu. Ale díky i za tuto podívanou. Všechny detaily jeho povrchu můžeme najít na internetu, na fotografiích, které pořídila plejáda kosmických sond.

Také pohled na Merkur nám může být ponaučením. Tato planeta se obvykle na obloze ztrácí v blízkosti Slunce a můžeme ji najít jen krátce před východem Slunce nebo po jeho západu. Přílišná blízkost mateřské hvězdy nedělá dobře planetárním atmosférám. Merkur má povrch zcela obnažen, a pokud někdy nějakou atmo-

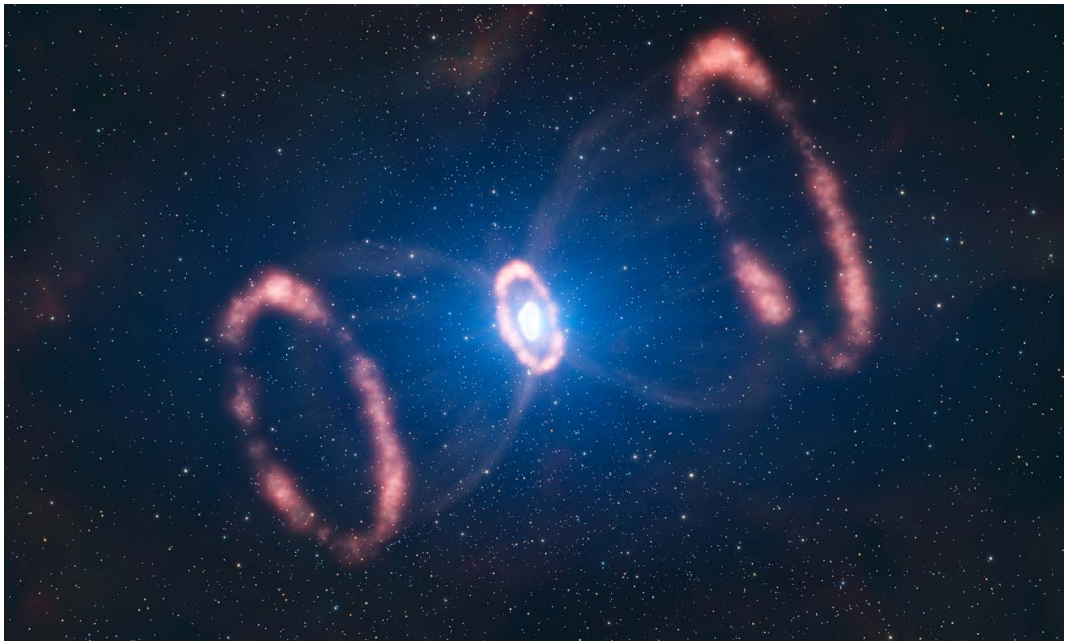
Obr. 5.9
Venuše zahalená v bílém závoji své atmosféry
Zdroj: astrosurf.com

Obr. 5.10 Snímek Marsu pořízený
Hubbleovým vesmírným dalekohledem
Zdroj: NASA

sféru měl, už dávno unikla z tohoto horkého světa někam do meziplanetárního prostoru. Za pár miliard let, až se Slunce rozepne a stane se z něj velký červený obr, zahřeje se i naše planeta na několik stovek stupňů Celsia a její atmosféra zmizí. Ale kdo ví, co bude v té době s lidskou civilizací…

Tak to byl svět planet, které se v mnohém podobají Zemi a které můžeme pozorovat dalekohledem z hvězdárny za porubským lesem. Spatřit můžeme i velké plynné planety, jakou je Jupiter, Saturn s krásnými prstenci, Uran či Neptun. V dalekohledu jsou to nádherné objekty, ale jejich podobnost se Zemí už moc nehledejme. Jsou to obří plynné koule se soustavami prstenců, měsíců a silnými magnetickými poli.

Neuvěřitelně krásná podívaná dalekohledem je i na hvězdy, ať už jde o barevné dvojhvězdy, trojhvězdy či zajímavá seskupení hvězd v objektech, které nazýváme otevřené a kulové hvězdokupy. V temné černi mezi hvězdami je jich všude plno a jejich zkoumáním odhalujeme příběhy hvězdného vývoje. Nahlížíme do rozsáhlých plynných oblaků, z nichž se hvězdy rodí, nebo do mlhovin, v něž se hvězdy proměňují na koncích svého vývoje, když odhazují vnější obaly nebo explodují jako supernovy a hypernovy. Pátráme po souvislostech a s údivem zjišťujeme, že všeničící výbuch supernovy možná stál u zrodu naší Sluneční soustavy a supernovám vděčíme za to, že je ve vesmíru Země a na ní rostliny, zvířata a lidé.



Obr. 5.11
Umělecké ztvárnění nejjasnější supernovy v nedávné historii, 1987A
Zdroj: ESO/L. Calçada

5.4 Hvězdné tragédie a komedie v Amfiteátru

Zatímco z hvězdárny nahlížíme do vesmíru jen úzkou štěrbinou kopule, nad amfiteátrem se klene celá obloha. Jakákoliv jiná kulisa jen stěží může dosáhnout její dokonalosti. V amfiteátru můžete vyslechnout příběhy, které si lidé po staletí předávali z pokolení na pokolení a které vypovídají o jejich znalostech i fantazii. Stále znovu a znovu ožívají příběh krásné Andromedy, její matky Kassiopei a statného Persea, který bojuje se strašlivou mořskou příšerou, aby Andromedu zachránil. Z hlubin minulosti se opět vynořují svědectví o milostných pletichách nejvyšších bohů Olympu a jejich zasahování do života prostých smrtelníků. Dokud bude lidská paměť sloužit, nešťastná nymfa Kallisto, zakletá do podoby medvědice, bude kroužit se svým synem Arkasem kolem nebeského pólu. Je úžasné, jak tyto báje po staletí inspirují vnímavé lidské duše a podněcují jejich fantazii.

Amfiteátr, venkovní prostor určený k pozorování jevů na obloze, má dvojí podobu. V noci je přikrytý kulisou hvězdného nebe a ve dne se proměňuje v divadlo, kde „one man show" hraje jediný herec – Slunce. Tahle hvězda nedává příliš mnoho šancí zazářit jiným tělesům po svém boku. Ze vzdálenosti 150 milionů kilometrů svítí na obloze jako veliký kotouč a prozáří oblohu natolik, že z jiných vesmírných objektů si občas zahraje malou roli jen Měsíc. Ten ovšem čas od času sluneční kotouč zakryje a my pak můžeme pozorovat nádherný úkaz zvaný „zatmění Slunce". K pozorování Slunce jsou určené speciální dalekohledy, v nichž je intenzita světla snížena filtry. Můžeme pozorovat sluneční fotosféru, vrstvu, v níž se často objevují sluneční skvrny. Jejich výskyt je vždy spojen s projevy silného magnetického pole, které zabraňuje promíchávání sluneční hmoty. Skvrny se pak projevují jako chladnější místa ve vrstvě, která je zahřátá na 5500 °C.

Další typ slunečních dalekohledů využívá tzv. H alfa filtry, které ze slunečního záření vybírají jen malinkou část – je to spektrální čára záření vodíku o vlnové délce 656 nm. Takto zobrazený sluneční kotouč je načervenalý a na jeho obvodu se objevují smyčky nebo výtrysky sluneční hmoty zvané protuberance a erupce. Prudké výrony sluneční hmoty mohou zasáhnout i planety. Země je však chráněna magnetickým polem, které sluneční nabité částice odklání.

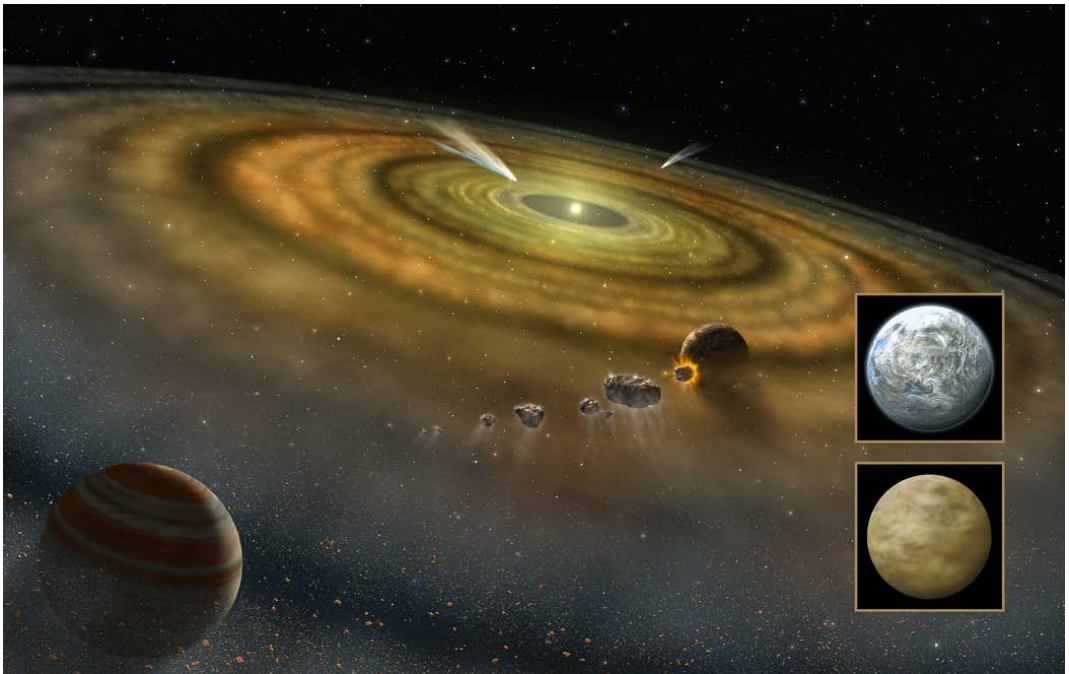
Obr. 5.11 Amfiteátr ostravského Planetária

5.5 Země je jedna z mnoha planet ve vesmíru

Často slyšíme, že kdesi ve vesmíru bylo objeveno dvojče naší planety, tedy planeta podobná Zemi. Opravdu existuje tolik planet stejných jako Země? Nenechte se zmást. Planetu, kde bychom mohli žít, jsme ještě ve vesmíru nenašli. Usilovně hledáme takzvané „obyvatelné planety", tedy planety s kapalnou vodou na povrchu a s atmosférami, které nemusejí být zrovna dýchatelné pro lidi, ale mohly by vyhovovat jiným formám života. Podívejme se, čím je naše planeta výjimečná a co je naopak ve vesmíru docela běžné.

Naše planeta vznikla před více než 4,6 miliardami let spolu s ostatními tělesy Sluneční soustavy. Jejímu vzniku pravděpodobně předcházel výbuch supernovy, který uvedl do pohybu obrovský oblak mezihvězdného plynu a prachu. Ve středu oblaku se vytvořil hustý zárodek našeho Slunce a z okolní hmoty zkondenzovala zrníčka, která se slepovala v kameny a balvany, až vytvořila tzv. „planetesimály". Jejich vzájemné spojování a následné rozbíjení vedlo k vytvoření větších těles, kterým dnes říkáme planety.

V raných dobách Sluneční soustavy migrovaly obří planety směrem od Slunce i ke Slunci a ovlivňovaly dráhy ostatních těles. To se projevilo především na drahách planetek (neboli asteroidů), které byly vyvrhovány daleko od svých původních poloh a možná i ven z mateřské planetární soustavy. Tato tělesa už nikdy ve vesmíru nenajdeme. Planetární obr Jupiter se mohl přiblížit ke Slunci až do vzdálenosti dnešní dráhy Marsu a svou gravitační silou řádně zamíchat především hlavním pásem planetek, který dnes leží mezi Marsem a Jupiterem. Počítačové simulace ukazují, že mohl z této oblasti vymést 9 desetin původních malých těles. Jejich místo postupně nahradila tělesa, která se zde dostala z prostoru mezi Sluncem a Merkurem, ale také z dalekých oblastí za poslední planetou, Nep-



Obr. 5.12 Formování sluneční soustavy

tunem. Současné uspořádání planet ve Sluneční soustavě je pro nás velmi výhodné. Jupiter, největší planeta soustavy, je tak daleko, že Zemi nikterak neohrožuje, naopak svým gravitačním působením ji chrání před dopady nebezpečných komet a planetek.

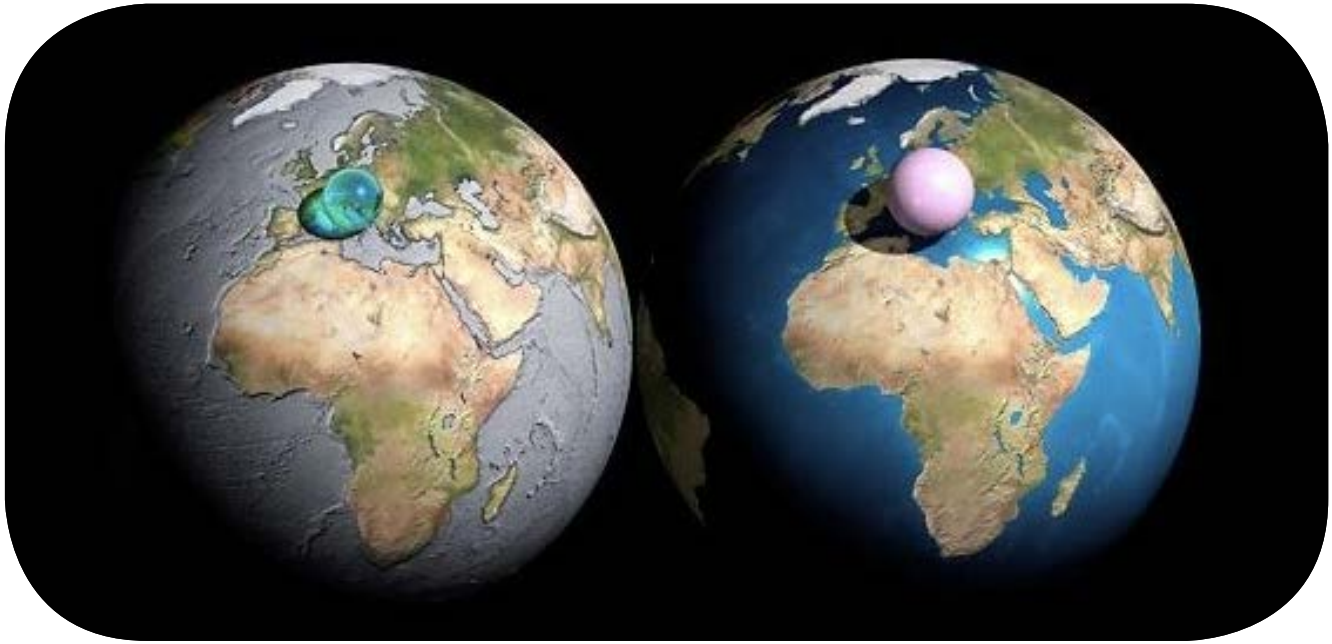
V současné době objevujeme stovky planetárních soustav kolem cizích hvězd. Udivuje nás jejich neuvěřitelná rozmanitost a také všudypřítomná existence životně důležitých sloučenin, jako je například voda. Srovnáváním cizích planetárních systémů se Sluneční soustavou získáváme nový pohled na naši minulost, především na minulost planety Země.

Kolem každé hvězdy existuje tzv. „obyvatelná zóna", tedy oblast, která dostává od své hvězdy právě tolik energie, aby na povrchu těles v této zóně mohla existovat voda v kapalném stavu. Právě v této zóně se pohybuje Země. Je vysoce pravděpodobné, že v dávných bouřlivých dobách dopadalo na Zemi obrovské množství těles (komet a planetek) a dopravovalo na ni vodu, tolik potřebnou pro vývoj života. Vody bylo dopraveno tak akorát: nestali jsme se ani vodním světem utopeným v celoplanetárním oceánu, ani pouštní planetou. Oceány dnes zabírají zhruba 2/3 povrchu Země. Zatím si neumíme dost dobře představit, že by někde ve vesmíru mohl existovat život, který by nepotřeboval ke své existenci vodu.

Předpokladem obyvatelnosti planety je i koloběh uhlíku, který pomáhá regulovat teplotu na planetě, i když přísun energie z hvězdy kolísá. Planeta Země je geologicky aktivní a její povrch je přetvářen deskovou tektonikou. Oxid uhličitý (skleníkový plyn) je při vulkanických projevech vyvrhován do atmosféry a zvyšuje tak její teplotu. V případě, že by se tento proces stal nevratným, mohla by naše planeta dopadnout jako Venuše, na jejímž povrchu jsou teploty kolem 480 stupňů Celsia! Naštěstí se oxid uhličitý dostává s deštěm zpátky do oceánů, kde se díky chemický reakcím váže do uhličitanových minerálů. Při pohybu kontinentálních desek se mořské dno podsouvá pod jiné desky, minerály se taví v magma a horká hmota Země je znovu při sopečných výronech vyvrhována do atmosféry. Země je zatím jedinou planetou ve vesmíru, o které víme, že na ní existuje desková tektonika. Díky geologické činnosti si dokázala vytvořit a udržet pro život nepostradatelnou atmosféru tvořenou dusíkem, oxidem uhličitým a vodní parou, první zelené organismy pak začaly fotosyntézou vyrábět i kyslík, který se stal pro další živé organismy naprosto nezbytným. Selhání zemského termostatu, založeného na koloběhu uhlíku a dalších fyzikálních, chemických a geologických pochodech, by bylo pro život nedozírnou katastrofou.

Zkoumání jednotlivých planet u cizích hvězd nám ukazuje, jak nesmírně různorodá je společnost těchto těles. Ve vesmíru existují planety, které nemají železná jádra a tudíž ani magnetosféry a nejsou tak chráněné před hvězdným větrem a dopady vyvrženého hvězdného materiálu. Jiné zřejmě nemají na svém povrchu horniny, které známe ze Země nebo třeba z Marsu. Například uhlíkové planety mohou mít na svém povrchu karbidy, grafit i diamanty, a to znamená, že jejich podobnost se Zemí je jen hodně vzdálená.

Země se pohybuje s ostatními planetami a se Sluncem kolem centra obrovského hvězdného systému, který nazýváme Galaxie. Poblíž galaktického centra je oblast bouřlivých explozí supernov nebezpečných pro život, na okrajích Galaxie je zase nedostatek těžkých prvků. Naše planeta se nachází v takzvané „galaktické obyvatelné zóně", kde je prvků těžších než vodík a helium dostatek. Země má ve svém nitru poměrně velké množství radioaktivních prvků, jejichž rozpadem se uvolňuje teplo. To brání předčasnému vychladnutí planety a zastavení geologické činnosti. Planeta Mars je o polovinu menší než naše Země a díky tomu brzy vychladla. Na jejím povrchu vidíme obrovské sopky, dokonce nejvyšší sopku ve Sluneční soustavě zvanou Olympus Mons, ale tyto útvary již nejsou aktivní. Z tohoto pohledu je Mars vychladlé, mrtvé těleso, zatímco Země je dynamické těleso s bouřlivými procesy ve svém nitru i na povrchu a kypící životem.



Obr. 5.12
Zobrazení veškeré vody na naší planetě (vlevo) a vzduchu (vpravo) ve formě koulí

5.6 Poznávání dějů a zákonitostí vesmíru v Experimentáriu

V Planetáriu Ostrava můžete navštívit i Experimentárium, expozice s interaktivními pokusy, které objasňují jevy a zákonitostí probíhající na Zemi i ve vesmíru. Expozice se nazývají: Ke hvězdám, K planetám, Za světlem, Do hlubin Země a Na oběžnou dráhu.

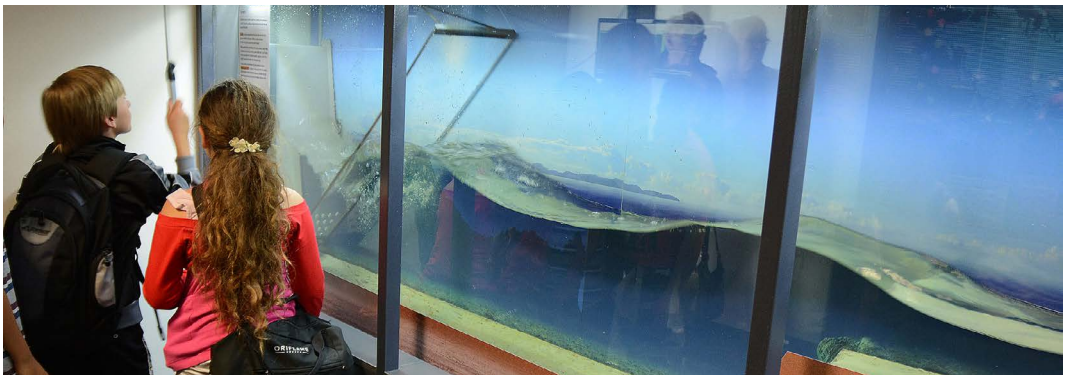
Expozice Ke hvězdám představuje vývoj vesmíru od Velkého třesku po současnost. Návštěvníci mohou pozorovat plazma – látku, která je obsažena ve hvězdách a která se vyskytuje v menší míře také na Zemi, například ve formě blesků. V mlžné komoře mohou na vlastní oči spatřit stopy elementárních částic, které vyvrhuje také Slunce a které se pohybují všude kolem nás. Tornádo demonstruje víry, které vznikají v atmosférách planet i hvězd.

V expozici zvané K planetám se nachází telurium, jehož prostřednictvím můžeme zkoumat pohyb Země a Měsíce kolem Slunce. Další dva modely ukazují vznik vírů v atmosférách velkých plynných planet a vznik polárních září, známých také z polárních oblastí naší planety.

Expozice Za světlem ukazuje zákonitosti šíření elektromagnetického záření a jeho interakci s ostatními objekty. Odraz světla na zrcadlech, spektra světelných zdrojů, infračervené vidění a polarizace světla jsou jevy, se kterými se setkáváme v přírodě a také na každém kroku v civilizovaném světě.

Na oběžné dráze Země probíhají mnohé děje jinak než na povrchu Země. Lidé se musejí chránit před nástrahami vesmíru bezpečnými skafandry, snášejí obrovská přetížení při startech kosmických raket a nepříjemné projevy beztížného stavu. V expozici je možné vyzkoušet skok na měsíci, tedy skok v prostředí s nižší gravitací než na Zemi, nebo zjistit princip fungování gyroskopu.

Geologickým procesům je věnovaná expozice Do hlubin Země. Interaktivní glóbus názorně předvádí pohyby kontinentů během dlouhých období ve vývoji Země. Důsledky těchto pohybů pozorujeme třeba jako vlny tsunami nebo zemětřesení. Oba tyto jevy si můžeme v expozicích názorně předvést.

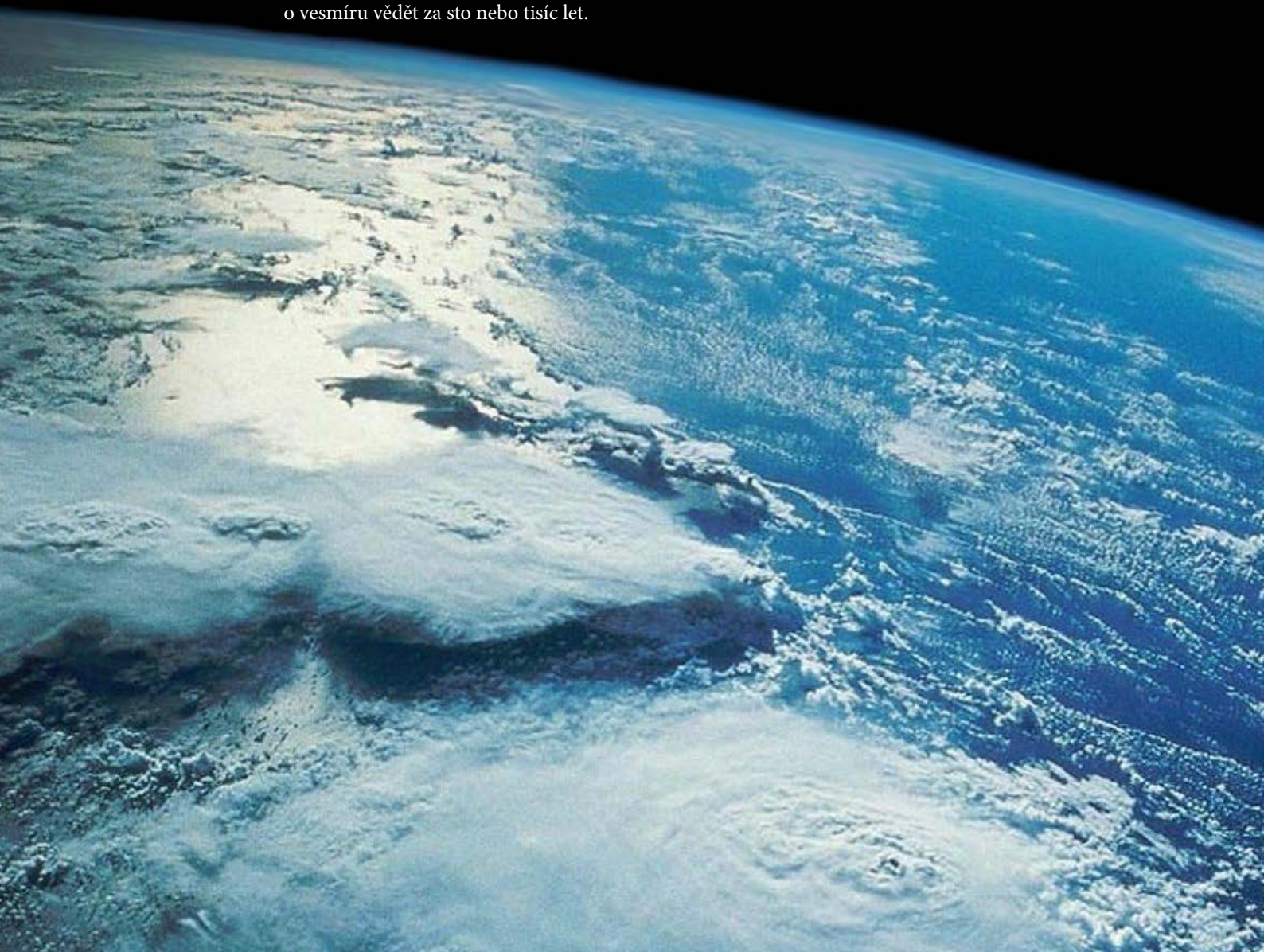


Obr. 5.13
Simulátor vlny tsunami

Obr. 5.14
Letecký simulátor, gyroskop a interaktivní glóbus. V Experimentáriu se můžete na praktických ukázkách naučit mnohé o vesmíru po vzoru Komenského hesla škola hrou
Foto: Boris Renner

5.7 Závěr

Naše Země je nádherný modrý drahokam zářící v temnotě vesmíru. V prozkoumaných částech Galaxie jsme zatím nenašli podobné místo a možná nikdy ani nenajdeme. Odhalování tajemství naší planety i vzdáleného vesmíru přináší již dlouhá staletí radost z poznávání mnoha generacím vnímavých a přemýšlivých tvorů, kteří si říkají „lidé“. Je velmi těžké představit si, co všechno budeme o vesmíru vědět za sto nebo tisíc let.



ZVÍŘATA

6. Zvířata

6.1 Význam moderních zoologických zahrad

Mgr. Šárka Kalousková
Zoo Ostrava

Činnost zoologické zahrady vyplývá z poslání moderních zoologických zahrad, tj. přispět k zachování biologické rozmanitosti záchrannými chovy některých ohrožených druhů živočichů v lidské péči, výchova a vzdělávání veřejnosti v problematice ochrany přírody i funkce rekreační. Zoo Ostrava vyvíjí v oblasti vzdělávání a osvěty poměrně širokou škálu aktivit již řadu let. Přitom využívá specifického a v mnoha aspektech atraktivního prostředí zoo, zejména však přítomnosti živých zvířat. Živá zvířata působí obrovskou přitažlivou silou; vidět, slyšet a cítit je má v sobě velký vzdělávací význam.

Původním účelem zoologických zahrad bylo především seznámit návštěvníka s co největším počtem různých druhů zvířat a to zcela bez ohledu na jejich potřeby. Zvířata, která v přírodě žijí ve skupinách, byla často chována po jednom exempláři a všechna pak v naprosto nevyhovujících podmínkách malých ubikací. K významné změně došlo v průběhu 2. poloviny 20. století, v našich podmínkách to bylo až po roce 1989, kdy se zoo začaly měnit nejen ve významná centra odpočinku a vzdělání, ale také v místa, kde je vyvíjena snaha o záchranu zvířecích druhů, které čelí ve volné přírodě vysokému stupni ohrožení, nebo již z volné přírody vymizely zcela.

Také ostravská zoologická zahrada prošla od svého založení v r. 1951 výraznou proměnou a v podstatě jí prochází stále. Její činnost, jakož i činnosti ostatních českých zoo, je zakotvena v zákoně č. 162/2003 Sb., o zoologických zahradách, ze kterého vyplývá poslání současných zoologických zahrad, totiž přispívat k zachování biologické rozmanitosti záchrannými chovy ohrožených druhů živočichů v lidské péči.

Neméně důležitou úlohou zoologických zahrad je rovněž vzdělávací a osvětová činnost veřejnosti v otázkách ochrany přírody a šíření zásad trvale udržitelného rozvoje. Prostředí zoologické zahrady je v mnoha aspektech atraktivní a jedinečné. Přítomnost živých zvířat, která mohou návštěvníci pozorovat z bezprostřední blízkosti, má velký význam pro vytváření pozitivních postojů k přírodě a životnímu prostředí.

6.2.1 Vzdělávání v zoo

Zoologické zahrady po celém světě navštíví ročně na 600 milionů návštěvníků, což je obrovská základna pro osvětu a vzdělávání v otázkách zoologie, ekologie a ochrany přírody. I v rámci České republiky patří zoologické zahrady k nejnavštěvovanějším turistickým cílům. Přítomnost živých zvířat napomáhá k vytváření pozitivních postojů dětí i dospělých ke zvířatům a k přírodě vůbec, k posílení jejich zájmu o otázky ochrany životního prostředí.

Zoo Ostrava se věnuje vzdělávacím a osvětovým aktivitám již řadu let a v této oblasti poskytuje širokou nabídku od výukových programů pro školy až po osvětové akce pro širokou veřejnost. Cílovými skupinami vzdělávacích aktivit v Zoo Ostrava jsou jednak děti z mateřských škol, žáci a studenti základních a středních škol i posluchači vysokých škol (formální vzdělávání), jednak široká veřejnost – rodiny s dětmi, senioři, handicapovaní spoluobčané (neformální vzdělávání).

Vzdělávací aktivity Zoo Ostrava

- Napříč všemi vzdělávacími a osvětovými aktivitami se prolíná několik aspektů:
- Jsou určeny všem věkovým kategoriím.
- Jsou interaktivní a prožitkové, tak aby děti i dospělí zapojili při poznávání více smyslů.
- Poukazují na problematiku ohrožení zvířat ve volné přírodě a vysvětlují význam zoologických zahrad při záchranných chovech.
- Představují konkrétní záchranné programy, na kterých se Zoo Ostrava podílí.
- Boří mýty a nepravdy o zvířatech, které mnohdy vedou k neoprávněnému vytvoření negativního postoje k těmto zvířatům.
- Nezapomínají na ohrožené druhy zvířat žijící v naší přírodě.
- Vysvětlují význam daného chování zvířat, které mohou děti samy pozorovat.
- Poukazují na přirozené vazby mezi zvířaty, např. mezi šelmami a jejich kořistí.
- Přibližují úskalí chovu zvířat v lidské péči.
- Nabádají, jak (ne)pomáhat zvířatům.
- Zdůrazňují zodpovědnost za domácí mazlíčky a další doma chovaná zvířata.
- Představují méně „oblíbené“ skupiny zvířat.
- Sledují nejnovější poznatky a objevy v zoologii, genetice a dalších vědních disciplínách.

Formální vzdělávání

Zoo Ostrava dlouhodobě spolupracuje se školami z celého Moravskoslezského kraje. V současné době nabízí na tři desítky výukových programů pro děti všech stupňů. Kompletní aktuální nabídka programů je učitelům k dispozici na webových stránkách http://zoo-ostrava.cz v samostatné sekci „Zoo pro školy". Většina výukových programů pro školy probíhá v prostorách výukového centra, které má výhodnou polohu uprostřed zahrady. Zde se nachází mj. bohatá sbírka preparátů – vycpanin, kostí, lebek, srstí, krunýřů ad., jež doplňují interaktivní výuku. Výukové programy doplňují a rozšiřují hodiny prvouky, přírodopisu, ekologické výchovy, biologie, zeměpisu či přírodovědně zaměřených kroužků a seminářů, ale mají dosah i do ostatních předmětů, jako je fyzika, chemie ad.

Učitelé, kteří se nechtějí/nemohou zúčastnit žádného výukového programu, ale přesto chtějí žáky nějakým způsobem při pobytu v zoo zaměstnat, mohou využít tematických pracovních listů, které jsou zdarma k dispozici u vstupu do zoo včetně správných odpovědí. Úkoly jsou zaměřené převážně na chování zvířat, které mohou žáci jednoduše pozorovat, příp. odpovědi najdou na informačních cedulkách a panelech.

Vedle realizace výukových programů se školy zapojují do soutěží, které zoo dlouhodobě organizuje. Tradiční a již od roku 1974 probíhající jsou vědomostní soutěže pro žáky 7. až 9. tříd plus studenty odpovídajících ročníkům víceletých gymnázií Velká cena zoo a Soutěž mladých zoologů. Od roku 2010 je organizována nová soutěž i pro mladší žáky Velká cena malých zoologů.

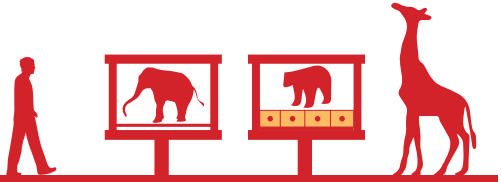
Tradicí se stala i odborná konference pro učitele a další pedagogické pracovníky konaná v první polovině prosince. Jejím cílem je poukázat na poslání současných zoologických zahrad a jejich přínos k biologické rozmanitosti s důrazem na osvětovou a vzdělávací činnost zahrad v oblasti EVVO prezentací vzdělávacích aktivit nabízených Zoo Ostrava.

Obr. 6.1
Sbírka kožešin, lebek a vycpaných zvířat ostravské zoo

Neformální vzdělávání

Aktivity v rámci neformálního vzdělávání jsou zaměřeny na návštěvníky zoo, tedy na širokou veřejnost všech věkových a zájmových skupin. Jedná se o aktivity probíhající v areálu zoo buď bez přítomnosti, nebo v přítomnosti odborného pracovníka zoo (pracovníka výukového centra, dobrovolného spolupracovníka zoo, ošetřovatele zvířat), příp. mimo areál zoo prostřednictvím webových stránek, tištěných materiálů, zasíláním novinek ze zoo registrovaným zájemcům.

Při mnohých vzdělávacích aktivitách je důležitá spolupráce jednak s ostatními českými i zahraničními zoologickými zahradami, jednak s dalšími vědeckými a vzdělávacími institucemi, jako jsou univerzity, muzea, knihovny, ochranářské organizace a další. Cílem všech vzdělávacích a osvětových aktivit, které Zoo Ostrava nabízí a realizuje, je přispět k vytváření pozitivních postojů ke zvířatům a k přírodě vůbec v řadách široké veřejnosti, a tím pomoci snížit negativní dopady lidské činnosti na životní prostředí.



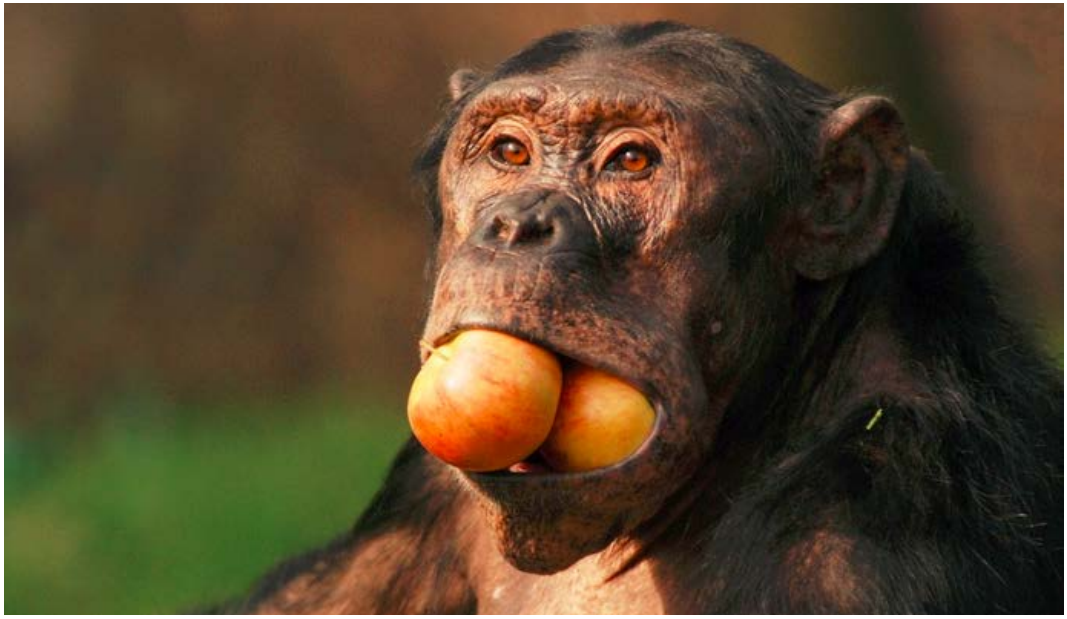
Aktivity v zoo bez účasti pracovníka:

- informační tabule a cedulky v areálu zoo,
- interaktivní prvky u vybraných expozic osvětlující zábavnou formou především chování zvířat,
- dotykové prvky s cedulkami s popiskem v Braillově písmu, např. otisky stop vybraných druhů zvířat, model žirafy v životní velikosti.

Aktivity v zoo s účastí pracovníka:

- přednáškový cyklus pro veřejnost „Zajímavosti ze světa zoologie“ každou první středu v měsíci v 16:00 hod. ve výukovém centru zoo,
- speciální akce pro veřejnost u příležitosti významných dnů, např. Den ptactva, Den Země, Den dětí, Den seniorů, Den zvířat atd.,
- organizované prohlídky zoo s průvodcem (v rámci otevírací doby nebo večerní),
- komentovaná krmení zvířat během jarních a letních měsíců,
- návštěvy u sponzorovaných zvířat,
- zážitkové programy,
- dotykové stolky s preparáty, u kterých si mohou návštěvníci např. vyzkoušet jemnost sovího peří či lamí srsti, potěžkat sloní stoličku…
- přednášky na dětských odděleních nemocnic ve vybraných městech kraje.

Obr. 6.2
Komentované krmení hrochů



Obr. 6.3
Šimpanzi v ostravské zoo si s chutí pochutnávají na jablcích

6.2.2 Výzkum v zoologické zahradě

Moderní zoologické zahrady by měly splňovat 4 hlavní cíle: rekreační, výchovný, ochranářský a výzkumný. Již z tohoto výčtu je zřejmé, že umístění výzkumného cíle na konci není zcela náhodné. Zatímco o rekreačním či výchovném účelu každé zoo nemůže být pochyb a všechny seriózní zahrady se aktivně účastní mnoha záchranných chovných programů či přímo vracejí zvířata zpět do přírody, výzkumná role zoologických zahrad bývá často poměrně omezená.

A to přestože, pro někoho možná překvapivě, byl zrod moderních zoologických zahrad spojen právě s vědou. Slavná londýnská zoo vznikla roku 1828 výhradně jako studijní záležitost členů britské Královské zoologické společnosti. Veřejnosti byla otevřena až téměř o 20 let později (1847). Podobně i starší pařížská zahrada (Ménagerie des Jardins des Plantes) vznikla v rámci rozsáhlé botanické zahrady budované za podpory tehdejších světových vědeckých špiček a dodnes patří pod francouzské národní přírodovědecké muzeum. Je tedy bezpochyby na co navazovat.

Výzkum lze jednoduše rozdělit na základní, přinášející informace o stavu, který vidíme, a aplikovaný, tedy ukazující, jak tento stav cíleně změnit v lidský, potažmo ekonomický prospěch. A právě zoologické zahrady jsou jedinečným příkladem instituce, kde mohou probíhat a rovněž

Obr. 6.2
Londýnská zoo, 1835

úspěšně probíhají oba typy výzkumu. V rámci základního výzkumu tak lze zkoumat např. geneticky podmíněné chování zvířat či zjišťovat základní fyziologické hodnoty u jednotlivých druhů. V rámci výzkumu aplikovaného se pak lze vyhnout nežádoucím projevům, vylepšit podmínky zvířat tak, aby se zvětšila jejich pohoda (welfare) či zlepšit veterinární a výživové možnosti chovaných zvířat.

Drtivá většina evropských zoo nemá vlastní výzkumné pracoviště a je-li u nich realizován výzkum, pak se tak děje „dodavatelsky" prostřednictvím univerzit, výzkumných center či jiných zoo. Ostravská zoo je v tomto průkopnická, neboť zde od roku 2006 realizujeme etologický (věda o chování zvířat) výzkum sami. Ze všech 24 licencovaných zoologických zahrad v České republice mají takovéto pracoviště pouze 4 zoo (vedle Ostravy jsou to zoo v Liberci, Praze a Ústí nad Labem). V rámci vlastními silami vedeného výzkumu jsme se zabývali zejména kojením zeber a hrochů, přičemž získané výsledky jsme publikovali v mezinárodních vědeckých časopisech. Takže např. alokojení (kojení jinou samicí než je matka) u hrocha obojživelného bylo poprvé na světě popsáno právě v naší zoo. Naše výsledky zaujaly i zoologické zahrady v zahraničí, takže jsme např. nedávno byli požádáni o spolupráci při analýze chovu indických nosorožců prestižní zoo ve švýcarské Basileji.

Obr. 6.3
Hrošice Róza v ostravské zoologické zahradě. Kojila nejméně tři potomky své dcery, čímž se stala první hrošicí, u níž bylo zaznamenáno alokojení.

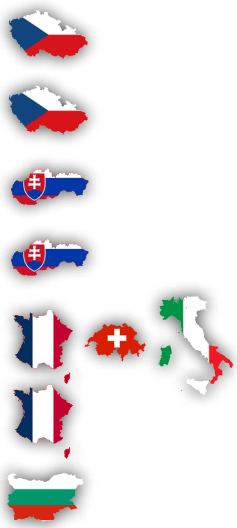
Mimoto samozřejmě rádi umožňujeme bádání na našich zvířatech i vědcům z jiných pracovišť. Tato spolupráce přinesla za poslední roky zajímavé výsledky, které byly rovněž publikovány v mezinárodních časopisech. Mezi velmi studovaná zvířata v naší zoo patří zejména primáti (zvláště šimpanzi), dále pak sudokopytníci (např. velbloudi či antilopy losí). Mezi klíčové instituce, s nimiž již několik let úspěšně spolupracujeme, patří např. Výzkumný ústav živočišné výroby v Praze, Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, Ústav biologie obratlovců v Brně či Česká zemědělská univerzita v Praze. Ze zahraničních pracovišť je to například Universita v Albacete (Španělsko) či Ústav pro výzkum zvířat žijících v zoo i ve volnosti v Berlíně (Německo). Je jistě vhodné dodat, že drtivá většina výzkumných aktivit, které v naší zoo probíhaly či probíhají, používá tzv. „metody neinvazivní", tzn., že nezasahují do života chovaných zvířat.

6.2.3 Záchrana ohrožených druhů

Zoo Ostrava je hlavně místem, kde je vyvíjena snaha o záchranu těch druhů, které čelí ve volné přírodě v ohrožení nebo z přírody již zcela vymizely. V rámci evropských zoo je zapojena do tří desítek záchovných programů. Participuje rovněž na několika repatriačních projektech, jejichž cílem je posílit divoké populace ohrožených druhů vypouštěním jedinců odchovaných v lidské péči do přírody.

Jedním ze základních cílů moderních zoologických zahrad je přispět k zachování biologické rozmanitosti zapojením do záchranných chovů ohrožených druhů zvířat v lidské péči. Konkrétní pomocí, resp. konkrétní nápravou škod způsobených přírodě lidskou činností je vypouštění mláďat odchovaných v lidské péči do volné přírody. Tak je možné posílit divoké populace volně žijících zvířat.

Český název (Vědecký název)	Rok vypuštění/ trvání projektu	Počet mláďat	Místo vypuštění
Sova pálená (Tito alba guttata)	od r. 1995	347	Česká republika
Sýček obecný (Athene noctua)	od r. 2003	54	Česká republika
Kočka divoká (Felis silvestris)	2008	2	Slovensko
Rys karpatský (Lynx lynx carpathicus)	od 2008	3	Slovensko
Orlosup bradatý (Gypaetus barbatus)	od r. 2009	10	Francie, Švýcarsko, Itálie
Sup hnědý (Aegypius monachus)	2009	1	Francie
Sup bělohlavý (Gyps fulvus)	2013	1	Bulharsko



Také ostravská zoo je zapojena do několika tzv. repatriačních projektů (repatriace znamená opětovné vypouštění jedinců do míst, kde byli dříve vyhubeni, a to buď vysazením mláďat odchovaných v lidské péči, např. v zoologických zahradách či chovných stanicích, nebo přesunem jedinců z jiných míst ve volné přírodě).

V případě všech mláďat poskytnutých ostravskou zoologickou zahradou se jedná o mláďata druhů čelících v přírodě Evropy určitému stupni ohrožení. Zoo Ostrava při jednotlivých vypouštěních spolupracuje s jinými zoologickými zahradami, Evropskou asociací zoologických zahrad a akvárií a dalšími ochranářskými organizacemi. V následujícím přehledu jsou uvedena všechna mláďata odchovaná v Zoo Ostrava, která byla zdarma poskytnuta pro repatriaci.

Sova pálená

Od roku 1995 bylo poskytnuto 282 mláďat, která byla ve spolupráci se Záchrannou stanicí v Bartošovicích na Moravě a dalšími odborníky vypuštěna do volné přírody ČR.

Sýček obecný

Od roku 2003 bylo poskytnuto 37 mláďat, která byla ve spolupráci se Záchrannou stanicí v Bartošovicích na Moravě a dalšími odborníky vypuštěna do volné přírody ČR.

Obr. 6.4 Sova pálená

Obr. 6.5 Sýček obecný

Kočka divoká

V roce 2008 byla vypuštěna dvě mláďata (sameček a samička) narozena v témže roce do oblasti Národního parku Velká Fatra.

Obr. 6.6 Kočka divoká

Rys karpatský

V roce 2008 byla vypuštěna dvě mláďata (sameček Muro a samička Líza) narozena v témže roce do oblasti Národního parku Velká Fatra.

Obr. 6.7 Kotě rysa karpatského

Orlosup bradatý

V roce 2009 bylo vypuštěno první v Zoo Ostrava odchované mládě orlosupa – samička Condamine do Národního parku Mercantour ve francouzských Alpách. V roce 2010 pak byla vypuštěna další dvě mláďata – sameček do francouzských Alp v oblasti Vercors a samička jménem Kira v oblasti středního Švýcarska.

Obr. 6.8 Orlosup bradatý

Sup hnědý

V roce 2009 bylo vypuštěno první v Zoo Ostrava odchované mládě supa hnědého – sameček Franc do oblasti Verdonského kaňonu ve francouzských Alpách.

Obr. 6.9 Sup hnědý

6.2 Zoologická zahrada Ostrava

Zoologická zahrada Ostrava byla založena v roce 1951. Areál se rozkládá v ojedinělé lokalitě Velkého ostravského lesa na ploše téměř 100 ha. V současné době je zde k vidění přes 4000 zvířat ve zhruba 400 druzích. Patří k nejnavštěvovanějším turistickým cílům v Moravskoslezském kraji i v celé ČR.

6.2.1 Nové expozice

Zoo Ostrava prošla v posledních deseti letech výraznou proměnou. Podařilo se postavit několik zcela nových moderních expozic či provést zásadní rekonstrukci některých starých objektů z 60. až 80. let minulého století. K nejnovějším stavbám patří pavilon slonů se dvěma slůňa-

Obr. 6.10 Nový vstup do Zoo Ostrava

Obr. 6.13 Tanganika

Obr. 6.13 Komplex 5 voliér ptáků z Tibetu a Číny

ty, Čitván – společný výběh pro medvědy ušaté a hulmany posvátné, Voliéry ptáků Tibetu a Číny, Tanganika – pavilon pro hrochy a krokodýly, Papua – rozsáhlá akvaterarijní expozice, na kterou navazuje průchozí Voliéra Papua. Malá Amazonie nabízí malý náhled do pestrosti amazonského pralesa, nový pohled na zvířata nabízí nejnovější expozice safari, kde projíždí safari expres přímo výběhy se stády kopytníků. V průběhu roku 2015 bude otevřena největší investiční stavba v historii zoo, Pavilon evoluce pro šimpanze, kočkodani Dianiny a další západoafrické druhy. Zejména u dětí je oblíbená expozice Na statku s domácími zvířaty, která si mohou děti pohladit i nakrmit speciálními granulemi.

Obr. 6.11
Pavilon slonů

Obr. 6.12
Čitván

Obr. 6.14
Malá amazonie

Obr. 6.15
Expozice
Na statku

6.2.2 Botanický park

Součástí areálu je Botanický park, který poskytuje návštěvníkům prostor k relaxaci a odpočinku. Park tvoří tři stezky, Cesta vody, Cesta lesa a Cesta stínu, v celkové délce asi 6 km, které jsou na několika místech propojeny se zoologickými expozicemi. I zde vyrostly nové prostorné voliéry pro velké dravce (orly, supy a orlosupy). V jarních měsících upoutá v celém areálu zoo pozornost i nespočet kvetoucích rostlin, z nichž nejnápadnější jsou rododendrony a azalky (nejvíce v ČR).

Obr. 6.16
Cesta vody

6.2.3 Služby pro návštěvníky

Velký důraz je kladen rovněž na zlepšování služeb pro návštěvníky. Po areálu jsou rozmístěny stovky laviček a desítky odpočinkových míst. Nechybí ani řada nových dětských hřišť a herních koutků. Na jaře 2013 byla otevřena nová restaurace Saola s celoročním provozem. Areál zoo je maximálně uzpůsoben i handicapovaným spoluobčanům. Během hlavní sezóny denně probíhá u návštěvníků oblíbené komentované krmení vybraných druhů zvířat.

Obr. 6.17
Restaurace Saola

6.2.4 Vzdělávání v zoo

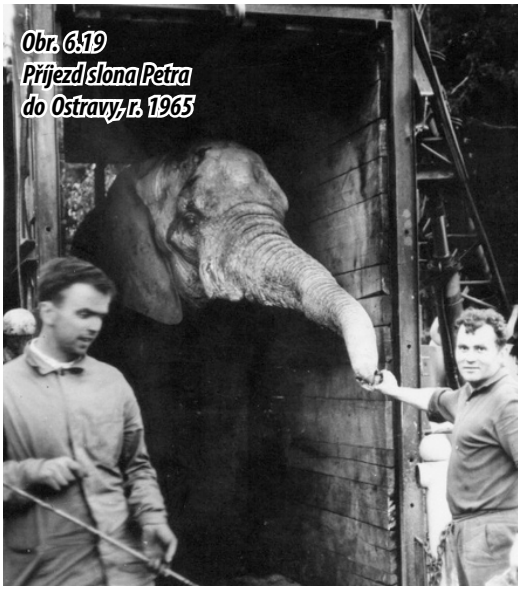
Neméně důležitou úlohou zoologické zahrady je rovněž výchova a vzdělávání široké veřejnosti v otázkách ochrany přírody a problematiky ohrožených druhů zvířat. Zoo Ostrava se vzdělávací činnosti dlouhodobě aktivně věnuje – nabízí více než tři desítky výukových programů pro děti všech věkových kategorií, pořádá soutěže a akce pro širokou veřejnost, a to v průběhu celého roku. V areálu je také řada informačních tabulí a interaktivních prvků, které návštěvníkům zprostředkovávají zajímavosti ze světa zvířat i rostlin hravou a zábavnou formou.

Zoo Ostrava je otevřena každý den v roce od 9:00 hod. Podrobné informace jsou dostupné na http://zoo-ostrava.cz.

Obr. 6.18 Interaktivní expozice Vodní svět

6.2.5 Z historie Zoo Ostrava

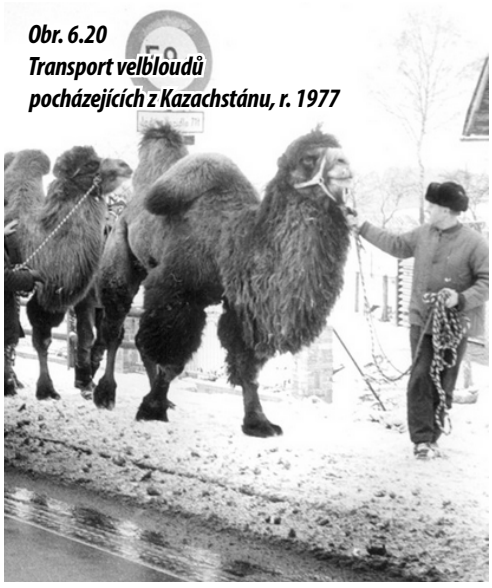
Oficiálním datem vzniku Zoologické zahrady Ostrava je 26. říjen 1951. Místem, kde vznikla, byl šestihektarový pozemek v Ostravě-Kunčičkách. Již od počátku bylo zřejmé, že k rozvoji zoo je potřebné najít vhodnější a rozlehlejší lokalitu. Z několika možností byla nakonec vybrána oblast lesoparku Stromovka ve Slezské Ostravě. V květnu 1960 otevřela nová stohektarová zoo brány prvním návštěvníkům. Z 60. let pochází řada staveb jako pavilon opic, šelem, nosorožců (původně sloninec), výběhy medvědů, ale i přírodní výběh šimpanzů. Většina těchto zařízení již neodpovídá současným požadavkům chovu a počítá se s jejich přestavbou či úplnou demolicí. V průběhu 70. a 80. let se výrazně změnila druhová skladba a přibyla řada vzácných a ohrožených druhů, přičemž u mnoha z nich bylo dosaženo významných chovatelských úspěchů. Tak se v ostravské zoo objevili postupně kupříkladu tygr ussurijský, jelen milu, zebra Grévyho,



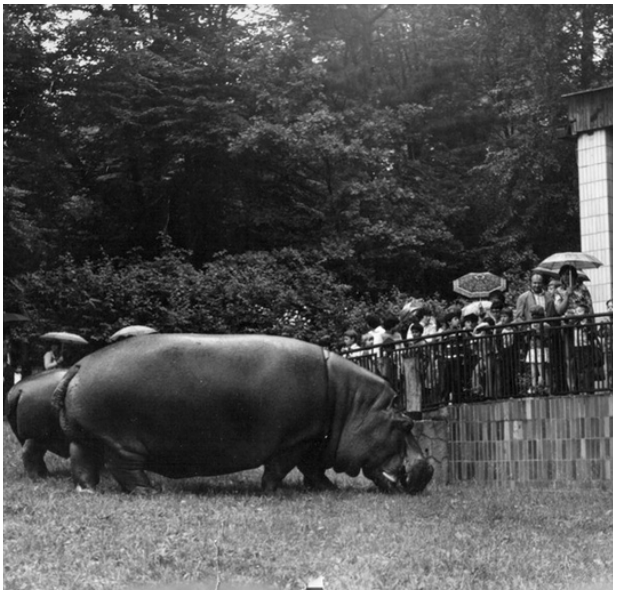
Obr. 6.19 Příjezd slona Petra do Ostravy, r. 1965

makak lví, kočkodan Dianin, nosorožec tuponosý nebo dnes již nechovaní orangutan, jaguár, tapír čabrakový a jihoamerický. V polovině 80. let byly postaveny další dva pavilony – vodních ptáků a afrických kopytníků. V tomto období se Zoo Ostrava zapojila do projektu návratu rysa ostrovida do české přírody.

Nová historie zoologické zahrady se začala psát po r. 1989. Díky podpoře zřizovatele, kterým je statutární město Ostrava, bylo přikročeno k rozsáhlé rekonstrukci a modernizaci. V r. 2004 byl otevřen pavilon pro slony a v r. 2007 pak rozsáhlý Botanický park, který návštěvníkům zpřístupnil dalších asi 25 ha areálu. Postupně se také mění skladba zvířat a některé velké druhy savců, pro které není z finančních důvodů možné postavit vhodná chovatelská zařízení (bizoni, zubři, lední medvědi), jsou postupně nahrazovány druhy doposud nechovanými (ryby, plazi, obojživelníci, bezobratlí). O zvyšující se úrovni ostravské zoo svědčí fakt, že v r. 1996 byla přijata za řádného člena Evropské asociace zoologických zahrad a akvárií (EAZA) a v r. 2005 pak za člena Světové asociace zoologických zahrad a akvárií (WAZA). Tyto prestižní organizace sdružují zařízení, která svou prací prokázala vysokou úroveň v chovu zvířat. Členství v těchto organizacích mimo jiné zavazuje zoo k účasti na co největším počtu tzv. záchovných programů a také k podpoře návratu vybraných druhů zpět do přírody. V současné době je Zoo Ostrava zapojena do několika desítek těchto programů a od r. 2007 dokonce vydává Evropskou plemennou knihu (ESB) hrocha obojživelného. Na záchraně volně žijících druhů se vedle finanční podpory podílí také přímou účastí (např. návrat orla skalního do Beskyd). Zoo Ostrava je členem dalších významných mezinárodních organizací, jako jsou Unie českých a slovenských zoologických zahrad (UCSZOO), Mezinárodní asociace výukových pracovníků (IZE), Unie botanických zahrad ČR (UCBZ), Asociace pro výzkum a ochranu lemurů (AEECL).



Obr. 6.20
Transport velbloudů pocházejících z Kazachstánu, r. 1977



Obr. 6.20
Hroši, r. 1979

6.2.6 Projekty in situ a evropské plemenné knihy

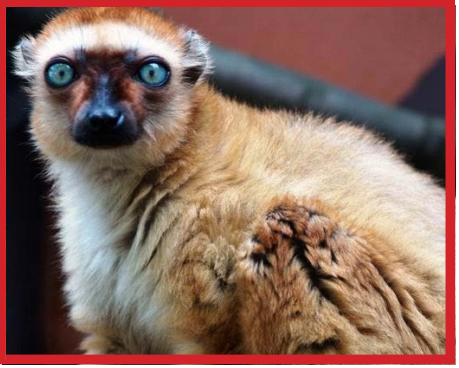
Ochrana in situ znamená ochranu ekosystémů a přírodních stanovišť včetně udržování a obnovy životaschopných populací druhů v jejich přirozeném prostředí přímo v místě výskytu.

Ostravská zoo podporuje několik takových projektů:

Derbianus – záchrana antilopy Derbyho (projekt na záchranu západního poddruhu antilopy Derbyho v Senegalu)

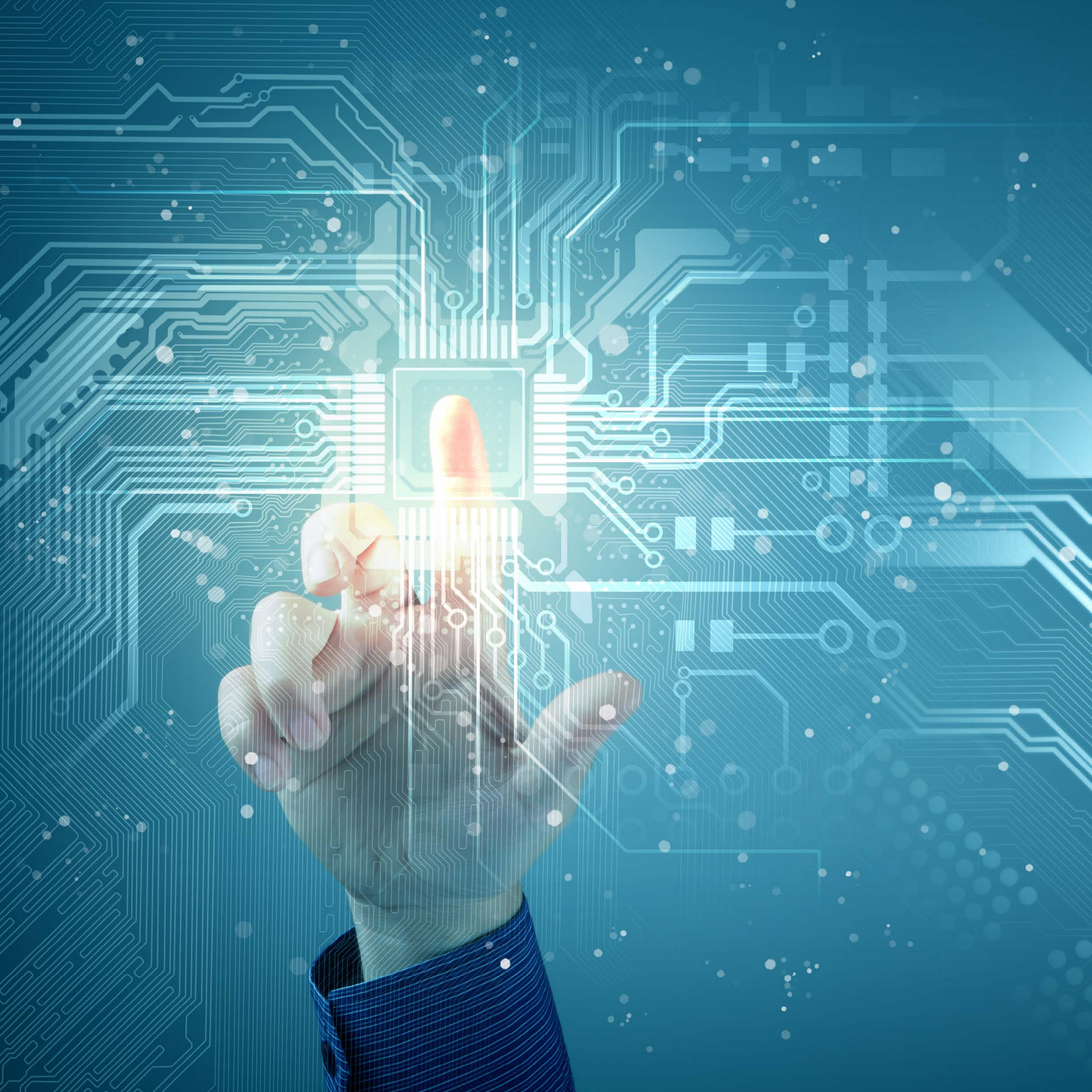
Návrat orla skalního do ČR (projekt na znovuvysazení orla skalního na území ČR)

Sahamalaza – záchrana lemura Sclaterova (projekt na ochranu oblasti Sahamalaza v severozápadní oblasti Madagaskaru, kde se vyskytuje



Zoo Ostrava vede 3 evropské plemenné knihy – pro hrocha obojživelného, wapiti sibiřského a siku vietnamského.

VĚDA, TECHNIKA, TECHNOLOGIE, SOUČÁST LIDSKÉHO PŮSOBENÍ V PODNIKÁNÍ



7 VĚDA, TECHNIKA A TECHNOLOGIE, SOUČÁST LIDSKÉHO PŮSOBENÍ V PODNIKÁNÍ

PaedDr. Jiří Mezuláník, CSc.
doc. Ing. Peter Ponický, Ph.D

„I kdybychom mohli snad být učení učeností druhého, moudrým můžeme být jen moudrostí vlastní"
(Montaigne)

„Většině vědeckých problémů mnohem lépe porozumíme,pokud budeme studovat jejich historii, ne jejich logiku"
(evoluční biolog ERNST MAYR)

„Pravá cesta objevů nespočívá v hledání nových krajin, ale v novém pohledu na ně"
(MARCEL PROUST)

„Každý člověk má právo na vzdělání… a musí se zaměřit na rozvoj osobnosti člověka"
(z článku 26 Deklarace lidských práv OSN, 1946.)

7.1 Podnikání v přírodních a technických vědách

Specifika podnikání v přírodních a technických vědách

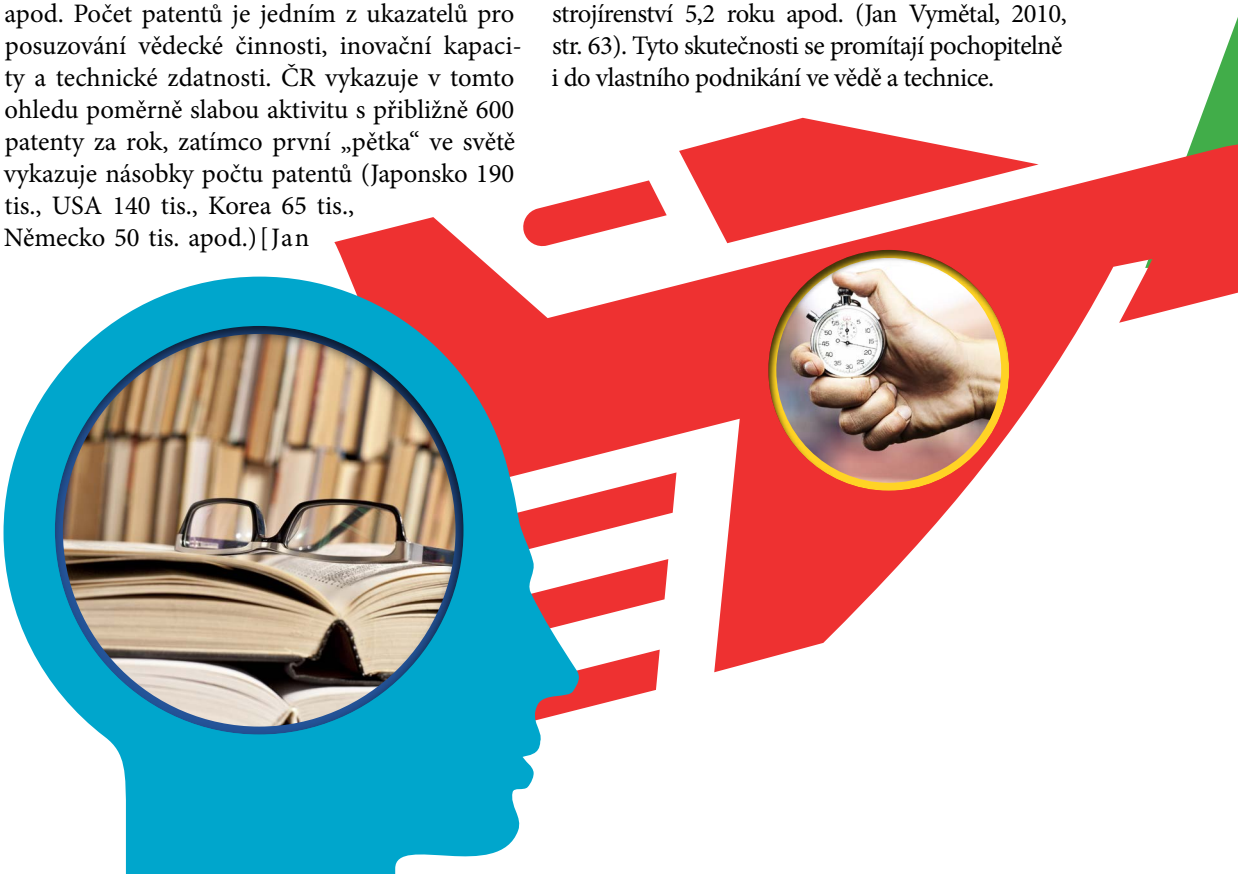
Podnikání v přírodních a technických vědách se ve své postatě zásadně neliší od podnikání v jiných oblastech. Přesto však má určitá specifika.

1. Znalost

Nezbytným předpokladem je znalost dané přírodní či technické disciplíny. Zatímco v některých oblastech, jako je např. zprostředkování prodeje, osobní prodej, dealerské činnosti, realitní činnost, se nevyžaduje speciálně zaměřené vzdělání a často postačí zkušenost či nadání a schopnosti pro provozování daných činností, v oblasti vědy a techniky je tomu jinak. Předpokladem je většinou kvalitní vzdělání v příslušném oboru vědy a techniky a neustálá potřeba dalšího celoživotního vzdělávání. To s sebou nese i potřebu sledování vývoje v oboru, vědeckého výzkumu, inovací, patentů, průmyslových vzorů, nových technologií, materiálů apod. Počet patentů je jedním z ukazatelů pro posuzování vědecké činnosti, inovační kapacity a technické zdatnosti. ČR vykazuje v tomto ohledu poměrně slabou aktivitu s přibližně 600 patenty za rok, zatímco první „pětka" ve světě vykazuje násobky počtu patentů (Japonsko 190 tis., USA 140 tis., Korea 65 tis., Německo 50 tis. apod.) [Jan Vymětal, 2010, str. 37] Bohužel třetina patentů platných pro území ČR patří německým přihlašovatelům, zatímco českým přihlašovatelům patří jen slabých 8 % (http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/patentova_statistika [Online] 2015. [cit. 2015-03-21]). Kvalifikovaná pracovní síla je tedy pro tento druh podnikání naprostou nezbytností.

2. Dynamický rozvoj

Přírodní a technické obory se rozvíjejí velmi dynamicky, což znamená, že informace o technologii, výrobě, vývoji apod. zastarávají daleko rychleji než v humanitních vědách. Poločas stárnutí informace v metalurgii činí 3,9 roku, ve fyzice 4,6 roku, ve strojírenství 5,2 roku apod. (Jan Vymětal, 2010, str. 63). Tyto skutečnosti se promítají pochopitelně i do vlastního podnikání ve vědě a technice.



3. Inovace

Dalším výrazným rysem podnikání ve vědě a technice je nezbytnost neustálých inovací, které jsou sice důležité ve všech oborech lidského počínání, ale zde jsou přímo otázkou přežití. Inovace je obnova a rozšíření škály výrobků a služeb a s nimi spojených trhů, vytvoření nových metod výroby, dodávek, distribuce apod. Hlavním zdrojem inovací je výzkum a vývoj. Rychlost a kvalita inovací je významným předpokladem púspěšného podnikání. Příkladem potřeby inovací jako podmínky úspěšného podnikání může být pro nás automobilový průmysl.

4. Marketing

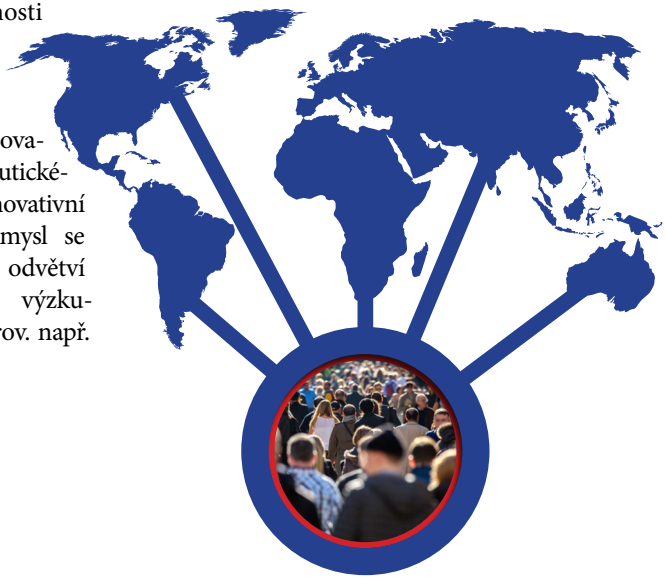
Podnikání ve vědě a technice využívá specifické marketingové nástroje. Velká část obchodů se totiž neodehrává mezi výrobcem a koncovým spotřebitelem (na tzv. B2C trzích, tj. business to customer), ale mezi výrobci navzájem (na tzv. B2B trzích, tj. business to business). V této souvislosti stojí za zmínku i využití specifických nástrojů pro komunikaci se zákazníky s využitím ICT a dalších procesních nástrojů, které jsou obsahem pojmu CRM (česky řízení péče o zákazníka).

5. Financování

Podnikání ve vědě a technice může být ve srovnání s jinými oblastmi (např. řemeslnými činnostmi, obchodní činností apod.) náročný na počáteční i průběžné investice, zejména, jde-li o výrobní podniky či podniky s orientací na vědu, výzkum a inovace. Zvláštní kategorii mohou tvořit firmy, které s výsledky vědy a výzkumu „obchodují", např. lékárny. Zajímavé jsou z tohoto hlediska informace o investicích a jejich návratnosti v této formě podnikání. Náklady na objev jednoho léčivého přípravku se v roce 2012 vyšplhaly přibližně na 30,4 miliardy korun. Objev aktivní látky a uvedení léčiva na trh pak dělí v průměru 12 –13 let. Z každých 10 tisíc látek se navíc k pacientům dostane pouze 1 až 2, ostatní neprokáží dostatečnou účinnost v rámci klinických zkoušek. V loňském roce farmaceutické společnosti investovaly do inovativního výzkumu léčivých přípravků 778,5 miliardy korun. Jak připomíná Asociace inovativního farmaceutického průmyslu, inovativní farmaceutický průmysl se tak stává jedním z odvětví s nejintenzivnějším výzkumem a vývojem (srov. např. http://aifp.cz).

6. Globalizace

Často hovoříme o tom, že současný svět je silně ovlivněn globalizací (tzn., že dochází k propojování v podstatě všech oblastí lidské činnosti v celosvětovém měřítku). Globalizace se týká obchodování, výroby, finanční sféry, energetických soustav, ale třeba i kultury. Zvláštní kategorií je propojení informačních systémů. Pro podnikání ve vědě a technice je důležité, že je nutno jejich výsledky sledovat právě v celosvětovém měřítku. V jiných oblastech podnikání tuto potřebu tak významně nepociťujeme (např. u regionálních produktů, jakými mohou být např. Štramberské uši, jsou naopak jakékoliv změny nežádoucí).



Největší věc na světě je vědět, jak být sám sebou.
(MONTAIGNE)

Bez učení ani světec nedokáže pronášet správné úsudky.
(CAMPANELLA)

7.2 Procesní řetězec podnikání v jeho postindustriální podobě / masový průmysl

Jedině v době na úsvitu lidstva člověk prováděl jednoduché pracovní činnosti za pomoci primitivních nástrojů vytvořených působením přírody samotné (například eroze), ale postupně, jak si lidé víc a víc uvědomovali, funkční možnosti nástrojů, které zhotovovali i pracovní postupy se rozrůstaly jak do počtu, tak do alternativní variability pořadí výkonu činností a hledání nových postupů usnadňujících a zrychlujících samotnou práci. Tak se postupně a vědomě vytvářely nové nástroje a pomůcky práce (za pomoci dnešního slovníku TECHNIKY) a změnou počtu a pořadí operací prováděných při zpracování materiálů se vytvářely postupy jako řetězce činností (dnes označované jako TECHNOLOGIE). Takové zjištění člověka vedlo k přesvědčení, že ne jenom některé, ale v zásadě všechny své činnosti může provádět za pomoci nějakých ověřených postupů a s pomocí nástrojů, které práci zlehčují a urychlují. Tak se vytvářely nové a nové postupy, ŘEMESLA a SLUŽBY, které v dnešní podobě vytvářejí řetězec vzájemně propojených procesů vytvářejících PRŮMYSL. Podstata průmyslu je však stejná jako kdykoli v minulosti, tedy vytvářet nástroje, pomůcky a služby ulehčující život lidí. Bohužel, díky svým negativním vlastnostem člověk nedokázal tento přirozený evoluční postup zužitkovat ve prospěch všech lidí ani ve prospěch svého prostředí, a proto si dnes neumíme poradit jak s jeho společenským, tak i environmentálním rozměrem.

Všeobecné snížení pracnosti a náročnosti práce spojené se zajištěním živobytí a bezpečnosti (budování obydlí a přirozené rozšiřování chráněných komunit o další a další rodiny, vytváření prvních měst a posléze městských států) vytvářelo prostor pro mentální činnosti spojené s hledáním vlastní podstaty (uvědomělé bytí spojené s jiným postavením člověka v ekosystému planety, kterou obýváme s jinými tvory), poznáním hierarchií, významu vazeb vytvářejících systémy (zvířectvo, rostlinstvo, božstva, nebesa, poznatelnost či nepoznanost apod.) vytvářely systém znalostí člověka dnes nazývaný FILOSOFIE. Filosofie vytvářela podmínky pro systemizaci dalších věd. Jako první kategorizovala pozorované i ideové (nepozorované – vytvářené představy o fungování světa, například náboženství) děje. Pro materiální bytí vytvářela předpolí poznání podstaty tohoto materiálního světa, jedinečně kvalifikovala a kvantifikovala pro-

stor na tzv. mikrosvět (elementární částice tvořící pozorovanou hmotu a nepozorovatelná pole), náš bezprostředně pozorovaný svět (svět hmoty, jejíž podstata vzešla z vývoje Země a okolního Univerza) a makrosvět kosmu (pozorovatelný i nepozorovatelný obraz „nebes“). Myšlení a myslitelé však nemohli sebe izolovat a uzavřít do prostoru mimo lidi, proto jejich pozorování muselo vyústit i do vytvoření systemologie společenského bytí člověka v lidské společnosti. Poznání a poznávání podstaty a souvislostí vytvářejí prostor pro zdokonalování všech lidských činností, a tak se filosofie stala první vědou; jí vděčíme za vznik jiných věd, které ovlivnily smysl člověka pro systematičnost a vytvoření nástrojů dalšího materiálního zdokonalování skrze techniku a technologie. Nové nástroje pomáhaly při odhalování nových postupů, jež dnes nazýváme METODY. Tento postup neustálého rozšiřování lidských obzorů a zdokonalování nástrojů pozorování i nástrojů intuitivních a logických, jako je matematika, umožňuje další a jiné pohledy na realitu kolem nás, což naopak obohacuje podstatu poznání, která je páteří filosofie. Proto jsme přesvědčeni, že řetězec vytváření lidských potřeb (podnikání) začíná a končí ve filosofii a pokusíme se základní črty tohoto řetězce popsat a vysvětlit v následujících částech.

7.2.1 Filozofie

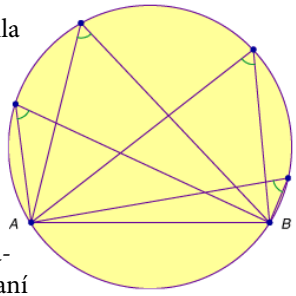
Před asi 25 stoletími si Thalés z řeckého Milétu položil otázku, odkud se vzal svět, který nás obklopuje, jaký je jeho prazáklad, co tvoří jeho podstatu (ne že byl prvním člověkem, který to udělal, ale je prvním o kterém to nezpochybnitelně víme). Jeho odpovědí, kterou rovněž známe, bylo posouzením vnímaného a viditelného, protože považoval vodu za prazáklad bytí na Zemi, což z biologického pohledu člověka je správné a historií evoluce podložené tvrzení. Dnes víme, že ani řecká filosofie nebyla první a pomineme-li nám neznámé filosofické a myšlenkové postupy Aztéků a jiných možná, jim předcházejících civilizací dnešního amerického kontinentu, pak se můžeme obrátit k filosofii indické, která je podle našich dnešních znalostí, byť ne písemně zaznamenaných, nejstarší lidskou filosofií, která zřejmě nebyla ovlivněna jinými civilizačními vlivy a filosofiemi, a filosofii čínské, písemně a v tradici perfektně zaznamenané. To je bezesporu zajímavé i proto, že až do 17. století byla Čína vědecky a technicky pokročilejší než Evropa (zjevně i mnohem pokročilejší než Indie) a evropský dynamizmus začal až velkými zámořskými objevitelskými cestami a přechodem od prvotní akumulace kapitálu k primitivní průmyslové vý-

Smrtelníci na počátku nedostali ve všem návod od bohů, nýbrž sami si stálým učením nacházejí, co je pro ně lepší.
(XENOFANEÉS)

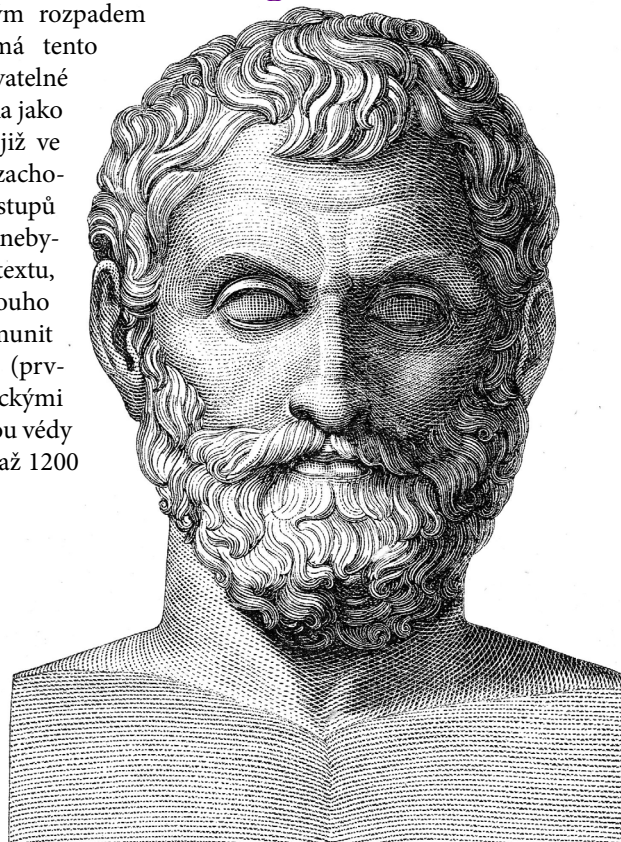
Vznešený muž je vyvážený a prostý, ale malý člověk se staví proti vyváženosti a prostotě. Postoj vznešeného muže k vyváženosti a prostotě vyplývá z toho, že jedná v souladu s požadavky doby. Postoj malého člověka k vyváženosti a prostotě vyplývá z toho, že se ničeho nestrachuje.
(Čung-ni/KONFUCIUS)

robě potřebné k zajištění dopravy s obchodovaným cizokrajním zbožím, a tedy akcelerovaným obchodem, který nemohl v masovém měřítku fungovat bez úvěrů pro zámořské investice. To vlastně potvrzuje hospodářskou prosperitu imperiálních mocností a moc tvořící se buržoazie ještě před převzetím moci politické. Proto mnoho autorů považuje evropský vývoj spíše za anomální než filosoficky a ekonomicky evoluční, ačkoli Fridrich Engels tvrdí, že takový byl evropský vývoj již v době antického otrokářství.

Po tisíciletém období, které se občas nazývá NEOLITICKOU REVOLUCÍ, se nastavují společensko-ekonomické poměry zemědělských oblastí ve formaci, kterou Karl Marx nazývá „asijský výrobní způsob" (asi od konce 5. do poloviny 2. tisíciletí př. Kr.). Tento výrobní způsob spočíval v kooperaci velikého počtu zemědělských obyvatel při budování složitých a nesmírně nákladných (zejména na pracovní sílu nákladných) zavlažovacích a melioračních systémů. Základní výrobnou jednotkou byla občinová vesnice (dodnes nazýváme příslušníka nějaké obce občanem) a koordinátorem společensky nutné práce přesahující rámec a možnosti jednotlivé občiny byl přísně hierarchizovaný a centralizovaný stát. Takové společenské poměry (společenské zřízení) neumožňovaly masové uplatnění práce otroků pro společensky nutnou práci (otrok byl jen znakem přepychu rodin na vrcholu společenského řebříčku). Patriarchální společnost s masami zemědělského obyvatelstva je nemohla zotročit, jelikož fungovala na principu periodického přerozdělování půdy jako hodnotového ekvivalentu práce. Nad zemědělci stál však despotický stát (nerozhodovalo, zda byl ovládán samovládcem nebo skupinami nejvyšších úředníků a kněží). V Evropě byla takovou civilizací ještě Mykénská na rozhraní 2. a 3. tisíciletí př. Kr. a k vybočení z takového zaměření civilizace došlo v antickém Řecku, což vedlo k vytvoření feudalismu a posléze k neuvěřitelnému a s jinými kulturami neporovnatelnému úpadku středověku.



Indická filosofie (podobně jako čínská a evropská) vzniká v období ztráty jistoty člověka související s postupným rozpadem mytologie. V Indii má tento koncept zcela neopakovatelné znaky přeživší dodneška jako svébytná kultura (cca již ve 2. tisíciletí př. Kr.). K zachování myšlenkových postupů a konceptů v Indii nebylo potřeba psaného textu, protože se velice dlouho předávaly uvnitř komunit verbálním způsobem (prvními doloženými indickými literárními prameny jsou védy vzniklé mezi lety 1500 až 1200



Obr. 7.1
Thaletova kružnice spolu se svým objevitelem, Thaletem z Milétu

př. Kr., obsahují modlitby, mytologická vyprávění, hymnické zpěvy a návody k obětem). Přesto se tímto způsobem Indie dopracovala k velice „moderním“ konceptům, jako je buddhismus, daleko dřív než v jiných částech světa a v jiných kulturách. Buddha (podle srílanské tradice vyvanul v Kušinagare roku 543 př. Kr.) a jeho mladší vrstevník Mahavíra (zakladatel džinizmu) putují krajinou od města k městu po dobře udržovaných silnicích a kolem sebe shromažďují tisíce posluchačů. Doba pro takový počin byla plna napětí a těhotná novými idejemi, protože právě v tom čase dochází k významné diferenciaci společnosti nového typu, růstu bohatství rádžů a velkých obchodníků v konfrontaci s nesmírnou bídou většiny příslušníků zejména městských komunit (zoufalství je pravým vyjádřením stavu společnosti). Dochází tedy k rozvratu staré zemědělské společnosti, své postavení upevňují KASTY a vzniká obrovská masa deziluzí týraných bezzemků, žebráků, nádeníků, lupičů ukrývajících se podél obchodních cest. Tyto až explozivně akcelerované změny v ekonomické základně společnosti vyvolávají nejen ztrátu jistot, ale i idejí, a logicky dochází k hledání nové filosofie a náboženství, proto, Buddhův (i Mahavírův) příběh šířil nečekaně rychle, zejména u bezbranných, kastovním systémem drcených vesničanů – bezzemků migrujících do měst. Zejména jim dává protikastovní buddhismus možnost sociálně se rehabilitovat a společensky se zapojit. První mnišské komunity měly vlastně charakter výrobních družstev (mniši a mnišky sídlící na okraji velkých měst pracovali a zhotovovali produkty pro městský trh, čímž získávali zpět ztracenou sociální jistotu a bezpečnost). Buddhovo učení se tak stává populárním a nabývá charakter filosofické-teosofické koncepce. Nejdůležitějšími prvky a východiskem Buddhova učení jsou 4 vznešené pravdy.

4 VZNEŠENÉ PRAVDY

1. **Existuje utrpení**
2. **Utrpení má svůj vznik a původ**
3. **Existuje zánik utrpení**
4. **Existuje cesta vedoucí k zániku utrpení**

Čínská filosofie vznikla v prostředí tisíciletí obydleného, velice autochtonního území (poříčí Žluté řeky) a Číňané rozšiřovali své území zejména asimilací cizích etnických skupin, z čehož je zřejmé, že nemuseli vést ničivé a často zdlouhavé dobyvatelské války. Mnoho rysů čínské společnosti je v ní zakotveno již od starověku a přetrvaly až doposud (Číňané by zřejmě odsuzovali, nebo možná nechápali Perikleovu oslavnou řeč na Atény [podle Tukydidova podání], v níž prezentuje, jak Atéňané žijí dobře a nemusejí se věnovat zemědělství, jelikož mohou vše

koupit odjinud a v tom je prý jejich síla). Číňané by zjevně nechápali touhu po neustálých inovacích (zejména v dosažení vyšší technické úrovně), neboť v Číně evolučním způsobem vznikaly rovněž (bez velkolepých výzev a oslavných řečí); Čína dokonce po tisíciletí celý okolní svět převyšovala (patriarchální charakter rodiny omezoval jakoukoli individuální iniciativu, což vedlo spíše k jisté uniformitě, ukázněnosti, poslušnosti autorit a posílení kolektivní mentality). Přesto čínský rolník nebyl jen pasivním objektem vládnutí. Prastará neolitická mytologická představa, že život lidí je v těsné souvztažnosti s životem přírody, a že přerušování řádu společenského dění lidmi má za následek poruchu přírodního řádu (to se projevovalo ve všeobecně přijatém názoru, že vládne-li vládce špatně – nelidsky – vykořisťovatelsky apod., přivádí to na všechen lid přírodní pohromu, a proto je oprávněn takového vládce odstranit či svrhnout i násilím).

Již dlouho před počátky filosofie se v čínském prostředí rozpadl mytologický systém a krom běžných animistických pověr zůstalo jen několik kategorií obřadů (zejména obřady pohřební a rituály pro zemřelé, ale bez živého náboženského cítění). Filosofie byla samozřejmou záležitostí každého, kdo měl nějaké vzdělání (i výukový slabikář obsahoval jen věty klasických čínských filosofů a první věta byla Menciovou citací, že „člověk je svou přirozeností dobrý…"), a proto filosofie byla v neustálém živém kontaktu s obyčejnými lidmi, a proto odrážela společenské problémy života člověka, vytvářela společenské a politické teorie. To je v evropské filosofii jen výjimečným přístupem, například v Platónově Ústavě byla rozvíjena teorie společnosti propojená s teorií bytí, teorií poznání s etikou a estetikou, což je v Číně naprostou samozřejmostí. Nebyli a nejsou mezi čínskými velkými mysliteli čistí gnoseologové, ontologové a estetici, jsou „jen" společenští myslitelé, kteří prokládají své učení o společnosti různými ontologickými a gnoseologickými teoriemi.

Pro čínskou filosofii je charakteristická hloubková komunikace s lidovou moudrostí a starostmi lidí, což jí dává střízlivý realizmus. Všechny čínské filosofické školy jsou vzájemně daleko víc propojené než filosofické školy řecké či indické. Již dávno před vznikem dokladované filosofie byl v Číně všeobecně přijat koncept, že lid je nejvýznamnějším společenským faktorem a prospěch lidu je nejdůležitější starostí vladaře

Obr. 7.2
Buddha

či Nebes/Tao (transpozice naší představy Boha). Dějiny čínské filosofie jsou zásadně odlišné od historie dějin filosofie indické a evropské. Ani v nejstarší vrstvě čínské kultury nemáme doklady o existenci polyteistického mytologického systému a badatelé se většinou shodují, že v čínském pravěku hrál rozhodující úlohu šamanizmus, tedy ideologie skoro vylučující rozpracování a zavedení klasického mytologického systému známého z jiných části našeho světa. V jednom z raných literárních děl (Jaro a podzim) se můžeme dočíst, že „Cesta Nebes/Tao je vzdálená, zatímco Cesta člověka je blízká …" Proto možná ani nepřekvapuje, že čínská filosofie se od počátků konstituovala jako nereligiózní, nespekulovala o náboženství a prakticky byla ateistická. Čína již dnes má nesmírně významné globální postavení a proto může i čínská filosofie hrát daleko významnější roli v životě celého lidského společenství. V důsledku již dávnověké absence jakýchkoli kněžských kast (víc jak 4000 let) byrokratický aparát státu, jako prostředku komunitní/občanské ochrany, nabývá zaměstnaneckého charakteru blízkého dnešnímu byrokratickému systému lidských společenství 21. století.

Náš soudobý globalizovaný svět se však řídí především východisky vzniklými v antickém Řecku, typicky materializovanou filosofií spolu s židovskou monoteistickou tradicí přerostlou v křesťanskou kulturu všemohoucího a lidem odpouštějícího Boha, skrze lidského božího syna (Ježíš z Nazaretu = Kristus). To znamená, že naše kultura je nesmírně teokratická a obecně vyžadující tuto podřízenost se zachováním a nejvyšší prioritou především v oblasti materiální svobody se světskou podřízeností vládě politiků, materiálně ekonomickou oligarchií podporovanou skupinou volených zástupců (starověká evropská koncepce patricijských zástupců v politickém sboru „volených" zástupců, např. římský senát). Podle starořeckého konceptu lásky k moudrosti (filein = milovat + sophiá = moudrost), což pro Řeky znamenalo kladení si otázek a pokusy o jejich neustálé zodpovídání s vyjasněným místem člověka v soustavě známého světa (přírody, společnosti, kosmu), s využitím abstraktního myšlení. Vznikla především ucelená koncepce o řádu světa a jeho souvislostech (dialektický vztah jeho součástí). Řecká filosofie od začátku vystupuje jako schopnost lidského myšlení, které dokáže zobecnit, třídit dílčí poznatky, uspořádat pojmy, vidět jevy v jejich jedinečnosti a vzájemných vztazích a souvislostech. První mílétští filosofové si kladli otázky a hledali odpovědi ohledně přírody (v dějinách filosofie se o tomto období hovoří jako o kosmologickém [o povaze vesmíru]). Jejich přínosem v čele s Míléťanem Thalétem byla sice nesystemizovaná, ale vědomá matematizace pozorované přírody. Systematicky se jí věnoval Pýthagorás ze Samu spolu se svými žáky. V jejich interpretaci se matematika stává „majetkem" většího počtu lidí. Pýthagorás se svým zájmem o matematiku

proslavil (dodnes jeho jméno nese systém pravidel v pravoúhlém trojúhelníku), především však mohl díky svým odhalením obecnějších geometrických a aritmetických zákonitostí lépe pozorovat a rozumět astronomii. Téměř posvátný přístup k matematice přivedl Miléťany k popisu světa pomoci čísel. Bod byl pro ně jedničkou, přímka dvojkou a obsah čtyřkou podle nejmenšího počtu bodů potřebných k jejich vymezení. Body se spojovaly do přímky, přímky v plochu, plochy v obsahy (měli objem, šířku a délku). Součet čísel 1 + 2 + 3 + 4 = 10, což považovali za posvátné a dokonalé číslo. Pýthagorás si všiml jemu zjevných protikladů ve struktuře světa a lidských vztahů, o nichž mluvil Anaximandros. Pýthagorovská teorie čísel byla spojením tehdy užívaných náboženských a exaktně pozorovaných prvků okolního světa. Z pevných těles byla pro Miléťany nejkrásnější KOULE, proto také tvrdili, že je Země kulatá. Z plochých tvarů pak považovali za dokonalý právě KRUH. Známý je Aristotelův výrok: „všechno je číslo a harmonie". Pýtagorejci hájili tehdejší významnou roli řecké obchodní aristokracie v jižní Itálii, čímž vstoupili i do politiky. Jejich nejvýznamnějším přínosem pro evropskou filosofii a myšlení bylo užití číselné abstrakce, čímž vymanili filosofii z úvah tvořených jen na bázi zkušenosti a pozorování.

Smyslům, nebo rozumu? Klidu, nebo pohybu? Části, nebo celku? Jednomu, dvěma, čtyřem či nespočetnému množství základů? V takových obměnách zněla otázka dalšího vývoje antické filosofie. Permanidés za pomoci spekulativních úvah dospěl k názoru, že existuje jedině bytí – jsoucno. Nebytí – nejsoucno, nemůže existovat, a proto je nutné vzdát se představy ZMĚNY, POHYBU a DĚNÍ. Jsoucno bylo podle něj nedělitelné, neměnné a má podobu koule. Toto absurdní učení ale obsahuje zformulovaný zákon o zachování jsoucna s prvky logiky

Obr. 7.3
Pýthagoras

a dialektiky. Zenón z Eleje přivedl antickou filosofii k ontologii, tj. rozporu mezi rozumovým a smyslovým poznáním, a zamýšlel se nad poznatelností světa, tedy dospěl ke gnoseologii.

Atomismus navázal skoro na všechny předchozí filosofické školy a přinesl vlastní originální řešení. Svět se podle něj skládá z nejmenších nedělitelných a smyslům skrytých částic – ATOMŮ. Atomy vytvářejí poznatelné a hmatatelné věci tím, že se shlukují a spojují, čímž vytvářejí mnohotvárnost jevů. Z tvarů, pohybů a uspořádání atomů se dá usuzovat na barvu, chuť, vůni či teplotu věcí. Základní zásady atomismu formuloval Leukippos a jeho poznání poopravil a dopracoval Démokritos z Abdér (asi 460 – 370 př. Kr.). Tím vypracoval první ucelený evropský filosofický systém směřující k pochopení a vysvětlení bytí a jeho změny, dělitelnosti a nedělitelnosti v přírodní materialistické filosofii vycházející z hmotné jednoty světa. Jeho pokračovatelem byl Epikúros ze Samu a též Říman Lucrecius Carus.

Nejznámějším antickým filosofem (díky Platónovi zveřejňujícímu virtuální rozpravy ze svým učitelem) byl a je SÓKRATÉS navazující na lidskou i filosofickou tradici z Athén vyhnaného Anaxagoráse obviněného z neznabožství (ateismu – theos je řecky bůh). Provinil se vlastně jen tím, že hlásal o Slunci a Měsíci (nejviditelnějších objektech naší oblohy), že jsou z kamene, což odporovalo tehdejším náboženským představám. Zmiňovaný Sókratés (narozen roku 469 př. Kr.) pozorně studoval a poslouchal všechny v té době v Athénách pobývající (trvale či dočasně) antické filosofy a rovněž se věnoval umění, hudbě a rozvíjel tak svou vzdělanost. V roce 406 př. Kr., nedlouho po ukončení peloponéských válek, byl dokonce členem athénské rady a jako jediný se dokázal postavit jejímu rozhodnutí o vykonání trestu smrti nad vojenským velitelem, který proti řecké tradici nedal důstojně pohřbít své zemřelé spolubojovníky, jelikož je v mořských vlnách po boji nebyl schopen všechny vylovit. Sókratés takový postup rady prohlásil za nezákonný a nespravedlivý, čímž prokázal osobní i občanskou statečnost. Pro Sókrata bylo mezi životem a filosofováním rovnítko, uvažoval nahlas a veřejně (jak o věcech všedních, tak o těch nejvznešenějších), neměl náhodná témata, nesnažil se moralizovat a za každou cenu poučovat. Nejčastěji polemizoval a v dialogu užíval i vtipného a ironického humoru. Podle vzpomínek jeho současníků mohl Sókratés ze svého filosofování a moudrosti udělat velký zdroj příjmů, jako to udělali někteří sofisté, ale se svými schopnostmi odmítal obchodovat a na rozdíl od sofistů se snažil o nalezení platné pravdy či pravdivého pojmu a výroku. Jednoho dne se však všichni jeho zjevní a skrytí nepřátelé spojili a obžalovali jej z bezbožnosti, kterou kazí mládež (naslouchali mu zejména mladí lidé, mezi nimi i jistý Platón. V sedmdesáti letech se nejmoudřejší muž Řecka ocitl před nejvyšším athénským soudem a na

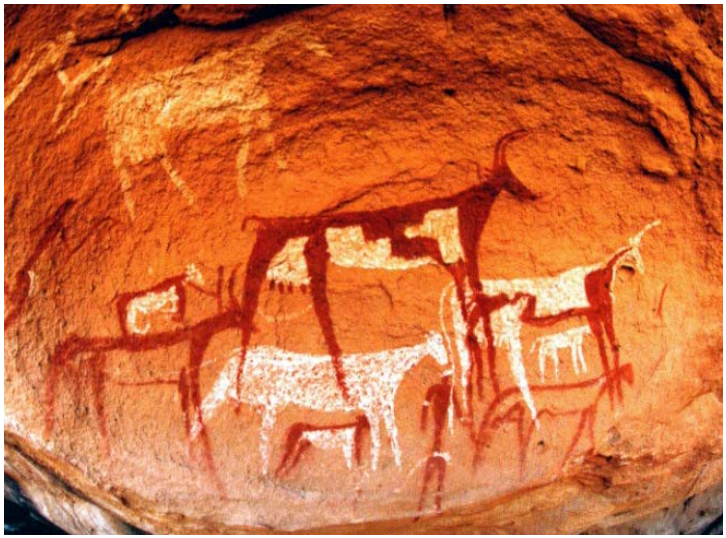
adresu svých soudců prohlásil: „Athéňané, ctím a miluji vás, budu však poslouchat víc boha než vás, a dokud budu dýchat a dokud budu s to, nepřestanu filosofovat a vás napomínat a nabádat k moudrosti a to obvyklým způsobem následovně: ‚Drahý příteli, jsi Athéňan, příslušník obce nejmocnější a nejproslulejší moudrostí a silou, a ty se nestydíš starat se o to, abys měl co nejvíc peněz a slávy a cti, o rozum však, o pravdu a o duši, aby byla co nejlepší, se nestaráš a nepečuješ?‘ A bude-li někdo z vás odporovat a tvrdit, že se o to starám, nepropustím ho hned a neodejdu, nýbrž budu se s ním přít a jestliže shledám, že nemá ctnosti a že to jenom tak říká, vyčtu mu, že si věcí nejvzácnějších nejméně cení. A to budu dělat každému, koho potkám, mladému i starému, cizinci i občanovi, neboť dobře vězte, že mi tak bůh káže a myslím si, že se vám nestalo ještě většího dobra, než je tato má služba bohu.“ Soud jej nakonec odsoudil k smrti, a přestože se Sókratés tomuto trestu mohl díky svým přátelům vyhnout, neučinil tak – odmítl takovou záchranu života a vypil žalářníkem připravenou číši s jedem s odůvodněním, že jak žil, tak chce i zemřít. Další vývoj řecké filosofie je spojen především se dvěma jmény, Athéňanem Platónem (427 – 347 př. Kr.) a Aristotelem ze Stageiry (384 – 322 př. Kr.).

7.4 Obraz francouzského malíře Jacquese-Louise Davida z roku 1787, Smrt Sokratova, kdy je filozof odsouzen k trestu smrti, volí smrt vypitím odvaru z bolehlavu

Zřejmě nejdůležitějším faktorem rozvoje poznání byl artikulovaný jazyk a zejména pak způsob sdělení řeči, tj. formalizování písma. Obecně bychom mohli jako základ rozvoje poznávání uvést KOMUNIKACI. V její vědomé formě v začátcích je to předávání „příběhů" z pokolení na pokolení. Při práci (lovu, sběru plodin, výchově potomstva, nastolování a udržování komunitních pravidel apod.) hominidi a posléze člověk nabývali zkušeností, které odevzdávali různými komunikačními metodami (posunky, zvuky a kresbami). Z kresleného průběhu událostí se zrodilo první písmo, náznakové, či znakové popisující reálné životní situace a události s nimi spojené.

Jak si však předávat zprávy, pokud nestojíte právě vedle sebe? V některých situacích je dobrým komunikačním prostředkem zvuk. Jak zjistíte, že se blíží „vetřelec" nebo predátor, který by vám mohl ublížit, když jste zrovna v hustém křoví? Pokud bude blízko, může jej prozradit dech, ale to umí ztlumit i většina zvířat. Ale zkuste v křoví jít tiše, praská a šustí to kolem vás a můžete se snažit o lehké kroky, jak jen chcete! Náš sluch je tedy v jistých situacích nenahraditelným nositelem zpráv. Představte si, že stojíte na vrcholu nějakého pahorku a váš partner stojí na jiném, relativně vzdáleném pahorku a znáte například nějakou kódovanou „řeč" (například Braillovo písmo pro slepce).

Již v prehistorii lidstva naši předkové vyjadřovali své pocity a sdělení jiným skrze obrázky popisující zažité životní situace. Kolem roku 3200 př. Kr. u Sumerů (jihomezopotámská kultura vzniklá v povodí řek Eufrat a Tigris) vzniklo klínové písmo s obrázkovými symboly a čísly pro hospodářské záznamy. Oblast, kde bylo zapotřebí přesné komunikace, byla právě hospodářská správa starověkých zemí či sociálních společenství /



7.5 Jeskynní malby z období holocénu (10 000 let př. Kr.)

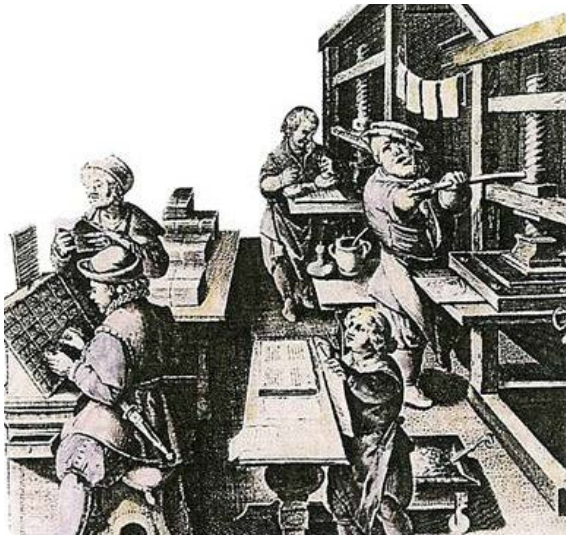
7.6 Klínovým písmem psali staří Sumerové ve starověké Mezopotámii (4 000 let př. Kr.)

kmenů (kolik obilí je v sýpkách, jaké odškodné zaplatí poražený vítězi, kolik hospodářských zvířat je věno nevěsty apod.)

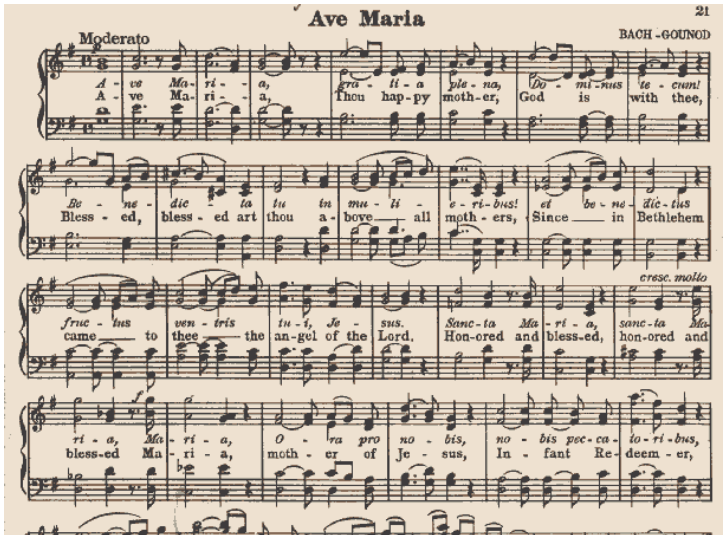
Člověk si vyvinul i způsob zápisu pro specifické činnosti, například notový zápis je takovou podobou sofistikovaného hudebního záznamu. Jeho základy se učí na školách, zejména na těch uměleckých, zaměřených na hru na hudební nástroje. Je přesný pro velice širokou zvukovou škálu všech člověkem vyráběných nástrojů a samozřejmě přesně identifikuje i zpěvákovu interpretaci tónů odpovídajících jisté tónové škále zvuků hudebních nástrojů (pro zajištění symbiózy hudby a zpěvu, jinak by se nám to asi nelíbilo – taková disharmonie je typickým projevem absence hudebního sluchu a falešného zpěvu / vzpomeňte na hodiny hudební nauky).

Lidé tedy vytvořili dostatečně přesné nástroje pro záznam myšlenek, příběhů, pracovních postupů, žádostí i trestů. Postupem času se měnila média, která jsou nosičem psaného textu (počínaje hliněnými tabulkami přes papyrus, pergamen, papír až po dnešní elektronická média). Psaným textem je zaručena přesnost autorových myšlenek, slov a činů (pokud nejsou zkresleny samotným autorem, například Gaius Julius Caesar sám diktoval písařům podrobnosti zejména svých vojevůdcovských zásluh o „rozkvět" starověké Římské říše).

Německý filozof Karl Jaspers nazval období mezi lety 900 př. Kr. a 200 př. Kr. jako „Achsenzeit" = „doba osová" protože byla klíčová pro duchovní rozvoj lidstva a zrodily se z ní stěžejní lidské tradice dneška (konfuciánství, taoismus, hinduismus, buddhismus, filosofický racionalismus Řecka a monoteismus Izraelitů). U všech

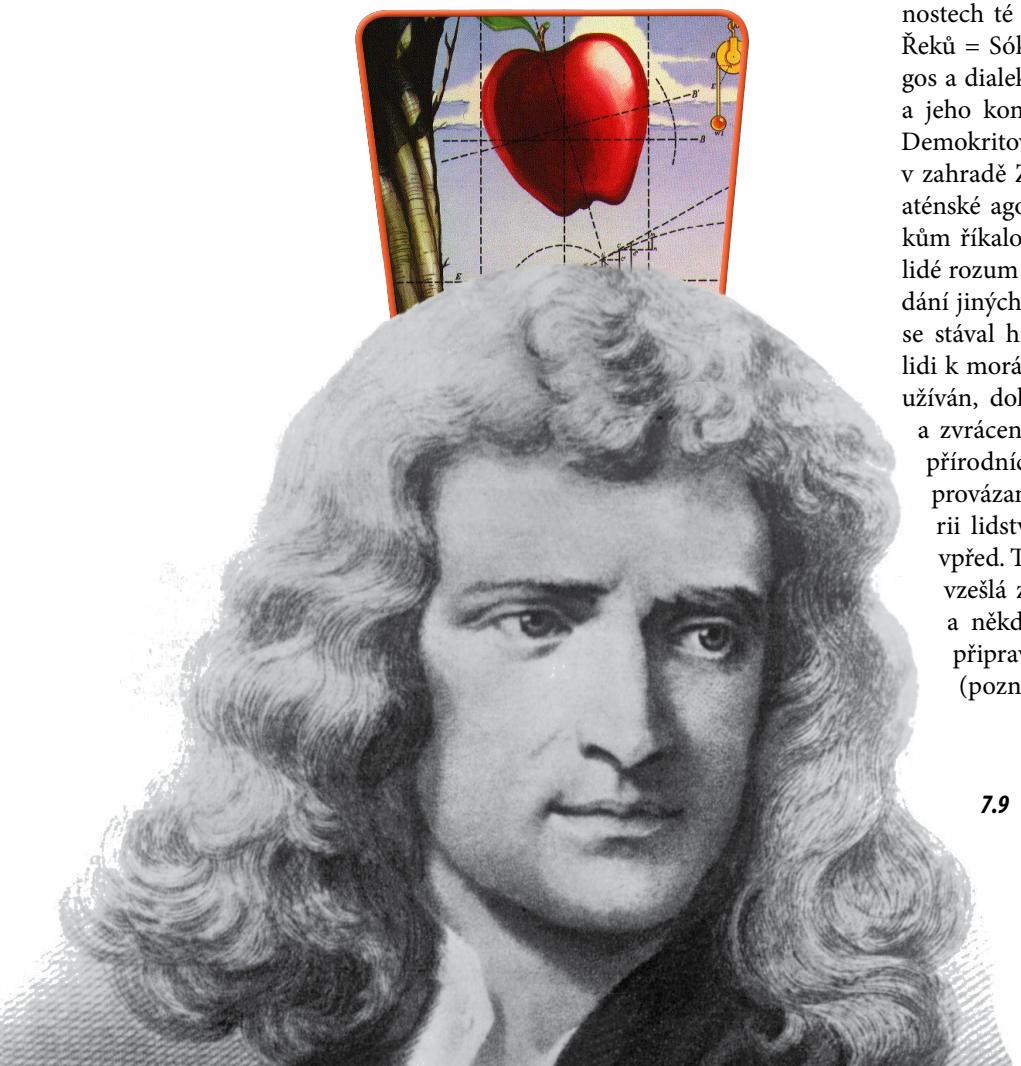


7.7 Knihtisk výrazně přispěl k rozšíření psaného textu mezi širší populaci (15. století)



7.8 Notový zápis skladby Ave Maria od dvojice skladatelů Bach, Gounod

lidských osobností této ve své podstatě humanistické tradice se jedná o jejich zpracovanou životní zkušenost a odmítání agrese. Společným znakem této retroreakce výjimečných osobností byla krutost lidí postupně zneužívajících „technické“ a „technologické“ dokonalosti převyšující sousední společenství ve svém okolí. Z toho rezultovalo lidské utrpení na jedné straně a rovněž lidská nadutost mocných. Proč tyto zapsané myšlenky přežily do dnešních dní? Byly jak dnes, tak v době vzniku u běžných lidí velice populární – tedy tato ETIKA soucítění funguje zejména v krizových dobách (historie ukazuje, že takových období je hodně – někteří tvrdí, že lidská historie je vlastně historií válek a konfliktů). Právě toto povědomí je důležitým pojítkem fyziky (vědy vůbec) s filosofií. Pro Evropu je stěžejní řecká starověká civilizace, kdy většina filosofů často působila ve vzdělávacích společnostech té doby (filosofické školy významných Řeků = Sókratés o pravdě a povaze dobra – lógos a dialektika, Platón – proniknutí do psyché a jeho koncepce vesmíru, Epikuros rozvíjející Demokritovo a Aristotelovo učení o atomech, v zahradě Zenon vyučující ve sloupové chodbě aténské agory/malovaná stoa, proto se jeho žákům říkalo stoici). Krizová doba nastává, když lidé rozum a jeho schopnosti využívají pro ovládání jiných (lidí a přírody) a citujeme: „Rozum se stával hrůzostrašným nástrojem. Mohl vést lidi k morální prázdnotě a když byl obratně používán, dokázal najít pádné důkazy pro kruté a zvrácené činy.“ Hluboké bádání v podstatě přírodních a společenských vztahů a jejich provázanost vedla moudré lidi v celé historii lidstva k poznání posouvajícímu lidstvo vpřed. Technická a technologická dokonalost vzešlá z poznávání často spojeného s prací a někdy i spoustou náhod (náhoda přeje připraveným) často vedla k násilí a válkám (poznání převahy často vůdce vede k zneu-



7.9 Sir Issac Newton

žití síly k podmanění si slabších). Tak tomu bylo při poznání kruhu a kola, jednoduché mechaniky pohybu a mechanizmů tyto principy využívajících, volného pádu a dopředného pohybu a jejich využití v balistice, využití tažných zvířat a zejména koně k dopravě. Sekyra a nůž jsou dobré pro dřevorubce a v kuchyni, ale jako zbraň jsou smrtelné. První, kteří pochopili a zkoumali souvislosti, byli učenci/učitelé, kteří ve starověku rozvíjeli moudrost – filosofové. I dnes vědci a mnozí fyzikové zkoumají vztahy materiálního světa k lidskému vědomí a dnes stejně jak v minulosti nabízejí pokud možno ucelený pohled na Zemi a její přirozenost včetně člověka a jeho sociálních struktur tak, aby poznání bylo ve prospěch člověka a lidstva.

Anglický fyzik, matematik a astronom Isaac Newton je jakýmsi otcem klasické fyziky a původně její stěžejní části – mechaniky. Jeho nejdůležitější dílo Philosophiae naturalis principia mathematica (Matematické základy přírodní filozofie) vyšlo v roce 1687. V tomto díle Newton provedl matematickou syntézu dědictví Koperníka, Keplera, Bacona, Galilea a Descartesa. Sám o tom později v jednom dopise napsal: "Pokud jsem viděl dál, je to jen tím, že stojím na ramenou obrů." Fyzika má ve své podstatě evoluční charakter a každý vědec i filosof navazují na poznání jiných předchůdců, tak jako Newton na zmiňované pány (Koperník taktéž „stavěl“ svoje poznání na předchůdcích z antiky a arabského středověkého světa), žádná evoluce ale není jen plynulý pomalý rozvoj, skoky jsou součástí evoluce, tak jako kvanta součástí celé fyziky. Myslíme si, že každý skutečný vědec rozšiřuje svoje poznání a vstupuje i do jiných oborů a postupně si vytváří svůj „světonázor“ a to už je filosofie. Tedy spjatost vědy s filosofií vůbec je samozřejmostí a jen bláhový člověk si myslí, že může filosofii zařadit jen mezi společenské vědy.

Filosofie je, byla a zřejmě i bude nesmírně užitečnou vědou, jelikož jako jedna z prvních pochopila spjatost a závislost dějů navenek izolovaných a formou povrchního zkoumání se jevících jako oddělené entity. Často však stačí „jiný“ úhel pohledu na to, abychom objevili předtím neviděné či nevnímané souvislosti. Právě systémová komplexnost dnešního přetechnizovaného světa a výpočetní robustnost informačních systémů nám umožňuje zrychlovat procesy změn, které ještě víc „zahušťují“ reálný prostor komplexity a objevování nepoznaných přírodních procesů. Ovládnutí částicové fyziky, která má své kořeny ve filosofii, spolu s vizualizací kvantových jevů umožňuje aplikace nových technologických postupů a výrobu materiálů s doposud nepoznanými vlastnostmi (např. nanotechnologie). Původně laboratorní experimentální zařízení se dostávají do průmyslové praxe a provozy, např. v oboru průmyslu elektroniky, vypadají spíše jako obrovské sterilní operační sály.

7.2.2 Věda

Život v nerozumu je životem nejpříjemnějším.
(SOFOKLES)

Nejmenší částice jsou k sobě přitahovány největší silou.
(ISAAC NEWTON)

Jsme svědky další revoluce v dějinách vědy, dosažené novými nástroji s využitím fyziky elementárních částic a z důvodu pochopení vizualizovaných simulací za pomoci robustních počítačových systémů s obrovskou výpočetní výkonností. Důvod je vlastně prostý, člověk absolutní většinu svého okolí vnímá skrze obrazy (vizuální vjem registrovaný zrakem a jen dokompletovaný sluchem a hmatem). Už na počátku bytí, po narození, se nám svět zjevuje skrze obrazy, naše smysly ještě nejsou připraveny na písmena, čísla, rovnice a noty.

„Fyzika je vesmír – vesmír je země – země je člověk – člověk je příroda – příroda je fyzika", dovolili jsme si zkonstruovat tento podle nás typický cyklus systému, ve kterém žijeme a jsme a který je regulován zpětnými vazbami. Takový stav však není úplným popisem historie všech prvků tohoto systému. K uplatnění takové systémové logiky je zapotřebí, aby dotčený systém byl, tj. existoval, nebo se alespoň vytvářel. Součástí takového procesu byla i tvorba systémových vlastností, které se řídí jistými pravidly (z pohledu fyziky jejími zákony). Ale již od „úsvitu lidských dějin" člověk přemýšlí v typické biologické šabloně (zrození – existence – smrt). Existenci logicky vnímá jako přítomnost a procesy mezi zrozením a smrtí jako historii. Zvláště u filosofů a charismatických osobností typu Gautamy

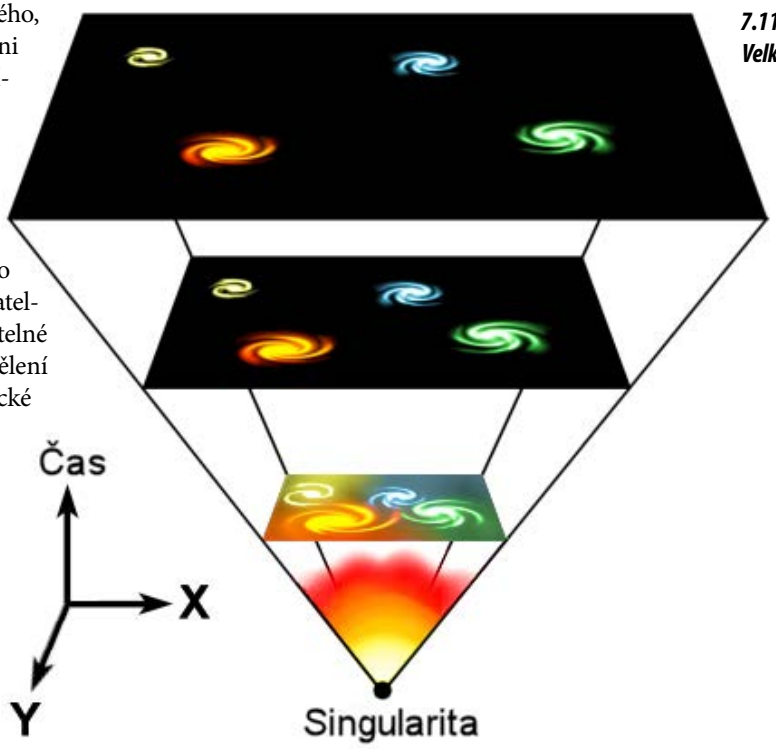
7.10 Proces reinkarnace lidské duše

Buddhy *540 † 485 př. Kr.(Buddha – probuzen při dosažení nirvány) a Ježíše z Nazaretu *0 † 33 po Kr. je nesporně důležitým tématem meditací a rozprav počátek a předpočátek (prenatální fáze), smrt a posmrtnost a samozřejmě i poznatelnost toho, co je když my už nebo ještě nejsme. Zkusme si o tom něco říct, protože i toto téma je v našem podvědomí, i když většina z nás o tom nehovoří a někteří možná ani nevědí.

Singularita

Podle současné „konstrukce" historie byl vesmír zrozen z velkého třesku (to není výbuch – to je přirovnání s rychlostí expanze odpovídající našim představám extrémních rychlostí). Pokud položíme odborníkům otázku „a co bylo předtím?", dostaneme zpravidla odpověď, že to pravděpodobně byla SINGULARITA (což je něco pro klasickou fyziku nepopsatelného, neboť neexistuje porovnání ani přiřazení ve smyslu našeho vnímání, tj. přiřazení informace vnímanému jevu, má však existenční, emoční – pocitový charakter). Matematické výrazy, které popisují chování fyzikální veličiny, ztrácejí v tomto případě smysl. Rovnice aplikovatelné na něco objemově přirovnatelné v geometrii k bodu vás nutí k dělení nulou, tedy v duchu naší historické zkušenosti ve vztahu k singularitě ztrácí současná věda kompetenci – neví si rady, protože se v ní mění geometrie i dynamika celého vesmíru. Platnost všech známých přírodních zákonů zde končí. Vytváření abstraktních matematických modelů má přiblížit popisované jevy lidské představivosti.

Matematické rovnice obecné teorie relativity, které se tolik osvědčily při popisu vzdáleného vesmíru, předpokládají zakřivení časoprostoru a jeho závislost na hustotě hmoty. Jestliže kosmologická teorie postupuje proti „toku" času, teorie relativity dospěje k okamžiku, kdy by veškerá kosmická energie i masa (všechny možné částice v rozličné formě) měly být soustředěny do jediného bodu, lépe řečeno do minimálního časoprostoru.



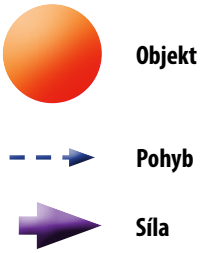
7.11 Teorie Velkého třesku

Principy, zákony, teorie

Již dlouho je v přírodovědných oborech přijímána teze, že příroda je úsporná ve svých procesech, byť to z pohledu milionů let evoluce tak nevypadá. To je však ona „člověčí“ relativita času, když změníme metriku člověka na Zemi na vesmírnou metriku, pak již tento časový údaj je skoro nevýznamný. Tato teze pro fyziku se dá nazvat PRINCIP NEJMENŠÍHO ÚSILÍ.

Filosofové (např. Voltaire) a zejména matematici (např. Euler či Leibnitz) se v 18. století přeli, kdo vlastně na to přišel dřív. Pokud se nad tím zamyslíte, tak tento princip lidé využívají již odpradávna, jen neměli pro něj jméno (nejkratší vzdálenost je po přímce, míč padá rovnou k zemi apod.). Tady hráli matematici významnou roli, protože až když si tento jednoduchý princip popíšete vztahem – závislostí, objeví se vám bezpočet aplikací. Jsou to formulace vztahů popisujících pohyby v závislosti na silách tyto pohyby aktivujících (akce – reakce), což vedlo k formulaci onoho „úsilí“, konkrétně a přesně k popisu a vysvětlení pojmu POTENCIÁLNÍ (polohová) a KINETICKÁ (pohybová) energie a od energie je již velmi blízko k práci a práce je součást procesů. Člověkem, který zákony pohybu excelentně zformuloval, byl Isaac Newton a jeho doslova světoborným přínosem jsou tři zákony: 1. setrvačnosti (což je míra odporu ke změnám), 2. síly (což souvisí s hmotností pohybujících se těles), 3. akce a reakce (každý, co v životě „obdržel“ alespoň jediný pohlavek, to dobře pozná).

Dalším principem posouvajícím poznání lidstva je obecná TEORIE PŘITAŽLIVOSTI a zase i tento princip všichni známe, aniž bychom se nad ním zamýšleli (cokoli hodíte před, za, vedle i nad sebe, zase spadne). Tato teorie, jež je dílem již vzpomínaného Newtona, říká, že vzájemná přitažlivost existuje mezi vším co má hmotnost. Její velikost je závislá na hmotnosti a vzájemné vzdálenosti (na Zemi je na všech místech skoro stejná a nazývá se gravitační konstanta (síla) a musí s ní počítat všichni konstruktéři a projektanti). Přitažlivost mezi předměty se snižuje s druhou mocninou jejich vzdálenosti. TEORIE VLN je dalším příspěvkem fyziky k dnešní „pohodlné“ realitě. Každý, kdo se kdy v životě koupal u moře či velkého jezera, to určitě zná, vlny z vody mu občas komplikují život, zejména

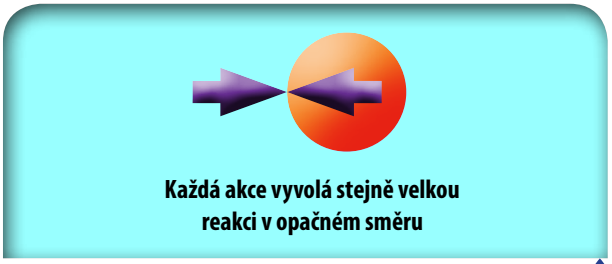


pokud jsou větší (jak amplituda/výška, tak frekvence – počet vln). Zajisté však víme, že mimo mořské a jezerní „vodní“ vlny jsou i další, šířící se v jiných prostředích/médiích. Vlny se odrážejí, lámou při průchodu na rozhraní prostředí, procházejí i malými otvory a přitom se ohýbají (dochází k difrakci). Vlny se mohou vzájemně rušit, prolínat (interferovat) nebo kombinovat. Mezi průkopníky v této oblasti patřil v 19. století Thomas Young.

V době relativně málo vzdálené, tj. až ve 20. Století, se formuluje další, pro fyziku průkopnická TEORIE TERMODYNAMIKY. Tato teorie je popsána třemi zákony. První říká, že ať se děje cokoliv, celková energie vesmíru zůstává stejná, tedy energii nelze tvořit ani ničit, pouze měnit její formu na jinou. Druhý zákon říká, že míra tepelné energie nedostupné pro vykonávání práce v rámci uzavřeného termodynamického systému vždy roste (roste entropie). Třetí zákon termodynamiky říká, že při poklesu teploty k absolutní nule (-273,15°C) se všechny přírodní pochody zastaví a entropie dosáhne minimální hodnoty, což vlastně znamená nemožnosti dosažení této absolutní teplotní míry. Velkou iniciační zásluhu na termodynamice má lord Kelvin, britský občan 19. století. Další průlomovou teoretickou koncepcí fyziky je TEORIE ELEKTROMAGNETIZMU. Zase jde i o pohyb, elektrické napětí a magnetické pole – konkrétněji, pokud pohybujeme elektrickým vodičem v dosahu magnetického pole, ve vodiči dochází k toku elektrického proudu, čímž z praktického hlediska dochází k výrobě elektrické energie. Platí to i obráceně, tedy v důsledku toku elektrického proudu ve vodiči a při jeho pohybu se vytváří magnetické pole. Aplikace této teorie nám „vytváří“ život jaký žijeme, protože počínaje domovním zvonkem, výrobními stroji v práci, elektrárnami vyrábějícími elektrickou energii až po mohutné urychlovače částic, které nám umožňují pochopení vesmíru – „pohybujeme se“ v akčním rádiu elektromagnetizmu. Hlavní osobností s maximální zásluhou na formulaci teorie má skotský fyzik a matematik James Clerk Maxwell, který poprvé napsal rovnice popisující vztahy mezi elektrickým a magnetickým polem. Zajímavostí je, že v těchto vztazích se již objevuje rychlost světla a tím se objasnilo, že záření je pohyblivé pole a to už byla „parketa“ Maxe Plancka a Alberta Einsteina v relativitě a kvantové teorii.

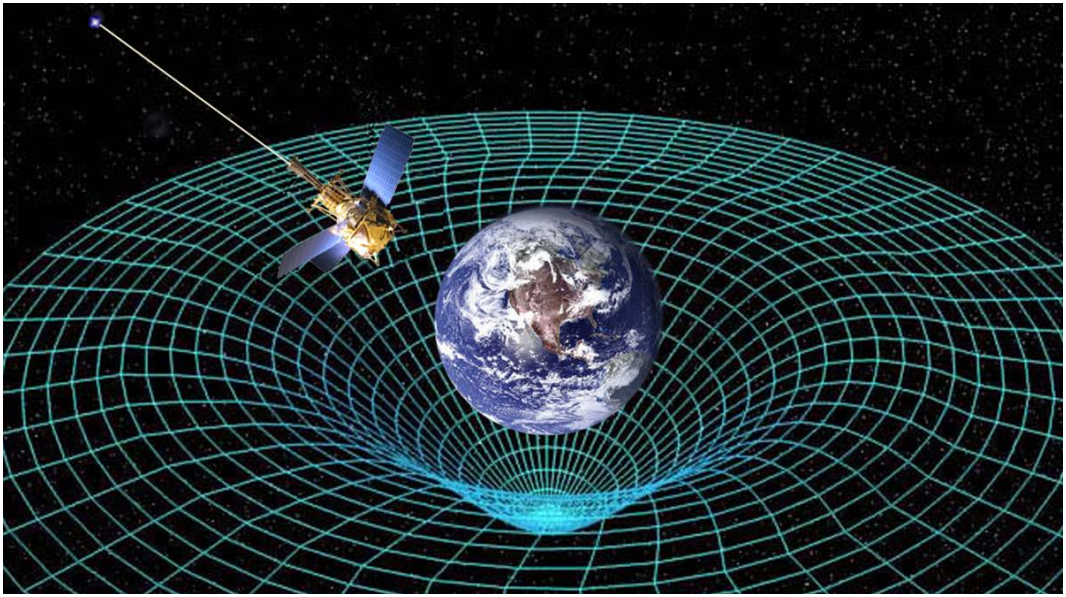
Zákon setrvačnosti

Zákon akce a reakce



A zřejmě právě TEORIE RELATIVITY je nejpřesnější teorií současné fyziky a popisuje vztah – interakci hmoty, energie, prostoru a času. Pokud chceme být důslední, tak už víme, že vlastně hovoříme o dvou teoriích, tj. obecné a speciální teorii relativity ($E=m.c^2$ o transformaci hmoty na energii a naopak), což je základ jaderné energetiky, ale bohužel i jaderných zbraní. Obecná teorie relativity odsoudila Newtonovu teorii gravitace na náš blízký prostor. Poprvé byl zaveden čtyřrozměrný souřadnicový systém pro popis a orientaci a k třem prostorovým souřadnicím přibyl ještě čas, jako čtvrtý rozměr „makroskopické" reality nazývaný ČASOPROSTOR. Prvním důkazem platnosti této teorie bylo pozorování zatmění slunce v roce 1919.

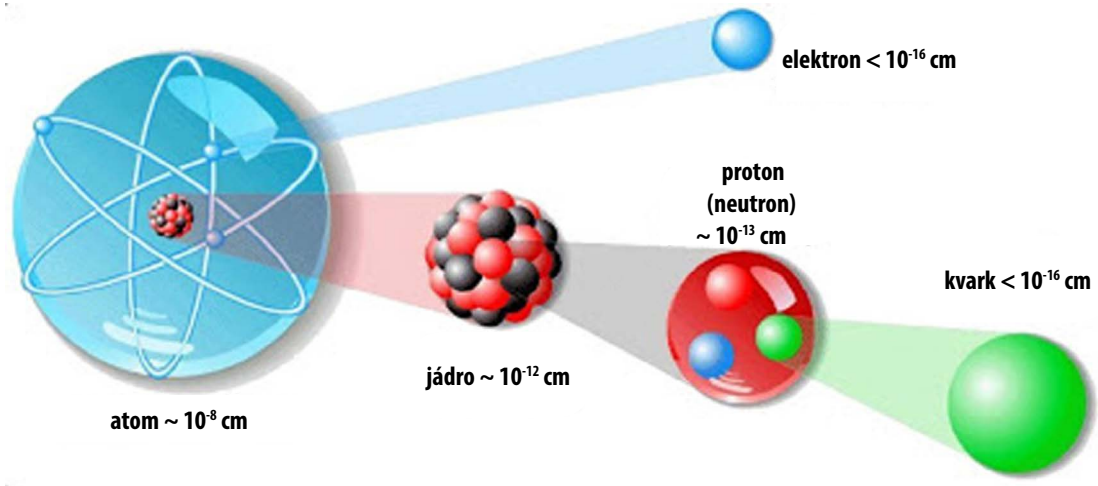
Opakem makrosvěta prostoru vesmíru je mikrosvět, který nás obklopuje. To, co mají společné, jsou částice, které tvoří vesmír a byly vytvořeny v průběhu jeho historie od velkého třesku. To, co všichni známe asi nejlépe, je TEORIE ATOMU, kterou poprvé formuloval v 5. století před naším letopočtem řecký filosof Demokritos (vše kolem nás je tvořeno malými nedělitelnými částicemi, které nazval ATOMY). Moderní teorie atomu vznikla na začátku 19. Století jako důsledek výzkumu anglického chemika Johna Daltona, který potvrdil matematicky Albert Einstein v roce 1905 a napsal článek o Brownově pohybu. Experimentálně byla teorie potvrzena Ernestem Rutherfordem bombardováním tenké fólie zlata alfa částicemi. Rutherford zjistil, že atomy se skládají z jádra s kladným elektrickým nábojem, které je obklopeno „skoro" prázdným prostorem vykazujícím negativní elektrický náboj (soubor elektronů). Ale teorie fyziky neskončila u Demokrita, protože Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Paul Dirac a Walter Haisenberg zformulovali teorii, která se dnes nazývá KVANTOVÁ MECHANIKA a její hlavní myšlenkou je, že v mikrosvětě jsou síly nahrazeny kvanty energie.



7.12 Zakřivení časoprostoru kolem naší planety podle Einsteinovy teorie relativity

To umožnilo adresný laboratorní výzkum mikrosvěta a objevení elementárních částic, z kterých se skládá vše ve vesmíru (neutrina, kvarky, fotony apod.). Hlavním a stěžejním přínosem posledně jmenovaného Waltera Haisenberga je teorie nazývaná jako PRINCIP NEURČITOSTI publikovaná v roce 1927, podle níž nemůžeme s určitostí říct, kde se například elektron nachází v atomovém obalu, i když známe rychlost jeho pohybu. Jeden z nejznámějších fyziků posledního půlstoletí, Richard Feynman (kvantová termodynamika – QED) byl u další průlomové teorie vážící se na kvantovou mechaniku, tj. u KVANTOVÉ TEORIE POLE popisující vzájemné interakce fotonů a elektronů (tj. světlo). Cílem dnešních vědců je zjistit, zda kvantová chromodynamika (teorie kvantových polí), což je vlastně teorie pole silné jaderné interakce (síly), může být sjednocená do teorie popisující elektromagnetickou a slabou jadernou sílu, což by mohlo vést k unifikaci všech interakcí (grand unified theory – GUT). Obrovským problémem je však začlenění Einsteinovy teorie gravitace do takové unitární teorie.

Právě pochopení relativity a kvantové mechaniky nám dnes umožnilo vymanit se z tisícileté historické vazby na přírodní materiály, kovy s elementární strukturou kopírující minerály vzniklé z termodynamické výhně evoluce a nutnosti „vybíjet“ bratry a sestry živočišné říše evolučně završené člověkem (tisíciletí jsme lovili jiné savce, abychom se ošatili nebo zahnali hlad apod.). Je nutno s těmito nově nabytými znalostmi a schopnostmi pracovat velice opatrně, jelikož za touto hranicí už se nemůžeme spoléhat na ochraňující nevědomost omezující naše praktické možnosti (např. genové manipulace, anihilace hmoty při kontaktu s antihmotou apod.)



7.13 Struktura atomu

Neučíme se pro školu, ale pro život. (SENECA)
Starajíce se o štěstí jiných, nacházíme své vlastní. (PLATÓN)

7.2.3 Technika

Nejstarší období, ve kterých můžeme hovořit o využití prvních „vědeckých" poznatků, dělíme na kamennou dobu, bronzovou a železnou dobu. V dnešním Turecku se našly důkazy o používání mědi z roku 6200 před n. l., ale například v Austrálii měli domorodci ještě donedávna dobu kamennou. První lidské nástroje se vyráběly z kamene. Druhou nejvýznamnější surovinou byly zvířecí kůže, až do starověku a vynálezu krosen a tkaného plátna. První lodě byly čluny vydlabané z kmenů stromů (nejdůležitější doprava do vybudování prvních udržovaných cest ve starověku). Prvním taveným kovem byla měď, později ve slitině s cínem = bronz. Prvními klíčovými lidskými civilizacemi byly čínská a egyptská.

Prvními pohony použitými lidmi byly „biologické spalovače energie" – podobně jako v celé živé přírodě – tedy SVALY, v našem případě lidské svaly. Tento vysoce operativní a spolehlivý pohon na mnoha místech Země přetrvává dodnes. Pokrokovější je přenos síly svalů a vznik dopředného pohybu za pomoci lyží (jako důkaz může posloužit obrázek Mezolitického lyžaře zhotovený 6000 let před naším letopočtem a nalezený v Norsku). Ve 4. tisíciletí před n. l. je známé první využití síly zvířat. Je to významný přelom v dějinách techniky. Zkrocená zvířata mají podstatně větší sílu než člověk. První postroje pro ovládání a nošení byly z upletených lan, která byla upevněna na rohy zvířat, pro zvířata byl tento způsob nesmírně namáhavý. Ve 4. tisíciletí před n. l. se začíná používat snad největší objev lidstva – KOLO. První vozy s koly se začaly nejdříve používat u Sumerů (někdy se uvádí i Indie) – přesné datování je velmi nejisté. V Evropě je kolo známé asi od 3. tisíciletí před n. l. Kolo se zřejmě vyvinulo po náhodném „odstřižení" kmene stromu, který byl podložen pod těžké přepravované břemeno.

Někteří matematici a inženýři v začátcích strojové výroby tvrdili, že nástroj je vlastně jednoduchý stroj a stroj složený nástroj a nazývají jednoduché mechanické prostředky, jako je páka, nakloněná rovina, šroub, klín atd., stroji. Každý stroj se skutečně skládá z těchto jednoduchých prostředků, ať už jsou jakkoli přeměněny a sdruženy. Každé vyvinuté soustrojí se skládá ze tří odlišných částí: z pohonu, převodového mechanismu a konečně z pracovního stroje s nástroji. Hnací část působí jako hnací síla celého mechanismu. Převodový mechanismus složený z hřídelů, ozubených kol, tyčí a převodů nejrozmanitějšího druhu reguluje pohyb, a je-li to třeba, mění jeho formu např. z přímočarého v kruhový, rozděluje a přenáší jej na pracovní stroje. Tento mechanismus má za úlohu přenos pohybu na pracovní stroj, který vyráběný předmět účelně mění. Z těchto strojů vycházela průmyslová revoluce 18. století.

7.14 Nejstarší vyoobrazení lyžaře

Každý stroj z metodologického pohledu je vlastně složeninou jednodušších prvků, tedy je to SYSTÉM. Dělení systémů je stejně ošidné jako dělení jednotlivých jeho prvků (součástí), protože je to otázkou úhlu pohledu toho, co dělení provádí.

Každý fungující stroj limitují dvě veličiny:

1. Mechanizmus určující funkci stroje – podle toho, k čemu stroj slouží, jakou či jaké činnosti člověka má suplovat (obrábění, lisování, transport apod.)

2. Energetický zdroj pohonu stroje – podle toho, co je energetickým silovým nosičem, dnes nejčastěji energie elektrická (v historii energie samotného člověka, energie zvířat, energie tekoucí vody, větru, k čemuž sloužily jiné mechanizmy na proměnu energií na lépe využitelnou s vyšší účinností).

Rozhodujícím pro funkčnost každého systému – stroje jsou interakce jeho součástí, a proto významnou úlohu při zajištění funkčnosti systému mají rozhraní (interfece, synapse) působící mezi jednotlivými součástmi (součástkami).

Správná funkce strojů určuje i celkovou životnost (dlouhověkost). Tento parametr je limitován tzv. spolehlivostí. Spolehlivost je míra pravděpodobnosti, že po jistou dobu či v jistém rozpětí na systém působících nezávislých proměnných SE JEJICH SYSTÉMOVÉ FUNKCE NEBUDOU ODCHYLOVAT OD POŽADOVANÝCH HODNOT VÍC NEŽ O DOVOLENÉ ODCHYLKY.

Pojem BEZPEČNOST je spojovaný zejména s funkcemi systémů a můžeme jej chápat jako míru odolnosti funkcí systému vůči rušivým zásahům (to znamená ne jen přírodní vlivy jako počasí, teplota, vlhkost apod., ale i působení člověka, většinou zásahy obsluhy stroje nebo neodborné zásahy neznalé osoby). Bezpečnost funkcí systémů (strojů) chápeme tedy jako míru pravděpodobnosti, že činností stroje (systému) ani selháním jeho funkcí nedojde ke škodám a ohrožení člověka, skupiny lidí ani životního prostředí. Dnes má problematika bezpečnosti i jisté sociální, společenské a právní aspekty. Pocit bezpečí je totiž jednou z nejdůležitějších potřeb člověka. Proto princip bezpečnosti je důležitý i pro jiné než technické systémy, tedy není překvapující, když se o něm hovoří v souvislosti s ekonomickými, finančními, obchodními a sociálními systémy.

U strojů nechceme připustit ztrátu výkonnosti a změnu některých funkcí, proto musíme předvídat místo a stupeň degradace jeho součástí, abychom je mohli vyměnit ještě pře tím, než změní své vlastnosti, tedy abychom stroj preventivně opravili. To je současný trend, který umožní připravit se na to a například v čase dovolených udělat tuto ÚDRŽBU, což je vlastně obnova správných funkcí stroje (systému).

Rostoucí tlak na zvyšování produktivity a kvality výroby je jedním z klíčových důvodů rostoucího zájmu o aplikaci automatických výrobních zařízení či celých výrobních systémů. Automatizace přetváří strukturu celé výrobní organizace, mění výrobní technologii a působí i na vývoj výrobního procesu. Mnozí možná již pojmenovali druhou půlku minulého, 20. století jako informační revoluci, kterou vyvolalo hromadné používání počítačů s grafickými operačními systémy (zejména Microsoft a Apple). Dnes jsme již dál, kompilace programového vybavení s prvky umělé inteligence se dostávají do všech oborů lidské činnosti a „učící se" stroje v průmyslových podnicích nejsou již žádnou novinkou. Tedy pokud se nic nestane a dokážeme to odhadnout, pak 21. století by mohlo dostat přívlastek „století umělé inteligence". Kapacita toho, čemu se říká hardware (tedy v podstatě elektronický stroj či možná lépe přístroj), totiž umožňuje zpracování obrovského množství dat (skrze obrovskou kapacitu pamětí) za pomoci velice komplexních a vnitřně se rozvíjejících (na principu neuronových sítí) softwarových nástrojů ve velice krátkém čase (což umožňuje vysoká pracovní frekvence a komplexnost vícejádrových procesorů) a jejich paralelní pracovní režimy.

Takové revoluční zapojení „inteligentních" strojů však vyvolává i revoluci sociální, neboť je nutno tomuto příštímu obrazu uzpůsobit i stav a charakter společnosti. To vyvolává a zřejmě bude vyvolávat pnutí ve společnosti, neboť již dnes, po finanční krizi z konce první dekády 21. století, je důsledkem této revoluce zvyšující se nezaměstnanost. Zaměstnavatelé ve snaze zachování svých zisků sahají často k nahrazování lidské práce prací právě těchto tzv. inteligentních strojů.

Základními projevy kybernetizace nejsou počítače samotné ani programy (software), které se dělají na objednávku, ale systémy komplexního charakteru, například automatizované a robotizované výrobní provozy a linky, medicínské operační komplexy či logistické řetězce.

PODLE STUPNĚ ORGANIZACE SYSTÉMU ROZEZNÁVÁME:

Systémy s paralelní strukturou,

Systémy se stromovou strukturou.

DĚLENÍ STROJŮ PODLE UŽITÍ MŮŽE VYPADAT NÁSLEDOVNĚ:

Zpracovatelské,
Kontrolní,
Regulační,
Rozhodovací (třídící),
Sdělovací,
Informační,
Dopravní,
Diagnostické,
Výrobní.

DNES JE AKTUÁLNÍ A FREKVENTOVANÉ POUŽITÍ IKT (INFORMAČNÍCH A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ) A PROTO SI UVEĎME I TOTO DĚLENÍ:

Systémy pro sběr dat,
Databázové systémy,
Tabulkové systémy,
Třídicí systémy,
Komunikační systémy,
Modulační systémy,
Přenosové systémy,
Expertní systémy,
Predikční systémy,
Optimalizační systémy,
Systémy na podporu rozhodování,
Autonomní systémy.
Systémy s paralelní strukturou,
Systémy se stromovou strukturou.

Život rychle ustrne v tupé nečinnosti, vzdáme-li se při první překážce. (SENECA)

Nejmenší částice jsou k sobě přitahovány největší silou. (ISAAC NEWTON)

7.2.4 Věda

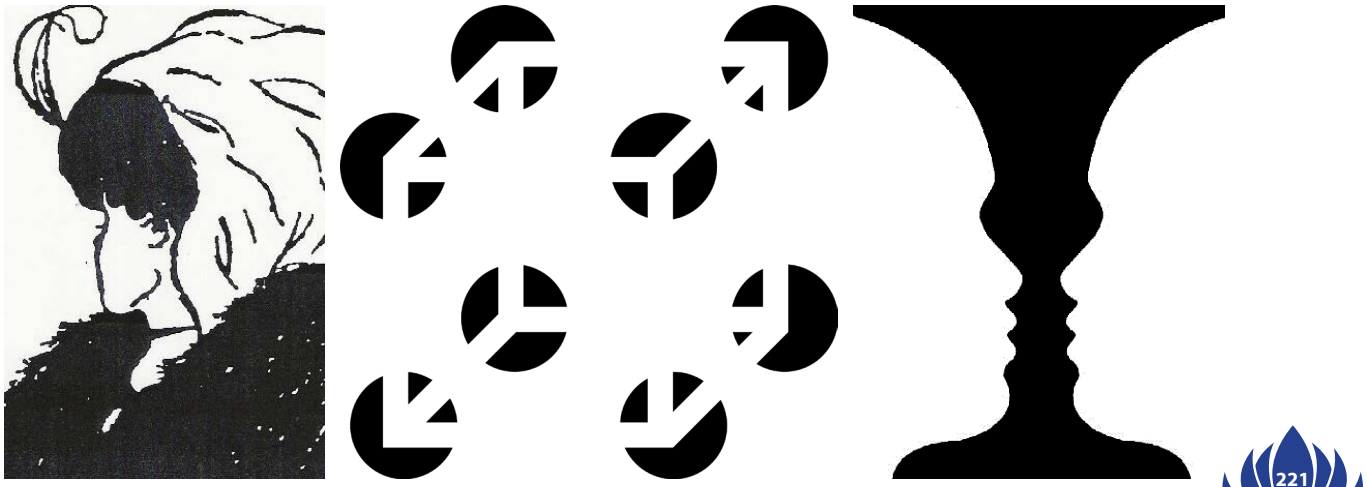
Samota končí partnerstvím a obyčejně párem, tedy v lidském společenství mužem a ženou. Ve vědě se často již z úcty, zejména ke starověké kulturní tradici, používají řecké či latinské názvy a symboly. Popíšeme-li takové partnerské přiřazení tímto způsobem, dopracujeme se ke slůvku DUALITA. Jedinečnost je často i v životě doprovázena samotou, když je někdo sám, často to ani on nepozná a vnější svět už vůbec ne. Osamělost / jedinečnost = singularita, což je fyzikální nepoznatelnost, ale většina z nás je zvědavá (patří to k lidskému rodu). Jak naplňovat tuto přirozenou touhu po poznání? Párovým přiřazením, které je jednou z forem duality (pár je právě tak základní kategorií jako jedinec či skupina a nemůže být ani s jedním z nich směšován). Dualita tvoří protipól singularity a je velice důležitá tím, že v jejím rámci dochází k informačnímu toku. Analogicky s tímto se vzájemné přiřazení více než dvou objektů či prvků označuje jako „pluralita". Na rozdíl od duality vznikají v pluralitě složité vnitřní vazby, které s přibývajícím počtem členů rychle rostou. Vnitřní vazby se stávají samostatnou entitou, která je jen volně závislá na jednotlivostech a vše se tím výrazně komplikuje. Kategorie singularity, duality a plurality se projevují v komunikačních jazycích, například v osobních zájmenech (já, ty, on; my, vy, oni), přídavných jmen (dobrý, lepší, nejlepší) a příslovcí (dobře, lépe, nejlépe). Tento řád se tak odráží v řádu světa lidí a promítá se i do jazyka. V brazilské Amazonii na březích amazonského přítoku řeky Maici žije domorodý kmen Piraha, o nichž píše americký antropologický lingvista Daniel Leonard Everett ve své práci z roku 1986, „Handbook of Amazonian Lanquages" (Příručka amazonských jazyků), že jazyk piraha zná jen tři číslovky: „jedna", „pár" a „mnoho". Navzdory tomu, že používáme příkladu primitivního kmene, dostali jsme se na přírodní a přirozenou evoluční platformu.

V devadesátých letech 18. století se svou filosofií přírody německý filosof Friedrich Schelling vnesl do pojetí přírody myšlenku vývoje. Koncepci světa jako výsledného produktu dvou přiřazovaných protikladných sil završil ve své dialektice další německý filosof a Schellingův současník, Georg Wilhelm Friedrich Hegel. Svou metodu, označovanou jako „dialektika", a na ní založenou teorii poznání a světového dění v synergii vyložil v díle „Wissenschaft der Logik" (Logika jako věda, 1812–1816). Podobně jako Herakleitos i Hegel spatřuje základní příčinu dynamiky světa v myšlení a rozporech protikladných sil, které vedou vzájemný dialog. V přírodě i ve společnosti svým rozsahem a významem hrají největší roli konjunkce s nenulovým výsledkem, které tvoří základ všech synergických procesů.

Systémový – holistický (celostní) přístup

Informační a komunikační prostředky dneška umožňují za pomoci paralelního propojení hardwarových prostředků a obrovské rychlostní a kapacitní možnosti pamětí paralelizovat zpracování dat, čímž se nevídaným způsobem zvyšuje rychlost jejich matematizace a komparace, což umožňuje konečně aplikaci synergií, opuštění duality a nastolení informační plurality. To umožňuje úvahy o celistvosti systému a komplexnosti jeho vazeb, tedy celostní či cizím slovem holistický přístup.

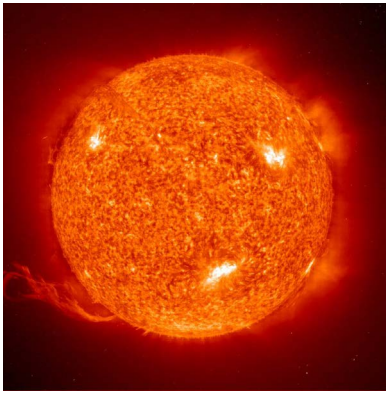
Celek je víc než součet částí. Tuto základní „poučku" teorie systémů nevyslovil nikdo menší než řecký starověký filosof Aristoteles. Do první poloviny 20. století převládala snaha rozkládat jevy na jednotlivé komponenty a objasňovat vlastnosti celku analogií z vlastností jeho částí. Teprve v třicátých letech, mezi oběma světovými válkami, začala být tato prastará a zdánlivě jednoduchá myšlenka o nadřazenosti celku nad součtem částí plně doceňovaná. Událo se tak v souvislosti se společenskou objednávkou po úspěších a zobecnění mnoha dílčích vědeckých disciplin, které se nesmírně dlouhý čas vyvíjely izolovaně. Profesor Bertalanffy, který vytyčil nejobecnější parametry obecné teorie systémů, ji označil za vědu o „zlostnosti" či o „celistvých entitách", které byly vlivem mechanistických předsudků doposud zavrhovány jako nevědecké, vitalistické nebo metafyzické. Dal této teorii i jméno General System Theory, což bývá nejčastěji popisováno jako „obecná teorie systémů", ale někdy také jako „obecná systémová teorie". To, co se dnes chápe jako systém, bývalo a někdy i dnes je označováno jako „struktura", nebo „komplex". Počátky teorie systémů je možné najít v německé „tvarové psychologii" (Gestaltpsychologie) a nejvíce přispěl Wilhelm Wundt, který vycházel z koncepce, že duševní jevy nemohou být pochopeny a analyzovány cestou rozpojování a skládání nejjednodušších prvků, jako jsou vjemy a pocity. Tato koncepce našla ohlasy v dalších odvětvích humanitních věd, především v jazykovědě, v sémiotice, v literární vědě, etnografii a především v sociologii, tento pří-



7.15 Ukázky z tvarové psychologie:
a) stará, nebo mladá?
b) shluk puntíků, nebo kostka?
c) pohár, nebo tváře?

stup byl nazýván strukturalismus. Jeho počátky jsou spojovány se jménem švýcarského jazykovědce Ferdinanda de Saussure (1857–1913). Za nejobecnější a nejdůležitější kulturní strukturu se považuje jazyk jako uspořádaný celek, který se stává branou k pronikání do všech znakových systémů. Zároveň i mimo humanitní obory se vytvářela obecná teorie celku, pro kterou poangličtělý burský generál, státník a filosof Jan Christiaan Smuts zvolil název „holismus“ (z řeckého holos – celek). Použil ho ve svém díle Holism and Evolution (Holismus a evoluce, 1926). V holismu se celek stává ústředním filosofickým pojmem. Proti tvrzení přírodovědců, že jedinou vědeckou metodou je analýza, zdůrazňuje holismus, který vedle analytických postupů umožňuje ještě existenci něčeho dalšího, co v analýze obsaženo není. Tam, kde se části seskupují v celek, vytváří se nová kvalita, která je závislá na vnitřní povaze celku. Badatel tady musí uvažovat oběma způsoby, tj. analyticky i komplexně.

Jako „systém“ je označován soubor s vysokým stupněm vnitřní integrace skládající se z komponent, které vytvářejí strukturu, a z vazeb mezi těmito prvky. V rámci systému tedy bývá nejčastěji rozlišován soubor prvků a soubor vazeb mezi nimi. Od svého okolí je systém oddělen rozpoznatelným rozhraním. Systémy jsou spojité celky, jejichž souhrnné vlastnosti nemůžeme odvodit z vlastností komponent. Navenek se to projevuje také tím, že při popisu systému zpravidla nevystačíme s dosavadním jazykem a potřebujeme nový slovník. Systémové myšlení je protikladem myšlení analytického. Rozřezáním celku na kousky se nelze dobrat podstatných vlastností systému. Tyto vlastnosti nejsou vlastnostmi komponent a jejich vynětím z celku zmizí. Pochopit je můžeme pouze v kontextu prvků okolních, v rámci jejich dominance, případně v rámci celého systému. Je to právě integrovaná množina vazeb mezi prvky, která je rozhodující pro identitu systému, jenž je vnitřně kooperujícím celkem. Každý prvek v něm má své místo, které je definováno pozicí či polohou mezi sousedními prvky. Celkové fungování systému je výslednicí kooperace všech jeho komponent, jejich pozic a pozic subsystémů. Infrastruktura systému též zpracovává informace (včetně energetických a materiálových toků). Každý systém, je-li systémem, zpracovává informace. Průchod informací systémem vyvolává jejich kvalitativní změny, tj. výstupy se podstatně liší od informačních vstupů.



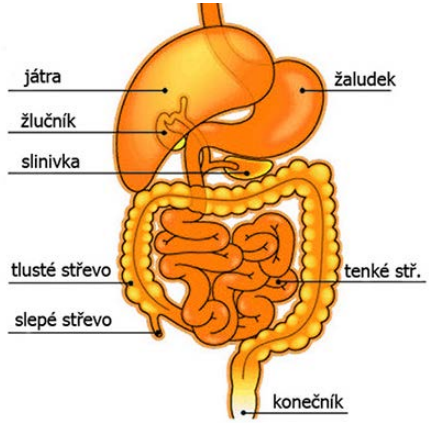
Z elementárních částic se vytvářejí atomy a molekuly jako uspořádané entity, čímž se vytváří pluralita, která se u systémů projeví odlišným chováním a novými vlastnostmi, které nebylo možné pozorovat u výchozích částí. To, co jednotlivé komponenty sjednocuje a vyvolává nové vlastnosti a zákonitosti, bývá označováno jako komplexita, či „celostnost". Proto je také celek více než souhrn jeho částí. Vodík i kyslík jsou za pokojové teploty plyny. Přesto dva atomy vodíku sloučeny s jedním atomem kyslíku dávají tekutou vodu s charakteristickými vlastnostmi, které žádná z komponent před syntézou neměla. Jiný příklad z oblasti genetické informace, která je založena na kombinaci čtyř základních nukleotidů. Samotné geny se chovají v různých seskupeních a kombinacích různě. Genetické informace v genomu se uplatňují jen v odpovídajícím biochemickém a metabolickém prostředí, které jim umožňuje vytvářet proteiny, enzymy, hormony a další biologicky aktivní látky. A co teprve ve světě člověka a společnosti, kde se celky chovají zcela jinak než jednotlivci. Již staří Římané říkali: „Senatores boni viri, senatus mala bestia", tj. senátoři jsou dobří mužové, senát je zlá šelma.

Struktura a funkce systému

Zkoumání každého systému má tři hlavní aspekty:

1. studium struktury (morfologie)
2. zkoumání funkce (fyziologie)
3. sledování vývoje (evoluce)

Struktura je ve skutečnosti jen jakýmsi tomografickým řezem a funkce jsou krátké rytmy struktur. Co ze statického pohledu představuje strukturální síť, je v dynamickém pohledu sítí funkčních vztahů. Funkce je aktivita systému, jeho chování a způsobů projevu, fungovat znamená udržovat systém v chodu. Přestože slovo funkce denně používáme a jeho smysl snad každý chápe, není snadné jej přesně vysvětlit. V matematice nebo v logice je to zobrazení určitých závislostí či operací. Matematický pojem funkce formuloval francouzský přírodovědec a filozof René Descartes (1637), jako přiřazení dvou veličin, při němž změna jedné veličiny je provázena změnou druhé veličiny. Mezi oběma veličinami tak vzniká souvztažnost, tj. funkční závislost. Pomocí funkcí lze matematicky popisovat nejrůznější přírodní, ale i společenské jevy.



7.16 Příklady systémů: Zleva – Slunce, hodinky, trávicí systém, Evropský parlament

Zpětná vazba

Propojení dvou toků (informací, energií) je klasickým příkladem párové zpětné vazby. Všechny kybernetické systémy fungují na tomto regulačním principu. Hojně se vyskytuje v přírodě, ale doslova masově v moderní technice. Dvě dynamické soustavy jsou vzájemně provázané tak, že soustava A ovlivňuje soustavu B a v následujícím kroku soustava B ovlivňuje soustavu A. V principu je zpětná vazba opakovaným přiřazením toků. Zpětná vazba a regulace vůbec spočívá v protisměrném pohybu informace. Aby nějaký proces mohl uspořádaně probíhat, musí mít k dispozici nezbytné údaje o tom, do jaké míry bylo či nebylo dosaženo určitého výsledku. Nejjednodušší zpětná vazba podává zprávu jen o tom, zda určitý úkon byl vykonán či nikoliv. O negativní zpětné vazbě se hovoří v případě, že reakce má opačný směr než původní akce. Změna je tím pádem tlumena nebo potlačována. Negativní zpětná vazba systém stabilizuje, odchylky vrací k původnímu stavu, vazba má tedy tlumicí účinek. Na záporné zpětné vazbě jsou vybudována nejrůznější automatická zařízení, stabilizační a regulační systémy. Naproti tomu pozitivní (kladná) zpětná vazba změny posiluje a urychluje jejich radikální narůstání, má posilující účinek. Jestliže postavíte reproduktor proti mikrofonu, pozitivní zpětná vazba promění váš šepot v ohlušující vytí. Zpětná vazba zesiluje nebo zeslabuje energetické, látkové a informační toky. Určitý parametr regulovaných toků se buď stabilizuje kolem stanovené úrovně v případě negativní zpětné vazby, anebo se v případě vazby pozitivní rozkmitá až k hranicím chaosu.

S příklady zpětnovazební regulace se můžeme setkat u žehliček, chladniček v plynových ohřívačích a topidlech (termostat), ale také v navádění vojenských raket. V živých organismech je zpětná vazba základním principem, jímž se řídí funkce žláz s vnitřní sekrecí. Zpětnovazební povahu má většina tržních mechanismů. Pakliže poptávka převyšuje nabídku, cena zboží stoupá a stimuluje vzestup výroby. V případě, že nabídka převýší poptávku, ceny klesají a s nimi se omezuje také výroba. Na principu záporné zpětné vazby se ovšem stabilizují nejen procesy společensky žádoucí. Mnoho nežádoucích hos-

7.17 Zrání jablka jako příklad pozitivní zpětné vazby a radar regulující rychlost dopravy v obci jako příklad negativní zpětné vazby

podářských i společenských jevů působí na sebe v cyklu a udržuje tak svou stabilitu. Znemožňuje únik ze „začarovaného" kruhu. V hospodářsky zaostalých zemích setrvává stabilní rovnováha nedostatečného rozvoje. Nízký důchod na obyvatele může být způsobován nízkou produktivitou práce. Ta je důsledkem nedostatku kapitálu, který je funkcí malých úspor a nízkého důchodu na obyvatele. Tím se uzavírá začarovaný kruh bídy.

Zatímco záporná zpětná vazba vrací systém do stabilního stavu, pozitivní vazba výchylky a fluktuace zesiluje a může celý systém tak rozkmitat, že dojde k trvalé změně jeho chování. Na „pozitivní" zpětné vazbě toho mnoho pozitivního není. Je nejčastější příčinou nežádoucího rozkmitání systémů a jejich pokračujícího vzdalování od rovnováhy. Může být ovšem také cestou k vzniku (emergenci) nových struktur. Pozitivní zpětná vazba leží v základech většiny katastrofických dějů: v jaderném výbuchu, ve vlnách epidemie či pandemie, v šíření požáru, v růstu laviny, ve strategii nepřetržitého hospodářského růstu bez ohledu na omezenost zdrojů a zranitelnost přírodního prostředí. Je to také bludný kruh stupňující se etnické, náboženské, politické a národnostní nesnášenlivosti. Mahatmá Gándhí, indický politický vůdce poloviny 20. století a šiřitel nenásilných forem politického boje, řekl: „Pokud budeme důsledně uplatňovat princip oko za oko, oslepne nakonec celý svět."

Hierarchie systému

Na základě energetických a látkových toků a dle informační databáze o nich se všechny otevřené systémy vnitřně hierarchizují a vytvářejí vnitřní řád. Tento samoorganizující princip uvnitř systémů je generován narůstajícími srážkami a střety prvků (zprvu chaotickými), jimiž se zvyšuje vnitřní napětí. Norský zoolog Thorleif Schjelderup-Ebbe publikoval v roce 1922 studii o sociální psychologii domácích kuřat („Beitrage zur Sozialpsychologie des Haushuhns", v časopise Zeitschrift für Psychologie). Popsal, co se stane, když dáte do jednoho kurníku několik dosud se vzájemně neznajících slepic. Po chaotickém období vzájemného klování a zápasů se poměry uklidní a stabilizují. To vede k hierarchizaci celého hejna. Spory o potravu nebo o životní prostor jsou relativně krátké a mají jednoznačný výsledek. Každá slepice zná své místo. Pro takovou spontánní organizaci skupiny se vžil termín „klovací řád" (pecking order). Jak vzniká a funguje, můžete sami pozorovat tehdy, když do akvária vložíte několik neznámých rybiček stejného druhu. Časem se vytvoří hierarchie a počáteční zmatek pomine. Konečné uspořádání vzniká tak, že každý člen společenství si na základě poziční informace uvědomuje své místo. Podřizuje se dominantním jedincům a vyžaduje „subordinaci" od jedinců níže postavených. Pokud není tento vnitřní řád respektován, dojde k novým

konfrontacím, které obnovují řád. V každé zvířecí smečce, hejnu, stádu, v každém spontánně vzniklém společenství se postupnými konfrontacemi utváří skupinová hierarchie. Bylo ověřeno, že ve slepičím hejnu, kde je již hierarchie ustavena, je v průměru vyšší snůška vajec než u slepic, které se znají teprve krátce a potyčky mezi nimi jsou časté. Hierarchie a vznik dominantních jedinců snižuje stres, nadměrnou agresivitu a šetří vnitřní energii. Pozorováním paviánů bylo zjištěno, že dominantní jedinec se nevynořuje ze skupiny proto, že by si vyhrožováním, agresivitou a dalšími projevy dominance takové postavení vynutil. Lepší předpověď dominanční hierarchie se podařilo založit na počtu ústupových projevů, které provázely přiblížení jiného jedince, a to nezávisle na tom, zda se blížil s úmysly agresivními nebo přátelskými. Na nejnižším stupni se ocitla zvířata, jejichž ústup při setkáních byl nejčastější. Ukázalo se, že dominance je vlastností, která vyplývá ze sociálních interakcí ve skupině jako celku a nikoliv něco, co by skupině bylo vnuceno dominantním jedincem. Rovnoprávnost dvou jedinců je tedy fikcí. Bývá to zpravidla naivita nebo lest v rámci boje o dominanci; v lepším případě jde o přechodné chaotické období zatím nevyjasněných a jen se rýsujících pozic. Důsledná rovnoprávnost je fikcí proto, že v samotném jejím ideálu je zakotven nerozhodný stav, nejednoznačnost volby, entropie a napětí podněcující ke konfrontaci.

Hierarchické chování studovali etologové na uzavřených skupinách celé řady zvířat: opic, vlků, slonů, králíků a lvů. Zjistili, že lineárně uspořádaná sociální hierarchie (od dominantního vůdce – alfa až k nejníže postavenému jedinci – omega) je vzácná. Většinou je smečka řízena několika zkušenými zvířaty, jejichž vzájemné podřízení a dominance oscilují. Ve smečkách lvů obvykle vládnou dva samci, paviáni jsou zpravidla řízeni triumvirátem samců, kteří vytvářejí koalici proti případnému vetřelci. Jakmile se ve skupině ustavil sociální řád, k bojům dochází málokdy a jsou krátké. Přímá konfrontace je nahrazována výhružnými postoji a dalšími signály dominance.

7.18 Smečku lvů vedou obvykle 2 samci

7.2.5 Filosofie

Lépe se ctí něco ztratit nežli s hanbou získat. (PUBLIUS SYRUS)

… jest naprosto krásná věc oddat se lásce za účelem duševního zdokonalování. (PLATÓN)

Ve 4. století př. n. l. vytvořil Platón první ucelený (idealistický) filosofický systém. Obraz světa měl být odrazem neměnných idejí, které smyslovým (rozumovým) poznáváním dokážeme získat. Jeho žák z filosofické školy, Aristoteles, s ním však nesouhlasil a vytvořil vlastní nauku o podstatě jevů – ontologii. Napsal osm knih fyziky, čtyři knihy o nebi, dvě o vzniku a zániku, čtyři knihy meteorologie a desetidílný velký živočichopis. Fyziku chápal jako učení o přírodě a změně. Položil základy dělení přírodních věd na mechaniku, chemii a biologii. Jako první se zmínil o ozubeném kole. Tvrdil, že předměty se pohybují ve směru své „přirozené podstaty" – „kámen je těžký, proto padá", „je v přirozenosti ptáka, že létá".

Další z řeckých velikánů, Archimédes (zemřel roku 212 před n. l. probodnut římským vojákem při obsazování Syrakus), se zaobíral hlavně zákony mechaniky. V matematice dospěl k diferenciálnímu počtu. Psal o objemu koule, kužele a válce, geometrii kruhu, konoidu (vzniká rotací křivky kolem osy), rotačního elipsoidu a sféroidu. Vypočítal hodnotu čísla π. Známá je jeho věta: „Dejte mi pevný bod a já pohnu Zemí", kterou vyslovil při objevení zákonů páky. Důležitá je jeho konstrukce vodního čerpadla, kterou pojmenovali Archimédovým šroubem. Zjistil, že síla vztlaku se rovná hmotnosti vytlačené kapalinou (Archimédův zákon) – v praxi se používá při určování hmotnosti látek, při konstruovaní plavidel a plovákových zařízení. Po tomto objevu údajně zvolal to pověstné „heuréka" (mám to). Svým dílem „Základy mechaniky", natrvalo ovlivnil směřování této discipliny.

V 7. století indičtí matematici začali systematicky používat záporná čísla. V první polovině 9. století perský matematik a astronom Muhammad Ibn Músa al-Chvárizmí přepracoval Diofantovu Aritmetiku (al džabar v´al-mukábala), která dala název celé části matematiky zabývající se řešením rovnic – ARITMETIKA. Zkoumáním procesů vidění a optiky se zabýval počátkem druhého tisíciletí arabský vědec Ibn al-Hajsam, jeden z největších fyziků středověku (popsal zákony lomu světla, prováděl výpočty sférických zrcadel a tvrdil, že celkový obraz v oku se skládá z obrazů jednotlivých bodů).

V období renesance se většinou filosofové spojují s technikou a uměním. Vzniklo spojení umělec-inženýr. Pojem inženýr pochází z latinského ingenium, pod kterým se rozumí duch, duševní síla, schopnost, nadání, rozum a talent. Věda – technika – umění splynuly do jednoho celku. Příčina byla pragmatická. Italští vladaři chtěli demonstrovat svou kulturní úroveň. Obrovské bronzové

sochy jezdců mohly vzniknout jen díky spojení umělecké tvořivosti a technických poznatků (statika, slévárenství). Nepřekonatelným ztělesněním takové jednoty byl Leonardo Da Vinci (1452–1519), který prohlásil: „Kdo miluje praxi bez teorie, je jako námořník, který vstoupí na loď a neví, kam jeho loď plave, ale zároveň je potřeba uznat, že stejně lehkomyslný je i ten, co má možnost perfektně navigovat, ale plave na lodi, která se může kdykoli potopit".

Objevené poznání se většinou zachovalo jen v úzkém kruhu zájemců. Tento stav se náhle změnil v letech 1465–1470, když do Itálie proniklo „tajemství" knihtisku, což veřejnosti znalé čtení umožnilo studium souhrnu poznatků architektury a strojírenství od časů císaře Augusta, čímž ovlivnilo další rozvoj inženýrství. Od počátku 16. století vycházely v Evropě knihy nejen v latině, ale i v národních jazycích, a tak se staly dostupnějšími širšímu okruhu lidí bez vyššího vzdělání.

Mikuláš Koperník roku 1510 popsal heliocentrický systém, podle kterého Země s ostatními planetami obíhá kolem Slunce a zároveň se otáčí kolem svojí osy rotace. Toto učení zveřejnil ve svém nejznámějším díle, „De revolutionibus orbium coelestium" (O pohybech nebeských těles).

Roku 1609 v Itálii objevil Galileo Galilei, že dráha vrženého tělesa má parabolickou dráhu, čímž vlastně objevil zákon volného pádu. Před rokem 1618 udělal mnoho objevů ve fyzice a astronomii, podpořil Kopernikovo heliocentrické učení, popsal použití hodinového kyvadla u hodin a vyslovil tezi, že stejně dlouhá kyvadla kmitají

7.19 Létající stroj Leonarda da Vinciho

stejnou rychlostí, nezávisle na své hmotnosti a nezávisle na úhlu výchylky kyvadla. Objevil zákon volného pádu a zákon setrvačnosti. Zformuloval teorii přílivu a odlivu. Zdokonalil dalekohled, kterým objevil čtyři Jupiterovy měsíce, Saturnovy prstence a fázi Venuše. Jako dvorní matematik toskánského velkovévodu se dostal do sporu s katolickou církví. V roku 1633 byl přinucen svá tvrzení odvolat a zůstat izolován v domácím vězení. Později oslepl, ale navzdory tomu se dál zabýval matematikou a fyzikou.

Koncem 19. století se dostává do popředí vzájemná součinnost jednotlivých přírodních věd a techniky. Iniciátory tohoto pohybu byli spíše technici a zárodky tohoto vztahu je potřeba hledat na univerzitách, kde se zřizovaly speciální týmy na vývoj přesných přístrojů (proces velice podobný dnešní situaci v Evropské částicové laboratoři CERN v Ženevě). Průmyslová výroba totiž potřebovala mnohem víc specializací než věda. Technika se v tomto období rychle specializovala, což si vyžádalo zakládání nových oborů vědy. Průmyslová výroba tím výrazně ovlivnila vědeckou specializaci (vznikaly typické „inženýrské“ vědy jako nauka o materiálech, částech strojů, různé technologie apod.). Na konci 19. století znamenalo toto úsilí v Evropě a USA zaměření na pragmatické využití vědeckých poznatků.

Atomový věk začíná v roce 1898, kdy M. Curie – Skolodwská a P. Curie separovali několik setin gramu nového prvku, který vyzařoval částice alfa a byl nazván polonium, na podzim téhož samého roku objevili i rádium. Separovali je ze smolince dovezeného z Čech. Po čtyřleté práci izolovali asi desetinu gramu tohoto silně vyřazujícího stopového prvku.

7.20 Urychlovač částic ve švýcarském výzkumném středisku CERN

7.3 Výzkum podnikání na Vysoké škole podnikání

Vysoká škola podnikání
VLAJKOVÁ LOĎ KARIÉRY

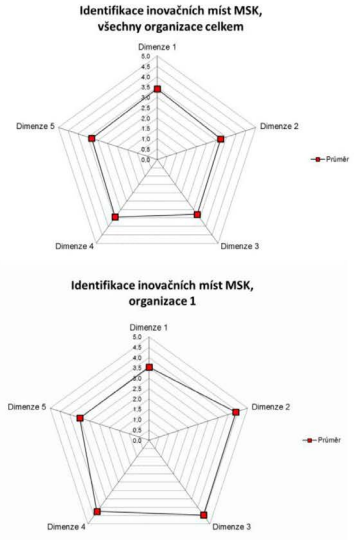
Vysoká škola podnikání působí na trhu vzdělávání již dlouhých patnáct let. Sídlem vysoké školy je Ostrava, dále pak má několik konzultačních středisek v České republice. Vysoká škola poskytuje vzdělání v bakalářských a magisterských studijních programech v oblasti podnikání, které jsou prakticky orientované, součástí je odborná praxe ve firmách během studia. Absolventi vysoké školy jsou žádaní a na trhu práce velmi dobře uplatnitelní. Věda a výzkum patří k významným aktivitám Vysoké školy podnikání (VŠP). Základním tématem vědeckovýzkumné činnosti jsou podnikavost a podnikání, které jsou na VŠP řešeny od počátku jejího vzniku. Dalšími tématy, která jsou řešena zejména v rámci programů Evropské komise, regionálních programů a interních grantů školy, je problematika rozvoje vzdělanosti, propojení vzdělání s praxí a téma konkurenceschopnost. Velmi podstatnou orientací vědecko-výzkumné činnosti je přenos výsledků výzkumů do praxe a směrem k mladé generaci.

V další části přiblížíme některé zajímavé vědeckovýzkumné projekty, které VŠP v poslední době řešila.

V rámci programu na Podporu vědy a výzkumu v Moravskoslezském kraji byl v období 2009–2010 realizován projekt Výzkum faktorů přechodu od industriální ekonomiky ke znalostní a podnikavé ekonomice v podmínkách Moravskoslezského kraje. Zásadním výstupem bylo vytvoření monitorovacího nástroje REM (Regional Entrepreneurship Monitor – rem.vsp.cz), který umožňuje permanentní monitorování vybraných rozvojových faktorů a indikátorů Moravskoslezského kraje. Dále byla zpracována studie faktorů rozvoje ekonomického a sociálního rozvoje v MSK, Best Practices z oblasti rozvoje podnikavosti vybraných cílových skupin (obsahuje dobré příklady v národním i nadnárodním kontextu). Byly zpracovány programy pro rozvoj inovace, podnikavosti a podnikání MSK v návaznosti na výsledky výzkumu.

Na tento projekt navázal pokračující výzkumný projekt Model kreativních a inovačních míst a jeho ověření v podmínkách Moravskoslezského kraje. Tento výzkumný projekt využívá a dále rozšiřuje vytvořený informační systém REM o nově vytvořený model pro identifikaci inovačního potenciálu firem a institucí v Moravskoslezském kraji. Umožňuje jednotlivým firmám a institucím kraje analyzovat svůj vlastní inovační potenciál a porovnat ho s profilem firem a institucí v daném oboru. Model inovačních a kreativních míst byl vytvořen na základě excerpce zejména zahraničních pramenů a sofistikovaného primárního výzkumu doplněného o údaje sekundárního výzkumu, který kontinuálně navazuje na dlouhodobě sledované údaje/faktory REM a zároveň vytváří rámec pro formulaci konkrétních výstupů výzkumného projektu stávajícího.

V současné době je před dokončením další navazující projekt, Model regionálního ekosystému, jeho simulace a ověření v podmínkách Moravskoslezského kraje. Cílem projektu je vytvoření holisticky pojatého modelu regionálního společenského ekosystému. Tvořivý ekosystém je otevřená komunita s cílem podpory rozvoje tvořivosti a podnikání. Charakteristickou vlastností je silná komunikace dovnitř i vně systému, posilující vzájemné vazby mezi aktéry systému. Ekosystém realizuje různé aktivity s cílem podpory tvořivosti a podnikání. Byla zpracována metodi-

1. Výzkumný úkol:	Model kreativních a inovačních míst a jeho ověření v podmínkách MSK
2. Název dobrého příkladu kreativního chování a inovačního přístupu:	**Zavedená akciová společnost s širokým portfoliem (výroba, služby, obchod).**
3. Charakteristika subjektu:	Akciová společnost s 20-ti letou tradicí, podnikající v oboru, kombinujícím výrobní aktivitu, služby a obchodní činnost. Zároveň se jedná o společnost, podnikající s využitím francízové vazby na celosvětově uznávanou značku. Z pohledu počtu zaměstnanců spadá do skupiny 25 – 49 zaměstnanců.
4. Hodnocení jednotlivých oblastí / dimenzí: 4.1. Průměrné hodnocení za všechny organizace v rámci šetření 4.2. Hodnocení organizace č. 1	
4.3. Dimenze 1 – Identifikace orientace/zaměření firmy na aplikaci zásad moderního managementu (pro všechny firmy)	Dimenze 1 je hodnocena mírně nadprůměrně. Vychází to zejména z relativně konzervativního přístupu managementu (důraz na osvědčené produkty a služby a vyhýbání se vysokým nákladům na vývoj nových produktů) a neagresivního přístupu ke konkurenci. Přístup vrcholového managementu je opatrný, pragmatický, preferuje postupné přizpůsobování se problémům a hledání kompromisních řešení ve vztahu k zainteresovaným či spolupracujícím subjektům.
4.4. Dimenze 2 - Zavedení nových výrobků	Hodnocení dimenze 2 je výrazně nadprůměrné a blíží se téměř ideální situaci. Toto je dáno maximálním nebo téměř

Obr. 7.21
Dobrý příklad inovačních míst v kraji

ka pro nasazení manažerského rozhodovacího a simulačního softwaru pro modelování chování inovačního a startup ekosystému Moravskoslezského kraje, realizace vlastní simulace a návrh scénářů vnějších zásahů a intervencí. V rámci projektu byl proveden popis realizovatelnosti ekosystému a inovačních míst a jeho praktické ověření prostřednictvím vybraných dobrých příkladů. Výstupem bude vytvoření dynamického modelu regionálního trhu s dopadem na celý ekosystém. Uvedená simulační metodika umožní stanovit vhodné scénáře oblastí a sektorů rozvoje s vysokým inovačním a kreativním potenciálem. Jak vyplynulo z předchozího výzkumu Vysoké školy podnikání, a.s. (VŠP), a dalších dostupných údajů, je v ČR situace v jednotlivých krajích z hlediska fungování ekosystému různorodá. Výzkum byl zaměřen nejen na simulaci a lokalizaci ekosystému v regionu MSK, ale i na jeho parametrizaci a ověření. Výzkumem sestavený model regionálního ekosystému má za cíl ověřit jednotlivé uzlové body ekosystému a s využitím softwarového řešení podpořit rozhodování a navrhnout optimální scénáře dalšího rozvoje regionu, zejména z hlediska kreativního potenciálu inovačních tříd. Výsledky projektu mohou být využity i v novém operačním programu Ministerstva průmyslu a obchodu a přispějí k efektivnímu využití finančních zdrojů systému inovačních voucherů, rizikového kapitálu a dalších nástrojů MSK, směřovaných na podporu zlepšování podnikatelského prostředí regionu.

V rámci výzkumu byla provedena analýza dostupných sekundárních dat, která byla doplněna o kvantitativní šetření a kvalitativní analýzu formou hloubkových rozhovorů s aktéry regionálního ekosystému. Kvalitativní výzkum byl zaměřen na analýzu měkkých (nehmatatelných) faktorů s ohledem na rozvoj ekosystému v MSK. Součástí projektu je vytvoření laboratoře, která bude sloužit pro realizaci vybraných aktivit tvořivého ekosystému (coworking, networking, vzdělávání apod.). V laboratoři budou aplikovány techniky a metody použitelné pro ověření modelu regionálního ekosystému. Při výzkumu je využíván monitorovací nástroj REM.

VŠP se aktivně zapojuje i do výzkumných projektů grantových agentur České republiky. Příkladem je projekt Vytvoření a ověření metod kvantitativního ekonomického hodnocení dopadů politik v oblasti ochrany životního prostředí na podniky a domácnosti v rámci veřejné zakázky Technologické agentury České republiky (TAČR). Cílem projektu bylo vytvoření certifikované metodiky hodnocení dopadů politik ochrany životního prostředí na podniky, domácnosti a veřejnou správu a softwaru využívajícího kvantitativních nástrojů, který bude použit pro standardizaci legislativního procesu a provádění RIA v oblasti životního prostředí. Výzkum využíval písemné dotazování ve firmách, které bylo doplněno o rozhovory s ohniskovými skupinami.

VŠP se ve svých výzkumných aktivitách od počátku své existence zaměřuje na podporu malého a středního podnikání v ČR a zahraničí. Příkladem mezinárodní spolupráce v této oblasti je projekt Analýza vývoje a stavu MSP v ČR a v SR – komparace výsledků a perspektivy rozvoje v regionech. Výzkumný úkol je zaměřený na komparaci vývoje, stavu a výsledků sektoru malého a středního podnikání v ČR a v SR. Na základě realizovaných výzkumných aktivit jsou identifikovány a popsány perspektivy rozvoje sektoru MSP v obou regionech.

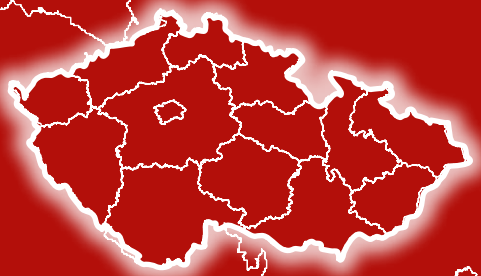
S výzkumem malého a středního podnikání souvisejí též výzkumné projekty – veřejné zakázky na podporu rozvoje cestovního ruchu v regionu Moravskoslezska (Jeseníky-východ, Beskydy, Poodří – Moravské Kravařsko, město Jeseník a další).

V posledních letech se výzkumné aktivity zaměřují i na oblast mikropodnikání a rodinného podnikání. Zajímavým projektem v tomto smyslu byl výzkumný úkol zadaný Ministerstvem práce a sociálních věcí, Mikropodnikání v oblasti sociálních služeb a dalších modelů zajištění péče o osoby závislé na pomoci jiných osob ve smyslu zákona o sociálních službách (asistent sociální péče). Externí výzkumný úkol byl řešen na základě ustanovení § 9 zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací z veřejných prostředků a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o podpoře výzkumu a vývoje). První řešenou oblastí byla analýza právního prostředí ČR a EU s cílem

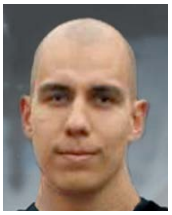
zjištění možností a limitů aplikace modelu mikropodnikání v sociálních službách. Druhou oblastí byla analýza dostupných datových zdrojů o rozsahu a způsobu zajišťované péče osobám závislým na pomoci jiných osob. Třetí oblastí byl terénní výzkum, ověřovací studie na vybraném vzorku v pečujícím prostředí. Čtvrtou oblastí byla syntéza poznatků z výše uvedených oblastí s cílem sumarizovat poznatky a navrhnout řešení k prosazení modelu mikropodnikání.

Uvedené výzkumné aktivity Vysoké školy podnikání jsou jen stručným výčtem z těch, kterými vysoká škola přispívá k rozvoji podnikání a podnikavosti v Moravskoslezském kraji, České republice a přesahem i v zahraničí. Projekt Poznej tajemství vědy, v rámci kterého byl tento text napsán, je příspěvkem, kterým se Vysoká škola podnikání snaží implementovat výsledky svých výzkumů mezi podnikatele, podnikavé subjekty, studenty a mladou generaci.

REGIONÁLNÍ VĚDY



8. Regionální vědy



doc. Ing. Lubor Hruška, Ph.D., Ing. Radek Fujak, Ing. David Kubáň
Vědecko-výzkumný ústav ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z. ú.

8.1 Aplikovaná věda a výzkum pro potřeby veřejné správy

V regionálních vědách se propojují všechna témata uvedená v této knize, každá z přírodních věd je vždy vztažena k určitému časoprostorovému nebo, chcete-li, územnímu projevu. Prostor společně s časem podmiňují každý přírodní, sociální nebo fyzikální jev a jsou od sebe neoddělitelné. V prostoru je obtištěn minulý vývoj společnosti například ve formě jejích prostorových struktur, které zformovaly naši současnou sídelní strukturu měst. Společenství lidí žijící v prostoru a čase vytváří různé sociální struktury, vlastní lokální kulturu, jež následně ovlivňuje vývoj v území, a to podmíněným chováním obyvatel projevujícím se specifickým způsobem života, dále vytváří specifika v hledání a nacházení práce, stanovení a akceptace role elit v rozvoji území. Role člověka v území, ve kterém žije a hospodaří s přírodními zdroji, je natolik klíčová, že je nutné na ni stále poukazovat. Jen člověk jako jediný z biologických tvorů na planetě Zemi je schopen okamžitě reagovat na události způsobující jak ovladatelné, tak neovladatelné přírodní síly. Jen člověk má schopnost myslet, plánovat, regulovat, cítit, a proto je za to také jako jediný tvor na vrcholu biologického řetězce odpovědný.

Regionální vědy neboli regionalistika je obor propojující ostatní vědní disciplíny zabývající se studiem prostorových jevů v území, procesů mezi těmito jevy, vztahů v mikro nebo makro rozměru. Jde o jakýsi společný registr všech informací, které propojením získají nadhodnotu a vytvářejí zrcadlo dění v území; takovéto informace potřebují všichni ti, kteří jakýmkoliv způsobem potřebují působit na budování a rozvoj materiálních, sociálních, ekonomických, duchovních a kulturních hodnot ve společnosti. Základním tématem je regionální rozvoj, který by měl na základě legislativy ČR vycházet z principů udržitelného rozvoje. Jedna z nově uplatňovaných definic v ČR vychází z metodiky Udržitelného rozvoje v územním plánování zpracované společností PROCES – Centrum pro rozvoj obcí a regionů, s.r.o., pro Ministerstvo pro místní rozvoj: Snižování zranitelnosti území a optimální využití potenciálu s využitím technologií (PROCES, 2013).

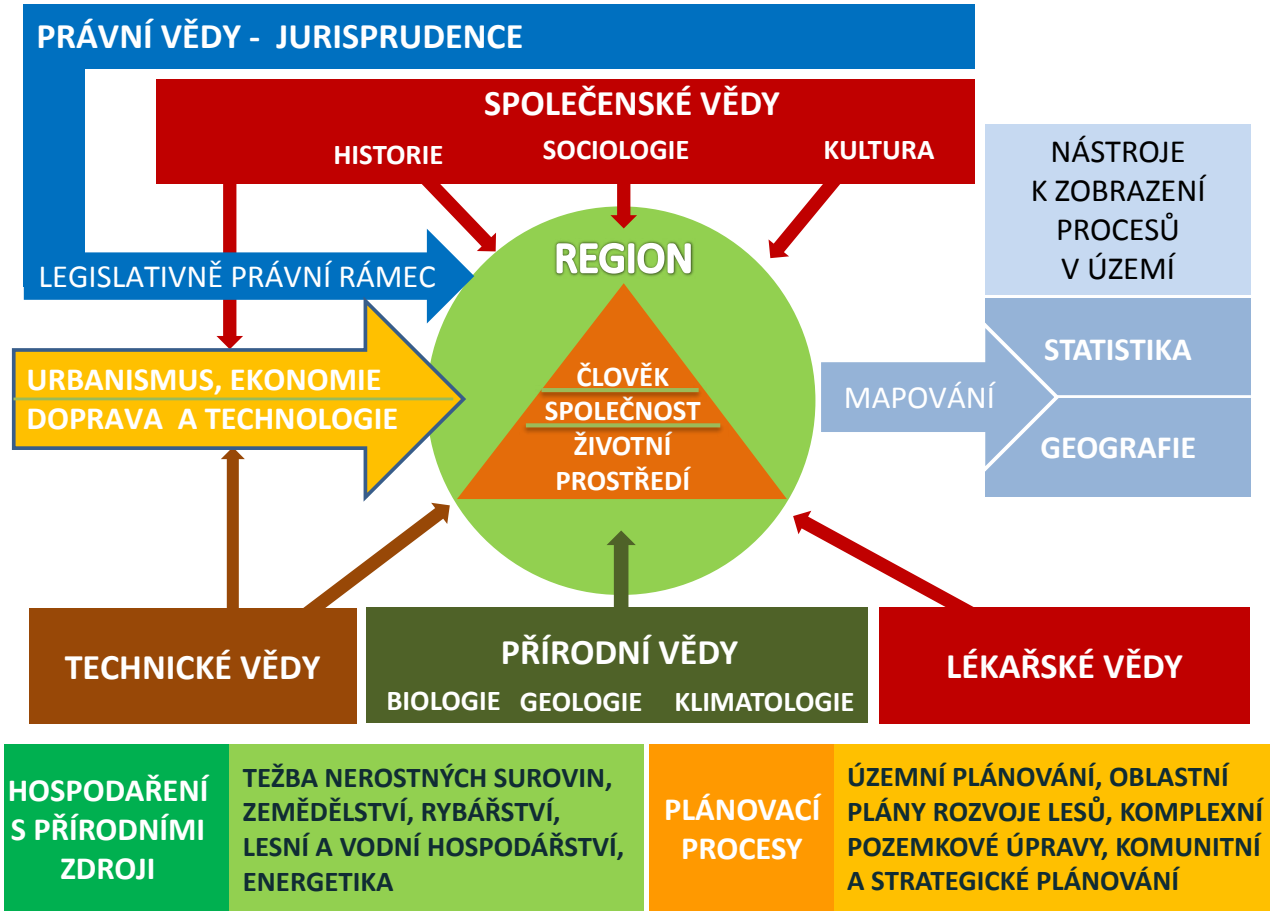
Regionální vědy jsou tedy multidisciplinárním oborem, který čerpá poznatky/znalosti z různých vědních oborů. Následující schéma představuje rámec pro vymezení regionálních věd v prostorovém plánování v území.

V současnosti se přírodními zdroji zabývají nejen přírodovědné disciplíny, ale také hospodářské, technické vědy (vodohospodářství, lesní hospodářství), sociologické, právní disciplíny a vše je ukotveno v právním rámci České republiky.

Při volbě metod hodnocení všech procesů/jevů v území je využit přístup orientovaný na cíl, tzn., nastavený výzkumný design musí být utvářen s vědomím vedoucím k dosažení cíle. V současné době Evropská komise preferuje tzv. Evidence Based Policy – Politika založená na důkazech. Tento koncept byl původně vytvořen v oblasti medicíny a následně rozšířen do všech oblastí veřejné politiky. Spočívá ve formulaci politiky – cílů a nástrojů k jejich dosažení na základě „důkazů", které prostřednictvím aplikovaného výzkumu pro potřeby veřejné správy přináší relevantní poznatky umožňující správné nastavení veřejných politik. Metodika tohoto konceptu spočívá v porovnávání nákladů a přínosů variant řešení s cílem odhadnout čistý přínos politického řešení. Jsou zkoumány přímé i nepřímé dopady/účinky politik, včetně zhodnocení dalších možných vlivů. V úvahu je vzata také nulová varianta – v případě, že politika (rozhodnutí) nebude provedena. Stěžejní jsou kvalitní data, analytické schopnosti (vč. volby správné hodnotící metody) a následně politická podpora. Na základě poznání procesů v území je nutné stanovit cíle, kterých chceme dosáhnout. Regionalistika tedy přináší důkazy potřebné pro politická rozhodnutí, a to jak na národní, tak stejně i na regionální úrovni.

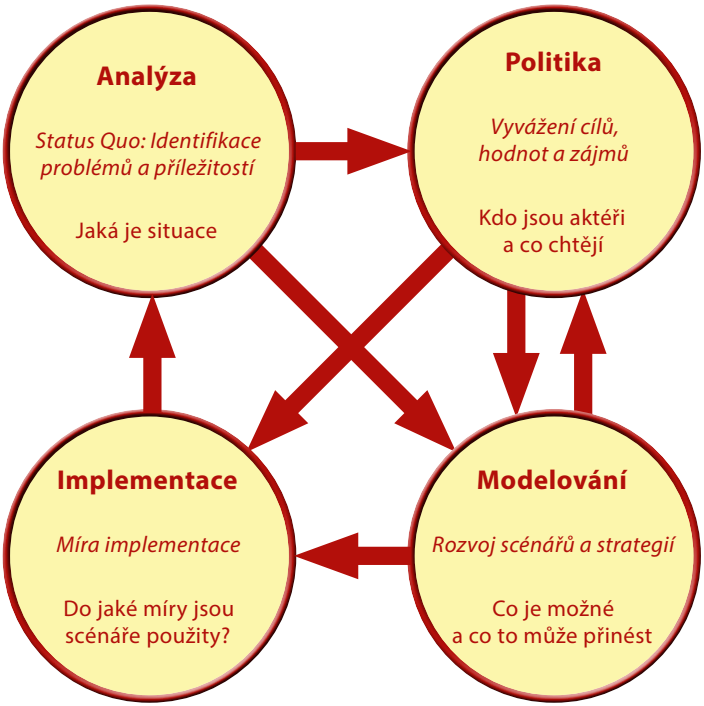
Aktéři regionální politiky jsou fyzické nebo právnické osoby, tzn. jak občané, tak obce, kraje, ale také soukromé subjekty. Kdo bude mít jakou roli, určí znalost nástrojů ovlivňujících regionální politiku, ekonomická zdatnost a schopnost uplatnit své záměry v území. Neznalost, vlažný postoj k politickým procesům v území, neschopnost orientovat se v legislativě ČR, informační negramotnost, neznalost financování aktivit z operačních programů EU odsoudí mnohá území ke stagnaci a úpadku. Budoucnost vždy historicky přála připraveným.

Obr. 8.1 Rámec pro regionální vědy a prostorové plánování



Regionální politika a její aplikace do území

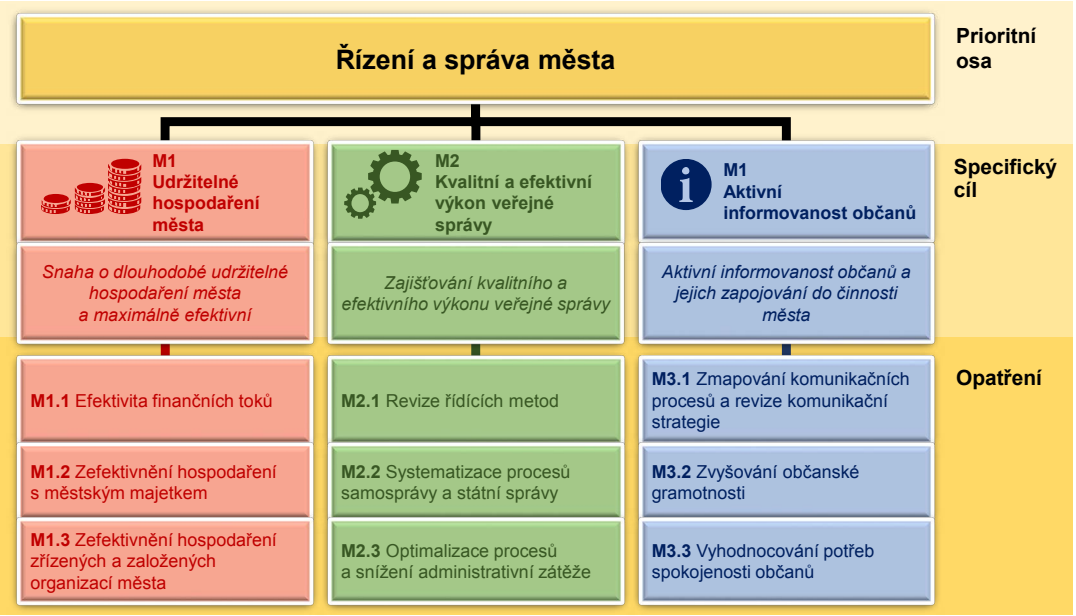
Současné výsledky aplikované vědy a výzkumu pro potřeby veřejné správy jsou podkladem k tvorbě rozvojových dokumentů obcí a krajů, ministerstev, Úřadu vlády. V rámci politické strategie mezi aktéry regionálního rozvoje jsou na základě těchto podkladů navrženy scénáře rozvoje regionů. Prostřednictvím socioekonomických analýz, modelů nebo simulací je možné odhadnout dopady vývojových scénářů, které jsou opět předloženy regionálním aktérům. Zde dochází k výběru nejvhodnějšího scénáře, zpravidla na základě vůle a zájmu nejsilnějších aktérů, s možným přihlédnutím k dopadům, které jejich rozhodnutí přinese. Následuje konkrétní implementace rozvojového scénáře/intervence. Nakonec je nutné vyhodnotit přínos, provést evaluaci a zhodnotit úspěšnost zvolené cesty. Pro budoucí vývoj všech generací je nutné umět se poučit z minulých nezdarů.



Obr. 8.2. Procesy přípravy a implementace rozvojových scénářů, HEILIG, 2004 upraveno PROCES

AKTÉŘI REGIONÁLNÍ POLITIKY MAJÍ K JEJÍ REALIZACI NÁSLEDUJÍCÍ TYPY NÁSTROJŮ:

1. legislativně-právní nástroje (zákony, vyhlášky, normy, opatření obecné povahy, např. územně plánovací dokumentace),
2. koncepční nástroje (strategie, programy, plány, koncepce),
3. nástroje k tvorbě prostorových podmínek (dopravní a technická infrastruktura, organizace veřejné linkové dopravy, poskytnutí prostor)
4. nástroje k tvorbě socio-kulturního prostředí (kulturní aktivity, vzdělávání, přenos informací),
5. institucionální nástroje (organizace spolupráce v území, místní akční skupiny, mikroregiony, destinační management cestovního ruchu),
6. finanční nástroje (systémy finančních podpor, dotace, granty).



Obr. 8.3. Ukázka prioritní osy strategického plánu města

Zdroj: PROCES

PAAC CONSORTIUM

8.2. PAAC CONSORTIUM

Spojení vědecko-výzkumného ústavu ACCENDO a společnosti PROCES pod křídly PAAC CONSORTIUM přináší rozšířené možnosti poradenské a výzkumné činnosti pro potřeby veřejné správy na všech stupních územního členění od obcí, krajů, jednotlivých ministerstvev až po Úřad vlády.

Propojením vědecko-výzkumného ústavu s poradenskou společností dochází k rozšíření nabídky evaluací legislativy, národních politik, operačních programů, strategií a koncepcí.

Instituce společně rozvíjejí právní sekci, aby výstupy výzkumných studií mohly být aktuálně aplikovány do legislativních změn.

Partnerství nám přineslo synergii a byla posílena naše pozice mezi nadnárodními společnostmi operujícími na českém trhu.

Propojením základního a aplikovaného výzkumu do veřejných politik přispíváme k efektivnějšímu řízení státu v současné době, kdy dochází k nárůstu sociálních rizik a prudkých změn v území.

Synergie partnerství vede k rozvoji nových příležitostí v kreativním průmyslu a tvorbě nových pracovních příležitostí pro mladé experty, kteří chtějí vidět za horizont událostí ve společnosti.

ACCENDO

PROCES

ACCENDO je vědecko-výzkumný ústav I. stupně schválený poradním orgánem vlády – Radou pro výzkum, vývoj a inovace v ČR. Realizujeme základní a aplikovaný výzkum pro potřeby výkonu činností veřejné správy při řízení správní, hospodářské a organizační činnosti státu. Výsledky výzkumu aplikujeme do veřejných politik. Naplňujeme cíle results based managementu tzn. strategie a politiky orientované na výsledek. V ACCENDU pracují senior a junior experti v oblastech sociálních, ekonomických, právních, environmentálních věd a informačních technologií.

Svou nezávislou činností jsme prvním českým vědecko-výzkumným ústavem v ČR sloužícím k prosazování veřejného zájmu státu na poli evropských hospodářských politik. Našich služeb jako poradenského a evaluačního subjektu využívají Úřad vlády, ministerstva, jejich resortní organizace, kraje a obce. Pracujeme na celém území ČR, rozvíjíme evropskou výzkumnou spolupráci a podílíme se na mezinárodních projektech v návaznosti na nové směry, strategie a předpisy Evropských společenství. Spolupracujeme s partnerskými výzkumnými ústavy a vysokými školami včetně podpory jejich vědeckých týmů v oblasti projektového managementu.

I. Vědecko-výzkumný institut ACCENDO

Zpracovává odborné studie jako podklad pro rozhodování orgánů státní správy a samosprávy.

II. Vzdělávací institut – Centrum regionálních věd a technologií

Pořádá vzdělávací kurzy v oblastech regionálních, ekonomických, právních, sociálních věd a informačních technologií.

III. Nakladatelství odborné literatury ACCENDO

Vydává odbornou literaturu, kterou schvaluje vědecká rada složená z předních odborníků univerzit a výzkumných institucí.

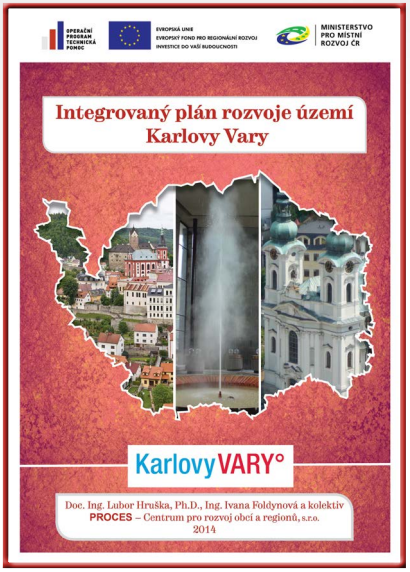
IV. Centrum sociologických výzkumů

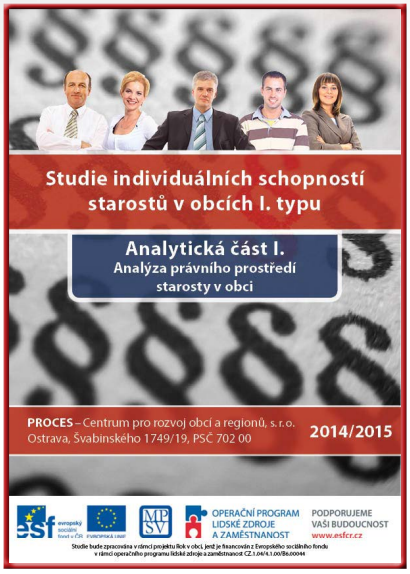
Provádí reprezentativní průzkumy veřejného mínění obyvatel, podnikatelského prostředí; skupinové diskuze a šetření formou mystery client.

V. DRAGON Science Language Center

Podporuje vědecké týmy ve vedení projektů v angličtině. Prohlubuje odborné jazykové znalosti pro studenty VŠ a experty formou výukových kurzů.

Společnost PROCES patří mezi přední české instituce v oblasti aplikovaného výzkumu v regionálních vědách. Propojením ekonomických, právních, environmentálních, sociologických disciplín a geoinformačních technologií v regionálním, územním a komunitním plánování získáváme možnost vytvořit relevantní podklady pro rozhodování státní správy a samosprávy. Využíváme metody systémového přístupu při tvorbě koncepcí a strategií v prostorovém plánování. Identifikujeme nástroje vycházející z právního řádu pro aplikaci rozvojových vizí, změn a opatření. Integrovanými plánovacími postupy, pracovními procesy a rozvojem lidských zdrojů umožňujeme komplexní přístup veřejnoprávních korporací k řízení a plánování změn v území. S využitím aplikovaného výzkumu zaznamenáváme současné změny ve společnosti, měnící se nároky na činnosti v území, provádíme predikce v regionech na základě moderních matematicko-statistických metod.





Věda, výzkum a vzdělávání. To je synergie, která vede k cílům, jak odhalit a rozvíjet různé druhy inteligence.

Andrea Hrušková
Zakladatel PAAC CONSORTIUM

Použitá literatura

Alexander L.N. van Nuijs, Pecceu, B., Theunis, L., Dubois, N., Charlier, C., Jorens, F.G., Bervoets, L., Blust, R., Meulemans, H., Neels, H., Covaci, A. (2009) Can cocaine use be evaluated trhrough analysis of wastewater? A nation-wide approach conducted in Belgium. Addiction, 104, s. 734-741.

Armstrongová, K., „Velká transformace – svět v době Buddhy, Sokrata, Konfucia a Jeremjáše", Academia 2012, Praha, ISBN 978-80-200-2085-7,

Barrow, J. D., Vesmírná galerie, Argo/Dokořán 2011, Praha 5, ISBN-978-80-257-0411-0, ISBN 978-7363-291-5,

Bič, M., Při řekách Babylónských, Vyšehrad 1990, Praha, ISBN 80-7021-032-X,

Bičík, I. et al. (1996): Land use/land cover changes in the Czech Republic 1845-1995. Geografie - sborník české geografické společnosti, vol. 101, no. 2, s. 92–109.

Boisselier, J., Buddha, casta prebudenia, Slovart 1997, Bratislava, ISBN 7145-248-3,

Bondy, E. (Fišer, Z.), Čínská filosofie (2), Vokno 1993, Praha, ISBN 80-85239-22-1,

Bondy, E. (Fišer, Z.), Indická filosofie (1), Vokno 1992, Praha, ISBN 80-85239-07-8,

Bryson, Bill: Stručná historie téměř všeho. PRAGMA, 2005. ISBN: 80-7205-181-4

Carroll, Sean B.: Nekonečné, nesmírně obdivuhodné a překrásné: nová věda evodevo. Praha: Academia, 2010. ISBN 978-80-200-1800-7

Cílek, V. (2002): Krajiny vnitřní a vnější. Nakladatelství Dokořán, Praha, 231 s.

Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland, pp 104.

Daughton, C. D., Ternes, T.A. (1999) Pharmaceutical and personal care products in the environment: Agent of subtle Change?. Environ. Health perspect. 1999, č. 107, s. 907-938.

Daughton, C. G. (2001) Illicit drugs: contaminants in the environment and utility in forensic epidemiology. Rev. Environ. contam. toxicology. 2001, č. 210, 59 -110.

Demek J., et al. (2008): Changes in land-use and the river network of the Graben Dyjsko-svratecký úval (Czech Republic) in the last 242 years. Journal of Landscape Ecology, vol. 1, no. 2, s. 22–51.

Demek, J. (1974): Systémová teorie a studium krajiny. Studia geographica 40, GÚ ČSAV, Brno. 198 s.

Duda E., Technika vo svete človeka, Nakladateľstvo Pravda, Bratislava, 1986, 75-032-86

Ellul, J., The technological Society, New York 1964, s. 25 – 26,

Farina, A. (2000): Principles and Methods in Landscape Ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 235 s.

Forman, R. T. T., Godron, M. (1993): Krajinná ekologie. Academia, Praha, 584 s.

GAJDOŠ, P. (2002) Človek, spoločnosť, prostredie. Priestorová sociológia Bratislava: Sociologický ústav SAV, 2002, 374 s. ISBN: 80-855444-15-6

GEO, 09/2011

Gibonsová, A., První lidé (Závody v hledání nejstaršího předka), Academia 2011, Praha, ISBN 978-80-200-1978-3,

Giger, W. (2009) The Rhine red, the fish dead-the 1986 Schweizerhalle disaster, a retrospect and long-term impact assessment. Environ Sci Pollut Res, 16, str. 98–111.

Gojda, M. (2000): Archeologie krajiny: vývoj archetypů kulturní krajiny. Academia, Praha, 238 s.

Greene, Brian: Elegantní vesmír. Superstruny, skryté rozměry a hledání finální teorie, Mladá fronta, Praha 2001, ISBN 80-204-0882-7

Güttinger, H. & Stumm, W. (1992) An Analysis of the Rhine Pollution caused by the Sandoz Chemical Accident, 1986. Interdisciplinary Science Reviews 17, 2, str. 127-136.

Halada, J., Osudy moudrých (průvodce evropským myšlením), Epocha 2010, Praha ISBN 978-80-7425-036-1,

Hawking, Stephen: Vesmír v kostce. Argo, 2002. ISBN 80-7203-421-9 https://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2013/07/kepler-trigon-ii1.jpg

HEILIG, G. K. (2004) Sustainable Rural Development [online] Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. [cit. 20015-02-14]. Dostupné z WWW: http://www.iiasa.ac.at/Research/SRD/rc/rc_30.htm.

HRUŠKA – TVRDÝ, L. (2012) Změny ve struktuře osídlení a jejich dopad na rozvoj měst a regionů. Ostrava: ACCENDO, 2012. ISBN: 978–80–904810-4-6

Chaplin, M. Water Structure and Science. Dostupné z adresy: http://www1.lsbu.ac.uk/water/water_molecule.html

Chown, M., Čarodějná pec (Pátrání po původu atomů), Granit 2005, Praha, ISBN 80-7296-046-6,

Jakeš, Petr: Planeta Země. Mladá Fronta, 1984, Edice Orbis pictus, svazek druhý.

Johnson, I, (2012) Comparative Study of Pressures and Measures in the Major River Basin Management Plans‘ - Task 2c (Comparison of Specific Pollutants and EQS): Final Report, WRc plc, Swindon, UK, pp. 223.

Klír, A., Klokner, F. (1923) Stavitelství vodní, II. Část, Česká matice technická, [1] Technický průvodce pro inženýry a stavitele, Praha, 1923, s. 134.

Klokner, F. (1906) O továrních komínech, nákladem F. Šimáčka, Praha, 1906, s. 21.

Kolektiv autorů, 1000 vynálezů a objevů, nakladatelství Svojtka 2009, Praha, ISBN 978-80-256-0214-0,

Löw, J., Míchal, I. (2003): Krajinný ráz. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 552s.

Löw, Jiří, Jaroslav Novák :Typologické Členění Krajin České Republiky. Výzkumný Úkol MŽP ČR VaV/640/1/03, 2003–2005.,Urbanismus a územní rozvoj, XI (2008) [online]. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/publikace/uur/2008/2008-06/06_typologicke.pdf> [cit. 20159-02-10].

Míchal, I. (1994): Ekologická stabilita. 2. vyd., Veronica, Brno, 276 s.

Miklós, L., Izakovičová, Z. (1997): Krajina ako geosystém. 1.vyd., VEDA, Bratislava, 153 s.

Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí (2013) Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky - Stav ke dni 31.12.2012, Praha, s. 132.

MUSIL, J. (1996) Sociologie města. In: Velký sociologický slovník. Praha: Karolinum 1996.

MUSIL, J. (2011) O obnově komunit ve městech. In. Industriální město v postindustriální společnosti (4. díl) Závěrečná monografie. Ostrava: ACCENDO, 2011. ISBN: 978-80-904810-1-5

Novák, M., Šebesta, V., Votruba, Z., Bezpečnost a spolehlivost systémů, ČVUT Praha, 2003, ISBN 80-01-02807-0,

Novický, O., Treml, P., Mrkvičková, M., A., Kašpárek, L., Brzáková, J., Horáček, S., Vaculík, M. (2009) Teploty vody v tocích České republiky, VÚV TGM, v.v.i., ISBN 978-80-85900-91-0, s. 136.

Novický, O., Vyskoč, P., Vizina, A., Kašpárek, L., Picek, J. (2008) Klimatická změna a vodní zdroje v povodí Vltavy, VÚV TGM, v.v.i., ISBN 978-80-85900-79-8, s. 29.

Olah, B. (2003): Vývoj využitia krajiny Podpoľania: starostlivosť o kultúrnu krajinu prechodnej zony BR Poľana. Vedecke štúdie 1/2003/B, TU Zvolen, Zvolen, 111 s.

Pfefferkorn, R.: Fyziku částic nečekají nudné časy. Forum 1/2014, sešit č. 28.

PROCES (2013) Metodika vyhodnocení vlivů politiky územního rozvoje a územně plánovací dokumentace na udržitelný rozvoj území- Ostrava: PROCES – Centrum pro rozvoj obcí a regionů, s.r.o. Dostupná z < http://rozvoj-obce.cz/metodika/>

Richling, A., Solon, J. (1996): Ekologia krajobrazu. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa, 319 s.

Ružička, M. (1996): Rozvojové smery v krajinnej ekológii. Zborník referátov a posterov z multidisciplinárneho seminára při príležitosti 30. výročia založenia ÚKE SAV. Bratislava, ÚKE SAV, s. 7–12.

Sklenička, P. (2003): Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 321 s..

Sočava, V. B. (1978): Introduction to teaching on geosystems. Nauka, Novosibirsk, 318 s.

Soldán, P., Pavonič, M., Bouček, J. and Kokeš, J. (2001). Baia Mare Accident – Brief Ecotoxicological Report of Czech Experts, Ecotoxicology and Environmental Safety, 49, 2001, str. 255-261.

Thomas, K.V., Bijlsma, L., Castiglioni, S., Covaci, A., Emke, E., Grabic, R., Hernández, F., Karolak, S., Kasprzyk-Hordern, B., Lindberg, R.H., Lopez de Alda, M., Meierjohann, A., Ort, CH., Pico, Y., Quintana, J.B., Reid, M., Rieckermann, J., Terzic, S., Alexander L.N. van Nuijs, Pim de Voogt (xxxx) Comparing illicit draug use in 19 Europen cities trhrough sewage analysis, Science of the Total Environment 432, 2012, 432-439.

Treml, P. (2011) Stanovení vhodných indikátorů pro identifikaci výskytu, předpověď a vyhodnocení intenzity období sucha pro podmínky České republiky. In: Výzkum a ochrana hydrosféry – výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů, Zpráva pro kontrolní den 3/2011, VÚV TGM, v.v.i., s. 78-85.

UNEP/OCHA (2000). Spill of liquid and suspended waste at the Aurul S.A. retreatment plant in Baia Mare, UNEP, Geneva.

Valcárcel, Y., Martínes, T., Gonzáles-Alonso, S., Segura, Y., Catalá, M., Molina, R., Montero-Rubio, J., C., Mastroianni, N., López de Alda, M., Postigo, C., Barceló, D. (2012) Drugs of abuse in surface and tap waters of the Tagus River basin: Heterogeneous photo-Fenton process is effective in their degradation. Environment International. 2012, vol. 41, s. 35-43. Dostupné z adresy: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160412011002868

Vaníček, V. (1980): Ochrana životního prostředí – ochrana a tvorba krajiny, skriptum. VŠZ, Brno, 84 s.

Veverka, M., Evoluce svým vlastním tvůrcem – od velkého třesku ke globální civilizaci, Prostor 2014, Praha, ISBN 978-80-7260-294-0,

Vonka, M., Kořínek, R. (2013) Dokumentace, pasportizace a návrhy nového využití továrních komínů s vodojemy, Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, č. 5, 2013, ISSN 0322-8916, s. 4–7.

Vyhláška č. 175/2011 Sb. ze dne 20. června 2011, kterou se mění vyhláška č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků.

Vymětal, J. Informační zdroje v odborné literatuře. Wolters Kluwer 2010, Praha, ISBN 978-80-7357-520-5.

Woit, Peter: Dokonce ani ne špatně. Lesk a bída strunové teorie. Paseka, Praha 2010, váz., 336 stran, ISBN: 978-80-7432-029-3

WUKETITS, Franz M. Přírodní katastrofa jménem člověk:vývoj bez pokroku. Vyd. 1. Praha: Granit, 2006. 207 s. ISBN 80-7296-047-4.

Zlatník, A. (1976): Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných v ČSSR. Zprávy GGÚ ČSAV, roč. 13, č. 3-4, s. 55–64

Zonneveld, I. S. (1995): Land ecology. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 199 s.

Seznam zkratek

CCD	charge-coupled device
CZE	Czech
č.	číslo
ČR	Česká Republika
ČSN	Česká státní norma
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
DAD	Diode Array Detector
EN	Evropská norma
FLD	fluorescenční detektor
HPLC	high-performance liquid chromatography
ITP-CZE	isotachophoresis
km	kilometr
LC	liquid chromatography
m	metr
MS	mass spectrometry
MS	moravskoslezský
MSK	Moravskoslezský kraj
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OVaK	Ostravské vodárny a kanalizace
př. n. l.	před naším letopočtem
Sb.	sbírka (zákonů)
str.	strana
tj.	to je
UNECE	The United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	United Nations Environment Programme
VŠB-TU	Vysoká škola báňská - Technická univerzita
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský Tomáše Garrigue Masaryka
v.v.i.	veřejná výzkumná instituce
WFD	Water Framework Directive

http://accendo.cz

ISBN 978-80-87955-04-8

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ