Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Příjemce: SPŠ strojnická a SOŠ profesora Švejcara Plzeň

Monitorovací indikátor: **06.43.10 Počet nově vytvořených/inovovaných produktů**
Akce: **Přednáška, KA 5** Číslo přednášky: **9**

Téma: **EXPEDICE ČERNOBYL – NÁSLEDKY JADERNÉ HAVÁRIE**
Lektor: **Ing. Petr Vlček**
Třída/y: **2ST, 3ST, 4ST, 2ME, 4ME**
Datum konání: **2. 10. 2013**
Místo konání: **velká aula**
Čas: **4. a 5. vyučovací hodina** (*od **10.55** do **12.35***)

Osnova přednášky

1. Popis expedice Kyjev – Černobyl – Lvov – Gorgány (doplněný fotografiemi)
2. Radiace a její nebezpečí, jednotky měření záření, poločas rozpadu
3. Havárie elektrárny Černobyl
4. Návštěva Černobylu doplněná fotografiemi

Popis expedice Kyjev – Černobyl – Lvov – Gorgány (doplněný fotkami)

Vznik expedice

V květnu 2013 za mnou přišel žák 3ST a požádal mi, zda bych mu nepomohl zařídit cestu do a exkurzi na do elektrárny Černobyl. Vymínil jsem si, že když už zaplatíme dopravu, pojdeme alespoň na 14 dnů a podíváme se i jinam. A tak vznikla expedice, kdy jsme navštívili 2 velká města s odlišnou atmosférou a podívali jsme se i na hory.

Jak se dostat do Čenobylu

Agentury. Sídlí většinou v Kyjevě. Pořádají jednodenní i vícedenní zájezdy. Ačkoliv figurují na internetu, je s nimi těžká komunikace. Neodpovídají na emaily, nezvedají telefony a podobně. Cena je poměrně vysoká, částka se skládá z poplatků za vstup do uzavřené zóny, z dopravy, průvodce a jejich marže. Podmínkou je, aby na Váš požadovaný termín jelo alespoň 25 lidí.

Soukromá cesta. Je nutno mít přeložený dokument o zdravotní prohlídce, že jste způsobilý dostat jistou dávku záření. Pak je nutno obejít chronologicky asi 3 úřady, kde Vám schválí žádost o povolení vstupu do uzavřené zóny. Na základě toho Vám na jiném úřadě vydají na asi 14 denní interval termínů - povolení vstupu do zóny. Pokud tohle všechno máte, je nutno si sehnat průvodce a automobil s řidičem, který Vás odveze. Sehnat řidiče není jednoduché, protože i on a auto, musí mít podobná povolení.

Trasa cesty – itinerář

Během přednášky promítání fotografií a volné povídání o samotné cestě bez Černobylu. S vyprávěním zážitků

- **První den:** odjezd na noc směr Košice

- **Druhý den:** prohlídka Košic, cesta do Čierné nad Tisou a Čopu a do Lvova
- **Třetí den:** Centrum Kyjeva (náměstí Nezávislosti a okolí), kláštery Sv. Sofia a sv. Michala, Dněpr a ostrov Hydropark
- **Čtvrtý den:** Svaté místo Kyjevská Lávra, Vojenská musea, Mať Ukrajiny, plavba do Dněpru do Višgorodu ke Kyjevskému moři.
- **Pátý den:** Návštěva uzavřené oblasti – Černobyl
- **Šestý den:** Kyjev: oblouk Rusko–ukrajinského přátelství, oficiální Kyjev (parlament, radnice, budovy ministerstev), Arabský trh, okolí Olympyjského stadionu, židovská synagoga. Večer odjezd směr Lvov
- **Sedmý den:** Procházka Lvovem (Vysoký zámek, náměstí radnice, gotické domy, kostely, kláštery). Dobrodružný přejezd do Osmolody v Gorgánech.
- **Osmý den:** Přechod pohoří Gorgány. Výstup k chatě Plišče a na Grofu (1748 mnm). Sestup přes Grofské pleso do doliny Moloďa
- **Devátý den:** Výstup na Moloďu, přechod k bývalé hranici CS/P. Sestup do vesnice Svoboda, Siněvirské jezero
- **Desátý den:** Autobusem do Volovce, Užgorodu a Čopu. Vlakem do Černé nad Tisou, a Košic
- **Jedenáctý den:** Příjezd vlakem do Plzně

<u>Příklad jednoho z příběhů</u>

Cílem naší cesty je zapadlá vesnice Osmoloda na severním úpatí pustých Gorgán. Jsou to hraniční hory mezi bývalým Polskem a ČSR, dnes Zakarpatskou a Ivano-Frankovskou oblastí. Čeká nás přechod divočiny, kde v relativním obdélníku rozměru 50X200 km jsou jen vrcholky hor a hluboké doliny plné medvědů a vlků. Uvnitř této oblasti nejsou vesnice, ale jen řídké samoty lesníků a hájovny.

V průvodci píší: „*Dostat se do Osmolody se rovná částečnému dobrodružství. Většina Ukrajinců o této zapadlé vesnici prostě nikdy v životě neslyšela. Nejlepší je použít autobus z Ivano-Frankovska nebo ze Lvova směr Dolina. Odtud občas jezdí do Osmolody přímé autobusy či taxíky údolím řeky Limnické přes Jasen. Cesta z Doliny trvá kolem dvou hodin.*“

Právě proto vedou naše kroky Doliny. Ptám se na autobusovém nádraží šoférů a lidí, aby poradili, zda nějaký spoj jede. Většina domorodců kroutí hlavou na znamení, že neví, kam vlastně chci jet, až jeden řidič, co za chvíli jede do Ivano-Frankovka mi nabízí své služby. Máme vystoupit za 15 kilometrů na odbočce z hlavní cesty a čekat. Údajně má večer jakýsi autobus jet. Informaci potvrzuje i místní spolucestující.

Vystupujeme tedy na křižovatce. Je již pozdní odpoledne. Označník tu zastávky tu není. Do Osmolody máme ještě asi 60 km. Hory se rýsují v dáli, jinak jsme ještě v nížině. Čeká tu starší paní, zdá se tedy, že by cosi mohlo jet. Od ní se dozvídáme, že se zřejmě do Osmolody dnes už nedostaneme. Jakýsi autobus prý má jet do dvou hodin, přesně neví kdy. Jede ale jen do Jasenu, asi 25 km od našeho cíle. Do Osmolody prý jezdí autobus jen brzy ráno (okolo páté hodiny) a kolem poledne se vrací, takže již ujel. Má to být linka Dolina –

Osmoloda a zpět. Paní nám nabízí, že zná lidi, kteří nás v Jasenu ubytují a ráno prý nás doprovodí na autobus.

Čekáme a bavíme se s ní o všem možném ještě asi půl hodiny. Tu a tam okolo nás projede auto, či mikrobus naším směrem. Až jeden mikrobus paní zastaví. Není to sice linka do Jasenu, ale mikrobus, jehož řidič se právě sem vrací domů. Nabízí nám svezení. Dává se s námi do řeči a my mu vysvětlujeme, kam se potřebujeme dostat. Říká nám, že dnes už nemáme z Jasenu šanci. Pak vezme mobil a já pochopil, že nám domlouvá odvoz. Po několika hovorech se to podařilo. Před jeho domem by na nás mělo čekat osobní auto, které nás do Osmolody odveze.

Ptám se na cenu. Pán chce za autobus 50 hřiven a za auto 100 (celkem asi 350 Kč za oba). To nám vyhovuje i s přihlédnutím k tomu, že auto se musí vrátit zpět a že v Jesenu končí asfalt a jak říká, je tam těžká cesta.

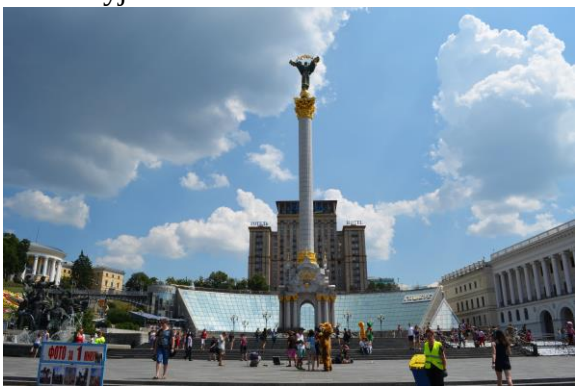
Jak to paní slyšela, nastává tvrdá hádka. Sprostými slovy nešetří ani řidič, ani paní. „Vy jste strašná generace zlodějů a rychlo-zbohatlíků, kteří neváhají okrást cizince“, byla nejslušnější věta. Hádka i nenávist se stupňují. Po chvíli si paní odplivla a zmlkla. Nás se pak snažila přemlouvat, abychom vystoupili s ní. Když pochopila, že nabídku šoféra přijímáme, změnila se její vřelost v nevraživost vůči nám. Když jsme přijeli na kraj Jasenu, dala řidiči 5 hřiven a řekla, že je důchodkyně, má na autobusy slevu a s noblesou vystoupila. Opět lítaly sprostá slova z úst řidiče….

Jeli jsme ještě asi 6 kilometrů a před domem řidiče na nás čekalo auto. Naložilo nás a opravdu terénní cestou podél řeky nás vezlo dál. Za vesnicí začalo konečně údolí, které se postupně zužovalo. Projeli jsme ještě 2 zapadlé vísky a zastavili jsme v Osmolodě před penzionem, který jsem objevil při mé cestě před několika lety. Tehdy jsme přišli z východního hřebene a pokračovali odtud dále na severozápad.

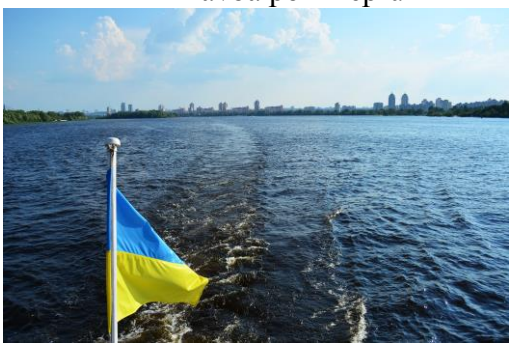
<u>Ukázky fotografií</u>

Košice

Kyjev – náměstí Nezávislosti

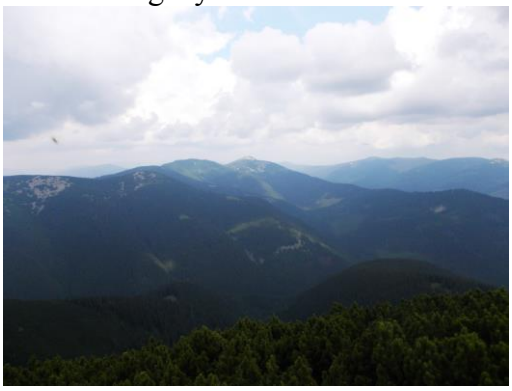


Plavba po Dněpru



Lvov

Gorgány



Siněvirské jezero

Radiace a její nebezpečí, jednotky měření záření, poločas rozpadu

Definice radioaktivity

Radioaktivita, nebo-li radioaktivní rozpad je samovolná přeměna jader nestabilních nuklidů na jiná jádra, při níž vzniká ionizující záření. Změní-li se počet protonů v jádře, dojde ke změně prvku. Radioaktivitu objevil v roce 1896 Henri Becquerel u solí uranu. K objasnění podstaty radioaktivity zásadním způsobem přispěli francouzští fyzikové Pierre Curie a Maria Curie-Skłodowska polského původu.

Jednotky radioaktivity

Veličina	Definice	Jednotka	Rozměr jednotky
Aktivita	Očekávaná hodnota počtu jaderných přeměn uskutečňujících se v daném množství látky za jednotku času. $A = \left\lvert \frac{\mathrm{d}n}{\mathrm{d}t} \right\rvert$	becquerel [Bq]	[s^{-1}]

Veličina	Definice	Jednotka	Rozměr jednotky
Kerma	Poměr součtu kinetických energií dE_{tr} všech nabitých částic uvolněných nenabitými částicemi ve hmotě dm látky a hmotnosti dm tohoto materiálu $K = \frac{dE_{tr}}{dm}$	Gray [Gy]	[J kg^{-1}]
Absorbovaná dávka	Základní veličina dávky daná poměrem $D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$ kde $d\bar{\varepsilon}$ je střední energie sdělená látce o hmotnosti dm ionizujícím zářením.	Gray [Gy]	[J kg^{-1}]
Ekvivalentní dávka	Dávka ve tkáni nebo orgánu T daná vztahem $H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$ kde $D_{T,R}$ je střední absorbovaná dávka ze záření R ve tkáni nebo orgánu T, a w_R je radiační váhový faktor.	Sievert [Sv]	[J kg^{-1}]
Efektivní dávka	Součet ekvivalentních dávek ve všech výslovně uvedených tkáních a orgánech těla, vážený ve vztahu k radiosenzitivitě tkání, a daný výrazem $E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$ kde H_T je ekvivalentní dávka ve tkáni nebo orgánu T a w_T je tkáňový váhový faktor.	Sievert [Sv]	[J kg^{-1}]

Poznámka: Ačkoli SI uznává jen jednotky Bq,Gy,Sv stále se můžeme setkat staršími jednotkami jako Curie (Ci), Rentgen (R), Rem, rad.

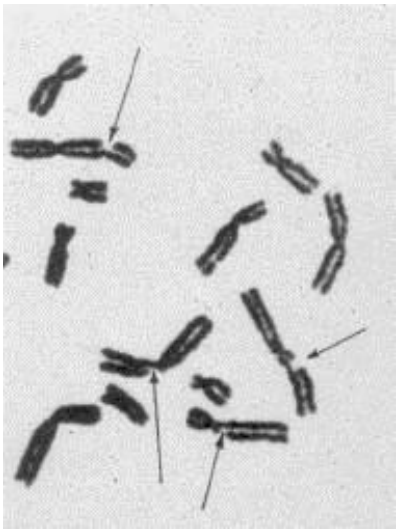
Vliv radiace na lidský organismus

Lidské tělo se skládá z mnoha buněk, z nichž každá plní určitou úlohu. Radioaktivní záření může rozbít molekuly, ze kterých je buňka postavena. Může také změnit vlastnosti atomů v molekule. Takto poškozená buňka pak často mění své chování, nebo zahyne. Buňky mají také schopnost poškození opravovat. Pokud však poškození překročí jistou mez nebo zasáhne citlivou část buňky, může být škoda nenapravitelná. Život buňky zasažené radioaktivitou se může vyvíjet třemi směry:

1. **Buňka poškození opraví a bude žít dál.**

2. **Buňka zahyne na následky rozsáhlých poškození**. Pak záleží na počtu zemřelých buněk, zda bude zasažen i celý organismus. V případě odumření většího počtu buněk mohou selhat postižené orgány a způsobit smrt. Jedná se o tzv. ne stochastické účinky záření, někdy označované jako akutní nemoc z ozáření:
Vysoké dávky nad 30 Sv poškodí centrální nervový systém tak, že smrt nastává nevyhnutelně během hodin nebo několika dnů. Mezi příznaky patří nevolnost, prudké zvracení, dezorientace, kóma.

Nižší dávky od 10 do 30 Sv způsobí těžká poškození vnitřních orgánů, zejména trávicího ústrojí. V prvních hodinách následuje nevolnost a zvracení. Pak se uvnitř zažívacího traktu objeví vředy, doprovázené ztrátou tekutin a infekcemi. Smrt nastává během několika týdnů, většinou kvůli neschopnosti poškozených buněk vystýlky střeva vytvořit dělením novou generaci.
Dávky mezi 1 a 10 Sv vyvolají zpočátku nevolnosti a zvracení. Poté následuje období, kdy se pacientu uleví. Polovina nemocných však nakonec umírá na vážné poškození buněk v kostní dřeni, které zásobují organismus krví.



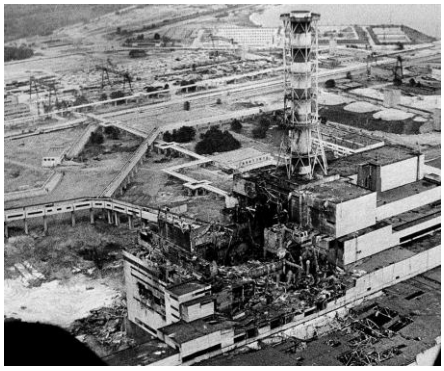
Na obrázku je fotografie lidských chromozomů poškozených radioaktivním zářením gama. Vady jsou označeny šipkami. Rozsah škod závisí na intenzitě záření a době jeho působení.

3. Buňka přežije, ale neopraví všechna poškození. V tom případě hrozí riziko, že vyvolá rakovinné bujení, nebo (jedná-li se o buňku pohlavních orgánů) že se její poškození projeví tím, že narozené dítě bude mít vrozenou vadu. Vrozená vada nemusí být viditelná, může jít i o ukrytou rakovinu, která se projeví později v životě dítěte. Jedná se o tzv. stochastické účinky záření.
Do poslední oblasti patří účinky nízkých dávek záření, zejména v případě jejich dlouhodobého působení na člověka. Nebezpečím malých dávek záření se zabývá mnoho studií, ty ale nedospěly k jednoznačným závěrům. Ukazuje se, že právě na dlouhodobé účinky malých dávek záření je lidský organismus mnohem citlivější, než se dříve předpokládalo.
Další problém spočívá v tom, že u nádorů a genetických poškození lze předpovědět pouze nárůst jejich výskytu u celé populace, ale nelze rozeznat v žádném jednotlivém případě, zda se jedná o následek ozáření.
Podle současných mezinárodních autorit (ICRP, UNSCEAR, BEIR) se riziko smrtelných následků záření pohybuje od 0,05 do 0,2 úmrtí na tzv. kolektivní dávku 1 Sv. Kolektivní dávka znamená, že nezáleží na tom, zda dostalo 1000 lidí dávku 100 mSv nebo 10 000 lidí dávku 10 mSv. Riziko úmrtí zůstává v obou případech stejné - v obou případech lze očekávat předčasnou smrt 5 lidí.

V zásadě tedy platí, že žádná, ani sebemenší dávka, není úplně bezpečná - vždy zvyšuje riziko úmrtí člověka, většinou vznikem rakoviny. Otázkou zůstává, o kolik je riziko úmrtí dávkou zvýšeno. Zde jsou mezi odborníky rozdílné názory, nicméně dlouhodobě se věda k rizikům záření staví stále opatrněji. Za posledních čtyřicet let se mezinárodně doporučované limity radiačních dávek pro obyvatele snížily 15-násobně. Dnes činí 1 mSv za rok.

Poločas rozpadu
Je důvod, proč jsou rozsáhlá území zamořená „radiací“ tak dlouhou dobu.
Je to doba, za kterou se přemění polovina z celkového počtu atomárních jader ve vzorku. Pro konkrétní izotop je konstantní. Má hodnotu od zlomku sekundy až po milióny let.
Příklady poločasů rozpadu nejznámějších izotopů:
^{235}U – 7,1* 10^6 let (používaný jako palivo v reaktorech VVER-1000 v Temelíně)
^{239}Pu- 24 110 let (používaný v nukleárních zbraních)
^{137}Cs- 30 let (prvek působící kontaminaci Černobylské zóny)
Než klesne úroveň radioaktivity na nepatrnou (dojde k rozpadu jader) musí poločas rozpadu uběhnout desetkrát. To znamená, že Černobyl bude bezpečný pro život nejdříve za 300 let.

Havárie elektrárny Černobyl



Jaderná elektrárna V. I. Lenina (dnes známá jako Černobylská jaderná elektrárna) leží na severní Ukrajině. Její stavba začala v roce 1970 spolu s městem Pripjať, které sloužilo jako ubytování pro zaměstnance elektrárny. Ve své době to měla být se svými plánovanými deseti reaktory typu RBMK největší jaderná elektrárna světa, chlouba SSSR. Tyto plány ale přerušil 26. duben 1986, kdy po nezdařeném testu poslední dokončený reaktor číslo čtyři explodoval.

Během testu se mělo ukázat, zda po dobu několika sekund bude při výpadku energie z reaktoru i ze záložního zdroje, turbogenerátor schopen napájet vodní pumpy bezpečnostních systémů.

Experiment se ale nezdařil a kombinovanou vinou obsluhy neznalé charakteristik reaktoru a vlastních konstrukčních nedostatků reaktoru došlo k roztavení regulačních grafitových tyčí. Poté výkon reaktoru strmě narůstal a nahromaděná pára vyvinula takový tlak, že odmrštila 1 000 t vážící víko reaktoru kolem půl druhé hodiny ráno a současně vychrlila do ovzduší radioaktivní materiál.

Brzy po havárii se k nehodě sjeli hasiči a začali požár hasit vodou. Jádro reaktoru bylo ale roztavené na 2000°C a voda se začala rozkládat na vodík a kyslík, což bylo doprovázeno dalšími výbuchy, které měly za následek neustálé chrlení radioaktivních částic do ovzduší.

Teprve ráno se zjistily plné následky havárie a přivolaný komisař začal situaci řešit. Do Černobylu svolal tisíce členů armády a jiných pracovníků, aby začali pracovat na odklízení trosek a do reaktoru byl shazován písek společně s kyselinou boritou, která

neutralizuje radioaktivitu. Část střechy ale takovou zátěž nevydržela a zřítila se, což mělo za následek další únik radioaktivního materiálu. Až třetí den po havárii bylo z oblasti evakuováno kolem 135 000 lidí, z toho 50 000 obyvatel města Pripjať. Poté byl reaktor postupně zapečetěn sarkofágem postaveným průmyslovými roboty společně s likvidátory. Krátce po nehodě přišlo o život 31 lidí, většina na akutní nemoc z ozáření. Odhady počtu obětí následného ozáření se velmi různí.

<u>Návštěva Černobylu doplněná fotografiemi</u>

Volné vyprávění o návštěvě zakázané zóny doplněné fotografiemi – ukázky fotografií

Radioaktivita stromu

Pripjať

havarovaný reaktor

<u>Použitá literatura:</u>
Internetové odkazy:
http://www.ecn.cz/ENV/Temelin/c11/RADIACE.HTM
http://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/
http://cs.wikipedia.org/wiki/Radioaktivita
<u>Fotografie:</u> Ing. Petr Vlček a Karel Nekut

PS: dne 24.92013 v 11:00 odvysílal Český rozhlas Plzeň v pořadu Panoráma rozhovor s hostem na téma této expedice