

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**2136277**

**DIPLOMOVÁ PRÁCA**

**2011**

**Lenka Magušinová, Bc.**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**VYUŽITIE E-LEARNINGU PRI SPRACOVÁVANÍ  
ENVIRONMENTÁLNYCH TÉM V PROGRAME  
SPOĽAHLIVOSŤ A BEZPEČNOSŤ TECHNICKÝCH  
SYSTÉMOV**

**Diplomová práca**

Študijný program: Spôľahlivosť a bezpečnosť technických systémov  
Študijný odbor: 2386800 Kvalita produkcie  
Školiace pracovisko: Katedra Fyziky  
Školiteľ: RNDr. Vlasta Vozárová, PhD

**Nitra 2001**

**Lenka Magušinová, Bc.**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Lenka Magušinová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Využitie e-learningu pri spracovávaní environmentálnych tém v programe Spôľahlivosť a bezpečnosť technických systémov“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 25. apríla 2011

Lenka Magušinová

### **Pod'akovanie**

Touto cestou by som chcel vysloviť poďakovanie RNDr. Vlaste Vozárovej, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práci.

V Nitre 25. apríla 2011

Bc. Lenka Magušinová

## **ABSTRAKT**

Práca sa zaoberá využívaním e-learningu vo vyučovacom procese. V teoretickej časti práce sa autor venuje téme, e-learningu a systému LMS Moodle. Hlavným cieľom práce je vytvorenie vzdelávacieho kurzu ako pomôcky vzdelávania pre predmet environmentálna fyzika. Praktická časť práce je venovaná elektronickému kurzu pre environmentálnu fyziku, ktorý autor vytvoril v systéme LMS Moodle. Kurz je určený predmetu environmentálna fyzika, téma ionizujúce žiarenie. Hlavným výsledkom práce je vytvorený elektronický kurz.

Každá kapitola kurzu pozostáva z teoretickej a praktickej časti. V teoretickej časti sú definované teoretické poznatky z danej problematiky, základne pojmy, veličiny a vzťahy, ktoré dávajú základný predpoklad pre bezchybné riešenie fyzikálnych úloh. Praktická časť pozostáva zo zbierky skúšobných testov danej kapitoly.

**Kľúčové slová:** e-learning, elektronický kurz, ionizujúce žiarenie, LMS Moodle

## **ABSTRACT**

The work examines the use of e-learning in the teaching process. The theoretical part of the author speaking on e-learning system and Moodle. The main objective of this work is to create a training course as training aids for the subject Environmental Physics. The practical part is devoted to the electronic exchange of environmental physics, the author created a system in Moodle. The course syllabus is designed environmental physics topic ionizing radiation. The main result of the work is created electronic course.

Each chapter of the course consists of theoretical and practical parts. The theoretical part is defined theoretical knowledge of the issues, basic concepts, values and relationships that give the essential precondition for error-free addressing the physical challenges. The practical part consists of a collection of benchmark that chapter.

Keywords: e-learning, online course, ionizing radiation, Moodle

# Obsah

ÚVOD.....	8
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....	10
1.1 Spôľahlivosť a bezpečnosť technických systémov a jej e-learningová podpora systémom LMS Moodle.....	10
1.2 E-learning.....	13
1.2.5 Úrovne e-learningu.....	17
1.2.7 Podporné systémy e-learningu .....	19
1.3.2 Základné zložky a stupne možností využitia e-learningu.....	22
1.3.3 Štandardy e-learningu.....	23
1.6 LMS Moodle .....	28
2 CIEĽ PRÁCE .....	39
3 METODIKA PRÁCE.....	40
3.1 Tvorba vzdelávacieho kurzu Ionizujúce žiarenie.....	40
3.2 Téma a obsah kurzu .....	40
3.3 Ciele kurzu .....	40
3.3 Cieľová skupina .....	41
3.4 Vstupné poznatky.....	41
3.5 Výstupné poznatky.....	42
3.6 Učivo v kurze a obsah jednotlivých kapitol.....	42
3.7 Ciele jednotlivých kapitol .....	43
3.8 Informačné zdroje použité pri tvorbe obsahu.....	44
4 VLASTNÁ PRÁCA .....	45
4.1 Základné vlastnosti atómových jadier.....	45
4.1.1 História a vývoj.....	45
4.1.2 Zloženie jadra atómu .....	46
4.1.3 Polomer a hmotnosť jadra.....	47

4.1.4	Základné veličiny jadrovej fyziky .....	47
4.2	Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia .....	49
4.2.1	Ionizujúce žiarenie a základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia .....	49
4.2.2	Jadrové žiarenie .....	50
4.2.3	Klasifikácia jadrových reakcií .....	51
4.2.4	Transmutácie, trieštenie a štiepenie .....	51
4.2.5	Röntgenové žiarenie .....	54
4.3	Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou .....	55
4.3.1	Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou .....	55
4.3.2	Klasifikácia interakcií .....	56
4.3.4	Ionizácia a excitácia .....	57
4.4	Zdroje ionizujúceho žiarenia .....	58
4.4.1	Zdroje prírodnej rádioaktivity .....	58
4.4.2	Zdroje umelej rádioaktivity .....	60
4.4.3	Priemyselné zdroje žiarenia .....	61
4.5	Využitie ionizujúceho žiarenia .....	61
4.5.1	Jadrový reaktor a jadrová elektrárňa .....	61
4.5.2	Jadrové elektrárne na Slovensku .....	62
4.5.3	Ionizujúce žiarenie v priemysle .....	63
4.5.4	Aplikácia uzavretých žiaričov .....	64
4.5.5	Aplikácia otvorených žiaričov .....	65
5	ZÁVER .....	67
6	ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV .....	68
	PRÍLOHY .....	71



# ÚVOD

Doba v ktorej žijeme je uponáhľaná, nikomu sa nechce na nič čakať, všetci chcú získať všetko rýchlo, lacno, ale zároveň, čo najkvalitnejšie. Je to doba, kde sa všetko rýchlo mení. To, čo bolo moderné včera, je už zajtra zastaralé. Veľké spoločnosti sa pretekajú, ktorá z nich vyrobí rýchlejší internet, výkonnejší počítač alebo mobil. Klasické písanie listov nahradili e-maily, pevné linky nahradili mobilné telefóny. Všetko rýchlo napreduje, a veľké zmeny nastávajú aj vo vzdelávaní. Jedným z nových trendov v súčasnom vzdelávaní je E-learning. Jeho začiatky siahajú už do 19.st., teda do čias priemyselnej revolúcie, kedy bola obrovská túžba po zmene všetkého. Fenoménom 21. stor. sa stalo E-vzdelávanie. V súvislosti s modernými formami vzdelávania sa často stretávame s pojmami: “e-learning”, “dištančné vzdelávanie”, “otvorené vzdelávanie”, “distribuované vzdelávanie”, “flexibilné vzdelávanie”, “online a offline vzdelávanie” ap. E-learning dáva študujúcim určitú slobodu a voľnosť, preto je vhodné pre všetkých, ktorí si chcú doplniť svoje vzdelanie. Učiť sa na diaľku znamená zvládať vedu samostatne bez účasti na tradičnej forme vyučovacej hodiny. Každý účastník tohto procesu si sám určuje cieľ vzdelávania prispôsobený vlastným potrebám a podmienkam rytmu svojho života. To posúva e-learning dopredu. A preto z hľadiska šetrenia času je rozhodne vzdelávanie e-learningom jedným z najzaujímavejších smerom získavania kvalifikácie.

E-learning si našiel uplatnenie v rôznych oblastiach spoločenského života ľudí. Existujú rozsiahle štúdie, ktoré popisujú, v čom má e-learning pozitívne prínosy a čo naopak je slabou stránkou tejto formy vzdelávania. Jednou z pozitívnych stránok elektronického vzdelávania je aj znižovanie primárnych nákladov (cestovné náklady, náklady na prenájom a údržbu vzdelávacích priestorov, a pod.) súvisiacich s realizáciou vzdelávania. To bol tiež jeden z dôvodov, prečo sa e-learning stal atraktívnym prostriedkom výučby nie len na vysokých školách. E-learning pomaly získava svoje uplatnenie aj vo výučbe na stredných a základných školách, preto že e-learningové vzdelávanie môže prebiehať nie len samostatne, ale aj ako podpora tradičného vzdelávania.

E-learning je moderný spôsob výučby s podporou IKT, kde vzdelávanie prebieha prostredníctvom elektronických kurzov. Hlavnou úlohou súčasnej školy je

plniť nie len výchovnú a vzdelávaciu funkciu, ale aj motivačnú funkciu. Zavádzaním elektronických kurzov škola inovuje edukačný proces a zároveň vzbudzuje u študentov záujem a motiváciu pri štúdiu. Dôležité je efektívne a dôkladné využívanie IKT, ktoré podnecujú k aktivite a interakcii. To je primárnym kľúčom k upútaniu pozornosti študentov, preto že študenti sú samostatné individuality, ktoré sú rozdielne, majú rozdielny spôsob a rýchlosť učenia sa. Preto je pre nich dôležité, keď si môžu voľiť vlastný smer a spôsob učenia sa. Toto všetko ponúkajú elektronické vzdelávacie kurzy, ktoré nachádzajú vo vzdelávaní stále väčšie uplatnenie a obľubu.

Dnešná doba je založená na vedomostiach, spoločnosť vyžaduje ľudí mysliacich kriticky a strategicky, ľudí majúcich široký rozhľad, rozsiahle vedomosti a chuť učiť sa stále niečo nové. Individuality sa v tomto rýchlo meniacom sa svete adaptujú a dokážu využiť ponúkané možnosti na prehĺbenie svojich vedomostí. Preto je nevyhnutné zdôrazniť využívanie najmodernejších IKT vo vzdelávaní.

# **1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY**

## **1.1 Spôľahlivosť a bezpečnosť technických systémov a jej e-learningová podpora systémom LMS Moodle**

Informačné a komunikačné technológie prinášajú vo vzdelávaní nové nekonečné možnosti pre svoje využitie vo vzdelávaní. So zavádzaním IKT do vzdelávania sa spája aj vznik a vývoj nových spôsobov a metód vyučovania. Hlavne na vysokých školách technického a prírodného zamerania získavajú IKT najväčšie uplatnenie. Zavádzanie e-learningu je ďalšia schopnosť manažmentu školy, prispôbiť sa technickému pokroku, či dokáže hľadať nové cesty pre svoj ďalší rozvoj a širšie uplatnenie svojich absolventov.

Vysoké školy môžu realizovať krátkodobé aj dlhodobejšie vzdelávacie kurzy, tzv. kurzy celoživotného vzdelávania. Tie môžu byť pomocným zdrojom doplnkových finančných prostriedkov, nie len pre pedagógov, ale aj pre rozpočet školy. Nesmieme zabudnúť na to, že tieto vzdelávacie kurzy môžu byť dobrým prostriedkom na získanie širšieho povedomia o kvalite danej vysokej školy. Môžeme sem zaradiť napr. kurzy ďalšieho vzdelávania pre absolventov fakulty alebo rôzne špecializované študijné kurzy, ktoré umožňujú získať určitý druh certifikátu a podobne.

Elektronický vzdelávací kurz môže byť rovnocennou náhradou za predmet vedený vyučujúcim alebo ho môže dopĺňať. Dôležité je, aby elektronický kurz dôkladne využíval informačné technológie a musí podnecovať k aktivite a interakcii. Tá je kľúčom k upútaniu pozornosti študentov. Výskumy dokazujú, že študenti sa naučia viac keď si môžu kontrolovať smer svojho učenia. Študenti sa líšia v spôsoboch učenia sa, vo výbere metód a v tempe učenia sa.

V súčasnej dobe založenej na vedomostiach, spoločnosť potrebuje ľudí, ktorí myslia kriticky a strategicky, aby neustále riešili problémy. Individuality sa musia učiť v rýchlo sa meniacom prostredí a budovať vedomosti brané z mnohých zdrojov a rôznych uhlov pohľadu. Preto je dôležité zdôrazniť nevyhnutnosť využívania

najmodernejších technických prostriedkov, ktoré umožňujú napríklad úplné využitie počítačovej siete počas prednášok a cvičení.

Nejedná sa o špeciálnu výučbu využívania napr. počítačovej techniky, internetu a najrozličnejších aplikačných softvérov, ale jedná sa o integrálne začlenenie do výučby akýchkoľvek predmetov, ktoré pre nezainteresovaného pozorovateľa nemajú nič spoločné, ako sú napríklad environmentálna fyzika, elektrotechnické predpisy, manažérstvo rizika, inžinierstvo kvality produkcie a i.

Na Technickej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre získalo elektronické vzdelávanie tiež svoju obľubu. Elektronické kurzy, elektronické testovanie a elektronické poskytovanie materiálov a informácií to všetko poskytuje e-learning, ktorý posúva vzdelávanie dopredu. Ucelené systémy, ktoré poskytujú zoznamy literatúry, študijné elektronické testy a rôzne diskusné fóra pre študentov a učiteľov sa stávajú takmer nevyhnutnosťou.

Toto všetko poskytuje LMS Moodle, ktorý je na Technickej fakulte SPU praktickým realizátorom elektronických vzdelávacích kurzov. Prostredie LMS Moodle ponúka tvorcovi kurzu – učiteľovi rôzne moduly. Tie obsahom a formou pomáhajú zaujať pozornosť študentov, zvyšujú ich záujem o vzdelávanie a aktivizujú študenta v dosahovaní čo najlepších výsledkov. Elektronické vzdelávanie dáva študentom možnosť na plnohodnotné a riadené samoštúdium.

Každý jednotlivý študent, ktorý sa vzdeláva prostredníctvom systému LMS Moodle na TF SPU, musí mať pred začiatkom vytvorený vlastný účet – musí sa zaregistrovať a vytvoriť si vlastný profil. Ďalej si vyberá jednotlivé kurzy, ktoré chce navštevovať. Za každý vytvorený kurz v systéme LMS Moodle sú zodpovední konkrétni učitelia, ktorí kurzy vytvoria aj ďalej vedú. V niektorých prípadoch je pre vstup do kurzov nutné aj heslo, ktoré učitelia na základe študentských požiadaviek sprístupňujú. V samotných kurzoch učitelia zadávajú požiadavky a úlohy na základe ktorých, udeľujú študentom zápočty.

To znamená, že v študijnom odbore Spoľahlivosť a bezpečnosť technických systémov (ďalej SBT) je tiež možné využívať elektronické vzdelávanie takmer bez obmedzenia. Povinné a povinne voliteľné predmety študijného programu SBT sú veľmi rôznorodé. Predmety ako napríklad Programovanie I a II, Počítačom podporovaná

výroba a Progresívne metódy konštruovania patria do skupiny predmetov, kde je pre študenta istým spôsobom vhodnejšie, keď sa zúčastňuje prezenčného vzdelávania v škole. Jedná sa totiž o predmety, pri ktorých sa pracuje s počítačom a do istej miery je tu dôležitý výklad pedagóga a záverečné skúšanie prebieha praktickou úlohou. To však neznamená, že dané predmety nemôžu mať elektronickú podporu. Tá môže byť hoci len na základnej úrovni. Pedagóg môže umiestňovať na portál všetky svoje elektronické študijné materiály a oznamy pre študentov. Študenti disponujú len jedným univerzálnym prihlasovacím menom a heslom, ktoré pedagóg určí pre všetkých študentov rovnaké na začiatku semestra.

Stredná úroveň elektronickej podpory spočíva v tom, že každý študent disponuje svojím vlastným heslom a prihlasovacím menom. To umožňuje pedagógovi a študentovi vzájomnú elektronickú komunikáciu. Študent môže elektronicky odovzdávať úlohy a zadania a pedagóg môže následne hodnotiť prácu študentov. Tiež môžu medzi sebou diskutovať na zvolené témy atď.

Plná úroveň elektronickej podpory predmetu zahŕňa predchádzajúce dva stupne. Predpokladá sa aj, že pedagóg disponuje multimediami študijnými materiálmi a na hodnotenie študentov využíva elektronické testy.

Vytvorením elektronických vzdelávacích kurzov, podporuje Technická fakulta samostatnosť študentov vo vzdelávaní, či už dennej, alebo externej formy štúdia. Tvorba elektronických vzdelávacích modulov a ich implementácia do štúdia patrí k aktuálnym úlohám pedagógov. K novým kompetenciám pedagógov patrí aj ovládanie a používanie dostupných prostriedkov IKT, pričom sa do popredia dostávajú vzdelávacie systémy, ku ktorým patrí aj LMS Moodle. Študenti okrem vedomostí z daného predmetu získavajú aj vedomosti, zručnosti a návyky pri práci s IKT, ktoré môžu využiť v ďalších predmetoch ale aj vo svojom nasledujúcom pracovnom živote.

Študijný program Spoľahlivosť a bezpečnosť technických systémov zaradujeme do študijného odboru Kvalita produkcie. Absolventi študijného programu Spoľahlivosť a bezpečnosť technických systémov majú predpoklady na zvládanie nevyhnutných vedomostí a zručností pre aplikáciu analýzy rizík. Ďalej sú schopní posudzovať spoľahlivosť a bezpečnosť technických systémov a zariadení v súlade s domácou, ale aj európskou legislatívou.

Absolventi daného študijného odboru získavajú vedomosti a znalosti o zákonitostiach bezpečnostného inžinierstva. Dobre analyzujú problematiku bezpečnosti a spoľahlivosti technických systémov v plnej miere reprodukčného procesu a navrhujú následné postupy, metódy a riešenia. Absolventi majú poznatky o medzinárodných štandardoch, ktoré sa týkajú spoľahlivosti a bezpečnosti produkcie vo výrobnjej, ale aj nevýrobnej sfére. Ovládajú metodiku spracovania údajov a majú poznatky o účinnom využívaní informačných technológií. Získané poznatky a znalosti inžinierstva a kvality produkcie umožňujú absolventovi študijného programu, stať sa dobrým manažérom integrovaného systému riadenia. Vo všeobecnosti to znamená, že absolventi sú schopní uplatniť sa na trhu práce vo všetkých odvetviach hospodárstva a na rôznych stupňoch riadenia. Ponúkané študijné predmety vytvárajú u absolventov hlboké technické poznatkami a vedomosti, ovládajú informačné technológie a ekonomické základy výroby.

## **1.2 E-learning**

Vo všeobecnosti sa pod pojmom E-learning rozumie výučba alebo učenie s využitím elektronických prostriedkov. E-learning nenahrádza klasickú výučbu, ale ju dopĺňa a tiež rozširuje získané vzdelanie o nové témy. Elektronické vzdelávanie je považované za jednu z najrozšírenejších a zároveň najvýhodnejších foriem dištančného vzdelávania. Je to efektívne využitie informačných a komunikačných technológií v procese výučby. Výchovno-vzdelávací proces je riadený pomocou elektronických médií ako napr. internet, satelitné vysielanie, intranet, extranet, interaktívna televízia.

### **1.2.1 Definície e-learningu**

Definovať presne e-learning, nie je až tak jednoduché, pretože názory aj definície naň sú odlišné, ale je možné na pojem e-learningu hľadiť z dvoch uhlov:

- I.* širší význam pojmu e-learning je aplikácia nových multimediálnych technológií a internetu do vzdelávania za účelom zvyšovania jeho kvality posilnením prístupu ku zdrojom, službám, k výmene informácií a ku spolupráci. Ide hlavne o multimediálnu podporu vzdelávacieho procesu s použitím moderných

informačných a komunikačných technológií, ako napríklad používanie interaktívnych CD-ROM, videí, aplikácií na hodinách denného štúdia;

2. užší význam pojmu e-learning je vzdelávanie, podporované modernými technológiami, realizované prostredníctvom počítačových sietí ako je intranet a internet, čo umožňuje slobodný a neobmedzený prístup k informáciám, ide teda napríklad o sprostredkovanie digitalizovaného obsahu knihy na internete (Kopecký, 2008).

E-learning je podľa definície CISCO online sprístupňovanie informácií, komunikácia, vzdelávanie a tréning. Poskytuje nové nástroje, ktoré pridávajú hodnotu všetkým tradičným výučbovým metódam, štúdiu prostredníctvom učebníc, CD-ROM-ov a počítačovo podporovaným formám výučby. E-learning nenahradzuje klasické edukačné prostredie, pozdvihuje ho ale na vyššiu úroveň, využívajúc výhody nového obsahu a distribučných technológií na umožnenie vzdelávania.

E-learning je elektronické vzdelávanie využívajúce počítačovú sieť na realizáciu, interakciu a podporu výučby. Počítačovou sieťou sa rozumie lokálna sieť LAN, rozľahlá sieť WAN alebo celosvetová sieť internet ([www.e-Learns.com](http://www.e-Learns.com)).

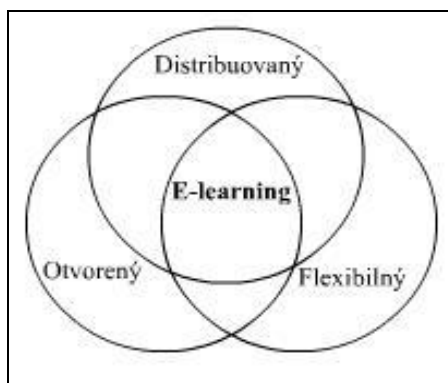
E-vzdelávanie je systém, ktorý využívajúci na poskytovanie obsahu, riešenie úloh, komunikáciu, administráciu a riadenie vzdelávania elektronické metódy spracovania, prenosu a uskladňovania informácií (Huba, 2003).

E-learning je vzdelávanie, ktoré je poskytované elektronicky. Nevyhnutným prostriedkom e-learningového vzdelávania je počítač so softvérom a prehliadačom, ktorý umožňuje pracovať v sieti (internet i intranet), súčasťou je multimedialna platforma založená na CD-ROMe alebo DVD. Základom je používanie počítača, siete a vizuálneho a interaktívneho prostredia, hlavné je zameranie sa na vzdelávacie ciele (Eger, 2005).

## 1.2.2 Špecifiká e-learningu

Za špecifiká e-learningu sa považujú:

- flexibilita – maximálna prispôsobivosť potrebám a požiadavkám užívateľa, pružné prispôsobenie formy a do určitej miery aj obsahu výučby, dostupnosť informácií v čase, ktorý si určí samotný užívateľ,
- otvorenosť – minimalizácia vstupných požiadaviek, prístupnosť v rozmanitom čase a priestore, otvorenosť pre rozširovanie kurzov o ďalšie moduly, možnosť integrácie s inými študijnými programami,
- modulárnosť – primárnou vyučovacou jednotkou je modul, a teda konkrétna časť logicky nadväzujúceho obsahu pre určitú tému, pričom moduly je možné prispôbiť požiadavkám konkrétneho užívateľa,
- online – využitie nových informačných a komunikačných technológií skvalitnenie poskytovanie vzdelávania (obsah, organizáciu, servis a pod.)
- dištančnosť - študijné materiály budú realizované metodikou dištančného vzdelávania, ktorá umožní ich univerzálne a flexibilné využitie (Kimlička, 2003).



Obrázok 1 Model otvoreného, flexibilného a distribuovaného e-learningu (Munk,a kol, 2008)

## 1.2.3 Výhody a nevýhody e-learnigu

E-learning prináša vo vzdelávaní veľké množstvo výhod, spomenieme aspoň niektoré, napr. rýchla a účinná komunikácia, poskytovanie veľkého rozsahu informácií kedykoľvek a kdekoľvek, možnosť osobitného študijného tempa každého študenta,



možnosť štúdia aj popri zamestnaní. Prístup k vzdelávacím materiálom je pružný a prípadné zmeny alebo opravy v nich sa vykonávajú rýchlo, jednoducho a bez veľkých nákladov. E-learningové vzdelávanie je ekonomicky výhodnejšie a efektívnejšie. Zjednodušene môžeme povedať, že e-learning poskytuje správne informácie v správnom čase a na správnom mieste.

Nesmieme, ale zabudnúť na nevýhody, ktoré patria k e-learningu, ako napr. vysoké počítačové náklady a nároky na technologickú infraštruktúru a na tvorbu kvalitného vzdelávacieho obsahu, vysoká izolovanosť študujúceho až sociálna osamotenosť, a tým vznikajúce problémy s motiváciou pri štúdiu. Nevýhodou je aj preverovanie vedomostí študentov, pretože na diaľku si učiteľ, ťažko overí, či študent vypracováva zadané úlohy samostatne. Nevýhodou je aj nedostatok vedomostí o tom ako správne využívať e-learning vo vzdelávaní (Host'ovecký - Vincúrová,2006).

#### **1.2.4 Formy e-learningu**

Formy e-learningu podľa Kozíka definujeme ako:

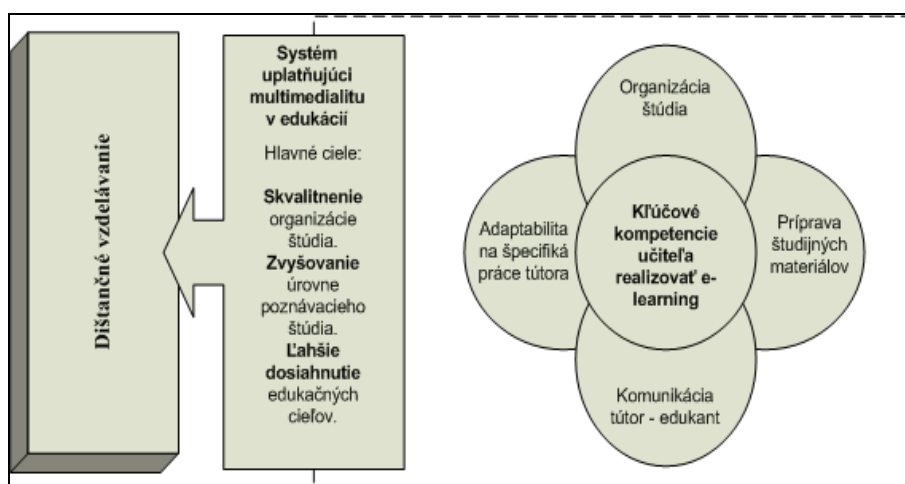
- Samo štúdium (asynchrónna riadená výučba) – jej základom je dodržiavanie presne stanoveného plánu, študent študuje bez interakcie (v reálnom čase) s vyučujúcim. Napr. štúdium pomocou multimedialných programov uložených na prenosných CD-ROMoch alebo DVD-ROMoch.
- Kurzy pre samo štúdium na Internete alebo intranete – sú ponúkané študujúcim prostredníctvom univerzitných serverov bez nároku na poplatok,
- Vyučujúcim vedené štúdium – zvyčajne sa koná v skutočnom (reálnom) čase, je interaktívne a má dynamický priebeh – vyučujúci môže meniť plán alebo priebeh štúdia podľa potrieb študentov v konkrétnom čase.
- Hybridný (zmiešaný) spôsob výučby (nazýva sa aj „blended learning“) – je to výučba uskutočňovaná s podporou IKT a kombinovaná s výučbou „face to face“.

Blended learning má značnú perspektívu do budúcnosti, pretože je vysoko flexibilný a jeho používanie vo vzdelávaní je dôležitým krokom na ceste k hlbšej reforme školstva (Černák, Kútna, 2006).

- Virtuálne triedy pre on-line štúdium na Internete – výučba je realizovaná vo virtuálnych triedach prostredníctvom konkrétneho softvérového vybavenia.

Obmedzenie prístupu do virtuálnej triedy na určitú dobu vytvára na študentov tlak, aby sa pripojili v stanovený čas alebo v priebehu konferencie (Kozík, 2006):.

Nocar rozlišuje formy e-learningu off-line a on-line výučbu. On-line výučbu delí na synchrónnu a asynchrónnu (Nocar, 2004).

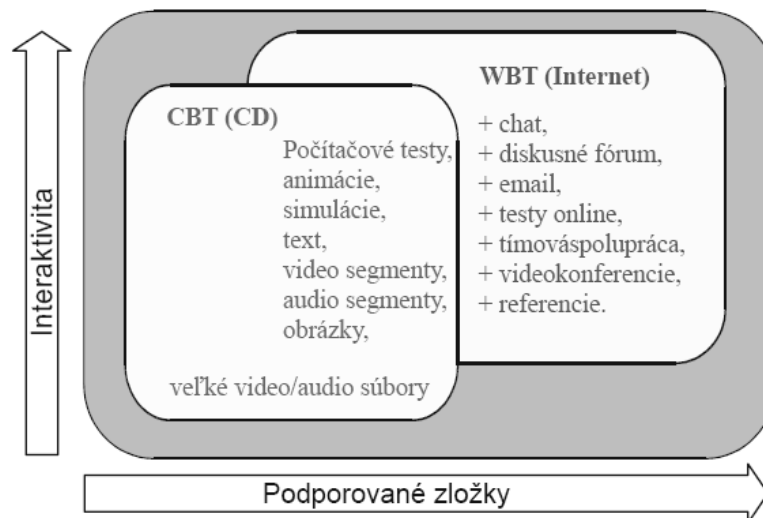


Obrázok 2 Základné prvky edukačného systému podporeného e-learningom (Munk a kol., 2008)

### 1.2.5 Úrovně e-learningu

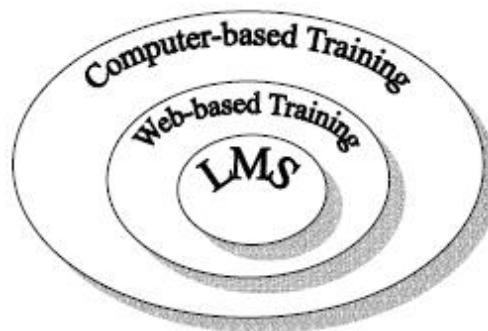
E-ealerning podľa prostriedkov IKT a ich možností môžeme rozdeliť do 3 úrovní:

1. **Computer-based training** – toto vzdelávanie je založené na počítačovej podpore bez pripojenia k sieti – tzv. offline forma štúdia. Všetky študijné materiály sú študentom poskytované na nosičoch (USB, CD, DVD). CBT sa uplatňuje predovšetkým pri domácom samoštúdiu, pri ďalšom vzdelávaní vo organizáciách, ale i vo vzdelávacích inštitúciách.
2. **Web-based training** - týmto pojmom je označované vzdelávanie podporované webovými technológiami, nevyhnutnosťou je pripojenie k sieti – on-line štúdium. Študijné materiály sú študentom distribuované cez Internet, prístup k nim je možný kedykoľvek a kdekoľvek. Veľkou výhodou je možnosť využívania aktívnych hypertextových odkazov čo znižuje náklady vzdelávacieho procesu (vd'aka jednoduchšej distribúcii a aktualizácii študijných materiálov).



Obrázok 3 Vzťah CBT a WBT (HUBA, 2007)

3. **Elektronické vzdelávanie prostredníctvom LMS** – riadiace systémy LMS, umožňujú distribúciu vzdelávacích kurzov prostredníctvom webu, zabezpečujú komunikáciu a spoluprácu medzi zúčastnenými. LMS tiež umožňujú automatizáciu, riadenie a vyhodnocovanie vzdelávacieho procesu, reporting, riadenie kompetencií, sledovanie financií a pod (Černák, Kútina, 2006)



Obrázok 4 Vzťah úrovní elektronického vzdelávania (Nocar, 2004)

### 1.2.6 Subjekty e-learningového vzdelávania

Pri e-learningovom vzdelávaní sú subjekty vzdelávania dôležité osoby a ich správny výber sa odrazí v celom e-vzdelávaní.

- Tútor – on usmerňuje, riadi, verifikuje, hodnotí a komunikuje so študentmi. Jeho úlohou je radiť pri zostavovaní individuálneho študijného plánu študenta

a pomáhať mu pri riešení ostatných problémov. Tútor vedie aj každý prezentačný tútorál.

- Študent – rešpektuje didaktické zásady a odlišnosť e-learningového štúdia, v spolupráci so všetkými zainteresovanými subjektmi tohto vzdelávania.
- Manažér e-learningového vzdelávania – je to osoba, ktorá je schopná koordinovať celé štúdium a prevádzať jeho záverečnú evalváciu. On riadi realizačný tím, a organizáciu priebehu celého kurzu. Zaisťuje vstupnú aj výstupnú analýzu vzdelávacích potrieb, riadi a koordinuje činnosť tútorov, kontroluje dodržiavanie časového rámca pre realizáciu kurzu, rozhoduje o zmenách študijného plánu, zaisťuje evalváciu kurzu a spolupodieľa sa na akreditácii kurzu (Švejda, 2006).

### **1.2.7 Podporné systémy e-learningu**

Vo výučbe na vysokých školách sa osvedčila najmä kombinovaná forma - prezenčná forma doplnená elektronickým vzdelávaním (tzv. blended learning). Na sprístupnenie e-learningu sa skôr používalo označenie portál. V súčasnosti je viac výstižné označenie vzdelávacie prostredie. Mnohé školy majú na intranetových stránkach zriadené virtuálne univerzity, ktoré ponúkajú potrebné služby pokrývajúce tak nároky prístupu k e-portálom, čiže obsahujú vstupy k prostrediam typu LMS - Learning management system - k systémom na riadenie štúdia, k LCMS - Learning content management system - k systémom úložísk pre správu univerzitného e-learningového obsahu s cieľom indexovania, vyhľadávania, správy a zdieľania informácií, ako aj sprístupnenia multimedialných podpôr. Ide o produkty, ktoré ponúkajú automatickú podporu výučbového procesu integráciou:

- nástrojov na tvorbu elektronických e-kurzov,
- nástrojov na vytvorenie tzv. virtuálnej triedy (účastníci štúdia, pripojení prostredníctvom internetu z rôznych vzdialených miest, sa "stretávajú" v danom čase vo fiktívnej virtuálnej triede),
- nástrojov na riadenie štúdia (časový rozvrh štúdia, informácie o tutoriáloch, kurzoch, o termínoch odovzdania samostatných projektov a skúšok a pod.),
- transferu študijných materiálov k študentovi, zoznamu odbornej literatúry, prípadne adres webových stránok prehlbujúcich a rozširujúcich študovanú problematiku,

- systémov na zabezpečenie spätnej väzby medzi študentom a vyučujúcim,
- sekcií, kam účastníci uvádzajú svoje pripomienky k obsahu organizácie kurzu, k študijným materiálom a hodnotia funkcie národného tútora (ak s ním komunikujú),
- záznamov a archivácie študijných aktivít a študijných výsledkov,
- generovania diplomov, certifikátov, potvrdení,
- nástrojov na umožnenie štúdia bez pripojenia na sieť (off-line štúdium) (<http://www.uniba.sk/index.php?id=724>).

### 1.3 LMS systém

Väčšina LMS systémov je založená na webových technológiách, umožňujúcich prístup k študijným materiálom spôsobom „anytime and anywhere“. LMS systém musí okrem tvorby a správy virtuálnych učebni obsahovať prostriedky, ktoré umožnia:

- zobrazovať zoznam kurzov a termíny, kedy sú študentom k dispozícii,
- registráciu študentov, resp. účastníkov do týchto kurzov,
- samotnú distribúciu multimedialného obsahu priamo k študentovi,
- prezeranie vzdelávacích materiálov,
- autotestovanie a spätnú väzbu,
- manažovanie vzdelávania priamo študentom (Švejda, 2006).

Od hodnotného LMS systému očakávame:

- riadenie a evidenciu všetkých typov výučby od elektronických synchronných kurzov, cez virtuálne učebne až po klasickú výučbu v učebniach,
- centrálny katalóg všetkých vzdelávacích akcií (elektronické kurzy, virtuálne triedy – videokonferencie, učebne, externá výučba), registračné procesy, správu zdrojov a financií s tým spojenú,
- modelovanie organizácie a kompetencií, evidovanie dosiahnutých individuálnych vedomostí,
- sprístupňovanie vzdelávacích akcií, sledovanie aktivít jednotlivých používateľov od súhrnu po detaily,

- bohatú sadu synchronných a asynchronných komunikačných kanálov medzi študentmi, lektormi a manažérmi vzdelávania, prostriedky pre zachytávanie, výmenu a zdieľanie informácií a znalostí (Švejda, 2006).

LMS je systém založený na poskytovaní obsahu prostredníctvom webových technológií pomocou niekoľkých druhov nástrojov:

- nástroje pre tvorbu a správu kurzu (umožňujú vytvárať a modifikovať moduly jednotlivých kurzov, aktualizovať ich, pozorovať),
- nástroje pre verifikáciu a spätnú väzbu (podpora spätnej väzby, testovania, hodnotení),
- nástroje pre štandardizáciu (umožňujú pracovať s kurzami ako doplnkami ďalších častí i ako s objektami elektronického obchodu, či výmeny),
- komunikačné nástroje v rámci synchronnej i asynchronnej komunikácie,
- nástroje pre evalváciu (hodnotenie kurzov) (Švejda, 2006).

Často sa pojem LMS stotožňuje s pojmom LCMS, ktorý obsahuje širokú škálu nástrojov umožňujúcich tvorbu e-learningového obsahu. Obidve technologické formy sú zamerané na riadenie vzdelávacieho obsahu. LCMS je blízky autorským nástrojom (authorware). Porovnaním môžeme konštatovať, že LMS sa vyznačuje väčšou rýchlosťou, LCMS sú robustnejšie systémy so širším uplatnením (Švejda, 2006).

Úlohou LMS je uchovávať informácie o tom:

- ako boli jednotlivým študentom pridelené lekcie a kurzy,
- ako a kedy ich absolvovali,
- ku ktorým skupinám je študent priradený,
- a zároveň riadiť komunikáciu v rámci vzdelávacieho systému.

### **1.3.1 Charakteristiky vzdelávacích systémov LMS**

Ďalej uvádzame charakteristiky jednotlivých vzdelávacích systémov:

- LMS EKP - Enterprise Knowledge Platform - produkt spoločnosti Dupres Consulting SR a jej divízie e-learnmedia. Úspešne komunikuje s kurzami vytvorenými dodávateľmi elektronického obsahu z Českej a zo Slovenskej republiky, konkrétne Gopas, Kontis a Zebra. Z vývojových nástrojov určených na tvorbu on-line kurzov EKP plne podporuje kurzy vytvorené napr. v

Macromedia Authorware, Macromedia FLASH s AICC/SCORM podporou a nástroje ToolBook II Assistant a Instructor (Ligas, 2006).

- LMS Moodle - je modulárne objektovo orientované dynamické výučbové prostredie. Systém Moodle je open source system, teda voľne šíriteľný softvér, určený na tvorbu internetových kurzov. Keďže na jeho vývoji pracuje komunita programátorov z celého sveta, rýchlo vznikajú nové dokonalejšie verzie. Využíva sa aj na podporu prezenčnej formy štúdia, kde boli vytvorené odlišné formáty kurzov pre denných študentov (týždenný) a pre dištančné štúdium (s ohľadom na rôznu organizáciu štúdia - tematický plán podľa typu konzultácií). Je vhodný aj ako voľná alternatíva ku komerčným e-learningovým systémom (Turčáni, 2006).
- LMS Claroline - Systém Claroline je kurzovo orientovaný systém virtuálnej univerzity. Jeho nespornou výhodou je jednoduchosť pri obsluhu a rýchla aktualizovateľnosť kurzov.
- LMS Eden - je českou alternatívou v akademickom prostredí rozšíreného systému LearningSpace. Producentom systému je spoločnosť Rentel. Systém má oddelenú časť pre tvorby kurzov len prostredníctvom klienta Lotus Notes, kde je nevyhnutné zaškolenie.
- LMS eDoceo - je softvérový produkt firmy Trask Solution. Je to aplikácia, ktorá potrebuje na prevádzku webový server s relačnou databázou typu MS Access, MySQL, MS SQL server, Oracle alebo DB2. Je nezávislý od platformy OS (Windows, Linux) (Kozík, 2006).

### **1.3.2 Základné zložky a stupne možností využitia e-learningu**

E-learning podľa Černáka a Mašeka je kompletný, keď obsahuje tri základné zložky, ktoré tvoria vzdelávací systém:

- obsah vzdelávania – t.j. vzdelávacie kurzy (e-kurzy), alebo samostatné moduly; hlavným znakom e-kurzu je interaktivita a spätná väzba (feedback), e-kurzy sú tvorené: textovým obsahom, grafickým obsahom, multimedialným obsahom a testovacími modulmi.
- distribúcia e-kurzu – je realizovaná pomocou Internetu (celosvetová počítačová sieť) alebo Intranetu (vnútorná počítačová sieť napr. v podniku), v tomto

prostredí sú používané internetové štandardy, štandardy pre bezpečnosť a štandardy e-kurzov umožňujúce komunikáciu so systémom.

- riadenie štúdia – táto zložka vyjadruje proces, ktorý zaisťuje správu e-kurzov, študentov, vrátane sledovania výsledkov ich štúdia, je zameraný hlavne na manažérov vzdelávania, lebo im poskytuje prehľad o úspešnosti študujúcich a vyhodnocuje jednotlivé e-kurzy, Existuje tu možnosť komunikácie so systémom pre riadenie ľudských zdrojov (Černák, Mašek, 2007).

Zo systémového pohľadu sa e-learning dá rozdeliť do 3 stupňov kvality.

V anglickej literatúre sa nazývajú:

1. Informational – prvý stupeň (modul)
2. Supplemental – druhý stupeň (modul)
3. Fully Webbed - tretí stupeň (modul)

Už z názvov týchto stupňov je možné odvodiť aj ich obsah. Prvý stupeň – úlohou modulu je poskytovanie a distribúcia informácií za pomoci IKT. Medzi hlavné úlohy modulu patrí zabezpečenie prístupu k informáciám a poskytnúť ich vtedy, keď je to potrebné. Používateľ má tak možnosť rozšíriť a doplniť si svoje poznatky okamžite a jeho práca sa tak stáva efektívnejšia.

Druhý stupeň – modul už obsahuje poskytovanie interaktívnych vzdelávacích materiálov a aplikácií k administrácii distribuovaných informácií.

Tretí stupeň – modul je zložitejší a spája v princípe výhody oboch predchádzajúcich do širšieho rámca. Sú v ňom ďalšie nástroje na administráciu a tiež na monitorovanie jednotlivých kurzov, testov a používateľov. Tento stupeň by mal obsahovať aj kalkulácie nákladov a návratnosť investícií (<http://www.elearn.cz/>).

### **1.3.3 Štandardy e-learningu**

Základným cieľom štandardov je zabezpečiť štandardizované dátové štruktúry a komunikačné protokoly pre e-learningové objekty. Ak sú tieto štandardy súčasťou výučbového produktu, môžu si používatelia tohto systému zakúpiť výučbový obsah a systémové komponenty od rôznych výrobcov, v závislosti do požiadavky kvality a vhodnosti pri vzájomnej kooperácii. Ďalšími cieľmi štandardov je zníženie nákladov pri vývoji interoperabilného výučbového obsahu, jednotný formát výučbového obsahu, jednoduchosť aktualizovania výučbového obsahu.



Vychádzajúc z funkčného modelu e-learningového systému môžeme štandardy rozdeliť do týchto kategórií:

- **metadáta** – výučbový obsah musí byť jednoznačne označený, aby bolo možné vyhľadávať, vytvárať zoznamy, ukladať a spätne doručiť výučbový objekt pomocou rôznych nástrojov v rôznych úložiskách. Dáta, ktoré sa používajú na tento účel sa nazývajú metadáta.
- **balík obsahu** – balík obsahu reprezentuje znovu použiteľný komponent obsahu. Môže byť dodaný nezávisle celý kurz ako aj zbierka kurzov. Štandardy v oblasti balíkov obsahu zaručujú interoperabilitu a znovu použiteľnosť obsahu v balíkoch.
- **profil študenta** – štandardy týkajúce sa profilu študenta zaručujú zdieľanie informácií o študentovi medzi rôznymi výučbovými systémami.
- **registrácia študenta** – špecifikácie týkajúce sa sprístupnenia ponúk pre študentov na základe registračných informácií študentov
- **komunikácia** – v procese výučby prebieha komunikácia v rámci systému a taktiež komunikácia systému s výučbovým obsahom ako odpoveď na interakciu študenta. Preto je potrebné určiť štandardné dátové moduly a komunikačné protokoly (Černák, 2006).

Na sprístupnenie e-learningu v systémoch dostupných cez internet sú určené štandardy obvykle tvoriace súčasť LMS systémov na riadenie vyučovania. Sú to tieto:

- The World Wide Web Consortium (W3C),
- IMS štandard je produktom IMS Global Learning Consortium Inc., ktoré prepája približne 150 organizácií s cieľom navrhovať štandardy na výmenu dát v oblasti e-learningu, založené na kódovacom jazyku XML. Obsahuje rôzne špecifikácie vrátane štandardov na prístup k informačným zdrojom, poskytuje metodickú kvalitu ap.
- AICC patrí k jednému z prvých štandardov organizácie Aviation Industry CBT Committee. Aj tento štandard prísne a konkrétne určuje, ako má fungovať výmena výučbových materiálov medzi kurzami a systémami, ako sa majú zálohovať dáta o výsledkoch študentov, ap. Umožňuje spravovať kurzy vytvorené nástrojmi popredných svetových dodávateľov, ako sú Click2learn.com, NETg, SkillSoft, Macromedia či SmartForce.com.

- IEEE štandard Institute of Electrical and Electronics Engineers je zameraný na štandardizáciu Európy. Keďže prístup k štandardom IEEE nie je zadarmo, často sa využívajú jeho reprodukcie v podobe vyšších štandardov - napr. SCORM.
- ADL - Advanced Distributed Learning štandardy boli vytvorené štandardizačnou skupinou Advanced Distributed Learning Initiative, zriadenou Ministerstvom obrany USA. Ich úlohou je vývoj elektronickej podpory dištančného vzdelávania, tvorba kvalitných vzdelávacích materiálov a podobne. Hlavnou úlohou ADL bolo predovšetkým vytvoriť prostredníka medzi priemyselnými a akademickými konzorciami (IMS, IEEE, AIC a všeobecnými organizáciami (W3C, ISO). Výsledkom tohto úsilia je Sharable Content Object Reference Model - SCORM. Predstavuje štandard umožňujúci kvalitnú viacrozmernú interoperabilitu postavenú na kódovacom jazyku XML ([http://www.kontis.cz/uvod\\_standardy.asp?menu=elearning&submenu=standardy](http://www.kontis.cz/uvod_standardy.asp?menu=elearning&submenu=standardy)).

## **1.4 Kvalita v e-learningu**

Vo všetkých európskych krajinách pojem kvalita v oblasti vzdelávania získal rovnakú dôležitosť, akú mala v 70tych rokoch rovnosť alebo vedecká orientácia vo vzdelávaní. Kvalita e-learningu vzbudila veľký záujem zo strany učiacich sa a stala sa sloganom pre vzdelávacie politiky a odborníkov. Dosiachnutie vysokej kvality je vo všetkých druhoch spoločnosti a vo vzdelávaní hľadaným a stále prediskutovaným cieľom. Pre kvalitu nie je ani tak typická presná definícia, ale skôr jej pozitívny význam (Ullmo, Ehlers, 2007).

Stanoviť samotnú kvalitu výchovy a vzdelávania nie je jednoduché. Kvalita nie je definovaná len vnútornými požiadavkami vzdelávacieho systému ako výsledok snaženia sa a očakávaní v oblasti dopredu stanovených cieľov na rôznych úrovniach. Je definovaná aj vonkajšími vplyvmi a reakciami na spoločenskú objednávku a ekonomické možnosti spoločnosti.

V elektronickej vzdelávaní sa stretávame s novou formou vzťahu pedagóg a študent. To prináša isté možnosti overovania nadobudnutých vedomostí a znalostí študenta, ale aj efektivitu vlastného dopadu prísunu informácií na študenta. Elektronickej vzdelávanie obsahuje aj nie celkom vyriešenú tému akou je, zisťovanie spätnej väzby

a teda overovanie, ako e-learning pôsobí na študenta v zmysle kvantity a kvality osvojovania si študijnej látky.

Na základe prínosov a opodstatnenie sa dá hodnotiť kvalita e-learningu. Ak je prínos priamo hodnotiteľný a viditeľný, tak má zmysel uvažovať o jeho nasadení a rozvoji.

Ak majú e-learningové kurzy zodpovedajúcu kvalitu po stránke vecnej, didaktickej i technickej môžeme uvažovať o kvalitnom elektronickom vzdelávaní. Pri vytváraní jednotlivých elektronických vzdelávacích kurzov odporúčame pri hodnotení didaktickej a technickej stránky posúdiť a kvantifikovať nasledujúce prístupy:

- prvotné vlastnosti – stanovenie cieľov kurzu vo výkone študenta, intuitívnosť ovládania, celkový dizajn a grafika, využitie multimédií, prehľadnosť, nápaditosť, rýchlosť zobrazovania, kvalita a primeranosť doplňujúcich zdrojov,

- aktivizácia študentov – využívanie e-mailu, diskusie, grafickej tabule, aplikovanie učiva na príkladoch, riešenie problémov v pracovných skupinách,

- plánovanie a organizovanie výučby – index vyhľadávania, použitie kalendára a slovníčkov,

- zhrnutie učiva a spätná väzba – možnosť monitorovania znalostí pedagógom, ich overovanie a autotesty (Tóblová, 2008).

## **1.5 E-learning z pohľadu Európskej komisie**

Iniciatíva „e-learning“ Európskej komisie sa snaží zmobilizovať vzdelávacie a kultúrne spoločenstvá ekonomických a sociálnych činiteľov v Európe. Účelom je urýchlenie zmien vo vzdelávaní a tréningových metódach, pre posun Európy k vedomostne založenej spoločnosti ([www.ec.europa.eu/education](http://www.ec.europa.eu/education)).

Program efektívnej integrácie IKT vo vzdelávaní a tréningových postupoch v Európe je „E-learningový program“. Je to ďalší krok k realizácii vízie celoživotného vzdelávania za pomoci technológií. Zameriava sa na stanovenie činností v oblastiach s najväčšou prioritou vybraných pre strategickú nevyhnutnosť pri modernizácii európskych vzdelávacích systémov. Nasledujúce štyri oblasti sú prioritné:

1. Podpora digitálnej gramotnosti – hlavným zámerom je získavanie nových schopností a skúseností, ktoré sú potrebné pre osobný a profesionálny rozvoj

jedincov, ale aj pre aktívnu participáciu v informačnej spoločnosti. Adresuje prínos IKT vo vzdelávaní hlavne tam, kde je pre geografickú dispozíciu, sociálno-ekonomickú situáciu alebo iné špecifiká prístup ku tradičnému vzdelávaniu sťažený.

2. Európske virtuálne školy – zameranie sa na pridanie virtuálnej dimenzie do európskej spolupráce vo vyššom vzdelávaní. Pomoc tu tvorí podpora vývoja nových organizačných modelov pre európske univerzity (virtuálne školy) za pomoci európskych výmenných a zdieľacích schém (virtuálnej mobility). Napr. program Erasmus s dodaním e-learningových prvkov.
3. E-spolupráca (tzv. e-twinning) medzi školami v Európe a podporovanie tréningu učiteľov – hlavným cieľom je posilnenie a rozvinutie siete medzi samotnými školami. Všetci študenti v rámci Európy by mali mať príležitosť počas svojho štúdia na stredných školách participovať, spolu so svojimi učiteľmi, na vzdelávacích projektoch si inými školami v rámci európskych krajín. Je to rozhodujúca skúsenosť v podpore európskej dimenzie vo vzdelávaní a tiež uvedomenie si, že sme súčasťou európskeho modelu a tiež dôležitosť multijazykovej a multikultúrnej spoločnosti. Komunity ktoré využívajú vzdelávanie s podporou internetu prispievajú k zlepšeniu medzikultúrneho dialógu a vzájomnému pochopeniu. Nesmieme zabudnúť, že e-twinning pomáha aj k vylepšeniu zručností a návykov v používaní IKT medzi učiteľmi a žiakmi.
4. Priebežné činnosti podporujúce e-learning v Európe – sú to činnosti, ktoré majú podporiť hlavne produkty a služby, ktoré vyplynuli z projektov a programov, ktoré boli financované na európskej alebo štátnej úrovni. Dôležité je aj posilniť spoluprácu medzi všetkými zainteresovanými. Doraz bude kladený na rozšírenie projektov zameraných na e-learning relevantných informácií, na podporu európskej spolupráce, špecifické prieskumy, štúdiá a podujatia ([http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/index_en.html)).

Prístup Európskej únie nám ukazuje, že s e-learningom treba v budúcnosti počítať, že to bude spôsob vzdelávania, ktorý sa stane neoddeliteľnou súčasťou európskeho vzdelávacieho systému.

## 1.6 LMS Moodle

V oblasti súčasných e-learningových trendov je Learning Management System **Moodle** (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment – čiže modulové objektovo orientované dynamické vzdelávacie prostredie) Je to nástroj, ktorý zoznamuje študentov so spôsobmi ako využiť moderné technológie vo vzdelávaní na zvýšenie efektivity výučby. Podľa [www.moodle.com](http://www.moodle.com) je LMS Moodle softvérový balík využívajúci CMS (Course Management System – Systém správy kurzov) pre podporu prezenčnej i dištančnej výučby, prostredníctvom online kurzov dostupných na Internete ([www.moodle.com](http://www.moodle.com)).

Druhý význam slova moodle nájdeme v slovníku. Anglické sloveso to moodle popisuje proces ležérneho, pozvoľného premýšľania nad niečím, čo nás práve zaujme, v čom sa môžeme „vrtať“, pričom tento proces často vedie ku vzniku hlbokých a kreatívnych nápadov. Oba pojmy vystihujú základnú myšlienku, ktorú Moodle prináša pre učiteľov a študentov. LMS Moodle je chránený autorským právom, ale aj napriek tomu poskytuje slobodu. Povoľuje kopírovanie, používanie a modifikovanie Moodlu pod podmienkou súhlasu s poskytovaním kódu ostatným. Zakázané je modifikovanie alebo odstraňovanie pôvodnej licencie a autorských práv. Ide o voľne šíriteľný softvér s otvoreným kódom (OpenSource, distribuovaný pod licenciou GNU GPL), ktorý je možné spustiť pod akýmkoľvek operačným systémom podporujúcim PHP (napr. Windows, Unix, Linux, Mac OS X, Netware,...) a podporuje viacero typov databáz - predovšetkým MySQL (Turčáni, 2004).

### 1.6.1 Výhody LMS Moodle

- pravdepodobne najrozšírenejší LMS systém na svete,
- podporuje 75 jazykov a má aj Slovenské užívateľské prostredie,
- jednoduchá prístupnosť a obsluha,
- príjemné a prehľadné užívateľské prostredie, ktoré nekladie veľké nároky na počítačovú gramotnosť, či už učiteľov alebo študentov,
- k samotnému štúdiu stačí pripojenie k sieti a nejaký z prehliadačov webových stránok (MS IE, Mozilla a pod.).
- prostredníctvom webového rozhrania umožňuje pedagógovi, nielen v rámci dištančného štúdia, ale aj ako podpora prezenčného vzdelávania, efektívnu

tvorbu elektronickej formy prezentovaných údajov s rôznou úrovňou členenia textu a grafickej úpravy.

- študijný obsah môže byť prezentovaný súbormi rôznych formátov ako napr. \*.doc, \*.xls, \*.ppt, \*.htm a pod.
- formát htm je úsporný, a tým dovoľuje implementovať na stránku samotného kurzu obrázky, zvuky, animácie aj videosekvencie. Autor kurzu si väčšinou vystačí s niektorým HTML editorom, napr. s MS FrontPage.
- systém podáva tematické usporiadanie učebnej látky, alebo ponúka časový harmonogram po jednotlivých výučbových týždňoch,
- systém testov je dobre prepracovaný, umožňuje buď voľbu viacerých typov dvojíc otázka/odpoveď alebo aj spôsob hodnotenia odpovedí a známkovania testov.
- komunikovať medzi učiteľom a žiakom sa dá pomocou elektronickej pošty, chatu alebo pomocou diskusného fóra.
- pohodlné je aj editovanie a dopĺňanie učebných materiálov a textov. Transfer materiálov z počítača na server, zálohovanie kurzov a ich spätné obnovenie zo zálohy  
([http://www.kontis.sk/uvod\\_prinos\\_levneji.asp?menu=elearning&submenu=prinos&subsubmenu=levneji](http://www.kontis.sk/uvod_prinos_levneji.asp?menu=elearning&submenu=prinos&subsubmenu=levneji)).

### **1.6.2 Nevýhody LMS Moodle**

- program nie je komerčne distribuovaný a nemá štandardne zaistenú servisnú firmu,
- chybovosť komerčných ponúk školení na trhu,
- chybovosť niektorých nástrojov pre kolaboráciu a tvorenie tímov  
(<http://www.kontis.sk/uvod>).

### **1.6.3 Role používateľov v LMS Moodle**

- Administrátor – robí administráciu servera a môže plniť funkcie všetkých rolí.
- Tvorca kurzu – pripravuje nové kurzy a môže v nich pôsobiť ako učiteľ.
- Učiteľ – môže robiť úpravy v kurze, meniť aktivity a hodnotenie študentov.
- Učiteľ bez práva editovania – môže učiť a hodnotiť študentov.
- Študent – môže používať študijné materiály a vykonávať pripravené aktivity.

- Host' – má najnižšie právomoci.

#### 1.6.4 Pedagogické zásady pre e-learningový tím

Základným poslaním autorov e-learningových textov je vytvoriť kvalitný vzdelávací obsah, ktorý bude vyhovovať študujúcim ako po stránke obsahu, tak i po formálnej stránke textu. Pre túto tvorbu je nutné dodržať základné didaktické zásady:

- **Komplexnosť** – je nutné zachovávať logickú nadväznosť a usporiadanie učiva, v spolupráci so simuláciou reálnych javov, či grafických zjednodušení reálnych skutočností, hierarchických a lineárnych modelovaní.
- **Aktivita** – texty by mali nielen udržiavať pozornosť, ale i celkovú aktivitu študujúcich. Je opäť vhodné využívať interaktivity a multimediality s proporcionálnym využívaním komunikačných nástrojov pre zlepšenie psychických väzieb individuálnych účastníkov.
- **Samostatnosť**- vyplýva zo spôsobu tohto štúdia, s predpokladom vlastnej zodpovednosti za plnenie študijného harmonogramu.
- **Primeranosť** - text by mal byť nielen názorný, ale taktiež primeraný a pre študujúceho transparentný. Informácie by mali byť pre cieľovú skupinu študujúcich maximálne jasné a adekvátne.
- **Didaktika založená na konštruktivistických zásadách** – študujúci si spája časti informácií z vonkajšieho prostredia do zmysluplných štruktúr, s ktorými prevádza ďalšie operácie.
- **Postup od analýzy k syntéze** – známa pedagogická zásada predpokladajúca postup od jedného logického kroku ku zložitejším (Švejda, 2006).

#### 1.6.5 Autorský kolektív

Metodika tvorby elektronických vzdelávacích materiálov, vzhľadom na časovú aj odbornú náročnosť tvorby jednotlivých prvkov učebnice, vyžaduje tzv. autorský kolektív, ktorý by mali tvoriť (Turčáni, 2005):

- **autor učebných textov** – zvyčajne učiteľ, ktorý je zodpovedný za obsahovú náplň učebných textov,
- **editor** - zabezpečuje dohľad nad jednotnosťou terminológie, symbolov a štruktúry spracovania obsahu
- **animátor** – tvorca audio a video sekvencií,

- **programátor alebo správca siete** – zabezpečuje umiestnenie a správu učebných materiálov uverejnených na Internete,
- **recenzenti** – zabezpečujú kontrolu formálnych a logických chýb, môžu to byť napríklad kolegovia alebo študent (Švejda, 2006).

### 1.6.6 Časové rozloženie e-learningového štúdia

Na každú oblasť e-learningového štúdia si musíme stanoviť presný časový harmonogram, ktorý neskôr môžeme aj v prípade potreby pozmeniť. Pri časovom rozložení, by sme mali myslieť na nasledovné časti:

- vstupný tútorál – prezenčné stretnutie študujúcich, tútorov, autorov a manažérov. Oboznámenie sa s harmonogramom a obsahom štúdia a študijného prostredia, podmienok štúdia a spôsobu jeho ukončenia (odovzdania certifikátu),
- riadené samoštúdium v LMS,
- priebežný tútorál – pracovné stretnutie študujúcich, tútorov, autorov a manažmentu kurzu v podobe blokov lektorských workshopov, zameraných na riešenie organizačných a študijných záležitostí,
- evalvácia štúdia – nevyhnutná pre hodnotenie kurzu a zvýšenie jeho efektivity, obvykle sa používa anonymná dotazníková metóda,
- prezentačné testovanie – pozostávajúce z testov, ktoré overujú získané vedomosti, schopnosti a znalosti študujúcich v kľúčových témach kurzu.
- záverečný tútorál – formálne ukončenie kurzu, zhrnutie úspešnosti, hodnotenie a odovzdávanie certifikátu o absolvovaní kurzu (Švejda, 2006).

### 1.6.7 Tvorba vzdelávacích e-materiálov

Vytváranie elektronických kurzov je dôležitý proces, ktorý si vyžaduje dôsledné aplikovanie niektorých pravidiel. Na ich tvorbu je potrebné hľadiť z dvoch hľadísk:

- didaktické – patria sem zásady, ktoré by mali spĺňať základné požiadavky týkajúce sa tvorby a aplikácie základných vyučovacích tém do praxe.
- technické – mali by zahŕňať riešenie problémov súvisiacich s prostriedkami IKT – softvérové alebo hardvérové (Švejda, Palková, 2006).



### **1.6.8 Základné vlastnosti a výhody elektronického dokumentu**

- Ak v tradičnej knihe je text nerozlučne spätý so stránkovaním a každá strana má definitívnu podobu, v prípade elektronického textu je možné jeho formátovanie kedykoľvek meniť podľa potrieb čitateľa, prípadne si text respektíve jeho časť vytlačiť na lokálnej tlačiarni.
- Transparentnosť – rozčlenenie dokumentov na menšie fyzické súbory a logické časti s vytvorením štruktúry pomocou hypertextových odkazov.
- Ľahká formálna transformovateľnosť, pri ktorej sa mení znakový systém, nie však obsah. Dáta je možné ľahko a veľkými rýchlosťami prenášať z jedného druhu nosiča na druhý (napríklad z diskety na CD-ROM).
- Interaktivita – prejavuje sa nie len v možnosti automatického vyhľadávania textových reťazcov, ale aj v tom že každý čitateľ má možnosť pracovať s dokumentom na základe individuálneho stavu poznatkovej bázy.
- Možnosť automatického vyhľadávania textu, z obrazu, či z hudobného diela.
- Ľahká a pružná manipulovateľnosť s dátami a ich súbormi uloženými do počítača, ktorá sa prejavuje pri akejkoľvek tvorbe štruktúry či reštrukturalizácii textu, obrazu či hudobného diela.
- Možnosť vytvárania neobmedzeného množstva plnohodnotných kópií, a pri tom sa tým nijako neovplyvní kvalita originálu, ktorý zostáva rezistentný .

### **1.6.9 Metodika tvorby elektronických dokumentov**

Systemy pre elektronické publikovanie využívajú rôzne postupy pri tvorbe dokumentov. Tento proces však možno rozdeliť do troch fáz:

1. Prvá fáza – spočíva v napísaní vlastného textu, väčšinou ho pripraví autor práce (knihy, články, publikácie....). rozdelí ho na odstavce, kapitoly, doplní obrázky. Dokument potom podstúpi prípadné korektúry a schvaľovanie.
2. V druhej fáze nazývanej publikačná sa zo zdrojového dokumentu generujú potrebné výstupné formáty. Dokument prechádza typografickými korekciami, môžu sa doň doplniť ďalšie grafické prvky. Výstupom je hotový elektronický dokument prípadne podklad pre tlačnú publikáciu.
3. V poslednej tretej fáze publikovania je zverejnenie dokumentu a jeho zaradenie do databázy pre neskoršie vyhľadávanie.

### 1.6.10 Charakteristika elektronických vzdelávacích kurzov

E-kurz je multimedialny produkt kombinujúci texty s animáciami, videom, audiom, grafikou, schémami a testovacími objektmi. Spôsobov ako spracovať a prezentovať učivo je niekoľko, od jednoduchej textovej prezentácie učiva, cez interaktívne tútorie, až po komplexné simulácie reálnych situácií. Všetky elektronické materiály by však mali atraktívnou formou získavať spätnú väzbu od študentov vo forme testov, kontrolných otázok a pod.

#### 1.6.10.1 Všeobecné zásady tvorby e-learningových kurzov

Na prípravu elektronických kurzov existuje viacero modelov. V Európskej únii je najpoužívanejším model ADDIE, ktorý člení prípravu kurzu do piatich fáz:

- **Analysis** (vstupná analýza cieľovej skupiny, ktorej je kurz určený, aké sú výučbové ciele, analýza vzdelávacích foriem a obsahu).
- **Design** (výber študijných materiálov, výber médií na záznam a prenos materiálov, voľba typu kurzu).
- **Development** (vlastná tvorba kurzu z pripravených študijných materiálov podľa vlastného scenára).
- **Implementation** (sprístupnenie kurzu študujúcim, realizácia výučby).
- **Evaluation** (posúdenie, nakoľko kurz spĺňa výučbové štandardy, posúdenie efektívnosti výučby, získanie spätnej väzby od študentov – záverečná evaluácia).

Postupnosť jednotlivých krokov prípravy e-learningového študijného programu podľa ADDIE stratégie je nasledovná:

- výber tém a zaistenie dopytu,
- výber a tvorba realizačného tímu,
- výber a príprava tútorov,
- organizačné zaistenie štúdia,
- tvorba študijného balíku,
- realizácia pilotného kurzu,
- evaluácia pilotného kurzu – zmeny v kurze,
- návrh finančného rozpočtu,

- certifikácia kurzu,
- propagácia kurzu (Švejda, 2006).

### **1.6.10.2 Kritériá a požiadavky na elektronický kurz**

Medzi kritériá na zvolenie najvhodnejšej formy kurzu môžeme zaradiť nasledovné požiadavky:

- profil potencionálnych študentov (stupeň a spôsob štúdia, vzťah k prostriedkom IKT a pod.)
- obsah, typ a spôsob realizácie vyučovacieho predmetu (teória, praktické cvičenia a pod.)
- technické a technologické možnosti vzdelávacej inštitúcie (kvalita a kvantita počítačov, možnosti siete, vybavenie multimediálnou a prezentačnou technikou a pod.) (Švejda, Palková, 2006)

Okrem odborných požiadaviek, ktoré musí elektronický kurz spĺňať, by mal spĺňať aj niektoré ďalšie požiadavky ako napr.:

- interaktívne, jednoduché a graficky dobre spracované prostredie,
- prehľadné a intuitívne ovládanie,
- prezeranie elektronických vzdelávacích materiálov vo voľne dostupných prehliadačoch s vhodne zvoleným rozlíšením,
- jednoducho spustiteľné aplikácie (nevyžadujúce od používateľa špeciálne vedomosti (Švejda, Palková, 2006).

Pred začatím tvorby elektronických materiálov si musíme uvedomiť niektoré fakty ako sú:

- Komu je určený daný elektronický kurz?
- Aká je vedomostná úroveň študentov, ktorým je kurz určený?
- Aký bude rozsah výkladovej časti kurzu?
- Akým spôsobom bude študentovi umožnené precvičenie si naštudovanej látky?
- Aké budú vzorové úlohy na precvičovanie?
- Ako bude zabezpečená spätná väzba (Švejda, Palková, 2006)?

### **1.6.10.3 Vzdelávacie ciele**

Pri návrhu štruktúry elektronického kurzu by sme mali brať do povahy nasledovné princípy samoštúdia:

- Jasne definovať ciele celého kurzu, ako aj jednotlivých kapitol,
- Jednoduchý a zrozumiteľný štýl písania,
- Prehľadná štruktúra textu v jednotlivých logických celkoch,
- Názorná vizualizácia (grafické symboly, značky, typografické konvencie, animácia a pod.)
- Podpora samoštúdia formou priamej výučby, diskusných skupín a pod (Švejda, Palková, 2006).

### **1.6.10.4 Zásady tvorby elektronických materiálov a kurzov**

Pri tvorbe multimedialných vzdelávacích materiálov by sme mali dodržiavať niektoré zásady. Je nutné upustiť od tradičného spôsobu tvorby učebníc. Pri tvorbe elektronických vzdelávacích materiálov je potrebné si uvedomiť, že obsah e-learningového kurzu nie je možné získať len prepísaním textu z papierovej podoby do elektronickej, nakoľko vzdelávacie materiály vyhovujúce princípom e-learningu (je jedno či ide o dištančnú formu vzdelávania alebo o Blended learning) využívajú iné technológie a platformy vzdelávania (WBT, LMS prostredie). Ak má byť študijný materiál využívaný pri riadenom samoštúdiu, musí byť schopný motivovať ku štúdiu a umožňovať interaktivitu priamo so vzdelávacím obsahom.

Nesmieme zabúdať na to, že ťažisko vysvetľovania učebnej látky sa presunulo z učiteľa na multimedialný materiál, ktorý musí mať zrozumiteľnú formu pre študenta, ale zároveň musí obsahovať všetky požadované a dôležité informácie.

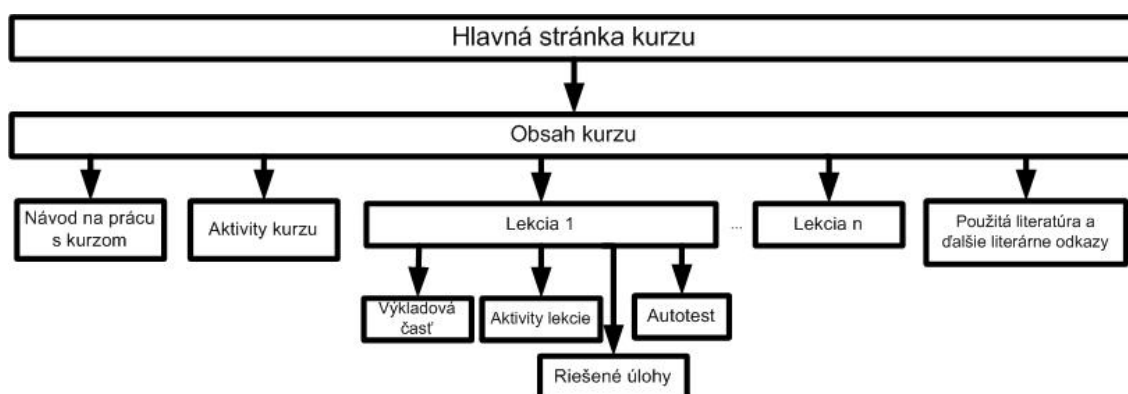
Text učebnej látky musí byť jasný a prehľadný. Elektronické učebné materiály musia aktivizovať študenta, musia v ňom vzbudzovať záujem, aby premýšľal a sám prichádzal na príčiny a súvislosti. Nie je vhodné, aby študent iba automaticky memoroval obsah.

Kombinácia textu a vizuálnej produkcie je optimálna forma vyučovania. Rôzne animácie, video a audio treba používať tam, kde to vyžaduje povaha učebnej látky, napr. opisy procesov, návody na prevádzanie činnosti, rôzne demonštrácie pokusov

a mnohé iné. Prostredníctvom hypertextových odkazov, môžeme študentom sprístupniť ďalšie poznatky, týkajúce sa učebnej látky.

Výkladová časť by mala tvoriť najdôležitejšiu časť celej štruktúry kurzu. Pokiaľ ide o formu, tak väčšinou sa texty kurzov (lekcií) delia na niekoľko základných častí:

- úvod,
- ciele štúdia,
- časový harmonogram a sprievodca študijným materiálom, (napr. vysvetlenie významu použitých ikon, návrh vhodného postupy pri štúdiu a pod.),
- samotný učebný text, ktorý by mal byť doplnený riešenými príkladmi, priebežnými otázkami, úlohami a testami a pod.)
- zhrnutie,
- záverečné testy (rôzne ankety, korešpondenčné úlohy, náhodne generované texty a pod.),
- pojmový slovník,
- použitá literatúra,
- dôležité odkazy, prílohy a pod (Švejda, Palková 2006) .



Obr. 5 Štruktúra multimedialnej učebnice (Švejda, 2006)

Teoretické časti učebnej látky by mali byť logicky rozdelené do kapitol a podkapitol. Nadpisy jednotlivých kapitol musia byť výstižné, čo umožní študentom a prezerajúcim prehľadnejšiu orientáciu vo vzdelávacom kurze. Štruktúra jednotlivých kapitol by mala byť jednotná.

Súčasťou každej kapitoly by malo byť krátke definovanie východiskových znalostí a konečného cieľa. Vymedzené ciele dávajú študentom možnosť určiť nasmerovanie získaných vedomostí a správne ich identifikovať. Didaktické požiadavky spracovania učebných textov vyžadujú prehľadnú a jasnú výkladovú časť. Dôležité je obmedziť sa na tie teoretické poznatky, ktoré sú pri štúdiu nevyhnutné. Zrozumiteľnosť a názornosť teoretických poznatkov zvyšujú správne použité grafické prvky, napr. animácie, videá, schémy, obrázky, tabuľky a iné (Švejda, 2006).

Samotný text by mal byť maximálne prehľadný, zrozumiteľný a vizuálne i obsahovo pútavý. Pri písaní je vhodné používať krátke vety. Podstatné časti textu typograficky zvýrazníme a v celom texte dodržiavame jednotný štýl. V použítom štýle písania musí byť zrejماً snaha autora aktivizovať študenta. Text musí byť zrozumiteľne prepojený na synchronne a asynchronne formy komunikácie (Turčáni, 2006).

#### **1.6.10.5 Zhrnutie učiva**

Na záver každej kapitoly by malo byť zaradené stručné zhrnutie prezentovaného učiva. To je akýmsi odrazovým mostíkom k štúdiu nasledujúcej kapitoly. Študent vidí komplexne celú prebratú problematiku, a ak má pocit, že danú tému neovláda dostatočne, môže si vedomosti doplniť skôr ako začne so štúdiom nasledujúcej kapitoly.

#### **1.6.10.6 Spätná väzba**

Vytvorenie spätnej väzby medzi študentom a predmetom jeho štúdia je jednou z najdôležitejších častí kurzu. Spätnú väzbu môžeme riešiť formou testov a autotestov rôznych úrovni náročností a dôležitosti. Nemenej dôležitá je aj úspešnosť študenta v celom kurze. Základom je, že kurz by nemal nahrádzať len klasické učebné texty, ale s využitím hypertextových štruktúr a multimediálnych elementov má poskytnúť študujúcemu nové atraktívne prostredie a spôsob štúdia, ktorý je zaujímavý a nestresový (Švejda - Palková, 2006).

Zloženie jednotlivých úloh didaktického testu delíme na:

- úlohy s tvorbou odpovedí – prevažne sa využívajú v spoločenskovedných predmetoch. Ich prednosťou je, že dokážu stanoviť úroveň riešenia aj na zručnosti a operácie ako sú tvorivosť, kritické hodnotenie a posudzovanie a i.

Problém tu tvorí objektívne posudzovanie riešení. Použitie takéhoto druhu je v elektronickom vzdelávaní limitované možnosťami PC techniky.

- Úlohy s výberom vopred určených odpovedí – v didaktických testoch sa využívajú v oveľa väčšej miere ako predchádzajúce úlohy. Tento druh úloh má dve prednosti a to, hodnotenie študentovho výkonu je jednoznačné a nezávislé od osoby hodnotiteľa a ich výsledky sa dajú rýchlo overiť.

Existuje viacero možností realizácie – väčšinou sa používa množina odpovedí z ktorých, vždy jedna a len jedna možnosť je správna. Je tu, ale aj možnosť ponúknuť viacerých správnych odpovedí v rámci celej množiny odpovedí.

Prax autorov testov ukázala tieto odporúčania:

- správna odpoveď nesmie byť nápadná veľkou dôkladnosťou,
- správnu odpoveď nie je vhodné umiestňovať vo viacerých úlohách na to isté miesto,
- nepripúšťa sa možnosť používať tzv. chytáky a teda zakladať odlišenie správnej odpovede od nesprávnych na základe dobre „zamaskovaného“ detailu (ak práve tento rozdiel nie je obsahom vyučovania).

Úlohy s výberom vopred určených odpovedí sa dajú dobre využívať v kurzoch, pretože technicky sú účinne zvládnuté (Prúcha, 2003).

## **2 CIEĽ PRÁCE**

Cieľom diplomovej práce je vypracovať ucelenú štruktúru na tému využitie e-learningu pri spracovávaní environmentálnych tém v odbore Spoľahlivosť a bezpečnosť technických systémov s dôrazom na využitie LMS Moodle pri podpore technického vzdelávania. Naším cieľom je vytvoriť E-kurz pomocou LMS Moodle s cieľom zvýšenia účinnosti a motivácie študentov pri klasickom vzdelávaní. Skutočným výsledkom diplomovej práce bude ukážka E-kurzu obsahovo zameraného na problematiku ionizujúceho žiarenia predmetu environmentálna fyzika v rámci študijných programov Technickej fakulty SPU v Nitre.



### **3 METODIKA PRÁCE**

Predložená diplomová práca sa po obsahovej stránke zaoberá nasledujúcimi ťažiskovými úlohami: E-learning, LMS systémy, LMS Moodle, elektronický kurz a pod.

Pre splnenie vytýčeného cieľa diplomovej práce je navrhnutá nasledovná rámcová metodika:

1. Preštudovanie odbornej literatúry a zatriedenie získaných poznatkov,
2. Výber vhodného vzdelávacieho systému, pre tvorbu elektronického vzdelávacieho kurzu,
3. Spracovanie vybranej problematiky – vytvorenie elektronického vzdelávacieho kurzu pre predmet Environmentálna fyzika na tému Ionizujúce žiarenie.

#### **3.1 Tvorba vzdelávacieho kurzu Ionizujúce žiarenie**

Aby sme mohli vytvárať elektronický kurz, je potrebné sa prihlásiť do vzdelávacieho prostredia – v našom prípade je to prostredie LMS Moodle, ktoré je dostupné na stránke <http://moodle.uniag.sk/mf/>. Pre prihlásenie je nevyhnutné mať vytvorený účet na predloženej stránke.

#### **3.2 Téma a obsah kurzu**

Pri tvorbe vzdelávacieho kurzu sme vychádzali z viacerých už známych zbierok knižničných publikácií, či učebných pomôcok a z knihy pre študentov technických univerzít. Na základe publikácií uvedených v kapitole použitá literatúra je spracovaná analýza teoretických poznatkov a testov. Po analýze dostupnej literatúry sme zvolili najpodstatnejšie tematické celky a kapitoly z ionizujúceho žiarenia, ktorými sa zaoberá predmet Environmentálna fyzika. Po výbere najpodstatnejších častí sme začali s vypracovávaním elektronického kurzu.

#### **3.3 Ciele kurzu**

Po preštudovaní obsahu kurzu „Ionizujúce žiarenie“ by mal študent ovládať:

- popísať základné vlastnosti atómových jadier,

- popísať poznatky základných veličín jadrovej fyziky,
- rozoznať základnú kvalifikáciu ionizujúceho žiarenia a jeho popis,
- rozoznať a opísať jednotlivé jadrové reakcie,
- rozoznať a popísať jednotlivé zdroje ionizujúceho žiarenia,
- popísať využitie ionizujúceho žiarenia,
- vyriešiť a zapísať príklady, schémy a vzorce jednotlivých reakcií a premien.

**Ludia**

Účastníci

**Aktivity**

Fóra  
Knihy  
Testy  
Zdroje

**Prehľad fóra**

Isť  
Rozšírené vyhľadávanie

**Administratíva**

Zapnúť upravovanie  
Nastavenia  
Priradiť roly  
Skupiny  
Zálohovanie  
Obnoviť zo zálohy  
Import  
Reset  
Záznamy  
Otázky  
Stupnice  
Súbory  
Známky  
Odstrániť ma z kurzu  
KF/IZ

**Prehľad témy**

**Ionizujúce žiarenie**

**Cieľ kurzu:**

Pôvodná predstava atómu ako najmenšej nedeliteľnej časti látky sa začala meniť objavením elektrónu – nositeľa záporného náboja. Avšak atóm sa prejavoval ako elektricky neutrálny, preto bolo zrejme, že atóm musí obsahovať rovnako veľký kladný náboj.

Táto vzdelávací kurz nás oboznámi so súčasnými názormi o zložení atómu – a to najmä o zložení jeho jadra. Dozvieme sa o základných vlastnostiach atómových jadier, o rádioaktívite a zákonitostiach jadrových premien, povieme si o niektorých jadrových reakciách a pojednáme aj o interakcii ionizujúceho žiarenia s látkou. Ďalej si popíšeme zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekciu a na záver pojednáme o využívaní ionizujúceho žiarenia.

**Kapitoly vzdelávacieho kurzu:**

1. Základné vlastnosti atómových jadier
2. Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia
3. Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou
4. Zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekcia
5. Využitie ionizujúceho žiarenia

**Použitá literatúra:**

1. HOLÁ, O. – HOLÝ, K. 2010. *Radiačná ochrana*. Bratislava: STU 2010. 175 s. ISBN 978-80-227-3240-6

Fórum noviniek

Obrázok Prehľad témy kurzu Ionizujúce žiarenie

### 3.3 Cieľová skupina

Elektronický vzdelávací obsah kurzu je určený pre:

- študentov predmetu Environmentálna fyzika Technickej fakulty,
- študentov vysokých škôl, ktorí si chcú zopakovať vedomosti z fyziky,
- všetkých, ktorí sú schopní samostatne študovať a chcú sa niečo dozvedieť o ionizujúcom žiarení.

### 3.4 Vstupné poznatky

Študent by mal pred zahájením štúdia elektronického kurzu ovládať, základné poznatky z fyziky, čo je to množina, poznať operácie s množinami, čo sú reálne,

racionálne, celé, prirodzené čísla, vedieť upravovať algebraické výrazy, vedieť riešiť rovnice a nerovnice. Mal by poznať a vedieť rozlíšiť periodické prvky, ovládať chemické reakcie a vzorce a mal by mať základné poznatky z fyziky.

### 3.5 Výstupné poznatky

Po absolvovaní kurzu bude študent vedieť:

- rozlíšiť základné vlastnosti atómových jadier,
- poznať fyzikálne princípy a podstaty vzniku ionizujúceho žiarenia,
- popísať interakcie ionizujúceho žiarenia s látkou,
- popísať základné metódy detekcie ionizujúceho žiarenia,
- opísať využitie ionizujúceho žiarenia.
- aplikovať poznatky pri riešení jednotlivých úloh a rovníc.

Týmto sme si predstavili „povinnú“ časť obsahu kurzu. Tieto súčasti kurzu sme teoreticky popísali aj v 1 kapitole, pri tvorbe vzdelávacieho kurzu. Na základe predchádzajúcich riadkov môžeme usúdiť, že sme zásady dodržali a potrebné informácie uviedli (cieľ, cieľová skupina, vstupné a výstupné poznatky, kľúčové slová).

### 3.6 Učivo v kurze a obsah jednotlivých kapitol

Elektronický vzdelávací kurz Ionizujúce žiarenie je prehľadne rozdelený do 5 kapitol. Každá kapitola je rozdelená na viaceré podkapitoly, ktoré uľahčujú orientáciu v kurze a dávajú učivo po častiach. Jednotlivé kapitoly pozostávajú z nasledovných častí: Na konci každej kapitoly sa nachádza výstupný test, ktorým je podmienený vstup do ďalšej kapitoly. Obsah jednotlivých kapitol:

#### 1. Základné vlastnosti atómových jadier

- História a vývoj
- Zloženie jadra atómu
- Polomer a hmotnosť jadra
- Základné veličiny jadrovej fyziky

#### 2. Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia

- Ionizujúce žiarenie a základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia
- Jadrové žiarenie
- Transmutácie, trieštenie a štiepenie

- Röntgenové žiarenie

### **3. Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou**

- Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou
- Klasifikácia interakcií
- Veličiny charakterizujúce interakciu ionizujúceho žiarenia s látkou
- Ionizácia a excitácia

### **4. Zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekcia**

- Zdroje prírodnej rádioaktivity
- Zdroje umelej rádioaktivity
- Priemyselné zdroje žiarenia

### **5. Využitie ionizujúceho žiarenia**

- Jadrový reaktor a jadrová elektrárňa
- Jadrové elektrárne na Slovensku
- Ionizujúce žiarenie v priemysle
- Aplikácia uzavretých žiaričov
- Aplikácia otvorených žiaričov

## **3.7 Ciele jednotlivých kapitol**

Každá kapitola má vytýčené vzdelávacie ciele. Pre štúdium nasledujúcej kapitoly sú potrebné poznatky a tým, aj splnenie cieľov z predchádzajúcej kapitoly.

### **1. Základné vlastnosti atómových jadier**

- popísať základné historické súvislosti s objavením jadra,
- popísať a charakterizovať základné parametre a zloženie jadra,
- popísať a vysvetliť základný popis veličín jadrovej fyziky

### **2. Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia**

- popísať a charakterizovať ionizujúce žiarenie a jeho druhy popísať
- charakterizovať jadrové žiarenie a jeho klasifikáciu,
- charakterizovať, opísať a zadeliť reakcie transmutácií, trieštenia a štiepenia,
- popísať röntgenové žiarenie a jeho zložky,

3. Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou
  - popísať a charakterizovať interakcie ionizujúceho žiarenia s látkou,
  - klasifikovať a popísať základné rozdelenie interakcií,
  - charakterizovať ionizáciu a excitáciu,
  - definovať a popísať veličiny charakterizujúce ionizujúce žiarenie s látkou,
  - klasifikovať a popísať dozimetrické veličiny.
4. Zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekcia
  - charakterizovať a popísať zdroje prírodnej a umelej rádioaktivity,
  - popísať a uviesť príklady na priemyselné zdroje žiarenia,
  - definovať a vysvetliť princíp urýchľovačov nabitých častíc.
5. Využitie ionizujúceho žiarenia
  - opísať jadrový reaktor a jeho hlavné časti,
  - popísať jadrové elektrárne na Slovensku,
  - vysvetliť a popísať využitie ionizujúceho žiarenia v priemysle,
  - charakterizovať jednotlivé meradlá.

### **3.8 Informačné zdroje použité pri tvorbe obsahu**

Pri tvorbe obsahu kurzu bolo použitých viacero informačných zdrojov, ktoré pojednávajú o ionizujúcom žiarení. Hlavným zdrojom pri napĺňaní obsahu kapitol bola kniha:

Holá, O. – Holý, K. 2010. Radiačná ochrana. Ionizujúce žiarenie a ochrana pred ionizujúcim žiarením. Bratislava : STU, 2010. 200 strán. ISBN 978-80-227-3240-6.

Táto menovaná kniha nám poskytla väčšinu kvalitných podkladov, ktoré sme spracovali do vzdelávacieho kurzu. Teoretickú časť sme obohacovali grafickými prvkami – obrázkami.

## 4 VLASTNÁ PRÁCA

### 4.1 Základné vlastnosti atómových jadier

Pôvodná predstava atómu ako najmenšej nedeliteľnej časti látky sa začala meniť objavením elektrónu – nositeľa záporného náboja. Avšak atóm sa prejavoval ako elektricky neutrálny, preto bolo zrejmé, že atóm musí obsahovať rovnako veľký kladný náboj.

#### 4.1.1 História a vývoj

Prvé objavy prenikavého žiarenia, ktoré vysielajú niektoré látky, pochádzajú z konca 19. storočia. V roku 1896 H. Becquerel pozoroval, že niektoré minerály (zlúčeniny uránu) vysielajú zvláštne neviditeľné žiarenie (spočiatku nazývané uránové žiarenie) aj bez toho, aby boli predtým ožiarené svetlom, čím sa odlišovali od klasickej luminiscencie. Becquerel vďaka náhodnému objavu zistil, že toto žiarenie preniká aj svetlotesným obalom fotografických dosiek a spôsobuje ich sčernanie.

O ďalšie objavy sa zaslúžila manželská dvojica M. Sklodovská-Curieová, P. Curie a G. Bémont, ktorí objavili v uránovej rude aj ďalšie vyžarujúce prvky polónium a rádium. Tento jav nazvali **rádioaktivita**. Neskôr sa zistilo, že je spôsobená premenou jedného chemického prvku na iný.

V roku 1899 E. Rutheford zaoberajúci sa vlastnosťami tohto žiarenia, objavil jeho dve výrazne odlišné zložky: mäkkú zložku, ktorá je dobre pohlcovaná vzduchom aj listom papiera - **žiarenie alfa** a tvrdú zložku, ktorá je asi 100-krát prenikavejšia než žiarenie alfa a prechádza aj tenkým hliníkovým plechom – **žiarenie beta**. Krátko nato, v roku 1900 P. Villard objavil ešte prenikavejšie žiarenie, žiarenie gama. Nasledovali objavy podstaty tohto žiarenia.

V roku 1902 W. Kaufmann na základe výsledkov výskumu manželov Curierovcov a A. Becquerela zistil, že žiarenie beta je tvorené prúdom elektrónov a E. Rutheford na základe pokusov z rokov 1903 až 1908 zistil, že žiarenie alfa je prúdom héliových jadier. V roku 1934 manželia F. Joliot-Curie a I. Joliot-Curieová po prvýkrát vyvolali umelú rádioaktivitu pôvodne nerádioaktívnych jadier hliníka.

Škodlivosť rádioaktívneho žiarenia pre ľudský organizmus sa prejavovala už od samotného jeho objavu. H. Becquerel nosil asi 14 dní vo vrecku svojej vesty rádioaktívny preparát a na mieste pod ním sa objavil ekzém a pomaly sa hojaci vred.

Tento úkaz neskôr overil pokusom na sebe P. Curie. Reakcie kože na ožiarenie tvorili základ prvej biologickej dozimetrie a definície tzv. erytémovej dávky – dávky, ktorá vyvolá 8 dní po expozícii kožné poškodenie erytém (Holá, Holý, 2010).

#### 4.1.2 Zloženie jadra atómu

Jadro sa skladá z protónov a neutrónov. **Protón** je kladne nabitá častica. Celkový počet protónov v jadre sa nazýva protónové alebo atómové číslo  $Z$ . To v neutrálnom atóme súčasne udáva aj počet elektrónov v elektrónovom obale atómu. Ďalej určuje aj poradie prvku v Mendelejevovej periodickej tabuľke. **Neutrón** je elektricky neutrálna častica, ktorá má približne rovnakú hmotnosť ako protón. Celkový počet neutrónov v jadre udáva neutrónové číslo  $N$ . Neutróny a protóny nazývame spoločným názvom **nukleóny**. Nukleónové alebo aj hmotnostné číslo  $A$  vyjadruje celkový počet nukleónov v jadre.

Nuklid je látka, ktorej všetky atómy majú rovnaké protónové aj nukleónové čísla. Prvkom nazývame látku, ktorej atómy majú rovnaké protónové číslo  $Z$ . Prvok je podmnožinou množiny všetkých nuklidov, pre ktoré platí, že majú rovnaké protónové číslo.

Nuklidy podľa počtu protónov a podľa počtu neutrónov nachádzajúcich sa v atómových jadrách môžeme rozdeliť do 3 skupín:

- nuklidy s rovnakým atómovým číslom  $Z$ , ale rôznym hmotnostným číslom  $A$ , sa líšia počtom neutrónov a nazývajú sa **izotopy**,
- nuklidy s rovnakým  $A$  a rôznym  $Z$  sú **izobary**,
- nuklidy s rovnakým počtom neutrónov  $N$  a rôznym počtom protónov  $Z$  sú **izotóny**.

Jadrové vlastnosti rôznych izotopov toho istého prvku sú veľmi rozdielne. Niektoré sú stabilné, iné sú nestabilné, tzv. rádioaktívne, ktoré sa časom premieňajú. Pri rádioaktívnej premene je emitovaná nejaká častica a pôvodný rádionuklid sa mení na iný nuklid. Ľahké stabilné nuklidy sa nachádzajú blízko priamky  $Z = N$ , s rastúcou hmotnosťou nuklidov vzrastá nadbytok neutrónov.

Pre  $Z > 83$  už neexistujú stabilné nuklidy. Premena rádionuklidu na stabilný izotop je teda, rádioaktívna premena a existuje niekoľko jej druhov. Podľa druhu žiarenia, ktoré sa pri tejto premene emituje, poznáme premenu alfa, premenu beta a premenu gama (Holá, Holý, 2010).

#### 4.1.3 Polomer a hmotnosť jadra

Atómové jadro nie je tuhé teleso s presne definovaným tvarom. Na získanie poznatkov o štruktúre a veľkosti nuklidov sa využívajú rôzne experimentálne metódy (napr. štúdium rozptylu  $\alpha$ -častíc, protónov alebo rýchlych neutrónov na jadrách, ostreľovanie jadra vysokoenergetickými elektrónmi). V prvom priblížení si predstavujeme nuklidy ako guľové objekty, pričom pre efektívny polomer nuklidu platí:

$$R = R_0 A^{1/3},$$

kde z jednotlivých experimentov dostávame hodnotu  $R_0 \approx (1,1 - 1,5) \cdot 10^{-15}$  m, (môžeme používať podielovú jednotku femtometer:  $1 \text{ fm} = 10^{-15}$  m). Najčastejšie používaná hodnota je  $R_0 = 1,2 \text{ fm}$ .

Objem nuklidu  $V$  je úmerný celkovému počtu nukleónov  $V \propto R^3 \propto A$  a nezávisí od jednotlivých počtov protónov  $Z$  a neutrónov  $N$ .

V atómovej a jadrovej fyzike môžeme vyjadrovať hmotnosť pomocou *atómovej hmotnostnej jednotky*, ktorá je definovaná ako 1/12 pokojovej hmotnosti atómu izotopu  $^{12}\text{C}$ , platí:  $1 \text{ u} \approx 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg. Hmotnostné číslo nuklidu  $A$  vyjadruje teda hmotnosť nuklidu v jednotkách atómovej hmotnostnej jednotky, zaokrúhlenú na celé číslo (napr. atómová hmotnosť  $^{208}\text{Pb}$  je  $207,9767 \text{ u} \approx 208 \text{ u}$ ) (O. Holá - K. Holý, 2010).

#### 4.1.4 Základné veličiny jadrovej fyziky

Rádioaktivita je jav, pri ktorom sa jadrá jedného prvku samovoľne menia na jadrá iného prvku emisiou napr.  $\alpha$ -častíc, neutrónov, elektrónov alebo pozitronov za súčasnej emisie  $\gamma$ -žiarenia - elektromagnetického žiarenia malej vlnovej dĺžky. Jadro sa pri tom stabilizuje - prechádza do stavu s minimálnou energiou. Z historického pohľadu delíme rádioaktivitu na *prirodzenú a umelú*.



Výskumy spontánnej premeny jadier atómov zhrnula Mária Curie r. 1910 v „Štúdiu o rádioaktivite“ na základe experimentov s jáchymovským smolincom. Spolu s manželom Pierrom Curie zistili, že táto uránová ruda obsahuje „neznámy“ prvok rádium, ktorý sa samovoľne premieňa na ďalšie prvky a táto premena je sprevádzaná „rádioaktívnym žiarením“, ktoré sa prejavuje fluorescenčnými, ionizačnými, chemickými a biologickými účinkami. Tento jav, pozorovaný u izotopov existujúcich v prírode ( $Z > 82$ ), sa označuje ako prirodzená rádioaktivita. V r. 1934 Irena a Joliot Curie pozorovali podobnú premenu pri umelo vytvorených, bežne v prírode sa nevyskytujúcich nestabilných izotopoch. Stabilné jadrá ostreľovali  $\alpha$ -časticami alebo neutrónmi a tým vytvorili prebytok buď protónov alebo neutrónov v jadre. Takto vzniknuté nestabilné jadrá sa ďalej samovoľne premieňajú - tento jav bol nazvaný umelá rádioaktivita. Podľa súčasných poznatkov neexistuje zásadný rozdiel medzi prirodzenou a umelou rádioaktivitou pretože vlastnosti izotopov nezávisia od spôsobu, akým izotop vznikol.

Rádioaktívne procesy sú náhodné procesy a riadia sa štatistickými zákonmi. Preto na popis rádioaktívnej premeny potrebujeme zaviesť aj niektoré štatistické veličiny.

*Energia premeny* je energia emitovaných častíc pri jadrovej premene. *Aktivita A* je podiel stredného počtu  $dN$  rádioaktívnych premien z daného energetického stavu v určitom množstve rádionuklidu za časový interval  $dt$  a tohto intervalu:

$$A = -\frac{dN}{dt} ,$$

aktivita predstavuje teda rýchlosť rádioaktívnej premeny nuklidu. Súčasne aktivita  $A$  odpovedá počtu nuklidov, ktoré sa premienia za jednu sekundu. Jednotkou aktivity je *becquerel*, pričom platí  $1 \text{ Bq} = \text{s}^{-1}$ . Ak má rádioaktívna látka aktivitu  $1 \text{ Bq}$ , dochádza v nej v priemere k jednej premene za sekundu. Aktivita je charakteristikou látky, žiariča ako celku, a nie jednotlivého atómového jadra.

*Hmotnostná aktivita  $a_m$*  je podiel aktivity a celkovej hmotnosti rádioaktívnej látky, resp. pri nerovnomernom rozložení rádionuklidu v látke:

$$a_m = \frac{dA}{dm}, \quad [\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}].$$

*Objemová aktivita*  $a_V$  je podiel aktivity a celkového objemu rádioaktívnej látky, resp. pri nerovnomernom rozložení rádionuklidu v látke:

$$a_V = \frac{dA}{dV}, \quad [\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}].$$

*Konštanta premeny*  $\lambda$  vyjadruje pravdepodobnosť premeny rádioaktívnej látky v malom časovom intervale, delená týmto intervalom. Konštanta premeny  $\lambda$  predstavuje pravdepodobnosť premeny za jednotku času:

$$\lambda = \frac{dP}{dt}, \quad [\text{s}^{-1}].$$

*Stredná doba života*  $\tau$  je čas, za ktorý sa pôvodný počet rádioaktívnych jadier  $N_0$  zníži na hodnotu  $N_0/e$  ( $e$ - základ prirodzených logaritmov). Medzi strednou dobou života a konštantou premeny platí:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}, \quad [\text{s}].$$

*Doba polpremeny*  $T_{1/2}$  je priemerný časový interval potrebný na premenu polovice počiatočného množstva atómových jadier rádioaktívneho izotopu (Holá, Holý, 2010).

## 4.2 Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia

### 4.2.1 Ionizujúce žiarenie a základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia

Ionizujúce žiarenie je súhrnné označenie pre žiarenia, ktorých kvantá majú energiu postačujúcu k ionizácii atómov, alebo molekúl ožiarenej látky. Za energetickú hranicu ionizujúceho žiarenia je považovaná energia 5 keV pre fotónové žiarenie, elektrónové žiarenie, žiarenie  $\beta$ - a žiarenie  $\alpha$ .

Pre neutrónové žiarenie a žiarenie  $\beta^+$  je kvantifikácia ťažšia, pretože aj veľmi pomalé častice (v prípade neutrónov) vstupujúcich do jadier vyvolávajú sekundárnu ionizáciu prostredníctvom jadrových reakcií. Obdobný prípad nastáva aj v prípade pozitronov anihilujúcich s elektrónami za vzniku veľmi tvrdého žiarenia  $\gamma$ .

Ionizujúce žiarenie môžeme deliť na jadrové žiarenie, ktoré vzniká pri premenách jadier a röntgenové žiarenie, ktorého pôvod je v elektrónovom obale atómu. K ionizujúcemu žiareniu môžeme priradiť aj žiarenie vyvolané umelým urýchlením iónov. Všeobecne delíme ionizujúce žiarenie na **priamo a nepriamo ionizujúce**. Priamo ionizujúce žiarenie tvoria elektricky nabité častice  $\alpha$  a  $\beta$  častice, protóny, deutóny alebo ťažšie ióny. Nepriamo ionizujúce častice nemajú elektrický náboj. Ide najmä o žiarenie neutrónov a elektromagnetické žiarenie, ktoré zahŕňa žiarenie gama a röntgenové žiarenie.

Z hľadiska fyzikálnych, chemických a obzvlášť biologických účinkov ionizujúceho žiarenia na ožarovanú látku možno žiarenie rozdeliť podľa tzv. hustoty ionizácie, ktorú v látke pri svojom prechode vyvoláva:

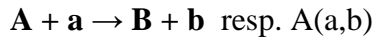
1. žiarenie riedko ionizujúce – patrí sem röntgenové žiarenie,  $\gamma$  žiarenie,  $\beta$  žiarenie;
2. žiarenie husto ionizujúce – patrí sem  $\alpha$  žiarenie, neutrónové žiarenie, protónové žiarenie (Holá, Holý, 2010).

#### **4.2.2 Jadrové žiarenie**

Jadrové procesy sú deje, ktoré nastanú pri zrážkach jadier atómov s ionizujúcimi časťami alebo s inými atómovými jadrami. Ostreľujúca častica musí pritom preniknúť do oblasti pôsobenia jadrových síl terčového jadra.

Jadrovou reakciou nazývame intenzívnu jadrovú interakciu, ktorá nastane pri priblížení dvoch častíc (2 jadrá, jadro a častica, a pod.) na vzdialenosť  $\approx 10^{-15}$ m, vedúcu k premene jadra.

Pri takýchto reakciách sa mení štruktúra jadier a platia zákony zachovania počtu nukleónov elektrického náboja, hybnosti a relativistickej celkovej energie. Všeobecné vyjadrenie jadrovej reakcie je:



vstupný kanál      výstupný kanál

kde A je ľubovoľné terčové jadro, a – častica, ktorá s ním integruje, B – vzniknuté jadro, b – emitovaná častica (Holá, Holý, 2010).

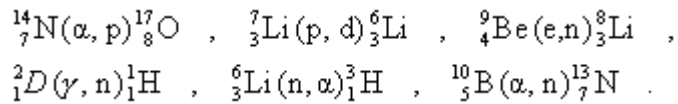
### 4.2.3 Klasifikácia jadrových reakcií

Rádionuklidy môžu v jadrových reakciách vystupovať ako terče, alebo prostredníctvom iných reakcií vznikajú. Je známych viac ako 10 000 rôznych jadrových reakcií, ktoré môžeme klasifikovať podľa rôznych kritérií napr.:

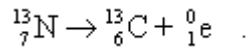
- a. podľa energie ostreľujúcich častíc nastávajú reakcie pri nízkych energiách týchto častíc ( $< 10 \text{ eV}$ ), stredných ( $< 10 \text{ MeV}$ ) a vysokých ( $> 10 \text{ MeV}$ );
- b. podľa druhu ostreľujúcich častíc môžu reakcie prebiehať s nenabitými časticami (neutróny, fotóny) alebo s nabitými časticami (elektróny, protóny, deuteróny, ióny ľahkých prvkov);
- c. podľa druhu terčových jadier – delíme reakcie na ľahkých jadrách ( $A < 50$ ), na stredných jadrách ( $50 < A < 100$ ) a reakcie na ťažkých jadrách ( $A > 100$ );
- d. podľa energie reakcie delíme jadrové reakcie na *endoenergetické* ( $Q < 0$ ) kedy sa energia na vznik reakcie spotrebuje, a reakcie *exoenergetické* ( $Q > 0$ ) kedy sa energia pri reakcii uvoľňuje;
- e. podľa charakteru jadrových premien poznáme napr. reakcie – radiačný záchyt, vzбудenie jadier, delenie jadier, jadrový fotoefekt, jadrová syntéza, rozptyl a pod.;
- f. podľa mechanizmu, akým prebiehajú reakcie ich delíme na priame a nepriame (Holá, Holý, 2010)..

### 4.2.4 Transmutácie, trieštenie a štiepenie

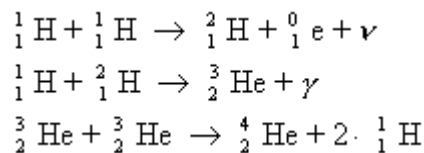
*Transmutácie* sú také jadrové reakcie, pri ktorých nukleónové a atómové čísla nového jadra sa len málo odlišujú od pôvodného terčového jadra, pričom ostreľujúcou časticou môže byť ľubovoľná častica (p, n, e,  $\alpha$ , d,  $\gamma$ ). Napríklad reakcie:



Posledná z reakcií je príklad vzniku „umelo rádioaktívneho“ nuklidu, ktorý sa ďalej premieňa:

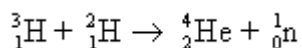


Do tejto kategórie reakcií môžeme zaradiť aj špeciálny prípad jadrovej reakcie – **termojadrovú reakciu** – ide o syntézu ľahkých jadier na ťažšie pri veľmi vysokých teplotách. Takéto procesy prebiehajú na Slnku a iných hviezdach. Existujú dva procesy v hviezdnych podmienkach: je to **protón-protónový cyklus**, kde priamymi zrážkami medzi protónmi vznikajú ťažšie jadrá a ich zrážkami jadrá hélia:



Druhý cyklus je **uhlíkový** – kde jadrá uhlíka absorbujú protóny až nakoniec uvoľnia  $\alpha$  - časticu a stanú sa opäť jadrami uhlíka.

K termonukleárnej syntéze môže dochádzať len za podmienok extrémne vysokých teplôt a tlakov, aby mali jadrá dostatok energie na prekonanie Coulombovských odpudivých síl. Tieto podmienky sú vo vnútri hviezd a uvedené reakcie tam prebiehajú dosť často. Energia uvoľnená pri zlučovaní ľahkých jadier je **termojadrová energia**. Na Zemi uvedené cykly nemajú uplatnenie, ako zdroj termojadrovej energie na Zemi je výhodná napr. reakcia typu:

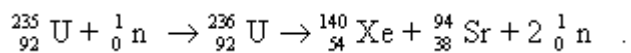


Táto reakcia je silne exoenergetická (17,6 MeV). Využitie reakcie predpokladá lacný zdroj deutéria – ktoré je v značnej miere obsiahnuté vo svetových moriach a oceánoch. Pri realizácii takejto reakcie sa využívajú úplne ionizované plyny s vysokou teplotou (vysokoteplotná plazma) obsahujúce deutérium alebo zmes deutéria a trícia a udržiavajú sa v silných magnetických poliach. Magnetické pole sa využíva ako

„bezkontaktná“ nádoba, aby sa plazma neznečistila a neochladila. Zvládnutie technológie termojadrových reakcií, najmä získanie vysokej teploty dostatočne dlhý čas, je nádejou pre budúce využitie týchto reakcií ako zdrojov energie.

**Štiepenie jadier** je jadrová reakcia, pri ktorej sa ťažké jadro štiepi na dve ľahšie jadrá – úlomky štiepenia. Súčasne sa uvoľňujú aj ďalšie častice ako neutróny,  $\gamma$  kvantá atď.

O.Hahn a F. Strassman v r. 1939 zistili, že ostreľovaním uránu neutrónmi vzniká prvok Ba zo stredu Mendelejevovej tabuľky a L. Maitnerová a O. Frisch interpretovali túto reakciu ako štiepnu reakciu na dve jadrá s približne rovnakou hmotnosťou, exoenergetickú – s uvoľnením energie asi 200 MeV. Pri typickom štiepení jadro uránu  $^{235}\text{U}$  absorbuje tepelný neutrón a vytvorí sa zložené jadro  $^{236}\text{U}$  vo vzbudenom energetickom stave. Toto jadro sa potom štiepi na dva fragmenty, ktoré rýchlo emitujú dva neutróny. Schéma takejto štiepnej reakcie je:



Proces štiepenia sa dá vysvetliť pomocou kvapkového modelu – jadro, ktoré sa v dôsledku zrážky s neutrónom excitovalo (na dobu  $\approx 10^{-14}$  s) sa deformuje, začne prudko kmitať až sa rozštiepi na dva štiepne úlomky. Keďže ťažké jadrá majú prebytok neutrónov v jadre, stredne ťažké úlomky vzniknuté pri rozštiepení sa týchto prebytočných neutrónov zbavujú a emitujú 2 – 3 neutróny a následné  $\beta$  - premeny upravujú pomer počtu ich neutrónov a protónov na stabilné hodnoty. Ťažké jadro sa štiepi vtedy, keď získa dostatočnú excitačnú energiu ( $\approx 5$  MeV), napr.  $^{235}\text{U}$  potrebuje len energiu, ktorú získa absorpciou neutrónu,  $^{238}\text{U}$  už potrebuje väčšiu energiu a podlieha štiepeniu len urýchlenými časticami s dostatočnou kinetickou energiou. K excitácii okrem bombardovania neutrónmi môže dôjsť aj ostreľovaním elektrónmi, protónmi, gama fotónmi.

Skutočnosť, že sa pri štiepení vytvára viac neutrónov ako ich je absorbovaných na vstupe reakcie, dáva predpoklad vzniku **reťazovej reakcie**. Každý uvoľnený neutrón môže spôsobiť ďalšie štiepenie. Ak vyvoláme štiepenie u malého počtu jadier, má takéto štiepenie možnosť rozšíriť sa už bez ďalšieho zásahu zvonku a vznikne reťazová reakcia. Táto reakcia môže byť rýchla - ak neobmedzujeme rozmnoženie neutrónov. Za

krátky čas sa uvoľní obrovská energia, čo má za následok explóziu – tento proces prebieha pri výbuchu jadrovej bomby. Ak vonkajším zásahom obmedzujeme počet vzniknutých neutrónov a reakcia prebieha regulovane hovoríme o **riadenej reťazovej reakcii**. Prvá kontrolovateľná reťazová reakcia bola realizovaná v jadrovom reaktore r. 1942 v Chicagu pod vedením E. Fermiho.

**Triestenie** atómových jadier nastáva vtedy, ak energia ostreľujúcich častíc je veľmi vysoká. Na výstupe reakcie sú potom spršky nukleónov, jadrá izotopov ľahkých prvkov, mezóny, hyperóny a pod. Štúdium interakcií pri vysokých energiách je dôležité aj z hľadiska fyzikálnych aplikácií – napr. pri výpočte radiačnej ochrany a radiačnej stability zariadení a materiálov - pri urýchľovačoch a pri kozmických letoch (Holá, Holý, 2010)..

#### 4.2.5 Röntgenové žiarenie

Röntgenové žiarenie – rtg je elektromagnetické žiarenie vysokých frekvencií a veľmi krátkych vlnových dĺžok  $10^{-12}$  až  $10^{-8}$  m. prirodzené zdroje tohto žiarenia sú hviezdy. Umelými zdrojmi sú napr. röntgenové trubice, tzv. röntgenky. Je to vákuová trubica s dvomi elektródami – pevnou katódou a pevnou alebo rotačnou anódou. Napätie medzi anódou a katódou je rádovo  $<10 / 10^3 >$  kV. Elektróny emitované termoemisiou zo žeravej katódy sú urýchľované vysokým anódovým napätím. Pri ochodpade na anódu vzniká röntgenové žiarenie. To má dve zložky:

1. **brzdné žiarenie**- vzniká pri brzdení dopadajúcich elektrónov v elektrickom poli atómových jadier anódy. Kladne nabitú jadru priťahuje elektróny tým viac, čím väčší je počet protónov v jadre ( $Z$ ). Jadro zmení smer letu elektrónu, spomalí ho, rozdiel energie je vyžiarený. Čím viac sa elektrón priblíži k jadru a čím je jeho kinetická energia  $E_{Ek}$  väčšia, tým väčšia je energia vznikajúceho kvanta röntgenového žiarenia. 99 % takto vznikajúceho žiarenia je tepelné žiarenie a len 1 % je röntgenové.
2. **charakteristické žiarenie** – vzniká pri zrážke letiaceho elektrónu a elektrónu z elektrónového obalu atómu materiálu anódy. Elektrón s dostatočnou energiou môže vyraziť elektrón z nižších energetických hladín elektrónového obalu atómov materiálu anódy. Na toto uvoľnené miesto preskočí elektrón z vyšších hladín za súčasnej emisie fotónu charakteristického žiarenia. Energia

vyžiareného fotónu röntgenového žiarenia je veľká, rovná sa energetickému rozdielu medzi elektrónovými hladinami  $\Delta E$ . energetické spektrum je čiarové, závislé od materiálu anódy (Holá, Holý, 2010).

### 4.3 Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou

#### 4.3.1 Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou

Spoločným znakom ionizujúceho žiarenia je jeho kvalitatívne rovnaké pôsobenie na prostredie, ktorým prechádza. Iž prenikajúce do nejakej látky, môže vo všeobecnosti integrovať buď s elektrónovým obalom atómov, či molekúl alebo potom priamo s atómovými jadrami.

Ionizujúce žiarenie môže integrovať s voľnými časticami ako aj so silovými poľami (elektromagnetickými, či jadrovým). Aká interakcia iž s látkou nastane závisí jednak od druhu a kinetickej energie tejto ionizujúcej častice, jednak od vlastností, zloženia a štruktúry ostreľovanej látky. Dochádza k ionizácii a excitácii atómov ožarovaného materiálu, môžeme pozorovať chemické zmeny v látke, premenu jadier v jadrových reakciách, ako aj premenu časti kinetickej energie ionizujúcej častice na tepelnú energiu.

Veličiny charakterizujúce interakciu ionizujúceho žiarenia s látkou

Účinný prierez jadrovej reakcie kvantitatívne popisuje interakciu dopadajúcich častíc s terčom.

**Mikroskopický účinný prierez** vyjadruje mieru pravdepodobnosti, že dôjde k interakcii medzi jedným jadrom, nachádzajúcim sa v terčovej ploche  $1\text{m}^2$  a jednou dopadajúcou časticou, ktorá prejde kolmo na túto plochu. Základnou jednotkou je  $\text{m}^2$ , ale často sa používa podielová jednotka  $2\text{ barn} = 10^{-28}\text{m}^2$ .

**Fluencia častíc** je počet častíc dopadajúcich do malej gule v danom bode priestoru, delený plošným obsahom hlavného rezu tejto gule. Je to plošná hustota prejdejších častíc.



**Účinný prierez jadrovej reakcie  $\sigma$  (m<sup>2</sup>)** je podiel pravdepodobnosti P, že pre daný terčik nastane určitá interakcia, vyvolaná dopadom častíc určitého druhu a energie – a fluencie týchto častíc.

Pri interakcii častice **a** s jadrom **A** môžu všeobecne nastať rôzne procesy, preto zvlášť definujeme napr. účinný prierez pre **záchyt**  $\sigma_r$ , účinný prierez **pružný** alebo **nepružný rozptyl**  $\sigma_p$ ,  $\sigma_n$ , účinný prierez pre **štiepenie**  $\sigma_s$ .

**Celkový účinný prierez  $\sigma_{tot}$**  je potom súčet všetkých účinných prierezov zodpovedajúcich rôznym reakciám alebo procesom medzi dopadajúcimi časticami daného typu energie a jadrom terča.

**Makroskopický účinný prierez** sa zavádza pre popis interakcie častíc (žiarenia) s látkou, kde dochádza k interakcii veľkého počtu častíc s veľkým počtom jadier. Udáva pravdepodobnosť, že nastane interakcia častice s jedným jadrom zo všetkých, nachádzajúcich sa v kocke so stranou 1m. ide o súčet všetkých účinných prierezov v reakcii, či procese daného typu všetkých atómov v danom objeme, delený týmto objemom (Holá, Holý, 2010).

#### 4.3.2 Klasifikácia interakcií

Podľa mechanizmu deja môžeme interakcie IŽ s látkou rozdeliť na pružné zrážky, nepružné zrážky a absorbčné interakcie. Treba ale aj rozlišovať interakcie priamo a nepriamo IŽ s látkou.

Pružné zrážky – tu sa mení smer letu bombardujúcej častice, pričom terčové jadro sa odrazí. Celková kinetická energia zrážajúcich sa objektov pred a po zrážke sa zachováva. Patria sem nasledovné reakcie:

- Rutherfordov rozptyl - interakcia nabitej častice s atómovým jadrom,
- spomaľovanie neutrónov - pružná zrážka neutrónov s jadrom,
- Rayleighov rozptyl - interakcia fotónov s elektrónmi atómového obalu.

Nepružné zrážky – časť kinetickej energie ostreľujúcej častice sa spotrebuje na excitáciu atómu, kinetická energia po zrážke je menšia. Vzбудený atóm pri prechode

základného energetického stavu emituje fotóny. Pre celkovú energetickú bilanciu platí zákon zachovania celkovej energie. Nepružné zrážky sú napr.:

- ionizácia a excitácia - interakcia nabitých častíc s obalovými elektrónmi atómov terča,
- Comptonov rozptyl - interakcia fotónu s obalovým elektrónom,
- vznik brzdného žiarenia - interakcia elektrónov s coulombovským poľom atómového jadra,
- rezonančný rozptyl - zrážka neutrónu s atómovým jadrom pričom sa uvoľní neutrón s nižšou energiou, jadro je v excitovanom stave a pri jeho prechode do základného stavu nastáva vyžiarenie fotónu.

Absorpčné interakcie - tu nastáva zachytenie pôvodnej ostreľujúcej častice (nabitej alebo nenabitej) atómom, jadrom alebo silovým poľom terča, pričom dochádza k premene jadier, k chemickým zmenám látky a pod. Patria sem:

- výmenná jadrová reakcia ( $\alpha, n$ ) - transmutácie,
- záchyt elektrónu atómovým jadrom,
- záchyt neutrónu atómovým jadrom,
- fotoelektrický jav - interakcia fotónu s obalovým elektrónom terča. Fotón odovzdá celú svoju energiu elektrónu, ktorý ju spotrebuje na uvoľnenie sa z materiálu a na kinetickú energiu (Holá, Holý, 2010).

#### 4.3.4 Ionizácia a excitácia

Odobovanie kinetickej energie nabitej častice látke, cez ktorú prechádza, sa väčšinou realizuje ionizáciou alebo excitáciou.

Ide o coulombovskú interakciu medzi nabitou časticou a elektrónmi atómového obalu. Ak je energia odovzdaná nabitou časticou väčšia ako je väzbová energia elektrónu v atóme, uvoľní sa takýto orbitálny elektrón z atómového obalu a vytvorí sa iónový pár. Tento proces sa nazýva ionizácia.

Ak energia odovzdaná nabitou časticou nepostačuje na uvoľnenie elektrónu z atómu, dochádza k excitácii tohto elektrónu na vyššiu energetickú hladinu. Pozdĺž dráhy nabitej častice tak v látke vznikajú iónové páry a excitované atómy.

Pri ionizácii v plynoch je nutné, aby orbitálny elektrón v atóme získal určité minimálne množstvo energie, aby mohol opustiť atóm a vytvoriť iónový pár, pozostávajúci z kladného iónu a voľného elektrónu. Táto minimálna energia  $E_i$ , odpovedajúca väzbovej energii elektrónu v atóme sa nazýva ionizačný potenciál.

Ionizačný proces je zložitý aj z dôvodu, že okrem tzv. primárnej ionizácie pôvodnou nabitou časticou, prispievajú k celkovej ionizácii aj elektróny uvoľnené pri tomto primárnom ionizačnom procese, pokiaľ majú dostatočnú energiu, aby mohli tiež ionizovať.

Mechanizmus ionizácie v kvapalinách je podobný ako v plynoch, ale pretože kvapaliny majú väčšiu hustotu, dochádza v nich k väčšej rekombinácii iónov.

Ionizačné deje v pevných látkach sú najlepšie popísané v polovodičoch. Pri ionizácii nastáva prechod elektrónov z valenčného pásma do vodivostného, pričom sa vytvára dvojica voľných nosičov elektrického náboja – záporný elektrón vo vodivostnom pásme a kladná diera vo valenčnom pásme (Holá, Holý, 2010).

## **4.4 Zdroje ionizujúceho žiarenia**

Zdroj ionizujúceho žiarenia je rádioaktívna látka, prístroj alebo zariadenie schopné eliminovať ionizujúce žiarenie alebo produkovať rádioaktívne látky. Prírodný zdroj ionizujúceho žiarenia je zdroj ionizujúceho žiarenia prírodného zemskeho alebo kozmického pôvodu. Umelý zdroj ionizujúceho žiarenia je zdroj iný ako prírodný zdroj.

### **4.4.1 Zdroje prírodnej rádioaktivity**

Prírodná rádioaktivita je neoddeliteľnou súčasťou životného prostredia. Ľudstvo počas svojho vývoja bolo trvalo vystavené pôsobeniu prírodného rádioaktívneho žiarenia. Vo všetkých zložitých látkach dochádza vplyvom žiarenia k špecifickým zmenám, ktoré by bez účinkov žiarenia neprebiehali.

Prírodná rádioaktivita pochádza z extraterestriálnych (mimozemských) zdrojov a od rádioaktívnych prvkov rozptýlených v zemskej kôre. V prírode bolo nájdených vyše 340 rôznych nuklidov, z ktorých približne 70 je rádioaktívnych.

Prírodné rádionuklidy, nachádzajúce sa v našom životnom prostredí môžeme rozdeliť podľa pôvodu:

- primordiálne – pôvodné – vznikli približne pred 4,5 miliardami rokov, pri začiatkovej syntéze prvkov, z ktorých sú zložené planéty slnečnej sústavy,
- sekundárne – vznikajúce z primordiálnych rádionuklidov tvoriacich premenové rady.
- kozmogénne – vznikajú kontinuálne jadrovými reakciami pri interakcii kozmického žiarenia so stabilnými jadrami hlavne v atmosfére.

Prvé dve skupiny prírodných rádionuklidov pochádzajú priamo z našej planéty Zem a preto sa označujú, ako terestriálne.

K prírodným zdrojom rádioaktivity patrí:

- prírodná rádioaktivita hornín, hydrosféry a atmosféry, ktorá pochádza od dvoch druhov rádionuklidov:

1. Primárnych :

- $^{40}\text{K}$ ,  $^{48}\text{Ca}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{96}\text{Zr}$ ,  $^{147}\text{Sm}$  a ďalšie, ktoré netvoria rozpadové rady. Vzhľadom k prítomnosti v horninách, množstvu a aktivite je najdôležitejším draslík.
- rozpadových produktov rozpadových radov materských prvkov  $^{238}\text{U}$  (tzv. uránový rozpadový rad) a  $^{235}\text{U}$  (tzv. aktinouránový rozpadový rad). Rady končia stabilnými izotopmi olova  $^{206}\text{Pb}$  a  $^{207}\text{Pb}$ .
- rozpadových produktov rozpadového radu materského prvku  $^{232}\text{Th}$  (tzv. tóriový rozpadový rad), ktorý končí stabilným  $^{208}\text{Pb}$ .

2. kozmogénnych, ktoré vznikajú interakciou kozmického žiarenia s atómami prvkov v atmosfére (napr.  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$  a iné)

- primárne kozmické žiarenie
- sekundárne kozmické žiarenie vznikajúce interakciou primárneho kozmického žiarenia so zložkami atmosféry, pričom vznikajú všetky dnes známe

elementárne častice. Kozmické žiarenie je detekované spoločne s inými druhmi žiarenia na Zemi.

Z celkového počtu asi 230 známych prírodných rádionuklidov podstatná časť rádioaktivity pochádza najmä od rádionuklidov draslíka  $^{40}\text{K}$ , uránu  $^{238}\text{U}$  a tória  $^{232}\text{Th}$ .

K dodatočným zdrojom prírodnej rádioaktivity je možné z hľadiska hodnotenia kvality životného prostredia zaradiť ďalšie dva zdroje:

- žiarenie rozpadových produktov rádioaktívnych plynov (izotopov radónu  $^{219}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ), ktoré po svojom vzniku v rozpadových radoch  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  a  $^{238}\text{U}$  unikli z horniny do ovzdušia
- rádioaktivita stavebných materiálov (Holá, Holý, 2010).

#### **4.4.2 Zdroje umelej rádioaktivity**

Zdrojmi umelej rádioaktivity sú umelé rádionuklidy. Vznikajú pôsobením neutrónov (n.), nabitých častíc (p,  $\alpha$ , d) a gama žiarenia na atómy inak stabilných prvkov alebo pri štiepení jadier ťažkých prvkov.

V súčasnosti je známych asi 800 umelých rádionuklidov, ktoré vznikajú pri jadrových výbuchoch a regulovaných procesoch ožarovania prvkov v jadrových generátoroch a reaktoroch. Mnohé z nich sú široko využívané v rôznych oblastiach, napr. v medicíne, energetike, potravinárstve, atď.. Bežne sú využívané ako zdroje žiarenia alfa napr.  $^{238}\text{Pu}$  a  $^{239}\text{Pu}$ , ako zdroje žiarenia beta napr.  $^{14}\text{C}$  a  $^{204}\text{Tl}$  a ako zdroje gama žiarenia napr.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{60}\text{Co}$  a iné.

Oblasti vzniku, resp. použitia umelých rádionuklidov: lekárska diagnostika, banská činnosť, prevádzka elektrární na fosilne palivá, jadrová energetika a činnosť spätá s palivoenergetickým cyklom rádioaktívnych surovín, skúšky jadrových zbraní, umelé hnojivá, použitie rádionuklidov v priemysle, poľnohospodárstve, potravinárstve, atď (Holá, Holý, 2010).

### 4.4.3 Priemysel'né zdroje žiarenia

Všeobecne rozumieme termínom zdroj ionizujúceho žiarenia rádioaktívny žiarič alebo zariadenie, ktoré obsahuje rádioaktívny žiarič alebo zariadenie, pri ktorého prevádzke vzniká ionizujúce žiarenie s energiou vyššou ako 5keV.

Rádioaktívny žiarič je rádioaktívna látka, ktorej hmotnostná kapacita a celková aktivita je vyššia ako istá tabelovaná hodnota. Zdroje IŽ môžeme rozdeliť na:

- rádionuklidové - patria sem predovšetkým už spomínané prírodné rádionuklidy ako zdroje alfa, beta, či gama žiarenia, ako aj kombinácie alfa-gama a beta-gama žiarenia. Ďalej sú to umelé rádionuklidy, ktoré môžu byť produkované v urýchľovačoch, reaktoroch alebo v jadrovej palivovom cykle. Umelé rádionuklidy sú zdrojom žiarenia  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  a neutrónov n.

Jadrový reaktor je tiež zdroj intenzívneho kombinovaného žiarenia. Ide o priame vyžarovanie rýchlych aj pomalých neutrónov a  $\gamma$  žiarenie.

Štiepne produkty zostávajúce vo vyhorených palivových článkoch jadrových reaktorov sú veľmi intenzívnymi zdrojmi gama a beta žiarenia.

- technické - zdroje ionizujúceho žiarenia s vysokou energiou sú jednak urýchľovače nabitých častíc, jednak rontgenové prístroje. Generátor ionizujúceho žiarenia je každý elektrický prístroj, či zariadenie, ktoré obsahuje súčiastky pracujúce s potencionálnym rozdielom väčším ako 5kV. Urýchľovačom je prístroj alebo zariadenie, v ktorom sú urýchľované častice, ktoré imituje ionizujúce žiarenie s energiou väčšou ako 1MeV(Holá, Holý, 2010).

## 4.5 Využitie ionizujúceho žiarenia

### 4.5.1 Jadrový reaktor a jadrová elektrárň

Štiepne reakcie sú silne exoenergetické a môžu teda slúžiť ako zdroje energie. Jadrová energia je časť väzbovej energie uvoľnenej pri jadrových reakciách. Pri štiepení uránu jadrová energia predstavuje asi 12 % väzbovej energie. Zariadenie na získanie

energie pomocou štíepnych riadených reťazových reakcií je **jadrový reaktor**. Hlavné časti jadrového reaktoru sú: jadrové palivo, moderátor a absorbátor.

**Palivo:**  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  + pomalé neutróny.

V prírode najrozšírenejší izotop  $^{238}\text{U}$  ľahko zachytáva rýchle neutróny, ale väčšinou sa zbaví excitačnej energie emisiou  $\gamma$  žiarenia a nie štíepením. Vhodným štíepnym palivom je izotop uránu  $^{235}\text{U}$ , ktorého však v prírodnom uráne je len 0,7 %.  $^{235}\text{U}$  má veľký účinný prierez pre štíepenie vyvolané pomalými neutrónmi, zatiaľčo  $^{238}\text{U}$  má tento účinný prierez malý. Je preto potrebné neutróny uvoľnené pri štíepení spomaliť, aby sa zabránilo ich pohlteniu jadrami  $^{238}\text{U}$  a umožnilo sa ďalšie štíepenie  $^{235}\text{U}$ . Na spomalenie štíepnych neutrónov v reaktore používame moderátor.

**Moderátor** je látka pohlcujúca energiu dopadajúcich rýchlych neutrónov bez toho, aby ich zachytávala. Ide o látku s nízkou atómovou hmotnosťou, aby došlo k energetickej výmene pri zrážke neutrónu s takouto látkou. Pôvodne sa používal ako moderátor uhlík vo forme grafitu, neskôr ťažká voda.

**Absorbátor** slúži ako regulátor reakcie. Sú to kadmiové tyče, schopné absorbovať pomalé neutróny. Ich zasúvaním, resp. vysúvaním sa riadi výkon reťazovej reakcie.

Dôležitý parameter reaktora je tzv. **násobiaci faktor**  $k$ , rovný podielu počtu neutrónov prítomných na začiatku určitej generácie k počtu neutrónov na začiatku predchádzajúcej generácie. Ak  $k = 1$  ide o kritický režim práce reaktora - potrebný na prácu s konštantným výkonom ( $k > 1$  nadkritický režim,  $k < 1$  podkritický režim).

Energia vo forme tepla sa odvádza chladiacim médiom do zásobníka vody – vzniká para – tepelná energia sa premieňa na mechanickú a elektrickú. Jadro reaktora je obklopené vrstvou betónu, ktorý pohlcuje sprievodné žiarenie ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $n$ ) (Holá, Holý, 2010).

#### 4.5.2 Jadrové elektrárne na Slovensku

Na Slovensku sú dve lokality s jadrovými energetickými zariadeniami. Jedná sa o Jaslovské Bohunice a Mochovce. jadrová elektráreň A1 s výkonom 150 MW bola do

prevádzky uvedená v roku 1972. Išlo o experimentálne overenie energetického využívania reaktorov na prírodný urán. Chladienie bolo riešené CO<sub>2</sub> a moderátorom bola ťažká voda. Prevádzka bola ukončená v 1977, tento blok A1 je v procese kontinuálneho vyradovania a má by ukončené v roku 2033.

Výstavba jadrovej elektrárne V1 v Jaslovských Bohuniciach s dvomi blokmi reaktorov VVER 440 s výkonom (2 x 440) MW sa začala v roku 1972. Ide o tlakové reaktory, palivom je nízko obohatený urán v keramickej forme a chladivom aj moderátorom je voda. Do prevádzky boli bloky uvedené v 1978 a 1980, pričom výroba týchto dvoch blokov predstavovala asi 20 % spotreby energie Slovenska. Na základe politického rozhodnutia boli bloky odstavené a ukončenie vyradovania je naplánované na rok 2025.

V súčasnosti sú uvedené na Slovensku v prevádzke dva reaktory typu VVER 440/213 v jadrovej elektrárni V2 v Jaslovských Bohuniciach a dva analogické reaktory v Mochovciach.

Celkový inštalovaný výkon jadrových elektrární na Slovensku je 2 640 MW. Výroba elektrickej energie v jadrových elektrárnach na Slovensku je energetickým dispečingom spravidla regulovaná v pásme základnej záťaže, pretože ich prevádzka je najekonomickejšia pri plnom výkone.

Prevádzka jadrových elektrární je kampaňovitá - približne raz za rok sa reaktor odstaví kvôli výmene paliva. Palivom je oxid uraničitý (UO<sub>2</sub>) obohatený štiepateľným izotopom uránu U-235, ktorého priemerné obohatenie v palivovej kazete je 3,82 %) (Holá, Holý, 2010).

### **4.5.3 Ionizujúce žiarenie v priemysle**

V priemysle sú zdroje ionizujúceho žiarenia súčasťou defektoskopických zariadení, alebo rôznych meradiel, ako sú napr. hladinometry, vlhkomery, hustometry a požiarne hlásiče. Využitie zdrojov ionizujúceho žiarenia nájdeme aj v baníctve a geológii pre karotážne práce, alebo aj pri colných kontrolách.

Defektoskopia (priemyselná rádiografia) je nedeštruktívna kontrola kvality výrobku alebo jeho súčasti pomocou prenikania gama alebo rontgenového žiarenia cez výrobok. Vady, rôzne defekty sa prejavujú v zmene hustoty na zázname (film, defektor)



analogicky ako sa v medicíne identifikuje zlomenie kostí. Defektoskopia sa najčastejšie využíva na kontrolu kvality kovových výrobkov pre ropný a plynárenský priemysel. Ako zdroje žiarenia sa používajú rádionuklidy  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{75}\text{Se}$ . Výber rádionuklidu v priemyselnej rádiografii závisí od povahy vyšetřovaného materiálu a z praktického hľadiska hrá úlohu aj ekonomická stránka.

Meradlá so zdrojom ionizujúceho žiarenia sú zariadenia využívané v priemysle najmä na kontrolu výrobného procesu ako aj kontrolu kvality výrobkov. Obsahujú tienový zdroj žiarenia a detektor žiarenia umiestnený tak, že užitočný zväzok prechádza materiálom alebo s ním inak reaguje. dáta sa kontinuálne zaznamenávajú, čo umožňuje kontinuálnu analýzu a kontrolu príslušného technologického procesu.

Meradlá môžu mať rôzne funkcie, napríklad meranie hustoty, hrúbky, hladiny, vlhkosti, prietoku. Pri kontrole kvality výrobkov sa sleduje hustota kvapalín, gúmy, olejov, papiera; hrúbka papiera, skla, oceli; hladina rúd, nápojov, jedlého oleja; koncentrácia minerálov v cementových zmesiach.

Pri kontrole výrobného procesu sa sleduje napríklad hustota cementu, kvapalín, chemických látok; hladiny v nádržiach, silách, hladiny chemických produktov a pod (Holá, Holý, 2010).

#### **4.5.4 Aplikácia uzavretých žiaričov**

Pri použití uzavretých žiaričov meradlá pracujú zvyčajne bez priameho kontaktu kontrolovaného výrobku, či procesu so žiaričom. Preto je vhodná ich aplikácia aj v chemicky agresívnych, toxických prostrediach, aj v prípade vysokých teplôt a tlakov. V prípade gama žiaričov je možné kontrolovať prietoky, hustotu a pod. aj v potrubíach, nádržiach, či kotloch, ktoré majú hrubé kovové steny.

V prípade uzavretých žiaričov sa využívajú najmä absorpcia žiarenia, rozptyl žiarenia, zmena polohy žiariča, ionizačné účinky.

**Zmena polohy žiariča** - mení sa buď vzdialenosť medzi zdrojom a detektorom alebo aktívna šírka zväzku žiarenia. Meria sa vzdialenosť, posuny hladiny a iné geometrické parametre.

**Absorpcia ionizujúceho žiarenia** v skúmanom materiáli závisí od jeho fyzikálnych, mechanických parametrov. Tento jav sa využíva najmä pri meraní hrúbky,

hustoty, výšky hladiny, rýchlosti prúdenia v rôznych médiách. Často sa aplikuje pri kontrole a regulácii chemickej výroby.

**Rozptyl žiarenia** - spätný rozptyl beta a gama žiarenia sa výhodne využíva pri kontrole napr. hrúbky. Podobne aj spomaľovanie a rozptyl neutrónov umožňuje kontinuálnu kontrolu vlhkosti a merania hladiny.

**Radiačná ionizácia plynov**, teda ionizačné účinky žiarenia sa využívajú pri odstraňovaní statickej elektriny, pri meraní hustoty, tlaku plynov a pri meraní rýchlosti prúdenia plynov.

**Hustomer** - meradlo na meranie hustoty prúdiacej kvapaliny (ropy, rozličných olejov, atď.). V prípade meradla s rádioaktívnym zdrojom žiarenia sa toto meranie zakladá na absorpcii rádioaktívneho žiarenia meraným prostredím (používa sa rádionuklid  $^{137}\text{Cs}$  s aktivitou GBq). Pri rovnakej hrúbke vrstvy látky absorpcia žiarenia je úmerná jej hustote. Hustotu možno určiť aj na základe spätného rozptylu gama žiarenia, vtedy sa žiarič aj detektor umiestnia v tesnej blízkosti na stene potrubia alebo nádrže s meranou kvapalinou a priamy vstup gama žiarenia zo zdroja do detektora zamedzí vrstva olova. Intenzita spätne rozptýleného žiarenia je úmerná hustote meranej kvapaliny (Holá, Holý, 2010).

#### 4.5.5 Aplikácia otvorených žiaričov

V priemyselných technológiách možno na kontrolu niektorých parametrov a veličín použiť aj otvorené žiariče. Ide spravidla o ich indikátorové použitie.

**Homogenizácia** - indikátorovou metódou môžeme kontrolovať aj proces homogenizácie. Jedna zo zložiek zmesi sa označí rádioaktívnou látkou a počas miešania sa meria rádioaktivita. Grafická závislosť rádioaktivity od času ukáže okamih, od ktorého je ďalšie predlžovanie a miešania málo efektívne. Stupeň homogenizácie dosiahnutý v tomto okamihu je charakteristický pre daný typ zmesi a miešacie zariadenie.

**Separáčné procesy** - princíp indikátorového sledovania separačného procesu spočíva v tom, že k skúmanej zmesi látok A + B sa pridávajú ich rádioaktívne indikátory. Účinnosť deliaceho procesu sa kontinuálne sleduje meraním rádioaktivity indikátora zložky A v produkte B a indikátora zložky B v produkte A. Veľa procesov v

chemickom priemysle ako sú kryštalizácia, extrakcia, zrážanie, filtrácia, destilácia a iné, sa dajú touto metódou sledovať a kontrolovať. Skúma sa napríklad účinnosť oddelenia rozpúšťadiel od rozpustných látok a aj oddeľovanie zmesí kvapalín destiláciou, určenie optimálnych parametrov extrakcie atď. (Holá, Holý, 2010).

## 5 ZÁVER

Prudký rozvoj vedy a techniky má za následok rastúci a neúfňajúci dopyt po odborníkoch v oblasti informačných technológií. To je hlavným dôvodom prečo je dôležitý vzdelávací proces obohatovať o informačné a komunikačné prostriedky a o elektronické vzdelávanie. Obohatenie vzdelávacieho procesu o tieto prostriedky môže výrazne napomáhať k motivácii a k získaniu pozitívneho vzťahu k technológiám a tým im poskytnúť vhodnú štartovaciu pozíciu do ich nasledujúceho profesijného života.

Elektronické vzdelávanie je dynamická oblasť, reagujúca na skutočné potreby dopytu po vzdelávaní. Kvalitné a efektívne elektronické vzdelávanie predpokladá dostatok kvalitných materiálov, medzi ktoré patria aj elektronické kurzy. Vytvorenie elektronického kurzu pre predmet Environmentálna fyzika bolo cieľom tejto diplomovej práce.

Vytvárali sme elektronický kurz pod názvom Ionizujúce žiarenie. Vzdelávací kurz bol vytvorený v prostredí LMS Moodle. Vzdelávací kurz obsahuje 5 kapitol. Každá kapitola má prehľadné podkapitoly a na jej konci každej kapitoly sa nachádza test na overenie spätnej väzby. Obsah kurzu sme vytvorili so zreteľom na zaužívané pedagogicko-psychologické zásady, ktorých používanie je pri tvorbe vzdelávacích kurzov nevyhnutné.

Pri spracovávaní teoretických častí práce sme spomenuli e-learning, ktorý je neoddeliteľnou súčasťou moderného vzdelávania. Hlavným výsledkom diplomovej práce je elektronický kurz na tému Ionizujúce žiarenie. Veríme že elektronický kurz je použiteľný produkt, ktorý nájde uplatnenie v pedagogickej praxi a prispeje k čoraz viac sa rozrastajúcemu portfóliu pomôcok pre predmet Environmentálna fyzika, alebo nájde uplatnenie v elektronickom vzdelávaní.

## 6 ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

1. BARANOVIČ, R. 2002. *Internet v škole*. Bratislava : Príroda, 2002. 69 s. ISBN 80-07-00403-3
2. ČERNÁK, I. – MAŠEK, E. 2007. *Základy elektronického vzdelávania*. Pedagogická fakulta Katolíckej Univerzity v Ružomberku, 2007. 345 s. ISBN 978-80-8084-1713
3. KEPENCAY, M. E-learning a proces vzdelávania v komerčnej sfére. In: *DIVAI 2006 : Zborník*. Nitra : FPV UKF Nitra, 2006. ISBN 80-8050-975-1
4. EGER, L. 2003. Rozvoj e-learningu na vysokých školách v ČR. In: *Technológia vzdelávania*. 2003. č. 1, s. 4. ISSN 1335-003X
5. *eLearning* [online]. European Commission. [cit. 28-04-2010].  
Dostupné na: [http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/index_en.html)
6. *eLearning - Overview* [online]. European Commission. [cit. 28-04-2010].  
Dostupné na [http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/intro\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/intro_en.html)
7. GAZDÍKOVÁ, V.: *Základy dištančného elektronického textu*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, 2003. 64 s. ISBN 80-89074-67-7
8. HNÁTOVÁ, J. 2004. *IKT v edukačnom procese – Internet pre učiteľov*. 1. vyd. 2004. Metodologicko-pedagogické centrum Prešov, 59 s. ISBN 80-8045-326-8
9. HOLÁ, O. – HOLÝ, K. 2010. *Radiačná ochrana*. Bratislava: STU 2010. 175 s. ISBN 978-80-227-3240-6.
10. HOSTŤOVECKÝ, M., VINCÚROVÁ, J. 2006. *E-learning ako nová forma vzdelávania*. In: Zborník z konferencie E-learn 2006. Žilina: 2006, s.76-78. ISBN
11. HUBA, M. 2007. *Základy E-vzdelávania*. 1. vyd. Bratislava : STU 2007. 165 s. ISBN 978-80-227-27
12. HUBA, M. – BISTRÁK, P. 2007. *Príprava na e-vzdelávanie /MODUL č.5/ Videokonferencie v E-vzdelávaní*. Bratislava : STU v Bratislave, 2007. 90 s. ISBN 978-80-89316-04-5
13. HUBA, M. – BISTRÁK, P. – FIKAR, M. 2007. *Príprava na e-vzdelávanie /MODUL č.2/ Systémy na riadenie výučby ( LMS )*. STU v Bratislave, 2007, 118 s. ISBN 978-80-89316-01-4
14. HUBA, M. – ORBANOVÁ, I. 2001. *Pružné vzdelávanie*. 1. vyd. Bratislava : STU v Bratislave, 2001. 190 s. ISBN 80-227-1335-X

15. HUBA, M. – PIŠÚTOVÁ – GERBER, K. 2007. *Príprava na e-vzdelávanie /MODUL č.1/ Základy e-vzdelávania*. STU v Bratislave, 2007. 112 s. ISBN 978-80-89316-00-7
16. HUBA, M. – ŽÁKOVÁ, K. – BISTRÁK, P. 2003. *WWW a vzdelávanie*, STU v Bratislave, 2003. 141 s. ISBN 80-227-1999-4
17. ILAVSKÁ, A. 2004. *Dištančné vzdelávanie na Slovensku*. 2004 Bratislava, Technická univerzita Zvolen, 124 s. ISBN 80-89029-80-9
18. ILAVSKÁ, A. 2001. *Tútori a mentori*. Zvolen 2001, Technická univerzita Zvolen, 70 s. ISBN 80-89029-25-6
19. JUSZCZYK, S.: *Dištančné vzdelávanie*. Bratislava : Sapiaenta, 2004. 172 s. ISBN 80-968797-3-1
20. LIGAS, Š.: LMS EKP E-learning portál a dištančné vzdelávanie. In *Odborný seminár Využitie LMS EKP v akademickom prostredí*. Nová Dubnica : E-learnmedia, s.r.o., Bratislava, 2006. ISBN 80-969555-5-1 (CD ROM)
21. MALÁ, E. 2003. E-learning ako nová forma výučby cudzích jazykov. In: *Technológia vzdelávania, príloha Slovenský učiteľ*. 2003. č.10, s. 2-3. ISSN 1335-003X
22. MORAVCOVÁ, L.: *Aplikácia informačných a komunikačných technológií pri výučbe cudzích jazykov v dištančnom vzdelávaní*. Nitra : SPU, 2004. ISBN 80-8069-797-3.
23. MUNK, M. – KLOCOKOVÁ, D. – LANČARIČ, D. – ČERVEŇANSKÁ, M. 2008. *Tvorba, správa a analýza E-kurzov*. Nitra: UKF, 2008. 161 s. ISBN 978-80-8094-118-5.
24. NECZLI, R. – HRUZOVÁ, A. 2009. *Vzdelávanie budúcnosti: e-learning*. [online] [cit. 2010-12-29] Dostupné na:  
<[http://www.efocus.sk/index.jsp?1=1&cl\\_id=380](http://www.efocus.sk/index.jsp?1=1&cl_id=380)>
25. NOCAR, D.: E-learning v distančnom vzdelávaní. In: *Distanční vzdělávání v České republice : Zborník*. Praha : NCDiV, 2004. ISBN 80-86302-02-04
26. ORBANOVÁ, I. 2007. *Všetko o dištančnom vzdelávaní*. Technická univerzita v Košiciach, 2003. 72 s. ISBN 80-7099-982-9
27. *Pedagogické rozhľady* [online] [cit.2010-03-14] Dostupné na:  
<<http://www.rozhľady.pedagog.sk/cisla/p2-2003.pdf>>

28. PRŮCHA, J. 2003. *Jak psát učební texty pro distanční studium* [online] [cit.2010-01-02]. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, Regionální centrum celoživotního vzdělávání, 2003. s. 7-21. ISBN 80-248-0281-3.
- Dostupné na [http://www.elearn.vsb.cz/cz/kurzy/Autori\\_DiV\\_textu.pdf](http://www.elearn.vsb.cz/cz/kurzy/Autori_DiV_textu.pdf)
29. PRŮCHA, J. – MÍKA, J.: *Dištanční studium v otázkach*. Praha : NCDiV, 1999. [online] [cit. 2010-11-23] Dostupné na: <http://www.csvs.cz/>
30. POMMFYOVÁ, M. 2006. Brána k novému vzdelávaniu. [online] [cit.2010-02-15] Dostupné na:
- <<http://hnonline.sk/c1-20008390-brana-k-novemu-vzdelavaniu>>
31. *Slovenská sieť dištančného vzdelávania* [online] [cit.2010-11-13] Dostupné na:
- <<http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyzika/ruzne/distvz/dvslov.htm>>
32. STRAKOVÁ, Z. – PRČÍKOVÁ, M. – CIMERMANOVÁ, I.: *Vybrané aspekty prípravy kurzov dištančného vzdelávania*. Prešov : FHPV PU, 2004. ISBN 80-8068-316-6
33. ŠVEJDA, G. a kol.: *Vybrané kapitoly z tvorby e-learningových kurzov*. 1. vyd. Nitra : PF UKF, 2006. ISBN 80-8050-989-1
34. TÓBLOVÁ, E. *Kvalita elektronického vzdelávania* [online]. Katedra inžinierskej pedagogiky a psychológie MtF STU. [cit. 22-11-2010]. Dostupné na <http://web.mtf.stuba.sk/sk/aktuality/konferencie/schola/prispevky06/Toblova.doc>
35. TURČÁNI, M. 2004 [online] [cit.2010-11-13] dostupné na:
- < <http://www.creativesuite.sk/?p=2086>>
36. ULLMO, P.-A., EHLERS, U.-D. 2007. Quality in eLearning [online] [cit.2010-14-12]. In *eLearning Papers*, 2007, No. 2. ISSN 1887-1542. Dostupné na <http://www.elearningpapers.eu/index.php?page=home&vol=2>
37. LMS. [cit. 22-01-2010]. Dostupné na: <http://www.uniba.sk/index.php?id=724>
38. *Zákon č.131/2002 Zb. o vysokých školách a o zmene a doplnení niektorých zákonov*.

# **PRÍLOHY**

Príloha A Úvodná stránka kurzu

Príloha B Kategórie kurzov

Príloha C Ukážka kurzu Ionizujúce žiarenie

Príloha D Ukážka knihy

Príloha E Ukážka Testu



## Príloha A

Nejste přihlášení (Přihlásit se)  
Čeština (cs)

**Přihlásit se**

Uživatelské jméno:  
simonah

Heslo: ●●●●●●

Začněte nyní vytvořením nového účtu!

[Zapomněli jste heslo?](#)

**Kategorie kurzů**

Oddelenie dopravnej výchovy a služieb	1
Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky	12
Katedra fyziky	7
Záverečné práce	2
Katedra kvality a strojárskych technológií	13
Katedra stavieb	3
Katedra strojov a výrobných systémov	9
Katedra výrobnjej techniky	6
Celoživotné vzdelávanie	1

Vyhledat kurzy:

**Kalendář**

april 2011

Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

**Připojení uživatelé**

(posledních 5 minut)

- 😊 Simona Hajdúrová
- 😊 Lenka Magušinová
- 😊 Patik Tóth

**Kategorie kurzů**

- ▶ Oddelenie dopravnej výchovy a služieb
- ▶ Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky
- ▶ Katedra fyziky
- ▶ Katedra kvality a strojárskych technológií
- ▶ Katedra stavieb
- ▶ Katedra strojov a výrobných systémov
- ▶ Katedra výrobnjej techniky
- ▶ Celoživotné vzdelávanie

Vyhledat kurzy ...  
Všechny kurzy ...

Úvodná stránka kurzu LMS Moodle

## Príloha B

Pokiaľ nemáte pridelené **meno a heslo**, do kurzu označeného - sa môžete po kliknutí na tento kurz **prihlásiť ako hosť**.

### Kategoríe kurzov

- Oddelenie dopravnej výchovy a služieb**
  - Konštrukcia a riadenie vozidiel
- Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky**
  - KEA Základy automatizácie
  - ELEKTROENERGETIKA
  - Elektrotechnické predpisy
  - Informačné a Databázové Systémy
  - KEA Informatika 1
  - KEA Programovanie 1
  - KEA Programovanie 2
  - KEA Technická kybernetika
  - KEA Základy informatiky
  - Využitie výpočtovej techniky 2
- Katedra fyziky**
  - Rádioaktívny odpad
  - Ionizujúce žiarenie
  - Fyzika 2
  - Fyzika
  - Počítačové spracovanie obrazu
  - Aplikácia operačného systému Linux vo fyzike a technike
- Záverečné práce**
- Katedra kvality a strojárskych technológií**
  - Technická príprava výroby
  - Strojárska technológia
  - Bezpečnosť a ochrana zdravia
  - Tribológia a tribotechnika
  - Konštrukčné materiály
  - Riadenie projektov
  - Nauka o materiáloch
  - Počítačom podporovaná výroba
  - Progressívne výrobné technológie
  - Špeciálne výrobné technológie
  - Bezpečnosť poľnohospodárskej techniky
  - Integrované systémy riadenia
  - Obrábanie a metrológia
- Katedra stavieb**
  - Diplomová práca - Priestorová grafika
  - Diplomova práca - 3D grafika
  - Technické zariadenia budov
- Katedra strojov a výrobných systémov**
  - Farm Machinery
  - Riadenie prevádzky strojov
  - Stroje pre rastlinnú výrobu 2
  - Projektovanie výrobných systémov
  - Mechanizované výrobné systémy 1
  - Zemné stroje
- Katedra výrobnjej techniky**
  - Technika pre živočíšnu výrobu 2 - DIŠ
  - Technika v agrokomplexe\_DIS
  - Technika v agrokomplexe
  - Technika pre poľnohospodársku výrobu 2 - DIS
  - Technika pre poľnohospodársku výrobu 2
  - Technika pre živočíšnu výrobu 2
- Celoživotné vzdelávanie**
  - Informačné a komunikačné technológie v práci poradcu

#### Kalendár

april 2011

Pon	Ut	Str	Štv	Pia	So	Ne
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

#### Prihlásení používatelia

(posledných 5 minút)

- Simona Hajdúová
- Lenka Magušinová

#### Moje kurzy













- Rádioaktívny odpad
- Všetky kurzy ...

Vyhľadať kurzy:

Ste prihlásený ako Simona Hajdúová (Odhlásiť)

## Kategoríe kurzov

## Príloha C

Prehľad témy	
<b>Ionizujúce žiarenie</b>	<input type="checkbox"/>
<p> <b>Cieľ kurzu:</b></p> <p>Pôvodná predstava atómu ako najmenšej nedeliteľnej časti látky sa začala meniť objavením elektrónu – nositeľa záporného náboja. Avšak atóm sa prejavoval ako elektricky neutrálny, preto bolo zrejmé, že atóm musí obsahovať rovnako veľký kladný náboj. Táto vzdelávací kurz nás oboznámi so súčasnými názormi o zložení atómu – a to najmä o zložení jeho <i>jadra</i>. Dozvieme sa o základných vlastnostiach atómových jadier, o rádioaktívite a zákonitostiach jadrových premien, povieme si o niektorých jadrových reakciách a pojednáme aj o interakcii ionizujúceho žiarenia s látkou. Ďalej si popíšeme zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekciu a na záver pojednáme o využívaní ionizujúceho žiarenia.</p>	
<p> <b>Kapitoly vzdelávacieho kurzu:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Základné vlastnosti atómových jadier</li><li>2. Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia</li><li>3. Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou</li><li>4. Zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekcia</li><li>5. Využitie ionizujúceho žiarenia</li></ol>	
<p> <b>Použitá literatúra:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. HOLÁ, O. – HOLÝ, K. 2010. <i>Radiočná ochrana</i>. Bratislava: STU 2010. 175 s. ISBN 978-80-227-3240-6</li></ol>	
<p> <a href="#">Fórum novínok</a></p>	
<b>1 Základné vlastnosti atómových jadier</b>	<input type="checkbox"/>
<p> <b>Učebné ciele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- popísať základné historické súvislosti s objavením jadra,</li><li>- popísať a charakterizovať základné parametre a zloženie jadra,</li><li>- popísať a vysvetliť základný popis veličín jadrovej fyziky</li></ul>	
<p> <b>Kľúčové slová:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- elektrón, protón, neutrón,</li><li>- nuklid,</li><li>- polomer jadra,</li><li>- atómová hmotnostná jednotka,</li><li>- rádioaktívita</li></ul>	
<p> <a href="#">Základné vlastnosti atómových jadier</a></p> <p> <a href="#">Test 1</a></p>	
<b>2 Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia</b>	<input type="checkbox"/>
<p> <b>Učebné ciele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- popísať a charakterizovať ionizujúce žiarenie a jeho druhy popísať</li><li>- charakterizovať jadrové žiarenie a jeho klasifikáciu,</li><li>- charakterizovať, opísať a zadeliť reakcie transmutácií, trieštenia a štiepenia,</li><li>- popísať röntgenové žiarenie a jeho zložky,</li></ul>	
<p> <b>Kľúčové slová:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ionizujúce žiarenie,</li><li>- žiarenia alfa, žiarenie beta, žiarenie gama, neutrónové žiarenie,</li><li>- jadrové žiarenie,</li><li>- transmutácie, štiepenie jadier, trieštenie</li><li>- termojadrová reakcia,</li><li>- röntgenové žiarenie,</li></ul>	
<p> <a href="#">Základná klasifikácia ionizujúceho žiarenia</a></p> <p> <a href="#">Test č. 2</a></p>	

### 3 Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou



#### Učebné ciele:

- popísať a charakterizovať interakcie ionizujúceho žiarenia s látkou,
- klasifikovať a popísať základné rozdelenie interakcií,
- charakterizovať ionizáciu a excitáciu,
- definovať a popísať veličiny charakterizujúce ionizujúce žiarenie s látkou,
- klasifikovať a popísať dozimetrické veličiny.



#### Kľúčové slová:

- mikroskopický účinný prierez,
  - fluencia častíc,
  - celkový účinný prierez,
  - ionizácia
  - excitácia
  - lineárny súčiniteľ.
- Ionizujúce žiarenie a jeho interakcia s látkou
- Systém dozimetrických veličín
- Test č. 3

### 4 Zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekcia



#### Učebné ciele:

- charakterizovať a popísať zdroje prírodnej a umelej rádioaktivity,
- popísať a uviesť príklady na priemyselné zdroje žiarenia,
- definovať a vysvetliť princíp urýchľovačov nabitých častíc.



#### Kľúčové slová:

- prírodné a umelé rádionuklidy,
  - rádioaktívny žiarčič,
  - urýchľovač nabitých častíc,
  - energia častice,
  - defektor
- Zdroje ionizujúceho žiarenia a jeho detekcia
- Urýchľovač nabitých častíc
- Detektory ionizujúceho žiarenia
- Rádioaktivita v životnom prostredí
- Test č. 4

### 5 Využitie ionizujúceho žiarenia



#### Učebné ciele:

- opísať jadrový reaktor a jeho hlavné časti,
- popísať jadrové elektrárne na Slovensku,
- vysvetliť a popísať využitie ionizujúceho žiarenia v priemysle,
- charakterizovať jednotlivé meradlá.



#### Kľúčové slová:

- jadrový reaktor,
  - jadrová elektrárňa,
  - moderátor,
  - absorbátor,
  - defektoskopické zariadenia a meradlá,
  - uzavretý a otvorený žiarčič.
- Využitie ionizujúceho žiarenia
- Jadrový reaktor
- Test č. 5

### 6

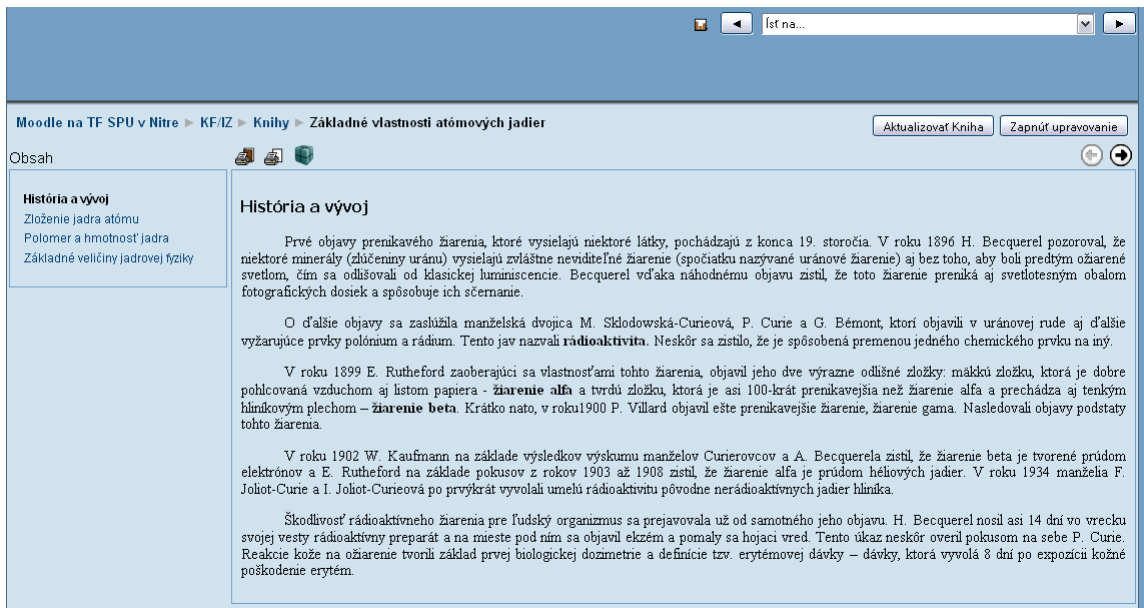


#### Záverečný test

- Záverečný test

## Ukážka kurzu Ionizujúce žiarenie

## Príloha D



Moodle na TF SPU v Nitre ► KF/IZ ► **Knihy** ► **Základné vlastnosti atómových jadier** Aktualizovať kniha Zapnúť upravovanie

Obsah ↻ ↷

<b>História a vývoj</b> Zloženie jadra atómu Polomer a hmotnosť jadra Základné veličiny jadrovej fyziky	<h3>História a vývoj</h3> <p>Prvé objavy prenikavého žiarenia, ktoré vysielajú niektoré látky, pochádzajú z konca 19. storočia. V roku 1896 H. Becquerel pozoroval, že niektoré minerály (zlučeniny uránu) vysielajú zvláštne neviditeľné žiarenie (spočiatku nazývané uránové žiarenie) aj bez toho, aby boli predtým ožiarené svetlom, čím sa odlišovali od klasickej luminescencie. Becquerel vďaka náhodnému objavu zistil, že toto žiarenie preniká aj svetlotiesnym obalom fotografických dosiek a spôsobuje ich sčernanie.</p> <p>Ďalšie objavy sa zaslúžila manželská dvojica M. Skłodovská-Curieová, P. Curie a G. Bémont, ktorí objavili v uránovej rude aj ďalšie vyžarujúce prvky polónium a rádium. Tento jav nazvali <b>radioaktivita</b>. Neskôr sa zistilo, že je spôsobená premenou jedného chemického prvku na iný.</p> <p>V roku 1899 E. Rutherford zaoberajúci sa vlastnosťami tohto žiarenia, objavil jeho dve výrazne odlišné zložky: mäkkú zložku, ktorá je dobre pohlcovaná vzduchom aj listom papiera - <b>žiarenie alfa</b> a tvrdú zložku, ktorá je asi 100-krát prenikavejšia než žiarenie alfa a prechádza aj tenkým hliníkovým plechom – <b>žiarenie beta</b>. Krátko nato, v roku 1900 P. Villard objavil ešte prenikavejšie žiarenie, žiarenie gama. Nasledovali objavy podstaty tohto žiarenia.</p> <p>V roku 1902 W. Kaufmann na základe výsledkov výskumu manželov Curierovcov a A. Becquerela zistil, že žiarenie beta je tvorené prúdom elektrónov a E. Rutherford na základe pokusov z rokov 1903 až 1908 zistil, že žiarenie alfa je prúdom héliových jadier. V roku 1934 manželka F. Joliot-Curie a I. Joliot-Curieová po prvýkrát vyvolali umelú radioaktivitu pôvodne neradioaktívnych jadier hliníka.</p> <p>Škodlivosť radioaktívneho žiarenia pre ľudský organizmus sa prejavovala už od samotného jeho objavu. H. Becquerel nosil asi 14 dní vo vrecku svojej vesty radioaktívny preparát a na mieste pod ním sa objavil ekzém a pomaly sa hojaci vred. Tento úkaz neskôr overil pokusom na sebe P. Curie. Reakcie kože na ožiarenie tvorili základ prvej biologickej dozimetrie a definície tzv. erytémovej dávky – dávky, ktorá vyvolá 8 dní po expozícii kožné poškodenie erytém.</p>
--	--

## Ukážka knihy

## Príloha E

Moodle na TF SPU v Nitre > KF/IZ > Testy > Test č. 5 > Pokus 1 Aktualizovať Test

Informácia Výsledky Náhľad Upraviť

### Náhľad testu

[Začať znovu](#)

**1** Z akých hlavných častí sa skladá jadrový reaktor?  
Známky: --/1

Odpoveď:

Trebuchet 1 (8 pt) Jazyk

**B** U **S** \*<sup>x</sup> \*<sub>x</sub>

HTML cesta: ?

[Odoslať](#)

**2** Služi moderátor ako regulátor reakcie?  
Známky: --/1

Odpoveď:

Áno

Nie

[Odoslať](#)

**3** Aký je dôležitý parameter reaktora?  
Známky: --/1

Odpoveď:

[Odoslať](#)

**4** Čo využívame v prípade uzavretých žiaričov?  
Známky: --/1

Výberte jednu odpoveď

a. zmena polohy žiariča

b. násobiaci faktor

c. separačné procesy

d. homogenizácia

[Odoslať](#)

**5** Charakterizujte čo je to defektoskopia a kde sa najčastejšie využíva?

[Uložiť bez odoslania](#) [Odoslať stránku](#) [Odoslať všetko a ukončiť](#)

Moodle Docs pre túto stránku  
Ste prihlásený ako Lenka Magušinová (Odhlásiť)

KF/IZ

## Ukážka Testu