



UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA  
V NITRE

# **Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia**

**Gabriel Bánesz  
Danka Lukáčová  
Miroslav Šebo**

**Nitra 2022**

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE

Pedagogická fakulta

Katedra techniky a informačných technológií

Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia

Nitra 2022

Monografia Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia je výstupom projektu KEGA č. 012UKF-4/2020

Názov: Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia

Autori: doc. PaedDr. Gabriel Bánesz, PhD.  
doc. PaedDr. Danka Lukáčová, PhD.  
Mgr. Miroslav Šebo, PhD.

Recenzenti: prof. dr. hab. Henryk Noga  
doc. Ing. Čestmír Serafín, Dr., Ing. Paed. IGIP

Editori: doc. PaedDr. Gabriel Bánesz, PhD.  
doc. PaedDr. Danka Lukáčová, PhD.

ISBN 978-80-558-1990-7

EAN 9788055819907

## ÚVOD6

|       |                                                                                       |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1     | MOŽNOSTI ELEKTRONICKÉHO VZDELÁVANIA                                                   | 8   |
| 1.1   | E-learning ako forma elektronického vzdelávania.....                                  | 8   |
| 1.2   | Moderné spôsoby vzdelávania .....                                                     | 15  |
| 1.2.1 | LMS Moodle .....                                                                      | 16  |
| 1.2.2 | Sociálna sieť Facebook.....                                                           | 18  |
| 1.3   | Komparácia uplatnenia Facebooku a LMS systémov .....                                  | 21  |
| 2     | ŠTUDIJNÉ PROGRAMY PODPOROVANÉ ELEKTRONICKÝMI KURZAMI                                  | 23  |
| 2.1   | Študijný program Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci.....                          | 23  |
| 2.2   | Študijný program Učiteľstvo praktickej prípravy .....                                 | 24  |
| 2.3   | Študijný program Učiteľstvo techniky .....                                            | 27  |
| 2.4   | Vyučovacie predmety zamerané na praktické merania .....                               | 30  |
| 2.5   | Elektronický kurz pre predmet meranie a meracie prístroje.....                        | 36  |
| 3     | MERANIE VYBRANÝCH FAKTOROV PRACOVNÉHO PROSTREDIA                                      | 40  |
| 3.1   | Teplota, vlhkosť a koncentrácia oxidu uhličitého.....                                 | 40  |
| 3.1.1 | Merania teploty, CO <sub>2</sub> a vlhkosti pracovného prostredia .....               | 45  |
| 3.1.2 | Meranie teploty pracovného prostredia guľovým teplomerom .....                        | 54  |
| 3.2   | Hlučnosť v pracovnom prostredí.....                                                   | 59  |
| 3.2.1 | Meranie hlučnosti v drevoobrábacej dielni.....                                        | 62  |
| 3.3   | Osvetlenie pracovného prostredia .....                                                | 67  |
| 3.3.1 | Meranie osvetlenia v odbornej učebni.....                                             | 69  |
| 3.4   | Elektromagnetické žiarenie a elektrosmog.....                                         | 73  |
| 4     | VÝSKUMY V OBLASTI ELEKTRONICKÉHO VZDELÁVANIA A MERANIA FAKTOROV PRACOVNÉHO PROSTREDIA | 93  |
| 4.1   | Sociálna sieť Facebook vo vzdelávaní .....                                            | 97  |
| 4.2   | Pripravenosť študentov na online vzdelávanie .....                                    | 109 |
| 4.3   | Elektronický vzdelávací modul pre základy metrológie .....                            | 111 |
| 4.4   | Výsledky vzdelávania prostredníctvom e-learningu .....                                | 113 |

|            |                                                          |     |
|------------|----------------------------------------------------------|-----|
| 4.5        | Vplyv pracovného prostredia na učenie sa študentov ..... | 115 |
| ZÁVER      |                                                          | 120 |
| LITERATÚRA |                                                          | 121 |

## ÚVOD

Vhodné pracovné prostredie vplýva na pracovné výkony zamestnancov. Medzi faktory pracovného prostredia patria okrem senzoricky postrehnuteľných faktorov aj také, ktoré môžeme exaktne odmerať. Ide hlavne o veličiny ako teplota, vlhkosť, osvetlenie, množstvo oxidu uhličitého, hluk a pod. Meranie takýchto faktorov je možné pomocou špecializovaných tímov s príslušným oprávnením na výkon takejto činnosti. Okrem toho sa s danou problematikou stretávajú aj bezpečnostní technici, ktorí v rámci svojej činnosti v praxi môžu tiež sledovať a vyhodnocovať tieto faktory. Konkrétna metodika merania je presne definovaná v príslušných technických normách, prípadne vyhláškach daného ministerstva.

Na meranie sa používajú napríklad nasledovné meracie prístroje: multifunkčný prístroj Testo 435 + sonda guľového teplomera, anemometer AN340, hlukomer lutron SL-4011, Luxmeter Testo 845, Hlukomer Testo 816-1, EMF Strengrh Meter 480836, Termokamera Flir C2, prístroj na meranie oxidov uhlíka CO a CO<sub>2</sub> Testo 315-3, prístroj na meranie častíc Trotec PC220. Na to, aby meranie daných veličín bolo uskutočnené správnymi postupmi a v súlade s legislatívou je potrebná dôkladná príprava na samotné meranie pomocou uvedených prístrojov. Táto príprava sa realizuje pomocou návodov, prípadne samoštúdiom. Problém v príprave na meranie môže nastať najmä preto, lebo forma prípravy je časovo náročná, nakoľko nie vždy je k dispozícii dostatok potrebnej literatúry a príslušných technických noriem.

E-learningové kurzy svojou štruktúrou a obsahom riešia niektoré problémy spojené s prípravou a realizáciou meraní zameraných na pracovné prostredie. Frekventanti kurzov (študenti) uprednostňujú pri štúdiu a v príprave na terénne (laboratórne) meranie formu vzdelávania pomocou

e-learningových kurzov. Takýto kurz, pokiaľ je vhodne zostavený, je k dispozícii záujemcom prakticky v každom čase. Prispôbenie obsahu kurzov aktuálnym vyhláškam, normám a požiadavkám praxe je flexibilné na rozdiel od printových médií.

Autori publikácie si dali za cieľ vytvoriť v prostredí Moodle a v praxi overiť elektronické vzdelávacie moduly so zameraním na teoretickú a praktickú prípravu na meranie vybraných faktorov pracovného prostredia. Zároveň sledovali vybrané faktory pracovného prostredia v rôznych školských priestoroch.

Predkladaná monografia Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia sumarizuje výsledky dlhodobých aktivít autorov v oblasti tvorby e-learningových kurzov použiteľných na prípravu na meranie faktorov pracovného prostredia ako aj terénnych

meraní vybraných faktorov pracovného prostredia v školských budovách. Je určená vedeckej komunite a študentom odborov s technickým zameraním.

Autori by radi vyslovili poďakovanie recenzentom publikácie pánovi prof. dr. hab. Henrykovi Nogovi z Pedagogickej Univerzity v Krakove a pánoci doc. Ing. Čestmírovi Serafinovi, PhD. z Katedry technické a informační výchovy Pedagogickej fakulty UP Olomouc za posúdenie monografie.

# 1 MOŽNOSTI ELEKTRONICKÉHO VZDELÁVANIA

Možností elektronického vzdelávania je niekoľko. Ide hlavne o vzdelávanie formou e-learningu, LMS systémov (Learning Management System) a sociálnych sietí. V nasledovných častiach sú postupne charakterizované jednotlivé možnosti.

## 1.1 E-learning ako forma elektronického vzdelávania

"E-learning" je modernou formou výučby na akomkoľvek digitálnom zariadení. Ide o implementáciu informačných a komunikačných technológií do vývoja, distribúcie a riadenia edukačného procesu. S rýchlym vývojom technológií a pokrokmi vo výučbových systémoch je teraz veľmi často používaný. E-learning je účinný nástroj a prostriedok na spojenie so študentmi alebo zamestnancami a zdieľanie cenných informácií na diaľku. Rozvoj informačných technológií si našiel cestu aj do vzdelávania a výrazne zlepšil vyučovací proces. Internet a špičkové technologické vybavenie pracovísk, škôl a bežných domácností sprístupnili dištančné vzdelávanie každého.

E-learning je určený pre všetkých, ktorí hľadajú informácie - pre žiakov a študentov, aby sa pripravili na prijímacie pohovory a pre firmy a ich zamestnancov, aby sa ďalej vzdelávali, osvojili si nové zručnosti alebo sa preškolili na nové úlohy. Pre študentov je e-learning praktickým a pohodlným spôsobom získavania informácií; pre zamestnancov a organizácie je e-learning účinným nástrojom riadenia vzdelávania alebo riadenia kvality a má nezastupiteľné miesto vo vzdelávacej organizácii. Elektronické vzdelávanie je ideálny spôsob, ako komunikovať so študentmi a poskytnúť im cenné informácie na diaľku, najčastejšie prostredníctvom online kurzov. Dištančné vzdelávanie ako také, t. j. samoštúdium s pomocou lektora alebo učiteľa, ktorý je fyzicky oddelený od študentov a iba koordinuje výučbu, existuje už mnoho rokov. Rozvoj informačných a komunikačných technológií však výrazne ovplyvnil vzdelávanie a zlepšil vyučovací proces.

Výhody elektronického vzdelávania:

- Nižšie náklady na školenie - vďaka e-learningu odpadajú náklady na semináre, prenájom miestností a cestovné náklady. Môžeme jednoducho vytvoriť online kurz a zdieľať ho so svojimi študentmi.
- Širší dosah - vzdelávanie na diaľku nepozná hranice. Môžeme učiť stovky účastníkov naraz. Študenti nemusia tráviť čas na prednáškach v triede. Potrebujú len digitálne zariadenie a prístup na internet.

- Jednotná znalostná databáza - všetky učebné materiály sú uložené na jednom mieste. Systém riadenia vzdelávania (LMS) je softvérová aplikácia používaná na poskytovanie online školení. Účastníci sa môžu kedykoľvek a z akéhokoľvek zariadenia prihlásiť do systému LMS, nájsť požadovaný kurz a obnoviť si svoje vedomosti.
- Jednoduché sledovanie pokroku - väčšina LMS má analytické funkcie, ktoré zobrazujú pokrok jednotlivých študentov v grafoch a prehľadoch.
- Prispôsobivosť - elektronické vzdelávanie pomáha študentom držať krok s tempom spoločnosti a riešiť problémy v reálnom čase (eLearning.sk, 2022).

### **Typy obsahu elektronického vzdelávania**

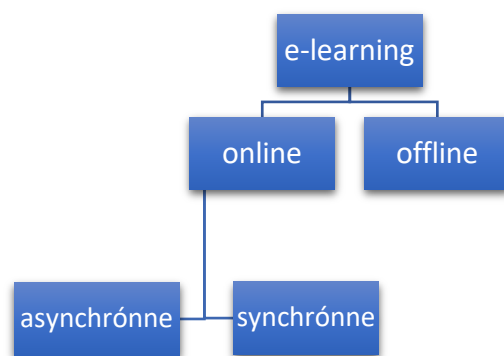
Čím je kurz relevantnejší, pútavejší a interaktívnejší, tým je efektívnejší. Na výber je mnoho typov obsahu:

- Digitálne kurzy - Jednoduché digitálne kurzy sú často tvorené ako prezentácie s informáciami a médiami (video, audio a obrázky). Moderné nástroje na tvorbu obsahu umožňujú spestriť prezentácie kvízmi.
- Kvízy - Podobne ako tradičné školské testy, aj digitálne kvízy pomáhajú otestovať, čo sa študenti naučili. Pomocou moderných nástrojov na tvorbu obsahu môžeme vytvárať zábavné a interaktívne kvízy.
- Webináre - Webinár je online prednáška, ktorá sa často nahráva pomocou webovej kamery. Pracovná plocha prednášajúceho slúži ako tabuľa, na ktorej môže predvádzať prezentácie a videá. Tento formát má dve výhody. Môžeme vysielat' pre veľké množstvo študentov naraz a študenti môžu klásť otázky a dostávať odpovede v reálnom čase.

Okrem týchto základných typov elektronického vzdelávania sa v praxi používajú aj videokurzy, elektronické knihy a články, podcasty alebo rôzne simulácie rozšírenej reality (eLearning.sk, 2022).

### **Formy e-learningu**

E-learningové lekcie môžu mať rôzne formy, aby boli čo najpersonalizovanejšie. Tieto formy sa delia na dve základné skupiny: synchrónne a asynchrónne. Kopecký navrhol aj ďalšie rozdelenie e-learningu, ktoré je zobrazené na obrázku 1 (Kopecký, 2006).



Obrázok 1 Základné formy e-learningu (Kopecký, 2006)

### Online e-learning

Na túto formu elektronického vzdelávania je potrebné internetové pripojenie. Učebné materiály sú k dispozícii na webových lokalitách spolu so spätno-väzobnými nástrojmi ako sú elektronické testy, dotazníky a pod.

### Offline e-learning

Na túto formu elektronického vzdelávania nie je potrebné pripojenie na internet. Učebné materiály sú k dispozícii na pamäťových médiách, ako sú USB kľúče, CD a DVD. Táto forma vzdelávania je na ústupe (Kopecký, 2006).

Synchrónny znamená "v rovnakom čase". Inými slovami, výučba prebieha prostredníctvom počítačovej siete v reálnom čase a sprevádza ju učiteľ - tútor. Asynchrónne vyučovanie predpokladá, že každý študent si môže zvoliť sám, v ktorom čase sa bude vzdelávať.

Najbežnejšou formou je asynchrónne elektronické vzdelávanie. Ide o samoštúdium, pri ktorom sa študenti sami rozhodujú, aké informácie potrebujú, kedy a akým tempom chcú postupovať. Pre študentov táto forma znamená časovú slobodu v procese učenia. Študent si prispôsobuje proces učenia vlastným potrebám a zvyklostiam. Synchrónne elektronické vzdelávanie znamená pripojenie na určitú sieť v určitom čase, takže študent je v určitom čase pripojený na tútora (lektora v elektronickom vzdelávaní). Komunikácia medzi študentom a lektorom prebieha v reálnom čase. Najbežnejšími komunikačnými prostriedkami sú chaty, videokonferencie, audiokonferencie, zdieľaná plocha, zdieľané aplikácie. V praxi sa v jednom kurze často kombinujú obe formy elektronického vzdelávania (asynchrónna aj synchrónna). (estudovna.cz, 2022)

V nasledujúcich častiach zadefinujeme a stručne opíšeme jednotlivé formy e-learningu.

### Synchrónne vyučovanie

- sa vzťahuje na reálny čas, v ktorom všetci účastníci prijímajú sprostredkovaný zážitok a môžu navzájom komunikovať súčasne,

- v tradičnom vzdelávaní predstavuje výučbu v triede alebo individuálne stretnutia,
- prináša video/audio konferencie, virtuálne učebne alebo chatové miestnosti,
- umožňuje učiteľom vyučovať zložité témy v reálnom čase a okamžite komunikovať so študentmi,
- umožňuje prednášajúcim improvizovať a ľahko upraviť prednášku,
- každý pozná ako formu vyučovania,
- umožňuje študentom byť pripojení z rôznych miest,
- vyžaduje od študentov aj prednášajúcich koordinovať svoje rozvrhy; tradičná forma si vyžaduje aj koordináciu učební, cestovania a súvisiacich nákladov,
- sa ťažko uchováva, štandardizuje a opakuje,
- neumožňuje študentom učiť sa vlastným tempom, nemôžu individuálne bádať.

#### Asynchrónne vyučovanie

- umožňuje študentom učiť sa samostatne v rôznych časoch podľa vlastného výberu,
- poznáme z klasického vzdelávania ako učenie z učebníc, skript alebo robenie domácich úloh,
- prináša elektronické kurzy, diskusné fóra, správy, články alebo e-maily,
- nie je závislé od rozvrhu hodín študentov,
- umožňuje študentom pohybovať sa vlastným tempom a samostatne si vyberať, ako budú postupovať a čo budú skúmať,
- sa dobre štandardizuje, je vhodné na certifikáciu,
- ľahko sa distribuuje študentom,
- nie je ideálne na výučbu zložitých a náročných tém, precvičovanie zručností,
- má nákladnejšiu a časovo náročnejšiu počiatočnú výrobu,
- je menej flexibilné a odolné voči zmenám (e-learn.sk, 2022)

#### Typy e-learningových nástrojov

Nástrojov elektronického vzdelávania je veľké množstvo a navzájom sa líšia svojím účelom a rozsahom možností, ktoré ponúkajú. Existuje niekoľko delení podľa nášho názoru jedno s najkomplexnejších delení nástrojov elektronického vzdelávania navrhol P. Jurík. Podľa Juríka (2021) je klasifikácia e-learningových nástrojov nasledovná:

1. Nástroje na podporu komunikácie – cieľom týchto nástrojov, je zabezpečiť komunikáciu medzi účastníkmi edukačného procesu, ktorí nie sú spolu fyzicky, ale môžu byť v rôznych mestách, alebo krajinách. Zaraďujeme sem napríklad:
  - a) Četovacie miestnosti

- b) Diskusné fóra
- c) Telefonovanie cez internet – (VoIP – Voice over Internet Protocol). Najznámejšie aplikácie, ktoré umožňujú telefonovanie cez internet:
- Skype
  - WhatsApp
  - Viber
  - Facebook Messenger
- d) Videohovory cez internet - okrem zvuku sa prenáša aj obraz. Videohovor priaznivo vplýva na vyučovanie, lebo pedagóg aj študenti sa navzájom vidia a môžu si z obrazovky odčítať reakcie a mimiku. Pedagóg ma hneď spätnú väzbu, či študentov zaujal, alebo nie. Je to nástroj, ktorý sa najviac podobá klasickému vyučovaniu.
- Medzi aplikácia na videohovory patria napr.:
  - MS Teams
  - Google Meet
  - Jitsi Meet
2. Nástroje určené na publikovanie a masové šírenie vzdelávacieho obsahu – ide o nástroje, ktorých hlavným cieľom je šíriť vzdelávací obsah tak, aby bol dostupný čo najširšiemu publiku záujemcov. Medzi takéto nástroje patria najmä:
- a) Weby typu Wiki – typickým príkladom je Wikipédia. Na tieto weby, môže prispievať hoci kto a dopĺňať tak vzdelávacie materiály. Nevýhodou je, že sa môžu dopĺňať aj neoverení, alebo nepravdivé informácie.
- b) Podcasty a screencasty – zvukové záznamy uložené na internete, ktoré sú dostupné v reálnom čase pri online vysielaní, alebo sa dajú kedykoľvek spustiť z archívu.
- c) Klasické videozáznamy – videozáznamy z prednášok.
- d) Blogy a vlogy – Blog je webová stránka, na ktorej autor v písomnej forme zverejňuje svoje názory a skúsenosti. Vlog je to isté ako blog, len forma nie je písomná, ale autor prezentuje svoje názory a skúsenosti pomocou videozáznamu.
3. Nástroje určené na lepšie rozvrhovanie času pri štúdiu – táto kategória zahŕňa nástroje, ktoré pomáhajú študentom plánovať a správne rozdeliť čas na jednotlivé úlohy súvisiace so štúdiom. Študenti si môžu vytvárať tzv. to-do listy, ktoré im poskytnú prehľad o nasledujúcich úlohách a udalostiach. Niektoré nástroje môžu učitelia používať aj na zadávanie úloh svojim študentom online, ktoré sa potom študentom automaticky zobrazia v ich aplikáciách.

Medzi nástroje na lepšie rozvrhovanie času pri štúdiu môžeme zaradiť napr.:

- a) Remember The Milk
  - b) Google Kalendár
  - c) Evernote
4. E-portfóliá – podľa českého pedagogického slovníka definujeme e-portfólio ako „súbor rôznych produktov žiaka (písomné práce, výtvarné práce, laboratórne protokoly a iné), ktoré dokumentujú prácu žiaka a jeho vývoj za určité obdobie“ (Průcha, Waltersová, Mareš, 2003). Monika Pospíšilová (Pospíšilová, 2020). v článku Výhody a nevýhody e-portfólií sumarizuje ich silné a slabé stránky, pričom za silné stránky považuje najmä:
- „umožňujú sledovať pokrok študenta,
  - zachytávajú jeho zručnosti, zážitky a skúsenosti,
  - poskytujú celkový pohľad na prácu študenta,
  - pomáhajú plánovať budúce štúdium a reflektovať minulé,
  - pomáhajú študentovi s motiváciou,
  - povzbudzujú študentovu autonómiu a jeho individuálnu zodpovednosť za štúdium,
  - umožňujú prepojenie (t. j. spoluprácu) medzi študentmi a zlepšujú spoluprácu medzi študentom aj učiteľom, ako aj medzi študentmi navzájom,
  - žiadna potreba fyzického priestoru (všetko je elektronické),
  - dostupnosť (prostredníctvom PC, mobilu a pod.).“

Za slabé stránky, resp. negatíva elektronických portfólií považuje predovšetkým:

- „časovú náročnosť vedenia e-portfólií,
- nároky na technickú vybavenosť, prístup k internetu,
- nedostatočnú anonymitu (každé e-portfólio patrí konkrétnemu človeku),
- neexistujúce hodnotiace štandardy vzťahujúce sa na e-portfóliá,
- nutnosť priebežnej aktualizácie – pridávania položiek,
- slabú ochranu údajov.“

Vo vyučovaní má veľký význam aj vytváranie a práca na spoločných dokumentoch. Výhodou takejto aktivity je aktívna spolupráca viacerých študentov pri tvorbe projektu. Vhodným nástrojom na takýto účel môže byť napr. platforma Microsoft Azure, alebo platforma Google (google disk,

dokumenty, fotky atď.). Ide o cloudové prostredia umožňujúce spoluprácu viacerých študentov na jednom projekte.

5. Nástroje na realizáciu ankiet, prieskumov a spätnej väzby – dotazník aj anketa sú nástroj, ktoré slúžia na zisťovanie názorov a postojov ľudí (s cieľom ich ďalšieho vyhodnocovania). Medzi elektronické nástroje vhodné na tvorbu ankiet a dotazníkov resp. na ich vyhodnocovanie môžeme zaradiť napr.:
  - a) Google Formuláre - aplikácia od spoločnosti Google, ktorá je dostupná pre všetkých zadarmo.
  - b) Survio – v základnej verzii je dostupná zadarmo. Platená verzia má väčšiu funkcionality, ktorá však nemusí byť vždy potrebná.
  - c) MS Forms – aplikácia od spoločnosti Microsoft. Je súčasťou balíčka Microsoft 365.
6. Komplexné systémy na podporu vyučovania – v oblasti elektronickej podpory vyučovania poznáme viacero systémov ako napr.:

Systémy na riadenie výučby (Learning Management System; LMS) – je podľa Švejdu (2006) „softvérový balík, určený na tvorbu, distribúciu a administráciu elektronických vzdelávacích materiálov a kurzov. Väčšina LMS systémov je založená na webových technológiách, umožňujúcich prístup k študijným materiálom spôsobom „anytime and anywhere“.“

Systémy na riadenie vyučovacieho obsahu (Learning Content Management System; LCMS) – je LMS rozšírený o nástroje, ktoré umožňujú tvorbu obsahu e-learningových kurzov.

Komplexné systémy na podporu komunikácie medzi študentmi a vyučujúcim – sú to systémy, ktorých hlavným cieľom je umožniť uskutočnenie prednášok, cvičení alebo inú výučbu na diaľku. Ich cieľom je aj čo najviac nahradiť tradičnú výučbu v triede. Medzi takéto systémy patrí napríklad MS Teams for Education.

7. Nástroje na podporu a zvýšenie motivácie – sú to nástroje, ktoré slúžia prevažne na zvýšenie atraktivity vzdelávania. Zaradiť sem môžeme napríklad:
  - a) Interaktívna tabuľa/interaktívny displej
  - b) Vzdelávacie počítačové hry
  - c) MOOC (Massive Open On-line Courses) - MOOC sú verejne prístupné online kurzy, ktoré študentom umožňujú interaktívnu účasť prostredníctvom internetu. Slovo "masívny" naznačuje, že na takéto kurzy sa môže prihlásiť obrovské množstvo študentov. Pojem "otvorený" znamená, že na takýto kurz sa môže prihlásiť každý, kto má záujem, pretože sa netestujú jeho predchádzajúce znalosti predmetu, jeho kvalifikácia alebo iné požiadavky na vedomosti. Otvorenosť však možno chápať aj ako otvorenosť prístupu študentov k študijným

materiálom, ktoré sú k dispozícii bezplatne. Slovo "online" znamená, že všetko je prístupné na diaľku prostredníctvom webového prehliadača cez internet (Schmidt, 2015).

## **1.2 Moderné spôsoby vzdelávania**

Sociálne siete sa stali neoddeliteľnou súčasťou bežného života. Ľudia ich používajú na počítačoch, tabletoch alebo smartfónoch prakticky celý deň. Veľmi často ich využívajú študenti, ale aj pedagogickí pracovníci, či už na komunikáciu alebo zábavu. Logicky sa sociálne siete dostávajú aj do vzdelávacieho procesu. Veľkou výhodou sociálnych sietí je, že študenti ich nevnímajú ako vzdelávací nástroj, ale skôr ako nástroj zvyšovania komfortu ich života. Pre pedagóga sa stáva z didaktického hľadiska výhodné poskytovať študentom študijné materiály a komunikovať s nimi práve prostredníctvom sociálnych sietí.

Nová doba so sebou prináša množstvo zmien v rôznych oblastiach života človeka, či už ide o oblasť práce, kultúry, zdravotníctva alebo školstva. Práve školstvo je jedna z oblastí, ktoré sú najviac kritizované za zotrvávanie na tradičných prístupoch. Vlna humanizácie so sebou priniesla zmeny, ktoré výrazne ovplyvnili prístupy vo vzdelávaní (aspoň na báze teórie). Tradičný prístup, kedy bol študent považovaný za objekt vzdelávania, vystriedala myšlienka rovnocennosti učiteľa a študenta. Študent je považovaný za jedinečnú osobnosť, ktorá má dostať možnosť podieľať sa na tvorbe a priebehu vyučovania. Toto sú všeobecne známe myšlienky. V pedagogických kruhoch sa stále častejšie hovorí o ústupe tradičného vzdelávania a do popredia sa dostávajú nové spôsoby a prístupy vo výučbe. Študenti trávajú na internete množstvo voľného času a informácie si bežne vymieňajú práve prostredníctvom sociálnych sietí.

Preto je výhodné zaradiť do vzdelávania podporný vzdelávací prostriedok, ktorý by uľahčil komunikáciu pedagóga so študentami, v ktorom by bolo možné študentom zdieľať študijné materiály a ktorý by nevyžadoval žiadne dodatočné školenie študentov. Požadované parametre na podporný vzdelávací prostriedok spĺňa sociálna sieť Facebook. Študenti túto sociálnu sieť dobre poznajú, majú na nej vytvorené kontá. Na prácu s Facebookom nie je potrebné vykonať pre študentov úvodné školenie ako pri LMS Moodle. Študenti si na využívanie sociálnej siete ako podporného prostriedku vzdelávania veľmi rýchlo zvyknú a keďže ho majú nainštalovaný aj ako aplikáciu v mobilnom telefóne komunikácia s nimi je veľmi rýchla.

Uvedomujeme si, že veľa podobných výhod a možností vo vzdelávaní majú aj rôzne e-learningové CMS, LMS, alebo LCMS systémy, ktoré sa používajú vo vzdelávaní najmä vysokoškolských študentov. V nasledujúcich kapitolách uvádzame komparáciu LMS Moodle a sociálnej siete Facebook, ktorú je možné využívať aj ako nástroj na podporu vzdelávania.

### 1.2.1 LMS Moodle

Moodle je vzdelávacia platforma navrhnutá tak, aby pedagógom, správcom a študentom poskytovala jeden robustný, bezpečný a integrovaný systém na vytváranie personalizovaného vzdelávacieho prostredia.

Moodle podporuje státisíce vzdelávacích prostredí na celom svete a dôverujú mu veľké aj malé inštitúcie a organizácie vrátane spoločností Shell, London School of Economics, State University of New York, Microsoft a Open University. Vďaka celosvetovej základni viac ako 213 miliónov používateľov na akademickej aj firemnej úrovni je Moodle najpoužívanjšou vzdelávacou platformou na svete. (docs.moodle.org, 2015)

Systém Moodle, ktorý sa vyvíja na základe sociálnej konštruktivistickej pedagogiky, ponúka výkonný súbor nástrojov zameraných na študenta a kolaboratívne vzdelávacie prostredie, ktoré umožňujú vyučovanie aj učenie.

Moodle je poskytovný bezplatne ako softvér s otvoreným zdrojovým kódom pod všeobecnou verejnou licenciou GNU. Každý môže prispôsobiť, rozšíriť alebo upraviť Moodle pre komerčné a nekomerčné projekty bez licenčných poplatkov a využívať nákladovú efektívnosť, flexibilitu a ďalšie výhody používania Moodle. Keďže Moodle je open source, možno ho prispôsobiť a prispôsobiť individuálnym potrebám. Modulárna štruktúra a interoperabilný dizajn umožňujú vývojárom vytvárať zásuvné moduly a integrovať externé aplikácie na dosiahnutie špecifických funkcií.

Moodle je založený na webe, a preto je prístupný z ktoréhokoľvek miesta na svete. Vďaka štandardnému používateľskému rozhraniu kompatibilnému s mobilnými zariadeniami a kompatibilitu s rôznymi prehliadačmi je obsah platformy Moodle ľahko dostupný a konzistentný v rôznych webových prehliadačoch a zariadeniach (moodle.org, 2022).

LMS Moodle predstavuje systém vzdelávania, ktorý s elektronickou podporou rieši tvorbu, distribúciu, riadenie výučby a spätnú väzbu. Jeho prostredníctvom môže byť vyučovanie realizované výlučne v elektronickej forme alebo v kombinácii s klasickou výučbou.

LMS Moodle obsahuje všetko, čo potrebuje mať moderný vzdelávací softvér. Vývoj podporuje obrovská komunita používateľov ako aj vývojárov, ktorí preň vyvíjajú množstvo pluginov (doplnkov, ktoré rozširujú možnosti daného LMS systému). Je plne prispôsobiteľný potrebám administrátora. Obsahuje responzívne grafické vzhľady, ktoré stránky pretransformujú na ľahko zobraziteľné na smartfónoch a tabletoch.

Obsahuje alebo spĺňa tieto podmienky alebo funkcie:

- možnosť nasadenia v akademickom prostredí;
- asynchrónne vzdelávanie;
- blended learning (kombinovaná klasická výučba doplnená e-learningovou formou);
- gamifikácia - použitie herných prvkov v nehernom prostredí (Guštafik, 2014);
- klasifikačný hárok, v ktorom si študenti vedia pozrieť akú známku (hodnotenie) dostali za domácu úlohu, prípadne za test;
- živé vysielanie/ videokonferencie;
- synchrónne vzdelávanie;
- testovanie, príprava testov (Capterra, 2010)

### **Softvérové a hardvérové nároky**

Na to, aby sme mohli používať LMS Moodle, je potrebné mať vhodný hardvér a softvér. Hardvérové požiadavky na LMS Moodle nie sú veľké, stačí 10 GB miesta na pevnom disku, operačná pamäť pre server minimálne 256 MB, a bežný procesor. Tieto požiadavky na hardvér sú minimálne a v univerzitnom prostredí by nespĺňali kritériá na pripojenie niekoľko tisíc študentov. Pre fungovanie LMS Moodle v univerzitnom prostredí je preto potrebné zostaviť výkonný server, ktorého cena dosahuje rádovo desiatky tisíc EUR (Križan, 2016), (docs.moodle.org, 2016). Ďalej je potrebné, aby bol zaplatený správca samotného LMS Moodle, čo sú ďalšie finančné náklady. Medzi nevýhody LMS Moodle teda môžeme zaradiť:

- náročnosť systému na hardvér a množstvo pripojených užívateľov,
- vyššie cenové vstupné požiadavky na hardvér na ktorom systém bude spustený,
- nutnosť spravovať systém,
- cena za správu systému,
- nutnosť zaškoliť pedagógov na prácu s takýmto systémom,
- nutnosť zaškoliť študentov na prácu s takýmto systémom,
- niekedy zložité a neprehľadné ovládanie systému.

Softvérové požiadavky pre inštaláciu Moodle sú nasledovné:

- Operačný systém (Windows/Linux);
- Webový server - softvér, ktorý bude zabezpečovať vykonávanie príkazov http (hypertext transfer protokol) od klientov, ako sú webové prehliadače (Lingan, 2016);
- PHP (Hypertext Preprocessor) - open source skriptovací jazyk, ktorý sa používa na vývoj aplikácií typu klient - server architektúry a na vývoj webových stránok (Php.net, 2016);

- Databáza - pre LMS Moodle sú najodporúčanejšími databázami MySQL a PostgreSQL (Križan, 2016), (docs.moodle.org, 2016).

### 1.2.2 Sociálna sieť Facebook

Sociálna sieť Facebook je jedným z najpopulárnejších komunikačných prostriedkov v súčasnosti. Využívajú ho v podstate všetky vekové kategórie. Najväčšiu popularitu má u mladej generácie. Facebook umožňuje registrovaným členom vytvárať profily, stránky, skupiny, nahrávať fotografie a videá, posilať správy a udržiavať kontakt s priateľmi, rodinou, kolegami. Užívateľ má možnosť prihlásiť sa na svoj facebookový účet pomocou internetového prehliadača alebo mobilnej aplikácie (Hodál, 2016).

Sociálne siete ponúkajú široké možnosti a príležitosti na učenie sa, umožňujú prístup k elektronickým zdrojom z celého sveta, možnosť spolupráce na diaľku a nové inovatívne spôsoby komunikácie. Sociálnu sieť Facebook sme vybrali najmä kvôli jej obľúbenosti. Na Slovensku je to jedna s najrozšírenejších a najpoužívanějších sociálnych sietí, s používaním ktorej majú skúsenosti aj pedagógovia Katedry techniky a informačných technológií na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre. Zaradenie Facebooku do edukačného procesu má mnoho výhod. Stotožňujeme sa s názormi Jessicy Lyons (2021) a Tiny Barseghian (2011), ktoré uvádzajú niekoľko dôvodov a výhod pre zaradenie Facebooku do edukačného procesu:

1. Facebook je pre školy bezplatný a študenti nemusia míňať peniaze na nákup softvéru, ktorý umožňuje študentom a učiteľom komunikovať.
2. Facebook je zábava - mnoho študentov navštevuje Facebook každý deň a nevnímajú ho ako nástroj na učenie, ale ako nástroj na zábavu a komunikáciu.
3. Facebook môže byť zdrojom správ - Facebook ponúka veľké množstvo užitočných správ a informácií z celého sveta. Študenti tak zostávajú informovaní a majú neustály prehľad o dianí vo svete.
4. Facebook podporuje spoluprácu - študenti majú možnosť spolupracovať so spolužiakmi a učiteľmi aj mimo školy. Na rozdiel od iných foriem elektronickej komunikácie ako je e-mail, Facebook ponúka možnosť komunikácie v reálnom čase.
5. Študenti sú v neustálom kontakte - Facebook navštevujú viackrát denne, na rozdiel od rôznych vzdelávacích sociálnych sietí, ktoré navštevujú len v prípade potreby.
6. Zhrnutie relevantných informácií - pri vytváraní školskej skupiny na Facebooku, všetky potrebné školské informácie, termíny, súbory sú na jednom mieste, prehľadne usporiadané a nestrácajú sa.

7. Možnosť zapojiť rodičov do vzdelávania. To umožňuje rodičom sledovať, čo sa ich deti učia a aké majú úlohy.
8. Rýchlosť prenosu informácií - študenti sú takmer okamžite informovaní o akejkoľvek zmene zadania aj mimo školy.
9. Facebook môžeme používať produktívnejšie - väčšina študentov používa Facebook len ako prostriedok na komunikáciu so svojimi priateľmi. Zaradením Facebooku do edukačného procesu môže učiteľ ukázať svojim študentom, ako môžu sociálnu sieť využívať aj iným a produktívnejším spôsobom.
10. Kalendár a udalosti možno ľahko zdieľať - študentom môžeme pripomenúť dôležité dátumy a udalosti priamo tam, kde sa nachádzajú - na Facebooku.
11. Študenti sa chcú podeliť o informácie aj mimo triedy - Facebook a iné nástroje sociálnych médií otvárajú študentom možnosti podeliť sa o to, čo sa naučili, nielen so svojimi rovesníkmi, ale aj so svetom.
12. Online zdroje sú ešte praktickejšie - umiestnenie odkazov na elektronickú stenu v triede uľahčuje študentom ich čítanie a tiež zdieľanie zaujímavých nálezov.
13. Študenti môžu Facebook využívať produktívne - väčšina študentov používa Facebook na zábavu alebo na komunikáciu s priateľmi, ale jeho používanie v triede im pomôže vidieť tento nástroj v inom svetle.
14. Nepřítomní študenti sú informovaní - študenti, ktorí nemôžu prísť na hodinu, môžu byť informovaní prostredníctvom skupiny na Facebooku.
15. Facebook vytvára sociálne väzby - pedagógovia a študenti môžu využívať sociálne väzby vytvorené prostredníctvom interakcie na Facebooku.
16. Študenti môžu získať prístup k dodatočným úlohám - pedagógovia môžu zverejniť úlohy navyše alebo len zábavné aktivity, ktoré si študenti môžu vybrať.
17. Materiály na skúšku sa dajú ľahko organizovať - označením dôležitých položiek môžeme ľahko zhromažďovať odkazy, fotografie, poznámky a iné zdroje, ktoré sú dôležité pre skúšku vopred, čo je užitočné pre pedagógov aj študentov.
18. Je výborný na profesionálny rozvoj - používanie Facebooku môže byť prínosom nielen pre študentov. Pedagogickí pracovníci ho môžu tiež využívať aj na svoj profesionálny rozvoj.
19. Študenti môžu počúvať aktívnejšie - študenti môžu počúvať prednášky pasívne, ale interaktívne používanie Facebooku vedie k aktívnemu učeniu.
20. Skupinové projekty sa tiež dajú realizovať na Facebooku - študenti môžu vytvárať skupiny pre triedne projekty, zdieľať úlohy a informácie a spájať všetko dohromady s možnosťou sledovania zapojenia (Lyons, 2021), (Barseghian, 2011).

Facebook má niekoľko zaujímavých funkcií, ktoré sa dajú využiť aj vo vzdelávaní. Medzi najčastejšie používané patria:

- **Stránky:** verejný profil vytvorený špeciálne pre značky, firmy, známe osobnosti a iné organizácie. Tvorca alebo správca stránky môže pridávať statusy, fotografie, udalosti, videá a pod. Tieto príspevky sa zobrazujú na stránke a aj na časovej osi odoberateľov (Rouse, 2016). Vytvorením Facebookovej stránky vzdelávacieho predmetu možno vytvoriť a postupne naplniť stránku o predmetnej problematike, ktorá bude využiteľná niekoľko rokov.
- **Skupina:** nástroj komunikácie na Facebooku. Umožňuje spájať ľudí s rovnakými záujmami, záľubami, prácou, školou a podobne do jednej komunity. Ľudia v nej navzájom medzi sebou komunikujú, prispievajú fotografiami, videami a podobne (Hejl, 2016). Vytvorením facebookovej skupiny (jedna facebookova skupina pre jednu vyučovaciu hodinu) môže pedagóg vkladať do skupiny všetky potrebné materiály pre študentov vo forme, obrázkov, videa, textu, dokumentov, alebo linkov na ďalšie stránky. Prispievať môžu aj samotní študenti.
- **Správy a chat:** dajú sa považovať za jeden celok. Správy a chat navzájom spolupracujú. História konverzácie je možné pozrieť si v správach aj v chate. Správy aj chat sú súkromné, takže ich nemôže vidieť nikto iný okrem odosielateľa a príjemcu. Užívateľ má možnosť vytvoriť skupinový chat, kde môže pridať ďalších používateľov (Facebook.com, 2016). Správy a chat prioritne slúžia na rýchlu komunikáciu medzi pedagógom a študentami, alebo medzi študentami navzájom. Tento spôsob komunikácie je veľmi efektívny, vzhľadom na to, že študenti sú na Facebooku prakticky stále, keďže ho majú ako aplikáciu v mobilnom telefóne, ktorý je prakticky nonstop online.
- okamžité **zdieľanie** ľubovoľného obsahu (stránky, audio, video, text, dokumenty atď.).

Popularitu a obľúbenosť Facebooku je možné využiť aj vo vzdelávacom procese, nakoľko Facebook ponúka veľké množstvo spôsobov, ako vykonávať aj rôzne vzdelávacie aktivity, projekty a úlohy. Pri výbere vhodného spôsobu podpory vyučovania prostredníctvom Facebooku sa môžeme rozhodnúť medzi dvoma alternatívami:

*Vytvorenie Facebookovej stránky* - ku konkrétnemu predmetu na Facebooku

*Vytvorenie Facebookovej skupiny* - ku konkrétnemu predmetu na Facebooku

- **Vytvorenie stránky** - ku konkrétnemu predmetu na Facebooku. Táto alternatívu je nevýhodná z niekoľkých praktických dôvodov. Hlavným dôvodom je nedostatočné súkromie pre študentov. To znamená, že všetko čo študenti napíšu, alebo vložia na stránku je viditeľné pre každého a toto študentom nevyhovuje. Druhým dôvodom je zlé vyriešenie komunikácie

so študentami na stránke. Pokiaľ by vyučovací predmet fungoval niekoľko rokov, nemohli by sme efektívne komunikovať len s aktuálnymi študentami daného predmetu, ale správy by sa zobrazovali aj študentom, ktorí už predmet absolvovali.

- **Vytvorenie skupiny** – ku konkrétnemu predmetu na Facebooku. Pri vytváraní skupiny máme na výber z troch možností (verejná, uzavretá, tajná). Pedagóg musí sám zvážiť, pre ktorú skupinu sa rozhodne. Skupina sa vytvorí zvlášť pre každý vyučovací predmet, aby nedochádzalo k nezrovnalostiam ohľadom úloh, odovzdaných informácií, konverzácie, narušeniu súkromia a podobne. Skupinu vytvorí pedagóg, ktorý následne pozve svojich študentov do skupiny. Ihneď ako sa objaví nový príspevok v skupine, každý člen dostane upozornenie (Hodál, 2016).

### 1.3 Komparácia uplatnenia Facebooku a LMS systémov

Veľa škôl sa snaží vo vzdelávaní využívať rôzne CMS, LMS a LCMS systémy, ako napr. LMS Moodle. Tieto systémy majú nesporne veľa výhod a predností, ale aj niekoľko závažných nedostatkov. Za nedostatky a vplyvy, ktoré môžu negatívne vplývať na využívanie LMS vo vyučovaní, považujeme:

- nutnosť zaškoliť pedagógov na prácu s LMS,
- pedagóg musí vedieť využiť potenciál LMS, čo znamená, že by ho mal ovládať aspoň na 70 %,
- pedagóg musí chcieť pracovať s LMS,
- pedagóg musí vytvárať vhodné materiály pre LMS,
- nutnosť zaškoliť študentov na prácu s LMS systémom,
- študenti musia chcieť pracovať s LMS,
- vo veľa prípadoch zložité a neprehľadné ovládanie systému,
- náročnosť systému na hardvér a množstvo pripojených užívateľov,
- vysoké cenové požiadavky na hardvér, na ktorom bude LMS systém spustený,
- vo veľa prípadoch samotná cena LMS systému,
- náklady na správu LMS,
- cena za správu systému (Šebo, 2013).

Sociálna sieť Facebook väčšinu z týchto nedostatkov nemá. Oproti LMS systémom má niekoľko výhod. Za veľkú výhodu však považujeme hlavne to, že študenti Facebook navštevujú a využívajú denne, čím odpadá potreba ich zaškolenia. Facebook má používateľsky priateľské prostredie a

intuitívne ovládanie, čo je výhodou pre nových používateľov, ktorí sa s ním veľmi rýchlo naučia pracovať. Facebook má minimálne hardvérové nároky a dá sa s ním pracovať prakticky na každom bežnom PC alebo smartfóne, odpadá nutnosť kupovať akýkoľvek hardvér, na ktorom by bol Facebook spustený (ako server). Facebook je zadarmo, študenti, učitelia ani školy neplatia nič za jeho používanie. Spravovanie systému má na starosti samotný Facebook a je bezplatné.

## **2 ŠTUDIJNÉ PROGRAMY PODPOROVANÉ ELEKTRONICKÝMI KURZAMI**

Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia majú využitie vo viacerých predmetoch študijných programov vysokej školy. Na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre sme identifikovali tri predmety so zameraním na meranie faktorov pracovného prostredia, ktoré sú zaradené do troch študijných programov: Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci, Učiteľstvo praktickej prípravy a Učiteľstvo techniky.

### **2.1 Študijný program Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci**

Študijný program je programom prvého stupňa vysokoškolského vzdelávania, jeho absolvovaním získavajú študenti titul „bakalár“ (Bc). V dennej forme štúdia je štúdium trojročné, v externej forme štúdia bolo do akademického roku 2022/23 štvorročné (a od roku 2023/24 bude trojročné). Absolventi študijného odboru Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci (BOZP) dokážu analyzovať problémy a možnosti, ktoré sa otvárajú v rôznych oblastiach bezpečnosti práce, navrhovať a implementovať systémy BOZP, majú schopnosť a zručnosť integrovať ho do ďalších systémov (napr. environmentálnych, manažmentu kvality a pod.) resp. včleniť doň iné systémy (bezpečnostný systém riadenia prevencie závažných priemyselných havárií). Vyžaduje to znalosti o podnikaní, o organizácii a manažmente.

Absolventi študijného programu:

- chápu podstatné fakty, pojmy, princípy a teórie vzťahujúce sa k BOZP, základné informácie o platnej legislatíve u nás ako aj v rámci EU vzťahujúcej sa k problematike BOZP, vedia ich aplikovať pri posúdení a analýze rizík, ako aj zvoliť vhodnú metódu pre túto analýzu,
- vedia definovať postupy a navrhovať vhodné opatrenia pre minimalizáciu rizík na ich akceptovateľnú úroveň na základe teoretických vedomostí a praktických skúseností,
- vedia posúdiť stresové faktory ovplyvňujúce bezpečnosť práce a produktivitu ľudí a zhodnotiť nežiaduci vplyv stresových faktorov.
- vedia špecifikovať, navrhovať a implementovať systémy BOZP,
- vedia hodnotiť tieto systémy podľa všeobecných atribútov BOZP,
- vedia implementovať do systémov BOZP požiadavky zákonných predpisov a nariadení,
- vedia riadiť a zlepšovať systémy BOZP ako aj aplikovať vhodné nástroje na zlepšenie celkovej úrovne bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.
- vedia realizovať školenia v oblasti BOZP,
- vedia pracovať efektívne ako členovia tímu,
- rozumejú a vedia kvantifikovať základné prvky problému,

- vedieť si organizovať vlastné ďalšie vzdelávanie,
- vedieť udržiavať kontakt s vývojom vo svojej disciplíne, využívať poznatky vedy a výskumu.

Obsahová náplň predmetov zodpovedá profilu absolventa a je tvorená tak, aby absolvent dokázal analyzovať problémy a možnosti, ktoré sa otvárajú v rôznych oblastiach bezpečnosti práce, navrhovať a implementovať systémy BOZP, mal schopnosť a zručnosť integrovať ich do ďalších systémov (napr. environmentálnych, manažmentu kvality a pod.) resp. včleniť do iných systémov (bezpečnostný systém riadenia prevencie závažných priemyselných havárií).

Povinne voliteľné predmety študijného programu sú orientované na nadobudnutie poznatkov o psychologickú, pedagogickú a odbornú stránku vzdelávania v oblasti BOZP a na základe týchto poznatkov a ich teoretickej a praktickej reflexie nadobúdajú absolventi zručnosť implementovať systémy BOZP v praxi. Kompetenčný profil absolventa je dopĺňaný prostredníctvom predmetov zameraných na rozvíjanie komunikačných zručností v cudzom jazyku (anglický jazyk pre akademické účely I a II, nemecký jazyk pre akademické účely), podľa záujmu študenta, prostredníctvom predmetov rozvíjajúcich zručnosti v oblasti využitia moderných informačných technológií a multimédií v procesoch výchovy a vzdelávania v BOZP (informačné a komunikačné technológie) ako aj ďalšími predmetmi technického charakteru, ktoré rozširujú poznatky a zručnosti absolventov (základy metrologie, technická mechanika).

## **2.2 Študijný program Učiteľstvo praktickej prípravy**

Študijný program je programom I. stupňa vysokoškolského vzdelávania v trvaní 3 roky v dennej forme štúdia a 4 roky v externej forme štúdia do roku 2022/23 (od roku 2023/24 bude program znova trojročný). Jeho absolventi štúdiom získajú vedomosti o kultúrnych a sociálnych súvislostiach výchovy, poznajú základné psychologické podmienky výchovy a vzdelávania, poznajú a vedieť aplikovať pedagogické a didaktické programy príslušných výchovných inštitúcií. Taktiež poznajú organizačné zázemie príslušných výchovných zariadení. Sú schopní sledovať nové poznatky v rýchlo sa rozvíjajúcich disciplínach svojho odboru a príbuzných odborov.

Absolventi študijného programu:

- poznajú a chápu koncept socializačného a výchovného procesu v širších sociálno-vedných súvislostiach,
- ovládajú psychologickú interpretáciu vývinu a výchovy detí,
- poznajú princípy tvorby a projektovania pedagogického prostredia pre deti príslušných vekových kategórií,
- poznajú aktuálnu školskú legislatívu a v jej zmysle realizujú edukačnú činnosť,

- poznajú a chápu koncept inštitucionálneho socializačného procesu v širších sociálno-vedných súvislostiach,
- poznajú princípy projektovania didaktického prostredia pre odborné vzdelávanie a výcvik,
- poznajú organizačné charakteristiky školského systému, ako aj inštitucionálne pravidlá školy,
- poznajú základnú štruktúru profesie a profesijného zázemia odboru, na výučbu ktorého sa pripravujú,
- sú spôsobilí metodicky spracovať konkrétne pedagogické programy, ako aj navrhovať a realizovať špecifické programy pre jednotlivé časti obsahu výchovy a vzdelávania,
- sú schopní komunikovať svoje pedagogické poznanie na úrovni príslušnej komunity,
- dôkladne zvládajú profesijné činnosti a úkony definujúce príslušný profesijný odbor,
- sú schopní projektovať praktické profesijné zručnosti v konkrétnej profesijnej oblasti ako objekt praktického výcviku,
- dokážu samostatne realizovať vlastnú praktickú prípravu a odborný výcvik,
- vedia viesť žiacke skupiny v školskej i mimoškolskej činnosti,
- poznajú a uplatňujú zásady bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v konkrétnej profesijnej činnosti.

Vo vzťahu k praktickému uplatneniu absolvent študijného programu Učiteľstvo praktickej prípravy je schopný vyučovať tie profesijné predmety a oblasti, ktoré sú zamerané prevažne na jeho predmetovú špecializáciu, t. j. je učiteľom praktického výcviku v zaradení majstra odbornej výchovy. Študijný plán študijného programu Učiteľstvo praktickej prípravy obsahuje dve špecializácie, ktoré poskytujú absolventovi lepšie možnosti uplatnenia sa na trhu práce. Ide o zameranie na oblasť strojárstva (strojný mechanik, mechanik elektrotechnik, obrábač kovov, autoopravár mechanik, odbor strojárstvo – výroba, montáž a oprava strojov a iné profesie) a služby (murár, stolár, maliar, inštalatér, podnikanie v remeslách a službách, kozmetik, kaderník, cukrár, pekár, čašník, kuchár, fotografista a ďalšie profesie). Voľbou príslušných obsahovo naviazaných povinne voliteľných predmetov si študent vytvára vlastnú špecializáciu, ktorá sa odráža aj v predmete štátnej skúšky. Absolvent je pripravený viesť predovšetkým praktický odborný výcvik pre profesijnú prípravu v tejto konkrétnej oblasti profesijného zamerania. Predpokladom metodicko - didaktických zručností absolventa je ovládanie príslušného profesijného odboru, ktoré absolvent buď získal na úrovni vyššieho sekundárneho vzdelávania, alebo ho paralelne získava na tejto úrovni vysokoškolského štúdia ako súčasť rozšíreného študijného programu.

Absolvent je schopný sledovať nové poznatky v rýchlo sa rozvíjajúcich disciplínach z oblasti techniky. Má dobré praktické skúsenosti z terénnych a laboratórnych cvičení, ktoré môže vhodne využiť vo vyučovacom procese.

Štruktúra programu je tvorená tak, aby bol rešpektovaný profil absolventa a jeho uplatnenie v praxi. Na základe toho je zabezpečená gradácia v nadobúdaní pedagogicko-psychologických a sociálnych odborných vedomostí a zručností. V prvom roku štúdia je pozornosť orientovaná na vysvetlenie teoretických východísk edukačnej vedy a na analýzu základnej pedagogickej a psychologickkej terminológie. Študenti získavajú prehľad v príslušnej odbornej knižnej a časopiseckej literatúre, či v iných zdrojoch odborných poznatkov a učia sa pracovať s nimi. Druhý rok štúdia je zameraný na teoretické a metodické aspekty výchovy a vzdelávania a na poznanie širšieho kontextu rozvoja osobnosti. Študenti sa oboznamujú s edukačným prostredím školy a mimo školy, prehlbujú si poznatky o výchove a zoznamujú sa s variabilitou výchovných prístupov k deťom na základe ich individuálnych, či skupinových odlišností. Tretí rok štúdia má výrazne aplikačný charakter, u študentov sa predpokladá určitá miera schopnosti aplikovať teoretické poznatky do praktickej edukačnej činnosti, vyučované disciplíny približujú školskú aj mimoškolskú edukačnú realitu. Nevyhnutnou súčasťou prípravy je pedagogická prax orientovaná na pozorovanie a reflexívne hodnotenie procesov výchovy a vzdelávania realizovaná priamo v prostredí stredných škôl.

Študijný plán študijného programu Učiteľstvo praktickej prípravy obsahuje pedagogicko-psychologický a sociálno-vedný základ, prax, všeobecný technický základ pre všetkých študentov a v povinne voliteľných predmetoch dve špecializácie, ktoré poskytujú absolventovi lepšie možnosti uplatnenia sa na trhu práce. Ide o zameranie na oblasť strojárstva a iné profesie a služby.

Predmety pedagogicko-psychologického a sociálno-vedného základu sú zaradené v kontexte opisu študijného odboru učiteľstvo akademických predmetov. Obsahová náplň predmetov zohľadňuje požadované obsahové vymedzenie tak, aby absolvent poznal a chápal koncept inštitucionálneho socializačného procesu v širších sociálnovedných súvislostiach, poznal organizačné charakteristiky školského systému a inštitucionálne pravidlá školy, ovládal všeobecné teórie výchovy a vzdelávania a základné filozofické a historické súvislosti pedagogického myslenia a ich sociálny a politický kontext odrážajúci sa vo výchove a vzdelávaní. Daný obsah je prezentovaný v predmetoch: teoretické základy pedagogiky, sociológia výchovy, historické a filozofické reflexie výchovy, mimoškolská a rodinná výchova.

Na základe predmetov úvod do teórie vyučovania a špeciálna pedagogika a diagnostika nadobudne absolvent poznatky o princípoch tvorby a projektovania pedagogicko-didaktického prostredia v sekundárnom vzdelávaní, poznatky o realizácii a hodnotení výchovnovzdelávacieho procesu a filozofii inklúzie a aspektoch integrácie žiakov so špeciálnymi výchovno-vzdelávacími potrebami a súčasných modeloch kognitívnej socializácie a vzdelávaní človeka.

Predmety všeobecná a ontogenetická psychológia, sociálna psychológia, biológia dieťaťa a školské zdravotníctvo sú orientované na nadobudnutie poznatkov o psychologickej, biologickej a sociálnej determinácii vývinu a zrenia človeka a na základe týchto poznatkov a ich teoretickej a praktickej reflexie nadobúdajú absolventi zručnosť interpretovať vývin jednotlivca a implementovať ju v procesoch výchovy a vzdelávania.

Kompetenčný profil absolventa je dopĺňaný prostredníctvom predmetov zameraných na rozvíjanie komunikačných zručností v cudzom jazyku (anglický jazyk pre akademické účely I a II, nemecký jazyk pre akademické účely, cudzí jazyk pre učiteľské štúdium I a II pričom v ponuke sú rôzne jazyky a ich kultúra podľa záujmu študenta a prostredníctvom predmetov rozvíjajúcich zručnosti využitia moderných informačných technológií a multimédií v procesoch výchovy a vzdelávania (IKT moderného učiteľa I a II, metodika elektronického vzdelávania, praktikum didaktickej technológie, praktické činnosti s IKT).

Odborne zamerané povinné predmety poskytujú študentom všeobecný technický základ zameraný najmä na odbory, v ktorých získali výučný list. Teoretické predmety sú doplnené prakticky zameranými, ktoré rozširujú zručnosti učiteľov praktického výcviku (technické praktiká). Pomocou skladby povinne voliteľných predmetov sa študent počas štúdia špecializuje na jeden z odborov strojárstvo alebo služby. Výberom bloku povinne voliteľných predmetov sa tieto stávajú pre študenta povinné a stávajú sa obsahom štátnej záverečnej skúšky v danom odbore.

V odbore strojárstvo získa študent vedomosti a zručnosti z predmetov zameraných na oblasti fyziky, aplikovanej matematiky, mechaniky a náuky o materiáloch, riešenia konštrukčných a technologických problémov realizácie strojných zariadení a systémov, metódy konštruovania jednotlivých súčiastok aj celých zariadení, výrobných technológií a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. V odbore služby získa študent vedomosti z predmetov zameraných na oblasti ekonómie, kvantitatívnych metód, manažmentu a marketingu, odborných komunikačných spôsobilostí v svetovom jazyku a praktických zručností z informatiky. Získané vedomosti si ďalej prehĺbi štúdiom odborných predmetov najmä z oblasti technológií služieb, ekonomiky a manažmentu podnikov a bezpečnosti práce.

### **2.3 Študijný program Učiteľstvo techniky**

Študijný program je programom druhého stupňa vysokoškolského vzdelávania, jeho absolvovaním študenti získavajú titul „magister“ (Mgr.). Nadväzuje na bakalársky študijný program Učiteľstvo praktickej prípravy. V dennej forme štúdia je štúdium dvojročné, v externej forme štúdia je trojročné. Absolventi študijného programu majú hlboké teoretické vedomosti o

zásadných faktoroch a procesoch socializácie a výchovy, o kultúrnych súvislostiach antropogenézy a jej psychologických interpretáciách. Ovládajú obsahy všeobecného vzdelávania a obsah disciplín svojej špecializácie, princípy ich štruktúry, sú oboznámení s metodológiou odboru a jeho širšími kultúrnymi a sociálnymi súvislosťami. S týmto obsahom dokážu narábať ako s produktom ľudskej (vedeckej) činnosti, a v tomto kontexte ho dokážu projektovať pre didaktické zámery a účely. Počas štúdia získajú študenti primerané poznatky z oblasti organizácie a riadenia vzdelávania, ako aj metód výskumu a vývoja v oblasti pedagogiky.

Okrem zvládnutia učiteľskej spôsobilosti (projektovania, realizácie a reflexie výučby v triede) sú absolventi schopní participovať na vývoji metodických materiálov pre výučbu a majú tiež primerané poznatky z metód výskumu a vývoja v didaktike svojich odborov.

Absolventi majú hlboké teoretické vedomosti o súčasných modeloch kognitívnej socializácie a vzdelávania človeka, poznajú obsah, metodológiu a epistemológiu disciplín svojej predmetovej špecializácie, teoretické i praktické súvislosti odborovej didaktiky s využitím moderných komunikačných technológií v predmetoch špecializácie, na základe čoho samostatne projektujú a realizujú výučbu príslušných predmetov na úrovni nižšieho i vyššieho sekundárneho vzdelávania, dokážu adaptovať vzdelávacie programy v príslušných disciplínach na konkrétne podmienky žiakov, školskej triedy a typu školy, sú schopní účelne podporovať rozvoj informačnej gramotnosti žiakov, analyzovať a posudzovať alternatívne programy sekundárneho vzdelávania a vedia efektívne komunikovať pedagogické a odborové poznatky so širším prostredím laickej i profesijnej komunity. Absolventi ovládajú tvorbu metodických textov so širšou aplikovateľnosťou, e-learning a právne, ekonomické a etické aspekty práce vo svojej oblasti.

Vo vzťahu k praktickému uplatneniu sú absolventi schopní vyučovať predmety a oblasti, ktoré sú zamerané prevažne na ich predmetovú špecializáciu, čiže môžu byť učiteľmi predmetu technika alebo príbuzných predmetov na nižšom strednom stupni vzdelávania, ktoré sú zaradené vo vzdelávacej oblasti Človek a svet práce podľa ISCED, ďalej môžu pôsobiť ako lektori krúžkov s technických zameraním v centrách voľného času a v osvetových strediskách. Rovnako môžu pôsobiť ako lektori vo vzdelávacích inštitúciách firiem a učiacich sa organizáciách vo firmách.

Absolventi sa môže tiež uplatniť ako odborní zamestnanci štátnej správy pre školstvo, kde môžu plniť úlohy štátnej správy v oblasti školstva na úsekoch odborných, metodických a špecializovaných činností (koordinácia metodických združení a predmetových komisií v školách a školských zariadeniach). Absolventi sú schopní sledovať nové poznatky v rýchlo sa rozvíjajúcich disciplínach z oblasti techniky. Majú dobré praktické skúsenosti z terénnych a laboratórnych cvičení, ktoré môžu vhodne využiť vo vyučovacom procese.

Obsah študijného programu tvoria predmety pedagogicko-psychologického a sociálno-vedného základu, predmety praxe a predmety predmetovej špecializácie. Predmety pedagogicko-psychologického a sociálno-vedného základu sú zaradené v kontexte opisu študijného odboru učiteľstvo akademických predmetov (učiteľstvo a pedagogické vedy), pričom nadväzujú na predmety prvého stupňa vysokoškolského štúdia študijného programu. Obsahová náplň predmetov zohľadňuje požadované obsahové vymedzenie tak, aby absolvent poznal teóriu vyučovania, metodológiu a epistemológiu disciplín svojej predmetovej špecializácie, súčasné teoretické modely kognitívnej socializácie a vzdelávania človeka a dokázal ich aplikovať pri projektovaní, realizácii a hodnotení vyučovacieho procesu. Daný obsah je prezentovaný v predmetoch: teória vyučovania, pedagogická psychológia, metodológia pedagogického výskumu, pedagogická prax výstupová a súvislá. Na základe uvedených predmetov a predmetov pedagogická a sociálna komunikácia, základy pedeutológie a školskej legislatívy, školská politika a školský manažment, nadobudne absolvent poznatky o kultúrnych a sociálnoantropologických súvislostiach výchovy, o organizačných charakteristikách školského systému, aktuálnych štátnych vzdelávacích programoch, ako aj inštitucionálnych pravidlách školy, organizácii, správe a legislatívnych predpisoch školstva a školy, učiteľskej profesii a rozvíjaní učiteľskej profesionality a spôsobilosť analyzovať a reflektovať všeobecno-pedagogické a všeobecno-didaktické a psychologické osobitosti výučby v školskej triede. Predmety pedagogické a psychologické aspekty sociálnopatologických javov a špecifické edukačné postupy sú orientované na získanie poznatkov o modeloch personálneho a sociálneho vývinu detí a mládeže a poruchách vývinu v tejto oblasti smerujúce k sociálnopatologickým javom, na získanie poznatkov o ich identifikácii, a pedagogickej intervencii prostredníctvom špecifických edukačných postupov orientovaných na sociálnu inklúziu.

Študijný plán je konštruovaný tak, aby bola pedagogická prax realizovaná postupne v zmysle rozvíjania učiteľskej profesionality s dôrazom na orientačnú, diagnostickú, didakticko-projektívnu, integračno-realizačnú funkciu a nadobudnutie profesijných kompetencií potrebných pre výkon profesie učiteľa.

Odborne zamerané povinné predmety poskytujú študentom všeobecný technický základ. Ide v prvom rade o predmety z oblasti elektroniky, strojov a častí strojov, automatizačných a kybernetických systémov. V štruktúre povinných predmetov sú rovnako zastúpené aj predmety informatického charakteru, kde študenti získajú potrebné vedomosti a zručnosti z operačných systémov, aplikácií IKT v technických systémoch. Teoretické predmety sú doplnené prakticky zameranými predmetmi, ktoré rozširujú zručnosti budúcich učiteľov (technické praktiká I a Technické praktiká II).

Štruktúra programu je tvorená tak, aby bol rešpektovaný profil absolventa a jeho uplatnenie v praxi. Na základe toho je zabezpečená gradácia v nadobúdaní pedagogicko-psychologických a sociálnych odborných vedomostí a zručností. V prvom roku štúdia je pozornosť orientovaná na vysvetlenie teoretických východísk didaktiky a teórií a modelov vyučovania zameraných na kognitívnu socializáciu a vzdelávanie človeka, psychologické aspekty učenia, vychovávanie a vyučovania a kvantitatívne, kvalitatívne stratégie a metódy výskumu a vývoja v pedagogike. Druhý rok štúdia je zameraný na teoretické a metodické aspekty výchovy a vzdelávania, na školskú politiku, manažment, legislatívu, pedeutológiu a pedagogickú komunikáciu. Študenti si prehĺbujú poznatky o edukačnom prostredí školy a prehĺbujú si zručnosti projektovania a realizácie vyučovacieho procesu v predmetoch svojej špecializácie na nižšom a vyššom sekundárnom stupni vzdelávania s ohľadom na variabilitu výchovných prístupov k deťom na základe ich individuálnych, či skupinových odlišností. Nadobudnuté teoretické poznatky implementujú v praxi v spolupráci s odborovým didaktikom a cvičným učiteľom reflektovanej pedagogickej praxe na základných a stredných školách.

Absolvent magisterského stupňa štúdia dokáže samostatne riešiť úlohy vyplývajúce z jeho kompetencií (odborných, pedagogicko - psychologických, metodicko - didaktických a osobnostných), ktoré v priebehu štúdia získal. Dokáže uplatňovať procedúry edukačnej intervencie v školských a mimoškolských podmienkach, kooperuje s pracovníkmi príbuzných profesií (riaditeľ školy, učitelia, školský psychológ, školský špeciálny pedagóg, sociálny kurátor), je schopný kooperovať ako člen tímu, spolupracovať s rodičmi a inými členmi komunity, v ktorej pracuje. Predpokladá sa ďalšie zdokonaľovanie absolventa prostredníctvom samoštúdia, k čomu je počas štúdia vedený. Je plne kvalifikovaný na vyučovaciu činnosť a ďalšie edukačné činnosti.

## **2.4 Vyučovacie predmety zamerané na praktické merania**

Predmety zamerané na praktické merania sú v uvedených študijných programoch tri: časti strojov a stroje, základy metrológie a meranie a meracie prístroje.

**Predmet časti strojov a stroje** je súčasťou bakalárskeho študijného programu Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci ako povinný predmet a študijného programu Učiteľstvo praktickej prípravy ako povinne voliteľný predmet pre strojárne odbory. Predmet Časti strojov a stroje je koncipovaný tak, aby po jeho absolvovaní študent rozumel základným princípom strojov (hydraulické, pneumatické), vedel aplikovať poznatky z technickej mechaniky na princípy činnosti strojov a vedel merať základné technické veličiny. Syllabus predmetu tvoria témy:

- Rozdelenie strojov a častí strojov. Rozoberateľné spoje. Skrutky a skrutkové spoje. Rozdelenie skrutiek. Výpočet skrutiek a iných častí strojov. Kolíky, klíny a perá a ich využitie v technickej praxi. Zverné spoje, drážkové spoje.
- Nerozoberateľné spoje. Nity a nitové spoje. Spájky a spájkované spoje.
- Zvary a zvarové spoje. Zváranie tepelnou energiou. Zváranie elektrickou energiou. Zváranie v ochranných atmosférach.
- Časti strojov, ktoré slúžia na prenos otáčavého pohybu. Rozdelenie a použitie. Hriadele, nosné a hybné hriadele. Čapy hriadeľov. Ložiská, rozdelenie a použitie. Spojky hriadeľov. Rozdelenie a použitie.
- Prevody a prevodové mechanizmy. Rozdelenie a použitie.
- Mechanizmy a ich využitie v technickej praxi. Rozdelenie a použitie. Kulisové mechanizmy a kľukové mechanizmy.
- Zdvíhacie zariadenia, výtahy, žeriavy.
- Hydraulika a jej využitie v technike. Hydraulické zariadenia a ich rozdelenie. Prvky hydraulických mechanizmov. Hydrogenerátory. Hydraulické mechanizmy.
- Pneumatické systémy, základné časti a použitie. Prvky pneumatických mechanizmov.
- Pohony strojov. Rozdelenie a použitie. Tepelné motory. Spaľovacie motory
- Elektromotory. Jednosmerné a striedavé elektromotory. Hydromotory.
- Meranie technických veličín. Meranie na strojoch a častiach strojov. Meranie na: skrutkách, ozubených kolesách, prevodovkách, mechanizmoch. Meranie tuhosti pružiny.

Študenti v priebehu semestra absolvujú z predmetu 26 hodín prednášok a 26 hodín cvičení. Cvičenia sú organizované ako dvojhodinové vyučovacie jednotky (90 minút). Na cvičeniach študenti realizujú päť meraní zameraných na meranie na skrutkách (druh skrutky, závit, rozstup, stúpanie, veľký, stredný a malý priemer závit), meranie na ozubených kolesách (počet zubov, modul, priemery hlavovej, rozstupovej a pätovej kružnice), prevodovkách (výstupné otáčky a možný prenášaný krútiaci moment), mechanizmoch a meranie tuhosti pružiny. Počas semestra študenti vypracúvajú protokoly z meraní, ktoré majú nasledovnú štruktúru: názov úlohy, zdanie úlohy, zoznam použitých prístrojov a pomôcok, výsledky študenta zo vstupného testu pre merania z prostredia LMS Moodle (prikladá vyučujúci), teória k meraniu, schéma a popis meracieho prístroja (popis a vysvetlenie konštrukcie), použitá metóda merania, postup pri meraní (stručný ale výstižný popis merania), namerané hodnoty (všetky výpočty, čiastkové a hlavné namerané hodnoty, tabelárne vyjadrenia, jednotky, grafy), zhodnotenie merania a záver.

**Predmet základy metrológie** je súčasťou bakalárskych študijných programov Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci a Učiteľstvo praktickej prípravy. V obidvoch študijných programoch ide

o povinne voliteľný predmet. Predmet základy metrologie uvádza študentov do problematiky merania tým, že ich naučí základy práce s rôznymi meracími prístrojmi, zvládnuť postup merania vybraných veličín a výsledky merania vyhodnotiť. Syllabus predmetu tvoria témy:

- Ciele a poslanie metrologie.
- Veličiny a jednotky. Medzinárodná sústava jednotiek SI.
- Meradlá a meracie metódy.
- Neistoty merania.
- Nadväznosť meradiel.
- Požiadavky na kalibráciu, údržbu a opravu meradiel.
- Medzinárodná metrologická spolupráca.
- Metrologický poriadok organizácie.

Študenti v rámci predmetu základy metrologie absolvujú v semestri 13 hodín prednášok a 26 hodín cvičení. Cvičenia sú v predmete zamerané na prácu s rôznymi meradlami a na vyhodnocovanie meraní. V priebehu semestra študenti uskutočňujú osem meraní zameraných na meranie dĺžky, hmotnosti, teploty, hustoty pevného telesa, hustoty kvapaliny, hlučnosti, osvetlenia a vlhkosti dreva. Cvičenia sú zostavené tak, aby si študenti mohli vyskúšať meranie a vyhodnotenie merania s využitím analógových a digitálnych meracích prístrojov, priamych i nepriamych meraní. Počas semestra študenti vypracúvajú protokoly z meraní, ktoré majú nasledovnú štruktúru: názov merania, technická charakteristika meradla, technické údaje meradla, postup merania, praktické meranie, ohodnotenie neistoty (chyby) merania, výsledná nameraná hodnota. Súčasťou záverečného hodnotenia študentov sú odovzdané protokoly z meraní a dve písomky, ktoré sú súčasťou priebežného hodnotenia predmetu.

Predmet **meranie a meracie prístroje** je súčasťou magisterského študijného programu Učiteľstvo techniky ako povinný predmet.

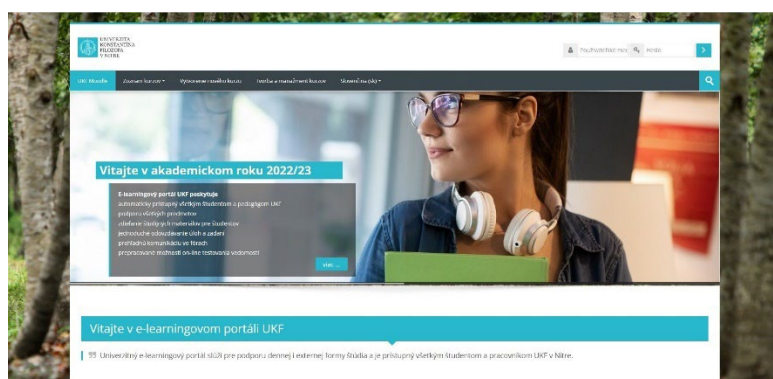
Študenti absolvovaním predmetu získajú rozšírené vedomosti a zručnosti z oblasti použitia rôznorodých meracích prístrojov na meranie rôznych veličín. V rámci cvičení študenti realizujú meranie prostredníctvom rôznych meracích prístrojov, ktorými sa monitorujú mikroklimatické podmienky, osvetlenie, hlučnosť a prítomnosť elektromagnetického smogu. Z meraní zostavujú výsledné elaboráty z merania. Študenti sa učia aj posúdiť výsledky merania, zostaviť grafy, z nameraných hodnôt analyzovať a potvrdiť teoretické predpoklady. Syllabus predmetu tvoria témy:

- Základy merania technických veličín.
- Metódy merania technických veličín.
- Vyhodnocovacie získaných výsledkov a ich interpretácia.

- Meranie teploty pracovného prostredia.
- Meranie teploty pracovného prostredia guľovým teplomerom.
- Meranie vlhkosti vzduchu.
- Meranie vlhkosti vzduchu psychrometrickou metódou.
- Meranie osvetlenia pracovného (školského prostredia).
- Meranie hlučnosti pracovného prostredia.
- Meranie elektromagnetického smogu pracovného prostredia.
- Meranie počtu pevných častíc v pracovnom prostredí.
- Záverečné ustanovenia z vyhotovených elaborátov.

Študenti v rámci predmetu základy metrologie absolvujú v semestri 13 hodín prednášok a 26 hodín cvičení. Cvičenia sú v predmete zamerané na prácu s rôznymi meradlami a na vyhodnocovanie meraní. V priebehu semestra študenti uskutočňujú šesť meraní zameraných na meranie teploty pracovného prostredia, meranie osvetlenia pracovného prostredia, meranie oxidu uhličitého v pracovnom prostredí, meranie elektromagnetického žiarenia v pracovnom prostredí, zisťovanie počtu pevných častíc v pracovnom prostredí, meranie hlučnosti pracovného prostredia. Počas semestra študenti spracujú protokoly z meraní, ktoré majú nasledovnú štruktúru: názov úlohy, zdanie úlohy, zoznam použitých prístrojov a pomôcok, výsledky študenta zo vstupného testu pre merania z prostredia LMS Moodle, teoretické základy merania, schéma a popis meracieho prístroja, použitá metóda merania, postup pri meraní, namerané hodnoty, zhodnotenie merania a záver. Súčasťou záverečného hodnotenia študentov sú vypracované protokoly z meraní, ktoré sú súčasťou priebežného hodnotenia študentov.

Podpora štúdia v jednotlivých predmetoch je zabezpečovaná prostredníctvom študijných materiálov, ktoré sú študentom poskytované viacerými kanálmi. Okrem primárnych zdrojov poskytovaných univerzitnou knižnicou sú študentom dostupné sekundárne zdroje študijných materiálov e-learningové kurzy. V septembri 2006 bol na UKF v Nitre ako celouniverzitný e-learningový portál implementovaný LMS Moodle s názvom EDU portál.



## Obrázok 2 Vzdelávaci portál EDU (Vzdelávaci portál EDU, 2021)

Vzdelávaci portál používa elektronický systém LMS Moodle. Umožňuje tvorbu nových kurzov pre vyučujúcich, vzdelávanie formou samoštúdia pre študentov a v neposlednom rade pre výskumníkov a manažment sledovanie vývoja kurzov. Úvodná stránka (Vzdelávaci portál EDU, 2022) uvádza nasledovné možnosti využívania portálu pre študentov:

1. Prístup k študijným materiálom. Prístup k materiálom je umožnený po prihlásení do systému. Na UKF sa používa jednotný spôsob prihlasovania do jednotlivých informačných systémov (portál EDU, AIS, Stravovací systém a pod.) pomocou jedného prihlasovacieho mena a hesla.
2. Sledovanie videí z prednášok. Ide o funkcionality, pri ktorej študent môže sledovať obsah prednášok a videí, ktoré vyučujúci zhotoví napríklad počas používania videokonferenčného systému MEET, kde zaznamenaná prednáška v priebehu výučby, ktorá sa automaticky ukladá do vytvoreného konta v Drop boxe. Odkaz z takéhoto záznamu sa môže vložiť do vytvoreného kurzu, kde študent, po kliknutí na odkaz, môže sledovať prednášku off-line.
3. Zapojenie sa do on-line spätnej väzby. Spätá väzba je umožnená pomocou viacerých možností priamo vo vytvorenom kurze. Ide najmä o možnosti chatu, diskusného fóra a pod.
4. Systém LMS Moodle umožňuje upozorňovať študentov na blížiaci sa termíny testov, odovzdania zadani, záverečného hodnotenia, ankiet a pod.
5. Sledovanie pokroku v štúdiu. Pokiaľ tvorca kurzu vytvorí systém cieľov, tak kontrolou ich plnenia študent má možnosť sledovať svoj pokrok v jednotlivých kurzoch.
6. Systém LMS Moodle na UKF umožňuje komunikáciu formou posielania e-mailov, ktoré sú priamo prepojené na študentské a učiteľské maily, ktoré sú automaticky priradené jednotlivým osobám, či už pri prijatí na štúdium (pokiaľ ide o študentov) alebo pri prijatí do pracovného pomeru v prípade vyučujúcich.
7. Študenti majú možnosť využívať vzdelávaci systém pomocou PC, respektíve pomocou svojich smartfónov alebo tabletov. Pomocou týchto zariadení majú možnosť jednak študovať, no rovnako aj odosielať svoje vypracované zadania na hodnotenie vyučujúcim.
8. Systém umožňuje testovanie vedomostí študentov či už formou autotestov alebo pomocou testov, ktoré boli vytvorené za účelom kontroly vedomostí vyučujúcim.

Možnosti využívania systému LMS Moodle vyučujúcimi sú nasledovné:

1. Systém poskytuje priestor pre zverejňovanie študijných materiálov pre študentov. Jednotlivé kurzy vytvára na základe e-mailovej žiadosti administrátor systému, ktorý v rámci príslušnej fakulty vytvorí prázdny kurz. Podmienkou pre vytvorenie kurzu je priradenie kurzu ku konkrétnemu vyučujúcemu predmetu, ktorý má svoju jedinečnú skratku (kód predmetu). Pod touto skratkou a názvom je daný predmet zaradený v študijnom pláne, ktorý je dostupný pre

študentov v Akademickom informačnom systéme (AIS). Pre predmet Meranie a meracie prístroje je použitá skratka KTIT/mTCH23/15. V uvedenej skratke je možné zistiť, ku ktorej katedre daný predmet (teda aj vytvorený kurz) patrí. KTIT je skrátene Katedra techniky a informačných technológií. Za prvým lomítkom je študent štúdia, ku ktorému je predmet a teda kurz priradený; b - bakalárske štúdium, m - magisterské štúdium. Ďalej skratka obsahuje názov študijného programu, TCH – učiteľstvo techniky a číslo, pod ktorým sa daný predmet nachádza v študijnom pláne. Číslo za posledným lomítkom je rok poslednej akreditácie študijného programu.

2. Systém umožňuje jednoduchý spôsob zdieľania zaujímavých odkazov vo forme liniek, videí, textov. V rámci tvorby kurzu je možné študentom poskytnúť odkazy cez linky na iné webové stránky s textami, videami, prípadne prezentáciami.
3. Vyučujúci ako tvorca alebo správca kurzu môže sledovať aktivity študentov, ktorí sú prihlásení do konkrétneho kurzu. Vyučujúci môže sledovať: počet a čas prihlásení do kurzu, plnenie stanovených cieľov, jednotlivé pokusy v testoch, zapájanie študentov do diskusných fór a pod.
4. Tvorba a spravovanie kurzov vyučujúcimi je možná aj cez mobilné aplikácie, respektíve sa dá použiť priamo na prednáške.
5. Organizácia vzdelávania pomocou kurzov je možná definovaním termínov odovzdania zadání, absolvovania testov a pod.
6. Hodnotenie a klasifikácia sú možné priamo v kurze. V kurze je možné zadefinovať spôsob hodnotenia, či už pomocou bodového hodnotenia alebo pomocou klasifikačnej stupnice. Spolu s hodnotením aktivít je možné študentom vyhodnocovať aj splnenie stanovených cieľov.

Možnosti využívania systému LMS Moodle výskumníkmi a manažmentom sú nasledovné:

1. Overovanie nových prístupov a foriem výučby.
2. Sledovanie spätnej väzby.
3. Možnosť realizácie pedagogického experimentu.
4. Priestor pre riešenie edukačných a výskumných projektov.
5. Zber údajov o preferenciách a správaní študentov v kurzoch.
6. Vizualizácia získaných dát pomocou grafov.
7. Tvorba reportov.

Katedra techniky a informačných technológií využíva e-learningové kurzy pre vzdelávanie od zavedenia vzdelávacieho portálu EDU od roku 2006. V tomto roku bola univerzita zapojená do projektu SOP IZ 2005/1 – 173 s názvom „On-line vzdelávanie zamerané na e-learning pre

zvýšenie kvalifikačného potenciálu vysokoškolských učiteľov“ v rámci Sektorového operačného programu Ľudské zdroje. V rámci tohto projektu boli pracovníci katedry oboznámení s vypracovávaním a tvorbou kurzov. K dnešnému dňu KTIT aktívne používa pre jednotlivé predmety spolu 86 kurzov.

V nasledovnej podkapitole uvádzame charakteristiku e-learningového kurzu pre predmet meranie a meracie prístroje, prostredníctvom ktorého boli študenti pripravovaní na praktické merania.

## **2.5 Elektronický kurz pre predmet meranie a meracie prístroje**

Elektronický kurz so zameraním na metodiku a meranie faktorov pracovného prostredia bol vytvorený v prostredí vzdelávacieho portálu EDU, ktorý používa na elektronické vzdelávanie Univerzita Konštantína Filozofa. Kurz je dostupný na webovej lokalite univerzity ([www.ukf.sk](http://www.ukf.sk)) v časti Informačné systémy.

Uvedený kurz bol vytvorený ako súčasť riešenia projektu Kega č. 012UKF-4/2020 Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia. Súčasťou cieľov projektu bolo navrhnuť a vytvoriť štyri elektronické vzdelávacie moduly s nasledovným zameraním:

- osvetlenie pracovného prostredia,
- hluk v pracovnom prostredí,
- mikroklimatické podmienky na pracovisku a obsah CO, CO<sub>2</sub>
- elektromagnetické žiarenie a meranie častíc na pracovisku,

Tieto vytvorené moduly boli overené v pedagogickej praxi. V rámci overovania sa sledovali výkony a aktivity študentov v kurze.

Pre splnenie cieľov projektu bol zvolený nasledovný obsah e-learningového kurzu:

### **Základné informácie**

Názov kurzu: Meranie a meracie prístroje

Skratka kurzu: KTIT/mTCH23/15

Administrátori kurzu: Gabriel Bánesz, Danka Lukáčová

Počet prihlásených študentov do kurzu: 17

Formát kurzu: tematický

Témy kurzu:

1. Teplota pracovného prostredia.
2. Osvetlenie pracovného prostredia.

3. Oxid uhličitý v pracovnom prostredí.
4. Elektromagnetické žiarenie v pracovnom prostredí.
5. Pevné častice v pracovnom prostredí.
6. Hlučnosť pracovného prostredia.

Každá téma kurzu má rovnakú štruktúru obsahu, ktorá je nasledovná:

1. Teória.
2. Legislatíva a technické normy.
3. Meracie prístroje a metodika merania.
4. Príklady z praxe.
5. Praktické aktivity.
6. Spätná väzba.

V časti **Teória** sú uvedené základné informácie o konkrétnom faktore pracovného prostredia. V teórii sú zhrnuté základné fyzikálne, chemické a ostatné teoretické základy, ktoré sú potrebné pre študenta na zvládnutie danej témy. Napríklad v téme Meranie teploty pracovného prostredia sú v teórii zahrnuté témy ako vlastnosti vzduchu, charakteristika teploty ako pracovného prostredia.

V časti **Legislatíva a technické normy** sú uvádzané všetky legislatívne materiály, ktoré sa viažu na daný faktor pracovného prostredia. Zároveň sú tu uvedené relevantné technické normy. Obsah je tvorený ako zoznam dokumentov, ktoré má študent k dispozícii.

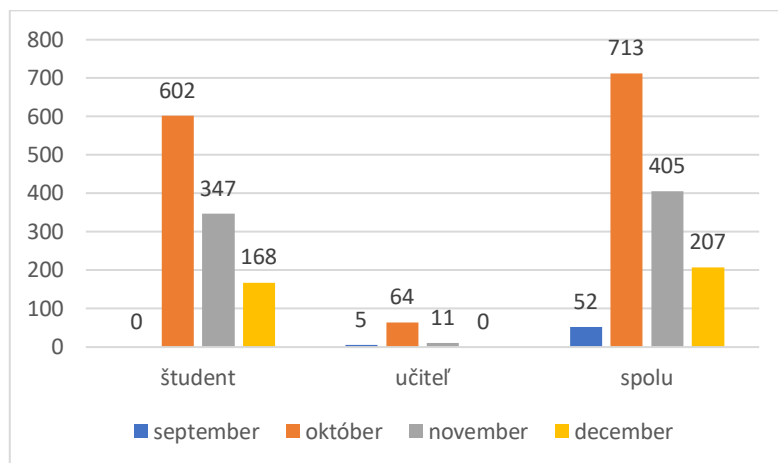
Časť **Meracie prístroje a metodika merania** poskytuje prehľad o používaných prístrojoch, ktoré sú dostupné na Katedre techniky a informačných technológií na meranie príslušnej veličiny. Okrem ich prehľadu sa tu študent má možnosť oboznámiť s metodikou merania s konkrétnym prístrojom, návodom na obsluhu a základnými technickými údajmi prístrojov.

Časť **Príklady z praxe** obsahuje už uskutočnené merania, ktoré realizovali riešitelia projektu. Ide o príklady, akým konkrétnym spôsobom bolo uskutočňované meranie napríklad v školskom prostredí, vo výrobnom závode a pod. Študent má takto možnosť získať predstavu o tom, ako sa merania faktorov pracovného prostredia uskutočňujú v praxi.

Časť **Praktické aktivity**. V tejto časti majú študenti k dispozícii návody na konkrétne merania faktorov pracovného prostredia. Ide o aktivity, ktoré riešia na cvičeniach. Výsledky z týchto aktivít môžu priamo vkladať do systému formou protokolov z merania.

Časť **Spätná väzba** slúži na preverenie získaných vedomostí študentov formou didaktického testu. Test je tvorený náhodným generovaním jednotlivých položiek z banky otázok. Čas na vypracovanie testu bol stanovený na 10 minút, pričom maximálny počet bodov z testu bol 10.

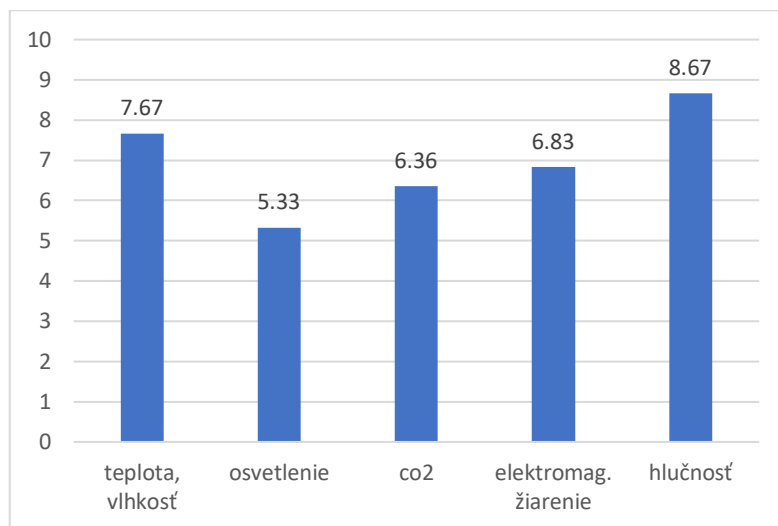
Kurz bol v ostrej prevádzke v zimnom semestri akademického roku 2021/22 od konca septembra do decembra. Návštevnosť v rámci celého kurzu uvádza graf na obrázku 3.



Obrázok 3 Prehľad návštevnosti kurzu Meranie a meracie prístroje

Obrázok prezentuje výsledky návštevnosti kurzu od všetkých účastníkov vo všetkých témach po jednotlivých mesiacoch. Najväčšia aktivita v kurze bola zaznamenaná v mesiaci október, kedy podľa harmonogramu a sylabusu predmetu sa študenti pripravovali na merania štúdiom dostupných materiálov, prípravou na samotné merania a overovaním si svojich nadobudnutých vedomostí prostredníctvom testov. Návštevnosť kurzu v ostatných mesiacoch semestra (november, december) postupne klesla. Je prekvapujúce, že študenti aj po vykonaní praktických meraní sa do kurzu ešte vracali a používali jeho obsah.

Pripravenosť študentov na jednotlivé merania sme zisťovali didaktickým testom na začiatku každého merania. Výsledky výkonov študentov v jednotlivých didaktických testoch sú znázornené na obrázku 4.



Obrázok 4 Priemerné hodnoty výsledkov didaktických testov z jednotlivých tém

Z výsledkov vedomostných testov môžeme konštatovať nasledovné. Najväčšie problémy sa prejavili v teste so zameraním na osvetlenie. Priemerný počet bodov v teste zameranom na tému osvetlenia dosiahol len hodnotu 5,3 bodu z desiatich možných bodov. Test pozostával zo základných informácií o meraní osvetlenia, pričom najväčšie problémy s vyskytli v používanej terminológii a správnom používaní jednotiek svetelných veličín.

Najlepšie výsledky dosiahli študenti v teste so zameraním na hlučnosť. Ide o faktor pracovného prostredia, ktorý je v pracovnom (školskom) prostredí pozorovateľný najviac. Študenti z tejto témy najlepšie zvládli teóriu hluku, merania hlučnosti a problematiku prístrojov na meranie hlučnosti.

Ak máme hodnotiť používanie kurzu ako celku, tak môžeme konštatovať, že zostavenie tém kurzu, ich obsah a spätná väzba dosiahli dobré výsledky a pomohli študentom zvládnuť meranie vybraných veličín súvisiacich s monitorovaním faktorov pracovného prostredia.

Výsledky z meraní študentov a riešiteľov projektu Kega č. 012UKF-4/2020 Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia sú prezentované v nasledovnej kapitole.

### 3 MERANIE VYBRANÝCH FAKTOROV PRACOVNÉHO PROSTREDIA

Meranie faktorov pracovného prostredia bolo realizované študentmi po absolvovaní e-learningového kurzu alebo riešiteľmi projektu Kega. Praktické merania boli realizované v školskom prostredí akými sú školské dielne na základnej škole a odborné učebne na Katedre techniky a informačných technológií PF UKF v Nitre. Spracované výsledky z meraní sú v nasledovných častiach zostavené v nasledovnej štruktúre:

- prehľad teoretických základov meraných veličín,
- prehľad použitých meracích prístrojov,
- výsledky merania,
- prehľad technických noriem súvisiacich s meraním danej veličiny.

Cieľom praktických meraní bolo naučiť študentov merať, spracovávať a vyhodnocovať vybrané veličiny, prípadne ich porovnať sa platnými vyhláškami a technickými normami.

#### 3.1 Teplota, vlhkosť a koncentrácia oxidu uhličitého

Teplota vzduchu je stavová veličina, ktorá charakterizuje teplotný stav vzduchu na danom (meranom) mieste. Teplota vzduchu môže výrazne ovplyvniť pracovnú pohodu pracovníka.

Teplota vzduchu závisí od strednej kvadratickej rýchlosti ( $v_p$ ) jednotlivých častíc vzduchu.

$$v_p = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m}}$$

Pre termodynamickú teplotu platí vzťah, kde :

$$T = 3 \cdot \frac{k}{m} \cdot v_p^2$$

T je termodynamická teplota v K

m je hmotnosť molekúl plynu (vzduchu) v kg

$v_p$  je stredná kvadratická rýchlosť molekúl v  $\text{m.s}^{-1}$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$  je Boltzmanova konštanta

Teplota, ktorá sa používa a meria vo fyzike alebo technickej praxi, je termodynamická teplota. Jednotkou termodynamickej teploty je 1 K (kelvin). Jednotka termodynamickej teploty patrí medzi sedem základných jednotiek SI a definuje sa ako pevne určená číselná hodnota Boltzmannovej konštanty  $k = 1,380\,649 \times 10^{-23}$ , ak je vyjadrená v jednotke  $\text{J.K}^{-1}$ , ktorá sa rovná súčinu

$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  Teplota vzduchu sa ale zvykne merať aj vedľajšími jednotkami SI v stupňoch Celzia. Táto jednotka bola stanovená dvomi základnými teplotami. Ide o teplotu tuhnutia a varu vody pri normálnom tlaku. Teplote tuhnutia vody bola priradená hodnota  $0^\circ \text{C}$  a teplote varu vody hodnota  $100^\circ \text{C}$ .

Na meranie teploty pracovného prostredia sa používajú teplomery. Ide o prístroje, ktoré na určovanie meranej veličiny – teploty, využívajú rôzne fyzikálne javy, v ktorých vystupuje teplota ako fyzikálna veličina. Ide o objemovú rozťažnosť kvapalín, dĺžkovú rozťažnosť kvapalín, závislosť eklektického odporu od teploty, tepelné žiarenie telesa a pod.

Podľa princípu činnosti sa teda používajú nasledovné teplomery: kvapalinové teplomery, bimetalové teplomery, teplomery využívajúce závislosť elektrického odporu od teploty, teplomery využívajúce tepelné žiarenie telesa a pod.

Kvapalinové teplomery využívajú na meranie teploty ortuť alebo lieh. Ide o bežný teplomer, ktorý využíva objemovú rozťažnosť kvapalín, najmä ortuť a lieh. Ortuťové teplomery sa od roku 1997 nevyrábajú z dôvodu zdravotnej škodlivosti ortuti, ale v praxi sa ešte používajú. V školských podmienkach je nevhodné používať ortuťové teplomery, nakoľko sa pri náhodnom rozbití môžu žiaci dostať do kontaktu s ortuťou, ktorá je jedovatá.

Kvapalinové teplomery sa používajú na meranie teploty vzduchu a na meranie vlhkosti vzduchu psychrometrickou metódou. V tomto prípade sa používajú dva teplomery. Jeden meria teplotu vzduchu. Takto meraná teplota sa nazýva teplota suchého teplomera. Druhý teplomer meria teplotu ovzdušia, ktorá je ovplyvnená tým, že nádobka teplomera je zmáčaná destilovanou vodou. Tým je teplomer ochladzovaný a ukazuje teplotu nižšiu ako je teplota okolia. Tento teplomer meria takzvanú teplotu mokrého teplomera. Teplota mokrého teplomera ale závisí od objemu vodných pár obsiahnutých v ovzduší a teda z psychrometrických tabuliek sa dá z nameraných hodnôt suchého a mokrého teplomera odčítať vlhkosť vzduchu. Niektoré digitálne meracie prístroje zaznamenávajú aj teplotu suchého aj teplotu mokrého teplomera. Tento spôsob merania vlhkosti sa využíva aj v meteorologických búdkach.

Teplomery využívajúce zmenu dĺžky materiálu od teploty sa využívajú na meranie teploty v intervaloch vyšších ako sú schopné merať kvapalinové teplomery. Interval meraných hodnôt v tomto prípade je od  $-50^\circ \text{C}$  do cca  $300^\circ \text{C}$ . Tieto teplomery využívajú pre svoju činnosť tzv. bimetal. Ide o teleso, ktoré je tvorené dvojicou rôznych kovov s rôznou tepelnou rozťažnosťou. Bimetal sa vplyvom zmeny teploty začne ohýbať. Táto zmena tvaru sa prenáša cez mechanický prevod na ručičku prístroja, ktorá ukazuje meranú hodnotu teploty na stupnici. Pre lepšiu a spoľahlivejšiu činnosť takéhoto prístroja býva bimetal zvinutý do tvaru špirály.

Ďalšia skupina teplomerov využíva na svoju činnosť fyzikálny jav, ktorá sa nazýva tepelné žiarenie telesa. Každé teleso pri určitej teplote vysiela do svojho okolia žiarenie elektromagnetickej povahy, ktoré nazývame tepelným žiarením. Pri nízkych teplotách sú vlnové dĺžky takéhoto žiarenia v oblasti infračerveného svetla, preto nie sú voľným okom pozorovateľné. Od určitej teploty teleso môže vysielať do svojho okolia elektromagnetické žiarenie v oblasti viditeľného svetla, ktoré môžeme pozorovať voľným okom. Od farby vysiadaného svetla telesom, vieme určiť teplotu takéhoto telesa. Závislosť medzi farbou (vlnovou dĺžkou) vysiadaného tepla a teplotou telesa je uvedená v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Teplota telesa v závislosti od farby vyžarovaného svetla

| Farba svetla | Teplotný interval v °C |
|--------------|------------------------|
| červená      | 500 - 550              |
| tmavočervená | 650 - 750              |
| oranžová     | 850 - 950              |
| Žltá         | 1 050 – 1 150          |
| biela        | 1 450 – 1 550          |

Závislosť medzi farbou svetla, ktorú teleso vyžaruje a teplotou telesa, sa využíva v prístrojoch na meranie teploty, ktoré nazývame pyrometre. Pomocou pyrometrov vieme približne určiť teplotu výmurovky vo vysokej peci, prípadne v liacej panve. Na obrázku 5 je znázornený takýto pyrometer.



Obrázok 5 Pyrometer (Elprocus, 2022)

Pri nízkych teplotách vyžarované elektromagnetické žiarenie má vlnovú dĺžku v oblasti infračerveného svetla, ktoré nie je možné pozorovať voľným okom. Preto sa vyrábajú aj teplomery, ktoré merajú bezdotykovo teplotu povrchu telesa pomocou vyžarovaného infračerveného svetla.

Elektrický odpor vodiča závisí od jeho teploty. Táto vlastnosť sa tiež využíva v teplomeroch. V elektrických prístrojoch na meranie teploty sa priamo využíva táto závislosť, respektíve využívajú sa na meranie teploty súčiastky nazývané termočlánky alebo termistory. Termočlánok je vytvorený pomocou dvoch kovov z rôznych látok, v ktorom sa tepelná energia priamo premieňa na elektrické napätie. V prípade termistorov ide o polovodičové súčiastky, u ktorých vodivosť polovodiča závisí od jeho teploty. V tomto prípade na meranie teploty môžeme použiť aj multimetre, kde sa do daného prístroja zapojí termočlánok a na stupnici multimetra môžeme odčítať meranú teplotu. Tento princíp merania teploty je využívaný v rôznych domácich meteostaniciach na orientačné meranie teploty v miestnosti, prípadne vonkajšej teploty.

Špecifickým prístrojom na meranie teploty je meranie teploty takzvaným guľovým teplomerom. Ide o prístroj, ktorým vieme merať teplotu pracovného prostredia, keď tepelná pohoda pracovníka môže byť ovplyvňovaná napríklad prúdením vzduchu. Tiež sa môže stať, že sa budeme nachádzať v miestnosti s pomerne vysokou teplotou vzduchu, no steny miestnosti budú chladné. Dôvodom môže byť začiatok vykurovacej sezóny. Výsledná teplota v miestnosti môže byť teda ovplyvňovaná teplotou vzduchu a radiačnej teploty stien. Guľový teplomer je teda teplomer, ktorý dokáže zaznamenať vplyv oboch zložiek. V praxi sa používa guľový teplomer typu Vernon-Jockl a štandardizovaný teplomer podľa normy STN ISO 7726. Tento teplomer tvorí medená guľa s priemerom 15 mm. Povrch gule je pokrytý matným čiernym lakom. Vo vnútri teplomera je umiestnený termočlánok, ktorý sa pripája spravidla na prístroj, ktorý zaznamenáva teplotu.



Obrázok 6 Merací prístroj Testo 435 so sondou guľového teplomera

V meraniach realizovaných na Katedre techniky a informačných technológií bol použitý prístroj Testo 435-4 – so sondou guľového teplomera, obrázok 6.

Vlhkosť vzduchu je daná obsahom vodných pár v ovzduší. Nakoľko voda sa vyparuje pri každej teplote, tak vzduch obsahuje vodnú paru pri každej teplote. Množstvo vodnej pary závisí od teploty. Nakoľko sa voda vyparuje neustále pri každej teplote, tak môže nastať stav, že sa ovzdušie vodnou parou nasýti. V tomto prípade sa vodná para začne spätne zrážať vo forme kvapiek. Tento stav charakterizuje takzvaný rosný bod. Ide o teplotu, pri ktorej je vzduch vodnými parami nasýtený. Ak teplota pod tento bod klesne, nastáva spomínaná kondenzácia. Vlhkosť vzduchu je definovaná ako relatívna vlhkosť a absolútna vlhkosť. Absolútna vlhkosť vzduchu je určená hmotnosťou vodnej pary, ktorá je obsiahnutá napríklad v objeme 1 m<sup>3</sup> vzduchu. Relatívna vlhkosť vzduchu (RH) predstavuje podiel absolútnej vlhkosti vzduchu a najväčšej absolútnej vlhkosti vzduchu pri danej teplote. Udáva sa v percentách.

Prístroje merajú spravidla relatívnu vlhkosť vzduchu. Princíp merania vlhkosti v prístrojoch môže byť rôzny. Napríklad pomerne častým spôsobom merania vlhkosti je meranie pomocou vlákien živočíšneho pôvodu, ktoré sú schopné absorbovať vodnú paru z ovzdušia, pričom sa mení ich dĺžka. Táto metóda merania sa nazýva hygroskopická metóda. Zmena dĺžky vlákna vplyvom zmeny vlhkosti sa prenáša cez prevodový mechanizmus na ručičku prístroja. V digitálnych meraciach prístrojoch sa využíva zmena kapacity vodiča (kondenzátora) v závislosti od vlhkosti vzduchu. Ďalšou metódou merania vlhkosti vzduchu je psychrometrická metóda, ktorej princíp bol opísaný v časti o meraní teploty ovzdušia.

Oxid uhličitý je za normálnych okolností plynná látka, ktorá sa nachádza v atmosfére Zeme. Molekula oxidu uhličitého je tvorená dvomi atómami kyslíka a jedným atómom uhlíka. Množstvo oxidu uhličitého v atmosfére, respektíve v mieste merania jeho koncentrácie sa v čase mení. Množstvo oxidu uhličitého v ovzduší totiž závisí napríklad od počtu osôb v miestnosti. Oxid uhličitý vzniká ako produkt biologických procesov, napríklad dýchania a kvasenia alebo ako produkt horenia zlučovaním s uhlíkom vo vzduchu.

Meranie obsahu oxidu uhličitého vo vzduchu sa môže uskutočňovať pomocou rôznych prístrojov. Základnou časťou takéhoto prístroja je senzor, ktorým meriame samotnú koncentráciu oxidu uhličitého v priestore. Najčastejšie sa používajú nasledovné senzory:

- elektrochemický senzor,
- elektroakustický senzor,
- polovodičový senzor.

Množstvo oxidu uhličitého v pracovnom prostredí sa určuje v percentách alebo pomocou veličiny ppm, čo pochádza z anglického „parts per million“. V tomto prípade napríklad hodnota

koncentrácie CO<sub>2</sub> 1 550 ppm znamená, že na milión častíc vzduchu pripadá 1 550 častíc oxidu uhličitého.

### 3.1.1 Merania teploty, CO<sub>2</sub> a vlhkosti pracovného prostredia

Prvým zrealizovaným meraním riešiteľov bolo meranie vybraných faktorov pracovného prostredia v školských dielnach na viacerých základných školách. Školská dielňa predstavuje odbornú učebňu pre realizácie praktických činností žiakov hlavne pre predmet technika. Ide o predmet, v ktorom sa žiaci oboznamujú so základnými technickými materiálmi, pracovnými postupmi ich opracovania, základmi elektrotechniky, elektroniky, automatizácie a pod.

V školských dielnach boli merané nasledovné veličiny: teplota ovzdušia, vlhkosť a koncentrácia CO<sub>2</sub>. Na meranie týchto parametrov boli použité nasledovné prístroje EXTECH® – Anemometer AN 340 a TESTO 315 – 3 CO/CO<sub>2</sub>. Meracím prístrojom EXTECH® – Anemometer AN 340 bola meraná teplota vzduchu TA, relatívna vlhkosť RH, a rýchlosť prúdenia vzduchu v. Pomocou meracieho prístroja TESTO 315 – 3 CO/CO<sub>2</sub> bola meraná koncentrácia CO<sub>2</sub> v školských dielnach. Tento prístroj meria prítomnosť CO<sub>2</sub> a CO.

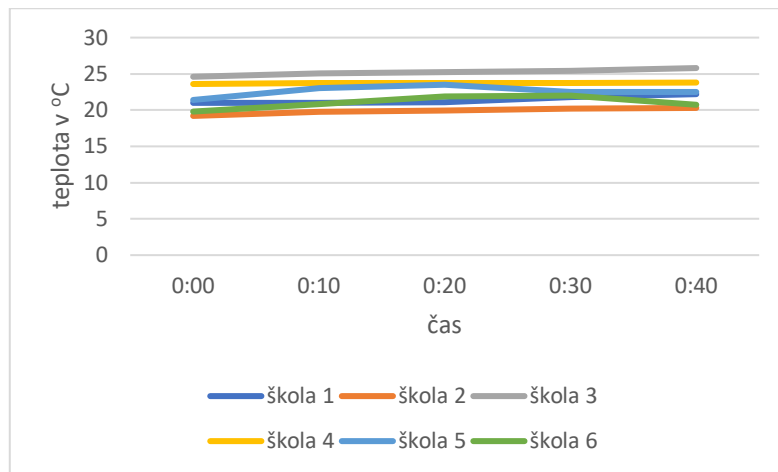
Merania sa uskutočnili na nasledovných vybraných základných školách v Nitrianskom kraji. Išlo o šesť základných. Meranie sa uskutočnilo počas jednej vyučovacej hodiny, pričom merané hodnoty sa zaznamenávali po 10 minútach.

Priemerné hodnoty jednotlivých veličín: teplota ovzdušia TA v °C, relatívna vlhkosť vzduchu RH v % a obsah oxidu uhličitého CO<sub>2</sub> v ppm sú spracované v tabuľke 2. Nakoľko vo všetkých meraných prostrediach bola zaznamenaná nulová rýchlosť vzduchu, v nasledovných výsledkoch merania nie je preto uvádzaná.

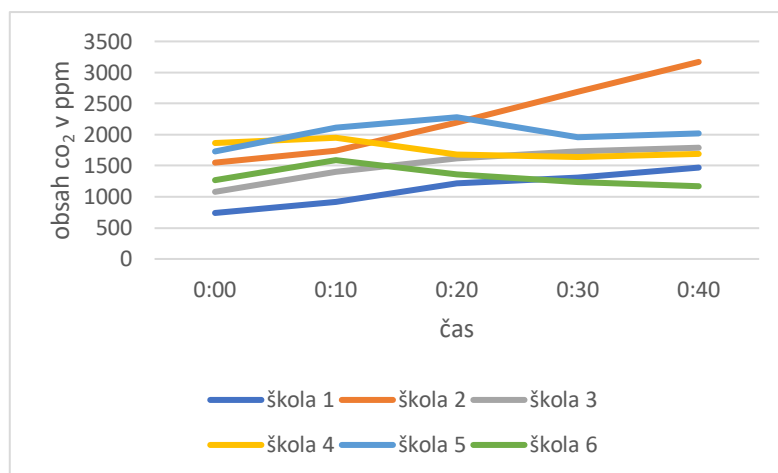
Tabuľka 2 Prehľad priemerných hodnôt

| ZŠ      | TA   | RH    | CO <sub>2</sub> |
|---------|------|-------|-----------------|
| Škola 1 | 21,4 | 38,56 | 1132            |
| Škola 2 | 19,8 | 43,6  | 2270            |
| Škola 3 | 25,2 | 28,9  | 1524            |
| Škola 4 | 23,7 | 34,3  | 1766            |
| Škola 5 | 22,6 | 37,6  | 2020            |
| Škola 6 | 21   | 39,5  | 1326            |

Priebehy nameraných hodnôt v závislosti na čase merania sú zhrnuté v nasledovných obrázkoch.

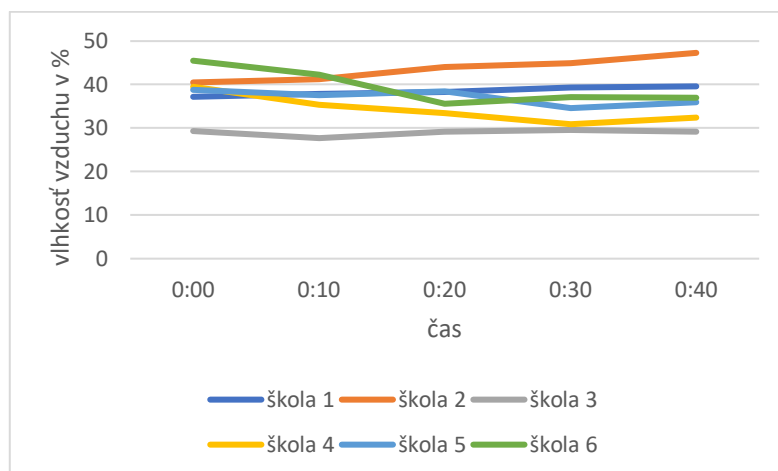


Obrázok 7 Priebeh teploty vzduchu v °C



Obrázok 8 Priebeh obsah oxidu uhličitého v ppm

Najvyššiu koncentráciu oxidu uhličitého bola zaznamenaná v základnej škole 2, pričom jej hodnota na konci vyučovacej hodiny bola až 3170 ppm. Ostatné namerané hodnoty boli v intervale od 740 ppm po 2280 ppm. Extrémna hodnota 3170 ppm bola zapríčinená slabým vetraním školskej dielne.



Obrázok 9 Priebeh relatívnej vlhkosti vzduchu v %

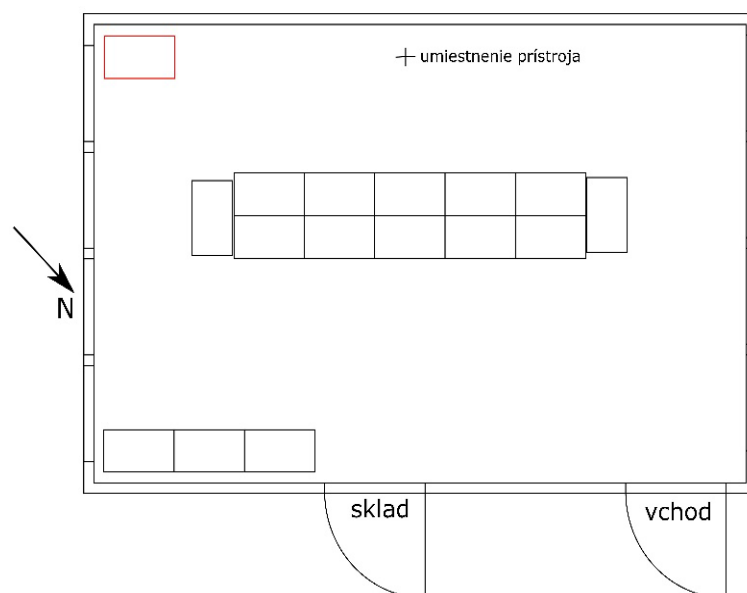
Na začiatku merania bola zaznamenaná najväčšia relatívna vlhkosť v školskej dielni základnej školy 6, avšak hodnota vlhkosti ku koncu hodiny klesla z dôvodu vetrania. Najvyššiu hodnotu 47,3 % na konci merania boli zaznamenané na základnej škole 2, kde neboli otvorené okná ani dvere počas celej vyučovacej hodiny, kedy prebiehalo meranie.

Z meraní mikroklimatických faktorov v jednotlivých školských bolo zistené, že navštívené školy nespĺňajú všetky požiadavky na priestorové zabezpečenie a mikroklimatické podmienky v školských dielnach.

Porovnaním nameraných hodnôt bolo zistené, že priemer koncentrácie CO<sub>2</sub> počas vyučovacej hodiny bol najlepší v základnej škole 6, aj keď hodnota 1170 ppm prekračuje odporúčanú hodnotu, ale je v rámci maximálne prípustnej hodnoty. Najvyššia koncentrácia bola nameraná v základnej škole 2, nakoľko išlo o najmenšiu dielňu a počas hodiny nebolo zabezpečené dostatočné vetranie. Vnútnu teplotu spĺňali všetky školy okrem základnej školy 3, kde bol zaznamenaný priemer teplôt 25,7 °C, ktorý prekračoval maximálnu prípustnú hodnotu vo vnútorných priestoroch školských zariadení. Najvyššiu vnútornú vlhkosť bola zaznamenaná v základnej škole 2. Táto hodnota neprekračuje odporúčanú hodnotu pre relatívnu vnútornú vlhkosť v školách, preto vnútorná vlhkosť bola počas merania vyhovujúca vo všetkých základných školách. Z porovnania plochy priestorov jednotlivých základných škôl možno konštatovať, že vyhovujú požiadavkám školskej dielne pre predmet technika najviac dve základné školy (základná škola, 3 a základná škola 1). Ide o základné školy, ktoré sú rozmerovo najväčšie na rozdiel od ostatných porovnávaných (Krošláková, 2020) (Lukáčová, Bánesz, Tomková, 2021).

Dlhodobejšie meranie mikroklimatických hodnôt pracovného prostredia v odbornej učebni, konkrétne v školskej dielni, sa uskutočnilo v termíne od 1. júna do 27. júna na základnej škole 7 v Nitre. Meranie sa uskutočnilo pomocou meracieho prístroja Testo 160 IAQ, ktorý cez miestnu wifi sieť odosiela merané hodnoty na webovú lokalitu testo Museum (testo Museum, 2022).

Meranie prebiehalo v miestnosti, ktorá má rozmery 10,6 m x 7,4 m. Miestnosť má po oboch protiľahlých stranách rad štyroch okien. Počet pracovných stolov pre žiakov je 15. Pôdorys miestnosti je na obrázku 10.



Obrázok 10 Pôdorys odbornej učebne

Prístroj 160 IAQ meral nasledovné hodnoty: teplotu pracovného prostredia v °C, obsah oxidu uhličitého v jednotkách ppm, relatívnu vlhkosť vzduchu v %, rosný bod v °C, atmosférický tlak v hPa a absolútnu vlhkosť v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Popisná štatistika jednotlivých veličín za sledované obdobie je zhrnutá v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Popisná štatistika z merania meracím prístrojom IAQ

|                        | oxid<br>uhličitý<br>(ppm) | teplota<br>ovzdušia<br>(°C) | relatívna<br>vlhkosť<br>(%RV) | absolútna<br>vlhkosť<br>( $\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Aritmetický<br>priemer | 477,1                     | 27,9                        | 40,2                          | 10,9                                              |
| Štandardná<br>chyba    | 1,2                       | 0,0                         | 0,1                           | 0,0                                               |
| Medián                 | 468,0                     | 27,8                        | 40,2                          | 10,8                                              |
| Modus                  | 459,0                     | 27,4                        | 41,2                          | 9,8                                               |
| Odchýlka               | 61,1                      | 1,2                         | 5,3                           | 1,3                                               |
| Rozptyl                | 3738,6                    | 1,4                         | 28,2                          | 1,7                                               |
| Špicatosť              | 95,0                      | 0,7                         | -0,2                          | -0,3                                              |
| Šikmosť                | 8,4                       | -0,2                        | 0,1                           | 0,1                                               |
| Rozsah                 | 993,0                     | 8,0                         | 29,5                          | 7,8                                               |

|                   |        |      |      |      |
|-------------------|--------|------|------|------|
| Minimálna hodnota | 397,0  | 23,1 | 27,5 | 7,5  |
| Maximálna hodnota | 1390,0 | 31,1 | 57,0 | 15,3 |
| Počet údajov      | 2537   | 2537 | 2537 | 2537 |

Ako vyplýva z tabuľky 3, tak prístroj zaznamenal 2 537 hodnôt. Hodnoty boli zaznamenávané od 1. 6. 2022 03:15:00 do 27. 6. 2022 13:15:00 s frekvenciou záznamu po 15 minútach. V sledovanom období sa v učebni zdržiavali žiaci v časoch a počtoch, ktoré sú zaznamenané v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Počty žiakov v učebni za sledované obdobie

| Dátum  | Čas           | Počet žiakov | Počet osôb |
|--------|---------------|--------------|------------|
| 3. 6.  | 8,55 - 9,40   | 13           | 14         |
| 3. 6.  | 10,55 - 11,40 | 8            | 9          |
| 6. 6.  | 8,55 - 9,40   | 11           | 12         |
| 7. 6.  | 11,50 - 12,35 | 12           | 13         |
| 8. 6.  | 10,55 - 11,40 | 13           | 14         |
| 8. 6.  | 11,50 - 12,35 | 8            | 9          |
| 9. 6.  | 9,50 - 10,35  | 11           | 12         |
| 9. 6.  | 10,55 - 11,40 | 10           | 11         |
| 10. 6. | 8,55 - 9,40   | 14           | 15         |
| 10. 6. | 10,55 - 11,40 | 12           | 13         |
| 13. 6. | 8,55 - 9,40   | 13           | 14         |
| 14. 6. | 10,55 - 11,40 | 11           | 12         |
| 15. 6. | 11,50 - 12,35 | 12           | 13         |
| 27. 6. | 13,00 - 14,00 | 6            | 7          |
| Spolu  |               |              | 191        |

V stĺpci „počet osôb je uvedený celkový počet osôb, ktoré boli prítomné na vyučovacej hodine. V tomto počte je zahrnutý aj vyučujúci.

V nasledujúcich obrázkoch sú z celkových zaznamenaných hodnôt z obdobia od 1. júna do 27. júna uvedené len tie dni, keď v danej odbornej učebni (školskej dielni) prebiehala výučba (za prítomnosti) žiakov. V grafoch sú uvedené hodnoty jednotlivých meraných veličín z daného dňa v čase od 8,00 hod do 14,00 hod.

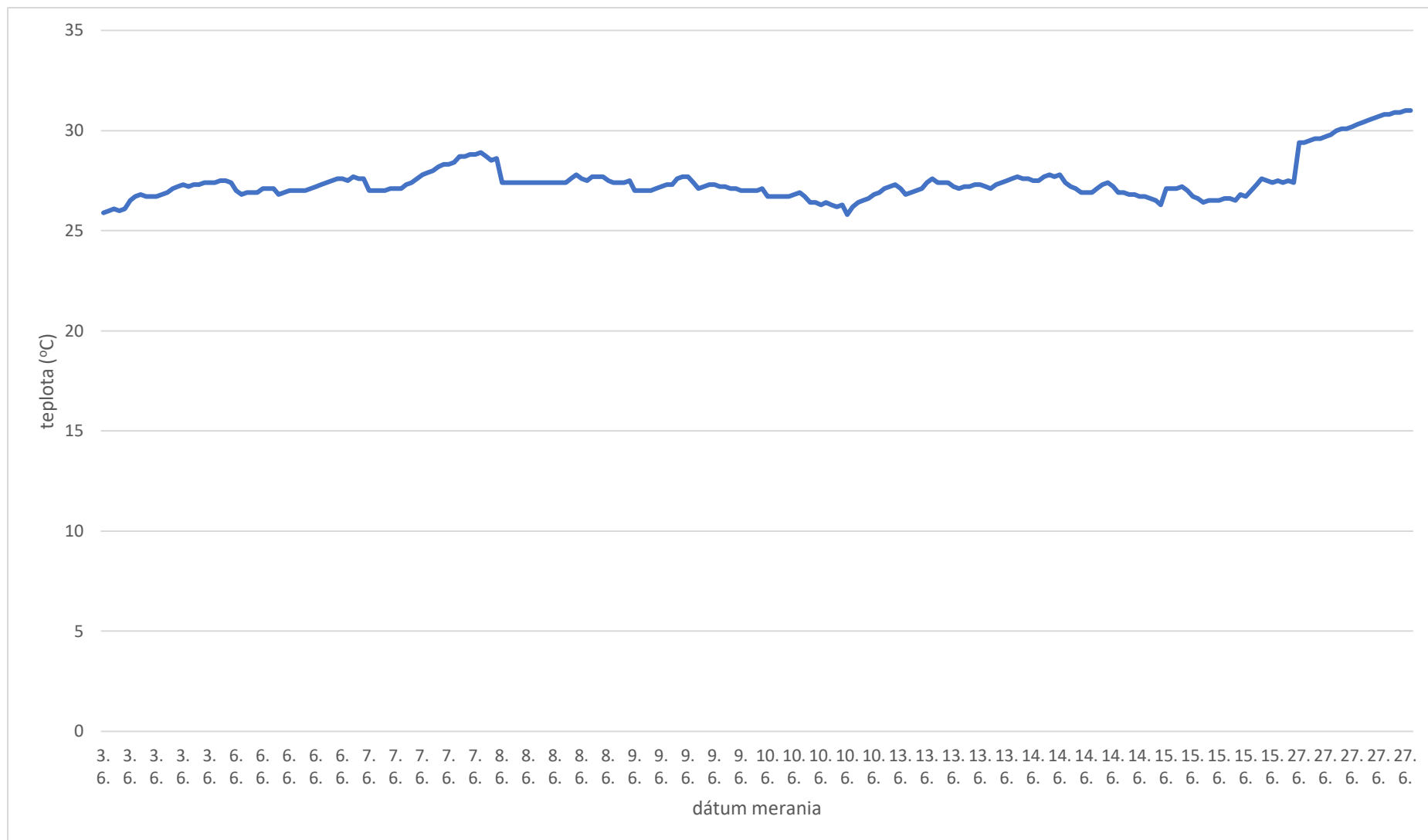
Priebeh teploty v meranom priestore je znázornený na obrázku 11.

Ako vyplýva z obrázku 11, tak teplota v školskej dielni oscilovala okolo hodnoty 27 °C v intervale cca 8 °C. Teplota prostredia nebola výrazne ovplyvnená prítomnosťou žiakov a učiteľa. Koncom mesiaca sa teplota dostala až nad teplotu 30 °C.

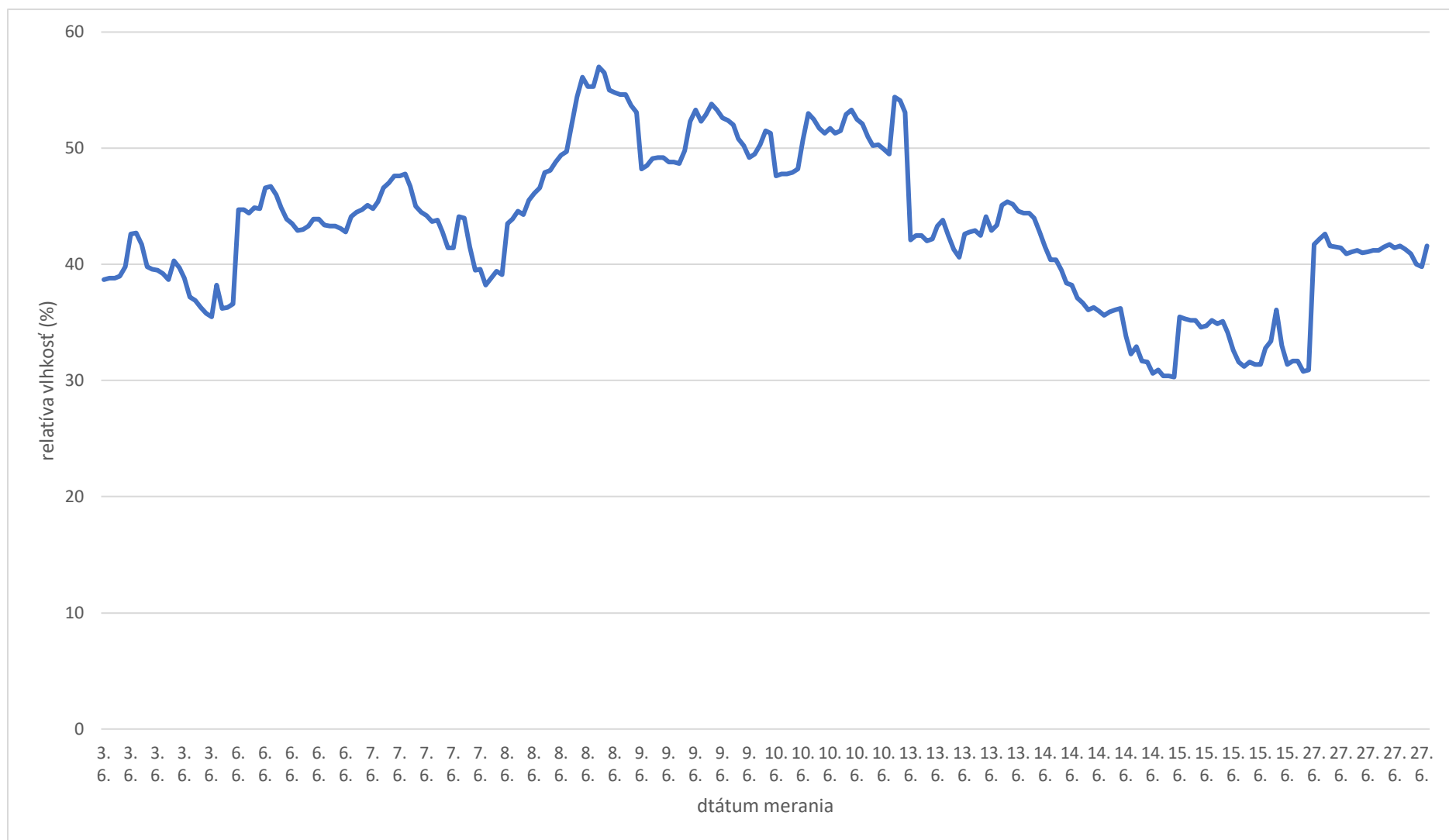
Obrázok 12 prezentuje namerané hodnoty vlhkosti vzduchu v školskej dielni. Z priebehu nameraných hodnôt môžeme konštatovať, že najväčšia relatívna vlhkosť bola zaznamenaná 8. júna na úrovni 57 %. V čase od 8. júna do 10. júna dosahovali hodnoty relatívnej vlhkosti najväčšie hodnoty. Nakoľko súbežne s meraním v školskej dielni bolo sledované aj počasie, tak možno konštatovať, že tieto zvýšené hodnoty relatívnej vlhkosti boli výrazne ovplyvnené vonkajším počasím, pri ktorom sa vlhkosť pohybovala vo vyšších hodnotách (87 %) z dôvodu zrážok.

Pri vyhodnocovaní meraní obsahu oxidu uhličitého sme zistili, že hodnoty tejto veličiny sa menili najvýraznejšie. Merané hodnoty boli viditeľne ovplyvnené prítomnosťou žiakov na jednotlivých hodinách. Ako vyplýva z obrázku 13, tak najväčšia zaznamenaná koncentrácia CO<sub>2</sub> bola nameraná 8. júna, keď sa v triede nachádzalo 15 osôb v čase od 10,55 do 11,40. Koncentrácia CO<sub>2</sub> dosiahla hodnotu 946 ppm. Porovnateľný stav bol zistený aj 15. júna, keď sa v dielni nachádzalo 13 osôb a obsah CO<sub>2</sub> v miestnosti dosiahol hodnotu 842 ppm.

Z grafu sa veľmi dobre dajú vyčítať extrémne hodnoty veličín, ktoré zodpovedajú prítomnosti osôb na vyučovaní. V sledovanom období od 1. júna do 27. júna sa v dielni realizovalo 14 vyučovacích hodín, preto aj graf na obrázku 13 prezentuje 14 výrazne vyšších hodnôt oxidu uhličitého.



Obrázok 11 Pribeh teploty v školskej dielni v sledovanom období



Obrázok 12 Priebeh vlhkosti vzduchu v školskej dielni v sledovanom období



### 3.1.2 Meranie teploty pracovného prostredia guľovým teplomerom

Na praktických cvičeniach predmetu Merania a meracie prístroje bolo študentmi realizované meranie teploty pracovného prostredia, ktoré bolo ovplyvnené elektrickým spotrebičom - konkrétne išlo o elektrický sporák so štyrmi platňami. V prípade tohto merania išlo o to, aby sa prejavila zmena v priebehu teploty meraná klasickým teplomerom a guľovým teplomerom. Teplota prostredia bola meraná pomocou prístroja, ktorý zaznamenával teplotu suchého teplomera a vlhkosť vzduchu. Na záznam týchto hodnôt bol použitý merací prístroj Anemometer/Psychrometer AN 340 (obrázok 14). Ide o prístroj, ktorý sa bežne používa na meranie mikroklimatických hodnôt ako sú: rýchlosť prúdenia vzduchu, teplota vzduchu, teplota mokrého teplomera, relatívna vlhkosť vzduchu a teplota rosného bodu.



Obrázok 14 Anemometer/Psychrometer AN 340

Zároveň bolo realizované meranie teploty guľovým teplomerom, ktorý zaznamenával priebeh radiačnej teploty. Takýto prístroj zaznamenáva teplotu pracovného prostredia ovplyvnenú sálavým teplom, ktoré vyžaroval elektrický sporák. Na meranie bol použitý merací prístroj Testo 435 s pripojenou sondou guľového teplomera (obrázok 15). Umiestnenie sondy guľového teplomera bolo vo vzdialenosti 50 cm od okraja sporáku. V tomto mieste bola umiestnená aj sonda Anemometra/Psychrometra AN 340.



Obrázok 15 Umiestnenie sondy guľového teplomera

Meranie sa uskutočnilo 11. októbra 2021 v miestnosti s elektrickým sporákom so štyrmi platňami, ktoré boli zapnuté po dobu 30 minút. Počas tejto doby boli v 5 minútových intervaloch zaznamenávané teploty vzduchu, relatívna vlhkosť vzduchu a teplota guľového teplomera. Po uplynutí 30-tich minút boli platne elektrického sporáku vypnuté a zaznamenávala sa teplota ďalších 30 minút. Namerané hodnoty sú uvedené v tabuľke 5. Červenou farbou vyznačené hodnoty v tabuľke 5 sú hodnoty namerané v čase vypnutia sporáku.

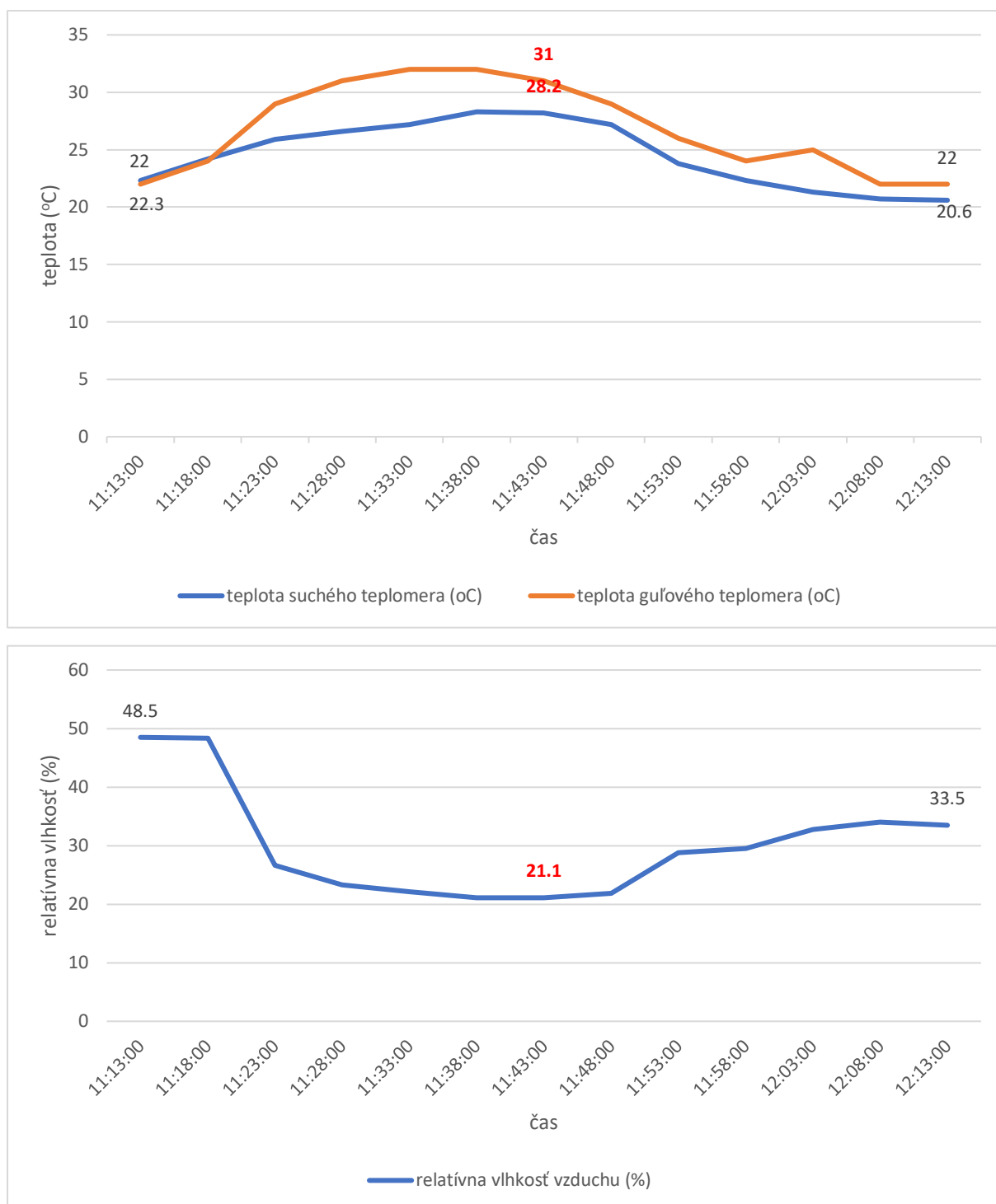
Tabuľka 5 Hodnoty teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu

| čas             | teplota suchého<br>teplomera<br>(oC) | teplota guľového<br>teplomera<br>(oC) | rozdiel teplôt<br>(oC) | relatívna vlhkosť<br>vzduchu<br>(%) |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 11:13:00        | 22,3                                 | 22                                    | -0,3                   | 48,5                                |
| 11:18:00        | 24,2                                 | 24                                    | -0,2                   | 48,4                                |
| 11:23:00        | 25,9                                 | 29                                    | 3,1                    | 26,6                                |
| 11:28:00        | 26,6                                 | 31                                    | 4,4                    | 23,3                                |
| 11:33:00        | 27,2                                 | 32                                    | 4,8                    | 22,1                                |
| 11:38:00        | 28,3                                 | 32                                    | 3,7                    | 21,1                                |
| <b>11:43:00</b> | <b>28,2</b>                          | <b>31</b>                             | <b>2,8</b>             | <b>21,1</b>                         |
| 11:48:00        | 27,2                                 | 29                                    | 1,8                    | 21,9                                |
| 11:53:00        | 23,8                                 | 26                                    | 2,2                    | 28,8                                |
| 11:58:00        | 22,3                                 | 24                                    | 1,7                    | 29,5                                |

|          |      |    |     |      |
|----------|------|----|-----|------|
| 12:03:00 | 21,3 | 25 | 3,7 | 32,8 |
| 12:08:00 | 20,7 | 22 | 1,3 | 34   |
| 12:13:00 | 20,6 | 22 | 1,4 | 33,5 |

Na obrázku 16 sú zobrazené a porovnané hodnoty teploty suchého teplomera, guľového teplomera a relatívnej vlhkosti vzduchu. V grafoch sú uvedené začiatkové a konečné hodnoty z merania. Červenou farbou sú vyznačené hodnoty v okamihu, keď došlo k vypnutiu elektrického sporáka. Z priebehu teplôt suchého a guľového teplomera je zrejmé, že teplota pracovného prostredia môže byť výrazne ovplyvnená zdrojom tepla, čo v tomto prípade bol elektrický sporák. Najväčší rozdiel medzi teplotou suchého a guľového teplomera bola zaznamenaná v čase 11:33, pričom tento rozdiel bol až 4,8 °C.

Z porovnania priebehu teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu môžeme pozorovať, že došlo k výraznému poklesu relatívnej vlhkosti už po desiatich minútach od zapnutia sporáka. V tomto prípade poklesla relatívna vlhkosť vzduchu v miestnosti z hodnoty 48,5 % až na hodnotu 26,6 %. Po tejto zmene vlhkosť vzduchu ďalej klesala na najnižšiu hodnotu 21,1 % v čase 11:43, keď došlo k vypnutiu sporáka. Od tohto okamihu relatívna vlhkosť vzduchu začala opäť stúpať. Na konci merania dosiahla hodnotu 33,5 %.



Obrázok 16 Priebeh a porovnanie nameraných hodnôt

Zrealizované meranie umožnilo študentom vnímať najmä zmeny medzi teplotou suchého, guľového teplomera a relatívnej vlhkosti vzduchu. Tento pozorovaný jav sa veľmi často prejavuje aj vtedy, keď je zaznamenávaná teplota guľového nižšia ako teplota suchého teplomera. Napríklad na začiatku vykurovacej sezóny, keď vykurovacie teleso (radiátor, krb,

kachle a pod.) síce zohrejú vzduch v miestnosti, no guľový teplomer ukáže nižšie hodnoty, lebo okolité steny potrebujú určitý čas, aby naakumulovali teplo.

### **Technické normy súvisiace s meraním teploty**

Pre správne pochopenie problematiky merania teploty je potrebné naštudovať si príslušné normy:

STN EN ISO 7933 Ergonómia tepelného prostredia. Analytické určovanie a interpretácia tepelného zaťaženia predpokladaného tepelného namáhania výpočtom.

STN EN ISO 8996 Ergonómia tepelného prostredia. Stanovenie metabolizmu.

STN EN ISO 13731 Ergonómia tepelného prostredia. Slovník a značky.

STN EN ISO 9288 Tepelná izolácia. Šírenie tepla sálaním. Fyzikálne veličiny a definície.

STN 73 0540-1 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. Časť 1: Terminológia.

STN EN ISO 7726 Ergonómia tepelného prostredia. Prístroje na meranie fyzikálnych veličín.

STN EN ISO 7730 Ergonómia tepelného prostredia. Analytické určovanie a interpretácia tepelnej pohody pomocou výpočtu ukazovateľov PMV a PPD a kritérií miestneho tepelného pohodlia.

STN EN ISO 13732-1 Ergonómia tepelného prostredia. Metódy posudzovania ľudských reakcií na kontakt s povrchmi. Časť 1: Horúce povrchy.

STN EN ISO 13732-3 Ergonómia tepelného prostredia. Metódy posudzovania ľudských reakcií na kontakt s povrchmi. Časť 3: Chladné povrchy.

STN EN ISO 11079 Ergonómia tepelného prostredia. Určovanie a interpretácia zaťaženia chladom pri použití požadovanej izolácie odevov (IREQ) a lokálneho pôsobenia chladu.

STN EN ISO 9920 Ergonómia tepelného prostredia. Odhad tepelnej izolácie a odparovacej odolnosti odevu.

STN EN 12792 Vetrание budov. Symboly, názvoslovie a grafické symboly.

STN EN 15251 Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika.

Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement; JCGM 100:2008 (with further supplements).

ISO/IEC Guide 99:2010. Medzinárodný slovník klimatických pojmov – Základné a všeobecné pojmy a súvisiaca terminológia (VIM).

EN ISO/IEC 17025. Všeobecné požiadavky týkajúce sa kompetencií výskumných a kalibračných laboratórií.

EN ISO/IEC 10012. Systémy manažérstva merania. Požiadavky na meracie procesy a meracie zariadenia.

PISO 5725. Presnosť (správnosť a zhodnosť) metód a výsledkov merania.

EN 13486. Prístroje na zaznamenávanie teploty a teplomery používané pri preprave, skladovaní a distribúcii chladených, zmrazených, hlboko/rýchlo zmrazených potravín a zmrzliny. Pravidelné overovanie.

EN 60584. Termoelektrické články, norma definuje charakteristiky, meteorologické parametre a vybavenie termoelektrických snímačov.

EN 60751. Priemyselné platínové odporové snímače teploty, norma definuje fyzikálne, meteorologické vlastnosti a parametrické konštanty odporových, platínových snímačov.

### 3.2 Hlučnosť v pracovnom prostredí

Hluk je jedným z najdôležitejších faktorov pracovného prostredia, ktoré treba pravidelne sledovať a vyhodnocovať, aby sme zamestnancom zabezpečili bezpečné a príjemné pracovné prostredie. Pri každej činnosti človeka vzniká hluk. Zdrojmi hluku môžu byť stroje, počítače, doprava a preto je hluk bežnou súčasťou života. Hluk je zvuk, ktorý pôsobí negatívne na človeka. Za zvuk považujeme každé mechanické vlnenie v pružnom prostredí, ktoré dokážeme zachytiť sluchom. Mechanické vlnenie zvuku je pozdĺžnym vlnením častíc pružného prostredia. Prostredie, v ktorom sa môže zvuk a teda aj hluk šíriť, je napríklad: vzduch, kovy, voda a pod.

Zvuk je charakterizovaný viacerými veličinami. Jednou z nich je frekvencia zvuku. Frekvencia zvuku udáva počet kmitov častíc pružného prostredia za jednotku času. Jednotkou frekvencie je 1 Hz. Ľudské ucho je schopné počuť zvuk len v určitom rozsahu frekvencií. Tento interval sa nazýva frekvenčný rozsah počutia. Aj keď je zvukový vnem subjektívny, tak spravidla väčšina ľudí počuje zvuk v intervale frekvencií od 20 Hz do 20 kHz. Zvuk pod hranicou 20 Hz sa nazýva **infrazvuk** a zvuk nad hranicou 20 kHz sa nazýva **ultrazvuk**. Aj keď zvuk pod

hladinou 20 Hz nemôže vyvolať zvukový vnem, môže u niektorých citlivejších ľudí vyvolať nepríjemný pocit strachu, úzkosti a nervozity. Zvuk nad 20 kHz dokážu vnímať niektoré zvieratá, napríklad netopiere, psi.

Ďalšou veličinou, ktorou charakterizujeme zvuk, je intenzita zvuku. Jednotkou je jeden decibel (dB). Z fyzikálneho hľadiska decibel vyjadruje podiel dvoch hodnôt: intenzity hluku  $I$  a hladiny intenzity zvuku  $L$  vyjadrený v logaritmickej stupnici vzťahom:

$$L_1 = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$I_0$  – intenzita prahu sluchu [ $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ ]

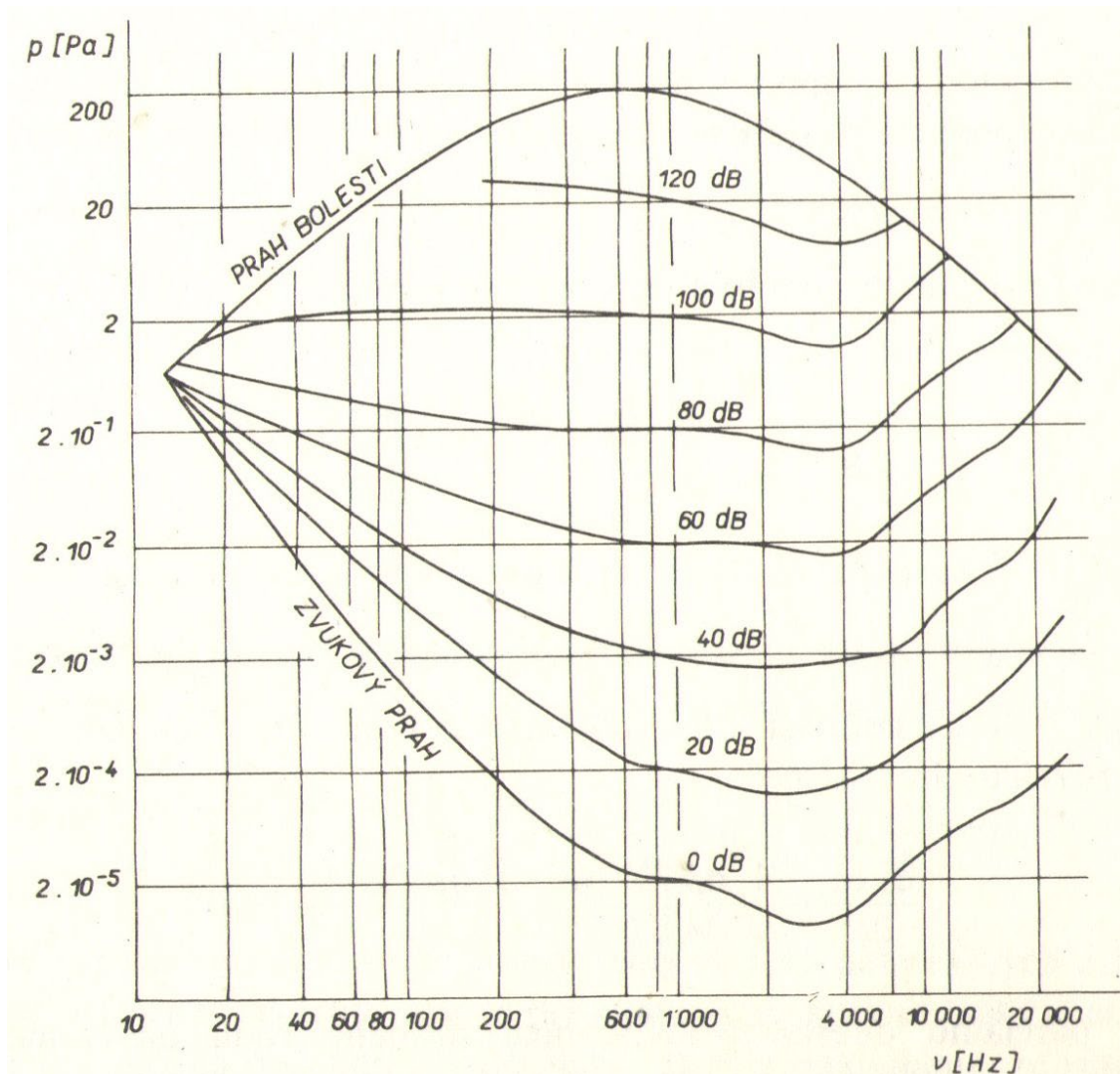
Vzorec na výpočet akustického tlaku (dB) zvuku je nasledovný:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

$p$  = akustický tlak merania zvuku (Pa)

$p_0$  = akustický tlak zodpovedajúci prahu počutia =  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa pri frekvencii 1 kHz

Ľudské ucho dokáže zaregistrovať zvuk určitej frekvencie v intervale intenzity zvuku. Dolná hranica intenzity, pri ktorej sa začína zvukový vnem, sa nazýva **prah počutia**. Horná hranica intenzity zvuku, pri ktorej sluchový vnem prechádza do bolesti, sa nazýva **prah bolesti**. Tento rozdiel medzi prahom počutia a prahom bolesti závisí od frekvencie zvuku. Závislosť medzi intenzitou zvuku a frekvenciou je znázornená na obrázku 17.



Obrázok 17 Vzťah medzi intenzitou zvuku a frekvenciou počutia (Veis a kol., 1978)

Ako vyplýva z obrázku, tak pri frekvencii 1 kHz je najširší interval medzi prahom počutia a prahom bolesti.

Na meranie hlučnosti sa používa prístroj nazývaný hlukomer. Hlukomer zaznamenáva hluk z pracovného prostredia prostredníctvom snímača, sondy, ktorá je tvorená prevažne kondenzátorovým mikrofónom. Na meranie hluku v školskom prostredí bol použitý merací prístroj Testo 816-1. Ide o merací prístroj, ktorý okrem merania hluku spracováva a vyhodnocuje namerané hodnoty. Zaznamenávaná hlučnosť je meraná štandardne v dB, pričom okamžitá hodnota je zobrazovaná na digitálnom displeji prístroja. Prístroj dokáže ukladať merané hodnoty do pamäte. Kapacita uložených hodnôt je 31 tisíc. Uložené hodnoty je možné po pripojení prístroja k počítaču stiahnuť a samostatne vyhodnocovať.

Čas merania sa dá zmeniť z pomalého merania v intervale 1 s na rýchly (125 ms). Pri voľbe frekvencie je možné prepínať medzi charakteristikami A na C.

Technické dáta prístroja sú nasledovné:

Frekvenčný rozsah: 20 Hz do 8 kHz

Rozlíšenie: 0,1 dB

Rozsah merania hluku DB-A 30 - 130 dB

Rozsah merania hluku DB-C 30 - 130 dB

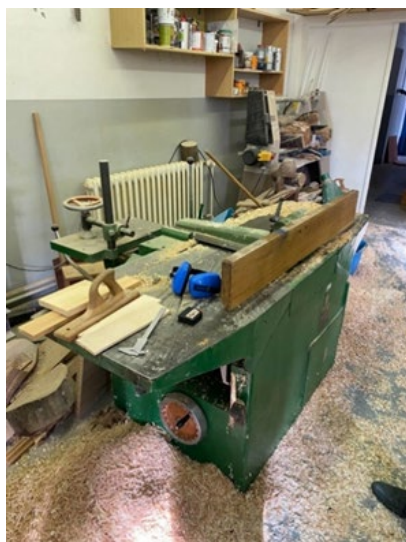


Obrázok 18 Merací prístroj Testo 816-1 (Conrad, 2021)

### 3.2.1 Meranie hlučnosti v drevoobrábacej dielni

Meranie hlučnosti sa realizovalo v dvoch priestoroch – dielňach, ktoré sú určené na strojové opracovanie dreva a kovov.

Jedno meranie sa uskutočnilo v školskej dielni, ktorá je zameraná na strojové opracovanie dreva. Pri meraní hlučnosti v drevoobrábacej dielni bol v činnosti univerzálny drevo obrábací stroj a okružná píla. Drevoobrábacie stroje sú stroje, ktoré opracovávajú drevené materiály pri vysokých otáčkach (otáčky rotujúcich nástrojov dosahujú 3 000 ot.min<sup>-1</sup>). Pri práci na týchto strojov vzniká hluk, ktorý môže ohrozovať obsluhu (študentov).



Obrázok 19 Univerzálny drevoobrábací stroj

Univerzálny drevoobrábací stroj sa používa na zrovnávanie dreva, hobl'ovanie dreva na potrebnú hrúbku. Rotujúci hriadeľ s nožmi je tiež možné využiť na zhotovovanie dlabov do dreva.



Obrázok 20 Okružná píla

Okružná píla sa používa na skracovanie drevených materiálov. Touto pílou sa môžu rezať rôzne druhy reziva. Zároveň sa môže používať na skracovanie aglomerovaných materiálov ako sú drevotrieskové alebo drevovláknité dosky.

Druhé meranie hlučnosti bolo realizované v kovoobrábacej dielni. Tu sa merala hladina hluku pri práci kovoobrábacieho sústruhu.



Obrázok 21 Kovoobrábací sústruh

Kovoobrábací sústruh slúži na sústruženie valcových, kužeľových alebo rovinných plôch. Sústruhom sa dajú sústružiť aj závit, zápichy, prípadne špeciálne tvary podľa technickej dokumentácie.

Meranie hlučnosti sa uskutočnilo počas činnosti každého stroja zvlášť. Hlučnosť sa merala meracím prístrojom Testo 816-1. Vzďialenosť od zdroja hluku bola pri každom stroji stanovená na 1 m, 2 m a 3m. V každom meracom bode bola hodnota hlučnosti stroja meraná tri krát. Namerané údaje hlučnosti univerzálneho drevoobrábacieho stroja sú uvedené v tabuľke 6.

Tabuľka 6 Hodnoty hlučnosti univerzálneho drevoobrábacieho stroja

| Vzdialenosť | Hlučnosť [dB] |      |      | Priemer [dB] |
|-------------|---------------|------|------|--------------|
|             | 1             | 2    | 3    |              |
| 1 m         | 97            | 96,6 | 97   | 96,8         |
| 2 m         | 91,7          | 91,7 | 94,5 | 92,6         |
| 3 m         | 88,7          | 86,6 | 91,4 | 88,9         |

Priemerná hodnota hlučnosti univerzálneho drevoobrábacieho stroja sa pohybovala v intervale od 96,8 dB do 88,9 dB. Najväčšia hladina hluku bola v vzdialenosti 1 m a najmenšia hladina hluku bola vo vzdialenosti 3m. Vo všetkých vzdialenostiach bola hladina hlučnosti nad limitnou hodnotou. Z tohto dôvodu je nevyhnutné používať pri práci na univerzálnom drevoobrábacom stroji používať chrániče sluchu.

Tabuľka 7 Hodnoty hluku univerzálneho okružnej píly

| Vzdialenosť | Hlučnosť [dB] |      |      | Priemer [dB] |
|-------------|---------------|------|------|--------------|
|             | 1             | 2    | 3    | Priemer      |
| 1 m         | 82,5          | 83   | 83,3 | 82,9         |
| 2 m         | 79,1          | 80,6 | 80,3 | 80,0         |
| 3 m         | 78            | 78,1 | 79,2 | 78,4         |

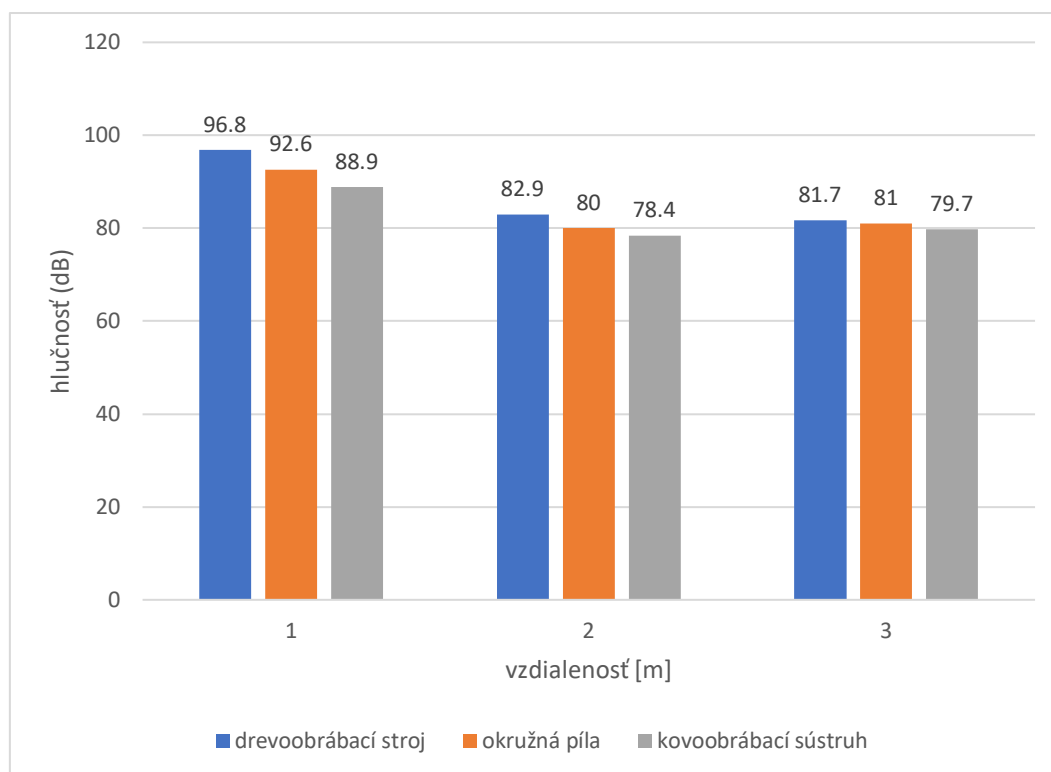
Priemerná hodnota hlučnosti okružnej píly sa pohybovala v intervale od 82,9 dB do 78,4 dB. Najväčšia hladina hluku bola v vzdialenosti 1 m a najmenšia hladina hluku bola vo vzdialenosti 3m. Vo všetkých vzdialenostiach bola hladina hlučnosti nad limitnou hodnotu. Z tohto dôvodu je potrebné používať pri práci na okružnej píle chrániče sluchu.

Tabuľka 8 Hodnoty hluku univerzálneho kovoobrábacieho sústruhu

| Vzdialenosť | Hlučnosť [dB] |      |      | Priemer [dB] |
|-------------|---------------|------|------|--------------|
|             | 1             | 2    | 3    | Priemer      |
| 1 m         | 81,3          | 81,5 | 82,5 | 81,7         |
| 2 m         | 80,1          | 81,5 | 81,4 | 81,0         |
| 3 m         | 79,4          | 80,5 | 79,3 | 79,7         |

Priemerná hodnota hlučnosti kovoobrábacieho sústruhu sa pohybovala v intervale od 81,7 dB do 79,7 dB. Najväčšia hladina hluku bola v vzdialenosti 1 m a najmenšia hladina hluku bola vo vzdialenosti 3m. Vo všetkých vzdialenostiach bola hladina hlučnosti nad limitnou hodnotu. Z tohto dôvodu je nevyhnutné používať pri práci na kovoobrábacom sústruhu chrániče sluchu.

Priemerné hodnoty zo všetkých meraní na všetkých strojoch sú zhrnuté na obrázku 22.



Obrázok 22 Porovnanie priemerných hodnôt hlučnosti

Ako vyplýva z obrázku 22, tak najväčší hluk spôsoboval univerzálny drevoobrábací stroj vo všetkých troch vzdialenostiach. Ide o stroj, ktorý je silným zdrojom hluku, preto používanie chráničov sluchu pri práci na ňom je nevyhnutné.

### Technické normy súvisiace s meraním hlučnosti

Pre správne pochopenie problematiky merania teploty je potrebné naštudovať si príslušné normy:

STN EN ISO 140-4 (73 0511) Akustika. Meranie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií. Časť 4: Meranie vzduchovej nepriezvučnosti medzi miestnosťami v budovách.

STN EN ISO 11203/A1 (01 1619) Akustika. Hluk vyžarovaný strojmi a zariadeniami. Určenie emisných hladín akustického tlaku na pracovnom mieste a na iných presne vymedzených miestach z hladiny akustického výkonu.

STN ISO 1996-1: 2006 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 1: Základné veličiny a postupy posudzovania vrátane prílohy B.

STN EN 61672-1: 2005 Elektroakustika. Zvukomery. Časť 1: Technické požiadavky.

STN ISO 7196: 2001 Akustika. Frekvenčná váhová funkcia na meranie infrazvuku.

STN ISO 1996-1: 2006 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí.  
Časť 1: Základné veličiny a postupy posudzovania.

Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 355/2007 Z. z. Zákon o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Zákon č. 2/2005 Z. z. o posudzovaní a kontrole hluku vo vonkajšom prostredí a o zmene zákona NR SR č. 272/1994 Z. z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov v znení neskorších predpisov.

NV SR č. 339/2006 Z.z. podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií.

Nariadenie vlády SR č. 115/2006 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku.

Nariadenie vlády č. 353/2006 Z. z., o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov.

Nariadenie vlády 391/2006 Z. z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko.

Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.

STN EN ISO 140-4 (73 0511) Akustika. Meranie zvukovoizolačných vlastností budov a stavebných konštrukcií. Časť 4: Meranie vzduchovej nepriezvučnosti medzi miestnosťami v budovách.

### **3.3 Osvetlenie pracovného prostredia**

Osvetlenie rozdeľujeme podľa zdrojov, ktoré ho zabezpečujú na:

- denné – zdrojom denného osvetlenia je Slnko,
- umelé – zdrojom osvetlenia sú umelé zdroje svetla,
- združené – osvetlenie je zabezpečené denným osvetlením aj umelým osvetlením.

Základným prvkom umelého osvetlenia sú svetelné zdroje, ktoré premieňajú svetelnú energiu potrebnú na osvetlenie z iného druhu energie. Pri hodnotení svetelných zdrojov sledujeme väčšinou veľkosť svetelného toku, merný svetelný tok, podanie farieb, hospodárnosť a životnosť.

Z hľadiska fyzikálnych princípov rozoznávame tri základné elektrické svetelné zdroje:

- teplotné (žiarovky),
- výbojové (žiarivky a výbojky)
- elektroluminiscenčné (napríklad LED svietidlá).

Združené osvetlenie ako potreba osvetľovania priestorov umelým svetlom počas dňa vznikalo prirodzeným vývojom tam, kde v celom vnútornom priestore alebo v jeho časti nebola úroveň denného osvetlenia z rôznych dôvodov dostatočná.

Obidve zložky združeného osvetlenia sa regulujú podľa podmienok vonkajšieho osvetlenia tak, aby boli počas celého roka zachované podmienky zrakovej pohody vo vnútornom priestore a aby bolo osvetlenie čo najhospodárnejšie, teda aby sa čo najlepšie využilo denné svetlo a doplnujúce umelé osvetlenie sa obmedzilo na nevyhnutnú mieru.

Pri opise jednotlivých druhov osvetlenia sú definované nasledovné základné pojmy, ktoré súvisia s meraním osvetlenia. Ide najmä o svetelný tok, svietivosť, intenzitu osvetlenia, činiteľ dennej osvetlenosti, jas, rovnomernosť denného osvetlenia, zrkovú úlohu, miesto zrakovej úlohy.

**Svetelný tok  $\Phi$**  vyjadruje, koľko svetla vyžiari svetelný zdroj do okolia za 1 sekundu. Je to energia posudzovaná vzhľadom na citlivosť ľudského oka a na rôzne vlnové dĺžky. Jednotkou svetelného toku je lumen (lm).

**Svietivosť** vyjadruje schopnosť približne bodového zdroja vyvolať v danom smere zrkový vnem. Jednotkou svietivosti je kandela (cd) patriaca medzi základné jednotky sústavy SI. Kandela je definovaná ako svietivosť zdroja v danom smere, ktorý vysiela monofrekvenčné žiarenie frekvencie 540 THz a ktorého žiarivosť v tomto smere je  $1/683 \text{ W} \cdot \text{sr}^{-1}$ .

**Intenzita osvetlenia (osvetlenosť)  $E$**  je pomerom svetelného toku a osvetlenej plochy.

**Činiteľ dennej osvetlenosti  $D$**  vyjadruje pomer osvetlenia  $E$  v danom bode danej roviny vo vnútornom priestore k súčasnému porovnávaciemu osvetleniu  $E_h$  vonkajšej nezatienenej vodorovnej roviny.

**Jas  $L$**  je merítkom pre vnem svetlosti svietiaceho alebo osvetľovaného povrchu.

**Rovnomernosť denného osvetlenia**  $r$  podmieňuje rozloženie jasov vo vnútornom priestore a tým i zrakovú pohodu. Pri bočnom osvetlení sa stanoví ako podiel minimálnej a maximálnej hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v celom vnútornom priestore, alebo v jeho funkčne vymedzenej časti. Pri hornom osvetlení je rovnomernosť daná vzťahom najmenšej a priemernej hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v celom vnútornom priestore, alebo v jeho funkčne vymedzenej časti, ktorá ovplyvňuje zrakovú pohodu užívateľa priestoru.

**Zrková úloha** - vizuálne prvky vykonávanej práce.

### Prístroje na meranie osvetlenia

Luxmeter Lutron LX 1108 je znázornený na obrázku 23. Ide o zariadenie merajúce osvetlenie pomocou externej sondy. Je schopné merať štyri rôzne druhy svetiel – žiarovka, žiarivka, sodíková výbojka, ortuťová výbojka. Rozsah merania je  $40 \div 40\,000$  luxov a rozlíšenie  $0,01 \div 100$  luxov. Sonda využíva exkluzívnu fotodiódu, farebný korekčný filter a štandardný korekčný činiteľ.



Obrázok 23 Luxmeter Lutron LX 1108

#### 3.3.1 Meranie osvetlenia v odbornej učebni

Meranie osvetlenia sa uskutočnilo v miestnosti Katedry techniky a informačných technológií. Išlo o učebňu, ktorá je určená na výučbu predmetov so zameraním na technické materiály a stroje a časti strojov. Tiež v nej prebieha výučba budúcich učiteľov predškolskej a elementárnej pedagogiky. Rozmery miestnosti sú 7350 x 5200 x 3200 mm. Miestnosť je

vybavená dvomi štvorkrídlovými oknami s rozmermi 1770 x 2000 mm. Orientácia okien je na severozápad. Učebňa je vybavená deviatimi stropnými svietidlami, v ktorých sú použité neónové trubice. Priestor je vybavený 15 stolmi, každý stôl je určený pre dve osoby – študentov a učiteľským stolom (na obrázku vyznačený číslom 1). Výška každého stola je 810 mm.

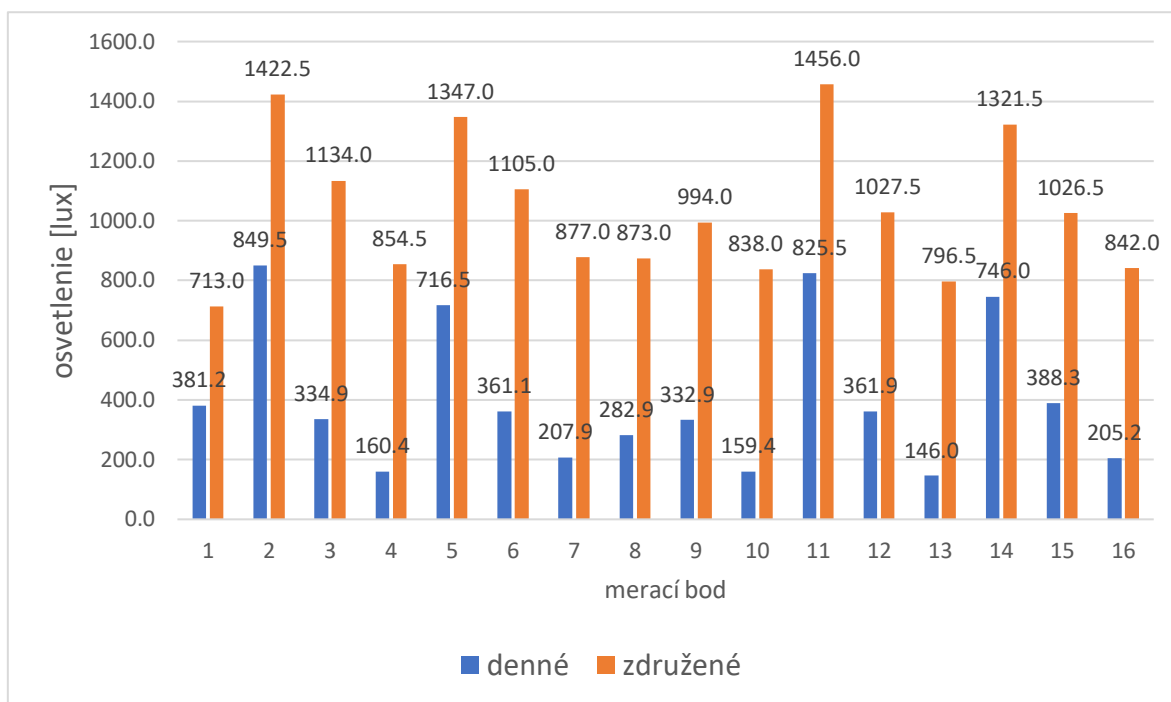
Meranie sa uskutočnilo medzi 11. a 12 hodinou dopoludnia. Ako merací prístroj pre meranie osvetlenia bol použitý luxmeter Lutron LX 1108. Osvetlenie sa meralo v strede každého stola v takom poradí, ako je to vyznačené na obrázku 25.

Prvé merania sa uskutočnilo pri prirodzenom dennom osvetlení. Druhé meranie sa realizovalo pri združenom osvetlení. Každé meranie sa uskutočnilo dvakrát. Namerané hodnoty sú uvedené v tabuľke 9.

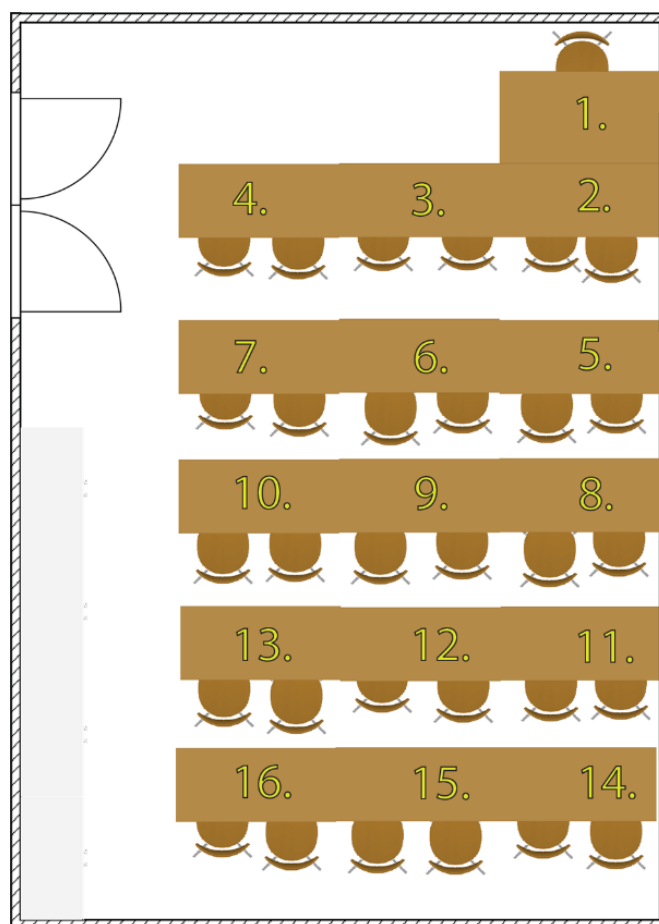
Tabuľka 9 Namerané hodnoty osvetlenia z učebne DRD 00070

| Merací bod | 1.meranie |          | 2.meranie |          | Aritmetický priemer |          |
|------------|-----------|----------|-----------|----------|---------------------|----------|
|            | denné     | združené | denné     | združené | denné               | združené |
| 1          | 466       | 610      | 296,3     | 816      | 381,2               | 713,0    |
| 2          | 722       | 1298     | 977       | 1547     | 849,5               | 1422,5   |
| 3          | 269,8     | 1156     | 400       | 1112     | 334,9               | 1134,0   |
| 4          | 133,1     | 837      | 187,7     | 872      | 160,4               | 854,5    |
| 5          | 632       | 1311     | 801       | 1383     | 716,5               | 1347,0   |
| 6          | 269,2     | 1059     | 453       | 1151     | 361,1               | 1105,0   |
| 7          | 184,7     | 836      | 231,1     | 918      | 207,9               | 877,0    |
| 8          | 251,8     | 864      | 313,9     | 882      | 282,9               | 873,0    |
| 9          | 313,9     | 1006     | 351,8     | 982      | 332,9               | 994,0    |
| 10         | 128,8     | 843      | 190       | 833      | 159,4               | 838,0    |
| 11         | 694       | 1476     | 957       | 1436     | 825,5               | 1456,0   |
| 12         | 307,7     | 1024     | 416       | 1031     | 361,9               | 1027,5   |
| 13         | 131,3     | 785      | 160,6     | 808      | 146,0               | 796,5    |
| 14         | 643       | 1399     | 849       | 1244     | 746,0               | 1321,5   |
| 15         | 336,5     | 1050     | 440       | 1003     | 388,3               | 1026,5   |
| 16         | 196,7     | 854      | 213,6     | 830      | 205,2               | 842,0    |

Aritmetické priemery v jednotlivých meracích bodoch sú znázornené na obrázku 24.



Obrázok 24 Osvetlenie v miestnosti DRD 00070



Obrázok 25 Pôdorys učebne DRD 00070 s vyznačením meracích bodov (Supek, 2021)

Ako vyplýva z výsledkov merania, tak najväčšia intenzita osvetlenia (pre denné osvetlenie ako aj pre združené osvetlenie) bola zaznamenaná v meracích bodoch 2, 5, 11 a 14. Ide o pracovné miesta, ktoré sú priamo vedľa okien miestnosti (pozri obrázok 25). Nižšia hodnota osvetlenia bola zaznamenaná v meracom bode 8, ktorý je pri stene miestnosti a nachádza sa medzi oknami. Paradoxne najnižšia hodnota osvetlenia bola zaznamenaná na stole určenom pre vyučujúceho. Ide o hodnotu 713 lux. Ak predpokladáme, že vyučujúci sa počas práce so študentami skôr pohybuje po miestnosti, tak nameraná hodnota by nemala byť problémom.

### **Technické normy súvisiace s osvetlením**

STN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovísk. Časť 1: Vnútorne pracoviská

STN EN 12464-2 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovísk. Časť 2: Vonkajšie pracoviská

STN EN 13032-3 Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 3: Vyhodnotenie údajov pre núdzové osvetlenie pracovných miest

STN EN 13032-2 (36 0401) Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 2: Prezentácia údajov pre vnútorné a vonkajšie pracoviská

STN EN 13032-4+A1 (36 0401) Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svetiel. Časť 4: Svetelné diódy, LED moduly a svietidlá (v angličtine)

STN 36 0004 (36 0004) Umelé svetlo a osvetľovanie. Všeobecné ustanovenia

STN 36 0015 (36 0015) Meranie umelého osvetlenia

STN EN 12665 (36 0070) Svetlo a osvetlenie. Základné termíny a kritériá na stanovenie požiadaviek na osvetlenie (v angličtine)

STN 36 0452 (36 0452) Umelé osvetlenie obytných budov Nariadenie vlády 269/2006 Z. z. Slovenskej republiky z 19. apríla 2006 o podrobnostiach o požiadavkách na osvetlenie pri práci Nariadenie vlády č. 353/2006 Z. z., o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov.

Nariadenie vlády 391/2006 Z. z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko

Zákon č. 355/2007 Z. z. Zákon o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov (v znení č. 140/2008 Z. z., 461/2008 Z. z., 540/2008 Z. z., 170/2009 Z. z., 67/2010 Z. z., 131/2010 Z. z.(nepriamo), 132/2010 Z. z., 136/2010 Z. z., 172/2011 Z. z., 470/2011 Z. z., 306/2012 Z. z., 74/2013 Z. z., 153/2013 Z. z., 204/2014 Z. z., 77/2015 Z. z., 403/2015 Z. z., 91/2016 Z. z., 125/2016 Z. z., 355/2016 Z. z., 40/2017 Z. z., 150/2017 Z. z., 289/2017 Z. z., 292/2017 Z. z., 87/2018 Z. z., 475/2019 Z. z., 69/2020 Z. z., 125/2020 Z. z.)

Vyhláška MZ SR č. 541/2007 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na osvetlenie pri práci

Vyhláška MZ SR č. 206/2011 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 541/2007 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na osvetlenie pri práci

### **3.4 Elektromagnetické žiarenie a elektrosmog**

Za elektrosmog považujeme každé elektromagnetické vlnenie, ktoré je vyrobené človekom (čiže nie je prírodného charakteru). Môžeme ho merať a vyhodnocovať len s pomocou špeciálnych meracích zariadení.

Elektromagnetickým vlnením všeobecne rozumieme zmenu elektrického a/alebo magnetického poľa v čase. Energiu poľa predstavujú častice - fotóny, podobne ako pri svetle. Keďže aj svetlo je elektromagnetické vlnenie, toto vlnenie sa šíri rovnakou rýchlosťou ako svetlo.

Elektromagnetické vlnenie môže mať ľubovoľnú frekvenciu. Čím rýchlejšie sa fotóny pohybujú, tým viac energie majú. Častice odovzdávajú veľkú časť tejto energie do svojho okolia, preto hovoríme o elektromagnetickom žiarení.

Podľa frekvencie delíme elektromagnetické žiarenie na:

- Nízkofrekvenčné žiarenie (NF)
- Vysokofrekvenčné žiarenie (VF)
- Ionizujúce žiarenie. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

#### **Nízkofrekvenčné žiarenie (NF)**

Nízkofrekvenčné žiarenie ďalej delíme do štyroch skupín podľa frekvencie žiarenia.

Frekvencia 0 - 40 Hz

Najnižšie frekvencie predstavujú na mechanickej úrovni vlnenie vôd oceánov, na elektromagnetickej úrovni gravitačné vlny, Schumannove vlny, srdcové impulzy a mozgové vlny - delta, theta, alfa, beta a gama, ktoré mozog využíva na ovládanie nášho tela. Každá z nich má iný význam. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

#### Frekvencia 20 Hz - 20 000 Hz

Asi najznámejší rad zvukových vln, ktoré sú však len mechanickými vlnami. Vzduchové vlny v týchto frekvenciách vnímame ako nízke, stredné a vysoké tóny. Ak prevedieme zvukové vlny na elektromagnetické vlny pomocou mikrofónu, môžeme ich prenášať na veľké vzdialenosti cez elektrické vedenia a pomocou reproduktorov ich premeniť späť na zvukové vlny. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

#### Frekvencia 50 - 60 Hz

Najrozsiahlejšia kategória, ktorá sa nazýva nízkofrekvenčný „elektrosmog“. Pri frekvencii 50 Hz (euroázijský kontinent) a 60 Hz (americký kontinent) sa elektrická energia vyrába v elektrárňach a cez distribučné siete sa posiela spotrebiteľom, do zásuviek a zariadení v našich domácnostiach. Elektrickou energiou sú poháňané aj elektrické lokomotívy a niektoré druhy mestskej dopravy. Všade tam, kde sú položené elektrické rozvodné káble, sa vo väčšej či menšej vzdialenosti vyskytuje elektrické pole s frekvenciou 50 Hz. Keď k týmto káblom pripojíme zariadenie a zapneme ho, cez káble a zariadenie začne pretekať prúd elektrónov, ktorý v ich blízkosti vytvorí aj magnetické pole rovnakej frekvencie. Vlnoplochy elektrických a magnetických vln tohto poľa sú však v priestore na seba kolmé, a preto ich nemožno posudzovať spoločne. Pri nízkych frekvenciách sa každá z nich meria samostatne. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

#### Frekvencia 9 000 - 30 000 000 Hz (9 kHz - 30 MHz)

Túto skupinu tvoria:

- prirodzené atmosférické vlny, ktoré vznikajú preskupením elektrického náboja v spodných vrstvách atmosféry, napr. počas búrky.
- rádiové vlny, (AM rádio: dlhé, stredné, krátke vlny). Vlna sa dobre odráža od horných vrstiev atmosféry a umožňuje komunikáciu na veľmi veľké vzdialenosti. Výborne sa šíri aj v hĺbinách oceánov a preto sa používa na komunikáciu ponoriek a vojenských plavidiel, na navigačné majáky a radarové body.

V ostatných rokoch sa vyskytuje v domácnostiach ako elektrosmog generovaný impulznými zdrojmi, LED žiarovkami, indukčnými varnými platňami, bezkontaktnými nabíjačkami atď. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

### **Vysokofrekvenčné žiarenie (VF)**

Vysokofrekvenčné žiarenie tiež delíme do viacerých kategórií podľa frekvencie žiarenia. Pre každú kategóriu tiež uvádzame oblasť, v ktorej sa s daným typom žiarenia často stretávame.

Pásmo rádiových vln - elektrosmog. Rádiové vlny poznáme ako FM rádio (veľmi krátke vlny). V tomto pásme nájdeme okrem rádiostaníci vysielačky na stráženie detí, leteckú navigáciu, bezdrôtové mikrofóny, meteostanice, prechodové zariadenia a zariadenia rádioamatérov. V medicíne na týchto frekvenciách pracuje magnetická rezonancia (MR) a ultrazvuk (sonografiu). (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

Frekvencia 300 MHz - 3 000 000 MHz (0,0003 - 3 THz)

Mikrovlnné pásmo - elektrosmog. Ide pravdepodobne o najhustejšie komunikačné pásmo súčasnosti. Pre tieto frekvencie na Zemi prakticky neexistuje žiadny prirodzený zdroj žiarenia. Sú tu však bohato zastúpené produkty ľudskej činnosti: frekvencie pozemnej a satelitnej televízie, mobilnej komunikácie, mikrovlnky, GPS navigácie, amatérskeho rádia, digitálnych bezdrôtových telefónov, bezdrôtových sietí (WiFi), Bluetooth, myši a klávesníc, rádií, radarov, diaľkového ovládania zámkov a pod. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

Frekvencia 3 THz - 300 THz

Do týchto frekvencií zaradíme prirodzené infračervené žiarenie, ktoré môžeme vnímať ako teplo. Najväčším zdrojom je Slnko. Človek do tejto sféry priniesol napríklad laser a termokamery. Bežne sa používajú aj diaľkové ovládače, zariadenia na nočné videnie a neviditeľné infračervené lampy. (VOXO, 2016)

Frekvencia 300 THz - 700 THz

Túto kategóriu tvorí viditeľné svetlo, ktorého hlavným zdrojom je Slnko.

Frekvencia 700 THz – 1000 THz (0,7 – 1 PHz)

Túto skupinu v prírode tvorí prirodzené ultrafialové žiarenie UV-A a UV-B. Najväčším zdrojom je Slnko. UV-B žiarenie je z veľkej časti filtrované ozónovou vrstvou v horných častiach atmosféry. Človek do tejto oblasti priniesol solária a UV lampy, ktoré dokážu odrážať špeciálne fosforeskujúce ochranné prvky, napr. na bankovkách. Lampy sa využívajú aj ako

efektné osvetlenie v baroch a diskotékach, pri diagnostike a liečbe rôznych druhov kožných ochorení. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

Frekvencia 1 – 3 PHz

Túto kategóriu vysokofrekvenčného žiarenia tvorí prirodzené UV-C ultrafialové žiarenie. Najväčším zdrojom je Slnko. Žiarenie je úplne absorbované v zemskej atmosfére a je vysoko toxické pre živé organizmy. Používa sa v medicíne na dezinfekciu a ničenie baktérií, plesní a húb. (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

V súčasnosti nevieme jednoznačne povedať, ktoré frekvencie elektromagnetického žiarenia môžu byť považované za bezpečné z hľadiska dlhodobého používania prístrojov a zariadení, ktoré takéto žiarenia produkujú. Z toho dôvodu je ťažké kontrolovať veľkosť jednotlivých typov elektromagnetického žiarenia a zabezpečiť ochranu pracovníkov a verejnosti pred možnými účinkami.

Účinok vysokofrekvenčného poľa (v blízkosti rozhlasových a televíznych vysielačov) sa môže na ľudskom organizme prejavovať zvýšením telesnej teploty. Pri krátkej dobe pôsobenia je najvyššia teplota na povrchu tela. Pri dlhšej expozícii sa prehrievajú aj vnútorné orgány, môže dôjsť k ich poškodeniu, stúpa teplota krvi. Nebezpečné je miestne prehriatie, ktoré môže spôsobiť implantovaný kov (Cabanová, 2004).

### **Ionizujúce žiarenie**

Ionizujúce žiarenie môžeme podľa využitia a frekvencií rozdeliť do troch skupín:

Frekvencia 3 - 30PHz

Túto kategóriu tvorí ultrafialové žiarenie (extrémne ultrafialové žiarenie).

Frekvencia 30 – 3000 Hz (0,03 – 3 EHz)

Do tejto kategórie patria röntgenové lúče používané napríklad na snímkovanie ľudského tela. Röntgenové žiarenie preniká do ľudského tkaniva. Je zdraviu škodlivé už v malých dávkach. V medicíne využívajú röntgenové lúče počítačová tomografia (CT) a pozitronová tomografia (PET). Rôzne skenery batožiny, nákladných áut a vlakov sú tiež založené na röntgenových lúčoch.

Frekvencia > 3 EHz

Frekvencie nad 3 EHz nazývame gama žiarenie. Je to najvyššia energetická radiácia, aká bola kedy nameraná. Môže pochádzať z gama-lúčov, protónov, elektrónov, ale aj z iných zdrojov či častíc (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016).

## Elektrosmog

Každá elektromagnetická vlna pozostáva z elektrických a magnetických komponentov, ktorými sú:

- elektrické pole
- magnetické pole
- vysokofrekvenčné (elektromagnetické) pole (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016)

Elektrické pole vytvárajú okolo seba elektricky nabité telesá. Vzájomná sila elektrických nábojov nastáva prostredníctvom elektrických polí. Okolo každého elektricky nabitého telesa existuje elektrické pole, ktoré pôsobí silou na ostatné nabité telesá. Takže protóny a elektróny majú tiež elektrické polia.

Na opis elektrického poľa používame vektorovú veličinu, intenzitu elektrického poľa. Elektrický náboj  $Q$  vytvára vo svojej blízkosti elektrické pole sily

$$E = \frac{F}{q}$$

V tomto vzťahu je  $F$  elektrostatická sila, ktorou pôsobí pole vytvorené nábojom  $Q$  na iný testovací náboj  $q$ . Jednotkou intenzity elektrického poľa je newton na coulomb ( $\text{NC}^{-1}$ ) alebo volt na meter ( $\text{Vm}^{-1}$ ).

Veľkosť intenzity elektrického poľa  $E$  vo vzdialenosti  $r$  od bodového náboja  $Q$  sa určí dosadením veľkosti sily  $F$  z Coulombovho zákona do vzťahu intenzity elektrického poľa.

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{Qq}{r^2} \cdot \frac{1}{q} = k \frac{Q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Sila elektrického poľa teda klesá s druhou mocninou vzdialenosti od bodového náboja, ktorý pole vytvára (Králová, 2007).

Tieto polia sú výsledkom napätia medzi dvoma elektrickými pólmi. Čím sú póly bližšie k sebe a čím vyššie je napätie, tým silnejšie je medzi nimi vytvorené elektrické pole. To znamená, že

elektrické polia sú prítomné aj vtedy, keď netečie žiadny prúd, napríklad, keď je lampa alebo televízor vypnutý, elektrické pole má stále na maximálnu hodnotu.

Elektrické polia môžu byť statické aj striedavé. Tie statické sú známe najmä pri búrkach. Medzi záporne nabitými mrakmi a kladne nabitou zemou je veľké statické elektrické pole. Medzi pólmi zdroja jednosmerného napätia existujú menšie elektrické polia. Striedavé polia sú umelo generované a majú rôzne frekvencie. Striedavé elektrické polia sa aj pri nízkej intenzite šíria okolo zariadení a káblov a vzniká elektrosmog (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016).

Magnetické pole je fyzikálne pole, ktorého zdrojom sú pohybujúce sa elektrické náboje, čiže elektrický prúd. Akýkoľvek elektrický prúd vytvára magnetické pole. Magnetické pole môže byť vyvolané aj zmenami elektrického poľa (podobne ako zmeny magnetického poľa vyvolávajú elektrické pole).

Vo vodiči pohybujúcom sa v magnetickom poli sa indukuje elektrické napätie. Keď sa magnetické pole mení s časom, elektrické napätie sa indukuje aj vo vodiči, ktorý sa nepohybuje voči magnetickému poľu (napr. transformátor).

V praxi sa využívajú najmä zdroje magnetického poľa:

- elektromagnety (magnetické pole je indukované prúdom vo vodičoch vinutia elektromagnetu),
- permanentné magnety (magnetické pole je indukované pohybom elektrónov v atómov, pričom každý elektrón svojou dráhou v atóme predstavuje mikroskopický budiaci prúd).

Hoci permanentné magnety a elektromagnety v podstate indukujú rovnaké magnetické pole, elektromagnety majú niekoľko výhod pre praktické aplikácie. Napríklad sila magnetického poľa sa dá ľahko zmeniť zmenou veľkosti magnetického poľa, magnetizačného prúdu (budiaceho prúdu), orientácie magnetického poľa, zmeniť orientáciu magnetického poľa možno zmenou smeru prúdu, možno vytvoriť striedavé magnetické pole, otáčavé pole.

Na charakterizovanie magnetického poľa v látkach sa zavádza vektorová veličina – intenzita magnetického poľa  $H$ , ktorá je užitočná pri charakterizovaní magnetického poľa najmä v magnetikách. Je daná vzťahom:

$$H = \frac{B}{\mu}$$

kde  $\mu$  je permeabilita prostredia – charakterizuje mieru magnetizácie látky v magnetickom poli. Permeabilita prostredia  $\mu$  sa vyjadruje v tvare  $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ , kde  $\mu_0$  je permeabilita vákua ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m),  $\mu_r$  je relatívna permeabilita látky.  $B$  je magnetická indukcia (Bojna, 2016).

Hustota žiarivého toku (výkonová hustota): súčinom intenzity elektrického poľa  $E$  a intenzity magnetického poľa  $H$  vypočítame Pointingov vektor  $S$ .

Veľkosť Pointingovho vektora je hustotou toku výkonu, teda ide o výkon prenášaný elektromagnetickou vlnou cez jednotkovú plochu kolmú na smer šírenia vlny:

$$S = E \times H$$

Jednotkou je watt na meter štvorcový (W/m<sup>2</sup>).

Pri rovinnej elektromagnetickej vlne je možné hustotu žiarivého toku určiť z intenzity  $E$  elektrického poľa alebo z intenzity  $H$  magnetického poľa alebo z magnetickej indukcie  $B$  s použitím impedancie vákua (377  $\Omega$ ). Platí

$$S = E^2/377 = 377 \cdot H^2 = E \cdot H = (E \cdot B)/\mu$$

$E$  a  $H$  sú v jednotkách V/m alebo A/m,  $B$  v jednotkách T,  $S$  je vo W/m<sup>2</sup>. (Príloha č. 1 k nariadeniu vlády č. 209/2016 Z. z.)

Elektrické a magnetické polia na vyšších frekvenciách (kHz, MHz, GHz...) už prakticky neexistujú nezávisle od seba, sú silne previazané. V praxi sa ich intenzita zvyčajne meria ako súčet dvoch typov polí na jednotku plochy (radiačný tok energie, hustota žiarivého toku), vyjadrené vo wattoch na meter štvorcový (W/m<sup>2</sup>), alebo jednoduchšie meraním intenzity elektrického poľa V/m. V reálnom svete existuje len málo prírodných druhov rádiofrekvenčného (kozmickeho) žiarenia, ale stovky umelých zdrojov žiarenia, ktoré nazývame elektrosmog.

Rádiofrekvenčné pole využívajú všetky bezdrôtové komunikačné systémy a tiež rôzne zdravotnícke zariadenia (elektrosmog-info.voxo.eu, 2016).

Elektrické a magnetické polia sa vyskytujú všade tam, kde sa elektrina vyrába, prenáša alebo distribuuje cez elektrické vedenia alebo káble, alebo sa používa v elektrických zariadeniach.

Keďže používanie elektrickej energie je neoddeliteľnou súčasťou moderného životného štýlu, tieto polia sú v našom prostredí všadeprítomné. Jednotkou intenzity elektrického poľa je volt na meter (Vm<sup>-1</sup>), alebo kilovolt na meter (kVm<sup>-1</sup>) a pre magnetické polia je indukcia meraná v tesla (T), alebo bežnejšie v militesla (mT), alebo mikrottesla ( $\mu$ T). Expozícia obyvateľstva magnetickým poliam siet'ových frekvencií je celosvetovo porovnateľná. Geometrický priemer magnetického poľa v domácnostiach je medzi 0,025 a 0,07  $\mu$ T v Európe a 0,055 a 0,11  $\mu$ T v

USA. Priemerné hodnoty elektrických polí v domácnostiach sa pohybujú v rozmedzí niekoľkých desiatok voltov na meter. V blízkosti určitých zariadení môžu byť okamžité hodnoty magnetického poľa až niekoľko stoviek mikrotésa. V blízkosti elektrických vedení sú magnetické polia okolo 20  $\mu\text{T}$  a elektrické polia môžu dosahovať niekoľko tisíc voltov na meter (Floderus, Persson, Stenlund, 1996).

Dlhodobé ožarovanie elektromagnetickým žiarením s malou hustotou výkonu sa môže okrem tepelných účinkov prejavit' aj na stave centrálnej nervovej sústavy človeka. Zmeny majú charakter subjektívnych ťažkostí (telesná slabosť) ako napr. pocit ochablosti, vyčerpanosti, ľahostajnosti, zvýšená únava, poruchy spánku, pokles koncentrácie - pozornosti), útlm intelektuálnych funkcií, zhoršenie pamäti, bolesti hlavy, emotívna labilita, znížená potencia (Cabanová, 2004).

### **Meranie intenzity elektromagnetického poľa**

Na meranie elektromagnetického poľa na našej katedre používame prístroj EMF Strength Meter Model 480836.



Obrázok 26 EMF Strength Meter Model 480836

## Technická špecifikácia

Merací prístroj EMF 480836 slúži na nesmerové (izotropné) meranie pomocou trojkanálovej meracej sondy. Prístroj Extech 480836 EMF je vybavený jednoduchou navigáciou pomocou tlačidiel a LCD displej obsahuje užívateľsky nastaviteľnú prahovú hodnotu alarmu, ako aj maximálnu hodnotu merania a priemernú hodnotu merania. Širokopásmové zariadenie umožňuje monitorovanie vysokofrekvenčného vyžarovania v špecifických rozsahoch 900MHz, 1800MHz, a 2,7GHz, ako aj v celom rozsahu od 50MHz do 3,5GHz. Nesmerové elektrické pole a vysoká citlivosť umožňujú merania aj priečneho elektromagnetického poľa (TEM) a hodnôt v tienených miestnostiach.

Oblasti použitia:

- Meranie sily vysokofrekvenčných (RF) elektromagnetických vlnových polí
- Meranie hustoty výkonu vyžarovania antén základňových staníc mobilných sietí
- Aplikácie v bezdrôtovej komunikácii (CW, TDMA, GSM, DECT)
- Meranie RF výkonu vysieláčov
- Detekcia a inštalácia bezdrôtových LAN (Wi-Fi) sietí
- Identifikácia špionážnych a bezdrôtových ploštic
- Dodržanie bezpečnej úrovne vyžarovania pri bezdrôtových/mobilných telefónoch
- Detekcia úniku žiarenia v mikrovlnkách
- Osobná a enviromentálna EMF bezpečnosť

## Parametre prístroja

- Frekvenčný rozsah 50 MHz až 3,5 GHz
- Merací rozsah 20 mV/m až 108 V/m
- alebo 53  $\mu\text{A/m}$  až 286,4 mA/m
- alebo 1  $\mu\text{W/m}^2$  až 30,93 mW/m<sup>2</sup>
- alebo 0  $\mu\text{W/cm}^2$  až 3,093 mW/cm<sup>2</sup>
- Rozlíšenie 0,1 mV/m, 0,1 mA/m, 0,1 mW/m<sup>2</sup>, 0,001 mW/cm<sup>2</sup>
- Možnosť nastavenia akustického alarmu pri prekročení medzí
- Funkcie MAX, Hold a AVG
- Nepriame, izotropné meranie pomocou trojosovej meracej sondy
- Vhodné pre meranie intenzity elektromagnetického poľa základňových staníc mobilných operátorov, vysieláčov atď.

Prístroj sa skladá z detektora elektromagnetického poľa (guľová oranžová časť) a z tela prístroja s LCD displejom a hlavným vypínačom.

Postup merania:

3-kanálový snímač je umiestnený v hornej časti meracieho prístroja. Tri napätia generované snímačom sa privádzajú späť do meradla. V ďalekých poliach je kvôli väčšej šírke pásma výhodnejší snímač E-poľa. Frekvencia snímača E-poľa sa pohybuje od 50 MHz do 3,5 GHz.

Merač je malý prenosný prístroj, ktorý meria elektrické pole v atmosfére okolia snímača. Uvoľnenie poľa sa vykonáva pohybom antény snímača v požadovanom meranom prostredí.

Z poľa, ktorému je vystavený snímač merania, sa získa priame širokopásmové meranie. Ak chceme zistiť hodnotu poľa vyžarovaného zdrojom rušenia, jednoducho nasmerujeme anténu na ňu a priblížime sa čo najbližšie (hodnota poľa je nepriamo úmerná vzdialenosti snímača/zdroja vyžarovania). Musíme zabezpečiť, aby sme sa nenachádzali medzi zdrojom rušenia a kontrolovanou zónou, pretože ľudské telo tieni elektromagnetické polia. Senzor E-poľa je izotropný, nevyžaduje špeciálne zaobchádzanie. Meria pole podľa troch osí bez toho, aby sa anténa musela pohybovať v troch rovinách. Stačí namieriť na cieľ a vykonať meranie.

Kvôli čo najväčšej presnosti merania je potrebné v meranej miestnosti vytvoriť sieť meracích bodov vzdialených od seba na dĺžku približne 0,75m a na šírku 0,55m (záleží od rozlohy miestnosti a počtu prístrojov v nej). Merací prístroj je potrebné umiestniť vo výške 1,5m (ideálne na tyč s podložkou potrebnej výšky) a počas celého merania zachovať smerovú orientáciu prístroja. Pri meraní na každom meracom bode je vhodné zapísať nameranú hodnotu, alebo ju uložiť do pamäte prístroja (maximálne 99 hodnôt). Po každom meraní je potrebné prístroj vynulovať, aby bola zabezpečená presnosť merania.

### **Limity expozície**

S cieľom chrániť obyvateľstvo žijúce v okolí TV a rozhlasových vysielačov, základňových staníc mobilnej siete a užívateľov mobilných telefónov pred účinkami elektromagnetických polí, vláda a regulačné orgány prijímajú určité bezpečnostné opatrenia. Na svete nájdeme veľa národných a nadnárodných smerníc, avšak jedna z nich je všeobecne najviac uznávaná. Vychádza z odporúčaní, ktoré vytvoril nezávislý Medzinárodný výbor na ochranu pred neionizujúcim žiarením (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection), skrátene ICNIRP.

Európska komisia prijala smernice za záväzné pre všetky členské štáty EU. Vstupom Slovenska do členstva EU boli automaticky prijaté do lokálnej legislatívy. Tvoria základ vyhlášky Ministerstva zdravotníctva č. 534/2007 Z.z. o požiadavkách na zdroje elektromagnetického žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickému žiareniu v životnom prostredí. (VOXO, 2016)

Tabuľka 10 Akčné hodnoty expozície pre elektrické, magnetické a elektromagnetické polia (efektívne hodnoty pre nepretržitú expozíciu) (Vyhláška MZ SR č.534/2007)

| Frekvenčný rozsah      | Intenzita elektrického poľa $E$ (V/m) | Intenzita magnetického poľa $H$ (A/m) | Magnetická indukcia $B$ (μT) | Hustota toku výkonu ekvivalentnej rovinatej vlny $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 0 Hz až < 1 Hz         | –                                     | $3,2 \cdot 10^4$                      | $4 \cdot 10^4$               | –                                                                             |
| 1 Hz až < 8 Hz         | 10 000                                | $3,2 \cdot 10^4/f^2$                  | $3,2 \cdot 10^4/f^2$         | –                                                                             |
| 8 Hz až < 25 Hz        | 10 000                                | $4\,000/f$                            | $5\,000/f$                   | –                                                                             |
| 0,025 kHz až < 0,8 kHz | $250/f$                               | $4/f$                                 | $5/f$                        | –                                                                             |
| 0,8 kHz až < 3 kHz     | $250/f$                               | 5                                     | 6,25                         | –                                                                             |
| 3 kHz až < 150 kHz     | 87                                    | 5                                     | 6,25                         | –                                                                             |
| 0,15 MHz až < 1 MHz    | 87                                    | $0,73/f$                              | $0,92/f$                     | –                                                                             |
| 1 MHz až < 10 MHz      | $87/f^{1/2}$                          | $0,73/f$                              | $0,92/f$                     | –                                                                             |
| 10 MHz až < 400 MHz    | 28                                    | 0,073                                 | 0,092                        | 2                                                                             |
| 400 MHz až < 2 000 MHz | $1,375 \cdot f^{1/2}$                 | $0,0037 \cdot f^{1/2}$                | $0,0046 \cdot f^{1/2}$       | $f/200$                                                                       |
| 2 GHz až 300 GHz       | 61                                    | 0,16                                  | 0,20                         | 10                                                                            |

V tabuľke 10 sú zhrnuté akčné hodnoty expozície pre elektrické, magnetické a elektromagnetické polia, pričom:

- $f$  je frekvencia, ako je uvedená v stĺpci frekvenčného rozsahu.
- pre frekvencie v oblasti 100 kHz až 10 GHz vrátane musí byť hodnota  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  a  $B^2$  priemerovaná za 6-minútový interval.
- pre frekvencie nad 10 GHz musí byť hodnota  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  a  $B^2$  priemerovaná za  $68/f^{1,05}$ -minútový interval ( $f$  v GHz).
- akčná hodnota expozície pre statické elektrické pole nie je zavedená; pri pobyte v silnom statickom elektrickom poli je však potrebné znížiť vplyv nepríjemného pocitu spôsobeného elektrickým nábojom indukovaným na povrchu tela a zabrániť sršaniu výbojov z povrchu tela.
- pre frekvencie do 100 kHz vrátane sa špičková akčná hodnota expozície pre intenzitu poľa vypočíta vynásobením príslušných efektívnych hodnôt hodnotou  $2^{1/2}$ . Pre impulzy v trvaní  $t_p$  sa ekvivalentná frekvencia uplatňovaná pre akčné hodnoty expozície vypočíta ako  $f = 1/(2t_p)$ .

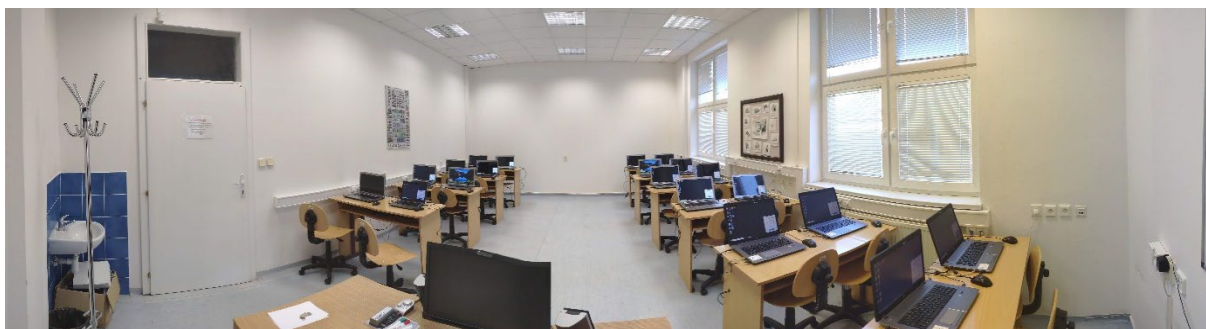
- pre frekvencie v oblasti 100 kHz až 10 MHz vrátane sa špičková hodnota pre intenzitu poľa vypočíta vynásobením príslušných efektívnych hodnôt hodnotou  $10a$ , kde  $a = (0,665 \cdot \log(f/105) + 0,176)$ , pričom  $f$  je v Hz.
- pre frekvencie v oblasti 10 MHz až 300 GHz sa špičková hodnota vypočíta vynásobením zodpovedajúcej efektívnej hodnoty intenzity poľa hodnotou 32 a pre hustotu toku výkonu ekvivalentnej rovinnej vlny hodnotou 1 000.
- vzhľadom na impulzné alebo premenlivé elektromagnetické polia alebo vo všeobecnosti vzhľadom na súčasnú expozíciu poliam s viacerými frekvenciami je na posudzovanie, meranie alebo výpočet potrebné použiť primerané metódy, ktoré umožňujú analyzovanie charakteristík vĺn a povahy biologických interakcií, pričom sa berú do úvahy príslušné technické normy.
- pre špičkovú hodnotu impulzne modulovaných elektromagnetických polí platí, že pre nosné frekvencie vyššie ako 10 MHz by Seq spriemerované na šírku impulzu nemalo presiahnuť 1 000 - násobok akčných hodnôt Seq alebo intenzita poľa by nemala presiahnuť 32-násobok akčných hodnôt intenzity poľa nosnej frekvencie (Vyhláška MZ SR č.534/2007).

Tabuľka 11 Akčné hodnoty expozície pre kontaktný elektrický prúd. (Vyhláška MZ SR č.534/2007)

| Frekvenčný rozsah    | Maximálny kontaktný prúd $I$ (mA) |
|----------------------|-----------------------------------|
| 0 Hz až < 2,5 kHz    | 0,5                               |
| 2,5 kHz až < 100 kHz | $0,2 \cdot f$                     |
| 100 kHz až 110 MHz   | 20                                |

### Meranie elektrosmogu v odbornej učebni

Počas vyučovania sa bežne používajú zariadenia prirodzene vytvárajúce elektrosmog. Veľmi často sa používajú počítače, notebooky, dataprojektory, ale aj smartfóny alebo tablety. Cieľom nášho merania bolo zistiť hodnoty elektrosmogu v počítačovej učebni (obrázok 24). V učebni sa nachádza veľa prístrojov, ktoré elektrosmog vytvárajú. Konkrétna učebňa obsahuje 1 PC, 20 notebookov, 1 dataprojektor. Pri vyučovaní však používajú študenti aj smartfóny, ktoré môžu výrazne ovplyvniť hodnoty elektrosmogu. Zároveň sme chceli zistiť, či namerané hodnoty prekračujú limitné hodnoty podľa Vyhlášky ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 (Tabuľka.1). Ak by boli limitné hodnoty prekročené, mohol by mať elektrosmog vplyv na vyučovací proces. Mohol by ovplyvňovať študentov aj pedagóga.

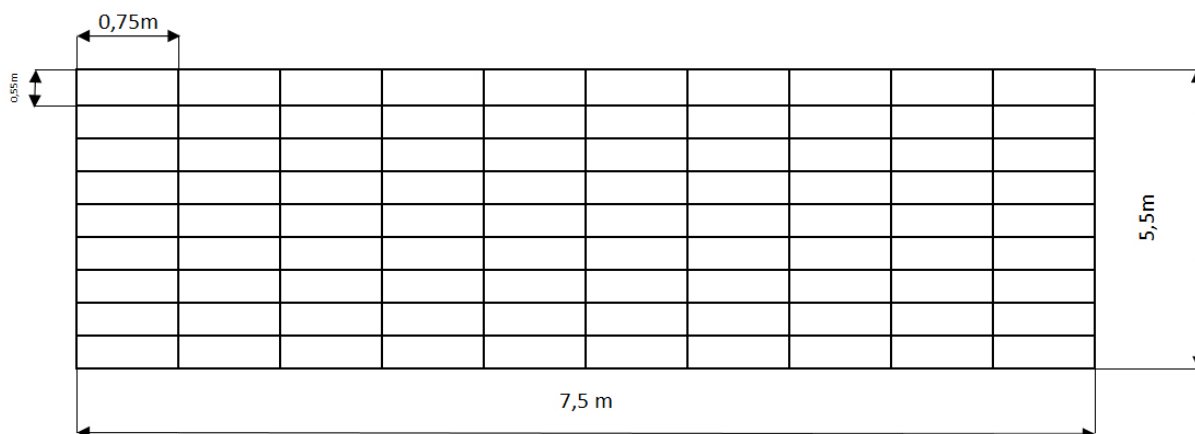


Obrázok 27 Počítačová učebňa

Meranie sme uskutočnili v dvoch fázach. V prvej fáze sme merali hodnoty v počítačovej učebni ráno bez prítomnosti študentov, pričom všetky prístroje boli vypnuté. V druhej fáze merania sme merali elektromagnetické žiarenie za prítomnosti študentov, pričom všetky zariadenia boli zapnuté (vrátane umelého osvetlenia). Študenti mali pri sebe svoje súkromné mobilné telefóny, ktoré mohli zostať zapnuté pre zachovanie prirodzeného prostredia v učebni, keďže tieto si na vyučovaní nikdy nevypínajú (majú zvolený tichý režim). Na základe porovnania týchto dvoch meraní sme vyhodnocovali nárast elektrosmogu a aj dosiahnuté limitné hodnoty.

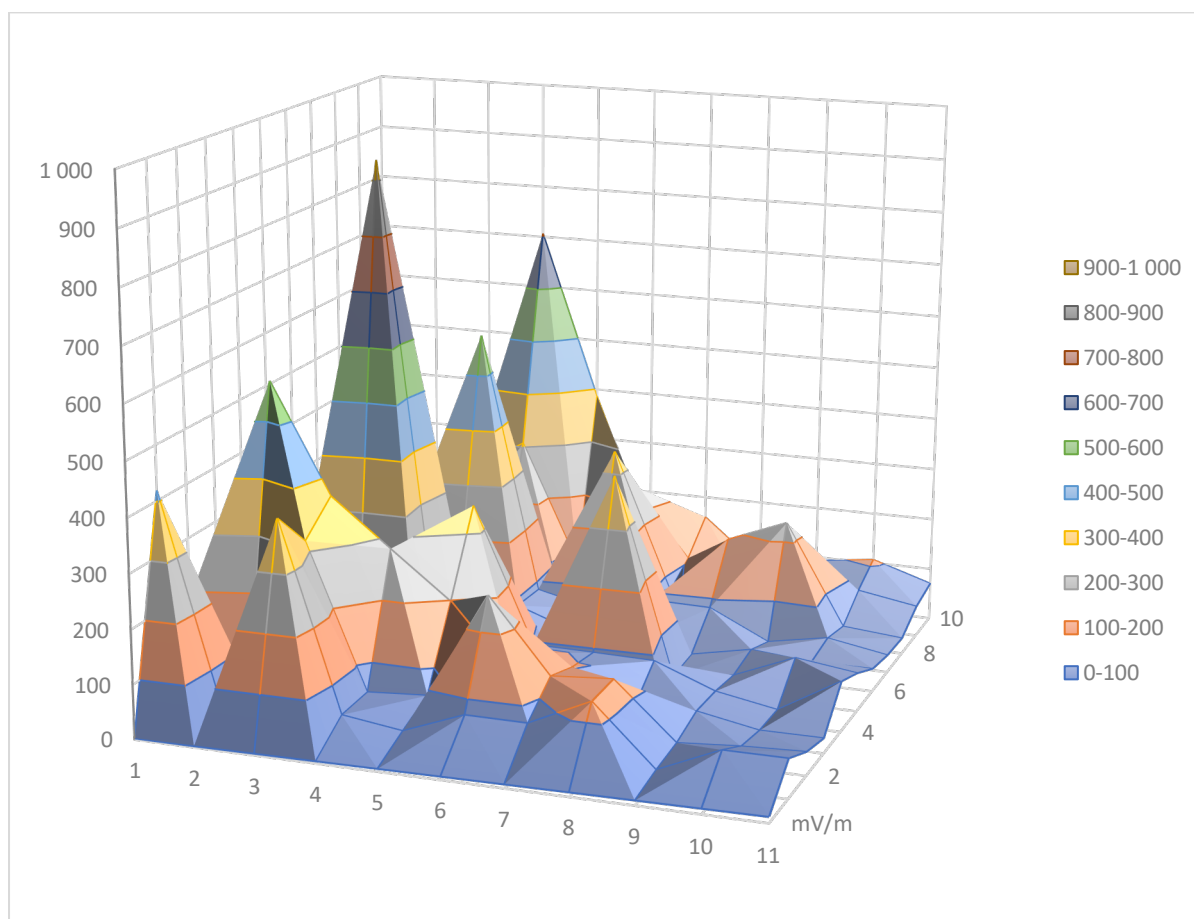
Elektrosmog sme merali pomocou meracieho prístroja EMF Strengt Meter 480836, ktorý monitoruje frekvencie od 50 MHz do 3,5 GHz. Zamerali sme sa zámerne na vyššie frekvencie, ktoré produkujú v učebni najmä mobilné telefóny. Pomocou prístroja sme merali intenzitu elektrického poľa  $E$ , ktorej hodnoty sú udávané v  $\text{mV/m}$ , intenzitu magnetického poľa  $H$ , ktorej hodnoty sú udávané v  $\text{A/m}$ , resp.  $\mu\text{A/m}$  a hustotu žiarivého toku - Pointingov vektor  $S$ . Pointingov vektor  $S$  je vektorovým súčinom intenzity elektrického poľa  $E$  a intenzity magnetického poľa  $H$ . Hodnoty sú udávané v  $\text{W/m}^2$  resp.  $\text{mW/m}^2$ .

Kvôli čo najväčšej presnosti merania sme v učebni vytvorili sieť 110-tich meracích bodov vzdialených od seba na dĺžku 0,75 m a na šírku 0,55 m (obrázok 28). Merací prístroj bol umiestnený vo výške 1,5 m a jeho smerovú orientáciu sme zachovali počas celého merania. Pri meraní sme zapisovali maximálnu nameranú intenzitu elektrického poľa v danom bode a po každom meraní sme prístroj vynulovali.



Obrázok 28 Sieť meracích bodov v počítačovej učebni.

Výsledky merania sme spracovali tabuľkovo a graficky. Na obrázku 29 sú znázornené namerané hodnoty intenzity elektrického poľa  $E$ , ktoré platia pre prvé meranie (vypnuté elektrické zariadenia).

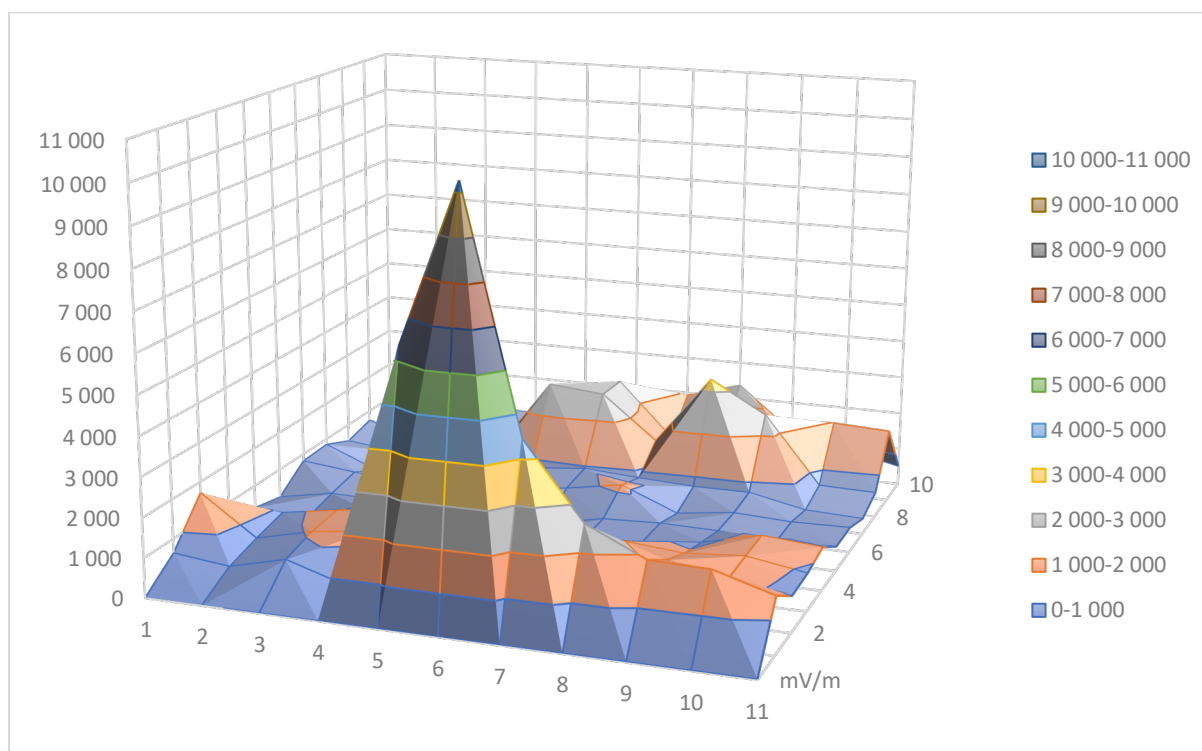


Obrázok 29 Intenzita elektrického poľa  $E$  (všetky zariadenia vypnuté)

Z nameraných hodnôt je zrejmé, že všetky hodnoty, ktoré sme namerali, sú hlboko pod limitné hodnoty pre daný frekvenčný rozsah prístroja. Maximálna nameraná hodnota elektrického poľa bola 0,9373 V/m a vypočítaná priemerná hodnota pre celú učebňu bola 0,1419 V/m.

Na obrázku 30 sú znázornené namerané hodnoty intenzity elektrického poľa E, ktoré platia pre 2. meranie (zapnuté všetky elektrické zariadenia).

Namerané hodnoty sú podstatne vyššie ako pri prvom meraní, keď boli všetky zariadenia vypnuté. Maximálna nameraná hodnota bola 10,28 V/m a priemerná vypočítaná hodnota pre celú počítačovú učebňu bola 1,1445 V/m. Na grafe je vidieť prudký nárast intenzity elektrického poľa v ľavej časti učebne, čo bolo spôsobené mobilným telefónom (zvonenie a následné zrušenie hovoru počas merania). Z výsledkov meraní vyplýva, že maximálna nameraná hodnota intenzity elektrického poľa stúpila pri zapnutých prístrojoch takmer jedenásť násobne. Priemerná vypočítaná hodnota intenzity elektrického poľa pri zapnutých prístrojoch stúpila viac ako osem násobne. Aj napriek rapídne zvýšeniu intenzity elektrického poľa tieto hodnoty nedosahovali limitné hodnoty stanovené Vyhláškou ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007.

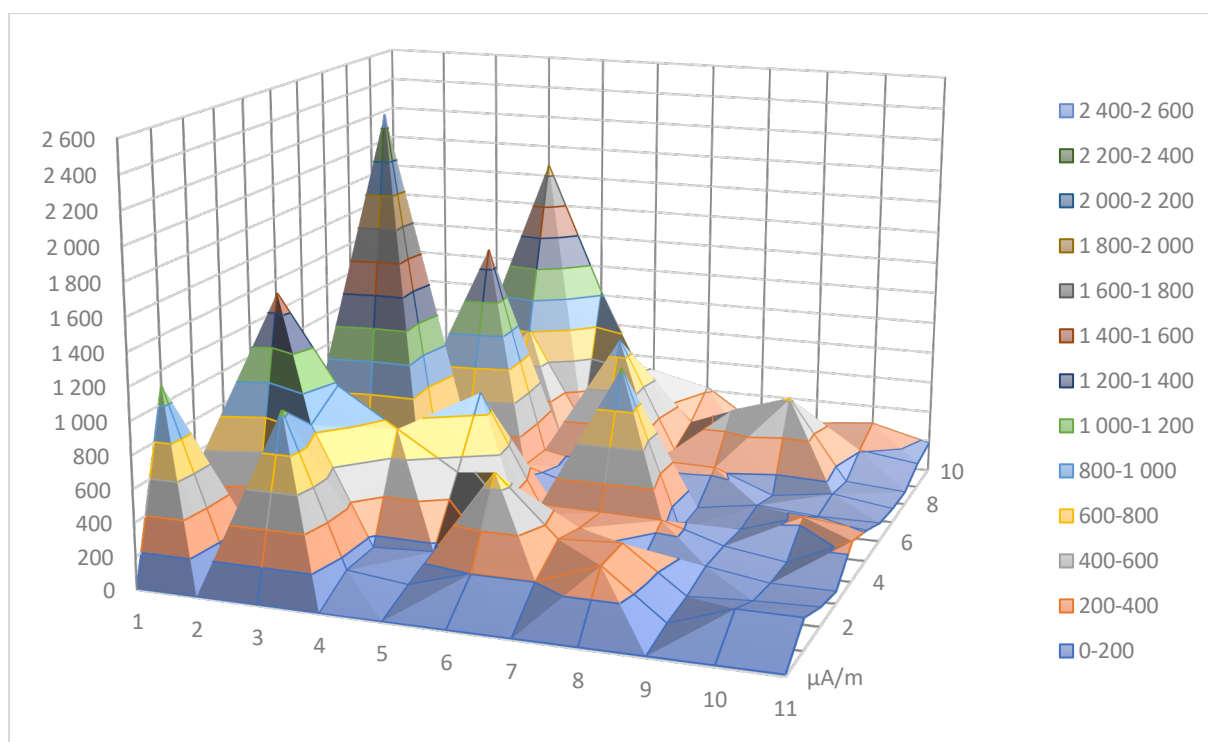


Obrázok 30 Intenzita elektrického poľa E (všetky zariadenia zapnuté)

Rovnakú metodiku merania, ktorú sme použili pri meraní intenzity elektrického poľa, sme použili aj pri meraní intenzity magnetického poľa. Prvé meranie sme uskutočnili v učebni, keď

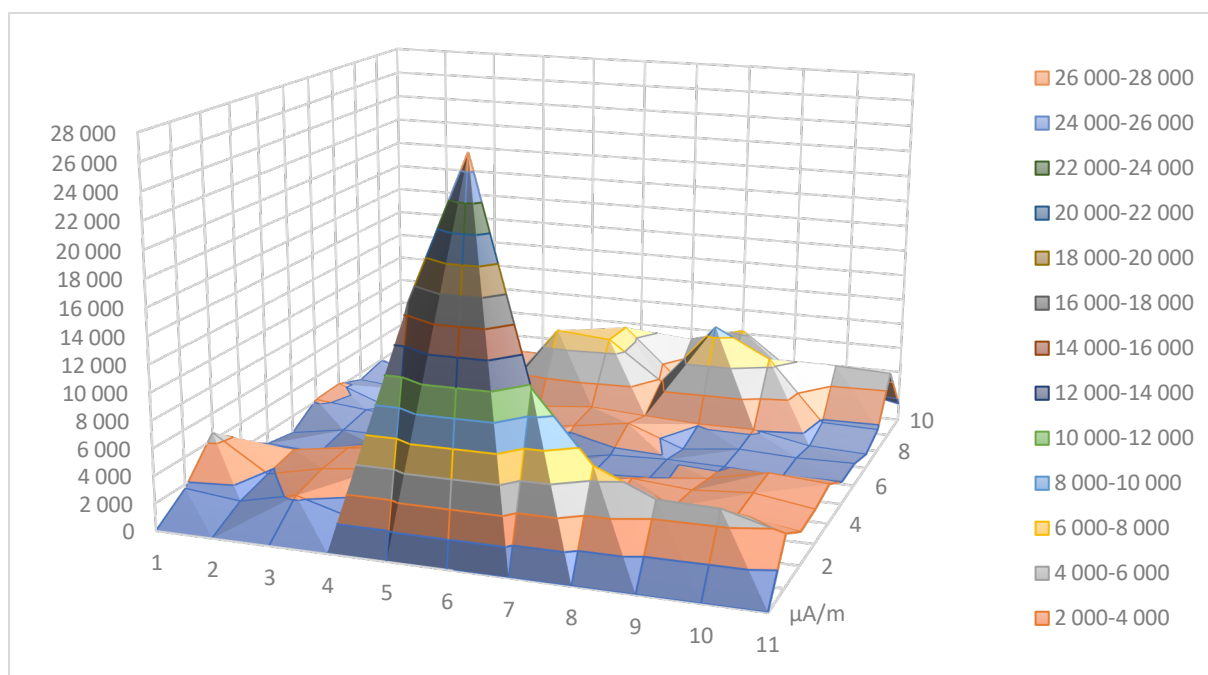
boli všetky prístroje vypnuté. Meranie sa opakovalo v rovnakých bodoch ako znázorňuje obrázok 28. Namerané hodnoty intenzity magnetického poľa sú graficky znázornené na obrázku 31. Na základe výsledkov merania intenzity magnetického poľa  $H$  môžeme konštatovať, že maximálna nameraná hodnota bola  $0,002486 \text{ A/m}$  a priemerná vypočítaná hodnota bola  $0,000376 \text{ A/m}$ . Namerané hodnoty intenzity magnetického poľa neprekračujú hodnoty stanovené vyhláškou 534/2007.

Druhé meranie sme zopakovali pri zapnutí všetkých počítačov a prístrojov v učebni. Študenti mohli mať zapnuté mobilné telefóny, aby sme zabezpečili reálne prostredie pri bežnom vyučovaní, keďže na niektorých hodinách majú študenti povolené využívať v rámci cvičení aj svoje mobilné telefóny.



Obrázok 31 Intenzita magnetického poľa  $H$  (všetky zariadenia vypnuté)

Namerané hodnoty sú znázornené na obrázku 32. Z grafu môžeme zreteľne odčítať rozmiestnenie počítačov (zvýšené hodnoty po krajoch) v dvoch radoch, a taktiež študentov s mobilnými telefónmi. Najvyššiu hodnotu merací prístroj zaznamenal v čase zvonenia mobilného telefónu študenta. Maximálna nameraná hodnota bola  $0,02727 \text{ A/m}$ .

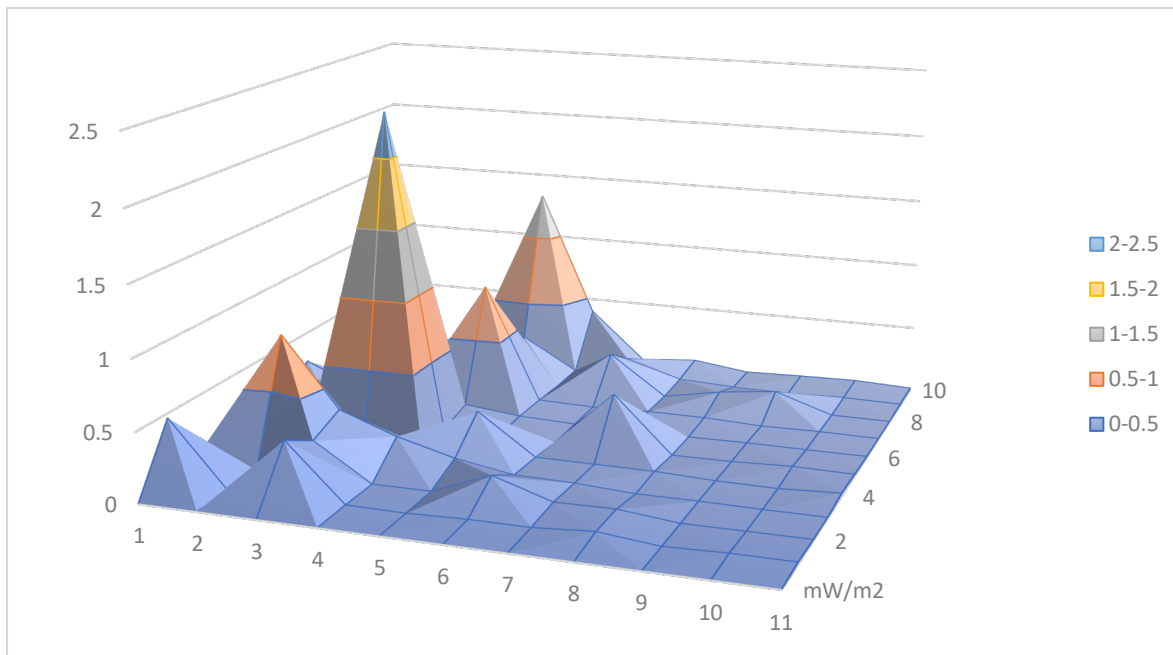


Obrázok 32 Intenzita magnetického poľa  $H$ , (všetky zariadenia zapnuté)

Zo všetkých nameraných hodnôt sme vypočítali priemernú hodnotu intenzity magnetického poľa. Táto hodnota pri zapnutých prístrojoch bola  $0,003028 \text{ A/m}$ . Nameraná maximálna hodnota intenzity magnetického poľa bola 11 krát vyššia ako pri meraní, keď bolo všetko vypnuté. Ani táto hodnota však neprekračuje limity stanovené vyhláškou. Priemerná vypočítaná hodnota sa tiež zvýšila, a to osem násobne. Ani toto zvýšenie však neprekročilo limitné hodnoty udávané vyhláškou pre intenzitu magnetického poľa.

Poslednú veličinu, ktorú sme merali, bola hustota žiarivého toku označovaná ako Pointingov vektor  $\mathbf{S}$ . Táto hodnota sa dá jednoducho vypočítať vzťahom  $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$ . Naš merací prístroj pri meraní predchádzajúcich veličín intenzity elektrického poľa  $\mathbf{E}$  a intenzity magnetického poľa  $\mathbf{H}$  tieto veličiny hneď aj prerátaval na hustotu žiarivého toku  $\mathbf{S}$ .

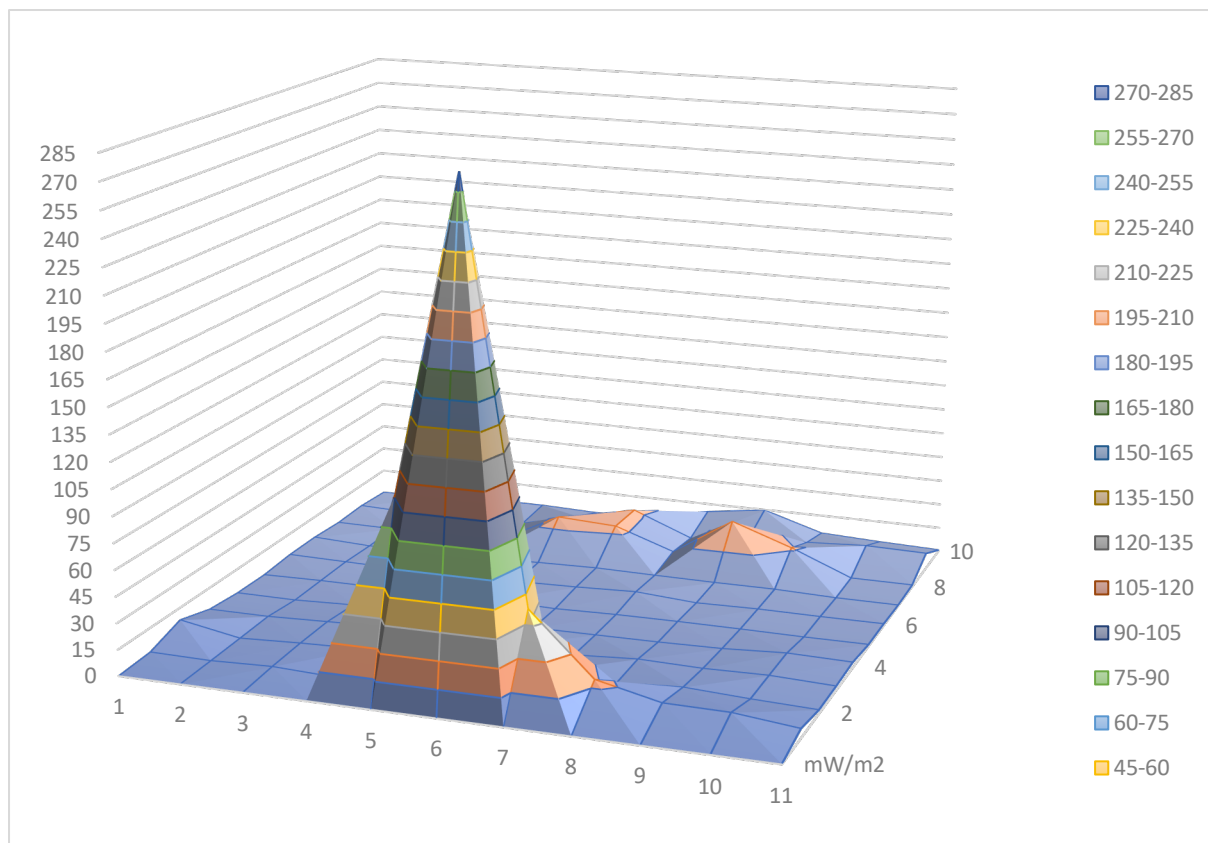
Pri prvom meraní (výsledky sú zobrazené na obrázku 33), kde boli všetky prístroje vypnuté, bola zistená maximálna hodnota hustoty žiarivého toku  $0,00233 \text{ W/m}^2$ . Priemerná vypočítaná hodnota hustoty žiarivého toku bola  $0,00012 \text{ W/m}^2$ . Ani jedna z týchto hodnôt neprekračuje limity stanovené vyhláškou.



Obrázok 33 Výkonová hustota  $S$  (všetky zariadenia vypnuté)

Počas druhého merania, ktoré prebiehalo pri spustení všetkých prístrojov (notebooky, počítač, dataprojektor a mobilné telefóny), boli zistené podstatne vyššie hodnoty hustoty žiarivého toku (obrázok 34). Maximálna nameraná hodnota bola 120 násobne vyššia a dosahovala  $0,2805 \text{ W/m}^2$ . Priemerná hodnota bola 62 - násobne vyššia ako pri prvom meraní, keď bolo v miestnosti všetko vypnuté. Priemerná vypočítaná hodnota bola pri tomto meraní  $0,00742 \text{ W/m}^2$ . Ani pri tomto meraní neboli prekročené limity stanovené vyhláškou ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007.

Meranie elektrosmogu v bežnom živote je dôležité z dôvodu zistenia jeho extrémnych hodnôt a teda možného vplyvu na zdravie. Počas nami realizovaného merania neboli v meraných hodnotách započítané hodnoty mimo rozsahu nášho meracieho prístroja. Na pokrytie všetkých hodnôt by bolo potrebné vykonať viac meraní s rôznymi prístrojmi, ktoré by pokryli celý frekvenčný rozsah. Merali sme intenzitu elektrického poľa  $E$ , intenzitu magnetického poľa  $H$  a hustotu žiarivého toku - Pointingov vektor  $S$ . Najväčšia hodnota intenzity elektrického poľa  $10,28 \text{ V/m}$  bola zistená pri druhom meraní realizovanom za prítomnosti študentov a zapnutých prístrojoch.



Obrázok 34 Výkonová hustota S (všetky zariadenia zapnuté)

Ak si túto hodnotu porovnáme s dovolenými hodnotami intenzity elektrického poľa, ktoré určuje Vyhláška ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 zo 16. augusta 2007, zistíme, že ani táto maximálna hodnota spomedzi všetkých nepresahuje stanovené limity. V prípade intenzity magnetického poľa najväčšia hodnota bola takisto nameraná počas merania, keď boli všetky prístroje zapnuté. Intenzita magnetického poľa dosiahla hodnotu 0,02727 A/m, čo je podstatne menej, ako povoľuje vyhláška. Maximálna hodnota hustoty žiarivého toku bola 0,2805 W/m<sup>2</sup>. Ani táto hodnota nepresahovala limitné hodnoty stanovené vyhláškou. Môžeme skonštatovať, že namerané hodnoty v počítačovej učebni vyhovujú dovoleným limitom.

Pri porovnaní pôdorysu učebne a grafických zobrazení nameraných hodnôt je možné konštatovať, že maximálne hodnoty boli zaznamenané najmä pri počítačoch, elektrických zásuvkách a miestach, kde bol zaznamenaný hovor na mobilný telefón. Hodnoty boli nižšie so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od počítačového vybavenia učebne.

### Normy súvisiace s meraním elektromagnetického žiarenia

**STN EN 50413** Základná norma na postup merania a výpočtu expozície osôb elektrickými, magnetickými a elektromagnetickými poliami (0 Hz - 300 GHz)

**STN EN 50492** Základná norma na miestne meranie intenzity elektromagnetického poľa na expozíciu ľudí v blízkosti základňových staníc

**STN EN 50492/A1** Základná norma na miestne meranie intenzity elektromagnetického poľa na expozíciu ľudí v blízkosti základňových staníc

**STN EN 62232** Stanovenie intenzity vysokofrekvenčných polí, hustoty výkonu a špecifickej miery absorpcie (SAR) v okolí rádiokomunikačných základňových staníc na účely hodnotenia expozície osôb

**STN EN 62311** Posudzovanie elektronických a elektrických zariadení z hľadiska obmedzenia expozície osôb elektromagnetickými poliami (0 Hz - 300 GHz)

**STN EN 50383 (36 7087)** Základná norma na výpočet a meranie intenzity elektromagnetického poľa a SAR, týkajúca sa vystavenia osôb elektromagnetickým poliam základňových rádiových staníc a pevných koncových staníc bezšnúrových telekomunikačných systémov (110 MHz - 40 GHz)

**STN EN 50360/A1 (36 7901)** Výrobová norma na preukazovanie zhody mobilných telefónov so základnými obmedzeniami z hľadiska vystavenia človeka elektromagnetickým poliam (300 MHz až 3 GHz)

**STN P ENV 50166-1 (33 2040)** Vystavenie ľudského organizmu pôsobeniu nízkofrekvenčných elektromagnetických polí s frekvenciou od 0 Hz do 10 kHz

**VYHLÁŠKA 534/2007 Z.z.** Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o podrobnostiach o požiadavkách na zdroje elektromagnetického žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickému žiareniu v životnom prostredí

#### **4 VÝSKUMY V OBLASTI ELEKTRONICKÉHO VZDELÁVANIA A MERANIA FAKTOROV PRACOVNÉHO PROSTREDIA**

V tejto kapitole sú zhrnuté výsledky z výskumov iných autorov a aj riešiteľov projektu Kega č. 012UKF-4/2020 Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia. Ide hlavne o výskumy z používania dištančného vzdelávania, e-learningu merania faktorov pracovného prostredia v praxi.

Prvá zmienka o dištančnom vzdelávaní sa objavuje pred 150 rokmi. Historicky prvou inštitúciou pre dištančné vzdelávanie bola v roku 1840 korešpondenčná škola v Anglicku. V šesťdesiatych rokoch minulého storočia sa začala éra multimedialného vzdelávania prostredníctvom počítačových programov a sietí, telekomunikačných satelitov, audiovizuálnych učebníc a pod. Na univerzitnej úrovni sa dištančné vzdelávanie začalo uplatňovať v roku 1969, kedy vznikla English Open University. V súčasnosti je na dištančné vzdelávanie najpoužívanejší e-learning, t.j. elektronické vzdelávanie súvisiace s počítačmi a internetom (viac v J. Průcha, 2006).

Ako sa technológie vzdelávania zlepšovali, elektronické vzdelávanie sa stávalo stále významnejším pre moderné vzdelávanie. Viacerí autori sa venovali výhodám elektronického vzdelávania a konštatovali, že technológie by sa mali používať ako partneri pri učení a pozornosť by sa mala venovať tomu, ako sa ľudia môžu učiť v dôsledku technologického pokroku (Jonassen a kol., 1999). Zároveň ako najväčšiu výhodu elektronického vzdelávania uvádzali, že technologicky riadený vzdelávací systém oslovuje študentov z dôvodu pohodlia, pri ktorom učenie nie je obmedzené facilitátormi alebo učiteľmi a čas a vzdialenosť nemôžu študentov oddeliť (Raab et al., 2002).

E-learning, ak má byť skutočne efektívnym nástrojom pre vzdelávanie dištančnou formou štúdia, sa musí opierať o príslušnú technologickú bázu, ktorú mu poskytujú platformy umožňujúce on-line vzdelávacie aktivity. Medzi najčastejšie využívané platformy patrí LMS Moodle, ale aj niekoľko ďalších produktov, ktoré úplne či čiastočne nahrádzajú jeho funkcionality. Implementácia plnohodnotného LMS je spravidla značne časovo aj finančne náročná, a preto mnoho menších vzdelávacích inštitúcií volí aj alternatívne on-line vzdelávacie platformy ako je MS Teams, EduPage či Google Classroom.

LMS Moodle je platforma, ktorá je využívaná najmä vysokoškolskými študentmi. Študenti počas štúdia získavajú množstvo informácií prostredníctvom vzdelávacích systémov ako je Moodle, no nie všetky kurzy, ktoré majú k dispozícii, spĺňajú kritériá kvalitného študijného

materiálu, ktorý by ich viedol k samostatnosti v štúdiu a motivácii študentov (Tomková et al., 2018). Pre študentov je presnosť a komplexnosť e-learningových kurzov kľúčovým prvkom pri ich využívaní na účely výučby (S. K. S. Cheung, 2018). Z tohto dôvodu je dôležité, aby učitelia vedeli vytvárať kvalitné obsahy e-learningových kurzov a efektívne manažovať dištančné vzdelávanie. Univerzity pripravujúce učiteľov by mali reagovať zmenou študijných plánov, posilnením prípravy učiteľov na dištančné vzdelávanie (Ilieva, G., Yankova, T., 2020).

Učebné stratégie sú zámerné aktivity učiaceho sa zamerané na uľahčenie získavania a spracovania informácií. Ide o všeobecný pojem, ktorý sa týka používania kognitívnych a metakognitívnych stratégií. Kognitívne stratégie sú činnosti a myšlienky, ktoré uľahčujú kódovanie informácií a ich získavanie z pamäte. Metakognitívne stratégie sú postupy používané na plánovanie, sledovanie a regulovať myšlienkové procesy jednotlivca. V školskej praxi sa získavanie deklaratívnych vedomostí uskutočňuje prostredníctvom stratégií opakovania, rozpracovania a usporiadania. Procedurálne znalosti sa získavajú ako výsledok rozpoznávania a klasifikácie vzorov, zovšeobecňovania, rozlišovania a zapamätania si postupnosti aktivít (M.H. Dembo, 1997, s. 93-124; E. Filipiak, 2012, s. 72).

Využitie digitálnych zdrojov má pomôcť študentovi pripraviť sa na fungovanie v modernom svete. Umožňuje vytvorenie osobného vzdelávacieho prostredia, ktoré uprednostňuje získavanie vedomostí a rozvoj kľúčových zručností. Pri dosahovaní týchto cieľov je užitočné podporovať zmiešané vzdelávanie, ktoré kombinuje dištančné vzdelávanie s tradičnými vyučovacími metódami. Dynamický význam blogodidaktiky, videodidaktiky, webquestových metód a e-portfólia je prejavom rastúceho významu tejto formy vzdelávania (D. Hofman-Kozłowska, 2013, s. 52-76). V súčasnosti prebieha viacero výskumov, ktoré sú zamerané na prínosy, ale aj nevýhody e-learningu. Pozitívny prínos e-learningu vo vyučovaní konštatuje hneď niekoľko výskumov:

Shurygin a Krasnova zistili, že zavedenie elektronických výučbových kurzov fyziky do vzdelávacieho procesu v rámci denného štúdia zvyšuje efektívnosť samostatnej práce študentov. Systematizované bloky materiálov elektronických výučbových kurzov, ľahká navigácia v rámci kurzu prispievajú k pravidelnosti a dôslednému plneniu úloh samostatnej práce pod dohľadom učiteľa počas celého semestra. Neustála spätná väzba, dostupnosť vzdelávacích informácií a pracovných výsledkov študentov zároveň disciplinuje a motivuje ich k produktívnejšiemu samoštúdiu (Shurygin, Krasnova, 2016).

Výskum efektívnosti vyučovania formou kombinovaného e-learningu uskutočnili aj v Taiwane so žiakmi strednej školy v odbore elektrotechnika. Účastníci boli náhodne vybraní a zaradení

bud' do experimentálnej skupiny, ktorá študovala kombinovaným e-učením, alebo do kontrolnej skupiny, ktorá študovala prostredníctvom tradičného učenia v triede. Výsledky ukázali, že medzi kombinovaným e-učením a tradičným učením neboli významné rozdiely vo výsledkoch vedomostných testov žiakov (Chang, C.-C., Shu, K.-M., Liang, C., Tseng, J.-S. & Hsu, Y.-S., 2014).

Štúdia zistila, že e-learning poskytuje študentom časovú flexibilitu a motivuje študentov robiť si vlastnú prácu bez pomoci iných. Dôležitým záverom výskumu tiež bolo, že študenti sa cítia komfortne pri používaní internetu na výučbu. Štúdia dospela k záveru, že e-learning je systém, ktorý poskytuje študentom časovú flexibilitu pri učení a motivuje študentov, aby robili svoju prácu bez pomoci iných. (Salamat L. et al., 2018)

Na Moskovskej univerzite uskutočnili výskum zameraný na overenie účinnosti e-kurzu „Matematické metódy v psychológii“ ako otvoreného digitálneho vzdelávacieho zdroja na implementáciu zmiešaného vzdelávania. Zistili, že vzdelávacie výsledky študentov sa po absolvovaní e-kurzu štatisticky významne zlepšili ( $p < 0,001$ ). Skupinové vzdelávacie výsledky zmiešaného vzdelávania boli výrazne vyššie v porovnaní s tradičnou skupinou v triede ( $p < 0,001$ ). Vo všeobecnosti študenti pozitívne hodnotili využívanie digitálnych zdrojov v procese blended learning ako moderný prístup a vyjadrili želanie študovať ďalšie predmety alebo kurzy v tomto formáte (na iných univerzitách v Rusku aj v zahraničí). (Sorokova, 2020)

Negatívne aspekty uplatňovania e-learningu vo výučbe avizujú výsledky týchto výskumov:

Používanie nových médií nezaručuje uspokojivé výsledky vo vyučovacom procese. Je to kvôli stratégiám učenia, ktoré vytvorili samotní študenti. Výrazne zvyšujú tempo práce a skracujú čas strávený učením. Ich účinnosť je však zrejmá. Z dlhodobého hľadiska spôsobujú, že študentom chýbajú časti vedomostí a zaostávajú. Okrem toho sa vytráca kreativita študentov. V tejto situácii zohráva osobitnú úlohu učiteľ, ktorý implementáciou efektívnych učebných stratégií umožňuje študentom vybudovať kompletné deklaratívne a kontextové znalosti. (Jędryczkowski, J., 2019, s. 58)

Nicholas Car (2013) tvrdí, že dynamické multimediálne správy prehliadané od detstva ovplyvňujú zmýšľanie príjemcov. Vytráca sa ich schopnosť sústrediť sa na dlhšie časti textu. V dôsledku toho hľadajú hotové riešenia, čo vedie k zániku kreativity. Tento názor potvrdil aj výskum na univerzite v Zielonej Góre. Študenti využívajúci videokurzy správne vykonávali úlohy vyžadujúce znalosť prezentovaných postupov. Žiaľ, ich projekty boli väčšinou kópiami

prezeraných riešení. Nepoužívali tipy na iné využitie postupov, ktoré sa učili. (Jędryczkowski, J., 2019)

Výskumníci vykonali prieskumnú štúdiu s cieľom určiť kvalitu dizajnu niektorých e-kurzov poskytovaných prostredníctvom webu niekoľkým kolegom na univerzite. Výsledky odhalili množstvo nedostatkov v dizajne týchto kurzov, väčšinou v dôsledku absencie efektívnych princípov v dizajne týchto e-kurzov, najmä princípov pedagogiky vo vzťahu k teóriám učenia. Sú to: identifikácia výsledkov vzdelávania a výkonu; identifikácia metód a stratégií učenia sa; navrhovanie vzdelávacích aktivít; poskytovanie spätnej väzby a motivovanie učiacich sa a určovanie kontextu a vplyvu učenia sa. (Afifi, Alamri, 2014)

Výskum zameraný na postoje študentov k používaniu e- kurzu vo výučbe technicky orientovaných predmetov uskutočnili Rojko A. a kol. (2010). Cieľovou skupinou kurzu Základy mechatroniky boli zamestnaní a nezamestnaní dospelí odborníci z rôznych inžinierskych oblastí, ktorí už ukončili formálne vzdelanie, ale chceli získať nové vedomosti. Z výsledkov výskumu vyplynulo, že zatiaľ čo dospelí odborníci ocenili, že kurz bol realizovaný kompletne online, bežní študenti stále uprednostňujú klasické prednášky a najmä klasické laboratórne cvičenia pred diaľkovými.

Ako vidíme zo stručného prehľadu výskumov orientovaných na využívanie e-learningu vo výučbe, úspech takto organizovanej výučby veľmi úzko súvisí štruktúrou kurzov, ktoré sú na výučbu používané. Na to je potrebné myslieť už pri tvorbe kurzov. SamirAbdel-Haq, M. - Asfoura, E. (2021) vytvorili základné štandardy, ktoré by tvorcovia mali dodržiavať pri tvorbe e-kurzov. Sú to:

- ***Úvod a prehľad e-kurzu***

Objasňuje všeobecný dizajn e-kurzu pre študenta na začiatku semestra.

- ***Ciele a výsledky vzdelávania***

Opisuje vzdelávacie ciele a výsledky, ktoré budú študenti schopní dosiahnuť po ukončení kurzu, a spája ich s rôznymi aktivitami kurzu.

- ***Hodnotenie a meranie***

Opisuje nástroje merania a hodnotenia používané na hodnotenie dosahovania cieľov a výsledkov učenia sa študentmi a poskytuje im spätnú väzbu.

- ***Vzdelávacie materiály a dizajn***

Definuje špecifikácie vzdelávacích materiálov, ktoré umožňujú študentom dosiahnuť stanovené ciele alebo výsledky vzdelávania.

- ***Vzdelávacie aktivity a interakcia***

Opisuje aktivity súvisiace s aktívnym učením sa a interakciou a participáciou študentov s elektronickým kurzom a pedagógov a rozsah ich integrácie so vzdelávacími aktivitami v rámci kurzu.

- ***Technológie a techniky***

Špecifikuje techniky používané v kurze, ktoré pomáhajú študentom pri dosahovaní vzdelávacích cieľov a výsledkov.

- ***Podpora pre študentov a učiteľov***

Definuje špecifikácie činností súvisiacich s rozvojom a vzdelávaním pedagógov a študentov, aby mohli vykonávať svoje úlohy v prostredí e-learningu.

- ***Rovnosť, dostupnosť a použiteľnosť***

Opisuje postupy súvisiace s jednoduchou dostupnosťou e-kurzu a používaním jeho obsahu, programov, nástrojov a vzdelávacích zdrojov a používaním nástrojov interakcie a komunikácie.

#### **4.1 Sociálna sieť Facebook vo vzdelávaní**

Podporu vzdelávania študentov na univerzite prostredníctvom facebookovej skupiny sme sa rozhodli vyskúšať. Na začiatku semestra sme na prvej vyučovacej hodine vytvorili uzavretú facebookovú skupinu ku každému predmetu, ktorý sme vyučovali. Uzavretú skupinu sme zvolili z dôvodu vyššieho súkromia. V uzavretej skupine vidia príspevky a môžu pridávať príspevky iba členovia skupiny. Členov skupiny schvaľuje administrátor skupiny, t. j. pedagóg.

Vytvorená skupina môže plniť niekoľko rôznych funkcií a úloh:

1. **Projekty/Domáce úlohy** – pedagóg môže v skupine zadávať rôzne projekty/domáce úlohy, ktoré študenti majú (musia) splniť. Projekt, alebo úlohu nie je potrebné zadávať študentom počas vyučovania. Študenti majú prístup na Facebook prakticky nonstop. Väčšina študentov je na sociálnej sieti prihlásená niekoľko krát do dňa, takže je minimálne riziko, že by si študent nevšimol svoje zadanie (úlohu). Pedagóg zároveň môže sledovať, či študent daný oznam o zadaní na Facebooku videl a tak isto vidí, kedy projekt alebo úlohu odovzdal. Naše úlohy boli zamerané na preopakovanie učiva. Cieľom pri výbere projektu bolo, aby študenti sami našli a spracovali relevantné informácie o preberanom učive a zároveň si sami vytvárali databázu materiálov potrebných ku skúške, alebo ku štátnym skúškam. Úlohy ako aj projekty boli vždy kontrolované a pripomienkované pedagógom.

Kontrola pedagógom zabezpečila, aby sa ku študentom nedostali nepravdivé, alebo neaktuálne informácie.

2. **Súbory, dokumenty** – pedagóg ale aj študenti, môžu nahrávať do skupiny rôzne súbory a dokumenty. Príkladom nahrávania súborov môžu byť seminárne práce, projekty, úlohy, ktoré študenti nahrajú do skupiny pár dní pred vyučovaním. Toto dáva učiteľovi možnosť skontrolovať relevantnosť informácií v seminárnej práci. Ďalšia možnosť ako využiť túto funkcionality je vkladanie poznámok, publikácií, skript, prezentácií z prednášok a cvičení pedagógom. Študenti tak majú na jednom mieste všetky podklady k predmetu a učiteľ má prehľad o aktivite študentov.
3. **Fotografie a videá** – Do facebookovej skupiny môžeme pridať aj fotografie a videá. Videá aj fotografie môžu byť v akomkoľvek formáte a Facebook ich spracuje tak, aby sa dali zobrazovať na každom PC alebo smartfóne/tablete. Dokonca je možné pridávať aj 360 stupňové videá.
4. **Odkazy na stránky** – pedagóg, ale aj študenti, môžu ľahko pridávať alebo zdieľať do skupiny odkazy na zaujímavé stránky, ktorých obsah súvisí s predmetom vzdelávania.
5. **Udalosti** – pedagóg má možnosť vytvoriť v skupine udalosť. Udalosť sa môže týkať napríklad rôznych exkurzií, dôležitých dátumov, skúšok, testov a podobne. Týmto spôsobom je možné sa vyhnúť zabudnutiu zo strany študenta, ale aj pedagóga. Udalosť sa niekoľko dní pred jej skončením zobrazuje v upozorneniach študentov aj pedagóga.
6. **Anketa** – slúži na prieskum mienky skupiny. Výsledok ankety môže byť veľmi užitočný pri plnení si svojich pracovných, resp. študentských povinností. Tiež môže plniť úlohu spätnej väzby pre učiteľa, či sú študenti s jeho prácou spokojní.
7. **Komunikácia** – slúži na odovzdávanie informácií medzi členmi skupiny. Členovia skupiny si tak vedia medzi sebou vymieňať informácie o predmete, alebo diskutovať o preberanej problematike z vyučovacej hodiny. V skupine môže komunikácia prebiehať medzi:
  - pedagógom a študentom,
  - študentom a študentom.

Komunikácia v skupine je viditeľná pre všetkých členov a väčšinou prebieha formou komentárov.

Po absolvovaní predmetu sme požiadali študentov o vyplnenie dotazníka, ktorý zisťoval ich názory a postoje k takejto forme podpory vzdelávania. Prieskumnú vzorku tvorilo 228 študentov. Dotazníkom sme zisťovali, ako vnímajú študenti podporu vzdelávania

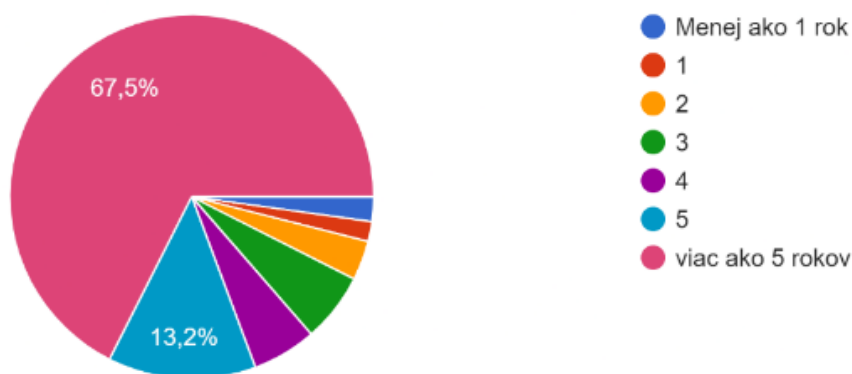
prostredníctvom Facebooku a tiež ako ju vnímajú v porovnaní so vzdelávaním prostredníctvom LMS Moodle.

Postojový dotazník bol vlastnej konštrukcie a obsahoval 21 položiek. Dotazník bol tvorený otvorenými a uzatvorenými položkami.

Na začiatku dotazníka sme sa pýtali študentov, koľko rokov pracujú so sociálnou sieťou Facebook. Cieľom bolo zistiť, či je táto sociálna sieť u študentov populárna a ak áno, ako dlho ju používajú. Z odpovedí viditeľných na obrázku 35 je zrejmé, že u študentov je sociálna sieť Facebook veľmi populárna. Môžeme z toho vyvodiť, že viac ako 80 % študentov využíva Facebook päť a viac rokov.

#### Koľko rokov používate sociálnu sieť Facebook?

228 odpovedí

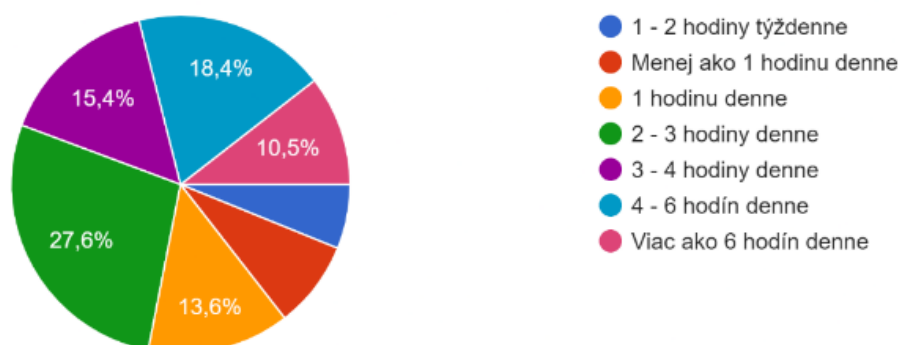


Obrázok 35 Koľko rokov pracujú študenti s Facebookom

Na popularitu a frekvenciu využívania sociálnej siete Facebook sa zamerala ďalšia otázka (obrázok 36). Študenti odpovedali, že využívajú sociálnu sieť Facebook v 27,6 % dve až tri hodiny denne, 15,4 % využíva Facebook tri až štyri hodiny denne, 18,4 % je na Facebooku štyri až šesť hodín denne a 10,5 % využíva sociálnu sieť Facebook viac ako šesť hodín denne. Viac ako 70 % všetkých študentov je teda pripojených k Facebooku viac ako dve hodiny denne. Toto vysoké číslo naznačuje veľkú popularitu Facebooku u študentov.

### Ako často pracujete so sociálnou sieťou Facebook?

228 odpovedí

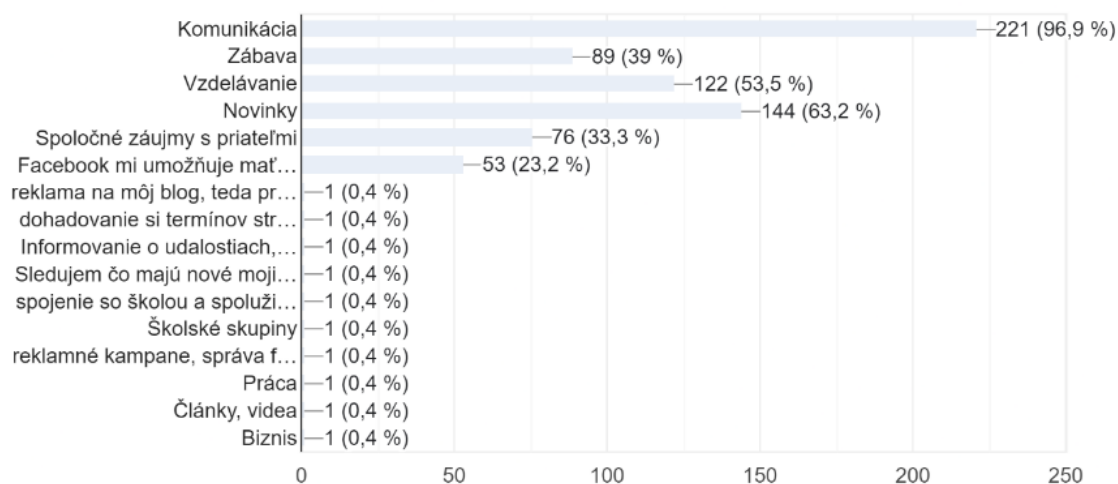


Obrázok 36 Čas strávený na sociálnej sieti Facebook

Od študentov sme chceli ďalej zistiť, na čo všetko využívajú sociálnu sieť Facebook. Zaujímali nás hlavne odpovede súvisiace so vzdelávaním. Najviac študentov podľa obrázku 37, využívalo sociálnu sieť Facebook na komunikáciu (96,9 %), potom nasledovalo zisťovanie novinek (63,2 %) a vzdelávanie (53,5 %). Ostatné položky ako zábava, spoločné záujmy s priateľmi a to, že Facebook študentom umožňuje mať všetky informácie, ktoré študentov zaujímajú na jednom mieste dosiahli percentuálne rozpätie 23,2 % až 39 %. Z pohľadu využitia sociálnej siete Facebook vo vzdelávaní bolo pozitívne zistenie, že viac ako polovica opýtaných študentov využíva Facebook na vzdelávanie.

### Na čo využívate sociálnu sieť Facebook?

228 odpovedí

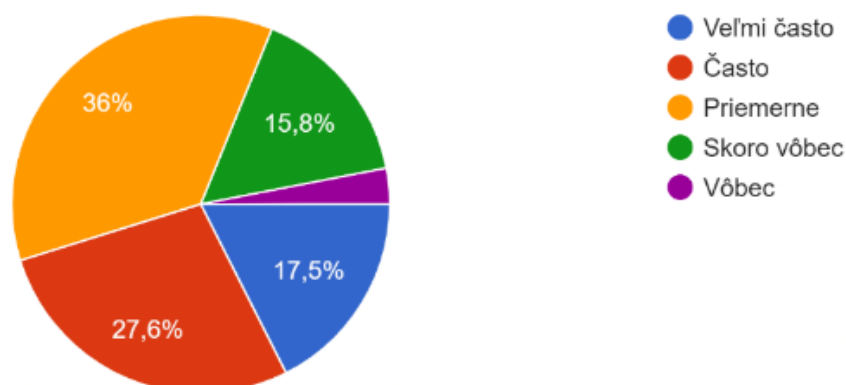


Obrázok 37 Možnosti využitia sociálnej siete Facebook

To, že študenti využívajú sociálnu sieť Facebook vo vzdelávaní, nám potvrdzujú aj výsledky z ďalšej otázky, ktoré sú graficky znázornené na obrázku 38. V tejto otázke sme sa pýtali študentov, či využívali, alebo ešte stále využívajú Facebook vo vzdelávaní. Viac ako 45 % študentov uviedlo, že používa sociálnu sieť Facebook vo vzdelávaní veľmi často, alebo často. Presne 36 % respondentov používa sociálnu sieť Facebook priemerne. Len 15,8 % študentov sa vyjadrilo, že sociálnu sieť Facebook vo vzdelávaní nevyužívajú skoro vôbec. Študentov, ktorí vôbec vo vzdelávaní nevyužívajú sociálnu sieť Facebook je 3,1 %. Môžeme konštatovať, že 81 % študentov využíva, alebo využívalo sociálnu sieť Facebook vo vzdelávaní. Z toho viac ako polovica využíva Facebook často alebo veľmi často.

#### Využívali ste, alebo ešte stále využívate Facebook aj vo vzdelávaní na UKF?

228 odpovedí

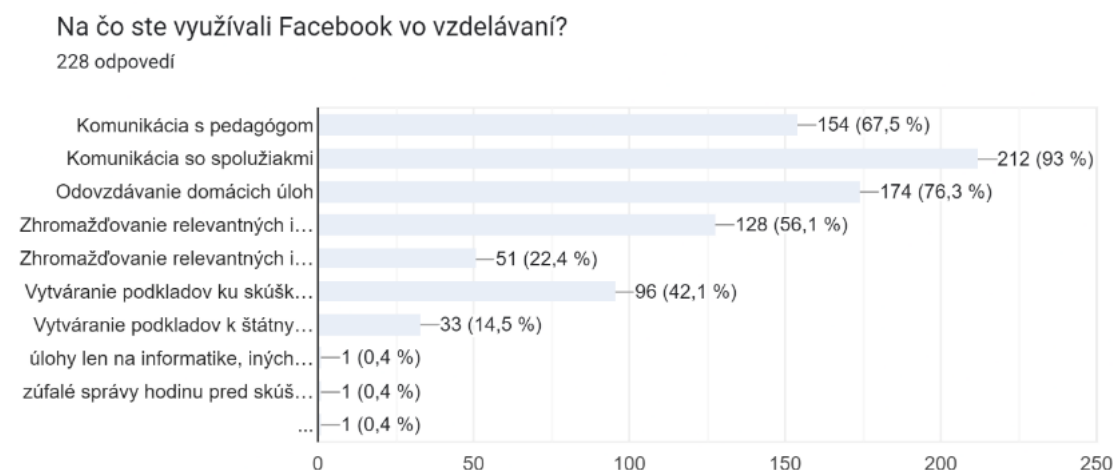


Obrázok 38 Ako často využívali študenti sociálnu sieť Facebook vo vzdelávaní na UKF

Nasledujúcou otázkou sme zisťovali, na čo študenti vo vzdelávaní využívajú sociálnu sieť Facebook. Z odpovedí študentov vyplýva (obrázok 39), že najviac (93 %) študentov používa Facebook na komunikáciu so spolužiakmi. Druhá najčastejšia odpoveď bola, že študenti odovzdávajú domáce úlohy (76,3 %), alebo zadania od pedagóga na sociálnu sieť. Tieto zadania odovzdávajú do uzatvorenej skupiny, vytvorenej iba pre potreby predmetu. Veľká skupina študentov (67,5 %) sa vyjadrila, že v rámci vzdelávania využíva sociálnu sieť Facebook na komunikáciu s pedagógom. Z toho vyplýva, že pre študentov je komunikácia medzi sebou, ale aj medzi študentom a pedagógom veľmi dôležitá. Ďalej študenti využívali sociálnu sieť Facebook na zhromažďovanie relevantných informácií k vyučovaciemu predmetu. Viac ako 56 % uviedlo, že ide o zhromažďovanie relevantných informácií študentmi. Viac ako 22 % študentov uviedlo, že relevantné informácie k predmetu vo Facebookovej skupine

zhromažďoval pedagóg. Veľká skupina študentov (42,1 %) využívala Facebook ako priestor, kde si študenti vytvárali a zhromažďovali podklady ku skúške. Všetky materiály, ktoré do uzavretej facebookovej skupiny vytvorenej k predmetu vložil pedagóg alebo študenti, tak mohli poslúžiť ako študijný materiál ku skúške, ak z daného predmetu bola skúška. Preto, ak je aj percentuálne vyhodnotenie tejto otázky na prvý pohľad nízke, interpretujeme to tak, že nie všetky predmety končili skúškou a tým pádom na túto odpoveď reflektovali iba študenti predmetu, ktorý skúškou končil, resp. mal záverečný test.

Veľmi podobne môžeme interpretovať odpoveď, kde študenti uviedli, že sociálnu sieť Facebook využívali na vytváranie podkladov ku štátnym skúšam. Túto možnosť zvolilo 14,5 % študentov. Predpokladáme, že túto možnosť zvolili iba tí študenti, ktorí sociálnu sieť Facebook využívali vo vzdelávaní na predmetoch, ktorých obsah bol predmetom štátnych skúšok.



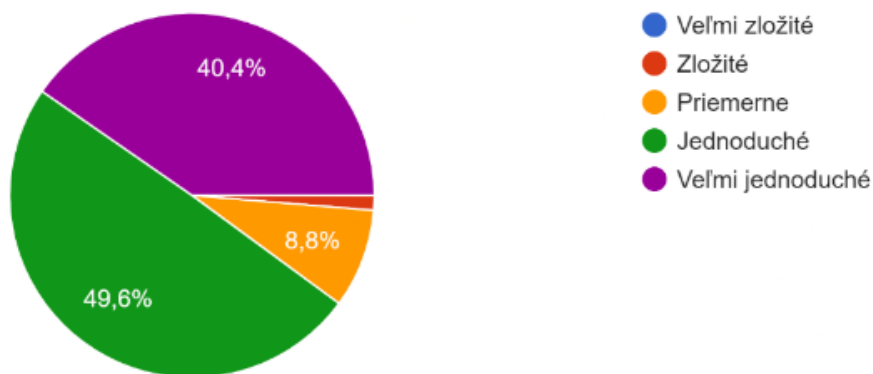
Obrázok 39 Využívanie Facebooku vo vzdelávaní študentami

Nasledujúcou otázkou sme u študentov zisťovali, či bolo pre nich zložité osvojiť si systém práce so sociálnou sieťou Facebook. Z odpovedí zobrazených na obrázku 40 je zrejmé, že študenti prakticky nemali problém osvojiť si systém práce so sociálnou sieťou Facebook. Viac ako 40 % študentov odpovedalo, že osvojenie si práce s Facebookom bolo veľmi jednoduché. Takmer 50 % uviedlo, že osvojenie si práce s Facebookom vo vzdelávaní bolo jednoduché. Len necelých 9 % študentov sa vyjadrilo, že osvojenie si práce s Facebookom bolo priemerné a len 1,3 % uviedlo, že to bolo zložité. Nikto zo študentov neuviedol, že by osvojenie si práce s Facebookom bolo veľmi zložité. Z výsledkov odpovedí vyplýva, že študenti si prácu so sociálnou sieťou osvojili prakticky okamžite a bez väčších problémov. Z toho vyplýva, že prakticky nie je potrebné uskutočňovať žiadne vstupné školenia na to, aby si študenti osvojili

prostredie a zorientovali sa v ňom, čo je veľká výhoda oproti štandardným vzdelávacím LMS systémom.

#### Bolo zložité osvojiť si systém práce s Facebookom?

228 odpovedí

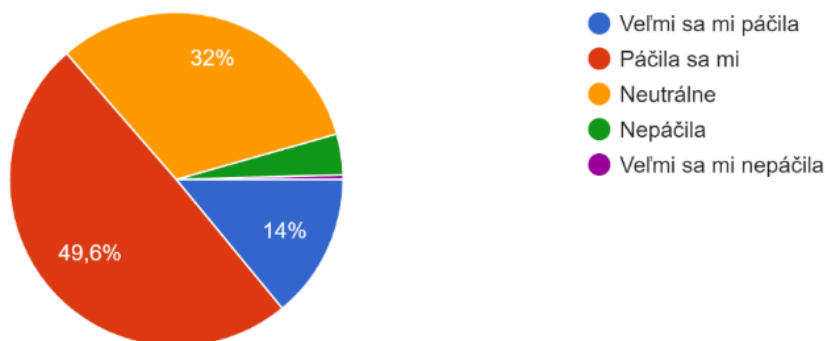


Obrázok 40 Osvojenie si systému práce s Facebookom

Obrázok 41 zobrazuje výsledky odpovedí študentov na otázku: Ako sa Vám páčila podpora vyučovania prostredníctvom Facebooku? Výsledky odpovedí na túto otázku boli jednoznačné. Skoro 64 % študentov sa vyjadrilo kladne. Z týchto 64 % sa 14 % študentov vyjadrilo, že sa im podpora vyučovania prostredníctvom sociálnej siete Facebook veľmi páčila a 49,6 % študentov označilo, že sa im tento spôsob podpory vzdelávania páčil. Neutrálnu odpoveď označilo 32 % študentov. Podpora vyučovania sa nepáčila 3,9 % študentov a veľmi sa nepáčila 0,4 % študentov.

#### Páčila sa Vám podpora vyučovania prostredníctvom Facebooku?

228 odpovedí

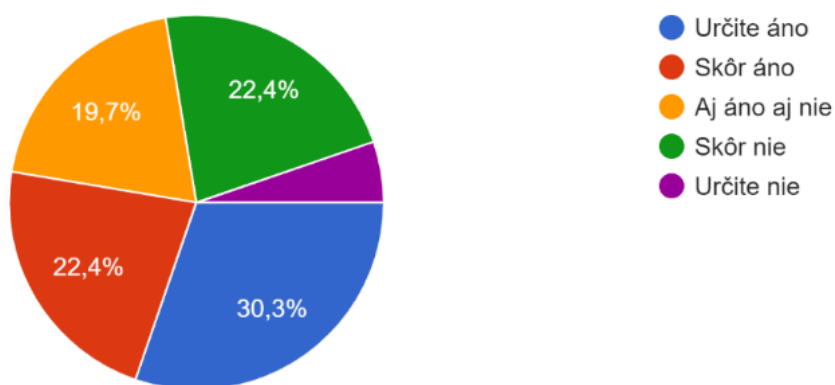


Obrázok 41 Ako sa páčila študentom podpora vyučovania prostredníctvom Facebooku

Keďže sme používali podporu vzdelávanie prostredníctvom sociálnej siete Facebook len na niektorých predmetoch, zaujímalo nás, či by študenti radi využili Facebook ako podporu vzdelávania aj na iných predmetoch, ktoré takto vyučované neboli (obrázok 42). Viac ako 30 % študentov vyjadrilo názor, že by určite využili Facebook ako podporu vyučovania aj na iných predmetoch. Skôr áno označilo 22,4 % študentov. Spolu sa teda kladne vyjadrilo necelých 53 % študentov. Neutrálnu odpoveď zvolilo 19,7 % študentov. Viac ako 22 % študentov vybralo odpoveď „skôr nie“ a len 5,3 % študentov by určite nevyužilo Facebook ako podporu vzdelávania na iných predmetoch. Pozitívne hodnotíme nadpolovičný výber kladných odpovedí na možnosť využitia sociálnej siete Facebook ako podpory vyučovania aj na iných predmetoch. Negatívny výber odpovedí v hodnote necelých 28 % naznačuje, že na niektorých predmetoch nie je vhodné využívať takúto podporu vzdelávania, alebo sa s touto metódou študenti nestotožnili.

#### Využili by ste Facebook ako podporu vyučovania aj na iných predmetoch?

228 odpovedí

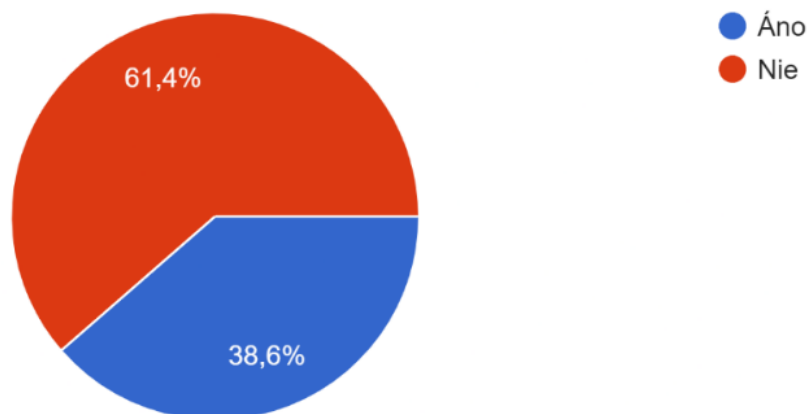


Obrázok 42 Využitie Facebooku ako podpory vyučovania na iných predmetoch

Naším cieľom bolo aj porovnanie podpory vzdelávania prostredníctvom sociálnej siete Facebook s podporou vzdelávania prostredníctvom LMS Moodle, ktorý sa na našej univerzite často využíva. Preto sme sa študentov pýtali, či počas vzdelávania na univerzite používali e-learningový systém LMS Moodle (obrázok 43). Necelých 39 % študentov vo vzdelávaní používalo e-learningový systém LMS Moodle. Viac ako 61 % študentov vo vzdelávaní na našej univerzite LMS moodle nepoužívalo.

## Používali ste pri vzdelávaní na UKF e-learningový systém Moodle?

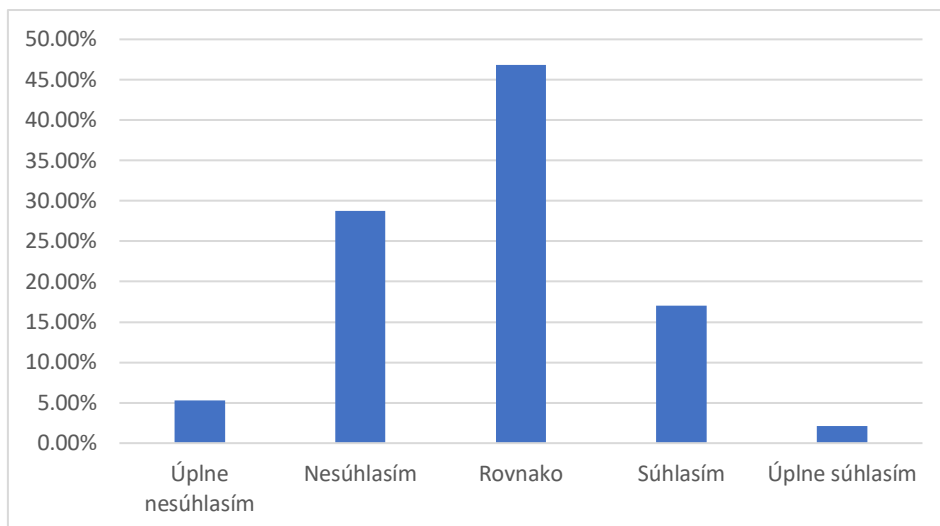
228 odpovedí



Obrázok 43 Využívanie e-learningového systému Moodle vo vzdelávaní na UKF

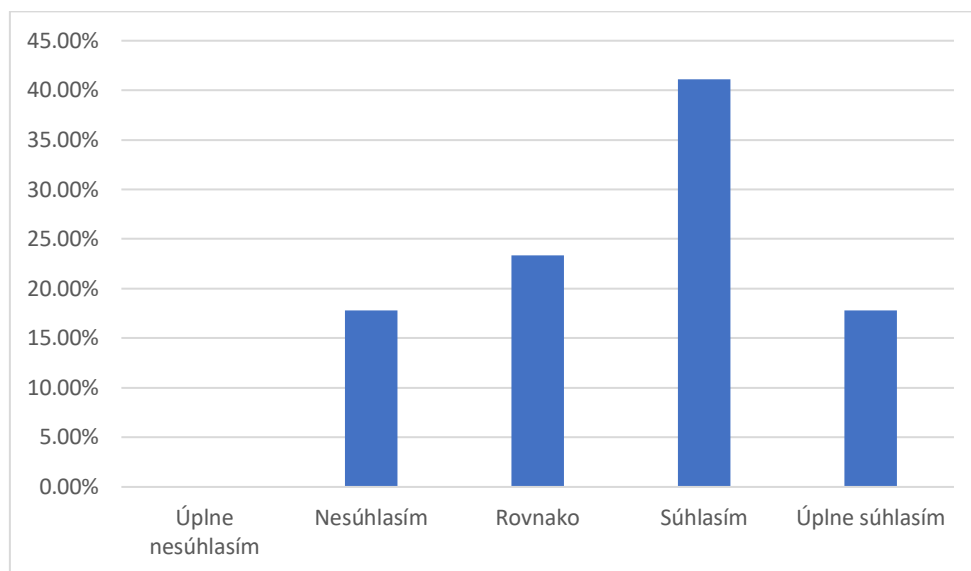
Študentom, ktorí používali vo vzdelávaní LMS Moodle sme položili otázky, na základe ktorých sme porovnávali podporu vzdelávania s podporou LMS Moodle a s podporou sociálnej siete Facebook (obrázky 44 až 49).

Na obrázku 44 sú zobrazené názory študentov na tvrdenie „Moodle sa jednoduchšie ovláda ako Facebook“. Podľa študentov toto tvrdenie nie je pravdivé. Viac ako 34 % s daným tvrdením nesúhlasí alebo úplne nesúhlasí. Skoro 47 % respondentov sa vyjadrilo, že oba systémy sa ovládajú rovnako. Len niečo viac ako 19 % študentov s daným tvrdením súhlasilo. Na základe odpovedí môžeme tvrdiť, že podľa študentov sa Facebook ovláda ľahšie alebo rovnako ako LMS Moodle.



Obrázok 44 Porovnanie ovládania Moodle vs Facebook

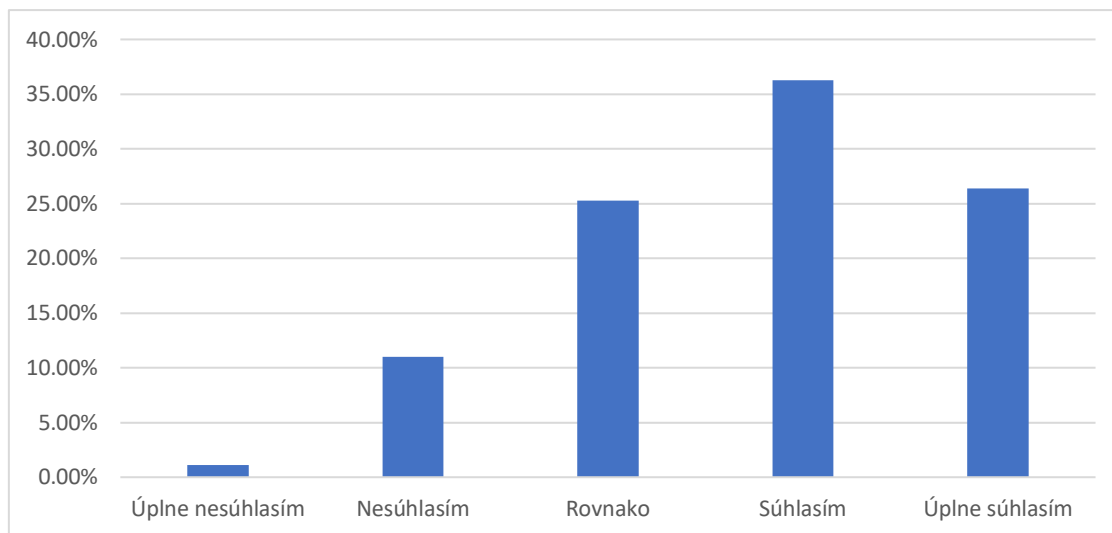
Nasledujúcou položkou sme zisťovali (obrázok 45), ktorý z nástrojov používaných na podporu vzdelávania je pre študentov prehľadnejší. Študenti mali potvrdiť alebo vyvrátiť tvrdenie, že „Facebook je prehľadnejší ako Moodle“. Skoro 59 % študentov s týmto tvrdením súhlasilo. Z toho 17,78 % úplne súhlasilo a 41,11 % súhlasilo. Za rovnako prehľadné ich považovalo viac ako 23 % študentov. S týmto tvrdením nesúhlasilo len 17,78 % študentov. Žiaden študent nezvolil odpoveď úplne nesúhlasím. Na základe analýzy odpovedí môžeme konštatovať, že pre väčšinu študentov je Facebook prehľadnejší ako LMS Moodle.



Obrázok 45 Porovnanie prehľadnosti Facebooku a LMS Moodle

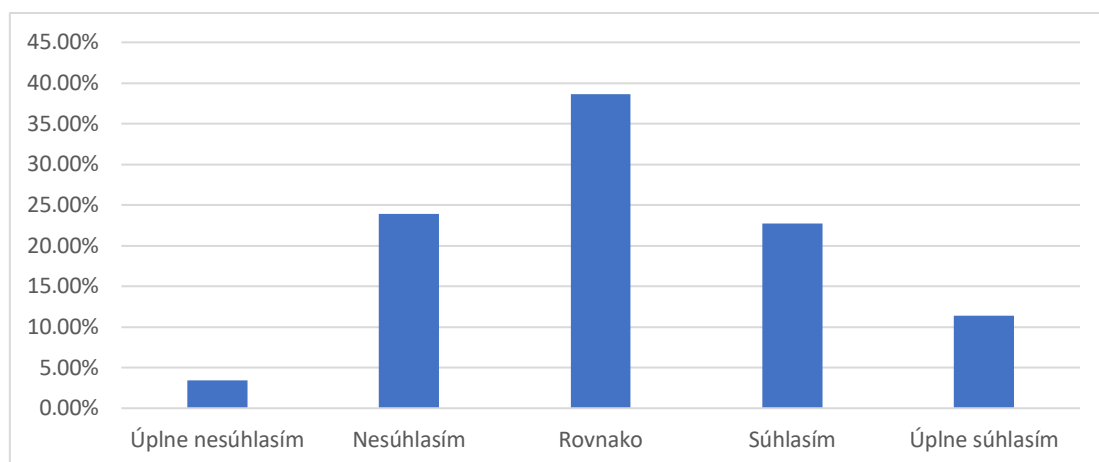
Od študentov sme chceli zistiť, s ktorým systémom sa naučili pracovať rýchlejšie. Študenti mali potvrdiť, alebo vyvrátiť tvrdenie „Pracovať s Facebookom som sa naučil(a) rýchlejšie ako s Moodlom“ (obrázok 46). Úplne súhlasilo s týmto tvrdením 26,37 % študentov a 36,26 %

študentov s tvrdením súhlasilo. Štvrtina študentov (25,27 %) zvolila odpoveď „rovnako“. To znamená, že zvládli ovládať obe aplikácie a ich prostredie rovnako rýchlo. S týmto tvrdením nesúhlasilo len necelých 11 % a úplne nesúhlasilo len 1,1 % študentov. Zo získaním 62,64 % súhlasných odpovedí na toto tvrdenie usudzujeme, že študenti sa naučili pracovať s Facebookom rýchlejšie ako s Moodleom“.



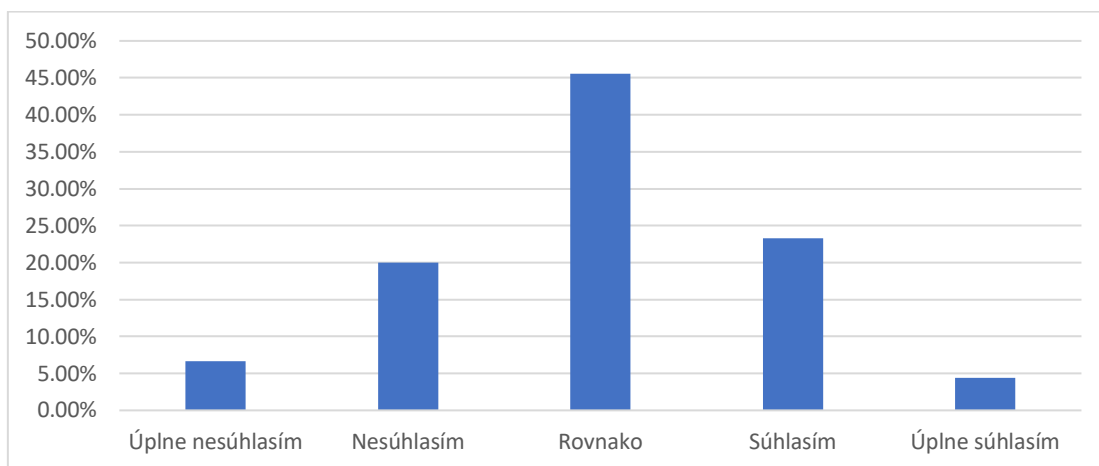
Obrázok 46 Porovnanie rýchlosti osvojenia práce s Facebookom a LMS Moodle

Ďalej sme chceli zistiť, ktorá z aplikácií má vo vzdelávaní podľa študentov väčšie možnosti využitia (obrázok 47). Študenti mali potvrdiť, alebo vyvrátiť tvrdenie, že „Moodle má väčšie možnosti využitia ako sociálna sieť Facebook“. Viac ako 34 % študentov s týmto tvrdením súhlasilo. Z toho 11,36 % úplne súhlasilo a 22,73 % súhlasilo. Temer 39 % študentov považovalo obe aplikácie čo sa týka možnosti využitia za rovnocenné. A viac ako 29 % študentov s tvrdením nesúhlasilo. Celkovo môžeme výsledky na toto tvrdenie zhodnotiť tak, že študenti považujú obe aplikácie z hľadiska využitia vo vzdelávaní za rovnocenné. Mierne väčší počet kladných odpovedí (6%) v prospech Moodleu nepovažujeme za štatisticky významný rozdiel.



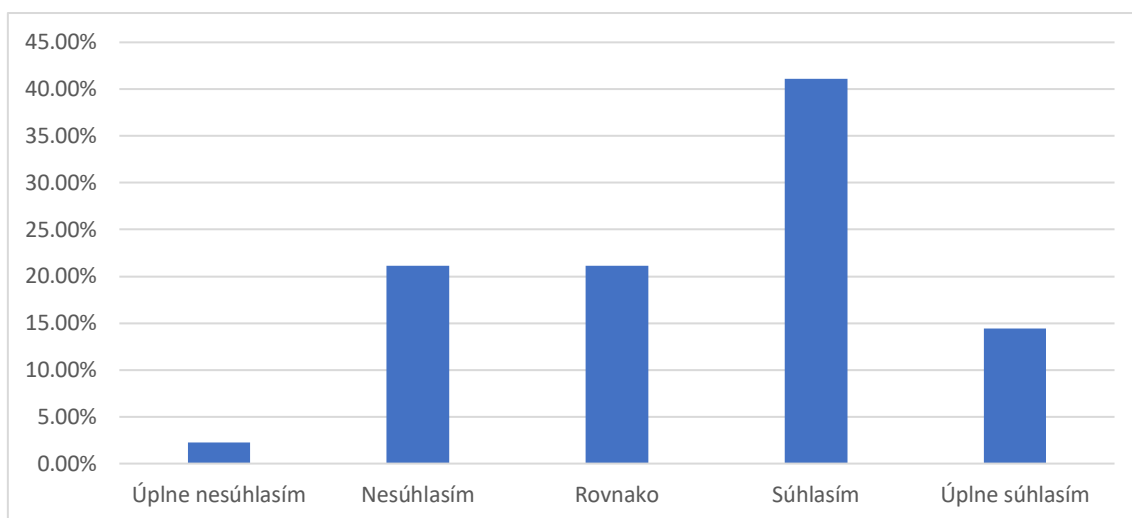
Obrázok 47 Porovnanie možností využitia LMS Moodle a Facebooku vo vzdelávaní

Porovnávali sme tiež, čo je lepšie na podporu vzdelávania, či sociálna sieť Facebook, alebo LMS Moodle (obrázok 48). Zisťovali sme to na základe overovania tvrdenia, že „Na podporu vzdelávania je lepší Facebook“. Toto tvrdenie podporilo temer 28 % študentov, z toho 4,44 % úplne súhlasilo a 23,33 % súhlasilo s našim tvrdením. Viac ako 45 % študentov a si ale myslelo, že obe platformy sú v podpore vzdelávania rovnocenné. Necelých 27 % s daným tvrdením nesúhlasilo. Z daných výsledkov je jednoznačne vidieť, že obe platformy sú podľa študentov na podporu vzdelávania rovnako vhodné. Rozdiel v súhlasných a nesúhlasných odpovediach je 1 %, čo nie je významný rozdiel.



Obrázok 48 Porovnanie podpory vzdelávania LMS Moodle a Facebooku

Posledným tvrdením sme zisťovali, či by podľa študentov vo väčšine predmetov stačil ako podporný prostriedok vzdelávania Facebook (obrázok 49). S týmto tvrdením súhlasilo viac ako 55 % študentov. Z toho 14,44 % úplne súhlasilo a 41,11 % súhlasilo. Viac ako 21 % študentov označilo odpoveď „rovnako“. Taký istý počet študentov (21,11 %) s tvrdením nesúhlasilo a 2,22 % študentov s tvrdením úplne nesúhlasilo.



Obrázok 49 Vyjadrenie študentov k podpore vzdelávania prostredníctvom sociálnej siete Facebook

Konštatujeme preto, že študenti považujú sociálnu sieť Facebook vo väčšine predmetov za dostatočný podporný prostriedok vzdelávania. Celkovo môžeme konštatovať, že študenti vnímajú podporu vzdelávania pomocou Facebooku sa lepšiu alebo rovnocennú LMS systémom.

#### 4.2 Pripravenosť študentov na online vzdelávanie

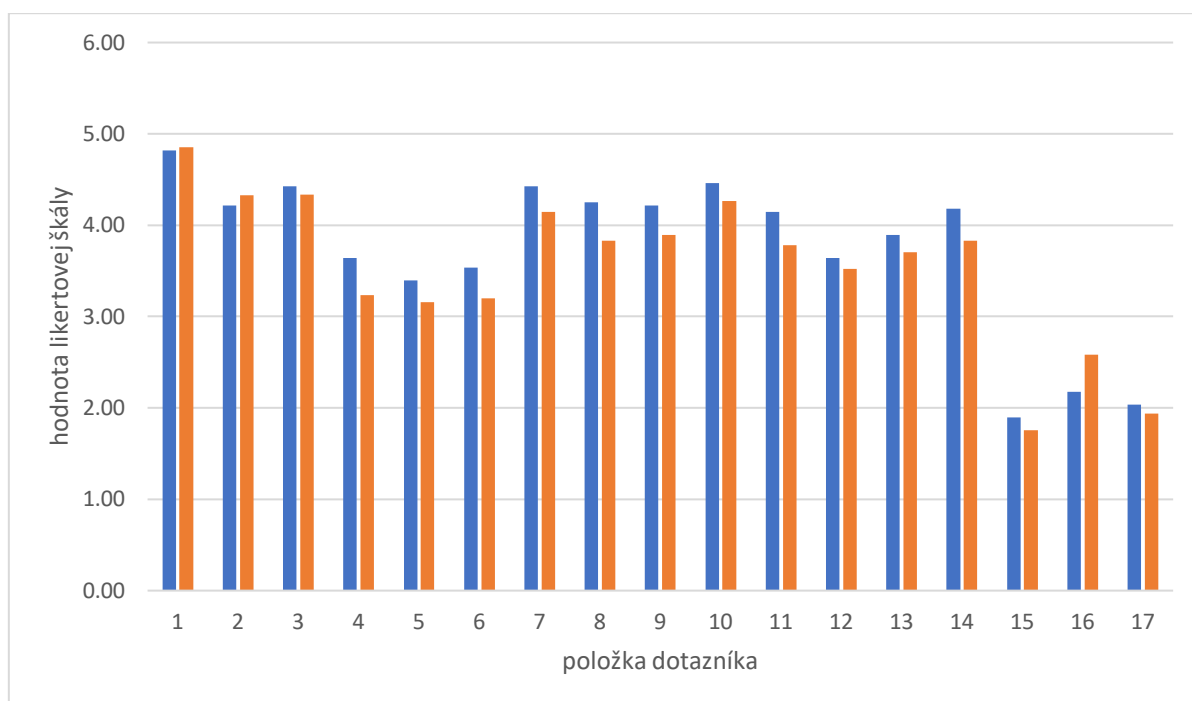
Málo prác sa zaoberá pripravenosťou hlavných aktérov na e-vzdelávanie, učiteľov a študentov. Táto otázka je veľmi významná najmä pri študentoch, nakoľko jej zodpovedanie je súčasťou efektívnosti e-learningu. Tieto ťažkosti môžu mať rôzne pozadie: študenti môžu mať málo vedomostí z e-vzdelávania, môžu mať technické prekážky, ktoré im bránia úspešne sa adaptovať na e-vzdelávanie. Z tohto dôvodu sme uskutočnili prieskum pripravenosti študentov na online výučbu.

Cieľom výskumu bolo zistiť pripravenosť študentov na on-line vzdelávanie. Výskumné otázky naformulovali nasledovne:

1. Ako hodnotia študenti svoju pripravenosť na e-vzdelávanie zapríčinené pandémiou v oblasti sebakompetencie?
2. Ako hodnotia študenti svoju pripravenosť na e-vzdelávanie zapríčinené pandémiou v oblasti vnímanej užitočnosti?
3. Ako hodnotia študenti svoju pripravenosť na e-vzdelávanie zapríčinené pandémiou v oblasti samoštúdia?

4. Ako hodnotia študenti svoju pripravenosť na e-vzdelávanie zapríčinené pandémiou v oblasti motivácie?
5. Ako hodnotia študenti svoju pripravenosť na e-vzdelávanie zapríčinené pandémiou v oblasti financií?
6. Je rozdiel v hodnotení pripravenosti na e- vzdelávanie medzi externými a dennými študentmi?

V prieskume použili dotazník vyvinutý autormi Alem, F., Plaisent, M., Zuccaro, C., Bernard, P., ktorý je rozdelený do piatich dimenzií: sebakompetencia, samoštúdium, motivácia, financie a vnímaná užitočnosť. Obsahuje 17 položiek a má vysokú spoľahlivosť a platnosť (predikčná validita 92 %, Cronbachova alfa = 0,7) (Alem a kol, 2016).



Obrázok 50 Priemerné hodnotenie položiek dotazníka (modré stĺpce externí študenti, oranžové denní študenti)

Výskumnú vzorku tvorilo 101 študentov Katedry techniky a informačných technológií Pedagogickej fakulty Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, z čoho bolo 62 mužov a 39 žien. 73 študentov bolo v dennej forme štúdia, 28 študentov bolo zaradených v externej forme štúdia. Najviac respondentov, ktorí dotazník vyplnili boli študenti bakalárskeho štúdia – 92 respondentov, 9 respondentov bolo z magisterského štúdia. Dotazník bol študentom distribuovaný v elektronickej forme. Návratnosť dotazníkov bola 67 %. Na každú položku dotazníka mohli respondenti odpovedať výberom odpovede z päťstupňovej Likertovej škály s

možnosťami: súhlasím (5), čiastočne súhlasím (4), neviem (3), čiastočne nesúhlasím (2), nesúhlasím (1). Čísla v zátvorkách zobrazujú číselnú hodnotu, ktorú sme výrokom priradili pri kódovaní odpovedí.

Z odpovedí respondentov vyplynulo (obrázok 50), že schopnosť používať technické prostriedky vrátane počítača hodnotia takmer rovnako denní aj externí študenti. Malé rozdiely v odpovediach denných a externých študentov boli zaznamenané v dimenziách orientovaných na prínosy online vzdelávania, schopnosť samostatne si riadiť učenie a motiváciu študentov, kde priemerné hodnotenie položiek u externých študentov boli mierne vyššie. Možno predpokladať, že externí študenti hodnotia kladnejšie tieto dimenzie z praktických dôvodov. Vedia oceniť, že šetria svoj čas tým, že nemusia cestovať kvôli výučbe na univerzitu, ale môžu sa vzdelávať z domu. Nebolo tiež prekvapením, že v dimenzii zameranej na financovanie dištančného vzdelávania viac študentov denného štúdia deklaruje využitie rodinného rozpočtu na dokúpenie technického vybavenia potrebného pre jeho realizáciu. Z tohto dôvodu je potrebné budovať na univerzitách technické zázemie, ktoré v prípade potreby umožnilo študentom zapožičanie potrebnej techniky na zvládnutie online výučby. Keďže študenti, najmä denného štúdia, deklarovali neistotu v tom, že online štúdium zvládnu bez problémov, je potrebné identifikovať, v ktorých oblastiach výučby majú najväčšie problémy a zlepšiť obsahy kurzov, resp. ďalšie podporné služby, ktoré by im pomohli problémy prekonať. V oblasti sebariadenia učenia je potrebné pomôcť študentom stanoviť si priority a zorganizovať si svoj čas tak, aby zvládli všetky úlohy, ktoré pred nimi v rámci dištančného vzdelávania stoja (Lukáčová – Bánesz, 2021).

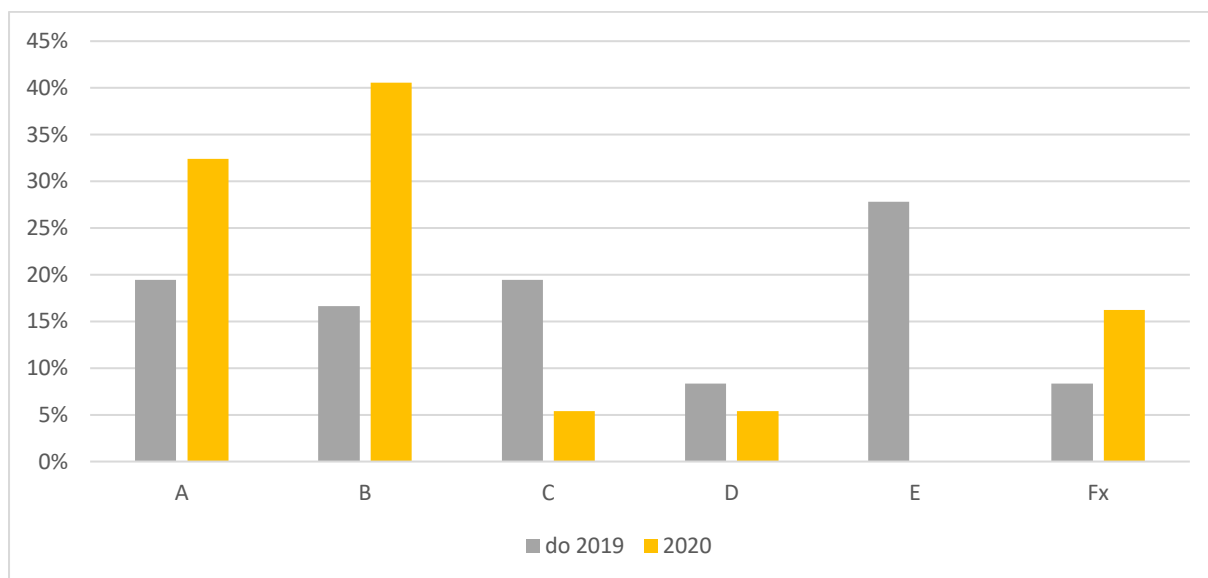
#### **4.3 Elektronický vzdelávací modul pre základy metrológie**

Tento výskum bol zameraný na výskum efektívnosti využívania e - learningového kurzu v predmete základy metrológie na Katedre techniky a informačných technológií na Pedagogickej fakulte UKF v Nitre. Katedra má už niekoľko rokov pre potreby vzdelávania študentov vytvorených viacero kurzov, ktoré boli a sú využívané najmä externými študentmi. V situácii, keď celý svet čelil pandémie koronavírusu a vzdelávanie študentov na vysokých školách sa realizovalo prevažne dištančne, nadobudli vytvorené e-learningové kurzy nový význam aj pre denných študentov.

Obsah kurzu pre predmet Základy metrológie tvorili návody na cvičenia – merania a prednášky s týmto obsahom: Ciele a poslanie metrológie, veličiny a jednotky - medzinárodná sústava

jednotiek SI, meradlá a meracie metódy, požiadavky na kalibráciu, údržbu a opravu meradiel, medzinárodná metrologická spolupráca, metrologický poriadok organizácie.

Cvičenia v predmete boli zamerané na prácu s rôznymi meradlami a na vyhodnocovanie meraní. V priebehu semestra študenti uskutočnili 8 meraní zameraných na meranie dĺžky, hmotnosti, teploty, hustoty pevného telesa, hustoty kvapaliny, hlučnosti, osvetlenia a vlhkosti dreva. Cvičenia boli zostavené tak, aby si študenti mohli vyskúšať meranie a vyhodnotenie merania s využitím analógových a digitálnych meracích prístrojov, priamych i nepriamych meraní. Výsledky študentov z používania kurzu boli porovnávané so študentmi, ktorí boli v predošlom akademickom roku vyučovaní štandardne – prezenčnou formou, bez využitia e-learningového kurzu. Výskumnú vzorku tvorilo spolu 73 študentov. 45 študentov študovalo dennú formu a 28 študentov externú formu štúdia, z čoho bolo 49 mužov a 24 žien. Do roku 2019 bolo hodnotených v predmete 36 študentov a v roku 2020 to bolo 37 študentov. Porovnanie hodnotenie výsledkov študentov v rokoch 2019 a 2020 uvádza obrázok 51.



Obrázok 51 Porovnanie hodnotení študentov

Študijné výsledky boli testované t-testom pre rovnosť rozptylov.

Tabuľka 12 T-test pre rovnosť rozptylov

|                                          | premenná 1 | premenná 2 |
|------------------------------------------|------------|------------|
| priemer                                  | 2,2        | 1,8        |
| rozptyl                                  | 0,8        | 1,0        |
| početnosť                                | 36         | 37         |
| df                                       | 71         |            |
| t Stat                                   | 1,6        |            |
| P(T<=t) jednostranný test                | 0,05       |            |
| t kritická hodnota pre jednostranný test | 1,6        |            |
| P(T<=t) dvojstranný test                 | 0,1        |            |
| t kritická hodnota pre dvojstranný test  | 1,9        |            |

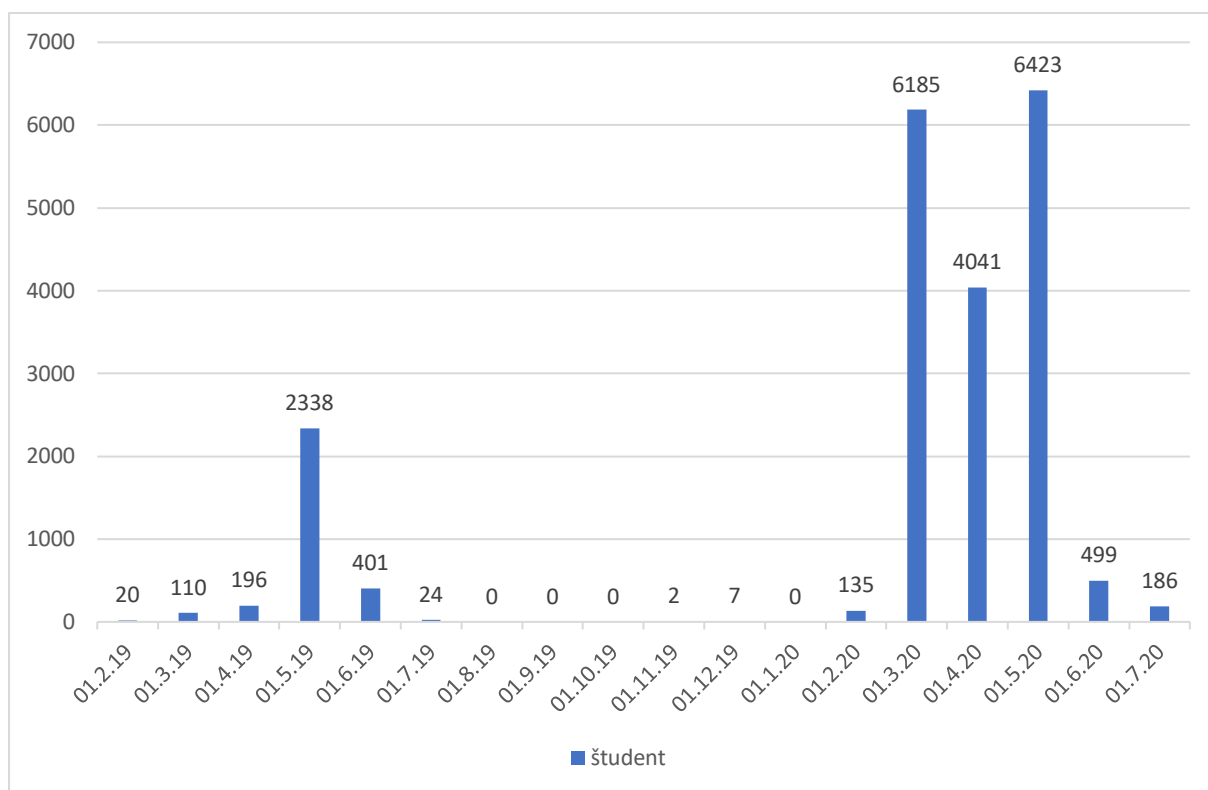
Z výsledkov výkonov študentov vyplynulo, že skupina študentov vyučovaná e-learningom dosiahla rovnaké študijné výsledky ako študenti vyučovaní tradične. Pozorované rozdiely v úrovni vedomostí študentov v oboch skupinách z predmetu základy metrológie neboli štatisticky významné.

Vytvorený kurz k predmetu základy metrológie pre výučbu študentov na univerzite potvrdil, že študenti zvládnu výučbu prostredníctvom e-learningu bez toho, aby sa významne zhoršil ich prospech oproti predchádzajúcim rokom (Lukáčová – Bánesz, 2021).

#### 4.4 Výsledky vzdelávania prostredníctvom e-learningu

Výskum bol zameraný na využívanie elektronických kurzov študentmi Katedry techniky a informačných technológií PF UKF v Nitre. Cieľom bolo porovnať návštevnosť kurzov v čase pandémie Covid 19 s návštevnosťou kurzov pre pandémiou.

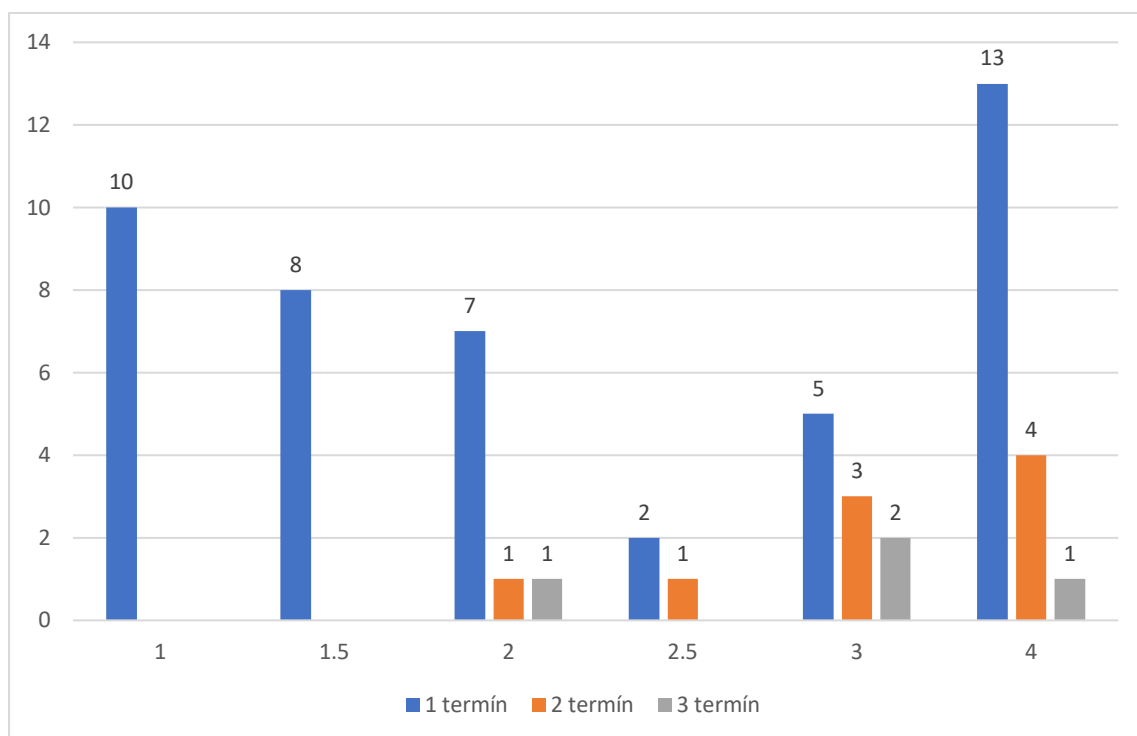
Návštevnosť tém kurzu zo strany študentov v čase pandémie a v rovnakom období o jeden rok skôr je porovnaná na obrázku 52. Hodnoty uvedené v grafe, vyjadrujú počet návštev v prostredí kurzu v jednotlivých témach. Napríklad ak pri jednom prihlásení do kurzu študent prezeral tri témy, tak systém Moodle to vyhodnotil ako tri návštevy.



Obrázok 52 Návštevnosť tém kurzu zo strany študentov v čase pandémie a v rovnakom období o jeden rok skôr

Počet účastníkov kurzu v čase pandémie bolo 39 (letný semester 2019/20). Za rovnaké obdobie v akademickom roku 2018/19 bol počet účastníkov kurzu 25. Počet prezretí jednotlivých tém v akademickom roku 2018/19 na jedného študenta bol 123,6 a v akademickom roku 2019/20 bol 397,0 prezretí na študenta. To znamená, že v období dištančného vzdelávania v čase pandémie sa v porovnaní z predchádzajúcim rokom návštevnosť tém zvýšila viac ako trojnásobne (3,2 krát).

Čo sa týka výkonov študentov v hodnotení pomocou elektronického testu boli výsledky nasledovné. Každý študent mal na skúšku tri termíny. Rozdelenie hodnotenia podľa jednotlivých termínov je znázornené na nasledovnom obrázku 53.



Obrázok 53 Prehľad výkonov študentov v záverečnom hodnotení pomocou elektronického testu

Na prvom termíne bolo úspešných 32 študentov, z ktorých hodnotenie výborne 1 získalo 10, hodnotenie veľmi dobre 1,5 ôsmi, hodnotenie dobre 2 siedmi, uspokojivo 2,5 dvaja a hodnotenie dostatočne 3 piati študenti. Trinásť študentov na prvom termíne nevyhovelo, teda získalo hodnotenie nedostatočne 4. Z týchto trinásť študentov dvanásť uspeli na druhom a treťom termíne skúšky, pričom jeden študent nevyhovelo vôbec. V treťom termíne sa skúšky zúčastnilo 5 študentov, z ktorých jeden nevyhovelo.

Aritmetický priemer hodnotenia za sledované obdobie bol 1,9, pričom za rovnaké obdobie v predchádzajúcom akademickom roku bol 2,2. Z uvedeného vyplýva, že v prípade, že boli žiaci skúšaný v čase pandémie len elektronicky, tak dosiahli lepšie výkony ako v porovnávanom období v predchádzajúcom roku. Vtedy bolo skúšanie predmetu uskutočnené kontaktným spôsobom, keď študenti priamo odpovedali na otázky skúšajúceho, ktorý ich následne hodnotil (Bánesz, Lukáčová, Felixova, 2021).

#### 4.5 Vplyv pracovného prostredia na učenie sa študentov

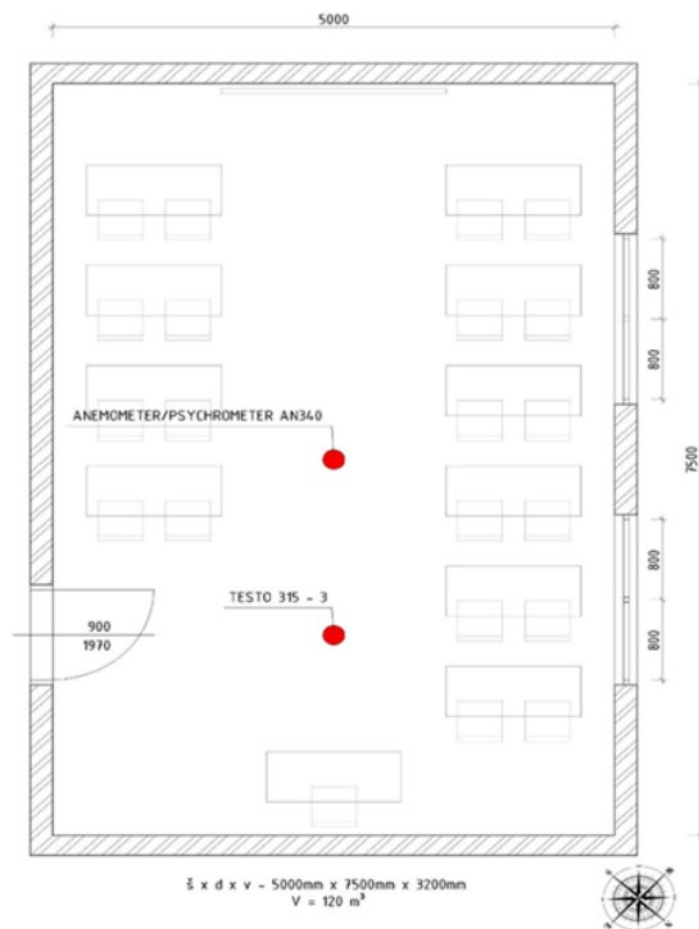
V tomto výskume sa riešitelia zaoberali (Lukáčová Bánesz, Tureková, 2021) zisťovaním objektívnych hodnôt vybraných faktorov pracovného prostredia študentov na univerzite počas výučby a zisťovaním ich subjektívnych hodnotení týchto faktorov pred výučbou a počas

výučby. Objektívne údaje o piatich faktoroch pracovného prostredia (teplota, relatívna vlhkosť, hluk, osvetlenie, obsah CO<sub>2</sub>) boli zisťované meracími prístrojmi. Výsledky meraní boli porovnávané z výsledkami dotazníkov 1 a 2. V prvom dotazníku respondenti hodnotili dôležitosť sledovaných faktorov pracovného prostredia. V druhom dotazníku sa vyjadrovali k tomu, ako sledované faktory ovplyvňujú ich výkon pri výklade učiva a samostatnej práci a či majú ťažkosti so zameraním pozornosti na výklad učiva a samostatnú prácu z dôvodu nekomfortu.

Účastníkmi prieskumu boli vysokoškolskí študenti učiteľských študijných programov na UKF v Nitre. Celkovo sa prieskumu zúčastnilo 53 respondentov. Prieskum sa uskutočnil v učebni pre informačné a komunikačné technológie. Učebňa umožnila uskutočniť presné meranie a kontrolu viacerých faktorov prostredia (teplota v miestnosti, teplota vonkajšia, rýchlosť prúdenia vzduchu, CO<sub>2</sub>, osvetlenie a hluk). Rozmery miestnosti boli 7,5 m a 5 m. Výučba študentov prebiehala od 8:00 hod. do 14:30 hod. súvisle, s jednou prestávkou na obed o 11:30 hodine. Výučby sa zúčastnilo 20 študentov, počas celej doby, čo zodpovedá kapacite miest v učebni.

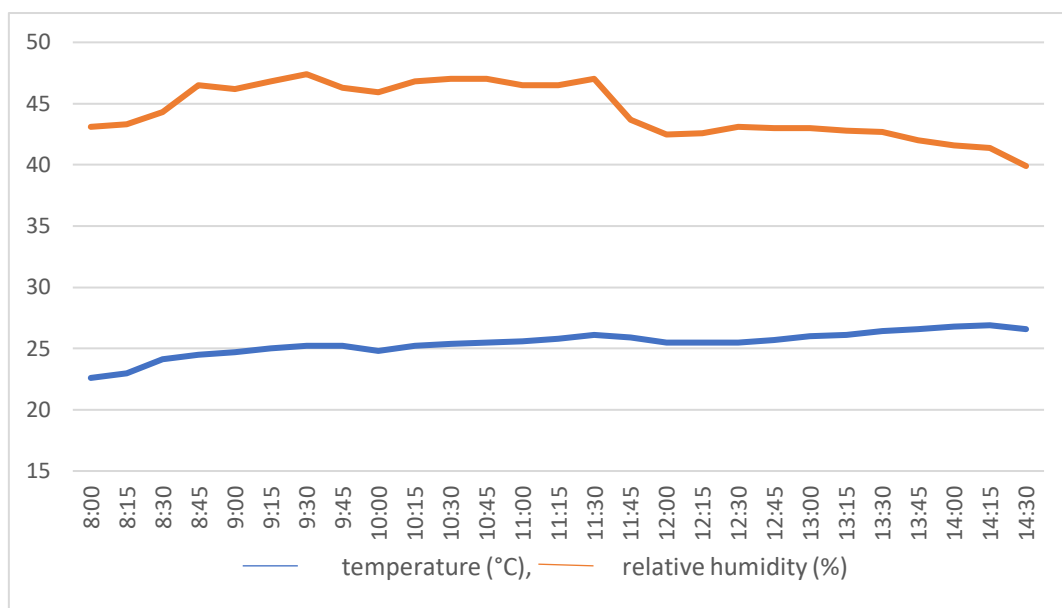
Meranie bolo realizované v miestnosti, ktorá sa nachádza v budove UKF v Nitre na Dražovskej ulici č. 4. Miestnosť sa nachádza na druhom nadzemnom podlaží. Budova je orientovaná v severojužnom smere, pričom všetky okná miestnosti sú smerom na západ. Miestnosť je určená na výučbu predmetov s využitím výpočtovej techniky. Z tohto dôvodu je vybavená 20 počítačmi typu notebook a jedným osobným počítačom typu Tower so samostatnou zobrazovacou jednotkou. Okrem toho je v miestnosti na strop pripevnený dataprojektor a v rohu miestnosti sa nachádza skriňa s rekmi. Na každom stole sú umiestnené dva počítače s ktorými pracujú študenti.

Snímače vnútornej teploty, CO<sub>2</sub> a hluku boli umiestnené uprostred miestnosti (obrázok 54). Teplota vonkajšieho prostredia bola kontrolovaná štandardným ortuťovým teplomerom. Osvetlenosť sa merala v sieti vybraných kontrolných (meracích) bodoch. Výška porovnávacej roviny bola 0,85 m nad podlahou, rozostupy medzi meracími bodmi boli 0,5 až 2 m a vzdialenosť okrajových bodov siete bola 1 m od steny. Ostatné kontrolné body boli rozmiestnené v pravidelných vzdialenostiach v takej hustote, aby bol dostatočne zmapovaný priestorový priebeh, zmeny osvetlenia a miesta s najväčšou a najmenšou intenzitou osvetlenia (Škvařil J., 2004)



Obrázok 54 Pôdorys učebne s vyznačením umiestnenia meracích prístrojov

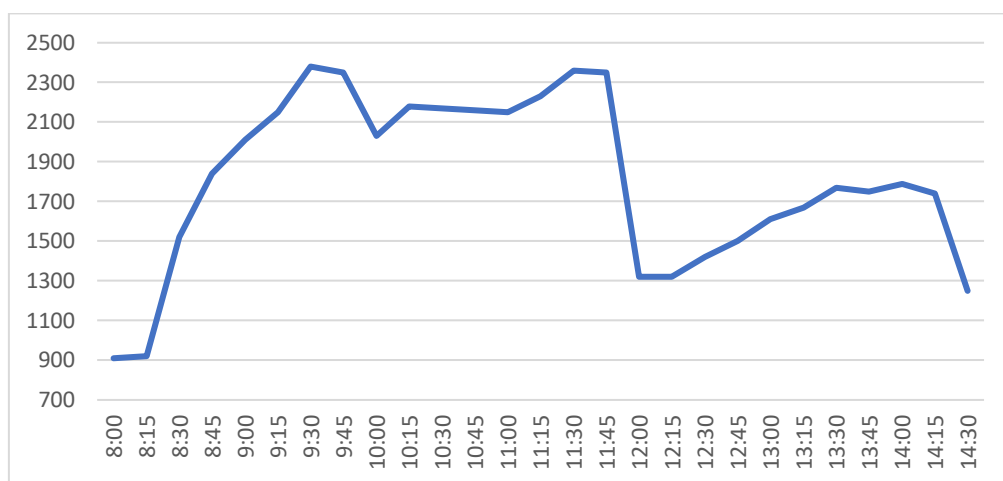
Meranie osvetlenosti v učebni bolo uskutočnené prístrojom Testo 545. Merací prístroj EXTECH® - Anemometer AN 340 bol použitý na objektivizáciu teploty a relatívnej vlhkosti. Koncentrácia oxidu uhličitého v učebni bola objektivizovaná prístrojom TESTO 315 – 3 CO/CO<sub>2</sub>. Intenzita zvuku bola meraná pomocou hlukomera Testo 8016-1. Hlavnými zdrojmi hluku boli reky, dataprojektor, počítače a hovor študentov a vyučujúceho. Výučba bola orientovaná na samostatnú prácu študentov s kancelárskym balíkom Microsoft Office.



Obrázok 55 Pribeh teploty a relatívnej vlhkosti

Ako je z uvedeného obrázku 55 zrejmé, tak teplota na pracovisku sa pohybovala v intervale od 22,6 °C do 26,9 °C. Najvyššia teplota bola nameraná v čase o 14:15. Aritmetický priemer teploty bol 25,4 °C s modusom 25,5 °C.

Relatívna vlhkosť vzduchu v miestnosti kolísala v intervale od 39,9 % do 47,4 %. Najvyššia relatívna vlhkosť vzduchu bola zaznamenaná v čase 9:30 hod. Aritmetický priemer relatívnej vlhkosti vzduchu bol 44,4 % s modusom 46,5 %. K najväčšej zmene vlhkosti došlo v časovom intervale od 11:30 do 12:00, kedy klesla vzdušná vlhkosť z hodnoty 47,0 % na 42,5 %.



Obrázok 56 Pribeh obsahu oxidu uhličitého v ppm

Množstvo oxidu uhličitého v učebni sa pohybovalo v intervale od 910 ppm do 2 380 ppm (obrázok 56). Najvyššia koncentrácia oxidu bola zaznamenaná v čase 9:30. Aritmetický priemer z nameraných hodnôt bol 1 809,2 ppm, s modusom 2150 ppm. Najväčší pokles

množstva oxidu uhličitého nastal v čase od 11:45 do 12:00, kde došlo k poklesu množstva oxidu uhličitého z hodnoty 2 350 ppm na hodnotu 1 320 ppm. Táto skutočnosť zrejme súvisí s prestávkou na obed, kedy bola učebňa intenzívnejšie vetraná.

Pomocou meracieho prístroja na meranie hlučnosti bola zaznamenávaná maximálna a minimálna hodnota hlučnosti v učebni. Hodnota hlučnosti sa pohybovala v intervale od 43,4 dB do 88,3 dB. Najvyššia nameraná hodnota hlučnosti bola v čase o 14:00 hod. V tom čase prebiehala diskusia študentov s učiteľom k učivu, ktoré bolo preberané a k zadaniam, ktoré počas dňa riešili.

Z objektívnych meraní vyplynulo, že osvetlenie v miestnosti nebolo dostatočné. Dôvodom bolo používanie dataprojektora, ktoré vyžaduje aspoň čiastočné stlmenie osvetlenia z dôvodu lepšej viditeľnosti zobrazovacej plochy. Z porovnávacích výpovedí respondentov a z objektívne získaných hodnôt pre faktory pracovného prostredia pre osvetlenie vyplynulo, že jeho úroveň zhoršila pracovnú pohodu študentov. Podobne množstvo oxidu uhličitého, ktoré v objektívnych meraniach dosiahlo až hodnotu 2380 ppm vnímali študenti ako faktor, ktorý im spôsoboval ťažkosti pri sústredení na výučbu. Vetranie, ktoré bolo uskutočnené v čase obeda, nepovažujeme za dostatočné a bolo by potrebné zaradiť intenzívne vetranie skôr, napr. už okolo 9:30 hod., najmä ak je učebňa plne vyťažená. Samozrejme, najúčinnjším spôsobom ako zabrániť negatívnemu vplyvu pracovného prostredia na učenie sa študentov je inštalovať do učebne zariadenia na vytvorenie kontrolovaného pracovného prostredia. V súčasnej dobe je to však pre univerzity veľmi ekonomicky náročné, a to nielen na Slovensku.

Výsledky z prieskumu preukázali, že študenti dokážu identifikovať nevyhovujúce prostredie v učebni, ktoré môže mať merateľný negatívny vplyv na učenie sa a pozornosť študentov. Výsledky prieskumu sú príspevkom k lepšiemu porozumeniu toho, ako integrované účinky viacerých faktorov pracovného prostredia ovplyvňujú učenie a výkonnosť študentov.

## **ZÁVER**

Publikácia Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia vznikla ako výsledok riešenia projektu kega. Tento projekt bol riešený v priebehu troch rokov, od 2020 do 2022. Ide o obdobie, keď na celom svete poznačila život na školách pandémia COVID-19. Výučba prebiehala online alebo prezenčne. Školy boli na čas otvorené a na čas zavreté. Študenti sa na výučbe zúčastňovali prezenčne alebo dištančne. Vysoká chorobnosť poznačila celkovo život akademickej obce. Napriek tomu autori publikácie počas tohto obdobia sa snažili naplniť ciele projektu. Jedným z cieľov bolo aj publikovanie tejto monografie.

V monografii sú zhrnuté a vyhodnotené vytvorené vzdelávacie kurzy pre meranie faktorov pracovného prostredia. Paradoxne práve v čase pandémie sa veľmi hodili a podporili tak štúdium danej problematiky. Vytvorené kurzy naučili študentov metodike merania. Študenti zvládli metodiku, teóriu a získané poznatky dokázali využiť v praktických zadaniach. Rovnako aj merania riešiteľov v školských zariadeniach boli zrealizované tak, aby bolo možné vyhodnotiť stav v školských priestoroch.

Autori monografie budú vďační všetkým čitateľom, za pripomienky k danej publikácii a veria že skvalitní metodiku a postupy pri vyhodnocovaní kvality prostredia v ktorom sa budú vzdelávať budúce generácie.

## LITERATÚRA

Afifi, M. K. - Alamri, S. S. 2014. Effective Principles In Designing E-Course In Light Of Learning Theories. Turkish Online Journal of Distance Education , 15 (1) , 128-142 . DOI: 10.17718/tojde.43806

Akili W. 2015. On the Role of Adjuncts in Engineering Education: Developing Practical Courses and Solving Real World Problems [in:] „122nd ASEE Annual Conference& Exposition”, Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference and Exposition, Seattle, Washington, 10.18260/p.24536.

Alem, F. - Plaisent, M. - Zuccaro, C. - Bernard, P. 2016. Measuring e-Learning Readiness Concept: Scale Development and Validation Using Structural Equation Modeling. International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning. IJEEEE 2016, vol.6, no. 4, pp. 193-207, 2016.

Bánesz, G. - Lukáčová, D. – Felixová, E. 2021. Student learning results through e-learning in the context of the covid - 19 pandemic In: ICERI2020: IATED Academy. ISBN 978-84-09-24232-0. ISSN 2340-1095, s. 3102-3106

Bánesz, G. - Lukáčová, D. - Tomková, V. 2021. Electronic Learning Modules for Measuring Working Environment Factors In: INTED2021, IATED. ISBN 978-84-09-27666-0. ISSN 2340-1079, s. 5137-5142.

Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci. Študijný plán. Informačné listy. Dostupné na: <https://ais2.ukf.sk/ais/servlets/WebUIServlet?appClassName=ais.gui.vs.st.VSST178App&kodAplikacie=VSST178>

Bojna, I. 2016 Stručný prehľad vlastností a vzťahov magnetického poľa. [online], [cit. 2022-09-09]. Dostupné na: [https://www.sez-kes.sk/assets/files/obsah/60-45ko\\_bojna\\_2.pdf](https://www.sez-kes.sk/assets/files/obsah/60-45ko_bojna_2.pdf)

Cabanová, Z. 2004. Biologické účinky elektromagnetického poľa. Advances in Electrical and Electronic Engineering, s 24 - 29 [online], [cit. 2022-07-28]. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/profile/Zuzana-](https://www.researchgate.net/profile/Zuzana-Psenakova/publication/269337111_BIOLOGICKE_UCINKY_ELEKTROMAGNETICKEHO_POLA_-BIOLOGICAL_EFFECTS_OF_ELECTROMAGNETIC_FIELD/links/58106bea08aee15d491340bc/BIOLOGICKE-UCINKY-ELEKTROMAGNETICKEHO-POLA-BIOLOGICAL-EFFECTS-OF-ELECTROMAGNETIC-FIELD.pdf)

[Psenakova/publication/269337111\\_BIOLOGICKE\\_UCINKY\\_ELEKTROMAGNETICKEHO\\_POLA\\_-BIOLOGICAL\\_EFFECTS\\_OF\\_ELECTROMAGNETIC\\_FIELD/links/58106bea08aee15d491340bc/BIOLOGICKE-UCINKY-ELEKTROMAGNETICKEHO-POLA-BIOLOGICAL-EFFECTS-OF-ELECTROMAGNETIC-FIELD.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Zuzana-Psenakova/publication/269337111_BIOLOGICKE_UCINKY_ELEKTROMAGNETICKEHO_POLA_-BIOLOGICAL_EFFECTS_OF_ELECTROMAGNETIC_FIELD/links/58106bea08aee15d491340bc/BIOLOGICKE-UCINKY-ELEKTROMAGNETICKEHO-POLA-BIOLOGICAL-EFFECTS-OF-ELECTROMAGNETIC-FIELD.pdf)

Cabanová, Z. Biologické účinky elektromagnetického poľa. In Advances in Electrical and Electronic Engineering. s. 24-29. Dostupné na internete: <https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/83673/AEEE-2004-3-4-24-cabanova.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Capterra. 2010. Moodle.[online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné na: <https://www.capterra.com/p/80691/Moodle/>

Carr, N. 2013. Płytki umysł. Jak internet wpływa na nasz mózg, Wyd. Helion, Gliwice.

Conrad 2021. Conrad Electronic. Česká republika, s.r.o Dostupné na: <https://www.conrad.sk/>

Dembo, M. H. 1997. Stosowana psychologia wychowawcza, WSiP, Warszawa.

Docs.moodle.org: About Moodle. 2015. [online], [cit. 2022-08-05]. Dostupné na: [https://docs.moodle.org/28/en/About\\_Moodle](https://docs.moodle.org/28/en/About_Moodle)

Docs.moodle.org: Installing Moodle. 2015. [online], [cit. 2016-06-17]. Dostupné na: [https://docs.moodle.org/23/en/Installing\\_Moodle#Hardware](https://docs.moodle.org/23/en/Installing_Moodle#Hardware)

Docs.moodle.org: Moodle. 2015. [online], [cit. 2022-08-05]. Dostupné na: [https://docs.moodle.org/400/en/About\\_Moodle](https://docs.moodle.org/400/en/About_Moodle)

e-learn.sk: Čo je e-learning. 2022. [online], [cit. 2022-08-05]. Dostupné na: <https://www.e-learn.sk/e-learning.html#blended-learning>

Elearning.sk: Čo je elearning. 2022. [online], [cit. 2022-07-02]. Dostupné na: <https://www.elearning.sk/lms/co-je-elearning>

Elektrosmog-info.voxo.eu: Čo je elektrosmog? 2016. [online], [cit. 2022-07-02]. Dostupné na: <https://elektrosmog-info.voxo.eu/co-je-elektrosmog>

Elprocus, Dostupné na internete: <https://www.elprocus.com/>

Estudovna.cz: Formy e-learningu. 2022. [online], [cit. 2022-07-15]. Dostupné na: <http://www.estudovna.cz/cz/co-je-e-learning-formy-e-learningu7.html>

Facebook.com: How does chat work with messages? 2016. [online], [ cit. 12.03.2016 ]. Dostupné na: <https://ww.facebook.com/help/124629310950859>

Filipiak, E. 2012. Rozwijanie zdolności uczenia się. Z Wygodskim i Brunerem w tle, GWP, Sopot.

Floderus, B. – Persson, T.- Stenlund, C. 1996. Magnetic field exposures in the workplace: reference distribution and exposures in occupational groups. *Int J Occup Environ Health*, 2:226-238

Guštafik, P. 2014 Gamifikácia vo vzdelávaní: čo to je, ako na ňu, a prečo o ňu usilovať?. In: PDCS [online]. 5.10.2014 [cit. 2018-01-15]. Dostupné na: <https://www.pdcs.sk/sk/blog/gamification-vo-vzdelavani.html>

Hejl, Z. 2016. Otvorené, uzavreté a tajné skupiny na Facebooku. Jak zvolit tu správnou? [online], [cit. 12.03.2016]. Dostupné na: <http://www.portiscio.net/otevrene-uzavrene-atajne-skupiny-na-facebooku-jak-zvolit-tu-spravnou>

Hlukomer Testo 816-1 Dostupné na internete: <https://www.testo.com/sk-SK/testo-816-1/p/0563-8170#lg=1&slide=0>

Hodál, P. 2016. Sociálne siete ako podporný prostriedok vzdelávania technických predmetov. Diplomová práca, Nitra : PF UKF.

Hofman-Kozłowska D. 2003. Modele edukacyjne w cyfrowych czasach [in:] M. Wieczorek-Tomaszewska (ed.), *Dydaktyka cyfrowa epoki smartfona*, Laboratorium Dydaktyki Cyfrowej, [www.ldc.edu.pl/phocadownload/Dydaktyka-cyfrowa-epoki-smartfona.pdf](http://www.ldc.edu.pl/phocadownload/Dydaktyka-cyfrowa-epoki-smartfona.pdf) [1.07.2022].

Chang, C., C. - Shu, K., M. - Liang, C. - Tseng, J., S. - Hsu, Y., S. 2014. Is Blended e-Learning as Measured by an Achievement Test and Self-Assessment Better than Traditional Classroom Learning for Vocational High School Students? *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15 (2), 213–231. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i2.1708>

Cheung, S. K. S. 2018. Perceived Usefulness of Open Educational Resources Between Full-Time and Distance-Learning Students. In *Blended Learning. Enhancing Learning Success*. ICBL 2018. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 10949. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94505-7\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94505-7_29). ISBN 978-3-319-94505-7

Ilieva, G. - Yankova, T. 2020. IoT in Distance Learning during the COVID-19 Pandemic. *TEM Journal*. Volume 9, Issue 4, Pages 1669-1674, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM94-45.

Jędryczkowski, J., 2019. Learning strategies of contemporary adolescents and a new teacher training system. In *ICT in Educational Design Processes, Materials, Resources – KEGA Edition*. Vol. 14, s. 51-60. ISSN 2450-3967.

Jędryczkowski, J., 2019. Learning strategies when using online multimedia courses. In ICT in Educational Design Processes, Materials, Resources – KEGA Edition. Vol. 14, s. 41-50. ISSN 2450-3967.

Jonassen, D. - Peck, K. - Wilson, B. 1999. Learning with technology: a constructivist perspective. Prentice Hall, Inc.

Jurík, P. 2021. Stručný prehľad e-learningových nástrojov a možností ich používania. PEDAGOGIKA. SK, (2), 68-84.

Klement, M. – Němec, D. 2022. Popis a porovnání vybraných platforem pro realizaci on-line vzdělávacích aktivit. In Trendy ve vzdělávání 2022. UP: Olomouc. S. 18. ISBN 978-80-244-6124-3

Králová, M. 2007. Elektrické pole. [online], [cit. 2022-09-01]. Dostupné na: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektrostatika/elektricke-pole>

Križan, K. 2016. Hardvérová a softvérová podpora e-learningových výučbových systémov. Bakalárska práca. Nitra : PF UKF

Krošláková, A. 2020. Priestorové zabezpečenie výučby predmetu technika na základných školách. Nitra: UKF v Nitre. Diplomová práca

Lingan, J. 2020. Web server. [online], [cit. 2022-07-02]. Dostupné na: <http://whatis.techtarget.com/definition/Web-server>

Lukáčová, D. - Bánesz, G. - Tureková, I. 2021. Impact of Working Environment on Student Learning In: Ad Alta : Journal of Interdisciplinary Research. - ISSN 1804-7890, Roč. 11, č. 1, s. 172-175

Lukáčová, D. - Bánesz, G. 2021. Electronic Educational Module for the Basics of Metrology In: INTED2021: IATED. - ISBN 978-84-09-27666-0. - ISSN 2340-1079, s. 4015-4019.

Lukáčová, D. - Bánesz, G. 2021. Students' Readiness for Online Education due to the Covid 19 Pandemic In: EDULEARN21: IATED Academy. - ISBN 978-84-09-31267-2, s. 6419-6424.

Mukhambetova, M. – Meruert, S. – Kultan, J. – Schmidt, P. 2018. Possibilities of Using Microsoft Azure in the Content of Higher Education. In SCHOLA 2018:14th International Conference on Engineering Pedagogy, roč. 14, s. 104 – 110.

Php.net: What is PHP? 2022. [online], [cit. 2022-08-11]. Dostupné na: <http://php.net/manual/en/intro-what-is.php>

Pospíšilová, M. 2020. Výhody a nevýhody e-portfólia. [online], [cit. 2022-09-21]. Dostupné na: <https://medium.com/edtech-kisk/vyhody-a-nevyhody-e-portfolia-9d4f70e78eb7>

Průcha, J. – Waltersová, E. – Mares, J. 2003. Pedagogický slovník. Praha: Portál. 322 s. ISBN 80-7178-772-8.

Raab, T. R. - Ellis, W. W. - Abdon, R. B. 2002. Multisectoral partnerships in e-learning: A potential force for improved human capital development in the Asia Pacific. *Internet and Higher Education*, 4(3), p. 217-229

Rojko, A. - Hercog, D. – Jezernik, K. 2010. Mechatronics E-course for regular students and adults: Realization and comparison of efficiency," *IEEE EDUCON 2010 Conference*, 2010, pp. 959-966, doi: 10.1109/EDUCON.2010.5492475.

Rouse, M. 2016. Facebook page. [online], [cit. 12.03.2016]. Dostupné na: <http://whatis.techtarget.com/definition/Facebook-page>

Salamat, L. - Ahmad, G. - Bakht, I. - Saifi, I. L. 2018. Effects of E-Learning on Students' Academic learning at university Level. *Asian Innovative Journal of Social Sciences and Humanities*, 2(2), 1-12, ISSN: 2520-0143 (Online).

SamirAbdel-Haq, M. - Asfoura, E. 2021. Evaluating the Quality Of E-Courses fromThe Students Perceptionand E-course Quality Evaluation Metrics (DAU-EQEM) at Dar Al Uloom University. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Research*, Vol.12, No.6(2021), 1962-1969. ISSN 1309-4653.

Serafin, Č. 2016. Current Access to Innovative Approaches Education in Occupational Safety and Health. *Journal of Technology and Information Education*, 8(2), 93.

Shurygin, V., Y. - Krasnova, L., A. 2016. Electronic Learning Courses as A Means to Activate Students' Independent Work in Studying Physics. In *International Journal of Environmental & Science Education*. 11(8), 1743-1751. ISSN: 1306-3065

Schmidt, P. – Kultán, J. 2020. Gamifikácia v on-line prostredí v pandemickom období. In *AIESA – Budovanie Spoločnosti Založenej Na Vedomostiach*, roč. 19, s. 287 – 293.

Schmidt, P. 2015. MOOC – budúcnosť vzdelávania alebo bublina. In *Inovačný Proces v E-learningu*. Medzinárodná Vedecká Konferencia, roč. 9, s. 1 – 7.

Sorokova M., G. 2020. E-Course as Blended Learning Digital Educational Resource in University. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2020. Vol. 25, no. 1, pp. 36–50. doi:10.17759/pse.2020250104.

Supek, T. 2021. Osvetlenie pracovného prostredia. Seminárna práca. Nitra: UKF.

Szivósová, M. 2017. SWOT analýza, trendy e-learningu. In *Inovačný Proces v E- learningu*. Medzinárodná Vedecká Konferencia, roč. 10, s. 1 – 8.

Šebo, M. 2013. Súčasný trendy vo vzdelávaní. In: *Trendy ve vzdělávání : informační technologie a technické vzdělávání*, s. 337-340. Olomouc: UP. ISSN 1805-8949

Švejda, G. a kol. 2006. Vybrané kapitoly z tvorby e-learningových kurzov. Pedagogická fakulta Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra 2006, ISBN 80-8050-989-1

Testo 816-1 Hlukoměr. Návod k obsluze. Dostupné na internete: <https://www.testo.com/sk-SK/testo-816-1/p/0563-8170#lg=1&slide=0>

Testo Museum.sk. Dostupné na internete: <https://www.museum.saveris.net/users/login>

Tomková, V. - Lukáčová, D. - Bánesz, G. 2018. The issue of distance education in the Slovak Republic. In: *R&E-Source : open online journal for research and education*. - ISSN 2313-1640, Vol. 5, sp. iss. 13 2018, online, p. 1-5.

Učiteľstvo praktickej prípravy. Študijný plán. Informačné listy. Dostupné na: <https://ais2.ukf.sk/ais/servlets/WebUIServlet?appClassName=ais.gui.vs.st.VSST178App&kodAplikacie=VSST178>

Učiteľstvo techniky. Študijný plán. Informačné listy. Dostupné na: <https://ais2.ukf.sk/ais/servlets/WebUIServlet?appClassName=ais.gui.vs.st.VSST178App&kodAplikacie=VSST178>

Veis, M. - Maďar, J. - Martišovič, V. 1978. Všeobecná fyzika 1. Bratislava: SNTL.

Vyhláška MZ SR č.534/2007, Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o podrobnostiach o požiadavkách na zdroje elektromagnetického žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickému žiareniu v životnom prostredí

Vzdelávací portál EDU. 2021. E-learningový portál Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre. Dostupné na internete: <https://edu.ukf.sk/>.

Názov: Elektronické vzdelávacie moduly pre meranie faktorov pracovného prostredia

Autori: doc. PaedDr. Gabriel Bánesz, PhD.  
doc. PaedDr. Danka Lukáčová, PhD.  
Mgr. Miroslav Šebo, PhD.

Vydanie: 1. vydanie

Vydavateľ: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Rok: 2022

Rozsah: 126 s.

Počet AH: 5,7 AH

Formát: A4

Editori: doc. PaedDr. Gabriel Bánesz, PhD.  
doc. PaedDr. Danka Lukáčová, PhD.

ISBN 978-80-558-1990-7

EAN 9788055819907