

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: Strojírenská technologie – technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Posouzení ergonomie posluhářen ZČU

Autor: **Václav POLATA**

Vedoucí práce: **Ing. Václava Pokorná**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Václav POLATA**
Osobní číslo: **S17B0189P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Téma práce: **Posouzení ergonomie posluháren ZČU**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Zásady pro vypracování

1. Význam ergonomie v oblasti projektování
2. Výběr posluháren ZČU a jejich popis
3. Posouzení vybraných ergonomických aspektů
4. Shrnutí výsledků studie
5. Návrhy opatření

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- GILBERTOVÁ, Sylva. MATOUŠEK, Oldřich. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada Publishing, 2002. 239 s. ISBN 80-86022-45-5.
- HLÁVKOVÁ, Jana. VALEČKOVÁ, Alena. Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. 88 s. ISBN 978-80-7071-289-4.
- SKŘEHOT, Petr et al. Ergonomie pracovních míst a pracovní podmínky zaměstnanců se zdravotním postižením. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 181 s. ISBN 978-80-86973-91-3.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**
Katedra technologie obrábění

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Polata	Jméno Václav	
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Posouzení ergonomie posluhářen ZČU		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	50	TEXTOVÁ ČÁST	50	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tématem bakalářské práce je posouzení ergonomie posluhářen Západočeské univerzity. Cílem práce je zhodnocení současného stavu posluhářen, které využívají studenti Fakulty strojní při studiu bakalářských studijních programů a dále navržení možných opatření pro zlepšení jejich komfortu a pracovních podmínek. Celá studie je psána v duchu ergonomických zásad.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Ergonomie, posluhárny, sedalo, design, rekonstrukce, posouzení

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Polata	Name Václav	
FIELD OF STUDY	B2301 “Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Pokorná	Name Václava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Assessment of auditoriums at ZČU ergonomics		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining technology	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	50	TEXT PART	50	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The topic of the bachelor's thesis is the assessment of the ergonomics of the lecture halls of the University of West Bohemia. Focus on the current state of lecture halls, which use students of the Faculty of Mechanical Engineering in the study of bachelor's degree programs, and further research into measures to improve their comfort and working conditions. The whole study is written in the spirit of ergonomic principles.
KEY WORDS	Ergonomics, auditoriums, seat, design, reconstruction, assessment

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: 30.7.2020



.....
podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval mé vedoucí bakalářské práce Ing. Václavě Pokorné, za její rady, připomínky a metodické vedení.

Obsah

Úvod.....	4
1. Význam ergonomie v oblasti projektování.....	5
1.1. Historie ergonomie.....	6
1.2. Rozdělení ergonomie.....	6
1.3. Výběr klíčových ukazatelů pro ergonomii hodnocení posluhářen.....	8
2. Ergonomie vysokoškolského prostředí.....	10
2.1. Pracovní poloha – sed.....	10
2.1.1. Přední sezení.....	11
2.1.2. Střední sezení.....	11
2.1.3. Zadní sezení.....	11
2.2. Sezení ve škole.....	12
2.3. Ergonomické požadavky na sezení.....	12
2.3.1. Parametry sedacích ploch.....	12
2.3.2. Další parametry správného sezení.....	15
2.4. Pracovní prostředí.....	16
2.4.1. Osvětlení.....	16
2.4.2. Zvuk a jeho měření.....	20
2.4.3. Mikroklima posluchárny.....	22
3. Výběr posluhářen ZČU a jejich popis.....	24
3.1. Popis posluhářen na FST.....	25
3.2. Popis posluhářen na FEL.....	26
3.3. Popis posluhářen na FAV.....	27
3.4. Analýza času pobytu studenta v posluhárnách UP, EP, US.....	28
4. Posouzení vybraných ergonomických aspektů.....	31
4.1. Posluhárna FST – UP 112.....	31
4.1.1. Ergonomie pracovního místa v UP 112.....	31
4.1.2. Design a vybavenost UP 112.....	33
4.1.3. Akustika.....	33
4.1.4. Mikroklima.....	34
4.1.5. Osvětlení.....	34
4.2. Posluhárna FEL – EP 130.....	34
4.2.1. Ergonomie pracovního místa v EP 130.....	35
4.2.2. Design a vybavenost.....	36
4.2.3. Akustika.....	37
4.2.4. Mikroklima.....	38

Katedra technologie obrábění

Václav Polata

4.2.5. Osvětlení.....	38
4.3. Posluchárna FAV – US 217.....	39
4.3.1. Ergonomie pracovního místa v US 217	39
4.3.2. Design a vybavení.....	41
4.3.3. Akustika.....	41
4.3.4. Mikroklima	42
4.3.5. Osvětlení.....	42
5. Shrnutí výsledků studie a návrhy opatření.....	43
5.1. Výsledky a návrhy pro UP 112.....	43
5.1.1. Shrnutí výsledků studie	43
5.1.2. Návrhy a zlepšující opatření	44
5.2. Výsledky a návrhy pro EP 130	45
5.3. Výsledky a návrhy pro US 217.....	46
5.4. Závěr.....	46
6. Zdroje.....	47

Seznam použitých zkratek a symbolů

FST	Fakulta strojní
FEL	Fakulta elektrotechnická
FAV	Fakulta aplikovaných věd
ZČU	Západočeská univerzita
Ppm.....	Parts per milion
LED	Light emitting diode
IEA	Mezinárodní ergonomická asociace (anglicky)
Cca.....	Circa
ČSN	Česká technická norma
EN.....	Evropská norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizace (anglicky)
W	Watt
Hz	Hertz
KHz	Kilohertz
°C.....	Stupeň Celsia
%	Procento
m.....	Metr
cm	Centimetr
mm.....	Milimetr
NTIS	Nové technologie pro informační společnost

Úvod

Problémy s neergonomickým zařízením nebo vybavením se vyskytují napříč všemi odvětvími lidské činnosti. Špatná ergonomičnost práce vede k riziku neúměrného namáhání určité partie těla a z toho pak pramení zdravotní problémy. Jinak tomu není ani ve školách a dalších vzdělávacích institucích. Zde má nesprávné dodržování ergonomie daleko větší dopad, protože ohrožuje zdraví nejmladší generace. Nejčastěji se zde vyskytuje riziko nezdravého namáhání páteře a s ním spojené pozdější bolesti zad. Studenti všech druhů vzdělávacích institucí, od základní po vysokou školu, tráví většinu času výuky sezením. Z toho plyne fakt, že na tenhle aspekt by se měl při projektování školních a univerzitních budov brát zvláštní ohled. V současné době tomu tak naštěstí je, moderní posluchárny jsou pro studenty velmi pohodlné a usnadňují každodenní čas, který studenti tráví v rámci výuky ve škole. Bohužel, finanční prostředky limitují modernizaci starších zařízení, která už svojí kvalitou nestačí na dnešní standardy. Proces obnovy a rekonstrukce je velmi pomalý a studenti tak musejí využívat i prostory dnes už nepříliš vhodné pro celodenní pobyt ve škole.

V mojí bakalářské práci bude řešena o ergonomická analýza poslucháren, které využívá Fakulta strojní Západočeské univerzity. Cílem mé práce bude vyhodnocení zjištěných nedostatků z hlediska základních ergonomických požadavků. Závěrem své práce bych chtěl vznést náměty pro modernizaci nejstarších poslucháren, které vyplynou z této studie.

Práce bude rozdělena podle obsahu do dvou částí – praktické a teoretické.

První teoretická část bude pojednávat obecně o ergonomii, která je v současnosti považována za moderní vědní disciplínu a svým rozsahem se týká mnoha odvětví lidské činnosti. Další kapitola mé bakalářské práce bude posuzovat ergonomii vybraných poslucháren.

1. Význam ergonomie v oblasti projektování

Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzilogickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti. (Chundela, 1981) [2]

Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek v systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je tedy systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického (celostního) přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory. 2



Obr. č. 1 - Ergonomie diagram [2]

Ergonomie je tedy vědní obor zabývající se vztahy člověka a práce. V dnešním světě stále dochází k rychlému rozvoji vědy a techniky, výrobní procesy se inovují, ke slovu přichází modernější a modernější technika, která zajišťuje lepší pracovní výkony. Tomuto raketovému tempu rozvoje však nemusí stačit rychlost rozvíjení dovedností člověka a v případě zanedbání tohoto aspektu může docházet ke značným problémům. Přetěžování zaměstnanců vede k jejich únavě, a to zapříčiní minimálně snížení výkonnosti. V horších případech může dojít i k rozpadu pracovního systému nebo dokonce až ke zranění pracovníka. Ergonomické postupy využívané

při navrhování nových pracovních strojů, zařízení a metod práce slouží právě k zabránění výše zmíněného. Existují dva základní přístupy při navrhování nové techniky. Prvním z nich je zastaralejší mechanocentrický princip. Díky tomuto přístupu lze papírově vykazovat nejvyšší výkony a nejnižší náklady, ale za cenu zanedbání zdraví pracovníků. Praktický příklad mechanocentrického principu je návrh výrobní neklimatizované haly, kdy majitel ušetří náklady na klimatizaci, ale pracovníci budou v letních měsících pracovat v nedostatečných podmínkách, tím pádem s možnou nižší výkonností. Druhý princip – antropocentrický, který vychází z biologických poznatků o člověku a jeho dovednostech, schopnostech a psychických predispozicích by měl nedostatům u prvního přístupu předcházet. 2

1.1. Historie ergonomie

Slovo ergonomie pochází z latinského ergon (práce) a nomos (zákon). Pojem poprvé použil W. Jastrzeowski v roce 1857. Z historického hlediska však docházelo k využívání ergonomie již mnohem dříve, například s každou úpravou zbraní, nástrojů a náradí. V 16. století došlo na velký rozvoj přírodních věd a ním i první doložené zmínky o „ergonomii“. Například když francouzský architekt de Belidor prováděl časové studie nebo když geometr Le Hire vypočítal, že jeho dělníci jsou v létě schopni pracovat i 10 hodin, naproti tomu v zimě pouze 7 hodin. Největší rozmach tohoto pojmu nastal po druhé světové válce hlavně v Evropě, USA, Austrálii a některých asijských zemích. Poslední fáze vývoje má tři hlavní části – psychologie práce, inženýrská psychologie a poslední část se zabývá výzkumem člověka ve výrobě, vztahů lidí mezi sebou a vztahu člověka k práci. K doslovné definici ergonomie došlo v roce 2001 Mezinárodní ergonomickou asociací (IEA) na 14. kongresu v San Diegu. [1,2]

1.2. Rozdělení ergonomie

- a) **Fyzická ergonomie:** Hlavním předmětem zkoumání je vliv pracovního prostředí na lidské zdraví. Řeší pracovní polohy, opakující se činnosti, zdravotní problémy vzniklé z nich a v neposlední řadě manipulaci s různými předměty. Využívají se zde poznatky z anatomie, antropometrie, fyziologie a biomechaniky.
- b) **Kognitivní ergonomie:** Už z názvu vyplývá, že tento obor ergonomie se zabývá duševními procesy, jako je vnímání, úvaha a paměť. V praxi to znamená, že řeší například pracovní stres, psychickou zátěž a interakce mezi pracovníky a stroji (člověk – počítač).

- c) **Organizační ergonomie:** Má za úkol optimalizaci například systému v komunikaci, práci v týmu, režimu práce, odpočinku a práce na směny. Celkově tedy řeší sociotechnické systémy.

Dalšími, již speciálními druhy ergonomie z pohledu jejího zaměření jsou:

- a) **Myoskeletální ergonomie:** Zabývá se prevencí profesionálně podmíněných onemocnění pohybového aparátu, a to zejména částí těla, která jsou nejvíce náchylná na onemocnění, jako je páteř a horní končetiny. [2]

Zjednodušeně řečeno tento obor ergonomie řeší onemocnění, jež jsou zapříčiněna například nadměrným vynakládáním sil, vnucenou nepřírozenou polohou a monotónností pohybů. Omezení těchto zdraví ohrožujících činností a poloh upravuje zákon č. 178/2001 Sb., který stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci a stanovuje, například jakou hmotnost smí zvedat ženy a jakou muži. Toto nařízení je příklad jednoho z ergonomických pravidel, které bývá při auditech ve firmách shledáno jako nevyhovující.

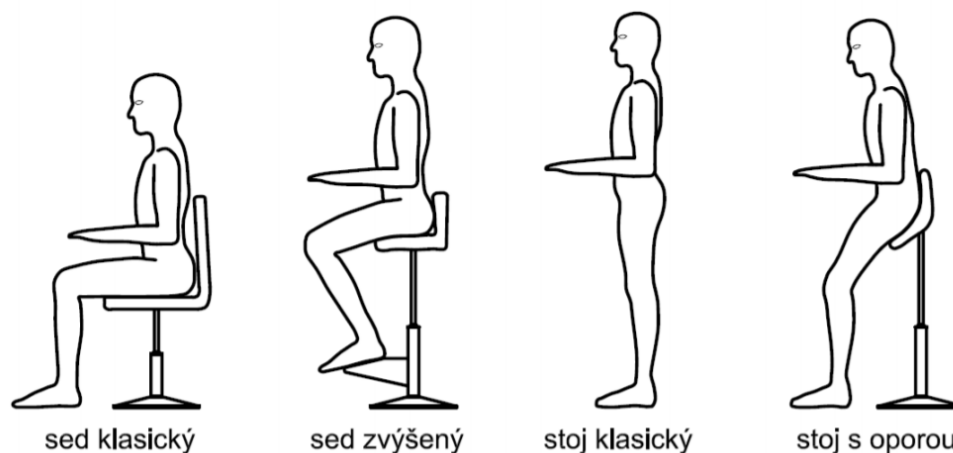
- b) **Psychosociální ergonomie:** Zabývá se psychologickými požadavky práce a stresovými faktory. Úroveň stresu je dána psychologickými nároky dané práce a stupněm rozhodování pracovníka při řešení pracovních problémů. Je to jeden z hlavních faktorů při výběru pracovníků na konkrétní pozice. Má úzký vztah k myoskeletální ergonomii, protože stres a další psychologické a sociální faktory významně ovlivňují četnost onemocnění pohybového aparátu. [3]

- c) **Participační ergonomie:** V současné době široce uplatňovaný obor ergonomie. Při navrhování uspořádání pracoviště se vychází ze spolupráce jak managementu, tak i samotných zaměstnanců. Díky tomuto typu ergonomie dochází k objektivnímu posouzení zdravotních rizik přímo ze zkušeností pracovníků. Tento přístup také zvyšuje motivaci pracovníků na změně nebo úpravách pracovního místa a podmínek pro zvýšení výkonnosti.

- d) **Rehabilitační ergonomie:** Předmětem toho druhu ergonomie je řešení pracovních míst, profesní přípravy a technických opatření pro osoby se zdravotním postižením. Pro toto odvětví ergonomie se dá využít i označení „ergonomie pro jednoho“, pro zdůraznění individuálního přístupu. Dalšími důležitými faktory zde jsou schopnost adaptace, vůle a motivace.

1.3. Výběr klíčových ukazatelů pro ergonomii hodnocení poslucháren

Oficiálně se pracovní polohy těla rozdělují na základní a vedlejší. Základní pracovní poloha je ta, ve které je pracovník valnou většinu času na pracovišti. Vedlejší pracovní polohu zaujímá pracovník při pomocných činnostech. Konkrétním případem ve strojírenství například u seřizovače CNC stroje hlavní pracovní poloha ve stoje a vedlejší v sedě, nebo v kleku při čištění stroje nebo přípravě nástrojů. Dalším druhem rozdělení z hlediska vlivu pracovní polohy na kosterně-svalový systém je na fyziologicky vhodnou a nevhodnou polohu. Toto rozdělení pracuje více s anatomii lidského těla. Fyziologicky přívětivou polohou se rozumí taková poloha, která zajišťuje polohu těla a končetin, aby člověk nemusel vyvíjet žádnou sílu a jeho tělo se neodchylovalo od neutrální polohy. Neutrální poloha je taková, kdy postavení každého kloubu je optimální. Svaly, které spolupracují nebo obklopují daný kloub jsou v relaxovaném stavu a v rovnovážné poloze. Naproti tomu fyziologicky nevhodná poloha charakteristická výraznou změnou polohy těla (např. záklon, klek, dřep, úklon), ale i končetin (práce se zvednutýma rukama).



Obr. č. 2 - Příklady pracovních poloh [14]

Tři základní pracovní polohy těla jsou chůze, stoj a sed. K dalším pracovním polohám se řadí klek, předklon, leh a dřep. Pro mojí bakalářskou práci bude zásadní poloha v sedě. Z anatomického hlediska je ideální sed, když je dodrženo stejné zakřivení páteře jako v ideálním stoji, tedy konkávní zakřivení v oblasti bederní a krční. Dalším aspektem ideálního sedu je to, že stehna s trupem svírají úhel větší než 135° (příkladem je sed na koňském sedle). Poloha v sedě má své výhody hlavně v menší energetické náročnosti, protože dolní část těla

není zatížena. Z fyziologického hlediska je sed přijatelnější poloha, protože nohy nejsou postavené nést dlouhodobě zatížení hmotností celého trupu. Může zde docházet ke zdravotním obtížím jako například k prolomení klenby chodidla.

2. Ergonomie vysokoškolského prostředí

Jak je již řečeno výše, ergonomie je velmi důležitá oblast ve všech typech lidské činnosti. Na vysokých školách tomu není jinak a platí to jak pro studenty, tak i pro vyučující a všechny ostatní pracovníky. V této práci se primárně zabývám ergonomií poslucháren – tedy primárně ze strany studentů. Dalším prostředím, se kterým se student ZČU každý den setkává jsou například laboratoře, počítačové učebny a studovny. Ergonomické problémy pramení již ze samotné legislativy. Pro vysoké školství totiž neplatí řada nařízení určených pro základní a střední školy. Alfa omega ergonomie poslucháren je pracovní poloha, pro tento případ speciálně poloha v sedě, další nedílné součásti jsou parametry pracovního prostředí, jako je ovzduší, akustika a osvětlení. V dalších kapitolách postupně všechny tyto aspekty podrobně vysvětlím.

2.1. Pracovní poloha – sed

Velkým problémem dnešního světa je nedostatečná fyzická aktivita, ze které pramení ischemické srdeční choroby, obezita, cukrovka, bolesti zad a další zdravotní obtíže. Tyto nemoci se dají nazvat jako onemocnění z hypokineze – nedostatku pohybu. Nárůst těchto chorob je zapříčiněn sedavým charakterem zaměstnání, v podstatě člověk sedí celý život, od základní, přes střední a vysokou školu a po zbytek života i v práci. V západních zemích mají sedavé zaměstnání více jak dvě třetiny lidí. Podle některých výzkumů člověk tráví na kancelářské židli až 80 000 hodin za celý život. Ze zdravotního hlediska je přemíra sezení nežádoucí hlavně z pohledu přetížení svalového a vazivového systému, zvýšení tlaku na meziobratlové ploténky a z nich vyplývající bolesti zad.

Pro školní prostředí, které je předmětem mé práce, je hlavní pracovní polohou sed. Určitě se při studiu hojně využívá i poloha ve stoje – například v laboratořích, ale pro ergonomii v posluchárnách je hlavní poloha v sedě. V této poloze dochází k zátěži hlavně na páteř, kde v bederní části vzniká lordóza a v hrudní kyfóza. Krční páteř je předsunuta dopředu a pánev se sklápí dozadu. Nastává změna úhlu oproti stání ze 180° na 90° přičemž o 60° se ohnou kyčelní klouby a zbylých 30° vyrovná oploštění bederní lordózy. Podle polohy na sedadle rozlišujeme zadní, střední a přední sezení.



Obr. č. 3 - Způsoby sezení [15]

2.1.1. Přední sezení

Tento způsob sezení se vyznačuje trupem nakloněným směrem dopředu, zatížení na sedák se přenáší přes hrboly sedacích kostí a zadní stranu stehen. Vyskytuje se hlavně u průmyslových a kancelářských činností. V této poloze lze sedět i správně s předsunutou pánví, ale také se špatně s kulatými zády. Dochází zde ke zvýšenému zatížení zádového svalstva, přetížení krční a bederní páteře a při dlouhodobějším sezení v této poloze je třeba ulevit zádům opřením se o předloktí.

2.1.2. Střední sezení

U této polohy dochází k největšímu tlaku na hrboly sedacích kostí. I tento typ sezení umožňuje vzpřímené i kulaté sezení. Nevýhodou této polohy z pracovního hlediska je příliš horizontální zorný úhel, pro jehož zlepšení je potřeba předklonu a tím dochází k přetěžování krční páteře.

2.1.3. Zadní sezení

Trup je zde skloněn o více než 95° vzad. V případě správného podepření pánve a páteře se tato poloha dá nazývat jako nejméně únavná, či spíše odpočinková a relaxační. Dochází zde k nejmenšímu tlaku na meziobratlové ploténky. Ale i zde může nastávat, při nesprávném podepření, oploštění bederní lordózy. Pracovní využití této polohy také není časté, protože je omezená pohyblivost paží a hlavy, hodí se tedy jen pro sledování monitoru nebo telefonování.

2.2. Sezení ve škole

Nástup do školy je pro drtivou většinu populace přesun k sedavému způsobu života. Ve vzdělávacích zařízeních, kde je třeba aby děti dlouhou dobu seděly dochází v častých případech k rozvoji vadného držení těla. Nejčastějšími problémy jsou kulatá záda, skolióza a odstáté lopatky. Dlouhodobá statická zátěž vsedě přispívá k rozvoji tzv. Scheuermannovy nemoci neboli juvenilní kyfózy. Jedná se o onemocnění, které se objevuje nejčastěji mezi 12. – 17. rokem života a jeho výskyt je velmi vysoký (až 20 %). Vyznačuje se postupným zvětšováním hrudní páteře dozadu až do té míry, kdy se páteř prohne do výrazného oblouku a v tomto stavu zůstane. Správné sezení ve škole je především ovlivněno ergonomickými nedostatky školního nábytku. Školní židle i pracovní stoly bývají většinou pevně nastavené a mají jednotnou výšku, tím pádem nelze respektovat požadavky jednotlivých dětí podle jejich fyzických dispozic. Dalšími nevyhovujícími faktory jsou nedostatečné osvětlení, klimatizace i akustické podmínky. [3,5]

2.3. Ergonomické požadavky na sezení

Obecným předpokladem ergonomicky správně navrženého pracovního místa pro polohu v sedě je správně navržené sedadlo. Návrhy by měly vycházet z anatomických, fyziologických a biomechanických znalostí pohybového aparátu. Zároveň by měly respektovat fakt, že každý pracovník/student je má jiné fyzické proporce, tím pádem i jiné požadavky na konstrukci sedadla. Sedadlo v posluchárně by tedy mělo být určitým kompromisem, který bude přibližně vyhovovat každému, tedy bude umožňovat individuální možnost nastavení pro každého jedince. Dalším neméně důležitým parametrem pro pracovní sedadlo v posluchárně je balance mezi vhodnou pracovní polohou pro psaní a pohodlím, aby nedocházelo k únavě po několika hodinách sezení a tím pádem i ke snížení pozornosti studenta. V neposlední řadě zde hraje roli i stabilita a bezpečnost. [3,4]

2.3.1. Parametry sedacích ploch

Pro navržení správné sedací plochy a splnění výše zmíněných podmínek bylo ustanoveno několik základních parametrů ergonomicky správného sedadla. [3,4]

Výška sedáku se určuje podle výšky podkolenní rýhy, nebo musí splňovat to, že nestlačuje spodní část stehen, ale ani není tak nízký, aby došlo ke zkroucení zad. Nejčastější hodnotou je výška asi 3–5 cm nad podkolenní rýhu. Celková hodnota výšky pro pevné sedadlo

činí tedy asi 43 cm nad zemí. Pro sedadla s nastavitelnou výškou by se mělo počítat s rozpětím mezi 38—50 cm. Výšku lze individuálně upravit i pro konkrétní typy sezení. Například pro relaxační sezení, kde jsou záda vykloněna dozadu, je doporučena menší výška sedáku. Kontrolou pro správně navrženou výšku může být to, že při opření celou plochou zad se chodidla lehce opírají o zem. Další kontrolní možností je vzdálenost sedáku od pracovní plochy stolu, která by měla být 27—29 cm. [3]

Šířka sedací plochy

U šířky sedáku už neexistuje tolik proměnných parametrů. Je třeba, aby sedák zajišťoval dostatečný prostor pro boky a spodní část trupu. Doporučovaná šířka sedáku činí tedy asi 38—42 cm. [3]

Hloubka sedací plochy

Hloubka sedáku musí zajišťovat správné využití opěradla. Musí mít ideální délku, protože příliš krátký sedák stlačuje zadní část stehen a může snižovat stabilitu. Naproti tomu příliš dlouhý sedák zabraňuje využití opěradla a člověk může mít pocit, že sklouzává ze židle. Pro splnění těchto požadavků by měl mít sedák hloubku cca 35—50 cm, pro případ pevného sedadla v posluchárně je ideální hodnota 42 cm. Dále by se na opěradlo měly vejít kromě hýždí i dvě třetiny stehen. [3]

Sklon sedací plochy

Sklon sedadla také nemá výrazně složité parametry. U většiny sedacích ploch je tato hodnota 3—5° směrem dozadu. Můžeme se setkat i se sedadly, která mají variabilní úhel sklonu, ale to spíše u kancelářských židlí. Dalším důležitým parametrem, který kráčí ruku v ruce se sklonem sedací plochy, je čalounění. Vhodné čalounění zajišťuje stabilní sed bez nežádoucího sklouzávání, které nastává hlavně při předním typu sezení. Materiál pro čalounění by měl být porézní a měl by dobře odvádět teplo. Tvrdost by taky měla být na ideální úrovni, protože moc měkké čalounění nezajišťuje dostatečnou oporu. Pak dochází k zapojování dalších svalů, únavě nebo i zdravotním potížím. Na druhou stranu příliš tvrdé čalounění vede k nepohodlí a otlaku v oblasti hýždí. [3]

Opěradlo

Společně se sedákem je opěrná plocha nedílnou součástí správného sedadla. Při správné konstrukci pomáhá snižovat tlak na meziobratlové ploténky a také snižuje potřebnou aktivitu zádového svalstva. Z těchto důvodů má navrhování opěradel také svoje daná pravidla. Zásadním parametrem pro opěradla je úhel sklonu oproti sedáku. Pro přesnou činnost se uvádí správný úhel 100—105°, větší úhel se dá použít pro relaxování, ale i pro některé pracovní činnosti, jako je například řízení vozidla. Až moc zakloněná opěrka může způsobovat přílišný tlak na krční páteř, proto se doporučuje u sedadel zakloněných o více než 115° použití hlavové opěrky. Zajímavostí je to, že většina pracujících osob opěradlo při práci nevyužívá, protože používá přední typ sezení. Opírají se pouze při krátkých pauzách ke zrelaxování. Výška zádové opory nemá přesnou míru, pouze je doporučeno, aby nepřesahovala přes dolní úhel lopatek. Toto pravidlo má své opodstatnění hlavně ve volném pohybu končetin. Kdyby bylo opěradlo až příliš vysoké a kolmé, docházelo by k podepření pouze horní části zad. Tím pádem by se sedací kosti přesouvaly až moc dopředu a vznikal by takzvaný zhroucený sed. Šířka opěrky by měla být opět veliká jen tak, aby neomezovala pohyb horních končetin. Standardizovaná šířka se udává cca 36—40 cm. Posledním důležitým parametrem pro opěrku zad je její anatomické tvarování, aby zachovávala přirozený tvar páteře, nedoformovala záda a poskytovala oporu zádovému svalstvu. Z tvarování opěrky je nejdůležitější podpora bederní lordózy, tím pádem nejvíce vyčnívající část musí být umístěna mezi 3—5. bederním obratlem. To je cca 18—20 cm nad sedákem. V rámci zachování univerzálnosti sedadla pro většinu lidí by měl být rozsah nastavení této podpory 15—23 cm, což je například pro můj případ sezení v přednáškových místnostech těžko realizovatelné.

Loketní opěrka

Hlavní funkcí loketních opěrek je podepření horních končetin a tím snížení zátěže ramenních pletenců a mírně i krční páteře. Vedlejší funkcí je snazší zvedání a usedání. Základními parametry pro loketní opěrky jsou výška, šířka, délka, rozpětí a tvar.

Doporučované hodnoty:

Výška: výška lokte nad sedadlem + cca 3 cm (19—25 cm nad sedací plochu)

Šířka: 4—6 cm

Délka: U pracovních sedadel přibližně kratší o 10 cm než je okraj sedadla

Rozpětí: minimálně 45 cm, ne více než 52 cm [3]

2.3.2. Další parametry správného sezení

Prostor pod sedadlem

Správně zkonstruovaný prostor pod sedadlem je dalším z důležitých aspektů správného sezení. Obzvláště v posluchárnách, kde se sedí i pár hodin, je třeba měnit polohu těla při sezení, aby nedocházelo k přílišné únavě některých partií. Občas je třeba si nohy protáhnout, nebo naopak složit pod židli. Je doporučeno navrhovat prostor pod sedadlem tak, aby bylo možné složit dolní končetiny v úhlu 60° k podlaze.

Pozorovací úhel

Ač se zdá, že tahle kapitola se sezením moc nesouvisí, opak je pravdou. Špatně navržené zorné podmínky při sezení mohou též způsobovat zdravotní potíže, protože člověk při snaze je zlepšit nedodrží správné držení těla. Zorný úhel záleží i na druhu práce daného jedince a tvoří ho horizontální rovina vedená okem a úhel pohledu oka. Hodnotami se pohybuje mezi 15—40°.

Pracovní rovina

Poslední věc, která také nepřímo ovlivňuje správné sezení, je pracovní plocha. Správně navržená deska pracovního stolu také zabraňuje mnoha zdravotním obtížím. Doporučuje se navrhovat pracovní plochy ve výšce cca 3—5 cm nad loktem. V případě překročení této výšky dochází k většímu vychylování horních končetin a tím přetěžování ramenních pletenců, krční páteře a také může docházet ke kyfotickému držení těla. Podle posledních poznatků je nejlepší, když je pracovní plocha naklopena pod určitým úhlem. Pro čtení je doporučen úhel až 35°, pro psaní se hodí menší úhel cca 15°. Se sklonem však přichází problém neustálého sklouzávání a padání věcí z pracovní plochy. Vyřešit to přesahem na spodní straně stolu nelze, protože pak by zde vznikl problém s nepohodlím při opírání rukou při psaní.

Rozměr	Velikost
Výška sedáku od země	Max. 40–49 cm
Šířka sedáku	Min. 38–42 cm
Hloubka sedáku	Min. 42 cm
Výška opěradla	Nesmí přesahovat dolní úhel lopatek
Šířka opěradla	Min. 40 cm

Výška stolu od země	70–72±1,5 cm
Hloubka stolu	Co nejvíce
Šířka uličky	Co nejvíce
Osvětlení	500 lux

Tabulka 1 - předepsané hodnoty pro pracovní místo [2]

2.4. Pracovní prostředí

Prostředím se rozumí soubor všech aspektů, které působí na pracovníka. Je zde obsaženo několik fyzikálních faktorů jako jsou osvětlení, hluk a klima, ale důležité jsou i další sociální, hygienické a bezpečnostní faktory. Všechny tyto zmíněné podmínky mají vliv na pohodu a výkonnost, ale i na zdraví a psychologický stav každého pracovníka. K hodnocení těchto faktorů se využívá subjektivní a objektivní metody. Subjektivní metoda hodnotí pomocí zkušeností a pocitů samotného pracovníka a objektivní vychází z výsledků přesného měření. [2]

Pro subjektivní metodu byla zavedena norma ČSN EN ISO 7730, která přesně definuje 4 základní kategorie pocitů pracovníka:

- **Kategorie 0 – Pohoda** – Člověk nepocítuje teplo ani chlad, má tedy neutrální pocity, také nepocítuje nepříjemné proudění vzduchu. Klima v místnosti je příjemné, ani moc suché ani moc vlhké
- **Kategorie 1 – Mírná pohoda** – V tomhle stupni už pracovník cítí jemný chlad či teplo a lze cítit i mírné proudění vzduchu
- **Kategorie 2 – Nepohoda** – Člověk pocítuje výrazný chlad či teplo a už se může mírně potit. Silnější proudění chladného vzduchu, které se dá charakterizovat jako průvan před kterým nechrání ani oděv. Naproti tomu při proudění teplého vzduchu je oděv až moc teplý. Klima lze pociťovat jako dusné nebo vlhké.
- **Kategorie 3 – Značná nepohoda** – Pracovník pocítuje chlad jako výrazný pocit zimy a teplo jako horko. Oděv je značně nedostačující v obou ohledech.

2.4.1. Osvětlení

Správné osvětlení je další ze základních podmínek práce. Správným osvětlením lze zajistit správnou kvalitu vykonávané práce, čistotu, bezpečnost a také minimalizovat zrakové zdravotní obtíže pramenící z práce. Osvětlení má několik základních druhů – denní, umělé a kombinované. V praxi je nejčastěji využíváno osvětlení kombinované. Ideální je automatický

přechod z přirozeného na umělé, když dojde ke zhoršení světelných podmínek přirozeného světla. Osvětlení pochází ze světelného zdroje. Těchto zdrojů existuje několik druhů – přímý, nepřímý, stíněný a kombinovaný. Přímý zdroj vyzařuje vlastní světlo (zářivka, žárovka, slunce) a nepřímý zdroj využívá jevy jako odraz, rozptyl a propuštění. Univerzální typ svítidla pro všechny druhy situací neexistuje. Podle potřebného osvětlení pro danou činnost se určuje, jaké svítidlo je nejvhodnější. Při projektování svítidel je důležité dodržení třech základních priorit – zraková pohoda, zrakový výkon a bezpečnost práce. Zraková pohoda zajišťuje lepší pocit pracovníků při práci, což zvyšuje i výkony. Zrakový výkon, který jsou pracovníci schopni podávat i v těžších pracovních podmínkách a bezpečnost práce, aby se minimalizovala šance pracovního úrazu.

- **Přirozené osvětlení:**
 - *Výhody* – cena (je zdarma); vhodné světelné spektrum, na které je člověk zvyklý; dokonalý rozptyl v prostoru; měkké stíny
 - *Nevýhody* – kolísání intenzity (den/noc, léto/zima, počasí – mraky); kolísání barvy; tepelné záření [7]
- **Umělé osvětlení:**
 - *Výhody* – Stabilní světelné podmínky
 - *Nevýhody* – Cena, zkreslené vnímání barev [7]

Zdroje světla			
Druh	Užití	Účinnost	Podání barev
Klasické žhavé vakuové žárovky	domácnosti	slabá	dobré
Fluorescentní zářivky	kanceláře	dobrá	průměrné až dobré
Rtuťové	kanceláře, výrobní prostory	průměrná	průměrné až dobré
Sodíkové výbojky nízkotlaké	silnice	dobrá	slabé
Sodíkové výbojky vysokotlaké	továrny, výrobní prostory	dobrá	průměrná až dobrá
Metalhalogenidové výbojky	výrobní prostory, komerční prostory	dobrá	dobré
LED	kanceláře, komerční prostory	velmi dobrá	dobré

Tabulka 2 - Zdroje umělého světla [8]

2.4.1.1. *Vlastnosti svítidel a zdroje světla*

Mezi hlavní vlastnosti svítidel řadíme míru oslnění, barvu světla, rovnoměrnost a svítivost. Oslnění nastává, když je jas světla dopadajícího na oko vyšší než ten, na který je oko dimenzováno. Je považováno za největší záporný činitel osvětlení. Zabránit oslňování se dá například správným nastavením úhlu dopadu světla. Oslnění se dělí na dva druhy – absolutní a relativní. K prvnímu zmíněnému dochází tehdy, když už se oko nemůže přizpůsobit a vidění je znemožněno. Například u 200 W mléčné žárovky nebo od xenonového reflektoru automobilu. Relativní oslnění nastává, když je jas menší, ale příliš kontrastní oproti pozadí. Další důležitou vlastností je barva vyzařovaného světla. Skutečná barva předmětu se dá určit jen pod denním světlem. Přirozené denní světlo je složeno ze všech barev spektra od červené až po fialovou. Umělé zdroje osvětlení obvykle neumí nahradit přirozené světlo, a tak podání barev není věrohodné.

Základním druhem světelného zdroje, který snad každý zná, je žárovka. Toto svítidlo je však velmi málo efektivní a dobou již dávno překonané. Jedná se o tzv. tepelný zdroj světla, kdy světlo vzniká rozžhavením určitého materiálu na vysokou teplotu, zde wolframu. Většina spotřebované energie se přemění na teplo a asi jen 10 % na světlo. Dalším vývojovým stupněm světelných zdrojů jsou zářivky. Jedná se v podstatě o nízkotlaké rtuťové výbojky se žhavicími elektrodami. Dochází zde k doutnavému výboji, který trubice pokrytá luminoforem přemění na viditelné záření. Využití energie je zde o něco lepší než u žárovek - 20 % světlo; 25% infrazáření; 55% teplo. Posledním zdrojem světla jsou LED diody, které jsou dnes nejmodernější a mají širokou škálu uplatnění. Jejich hlavními výhodami jsou nízká energetická náročnost, vysoká svítivost, extrémně dlouhá životnost, rychlé rozsvěcení, malé rozměry, odolnost vůči chladu a nárazům a mají asi 10x větší účinnost než běžné žárovky. [9]

Požadavky na osvětlení pracoviště jsou přesně definovány v evropské směrnici 90/270/EHS ze dne 29. května 1990 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami (pátá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS). Základní požadavky této směrnice:

- Celkové či lokální osvětlení pracoviště (pracovní lampy) musí zajistit dostatečné světelné podmínky a vhodný kontrast mezi obrazovkou a prostorem v pozadí s přihlédnutím k typu práce a individuálním zrakovým požadavkům uživatele.

- Je nutno zabránit možnému rušivému oslnění a odleskům na obrazovce či na jiných předmětech tak, že uspořádání pracoviště bude v souladu s umístěním a technickými parametry umělých zdrojů světla.
- Pracoviště musí být uspořádáno tak, aby světelné zdroje, jako jsou okna a jiné otvory, ohledné či průsvitné stěny, nezpůsobovaly přímé oslnění a v rámci možnosti ani odlesk na obrazovce.
- Okna musí být opatřena vhodnou soustavou regulovatelných clon k tlumení denního světla, dopadajícího na pracoviště [6]

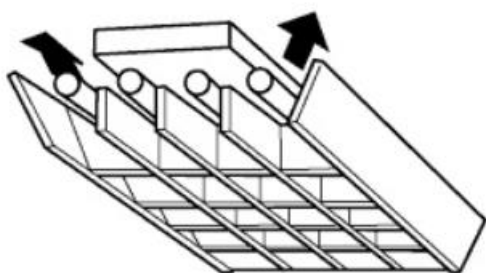
2.4.1.2. Osvětlení vzdělávacích zařízení

Prostor	Osvětlení [lx]	Zvláštní nároky
Učebny	300	Regulovatelnost
Posluchárny	500	Regulovatelnost
Černé, bílé, zelené tabule	500	Zabránění odrazům
Laboratoře	500	--

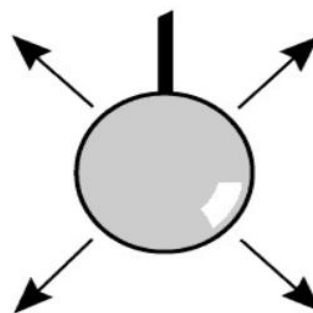
Tabulka 3 - Osvětlení ve školách [16]

2.4.1.3. Druhy svítidel

Jak již bylo psáno výše, známe čtyři základní druhy svítidel – přímé, nepřímé, kombinované a stíněné. Přímá svítidla vyzařují svůj světelný výkon přímo směrem dolů do pracovní oblasti a vytváří stíny. Naproti tomu nepřímá svítidla posílají až 100% světla vzhůru, tím pádem musí být zajištěna vysoká čistota a reflexivita stropu, aby se světlo mohlo odrazit na pracovní plochu. Nepřímá svítidla zajišťují nejrovnoměrnější světelné pokrytí a nejmenší oslnění. Jsou používána hlavně v kancelářích a administrativních prostorech. Kombinované zdroje světla šíří světlo 50:50 nahoru i dolů. Světlo jde přímo na pracovní plochu, ale je i odraženo od stropu. I u kombinovaných světelných zdrojů nedochází k oslnění. Využití nalézají hlavně ve výrobních prostorech. Posledním druhem svítidel, jsou stíněná svítidla. Tento druh svítidel je vybaven různými difuzory, čočkami a lamelami pro zakrytí přímého pohledu do zdroje světla. Tyto prvky pomáhají distribuci světla a zabraňují oslnění. Čočky pomáhají směřovat tok světla požadovaným směrem a obvykle jsou tvořeny z průhledného skla nebo plastu. Lamely zakrývají světelný zdroj, ale odrážejí světlo na pracovní plochu. Jsou speciálně tvarované pro ovládání směru a snížení jasů. Nejčastějším tvarem je parabola. Nakonec difuzory jsou skleněné nebo plastové polotransparentní kryty, které mají za úkol regulovat jas. [8]



Obr. č. 4 - Stíněné svítidlo [8]



Obr. č. 5 - Kombinované svítidlo [8]

2.4.2. Zvuk a jeho měření

Zvuk je základní fyzikální jev, který je vyvolaný mechanickým vlněním. Frekvence, které leží v rozsahu slyšitelnosti lidským uchem, jsou v rozmezí 16 Hz – 20 kHz. Základními vlastnostmi zvuku jsou hlasitost, výška a barva. Základní jednotkou pro měření hladiny intenzity zvuku je decibel. Vychází z rozloženého spektra na 12 dílů, které se nazývají bel. Jednotka, tedy decibel = 1/10 bel.

Intenzita zvuku [dB]	Kvalitativní s. posuzování	Zdroj zvuku
10	Sotva slyšet	Počátek sluchového vnímání
20	Příliš ticho	Šeleštění listí
30	Ticho	Tichý šepot
40-70	Umírněně	Tichý hovor, výklad učitele
80	Rušně	Sborové čtení, jídelny
90-100	Příliš rušně	Provoz na dálnici
110	Nesnesitelně	Velký orchestr
120	Bolestivý vjem	Diskotéky

Tabulka 4 - Zdroje zvuku dle intenzity [10]

Měření zvuku se provádí přístrojem zvaným hlukoměr. Je to jednoduchý přístroj s mikrofonom, kde membrána mikrofону reaguje na změny tlaku vzduchu způsobené zvukovými vlnami. Pohyb membrány je převeden na elektrický signál. Měření zvuku se provádí podle norem ČSN ISO 961, 1999 a 7196. Vztah pro výpočet přijatelného hluku na pracovišti vychází ze součtu základního hluku N_z a korekcí, které náleží k danému druhu činnosti a lze je zjistit z tabulek. N_z je dáno hodnotou 80 dB. Druhým důležitým vztahem je

Katedra technologie obrábění

Václav Polata

maximální hodnota přijatelného hluku uvnitř budov sloužících pro pobyt nebo hromadně využívaných. Základní hodnota $L_{AZ} = 40$ dB [2]

$$N_p = N_z + K_1 + K_2 = 80 + K_1 + K_2$$

Obr. č. 7 - Vztah pro výpočet hluku na pracovišti

$$L_{A \max p} = L_{AZ} + K_3 + K_4$$

Obr. č. 6 - Hluk uvnitř budov

2.4.2.1. Protihluková opatření

Při projektování opatření proti hluku je třeba nejprve zjistit jeho zdroj – generátor hluku. To se provádí výše zmíněným přístrojem, ale lze to i sluchem. Při analýze ve výrobní hale se musí určit i přesný zdroj hluku. To znamená, že nejen například stroj, ale i jeho část, která hluk vydává. Pouze tak se dá sjednat náprava. Další fází protihlukových opatření je navržení preventivního opatření na snížení emisí hluku. Je známo, že člověk registruje snížení hluku až o 5 dB. Snižování o více jak 20 dB potřebuje už značný zásah například do výrobního postupu. [2]

2.4.2.2. Akustika

Akustické jevy v přednáškových místnostech a aulách mají dvě základní skupiny. První je izolace od rušivých zvukových jevů vně posluchárny, tzv. hluku. Hluk je nepříjemný a rušivý sluchová vjem, který je v moderní době s rozvojem mechanizace čím dál častější. Příkladem z praxe je například nárůst hluku v hlavním městě za posledních deset let v průměru o 15 dB. Nejinak tomu bude i okolo Západočeské univerzity, kde v těsné blízkosti nedávno vyrostla nová tramvajová trať, dále se nedaleko nacházejí hlavní tahy na Klatovy a Domažlice a také je zde mnoho firem a továren, do kterých každý den jezdí stovky nákladních i osobních vozidel. Všechny tyto rušivé jevy je třeba odizolovat, aby nerušily průběh výuky v posluchárnách. Ze zdravotního hlediska má hluk na lidský organismus nepříznivý vliv. Projevuje se hlavně poruchami vyšší nervové činnosti, zhoršením krevního oběhu, snížením zaživací činnosti a také zhoršením sluchového vnímání. [2]

Druhou skupinou zvukových jevů je správně projektovaná akustika samotné posluchárny. Z hlediska komfortu a ergonomie pro studenty i vyučujícího je třeba do posluchárny zabudovat nějaké akustické zařízení, jako mikrofony, reproduktory. Je to proto, aby ani studenti v zadních řadách nebyli znevýhodněni.

2.4.3. Mikroklima posluchárny

Kvalita vzduchu je další zásadní kapitola v ergonomii vysokoškolských poslucháren. Musí být zajištěny určité parametry klimatu v těchto místnostech, protože jejich vliv na člověka je velmi významný. Vydýchaný a nepříjemný vzduch může narušovat pracovní pohodu, jmenovitě soustředění a proces přijímání informací. Hlavními parametry klimatu v pracovním prostředí jsou teplota, vlhkost a proudění vzduchu. Dalšími jsou čistota, tlak, ionizace atd. Vzduch se skládá z 21 % kyslíku, 78 % dusíku a 1 % představuje oxid uhličitý, vodní páry, ozon a vodík. Ovšem v uzavřeném prostředí vysokoškolských staveb je koncentrace CO₂ o něco vyšší. Největším zdrojem oxidu uhličitého v těchto budovách jsou zaměstnanci a studenti, proto je hlavním kritériem procenta CO₂ počet lidí v místnosti. Podle množství lidí se musí upravovat rozměry pracoviště, frekvence větrání a tepelné podmínky. Koncentrace plynu v ovzduší je uváděna v jednotkách ppm, Parts per million (z angličtiny, česky „dílů či částic na jeden milion“), zkráceně též ppm, je výraz pro jednu miliontinu (celku); někdy je tento výraz odvozován i z latinského pars per milion. Obdobně jako procento (jedna setina) či promile (jedna tisícina) se používá pro znázornění poměru jedné části vůči celku. Podle normy ČSN EN ISO 16000-26 jsou udávány rozsahy CO₂ pro kvalitu vzduchu v interiéru. [12]

Popis	Koncentrace CO ₂ [ppm]	
	Rozsah	Střední hodnota
Speciální kvalita ovzduší	≤400	350
Vysoká kvalita ovzduší	400-600	500
Střední kvalita ovzduší	600-1000	800
Nízká kvalita ovzduší	>1000	1200

Tabulka 5 - Srovnání kvality vzduchu [12]

Pro lepší pochopení těchto hodnot je třeba definovat hraniční hodnoty pro člověka. Hodnoty okolo 80 000 ppm mohou být pro člověka až smrtelné. V rozmezí od 5 do 10 tisíc ppm už ale člověku hrozí zdravotní problémy. Dochází zde ke zvýšení dýchací frekvence a změně pH krve. Hodnoty ještě o řád nižší, tedy 1000–1500 ppm definují vydýchaný vzduch, který vede k pocitu únavy, horší schopnosti soustředění a bolesti hlavy. Ze všech těchto výše zmíněných hodnot bylo německým lékařem Maxem von Pettenkoferem definováno, že dospělý

člověk vyprodukuje 16 l CO₂ za hodinu. Spolu s maximální přípustnou koncentrací 1000 ppm stanovil, že minimální dávka čerstvého vzduchu pro dospělé osobu je 25 m³/h.

Teplota vzduchu

Tepelná pohoda představuje rovnováhu tepelné bilance člověka a okolního prostředí. Při jejím zachování nedochází k zatěžování termoregulačního systému těla. Pro pocit tepelné pohody musí být zajištěna rovnováha mezi množstvím produkovaného a odváděného tepla. Aby mohla být tato rovnováha zachována, musí být vyprodukované teplo efektivně odváděno. Odvod tepla do okolí se zajišťuje několika způsoby – kondukcí, konvekcí, radiací, evaporací a respirací. Produkce tohoto tepla ovšem závisí na druhu vykonávané práce a také na psychickém stavu organismu. Proto se pro fyzicky namáhavou práci doporučuje nižší teplota okolního vzduchu. Měření teploty na pracovišti má také několik zásad. Musí se provádět přímo na místě vykonávané práce, měřicí body jsou ve výšce hlavy a pro pozici v sedě ve výšce kotníků. Další zásadou je, že měření se provádí po dobu práce nebo operace a používají se zde výhradně kapalinové, bimetalické a odporové teploměry. V níže uvedené tabulce jsou vypsány doporučené teploty pro různá prostředí.

Prostor	Teplota °C
Obytné místnosti, kanceláře	18 - 21
Učebny, studovny, společenské místnosti	18 - 22
Umývárny, sprchy, ošetřovny	23 - 25
Chodby, záchody, kuřárny	min. 14
Dílny pro jemnou mechaniku, šatny	18 - 20
Truhlárny, modelárny	18 - 20
Obráběcí dílny	17 - 18
Montáže, zámečnické dílny	16 - 17
Manipulace s materiálem	12 - 15
Slévárny, kovárny	10 - 12

Tabulka 6 - Doporučené teploty pro různá prostředí [2]

Proudění vzduchu

Pohyb vzduchu v budovách probíhá dvěma základními způsoby – přirozeně a uměle. Přirozené proudění je zapříčiněno při větrání nebo průvanu. Umělý pohyb vzduchu je vyvolán například pohybem studentů/pracovníků nebo klimatizací.

3. Výběr poslucháren ZČU a jejich popis

Západočeská univerzita v Plzni byla založena v roce 1991. Univerzita se skládá z 9 fakult. Její prostory jsou situovány nejen v kampusu na Borech, ale i v centru západočeské metropole. Disponuje mnohými posluchárnami po celém městě.

Nejstarším objektem je zde původní budova fakulty strojní a aplikovaných věd z roku 1992. Začal vznikat už v roce 1985 a za jejím návrhem stál architekt Pavel Němeček. V dnešní době budovat nezapadá do architektonického stylu kampusu, což by se ale mělo postupem času změnit. Výhledově je počítáno s rekonstrukcí budovy. V další fázi rozvoje borského kampusu byla v roce 2004 dostavěna budova fakulty elektrotechnické. Na této budově lze zaznamenat rozdíl oproti staršímu objektu fakulty strojní.

Jako nejnovější byla v roce 2014 dokončena budova NTIS, do které se přestěhovala fakulta aplikovaných věd. Tato budova je tím nejmodernějším objektem ZČU v Plzni.



Obr. č. 8 - Letecký snímek ZČU [13]

Díky těmto historickým rozdílům mezi budovami si mohou i laici všimnout vstřícného principu k otázkám ergonomie. V následujících podkapitolách bude proveden výběr 3 poslucháren, které se nacházejí v kampusu na Borech. Jedná se o posluchárny FST, FEL a FAV. Přesně v tomto pořadí. Zároveň se bude jednat o ergonomickou studii, kterou jsem v souvislosti

se zadáním této bakalářské práce provedl. Hodnocení bylo provedeno na základě vlastní zkušenosti studenta FST. Nejprve bylo hodnocení zcela subjektivní, bez zpětné vazby na současné ergonomické standardy a normy. Popsal jsem svůj dojem a posoudil komfort při výuce z pobytu v uvedených posluchárnách. V dalších kapitolách se však nachází i detailnější analýza komfortu sezení, zrakových, akustických a klimatických podmínek a celkové estetičnosti poslucháren.

3.1. Popis poslucháren na FST

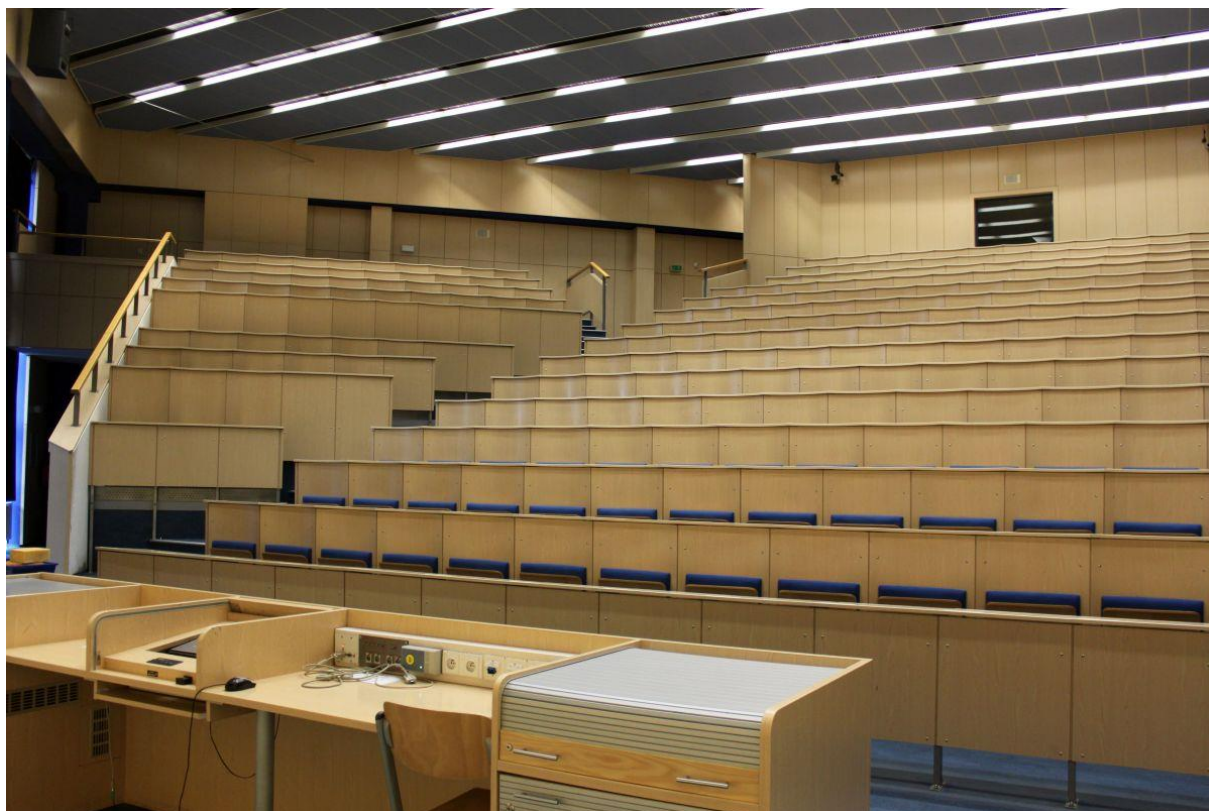
Výuka studentů probíhá podle zaměření jednotlivých fakult v rozličných prostorách. Zejména v první etapě bakalářského studia jsou přednášky rozvrhovány do velkých poslucháren. Nejstarší posluchárny na FST vznikly již v roce 1992, jejich projekt je však ještě o 7 let starší. Nachází se tedy v nejstarším objektu, v přízemí a nesou označení UP. Projektovány byly podle požadavků této doby. Dnešní podoba naznačuje, že již byly v průběhu let nepatrně modernizovány, aby mohly alespoň vzdáleně držet krok s dnešními trendy. Najdeme zde tedy modernější ozvučovací techniku, nové dataprojektory, výpočetní techniku. Tím výčet modernizací končí. Jsou zde nevyhovující dřevěné sedáky bez polstrování a bez loketních opěrek. V některých posluchárnách jsou ještě skládací stolky, které mají po rozložení mezeru ztěžující psaní. Okolo jednotlivých míst není žádný prostor na odkládání oblečení či jiných osobních věcí. Prostor pod lavicí je také nevyhovující. Studenti musí sedět a mít nohy v jedné poloze, což je proti zásadám komfortního sezení. Absence více přístupových uliček znemožňuje studentům sedícím uprostřed řady odchod například na toaletu. Elektrické zásuvky, které by mohli studenti využívat k nabíjení notebooků, zde také chybí. K regulaci teploty a stínění v místnosti zde slouží pouze závěsy. Absence klimatizace neumožňuje regulovat teplotu v místnosti. Osvětlení je zde zajištěno zářivkami, které mají vyšší energetický odběr a mohou být i hlučné. V posluchárně jsou pouze jedny dveře, které zajišťují vstup i výstup osob, což se i z hlediska požární bezpečnosti jeví jako značně nevyhovující. Celkově se současný stav těchto poslucháren jeví jako ne příliš komfortní i z pohledu studenta, který v podobné posluchárně tráví několik výukových hodin. Pro ergonomickou studii jsem si vybral posluchárnu UP 112.



Obr. č. 9 – Ukázka prostoru posluchárny UP 112

3.2. Popis poslucháren na FEL

Budova fakulty elektrotechnické byla dokončena v roce 2004. Posluchárny jsou projektovány podle novějších ergonomických standardů než výukové prostory na FST. Pouhým pohledem je možné zaregistrovat řadu odlišností. Je zde modernější osvětlení, na zdech je možno vidět použitou ozvučovací techniku a prostory jsou klimatizovány. Jsou zde čtyři vchody a východy, což je nutností i z bezpečnostního hlediska. Bohužel, můžeme zde opět vidět sedadla bez polstrování, které snižuje pohodlí při dlouhodobém sezení a chybí i loketní opěrky. Prostor pro nohy je větší, studenti si mají kam odložit například i batoh. Stolky už jsou celistvé. Ale mají jedno mínus, a to je jejich spodní hrana, která je kovová a zvýšená tak, aby zabraňovala pádu věcí z nakloněného stolku. Svůj účel sice plní, ale při psaní řeže do zápěstí. Stejně jako v prvním případě zde není dostatečný počet zásuvek a tím je omezena možnost dobítí notebooků a tabletů, které jsou dnes nezbytným vybavením každého studenta. Pro svoji studii jsem si vybral posluchárnu EP 130.



Obr. č. 10 – Ukázka prostoru posluchárny EP 130 [14]

3.3. Popis poslucháren na FA V

Posluchárny v budově NTIS jsou tím nejmodernějším, čím univerzita disponuje. Nachází se v prvním patře nové budovy. Již na první dojem je patrné, že jsou naprojektovány podle moderních ergonomických zásad a trendů. Zde je možné vidět pohodlné polstrované židle s loketními opěrkami, které umožňují komfortní sezení. Osobní prostor pro studenty je zde také větší, ale místo na osobní věci a oblečení stále chybí. Stolky jsou výsuvné a poskytují dostatečný prostor pro psaní. Jedinou nevýhodou je absence místa pro psací potřeby, které soustavně padají na zem. Výpočetní technika je zde na špičkové úrovni, několik dataprojektorů, jejichž obraz je promítán nejen na plátno, ale i na širokoúhlé obrazovky pro zadní řady. Přístup zajišťují dva vchody, což je vyhovující. Studenti zde mají k dispozici dostatečný počet zásuvek pro nabíjení svých elektronických zařízení. Mikroklima je zde perfektní, klimatizace zajišťuje čerstvý vzduch a příjemnou teplotu. Tyto nové posluchárny splňují z pohledu studenta příjemné a inspirující prostředí. Pro svoji studii jsem si vybral posluchárnu US 217.



Obr. č. 11 – Ukázka prostoru posluchárny US 217 [14]

3.4. Analýza času pobytu studenta v posluchárnách UP, EP, US

Jak již zde bylo zmíněno, s ohledem na způsob výuky na FST studenti absolvují naprostou většinu času výuky v sedě. Všechny přednášky jsou rozvrhovány do mnou zkoumaných poslucháren. Aby bylo možné zdůvodnit požadované úpravy poslucháren v duchu ergonomických zásad byla zpracována krátká studie času běžného studenta prezenčního programu. Následující časový rozbor byl tedy vytvořen pro objektivní posouzení ergonomických aspektů a komfortu při výuce. Rovněž pro případná zdravotní rizika plynoucí z nedodržení ergonomických požadavků. Předmětem studie je suma času stráveného v uvedených posluchárnách v bakalářské etapě studia.

Na základě vlastního rozvrhu výuky na FST v první etapě studia jsem vytvořil tabulku, která je výpočtem času stráveného v uvedených posluchárnách. Tato fáze studia je charakterizována velkým počtem studentů, proto je většina přednášek rozvrhována do těch největších poslucháren (např. US 204, EP 130). Bloky přednášek mají nejčastěji dvě až čtyři hodiny. Student tak tráví dlouhý časový úsek během dne na stejném místě – na jednom ze sedadel

Katedra technologie obrábění

Václav Polata

v posluchárně, které jsou zobrazeny na přiložených fotografiích č. 11, 12 a 13. První tabulka tedy znázorňuje rozložení času výuky v uvedených posluchárnách v zimním a letním semestru za jeden týden.

Ročník	Semestr	Čas v UP [min]	Čas v EP [min]	Čas v US [min]
1. Ročník	Zimní	180	360	90
	Letní	0	330	270
2. Ročník	Zimní	390	150	180
	Letní	150	660	0
3. Ročník	Zimní	270	0	180
	Letní	0	90	0
-	Suma [min]	990	1590	720

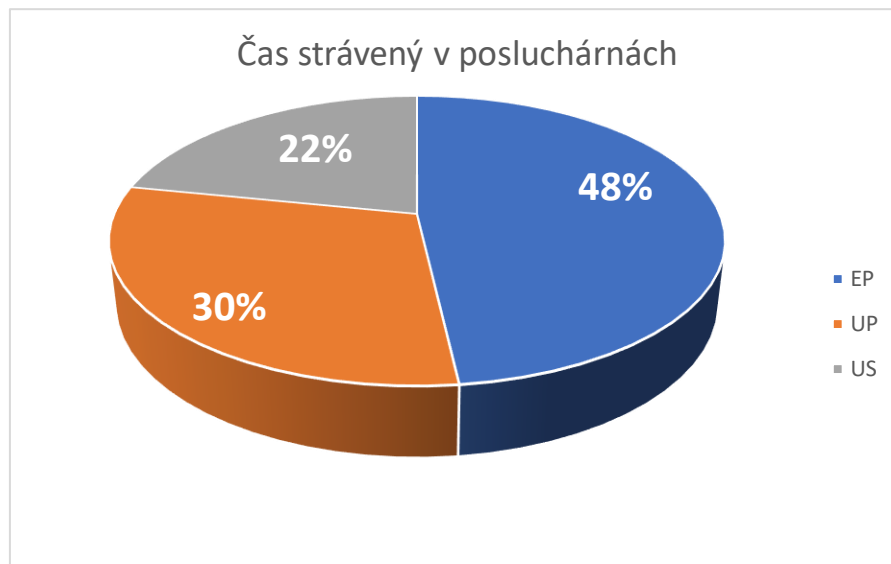
Tabulka 7 - Časy v jednotlivých posluchárnách podle semestrů za týden

Druhá tabulka vyjadřuje souhrnný čas výuky studenta v ZS a LS. Pro lepší představu a následné hodnocení byl proveden přepoččet na hodiny.

Ročník	Semestr	Čas za týden [h]	Čas za semestr [h]
1. Ročník	Zimní	10,5	136,5
	Letní	10	130
2. Ročník	Zimní	12	156
	Letní	13,5	175,5
3. Ročník	Zimní	7,5	97,5
	Letní	1,5	19,5

Tabulka 8 - Počet hodin v posluchárnách v jednotlivých semestrech

Rozložení času v jednotlivých posluchárnách je přehledně znázorněno na příloženém grafu. Z něj vyplývá, že nejvíce času studenti tráví v posluchárnách EP, které jsou na fakultě elektrotechnické. Čas v jiných pracovních polohách se určuje hůře, protože náplň přestávek a například laboratorních cvičení, kde se také občas stojí, není přesně dána.



Obr. č. 12 - Graf rozložení času v posluchárnách

4. Posouzení vybraných ergonomických aspektů

U všech vybraných poslucháren byly posouzeny důležité aspekty podle pravidel a zásad zmíněných v teoretické části práce. V první řadě pracovní místo studenta, podmínky pro sezení, psaní a přístup. Pracovní místo studenta je myšleno tak, že se jedná o místo k sezení studenta v posluchárně, kde se fyzicky účastní výuky. Pro návrh sezení se v praxi nejčastěji používá norma ČSN ISO 6385. Při hodnocení pracovního místa – místa pro sezení a stolu, byly použity normy ČNS 91 0601 a 91 0630 pro pracovní sedadla a jejich technické požadavky. Dalšími důležitými vlastnostmi poslucháren jsou akustika, osvětlení a mikroklima. Tyto hodnoty budou posuzovány subjektivně. Na univerzitě nikdy nebylo prováděno měření, které by bylo objektivním srovnáním s doporučenými hygienickými standardy. Aby bylo možné přehledně demonstrovat a posoudit ergonomické faktory poslucháren, zvolil jsem následující podkapitoly měření. V neposlední řadě bylo provedeno hodnocení vybavenosti z hlediska IT technologií.

4.1. Posluchárna FST – UP 112



Obr. č. 13 - Posluchárna UP112 – pohled od tabule

4.1.1. Ergonomie pracovního místa v UP 112

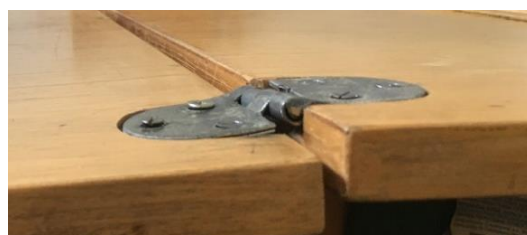
Jak je již zmíněno výše, jedná se o nejstarší posluchárny na univerzitě. Stav tomu také odpovídá. Rozměry sedadel neodpovídají moderním ergonomickým normám. Sedáky jsou moc vysoko od země, jsou bez jakéhokoli polstrování nebo alespoň ergonomického tvarování. Opěradla sice polstrována jsou, ale sedící nemá sebemenší šanci opěradlo využít, protože deska stolu řady za ním přesahuje asi o 5 cm do řady následující a nepříjemně tlačí do zad (viz 1, obr. 16). Tento problém je asi nejzásadnější z hlediska pohodlí při sezení. Postrádá i jakékoli logické

opodstatnění, a navíc činí polstrovanou část opěradla zbytečnou. Student nemá šanci se opřít. Deska stolu nepostrádá místo pro odložení psacích potřeb. Tím výčet pozitiv končí.

Výška pracovní plochy stolu neodpovídá normě a z důvodu šetření místa je deska dělená a sklopná pomocí pantů, aby bylo více prostoru pro přístup k místům. Tohle řešení však desku stolu činí naprosto nepoužitelnou, protože obě poloviny mají, z důvodu vůle v pantech, mezi sebou schod asi 0,5 – 1 cm (viz 2, obr. 16). Tento problém vzniká z důvodu zanedbání údržby, panty by měly být alespoň jednou ročně kontrolovány a vadné kusy vyměněny. Bez pořádné podložky je možnost pohodlného psaní velmi snížena. I přes úsporné opatření desky stolu je šířka uličky pouhých 40 cm, což je nejméně ze všech zkoumaných poslucháren. Všechny nedostatky jsou zdokumentované na fotografiích níže.



Obr. č. 16 - Příklad sezení na pracovním místě



Obr. č. 17 - Detail 2



Obr. č. 18 - Detail 1

	Parametry doporučené	Parametry naměřené	Vyhovuje /nevyhovuje
Sedák – výška od země	40–49 cm	49 cm	✓
Sedák – hloubka	Min. 42 cm	41 cm	✗
Opěradlo – šířka	Min. 40 cm	50 cm	✓
Stůl – výška od země	70–72±1,5 cm	80 cm	✗
Stůl – hloubka	Čím více, tím lépe	40 cm	✗
Šířka uličky	Čím více, tím lépe	40 cm	✗
Opěrky loktů	ANO	NE	✗

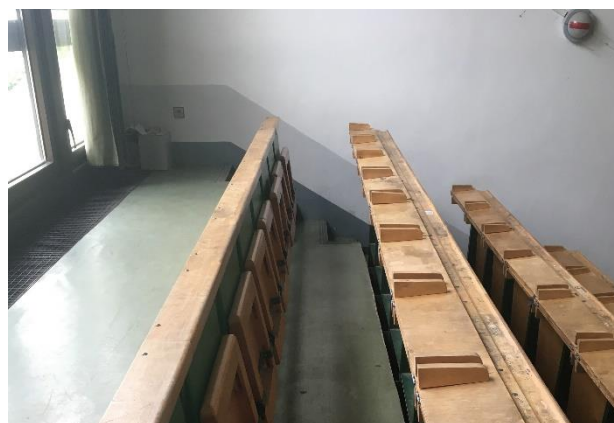
Tabulka 9 – Naměřené hodnoty pracovního místa – UP

4.1.2. Design a vybavenost UP 112

Z hlediska celkové vybavenosti a vzhledu není tato posluchárna fakulty strojní na vysoké úrovni. Obecně byly sice všechny posluchárny doplněny o dataprojektory a jistou IT konektivitu, ale to je jen to nejnnutnější. Stále se zde používá například klasický starý meotar. Posluchárny celkově nepůsobí komfortně a nevytváří příjemné pracovní prostředí, které je pro vstřebávání informací důležité. Design odpovídá stáří, jsou zde například dřevěné konstrukce okolo topení, které jsou za všechna léta provozu plná prachu. Závěsy, které jsou sice ovladatelné, ale jsou však již potrháné a také nejsou optimální z hlediska hygieny. Podlaha je pokryta zeleným linem, které už jen podtrhuje nevlídnost posluchárny. Také přístupnost prostředních míst v řadách k sezení je špatná, pouze dvě uličky po stranách jsou nedostatečné. Vybavení posluchárny i přes své stáří však stále funguje a svoji funkci v podstatě plní.



Obr. č. 19 - Konstrukce okolo topení



Obr. č. 20 - Vzhled pracovních míst

4.1.3. Akustika

Z hlediska akustického vybavení je posluchárna zcela nevyhovující. Chybí zde mikrofony, reproduktory a ostatní akustická zařízení. Přednes vyučujícího při plné posluchárně studentů a dvouhodinové prezentaci znamená velké úsilí.

4.1.4. Mikroklima

Posluchárna disponuje pouze manuálním otevíráním oken a zatahováním závěsů na elektromotor ovládaný z místa vyučujícího. Klimatizace zde není nainstalována. Jak již bylo uvedeno, závěsy jsou na některých místech potrhány a nemohou tak plnit svoji funkci.



Obr. č. 21 - Mechanismus pro pohon závěsů



Obr. č. 22 - Potrháný závěs

4.1.5. Osvětlení

Osvětlení je zde zajištěno pomocí zářivek, které zrovna v UP 112 patří k již vyměněným a moderním. To však není samozřejmostí, protože v několika dalších posluchárnách se nachází ještě původní typ zářivek s kovovou konstrukcí.

4.2. Posluchárna FEL – EP 130

Už z předchozího základního popisu je patrné, že tyto prostory jsou o něco modernější než posluchárny UP. V jistých parametrech se velmi blíží úrovni přednáškových místností v budově NTISu. Některé základní chyby byly převzaty ze starších poslucháren UP. Celkově se jedná o solidní vývoj tohoto prostoru z ergonomické stránky.



Obr. č. 23 - Posluchárna EP 130 - pohled od tabule

4.2.1. Ergonomie pracovního místa v EP 130

Pracovní místa v posluchárně EP 130 jsou navržena v podobném stylu jako v posluchárnách UP v budově fakulty strojní. Jsou zde pouze výklopné nepolstrované sedáky, které nejsou vhodné pro dlouhodobé sezení. Jejich rozměry nejsou zcela v tolerancích, které uvádějí normy, viz tabulka č.9. Opěradlo, jak už je patrné z fotografické dokumentace, je v nevyhovující výšce a neposkytuje pohodlnou oporu pro záda. Velikost opěradla je také nedostatečná, normu plní pouze ve své šířce. Studenti se musí opírat o dřevěnou desku, která je velmi málo ergonomicky tvarovaná. Pracovní deska je z důvodu velkého prostoru pro průchozí uličku až moc vzdálená od sedadla. Poloha pro psaní z tohoto důvodu také není komfortní a student musí sedět v přední části sedáku, aby vůbec dosáhl na pracovní plochu stolu (viz obr. 19). Při delším psaní dochází k nepříjemnému otlaku zápěstí o přesahující kovové ukončení desky stolu, jehož správná funkčnost postrádá smysl. Jediná výhoda desky stolu je to, že disponuje odkládacím prostorem pro psací potřeby. Přes všechny zmíněné klady tato pracovní místa neposkytují dostatečný komfort pro dlouhodobější pobyt.



Obr. č. 24 - Příklad sezení v posluchárně



Obr. č. 25 - Řada míst v EP 130

Pro lepší představu byla sestavena tabulka znázorňující doporučené a naměřené hodnoty rozměrů pracovního místa.

	Doporučené parametry	Naměřené parametry	Vyhovuje /nevyhovuje
Sedák – výška od země	40–49 cm	48,5 cm	✓
Sedák – hloubka	Min. 42 cm	45 cm	✓
Opěradlo – šířka	Min. 40 cm	47,5 cm	✓
Stůl – výška od země	70–72±1,5 cm	82 cm	✗
Stůl – hloubka	Čím více, tím lépe	42,5 cm	✓
Šířka uličky	Čím více, tím lépe	53,5 cm	✗
Opěrky loktů	ANO	NE	✗

Tabulka 10 - Naměřené hodnoty pracovního místa – EP

4.2.2. Design a vybavenost

Z celkového pohledu tyto posluchárny působí vyšším estetickým dojmem. Nechybí zde moderní IT vybavení, dva dataprojektory, širokoúhlé promítací plátno a digitální meotar. Osvětlení je zde řešeno zářivkami umístěnými v podhledech. Z hlediska celkové, a hlavně požární bezpečnosti jsou zde 4 standartní vchody/východy, kterým jsou ještě doplněny o dva nouzové východy, umístěné v prosklených stěnách. Estetický dojem posluchárny je

chvalitebný. Stěny jsou obloženy dřevěnými deskami, které jsou omyvatelné, vzhledově příjemné a zajišťují i určitou zvukovou a tepelnou izolaci. Celý prostor je tedy laděn do dřevěného dekoru v kombinaci s modrou barvou – barvou celé Západočeské univerzity. Boční stěny jsou prosklené, což zajišťuje dostatek denního světla i moderní vzhled.



Obr. č. 26 - Prosklená stěna s únikovým východem Obr. č. 27 - Celkový pohled na design posluchárny

4.2.3. Akustika

V této posluchárně můžeme vidět nainstalované moderní akustické prvky – reproduktory a pro vyučujícího mikrofony. Celé toto vybavení zajišťuje dokonalý poslech pro všechny zúčastněné. Posluchárnu lze pozitivně hodnotit i z hlediska vnější akustiky, je velmi dobře odizolovaná a žádné zvuky z venku neruší výklad.



Obr. č. 28 - Akustické prvky posluchárny

4.2.4. Mikroklima

Posluchárny v budově fakulty elektrotechnické, ve kterých studenti tráví nejvíce času, disponují klimatizací a moderní vzduchotechnikou. Ovládání klimatizace se provádí pomocí dotykového displeje, kterým lze rovněž zatahovat závěsy. Pod každým místem jsou výdechy vzduchotechniky, které zajišťují optimální cirkulaci vzduchu v této posluchárně i při plné kapacitě. Vytápění je zajištěno radiátory umístěnými po obou stranách posluchárny.



Obr. č. 29 - Výdechy ventilace pod každým sedadlem

4.2.5. Osvětlení

Osvětlení zajišťují klasické zářivky, které jsou esteticky ukryté ve stropě. Je škoda, že zde nebylo využito moderní technologie LED svícení, které je více variabilní, účinnější a méně energeticky náročné a zároveň vytváří příjemnější estetické prostředí.



Obr. č. 30 – Ukázka osvětlení v EP 130

4.3. Posluchárna FAV – US 217

Jak zde již bylo uvedeno, posluchárny v budově NTIS patří k moderním výukovým prostorům, které lze nalézt v kampusu ZČU na Borech.



Obr. č. 31- Posluchárna US 217 – celkový pohled

4.3.1. Ergonomie pracovního místa v US 217

Každé pracovní místo je vybaveno příjemně polstrovaným křeslem s pohodlným sedákem, který odpovídá moderním ergonomickým normám. Opěradla jsou také měkce polstrována, anatomicky tvarována a při opření poskytují oporu i pro krční páteř a hlavu. U sedadel nechybí ani dostatečné loketní opěrky, které jen podtrhují komfort a ergonomičnost pracovního místa. Pro každého sedícího studenta je zde sklopný stolek, který je upevněn na sedadle v řadě před ním. Pro první řady jsou stolky na speciálních sloupcích. Zde je ale možné zmínit drobný nedostatek, kterým je absence místa na odkládání psacích potřeb. Tužky a propisky tak mohou volně sklouznout, protože stolek je sice správně ergonomicky skloněn o

Katedra technologie obrábění

Václav Polata

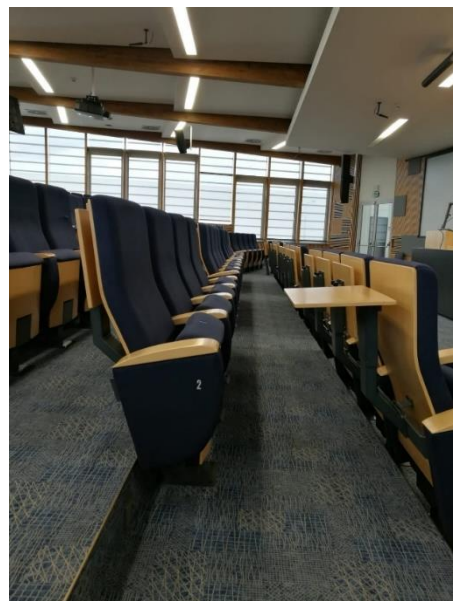
5°, ale bez jakékoli spodní hrany či prolisu, který by tomu zabránil. Dalším menším nedostatkem je vzdálenost stolu od sedadla, kdy se musí studenti menšího vzrůstu nepříjemně naklánět nad stolek. To je ale dáno univerzálností pracovního místa a nelze tomu nějak zabránit. Všechny ostatní ergonomické parametry jsou už však v naprostém pořádku. Pod sedadlem je více prostoru na pro nohy, zejména při dlouhém sezení. Podlaha je pokryta příjemným kobercem, který navíc tlumí hluk a vytváří subjektivně komfortnější prostředí. Sedadel je vedle sebe maximálně šest, což zajišťuje dostačující přístup ke všem místům, například při nutnosti odchodu na toaletu. Pro každou šestici sedadel je k dispozici dvojice elektrických zásuvek. Při běžném používání tabletů a notebooků je to v dnešní době téměř nezbytnost.

	Naměřené parametry	Doporučené parametry	Vyhovuje /nevyhovuje
Sedák – výška od země	40 cm	40–49 cm	✓
Sedák – hloubka	44 cm	Min. 42 cm	✓
Opěradlo – šířka	47,5 cm	Min. 40 cm	✓
Stůl – výška od země	73 cm	70–72±1,5 cm	✓
Stůl – hloubka	32 cm	Čím více, tím lépe	✗
Šířka uličky	50 cm	Čím více, tím lépe	✓
Opěrky loktů	ANO	ANO	✓

Tabulka 11 - Naměřené hodnoty pracovního místa – US



Obr. č. 32 - Sezení na pracovním místě

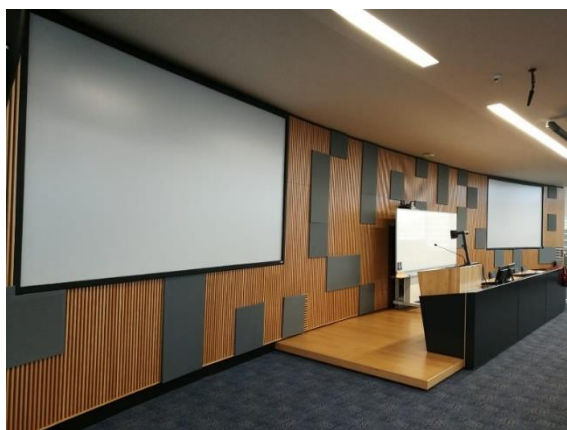


Obr. č. 33 - Řada sedadel v posluchárně US 217

4.3.2. Design a vybavení

I z celkového pohledu posluchárna působí moderně a komfortně. Přední části vévodí dvě projekční plátna, na která lze promítat dataprojektorem. Zdrojem promítání může být přímo zde nainstalovaný počítač, osobní notebook, digitální dataprojektor či dotykový monitor, na který lze kreslit a psát. Možnosti konektivity v této posluchárně jsou nezměrné. S projekčními plátny spolupracují i širokoúhlé obrazovky nainstalované nad prostředními řadami posluchárny, které zajišťují komfortní zorné podmínky i pro poslední řady.

Tato posluchárna splňuje parametry moderního designu. Zdi jsou obloženy dřevem v moderním provedení. Na oknech jsou elektronické sluneční clony. Podlaha je pokryta příjemným kobercem, ten navozuje komfortní atmosféru, problémem však může být dodržování hygienických požadavků, jelikož se v posluchárně střídá velké množství studentů. Dřevěné trámy na stropě kontrastují s bílou barvou omítky a celkově dokreslují atmosféru celé místnosti. Celkově je posluchárna velmi povedená.



Obr. č. 34 - Projekční plátna



Obr. č. 35 - Výpočetní technika

4.3.3. Akustika

S všemi zobrazovacími technologiemi spolupracuje výborná akustika. Po celé posluchárně jsou instalovány reproduktory JBL, které přenášejí kvalitní zvuk z počítače nebo z mikrofonu instalovaného vedle digitálního dataprojektoru. Vyučující tak nemusí nikterak zvyšovat hlas a je perfektně slyšet i v zadních řadách. S akustickým vybavením souvisí i odrušovače



Obr. č. 36 - Reproduktory JBL

hluku umístěné u stěny, za kterou je nedaleko nově položená tramvajová trať. Z vlastní

zkušenosti vím, že odhlučnění této posluchárny je perfektní a rušivé elementy zvenčí sem nedoléhají.

4.3.4. Mikroklima

Sluneční clony v oknech a další nastavení posluchárny lze ovládat z dotykové obrazovky nainstalované na stole pro vyučujícího. Se slunečními clonami souvisí i dobře nastavitelná klimatizace, která má výdechy pro každou řadu sedadel a vzduch tak proudí optimálně po celé posluchárně.



Obr. č. 37 - Dotykový ovládací panel

4.3.5. Osvětlení

Důležitým aspektem pro tak velký prostor, jakým je tato posluchárna, je osvětlení. Zde nebyly použity moderní LED diody, ale „pouze“ zářivky. Na první pohled starší technologie zde byla přivedena k dokonalosti. Stejná dotyková obrazovka, která umožňuje ovládat klimatizaci, umí i regulovat intenzitu osvětlení v kterékoli části posluchárny. To je ideální kombinace pro zrakové podmínky studentů na různých místech této posluchárny. Při promítání textu dataprojektorem nebývá vždy samozřejmé, že studenti bez této možnosti nastavení intenzity osvětlení dokonale vidí na promítané plátno.

5. Shrnutí výsledků studie a návrhy opatření

Návrhy na zlepšení u pracovních míst, kde studenti tráví nejvíce času při výuce, vychází z naměřených rozměrů, které byly porovnány s rozměry danými příslušnými normami. Ostatní aspekty a parametry poslucháren byly porovnávány čistě subjektivním dojmem studenta, který zde strávil tři roky bakalářského studia. Úpravy a vylepšení byly navrženy vzhledem k moderním trendům a doporučením. Pro porovnání bude zde uvedena ukázka návrhu moderní posluchárny, která aktuálně vzniká na ČVUT v Praze.

5.1. Výsledky a návrhy pro UP 112

5.1.1. Shrnutí výsledků studie

Ze zpracované ergonomické studie jsem došel k závěru, že posluchárny tohoto typu potřebují neodkladnou zásadní rekonstrukci. Z důvodu nedostatečné vybavenosti výpočetní technikou zde není možné praktikovat moderní výukové metody. Místo na sezení splňuje normu pouze v rozměrech pro vzdálenost sedadla od země a šířky opěradla. Opěradlo sice správnou šířku má, ale jak již bylo zmiňováno v předešlých kapitolách, z důvodu přesahující hrany stolu ve vyšší řadě jej nelze využít. Tento problém spolu s uvolněnými panty stolků je velmi zásadní. Ani ostatní důležité parametry sedadla a stolu dodrženy nejsou. Sedáky nejsou bohužel ani ergonomicky tvarovány a z důvodu absence polstrování nevhodné k delšímu sezení. Nedostatečná je také šířka uličky. Přehledný výpis výsledků porovnávaných rozměrů viz níže (tabulka 12). Design posluchárny nenavozuje požadovanou příjemnou atmosféru. Dále i z pohledu požární bezpečnosti je tato posluchárna nevyhovující, pouze jediný vchod vzhledem ke kapacitě nelze považovat za dostatečný.

Parametr	Vyhovuje/nevyhovuje
Sedák – výška od země	✓
Sedák – hloubka	✗
Opěradlo – šířka	✓
Stůl – výška od země	✗
Stůl – hloubka	✗
Šířka uličky	✗
Opěrky loktů	✗

Tabulka 12 - Přehled výsledků pro UP 112

5.1.2. Návrhy a zlepšující opatření

S ohledem na zjištěné nedostatky lze podněty na zlepšení rozdělit následovně:

a) *Opravy, které lze provést okamžitě*

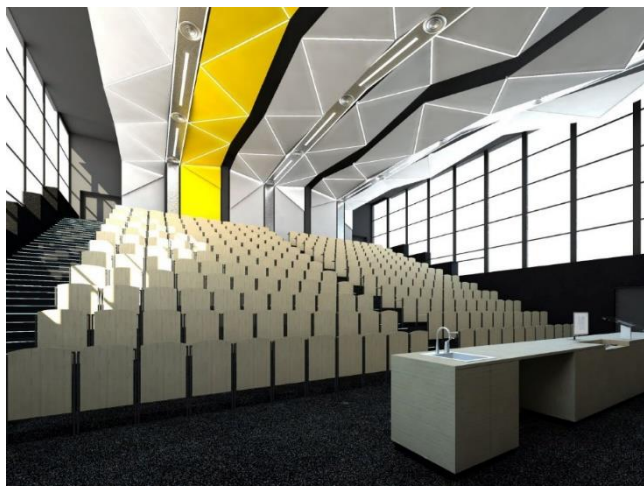
- Výměna uvolněných pantů u sklopných stolků na jednotlivých pracovních místech a výměna poškozených desek. Tento problém, by se ale měl řešit průběžně. Velké množství nepoužitelných psacích ploch je výsledkem zanedbané údržby. Druhý hlavní problém se přesahující deskou stolu nelze operativně vyřešit.
- Další rychlou opravou by měla být výměna závěsů, které jsou potřhané a plné prachu za desetiletí používání.
- Důkladné vyčištění vybavení posluchárny, jmenovitě topení a další zákoutí, kde se nasbíralo mnoho nečistot a prachu.

b) *Návrhy na celkovou rekonstrukci posluchárny*

Z dlouhodobějšího časového horizontu by byla ideální celková zásadní rekonstrukce posluchárny UP 112 a dalších prostor stejného typu. Uvnitř by mělo dojít k výměně sedaček se sklopnými stolkami pro studenty, zde by se mělo počítat i s rozšířením sítě elektrických zásuvek pro zařízení studentů. Pracovní místa by měla splňovat moderní ergonomické zásady jako například jsou tvarovaná polstrovaná sedla vhodných rozměrů, dostatek místa pro osobní věci studenta aj. Nemělo by se zapomenout ani na osoby se sníženou schopností pohybu, které ve stávající posluchárně také nemají svá místa. Měla by být instalována nová katedra s možností propojení počítače s projekční technikou. Posluchárna by také měla projít lehkou stavební úpravou z důvodu nedostatku vchodů a východů. Rekonstrukce by měla zahrnovat výměnu oken, zateplení vnějšího pláště budovy (mělo by dojít ke vzhledovému sjednocení FST a FEL). Zrekonstruovaná posluchárna by měla být vybavena novou vzduchotechnikou s klimatizací pro optimální chlazení, ohřev a výměnu vzduchu v posluchárnách. Také by mělo dojít k výměně všech elektrických rozvodů. V neposlední řadě by měla být instalována nová audiovizuální technika, jako jsou projektory, interaktivní tabule a případně velkoplošné obrazovky pro zadní řady. Důležitý je také systém požární signalizace případně bezpečnostní kamerový systém. Nakonec by bylo vhodné zvolit příjemný design, aby posluchárna navozovala příjemnou atmosféru. Navrhované stavební úpravy vychází z projektu aktuálně rekonstruované posluchárny v Praze na ČVUT. Jedná se o typově podobný prostor, který je podobně starý jako

posluchárny zde na ZČU. Pro možnou budoucí rekonstrukci by tento projekt mohl být inspirací.

[13]



Obr. č. 38 - Vizualizace aktuálně rekonstruované posluchárny ČVUT FSv [13]

5.2. Výsledky a návrhy pro EP 130

Shrnutí ergonomické studie posluchárny v budově elektrotechnické dopadlo lépe. Z hlediska celkového vzhledu a vybavenosti posluchárny není nic, co by bylo možné vytknout. V posluchárně se nachází moderní audiovizuální technika, klimatizace i moderní způsob osvětlení. Při podrobnějším pohledu na jednotlivá pracovní místa bylo zjištěno několik nedostatků, jako například neergonomické opěradlo – polstrování je konstruováno příliš nízko a nelze ho tedy využít. Dále pak nepolstrované sedadlo, které je při delším sezení nepohodlné, moc velká vzdálenost desky stolu od země, kovová hrana desky stolu, která nepříjemně tlačí do zápěstí a jako poslední absence loketních opěrek. Vše je již uvedené v podkapitole 4.2. V tomto případě nebyly nalezeny nedostatky, pro které by bylo nutné plánovat jakékoli zásadní změny

Parametr	Vyhovuje/nevyhovuje
Sedák – výška od země	✓
Sedák – hloubka	✓
Opěradlo – šířka	✓
Stůl – výška od země	✗
Stůl – hloubka	✓
Šířka uličky	✗
Opěrky loktů	✗

Tabulka 13 - Přehled výsledků pro EP 130

5.3. Výsledky a návrhy pro US 217

Jako poslední byla hodnocena nejnovější posluchárna US 204 v budově NTIS na Fakultě aplikovaných věd. V tomto případě ergonomické studie posluchárna splňuje všechny ergonomické normy a patřičná pravidla. V posluchárně jsou k dispozici moderní audiovizuální technologie a je vybudována v moderním a příjemném designu. Pracovní místa splňují až na jeden méně důležitý parametr všechny klíčové rozměry, sedadla jsou polstrovaná, pohodlná a v zásadě ergonomicky tvarovaná. Ze všech těchto ohledů není posluchárně, co vytknout. Jedinou poznámku mám k osvětlení, kde je zarážející, že nebylo použito technologie LED technologie osvětlení.

Parametr	Vyhovuje/nevyhovuje
Sedák – výška od země	✓
Sedák – hloubka	✓
Opěradlo – šířka	✓
Stůl – výška od země	✓
Stůl – hloubka	✗
Šířka uličky	✓
Opěrky loktů	✓

Tabulka 14 - Přehled výsledků pro US 217

5.4. Závěr

Závěr lze shrnout tvrzením, že ergonomie a její aplikace v praxi nemá význam jen pro výrobní provoz. Otázka komfortu a příjemného prostředí je důležitá také při studiu. Z tabulek č. 7 a 8 vyplývá kolik hodin průměrně student VŠ „prosedí“ v uvedených posluchárnách při výuce. Určitě to není zanedbatelný fakt s ohledem na současné možnosti zlepšení prostředí některých poslucháren. Zejména se jedná o posluchárny na FST, které jsou svým aktuálním provedením již zastaralé. Drobné úpravy se průběžně provádí, ale až zásadní rekonstrukce pomůže zvednout jejich úroveň.

6. Zdroje

- [1] Ergonomie | RNDr. Vladimír Šedivý, CSc. [online]. AEE Šedivý, 2010 [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: <http://www.aee-sedivy.cz/ergonomie/>
- [2] CHUNDELA, L. Ergonomie. Vyd. 2. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03802-4
- [3] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. Ergonomie Optimalizace lidské činnosti. Vyd. 2. Praha: GRADA PUBLISHING a.s., 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [4] Ergonomie pracovního místa. Úvod [online]. Copyright © 2016 [cit. 04.04.2020]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/ergonomie/337-ergonomie-pracovniho-mista>
- [5] Scheuermannova nemoc – juvenilní kyfóza. [online] [cit. 11.04.2020]. Dostupné z: https://www.fyzioklinika.cz/clanky-o-zdravi/scheuermannova-nemoc-juvenilni-kyfoza?fbclid=IwAR0pUUiFHL4eq4NwFWmYrkw7UIYT3qr_Cbtkiaul1MUFdDG-ChtxBeCUJfQ
- [6] HLADKÝ, Aleš a Vladimír GLIVICKÝ. Škodí počítač našemu zdraví? Vyd. 1. Praha: Codex Bohemia, 1995, 103 s. ISBN 80-901683-8-8.
- [7] RUBÍNOVÁ, Dana. Ergonomie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3313-2.
- [8] Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Ergonomie osvětlení [online] [cit. 11.04.2020] Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/ergonomie-osvetleni-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Zx9SXhAufzSfI31khMfqWNI/
- [9] Typy světelných zdrojů – WikiSkripta [online] [cit. 20.7.2020]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Typy_sv%C4%9Bteln%C3%BDch_zdroj%C5%AF?fbclid=IwAR2ObULDpm20jMvotSEIDfXpUplvcmZsBQFZIVqA0ahidasYoeKWvlasHBU

[10] ČSN ISO 1996-1 (011621) Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí. Část 1, Základní veličiny a postupy pro hodnocení [s.l.]: UNMZ, zaří 2004.

[12] Parts per million – Wikipedie. [online] [cit. 20.7.2020]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Parts_per_million

[13] Stavbaweb.cz – Rekonstrukce poslucháren ČVUT *Stavbaweb.cz – odborný portál o architektuře a stavebnictví*. [online] [cit. 20.7.2020]. Dostupné z: <https://www.stavbaweb.cz/rekonstrukce-poslucharen-vut-23279/clanek.html>

[14] LUKUCZ, Ondřej. Ergonomická studie pracovních činností z hlediska racionalizace práce. Plzeň. 2012. Bakalářská práce. Západočeská univerzita. Fakulta strojní. Katedra technologie obrábění.

[15] ZSBOZB. Ergonomie pracovního místa [online]. Znalostní systém prevence rizik v BOZP. 2016-2020 [cit. 20.7.2020]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/ergonomie/337-ergonomie-pracovniho-mista>

[16] ČSN EN 12464-1 (360450). Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů. Část 1, Vnitřní pracovní prostory. [s.l.]: UNMZ, duben 2020. 56 s.

Seznam tabulek

Tabulka 1 - předepsané hodnoty pro pracovní místo [2].....	16
Tabulka 2 - Zdroje umělého světla [8]	17
Tabulka 3 - Osvětlení ve školách [16].....	19
Tabulka 4 - Zdroje zvuku dle intenzity [10].....	20
Tabulka 5 - Srovnání kvality vzduchu [12]	22
Tabulka 6 - Doporučené teploty pro různá prostředí [2].....	23
Tabulka 7 - Časy v jednotlivých posluchárnách podle semestrů za týden	29
Tabulka 8 - Počet hodin v posluchárnách v jednotlivých semestrech.....	29
Tabulka 9 – Naměřené hodnoty pracovního místa – UP.....	32
Tabulka 10 - Naměřené hodnoty pracovního místa – EP.....	36
Tabulka 11 - Naměřené hodnoty pracovního místa – US	40
Tabulka 12 - Přehled výsledků pro UP 112.....	43
Tabulka 13 - Přehled výsledků pro EP 130	45
Tabulka 14 - Přehled výsledků pro US 217.....	46

Seznam obrázků

Obr. č. 1 – Ergonomie diagram [2]	5
Obr. č. 2 – Příklady pracovních poloh [14]	8
Obr. č. 3 – Způsoby sezení [15]	11
Obr. č. 5 – Stíněné svítidlo [8]	20
Obr. č. 6 – Kombinované svítidlo [8]	20
Obr. č. 7 – Hluk uvnitř budov	21
Obr. č. 8 – Vztah pro výpočet hluku na pracovišti	21
Obr. č. 10 – Letecký sním ZČU [13]	25
Obr. č. 11 – Ukázka prostoru posluchárny UP 112	26
Obr. č. 12 – Ukázka prostoru posluchárny EP 130 [14]	27
Obr. č. 13 – Ukázka prostoru posluchárny US 217 [14]	28
Obr. č. 14 – Graf rozložení času v posluchárnách	30
Obr. č. 15 – Posluchárna UP 112 – pohled od tabule	31
Obr. č. 16 – Příklad sezení na pracovním místě	32
Obr. č. 17 – Detail 2	32
Obr. č. 18 – Detail 1	32
Obr. č. 19 – Konstrukce okolo topení	33
Obr. č. 20 – Vzhled pracovních míst	33
Obr. č. 21 – Mechanismus pro pohon závěsů	34
Obr. č. 22 – Potrhaný závěs	34
Obr. č. 23 – Posluchárna EP 130 – pohled od tabule	35
Obr. č. 24 – Příklad sezení v posluchárně	36
Obr. č. 25 – Řada míst v EP 130	36
Obr. č. 26 – Prosklená stěna s únikovým východem	37
Obr. č. 27 – Celkový pohled na design posluchárny	37
Obr. č. 28 – Akustické prvky posluchárny	37
Obr. č. 29 – Výdechy ventilace pod každým sedadlem	38
Obr. č. 30 – Ukázka osvětlení v EP 130	38
Obr. č. 31 – Posluchárna US 217 – celkový pohled	39
Obr. č. 32 – Sezení na pracovním místě	40
Obr. č. 33 – Řada sedadel v posluchárně US 217	40
Obr. č. 34 – Projekční plátna	41
Obr. č. 35 – Výpočetní technika	41
Obr. č. 36 – Reproduktory JBL	41
Obr. č. 37 – Dotykový panel	42
Obr. č. 38 – Vizualizace aktuálně rekonstruované posluchárny ČVUT FSv [13]	45