

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra lesnických technologií a staveb



Česká
zemědělská
univerzita
v Praze

Evaluace zatížení svalů předloktí při nácviu na simulátoru
CTL technologie v závislosti na lateralitě

Bakalářská práce

Autor: Martin Šiška

Vedoucí práce: Ing. Jan Macků, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Šiška

Lesnictví
Lesnictví

Název práce

Evaluace zatížení svalů předloktí při nácviku na simulátoru CTL technologie v závislosti na lateralitě

Název anglicky

Evaluation of Forearm Muscle Load in Training on a CTL Technology Simulator Depending on the Laterality

Cíle práce

Cílem práce je posoudit zatížení svalů předloktí při nácviku ovládání harvesterové těžební dopravní technologie (CTL).

Cílem je rovněž posoudit vliv laterality na zatížení pravé a levé ruky.

Dílním cílem práce je navrhnout opatření zmírňující pracovní stress v důsledku laterality.

Metodika

Základem práce je měření elektromyogramu (EMG) specifických svalových skupin předloktí pomocí přístroje Biofeedback 2000 Xpert.

Měření bude předcházet literární rešerše.

Měření proběhne na simulátoru CTL.

Získaná data budou analyzována statistickými metodami (Levenův test, T-test apod.)

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

zátížení, svaly předloktí, lateralita, Biofeedback, CTL

Doporučené zdroje informací

Dvořák, J. Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích = The use of harvester technology in production forests. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2012. ISBN 978-80-7458-028-4.

Klouba, M.: Normování práce. Praha: MZLVH ČR, 1988, 208 s.

Neruda, J. a kol.: Harvesterové technologie lesní těžby. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 149 s. ISBN 978-80-7375-146-3 (brož.).

Neruda, J. a Šimanov, V.: Technika a technologie v lesnictví. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 324 s. ISBN 80-7157-988-2 (brož.).

Pulkrab, K., Šišák, L., Bartuněk, J., 2008: Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství. Kostelec n. Č.L.: Lesnická práce, s.r.o., 131 s.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jan Macků, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 8. 3. 2020

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Evaluace zatížení svalů předloktí při nácviku na simulátoru CTL technologie v závislosti na lateralitě* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jan Macků, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Rakovníku dne: 19.4.2021

Podpis.....

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu svojí Bakalářské práce, Ing. Janu Macků, Ph.D., za rady a pomoc při zpracování mé práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří se zúčastnili mého měření, a svojí rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnovala problematice zatížení svalů předloktí operátorů při nácviku na simulátoru harvestorové technologie a vliv lateralit na zátěž pravé a levé ruky.

V rešeršní části jsme se zabývali přiblížením harvestorové technologie a jejího dělení, simulátory harvestorů, stresu, zátěže a aspektů, které působí na operátora, dále biologickou zpětnou vazbou a lateralitou spjatou s leváctvím.

V metodické části práce bylo provedeno rozdělení studentů na leváky a praváky a následné měření jejich svalové zátěže při práci se simulátorem harvestoru přístrojem Biofeedback 2000 x-pert a následné zpracování obdržených dat. Zjistili jsme, že se hodnoty zátěže na pravé ruce a levé ruce liší a následovalo jejich porovnání. Bylo zjištěno, že na pravé ruce je zátěž vyšší, jak u praváků, tak leváků, ale u leváků je navýšení význačnější.

Práce může přispět při zaškolování a zacvičování budoucích operátorů a porozumění reakcí lidského těla na stres obecně i v závislosti na lateralitě.

Klíčová slova: zatížení, svaly předloktí, lateralita, Biofeedback, CTL

Abstract

This Bachelor thesis addresses the issues of the strain on forearm muscles of operators while practising on a harvester technology simulator and the impact of laterality on the strain on either the right hand or the left hand.

In the theoretical part of the thesis, we dealt with introducing the harvester technology and its division, harvester simulators, with stress, strain and the other aspects affecting the operator, then also the biological response and the laterality associated with being left-handed.

A division into left-handed students and right-handed students and the subsequent measurement of the strain on their muscles while working with the harvester simulator Biofeedback 2000 x-pert was carried out in the methodical part along with processing the received data. We found out that the levels of strain on the right hand and on the left hand differ from each other and a comparison of both followed. It turned out that the strain on the right hand was higher for both right-handed students and left-handed students, however the increase is more significant in the case of the left-handed.

The thesis might be of contribution to the tutoring and training of future operators as well as understanding the reactions of human body on stress, both in general and even with dependence on laterality.

Keywords: strain, forearm muscles, laterality, Biofeedback, CTL

Obsah:

1. Úvod	11
2. Cíle práce	12
3. Teoretická část práce	13
3.1 Základní rozlišení těžebně – dopravních strojů.....	13
3.1.1 Historický vývoj harvestorů	13
3.1.2 Harvestory a jejich rozdělení	14
3.1.3 Popis hlavních částí harvestoru	18
3.1.4 Harvestorová hlavice a její konstrukční části.....	18
3.1.5 Kabina operátora harvestoru	20
3.1.6 Hydraulický jeřáb a jeho rozdělení	22
3.2 Simulátory harvestoru.....	24
3.3 Stres, definice, historie, druhy, pracovní prostředí	26
3.3.1 Obtěžující, rušivé, nepříznivé fyzikální vlivy	29
3.3.2 Psychická zátěž	30
3.3.3 Fyzická zátěž	32
3.4 Biologická zpětná vazba – Biofeedback	33
3.4.1 Historie biofeedbacku	34
3.4.2 Biofeedback v České republice	35
3.4.3 Klasifikace jednotlivých technik biofeedbacku	36
3.4.4 Zachycování fyziologického signálu	38
3.5 Lateralita a její dělení	39
3.5.1 Leváctví v historii a jeho předsudky	40
3.5.2 Praktické problémy leváků v pravostranné společnosti	41
4. Metodika práce	43
4.1 Příklad biofeedback 2000 x-pert.....	43
4.2 Profil měřených studentů	44
4.3 Umístění elektrod	45
4.4 Průběh měření	46
5. Výsledky měření	47
5.1 Vyhodnocení obdržných výsledků	53
6. Diskuze	54
7. Závěr	56
8. Seznam literatury a použitých zdrojů	58

Seznam tabulek, obrázků a grafů:

Obrázky:

Obrázek č. 1 – Údaje o výkonnosti jednotlivých tříd harvestorů

Obrázek č. 2 – Vizuální charakteristika harvestorů

Obrázek č. 3 – Hlavní části šestikolového harvestoru

Obrázek č. 4 – Harvestorová hlavice a její konstrukční části

Obrázek č. 5 – Interiér kabiny + její popis.

Obrázek č. 6 – Pohled z vnitřku kabiny harvestoru John Deere

Obrázek č. 7 – Hydraulický jeřáb s paralelně vedenými rameny

Obrázek č. 8 – Smyčka měření biologickou zpětnou vazbou

Obrázek č. 9 – Snímek EMG modulu, se kterým proběhlo měření

Obrázek č. 10 – Anatomický pohled na krátký vřetenní natahovač zápěstí

Tabulky:

Tabulka č.1 – Porovnávaná měření levé a pravé ruky jednotlivých operátorů

Tabulka č.2 – Medián a Aritmetický průměr

Tabulka č.3 – Procentuální zvýšení zátěže

Grafy:

Graf č. 1 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.2 – pravák

Graf č. 2 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.2 – pravák

Graf č. 3 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.3 – pravák

Graf č. 4 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.4 – pravák

Graf č. 5 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.5 – levák

Graf č. 6 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.6 – levák

1. Úvod

Z pohledu na celosvětové i české lesnictví je zřejmé, že se neustále zvyšuje počet víceoperačních těžebních strojů. Mezi důvody, které k používání této techniky vedou, patří snižování počtů nekvalifikovaných lesních dělníků v lesním provozu, nedostatek kvalifikovaných pracovníků v těžební činnosti, ale i růst produktivity práce s využíváním stále modernější mechanizace. Tento trend se pomalu rozrůstá do všech vyspělejších zemí.

Růst produktivity práce a zavádění modernějších technologických trendů v lesnictví jde spolu ruku v ruce. Není ale možné zanedbávat jednotlivé další složky výrobního procesu, protože při nevhodně zvolené technologii, bezpečnosti práce, ergonomie, hygieny při práci apod. nedokážeme dosáhnout tak dobrého výsledku produktivity práce ani při vysoké intenzitě práce a vysokému využití pracovního času (Dvořák et. al, 2012).

Harvestory považujeme za bezpečné stroje, ale mezi největší riziko při pracovním výkonu se stále počítá selhání lidského faktoru.

Ovládání těchto nenahraditelných pomocníků v lesnickém odvětví je náročné psychicky i fyzicky. Operátor se musí neustále soustředit a nesmí polevit v pozornosti. Pracuje také s vědomím velké zodpovědnosti. Toto vše patří mezi stresové faktory, které mimo jiné způsobují i fyzické problémy mezi něž patří především namáhání bederních a křížových svalů, zápěstí a prstů.

Cílem mé bakalářské práce je posouzení zatížení svalů předloktí při nácviku ovládání harvesterové těžebně dopravní technologie CTL s měřicím přístrojem Biofeedback 2000 x-pert.

Mezi další cíle patří posouzení vlivu laterality na zatížení pravé a levé ruky a navržení opatření zmírňující pracovní stres v důsledku zmiňované laterality.

2. Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je:

- Posouzení zatížení svalů předloktí při nácviku ovládní harvesterové těžebně dopravní technologie (CTL).
- Posouzení vlivu laterality na zatížení pravé a levé ruky.
- Dílčím cílem práce je návrh opatření zmírňující pracovní stres v důsledku laterality.

3. Teoretická část práce

3.1 Základní rozlišení těžebně – dopravních strojů

V kontextu tzv. vysoce mechanizovaných technologií lesní těžby je možné vyčlenění široké skupiny mechanizačních prostředků, které označujeme pojmem těžebně – dopravní stroje.

Jejich typickou vlastností je snižování podílu manuální práce, zvyšování produktivity práce, vyšší bezpečnost práce apod.

Těžebně – dopravní stroje jsou schopny vykonávat sled operací a úkonů, které mohou být do procesu těžby zařazovány v různém pořadí (od kácení a opracování až pro transport a dopravu).

Těžebně – dopravní stroje rozdělujeme podle počtu vykonávaných operací na:

- Jednooperační stroje – káceče, odvětvovače, štěpkovače, přibližovací prostředky, ostatní jednooperační stroje,
- Víceoperační stroje – procesory, harvestory, ostatní víceoperační stroje.

Dále můžeme dělit stroje podle druhu vykonaných operací jako kácení, odvětvování, transport dříví, zpracování těžebního odpadu.

Jednotlivé skupiny těchto těžebně – dopravních strojů mají ve střední části Evropy a hlavně u nás v České republice různorodý význam (Neruda et. al, 2008).

V práci se můžeme setkat se zkratkou CTL, která se používá v anglicky mluvících zemích a označuje pojem (Cut to Length), který označuje již odvětvěný a nasortimentovaný výřez.

3.1.1 Historický vývoj harvesterů

Harvestorová technologie lesní těžby má svoje kořeny ve Skandinávii ve Švédsku a Finsku. V těchto zemích je tato technologie velmi

rozšířená a má tu velmi vysoké zastoupení vzhledem ke zdejšímu velkému zalesnění.

K početnému rozšíření těchto technologií ve střední Evropě došlo až v úseku let 1990 až 1998.

Počáteční skepsi Středoevropanů k používání této mechanizace vystřídala praktická zkušenost, kdy se ukázalo, že harvester se dokáže prosadit svojí vysokou produktivitou práce a ekonomickým přínosem.

V České republice se masivněji začaly používat po roce 2000, kdy v roce 2002 bylo na našem území cca šedesát kusů harvesterů a od té doby se jejich počet neustále zvyšuje (Neruda et. al, 2008).

Vzhledem do historie můžeme pro zajímavost zmínit rok 1977, kdy se u nás objevil první harvester typu Volvo BM a jeho zvláštnost tkvěla v tom, že na vyvážecí traktor Volvo BM 971 byla namontována nástavba. Dalším strojem, který se začal používat byl harvester s označením Volvo 900, který zvládal úkony typu kácení, odvětvování a manipulaci přímo na mýtině (Neruda et. al, 2008).

3.1.2 Harvestory a jejich rozdělení

Harvestory se v současnosti považují za nejdokonalejší a nejmodernější těžebně – dopravní stroje používané v lesním hospodářství.

Harvester se definuje jako víceoperační stroj, který dokáže v jednom cyklu kácet, odvětvovat, rozřezávat a ukládat výřezy. Provedení některých z těchto operací může probíhat souběžně (např. odvětvení a rozříznutí kmene). Pracovní cyklus může být jak automatizovaný, tak plně mechanizovaný a řízený operátorem harvesteru v reálném čase (Lukáč, 2005).

Harvestory můžeme dělit podle tloušťky zpracovávaných kmenů do třech tříd:

- Malé (slabší porosty a čištění lesů)
- Středně velké (hlavní určení do probírek)
- Velké (předmýtní, mýtní a nahodilá těžba) (Malík – Dvořák, 2007).

Všechny tyto kategorie se liší v jednotlivých aspektech od hmotnosti, výkonu, dosahu ramene apod. Na obrázku č. 1 můžeme vidět jejich rozdělení podle technických specifikací a na obrázku č. 2 vidíme jejich vnější charakteristiku.

Orientační technická data kolových harvesterů	jednotka	malý harvester	střední harvester	velký harvester
Hmotnost	t	8 - 13	13 - 17	17 - 24
Šířka	cm	200 - 250	250 - 270	270 - 310
Dosah ramene výložníku	m	7 - 10	8 - 12,5	8 - 12,5
Optimální hmotnost zpracovávaných stromů	m ³	0,10 - 0,30	0,20 - 0,70	0,50 - 1,50
Maximální průměr úřezu	mm	550	620	750
Průměrná hodinová výkonnost	m ³ /h	7	9	14
Průměrná roční výkonnost	m ³ /rok	12 400	26 000	40 000
Výkon motoru	kW	< 70 kW	70 - 140	> 140
Počet kol	ks	4	6	6

Obr. č. 1 – Údaje o výkonnosti jednotlivých tříd harvesterů (Neruda et. al, 2008).



Obr. č. 2 – Vizuální charakteristika harvesterů (Neruda et. al, 2008).

Dále je můžeme dělit dle druhu podvozku (trakčního ústrojí) na:

- Kolové – ze všech těchto možností je nejčastější výroba právě těchto kolových harvestorů v důsledku nejvyšší univerzálnosti a vyšší jízdní rychlosti (Dvořák et. al, 2012). Můžeme říci, že z pohledu převládajících technologických řešení můžeme zařadit kolové harvestory mezi určující systémy multioperačních zařízení (Lukáč, 2005). Kolové harvestory si dokáží poradit se sklonem do 35 %. Nad 35 % se používají pásové či kráčející harvestory (Dvořák et. al, 2012).
- Pásové – tento druh harvestoru disponuje velkou stabilitou, výkonností a multifunkčním hydraulickým systémem. Je na druhém místě v používanosti hned po kolovém harvestoru. Mezi jeho nevýhodu patří mobilita – nutnost dovezení stroje až do porostu (Lukáč, 2005).
- Kráčející – první prototyp kráčejícího harvestoru byl vyvinut firmou Timberjack (dnes John Deer) ve finské firmě Plustech roku 1995. Jedná se o specifický stroj, který si zakládá na řídicím systému složeným ze šesti kráčejících nohou. Každá z těchto nohou je propojena se všemi dalšími nohami, to znamená, že probíhá kontrola tlaku na podloží pod každou nohou. Stroj si dokáže tzv. přešlápnout – pozná, kdy na jednom tlakovém bodě stojí už delší čas. Stroj se dokáže pohybovat dopředu, dozadu, do stran, a po diagonále. Mezi jeho poslední schopnost patří také otočení na místě (Lukáč, 2005).

Můžeme se ještě zmínit o skupině hybridních harvestorů (s hybridním podvozkem), které dokáží kombinovat stoj na kolech s jiným dalším typem pohybu, např. s kývavým, se změnou polohy kol apod. (Lukáč, 2005).

Dále je dělíme dle umístění těžbové hlavice: (Malík – Dvořák, 2007)

- širokozáběrové – těžební hlavice je umístěna na jeřábu o dosahu do 10 metrů (výjimečné případy až 15 metrů), stroj dokáže pracovat pouze na vyvážecích linkách,
- úzkozáběrové – těžební hlavice je nesena na konstrukčně zesíleném rámu přední části kabiny, musí si pro strom zajet do porostu, zde hrozí zvýšení rizika poškození stromů a podloží (Malík – Dvořák, 2007).

Dle způsobu odvětvození:

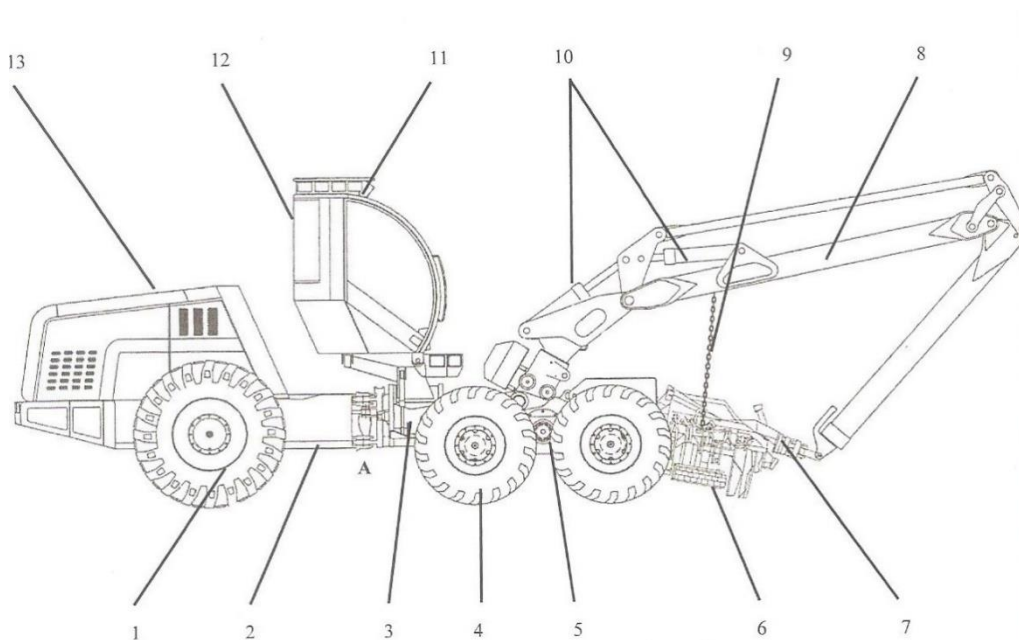
- S jedním uchopením – těžbová hlavice strom uchopí a soustrojí umístěné přesně před kabinou řidiče zvládne strom odvětvit, rozřezat a uložit,
- s dvojitým uchopením – k těžební hlavici, která strom pokácí je připevněno další soustrojí umístěné na zadní nápravě harvestoru, které se postará o odvětvení a rozřezání (Dvořák et. al, 2012).

Na harvestorech se můžeme potkat s několika základními typy hydraulických jeřábů:

- s paralelně vedenými rameny,
- se zlamovacím výložníkem,
- s teleskopickým ramenem,
- s jejich kombinací (Dvořák et. al, 2012).

3.1.3 Popis hlavních částí harvestoru

Na obrázku č. 3 vidíme hlavní části harvestoru.



Obr. č. 3 – Hlavní části šestikolového harvestoru (Neruda et. al, 2008).

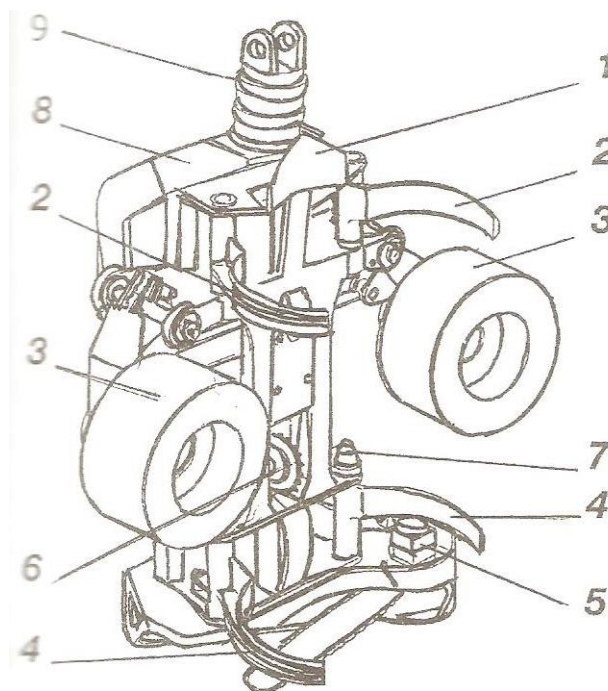
1. kola zadní nápravy, 2. zadní rám, 3. přední rám, 4. kolo přední boggie nápravy, 5. boogie náprava, 6. harvestorová hlavice, 7. rotátor, 8. hydraulický jěřáb, 9. upevňovací řetěz, 10. přímočaré hydromotory, 11. osvětlení, 12. kabina harvestoru, 13. motor, A – kloub

3.1.4 Harvestorová hlavice a její konstrukční části

Harvestorovou hlavici můžeme považovat za nejdůležitější část z celého harvestoru. Můžeme říci, že celá konstrukce harvestoru je zkonstruována na dopravení této hlavice do porostu a ovládání jejích těžebních funkcí. Úkolem těžební hlavice je uříznutí stromu, sklopení kmene, odvětvení, zkrácení, změření a v poslední řadě i značení (Neruda et. al, 2008). Na obrázku č. 4 vidíme její detailnější popis.

Rozlišujeme dva základní typy harvestorových hlavic:

- Švédská – jejím znakem je masivnější konstrukční řešení a delší základní rám, je vybavena dvěma válci posuvu, tyto válce disponují větší protahovací silou. Ve srovnání s finskou hlavicí se švédská hodí na zpracování stromů menších průměrů s malým počtem nerovností.
- Finská – opakem švédské hlavice je hlavice finská, ta disponuje menší kompaktnější konstrukcí a kratším základním rámem, je vybavena čtyřmi válci posuvu. Kratší délka rámu je vhodnější pro práci s křivými kmeny, její rozměry umožňují snadnější kopírování povrchu kmene. Menší hmotnost umožňuje lepší ovladatelnost hydraulického jeřábu (Neruda et. al, 2008).



Obr.č. 4 – Harvestorová hlavice a její konstrukční části (Ulrich et. al, 2002).

1. Odvětvovací nůž (pevný), 2. Horní odvětvovací nože, 3. Podávací válce, 4. Dolní odvětvovací nože, 5. Hydraulicky poháněné řezací ústrojí, 6. Ozubené kolečko k měření výřezů, 7. Měřidlo průměru, 8. Rám, 9. Rotátor

3.1.5 Kabina operátora harvestoru

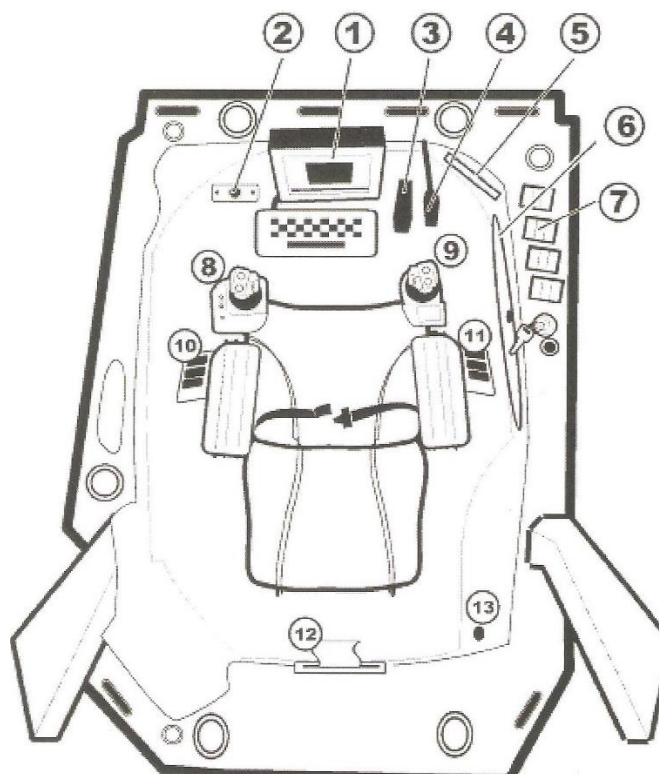
Kabina harvestoru se neobejde bez komfortního vybavení, které je adekvátní k fyzickému a mentálnímu zatížení operátora. Mezi některá z těchto vylepšení patří sedadlo s pneumatickým pružením a nastavitelností potlačování vibrací dle specifikací operátora, nastavení bederní opěrky, vyhřívání sedadla a dnes i samozřejmou klimatizací. Existují také speciální filtry proti vniknutí částic prachu. Okna kabiny bývají vyztužena bezpečnostními skly. Velmi důležitý je výhled z kabiny, tzn. příznivé výhledové podmínky ze stroje, aby mohl řidič bezproblémově sledovat hlavici harvestoru.

Kabina je vybavena bezpečnostním rámem. V horní části jsou instalovány pracovní světlomety, na bočních stranách bývají většinou čtyři a vpředu až kolem šesti světlometů pro práci v horších podmínkách tzn. za mlhy, soumraku nebo za tmy. Nesmíme zapomenout na stupačky pro vstup do kabiny, které musí být opatřeny protiskluzným povrchem (Ulrich et. al, 2002).

Kabiny musí splňovat ochranné prvky mezinárodních standardů ISO ROPS (Roll-Over-Protective Structures) – ochrana při převržení traktoru, dále FOPS (Falling Objects Protective Structures) – ochrana proti padajícím předmětům a v neposlední řadě OPS (Operator Protective Systems) – ochrana proti proniknutí předmětů ze stran (Neruda et. al, 2008).

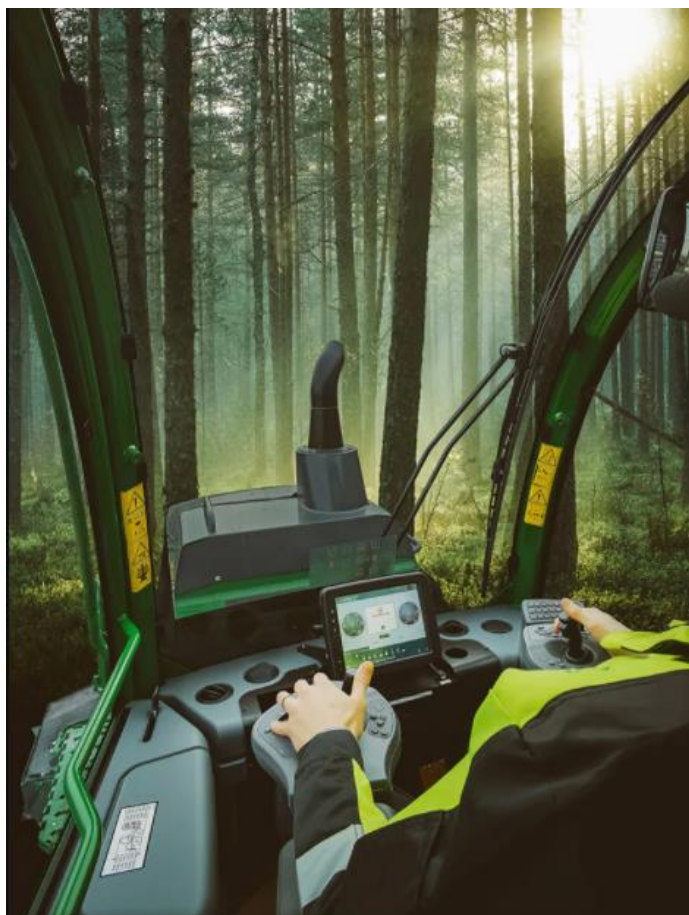
Můžeme ještě zmínit nivelování, neboli vyrovnávání kabiny v šikmých terénech. Tato činnost, kterou zajišťují hydromotory, vede k zabezpečení

stability stroje a zvýšení bezpečnosti při práci v lese (Neruda et. al, 2008).
Na obrázku č. 5 vidíme interiér kabiny a pro lepší představu máme na obrázku č. 6 pohled z kabiny harvestoru John Deere.



Obr.č.5 – Interiér kabiny + její popis.

1. obrazovka, 2. volič směru jízdy, 3. brzdový pedál, 4. jízdní pedál,
5. rádio nebo přehrávač na CD, 6. pojistkový panel, 7. přístrojová
deska, 8. levá ovládací páka, 9. pravá ovládací páka, 10. přístrojová
deska (levá opěrka), 11. přístrojová deska (pravá opěrka), 12.
tiskárna, 13. 12/24V vývod (z manuálu KomatsuForest AB).



Obr. č.6 – Pohled z vnitřku kabiny harvestoru John Deere (URL 1).

3.1.6 Hydraulický jeřáb a jeho rozdělení

Hydraulický jeřáb je kloubový hydraulický mechanismus, na jehož konci může být jak harvestorová hlavice, tak stínací hlavice anebo drapák.

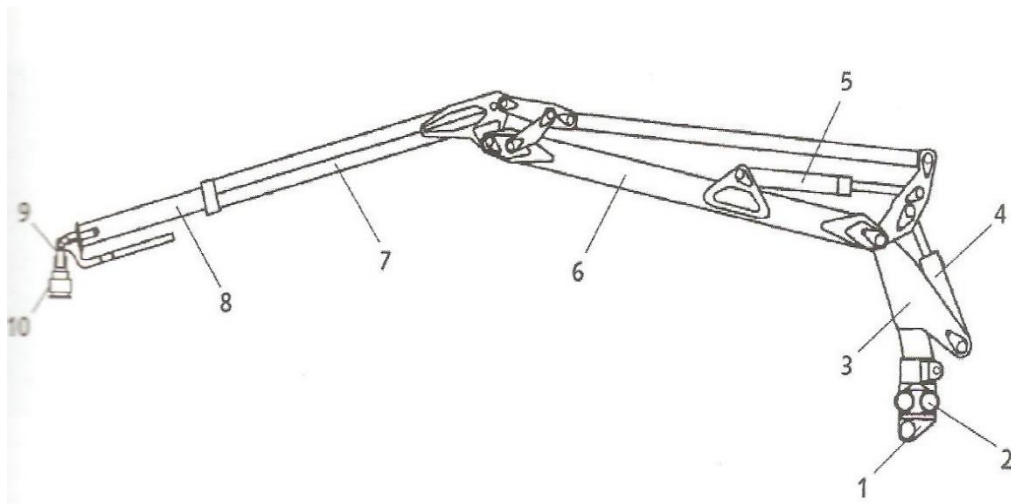
Nosnost této hlavice je udávána kNm. Hydraulické jeřáby dělíme podle zdvihového momentu na:

- malé – zdvihová hmotnost do 40 kNm,
- střední – zdvihová hmotnost kolem 100 kNm,
- veliké – zdvihová hmotnost kolem 160 kNm.

Místo umístění jeřábu může být:

- na boku kabiny operátora (např. CAT, ECOLOG, KOMATSU),
- před kabinou operátora na přední nápravě (např. ROTTNE, JOHN DEER, PONSE) (Kováč et. al, 2017).

Tento výše zmíněný jeřáb zajišťuje všechny operace a pohyby pro bezproblémové zpracování stromu (Neruda et. al, 2008). Na obrázku č. 7 můžeme vidět hydraulický jeřáb.



Obr. č. 7 – Hydraulický jeřáb s paralelně vedenými rameny (Neruda et. al, 2008).

1. Základna hydraulického jeřábu, 2. Otočné válce, 3. Sloup, 4. Válec hlavního ramene, 5. Válec kyvného ramene, 6. Hlavní rameno, 7. Kyvné rameno, 8. Teleskop, 9. Připojení pro rotátor, 10. Rotátor

3.2 Simulátory harvestoru

Simulátory harvestorů nabízejí bezpečnou a nákladově úspornou metodu simulace pracovního výkonu operátora harvestoru, obsahující naučení základních úkonů. Z toho důvodu se simulátory využívají stále častěji a častěji (Ovaskainen, 2005).

Moderní harvestorové stroje jsou složité stroje vysoké hodnoty s vysokou náročností na obsluhu. Problémem v některých zemích je minimální či vůbec neexistující forma zaškolení na práci s těmito druhy stroje (Freedman, 1998).

Praktické získávání zkušeností a dovedností prostřednictvím seznamování se se strojem je častý postup, ale z pohledu na stále se rozvíjející harvestorovou technologii a její náročnost na obsluhu, spojenou s vysokou cenou strojů, může být tento přístup nebezpečný málo účinný a stresující. Kvůli zvýšení bezpečnosti a produktivity práce se zvyšuje pozornost upnutá k simulátorům harvestoru, kde si operátor může všechny úkony bezúrazově, a dalo by se říct bezplatně, vyzkoušet a naučit (Ovaskainen, 2005).

Simulátorů máme několik značek a druhů s mnoha možnostmi a vylepšeními. Teď si přiblížíme jeden z nich: Jedná se o Simulátor harvestoru a vyvážecího traktoru třídy E, který je umístěn na České zemědělské univerzitě na Fakultě lesnické a dřevařské. Na něm bylo prováděno měření.

Konstrukce simulátoru je věrnou kopií reálného uspořádání pracovního místa operátora harvestoru a forwarderu ve skutečném měřítku, včetně sedadla a všech ovládacích prvků, které přesně kopírují skutečnost se všemi funkcemi. Simulátor dále obsahuje řídicí počítač včetně monitoru pro ovládání, nastavování a úpravu všech prvků řízení a kontroly k zajištění jeho plné funkčnosti. Grafické rozhraní přibližuje

čelní výhled z kabiny stroje do okolí a na pracovní úlohy simulované práce.

- simulátor je možný připojit k jakémukoliv vstupu na display přes VGA či HDMI,
- možnosti volby terénů (kopce, překážky atd.),
- 3D rozhraní dřevin a jejich variabilita,
- řídicí systém Timbermatic H-12,
- možnost volby několika úhlů pohledu,
- Terrain Editor – volba nastavení různých přírodně – výrobních podmínek,
- TimberLink – simulace monitorování průběhu pracovní doby,
- průběh simulace je veden v reálném čase a v závislosti na úkonech, které bude provádět pracovník pomocí ovladačů simulátoru,
- simulátor umožňuje práci s digitálními mapami,
- možnost připojení několika simulátorů a vytvoření pracovních skupin,
- Score Editor – vyhodnocování pokroku žáka, snímání jeho chyb s následným hodnocením.

Simulátory John Deere mají několik druhů na trhu:

- simulátor harvestoru a vyvážecího traktoru – tento konkrétní model má vybavení totožné jako skutečné harvestory a vyvážecí traktory John Deere. Do vybavení se počítá sedadlo operátora s ovládacími pákami, řídicí počítač se stejným software jako v reálném stroji, včetně skutečných ovládacích prvků. Při školení na tomto typu simulátoru si může student osvojit jak nastavovat jednotlivé parametry samotného stroje i harvestorové hlavice včetně používání měřicího systému s cílem dosažení nejlepších pracovních výsledků jako ve skutečném porostu,

- simulátor práce na harvestoru a vyvážecím traktoru a simulátor práce na vyvážecím traktoru – tento druh simulátoru se zaměřuje na práci s lesními stroji John Deere pro školení pracovních metod a postupů bez řídicího a měřicího systému, simulátory jsou také vybaveny totožným sedadlem a stejnými ovládacími prvky jako na reálném stroji,
- přenosný simulátor pro notebook (PC simulátor) – toto provedení simulátoru je přizpůsobeno pro notebooky. V tomto provedení nalezneme skutečné ovládací panely a páky, propojovací sadu, napájecího adaptéru a přepravního kufru pro manipulaci a mobilitu (URL 2).

Mezi jiné značky simulátorů můžeme zařadit např. simulátory Rottne či Komatsu.

3.3 Stres, definice, historie, druhy, pracovní prostředí

Co je to stres?

V dnešní uspěchané době, kdy při otevření jakýchkoliv internetových novin nebo při zapnutí nějaké časově žravé sociální sítě, si není možné nevšimnout všech těch poplašných zpráv. Je známo, že stres snižuje imunitní odezvu organismu a stojí za celou řadou psychosomatických onemocnění. Zvláště dlouhodobý stres je nebezpečný pro vznik různých chorob. Z pohledu dnešního člověka zjišťujeme, že mezi námi už téměř neexistují nemoci, které byly před několika stovkami let často smrtelné nebo vedly k dlouhodobému upoutání na lůžko (např. mor, cholera apod). Současný „moderní“ člověk je vystaven všudypřítomnému stresu, kdy na něj útočí různé informace ze všech stran. Málokdo dokáže odolávat tomuto vlivu a často bohužel ruku v ruce s civilizačním vývojem

a stoupajícím věkem dožití, stoupá počet onemocnění způsobených stresem (Joshi, 2007).

Stres způsobuje z našeho pohledu moderní neboli novodobé či chceme-li civilizační nemoci. Tyto moderní nemoci mohou být spuštěny nahromaděným stresem. Psychické a fyzické zdraví spolu úzce souvisí. Stres nám škodil, stres nám škodí a stres nám škodit bude (Joshi, 2007).

Původ slova „stres“ hledejme v anglickém jazyce, kde toto slovo „stress“ bylo převzato z latiny „*stringo*“, „*strictum*“. V překladu slovo znamená „utahovati“ či „stahovati“.

Z pohledu technického je slovo stres podobné slovu *pres* (tlak). Lze si to představit jako neustálý tlak ze všech stran na naši psychiku, což vede k různým úzkostem až depresím.

Prvním člověkem, který označil reakci organismu na stres a dokázal tento termín převést z technického významu na ten psychický byl Hans Bruno Selye (1907 – 1982), tvůrce stresové teorie a teorie adaptace. Jeho pokus probíhal s krysami v laboratoři, kdy je nevědomky vystavoval stresovým situacím a krysám se postupem času vytvořily vředy a fyzické problémy. Mezi jeho hlavní zjištění patří, že tělo má širokou škálu reakcí na specifické stresory a že za určitých podmínek a době vystavení stresu se může člověku zhoršit zdraví a zdravotní stav (Joshi, 2007).

ZDRAVÍ → NAPĚTÍ → STRES → ŠPATNÝ ZDRAVOTNÍ STAV

Stres je možno řešit neboli zmenšovat jeho vliv dvěma způsoby. Buď můžeme řešit jeho následky nebo se snažit odstranit nebo minimalizovat jeho příčiny (Vobořilová, 2015).

Stres rozlišujeme na eustres a distres. Distresem se označuje stres, který ohrožuje fyzické a psychické zdraví jedince, jedná se o dlouhodobý stres. Eustres je taková míra stresových faktorů, která

člověka naopak nakopne a stimuluje a dokáže mu v určitých situacích pomoci (okamžitý stres) (Vobořilová, 2015).

Stres související s prací a problémy mentálního charakteru jdou často ruku v ruce. Pracovní stres může zdravotní stav člověka, který je mu vystaven, zhoršit nebo snížit imunitní odpovědi na různé nemoci. Pokud pracovní stres dosáhne vysoké hodnoty, mohou se začít projevovat problémy duševního rázu, které do té doby byly potlačeny či skryty.

Běžné problémy v domácím či pracovním životě mohou mít na duševní stav jedince neblahý vliv a mohou se začít projevovat v každodenních činnostech.

Pracovní prostředí je nutné neustále zlepšovat a přetvářet tak, aby vhodně působilo na smysly člověka. Můžeme to chápat tak, že po zajištění vhodných a příznivých pracovních podmínek se úměrně zvýší produktivita lidské práce a pracovní pohoda. Termín „pracovní pohoda“ můžeme definovat jako shrnutí všech hodnot a parametrů popisujících takové pracovní prostředí, které příznivě působí na činnost člověka. Mohlo by se říct, že dokonalé pracovní prostředí neexistuje, ale nejbližší jeho technická definice je taková, že všechny složky kultury práce jsou v souladu s technickou úrovní práce, a z pohledu estetiky a ergonomie je vše dobře vyřešeno. Toto má pozitivní vliv na produktivitu práce, její kvalitu a na rozvoj společenský a pro rozvinutí schopností a vlastností pracovníka (Štikar, 2003).

Faktory, které by mohly ovlivnit pracovní pohodu člověka, se musí upravovat souhrnně. Pokud se v souboru těchto faktorů objeví nějaký nepříznivě působící činitel, může pak postupně ovlivňovat ostatní příznivé činitele a mít na ně patřičný vliv. Pokud na pracovníka působí směsice těchto negativní vlivů, snižuje se jeho tělesná i duševní pohoda, která vede ke zhoršení schopnosti vykonávat danou práci, kvalitu této práce a v neposlední řadě je ohroženo jeho zdraví (Štikar, 2003).

Podle Štikara (2003) můžeme také rozlišit úroveň pracovního prostředí podle jednotlivých znaků, mezi něž nejčastěji patří:

- materiální či technologicko-technické podmínky, kam zapadá např. ergonomie, mikroklima, strojní vybavení, osvětlení,
- sociální podmínky – sociální zázemí, vztahy na pracovišti, vztah k vedoucím provozu,
- podmínky organizace – organizovanost práce, systematika práce, bezpečnost a pravidla pracovní činnosti,
- subjektivní činitelé - činitelé, kteří jsou pro každého jednotlivce rozdílné např. úroveň znalostí a schopností pracovníka atd.

3.3.1 Obtěžující, rušivé, nepříznivé fyzikální vlivy

Fyzické podmínky mají vliv na projevy člověka. Existují podmínky příjemné a podmínky nepříjemné až týrající. Pokud použijeme jako měřítko těchto podmínek pocity člověka, je možno odlišit pohodu od nepohody. Pokud jako měřítko použijeme výkon, můžeme odlišit podmínky, které se na výkonu neprojeví a které se na výkonu projeví a mohou vést až k nepříznivé reakci např. přesnost, rychlost výkonu, produktivita, nehodovost a úrazovost. Opakováním a kumulací nepříznivých podmínek se může rozvinout trvalá porucha organismu psychického nebo fyzického rázu. Je nutné respektovat a nebrat na lehkou váhu požadavky a závazné normy neboli směrnice ministerstva zdravotnictví, které upravují bezpečnost práce.

Mezi rušivé vlivy a zhoršené podmínky můžeme zařadit např:

- hluk a vibrace – vše co zatěžuje sluch,
- osvětlení – nepřiměřené či malé,
- teplota – vysoká či malá, střídání teplot, vlhkost vzduchu,

- chemické škodliviny – intoxikace může vyvolat bolesti hlavy či nervozitu,
- zátěž svalů – dlouhý posed, dlouhé stání na jednom místě, vysoká zátěž, nepohodlná poloha, prostorové omezení,
- zátěž sensoriky – vysoký počet zrakových vjemů, dlouhé sledování jednoho místa, snížená viditelnost,
- zátěž duševní – neměnicí se činnost, vysoká náročnost přípravy, složité výpočty, náročnost řešení nepředvídatelných situací,
- pracovní úrazy – špatné ochranné podmínky, nedodržení pracovních postupů, lidský faktor,
- sociální podmínky – uzavřený prostor, vysoké počty lidí, náročná komunikace spojená s kooperací (Štikar, 2003).

3.3.2 Psychická zátěž

Psychickou, neboli mentální zátěž je možné definovat jako průběh psychické přípravy a mentálního vyrovnání organismu na požadavky a vlivy životního a pracovního prostředí.

Existují tři formy psychické zátěže:

- smyslová zátěž – vyplývá z činnosti smyslových orgánů na požadavky práce,
- mentální zátěž – nároky na psychické procesy např. pozornost, paměť, představivost, myšlení, rozhodování,
- emoční zátěž – vyplývá ze situací vyvolávající efektní odezvu, náhlá emoce představující akutní stres k zvládnutí nových emočních situací.

Práce s psychickou zátěží bývá nejčastěji vázána s:

Práce spojená s monotónností – druh práce, kdy je charakteristické opakování jedné a té činnosti stále dokola.

Může se jednat o činnost pohybovou či úkolovou.

- pohybová znamená vykonávání opakovaných manuálních pohybových úkonů stejného typu,
- úkolová jest taková činnosti, při které se vyskytuje malé procento změn zadaných úkolů a jejich počet.

Do faktorů ovlivňujících pohybové úkony můžeme zařadit např. vzdálenost, dráha pohybu ruky, cílenost pohybu ruky, síla pohybu či koordinace zraku a pohybu.

Práce ve vnuceném pracovním tempu – druh práce, kdy si zaměstnanec nemůže volit rychlost výkonu práce dle sebe, ale jen podle jiného zaměstnance či stroje.

Práce v třísměnném či nepřetržitém pracovním režimu – třísměnný provoz znamená střídání směn – ranní, odpolední, noční a volné víkendy. Nepřetržitý či čtyřsměnný provoz zahrnuje práci i o víkendu.

Práce vykonávaná pouze v noci – rozhození spánkového režimu.

Mezi rizikové faktory, které jsou provázány s vysokou psychickou pracovní zátěží, můžeme zařadit zejména vyšší náročnost práce než vlastní kontrola nad svou prací při jejím výkonu, časový tlak, již zmíněná monotónnost a vnucené pracovní tempo, dále konfliktní vztahy mezi personálem, vysoká odpovědnost, práce na směny, trvalá noční, riziko v ohrožení vlastního života či života jiných osob, vysoké nároky na sociální zařazení a v neposlední řadě sociální izolace.

Dlouhodobá psychická zátěž může vést až k poruchám zdraví jako jsou různá psychosomatická onemocnění (např. srdeční choroby, tvorba vředů, hypertenze, nespavosti, zažívací obtíže a jiné zdravotní problémy, které se mohou zdánlivě zlepšit a zase se vracet) (URL 3).

Už Sullman (1997) ve svém výzkumu na Novém Zélandu zjistil, že v odpovědích operátorů strojů na jeho dotazník týkající se stresu, ztráty energie a námahy při práci se výrazně projevovала únava po směně. Jeho dotazník obsahovat čtrnáct otázek a byl předložen operátorům harvestorů a forwarderů.

Z výsledků bylo zjištěno, že operování s harvestorem vyžaduje větší úsilí, které je spojeno s vyšší únavou než práce s forwarderem. Z odpovědí vyplývalo, jak je důležité mít dobře navržený systém směn a odpočinkových pauz.

Také bylo prokázáno, že se u nich může projevit i OOS (Occupational Overuse Syndrome) jedná se druh poranění prstů, zápěstí a loktů, které je nejčastěji způsobeno opakovanými pohyby či nepřirozeným držením těla.

3.3.3 Fyzická zátěž

Fyzickou zátěž můžeme definovat jako pracovní zátěž motorického systému, srdečního systému, cévního systému a dýchacího systému s odrazem na přeměnu látek a termoregulaci organismu (URL 4).

Fyzickou zátěž můžeme také definovat a rozdělit podle intenzity svalového stahu na statickou a dynamickou. Statická svalová zátěž je zátěž, při které sval nemění svoji délku, ale roste v něm postupně napětí. Dynamická svalová zátěž se naopak vyznačuje tím, že po svalovém stahu následuje svalová relaxace (Dvořák et. al, 2012).

Gallis (2006) zjistil při dotazování několika řeckých lesních pracovníků, že se potýkají s problémy a bolestmi zad, páteře, ramen, rukou, zápěstí či stehen a kotníků. A několik procent z nich uvádí, že museli být minimálně jednou hospitalizováni kvůli bolestem zad. A skoro 50% z dotazovaných navštěvuje často lékaře kvůli již zmiňované bolesti.

Při práci operátora na víceoperačním stroji je šance se potkat s několika typy statické zátěže. Můžeme zmínit nemožnost pohybu v kabině, trvalý sed či držení pákových ovladačů stroje (Dvořák et. al, 2012).

Na operátora jsou kladeny vysoké nároky jak psychické, tak fyzické z pohledu práce se strojem v hodnotě několika milionů, ale hlavně z pohledu nebezpečí a ochrany zdraví svého či cizího. Nemožnost pohybu v kabině či stálá poloha rukou při manipulaci s pákami stroje při práci, může vést k onemocněním fyzického rázu např. ochabnutí svalstva, problémy s páteří, poranění prstů či zápěstí a jiné.

Plánování směn a přestávek jde ruku v ruce s těmito faktory, protože časem by se mohlo projevit nechutenství k práci a snížení produktivity práce podmíněné nahromaděným stresem a fyzickými neduhy.

Pracovník nesmí zapomínat na výše zmiňované skutečnosti a měl by se snažit o redukci těchto faktorů. Zvyšováním fyzické odolnosti např. cvičením, zdravou stravou, pitným režimem, dostatkem spánku a relaxace. Hlavní zbraní s boji proti stresu je relaxace. Při relaxaci organismu nastává postupná redukce napětí jak fyzického, tak psychického. Na relaxaci nemůžeme zapomínat a naše tělo nám bude vděčné.

3. 4 Biologická zpětná vazba – Biofeedback

Biofeedback můžeme definovat jako léčebný proces spojený s monitorováním fyziologických funkcí a jejich využití zkoumanými subjekty pro jejich následnou úpravu např. v pracovním procesu.

Do zkoumaných veličin Biofeedbackem můžeme zahrnout elektromyografii, rychlost a hloubku dýchání, povrchovou teplotu kůže, kardiovaskulární reaktivitu a elektrodermální reakci. Proces léčby či

měření biofeedbackem zahrnuje přímé určení zpětné vazby či terapeutický model zahrnující zvládnání stresu a přístup ke každému člověku jako jednotlivci (McKee, 2008).

Daný pacient dostává informace o elektrické aktivitě svého mozku ve formě vizuální či auditivní zpětné vazby a předpoklad je, že jí naučí postupně modifikovat čili posilovat, jak je už výše zmíněno (Kopřivová et. al., 2008).

Metoda biologické zpětné vazby upravuje a trénuje mozek člověka, vede k sebevzdělávání a odstraňování poruch, s nimiž si normální léčebné metody nedokázaly poradit (Dvořák a Pána, 2008).

3.4.1 Historie biofeedbacku

Schopnosti lidské bytosti naučit se díky zpětné vazbě regulovat vlastní mozkovou aktivitu prokázal jako první Joe Kamiya v roce 1962. Na jeho práce navazovalo několik dalších výzkumů zabývajících se alfa aktivitami, theta aktivitami atd. V této řekněme první etapě EEG biofeedbacku se počáteční nadšení začalo potýkat s kritikou a nedůvěrou (Kopřivová et. al, 2018).

Druhou etapu rozšíření EEG biofeedbacku v 60. letech započal americký profesor Barry Sterman, který figuroval na Kalifornské univerzitě v Los Angeles. Jeho výzkum spánku u koček zjistil, že rytmická aktivita EEG je přítomna jak ve spánku, tak v bdělém stavu. Při pokusu využíval dvou signálů (světelný a zvukový), kdy kočka musela vydržet odmlku mezi těmito signály a když to zvládla dostala jídlo. Profesor dospěl k závěru, že ve fázi mezi těmito signály se kočka nachází ve stavu hlubokého soustředění. Snímání EEG ukázalo, že se jedná o stav, kdy je kočka v rozhraní stavu relaxovaného a pasivní pozornosti a stavu aktivní vnější pozornosti. Sterman definoval tento stav jako senzomotorický rytmus (SMR). V dalších pokusech již byly kočky stimulovány přímo v těchto k aktivitě žádoucích frekvencích. Můžeme

zmínit, že další pokus následovaný zásadním objevem byl dílem náhody. Při letu do vesmíru (mise Apolo) bylo zjištěno, že někteří z kosmonautů mají na oběžné dráze halucinace. Stav byl způsoben otrávením organismu kapičkami uniklého raketového paliva. Při objasnění tohoto jevu použil profesor Sterman své laboratorní kočky. Zjistil, že kočky, které prošly tréninkem SMR, byly výrazně odolnější než ty, co tímto tréninkem neprošly. Došlo k následnému rozvíjení této metody související s nerovnováhou mozkové činnosti a byla využita k léčení poruch pozornosti či hyperaktivity (Dvořák a Pána, 2008).

3.4.2 Biofeedback v České republice

V České republice a i u našich slovenských sousedů má výzkum metod biofeedbacku velkou tradici. Reprezentativní a světově srovnatelný výzkum sahá až do začátku druhé poloviny 20. století. Mezi první literární zmínku v tuzemské literatuře nacházíme v časopisu Československá psychologie z roku 1966, ve kterém pan Jaroslav Hlavsa publikoval práci s názvem „Faktor povzbuzení ve zpětnovazebních regulacích učení a činnosti pětiletých dětí“. V ní představuje možnosti využití biologické zpětné vazby ve spojitosti s učením dětí, což je aktuální i v současnosti. V několika dalších desetiletích bylo publikováno další množství článků a publikací o metodách biofeedbacku. Za zmínku stojí práce z roku 1980 od pana Simona, který přibližuje metodu EEG biofeedbacku s názvem „Mozkové vlny alfa a biofeedback“. Ta započala zájem o metodu EEG biofeedbacku.

V následujících letech je vidět zvětšující se zájem o metody biofeedbacku v relativně širokém spektru. Několik dalších prací přibližovalo například kontrolu srdečního tepu či udržování vzpřímeného postojení. To vzbudilo zájem o metody biofeedbacku spojené s oblastmi rehabilitace, který tu s námi zůstal dodnes. Na začátku devadesátých let 20. století se pak začal zvyšovat již zmíněný zájem o metody

biofeedbacku v oblastech rehabilitace a fyzikální medicíny. Byly publikovány jak klinické studie, tak články na tato témata. Tento zájem a vývoj metod biofeedbacku je snadno poznatelný především důrazem využití v již zmiňované rehabilitaci. Tento zájem o EEG biofeedback je z většiny v rovině teoretické. Metody biofeedback byly do té doby přijímány ve výzkumné či klinické rovině bez živější diskuze, případně kritiky. To se ale mělo změnit v roce 1996, kdy byl představen grantový projekt Ministerstva zdravotnictví s názvem „Efektivita terapie lehkých mozkových dysfunkcí s využitím EEG biofeedback tréninku – zdravotní, politické a etické efekty (1996-1998, MZO/IZ)“. Řešiteli se stali Jiří Tyl, Jan Payne, Karel Šonka a František Schneiberg. Tento výzkum byl prvním pokusem o klinické vyhodnocení efektivity u metody EEG biofeedbacku u nás. Uvedený projekt byl v České republice z hlediska velikosti první svého druhu.

Po tomto projektu následovalo několik dalších provázených dalo by se říci mediálním boomem a vytvoření EEG center. Tento zájem k roku 2005 pomalu klesl a řada EEG center nechává metodu biofeedback jako doplňkovou. V současnosti jsou metody v oblasti biofeedback stabilní. Existuje řada seriózních provozovatelů, kteří poskytují metodu na dobré a odborné úrovni (Ptáček, Novotný, Kopřivová, 2017).

3.4.3 Klasifikace jednotlivých technik biofeedbacku

Můžeme klasifikovat několik metod biofeedbacku.

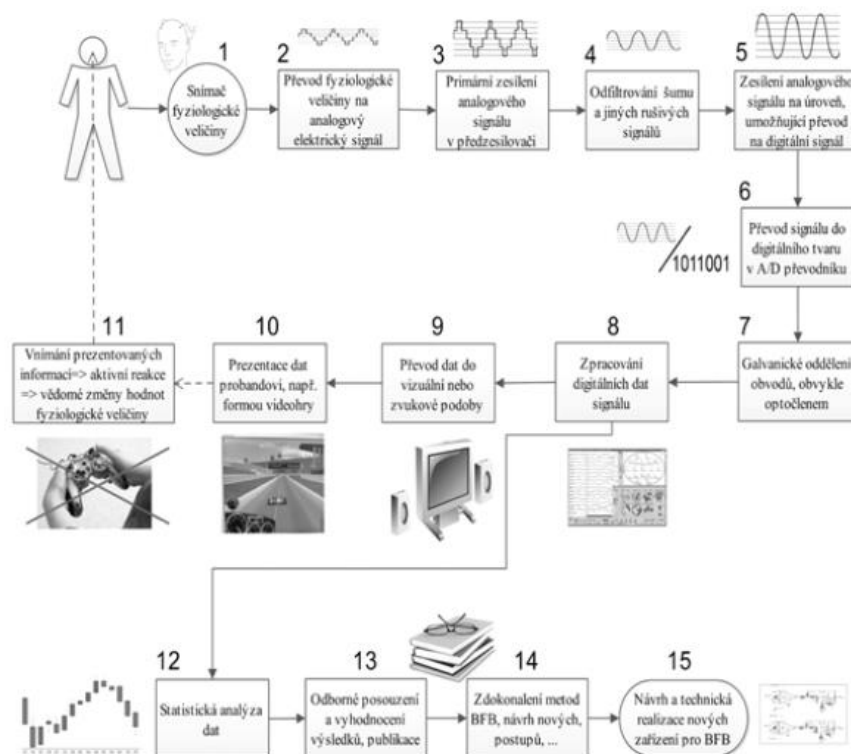
- EDA (elektrodermální) biofeedback – jedná se o nejstarší metodu biofeedbacku s nejvyšším světovým rozšířením, můžeme ji definovat jako kožní vodivost, (Ptáček, Novotný, Kopřivová, 2017),
- Temp biofeedback – jeho využití je hlavně v USA a západní Evropě, slouží například k měření stresu či relaxace přes teplotu kůže (Ptáček, Novotný, Kopřivová, 2017),

- EMG biofeedback – jeho využití je v nervosvalové reedukaci, nácvik relaxace svalů, tikové terapie apod. (Ptáček, Novotný, Kopřivová, 2017), EMG dále využívá povrchové elektrody k detekci změn kosterního svalstva a tato reakce je předváděna vizualizací či zvukovým signálem zpět k uživateli. Využití je jak v pohybové, tak neurologické rehabilitaci. (Giggins et. al., 2013). Nejvíce rozšířené využití je při bolestech páteře, doléčování při úrazech, diagnóza spojená s léčbou různých svalových problémů atd. (Dvořák, 2009).

- EEG biofeedback – využívá elektrickou aktivitu v mozku a je v současnosti nejvíce diskutovanou metodou biofeedbacku (Ptáček, Novotný, Kopřivová, 2017). Jedná se o metodu samoučení neboli samoladění svých mozkových vln až k jejich normalizaci. Tato metoda je vhodná k seberealizaci, zvýšení pozornosti či ke kontrole emocí. Měření by mělo probíhat v odhlučněné místnosti s minimem rušivých elementů, kde je na přidruženém monitoru vidět jeho mozková aktivita v reálném čase pomocí tréninkové hry (Dvořák, 2009).

Pro představu můžeme vidět na obrázku č. 8 smyčku neboli postup při měření biologické zpětné vazby.

BIOFEEDBACK (smyčka biologické zpětné vazby)



Obr.č.8 – Smyčka měření biologickou zpětnou vazbou (Ptáček, Novák, 2017).

3.4.4 Zachycování fyziologického signálu

Fyziologické veličiny mají většinou povahu neelektrického signálu a je nutno je nejprve změřit a poté převést na elektrický signál. Jedná se o např. kožní odpor, teplotu těla, pulz, frekvence dýchání atd. U signálů EEG a EKG je jejich zpracování jednodušší, protože mají povahu slabých elektrických signálů a u nich není třeba převodu. Signály EEG a EKG jsou zachycovány na povrchu pokožky dotykovými elektrodami. EKG elektrody je potřeba mechanicky zachytit na skalpu a pro převod signálů z povrchu pokožky je nutno pod elektrodu umístit vodivý gel. Elektrody EKG jsou samolepicí elektrody umísťující se na hrud'. U obou typů těchto elektrod má veliký význam jejich správné umístění a připnutí na povrch

pokožky, jelikož je možný výskyt anomálií, které mohou celé měření znevážit. Proto je k aplikaci senzorů a konkrétního snímání nutný dohled proškolené osoby. K měření kožního odporu bývají často využívány bříška prstů jedné konkrétní ruky a z toho důvodu musí být specificky umístěny elektrody. Je nutné správné umístění po celou dobu snímání, aby nevznikaly anomálie ve výsledcích z důvodu změny tlaku na prsty. Teplotu těla můžeme měřit z libovolných částí těla, ale nejčastěji se využívají bříška prstů jako u metody kožního odporu. K měření frekvence dechu bývá často využíván senzor umístěný kolem hrudi, který pruží podle toho, jak člověk dýchá. Srdeční puls bývá měřen klipovým vizuálním senzorem, který se z důvodu vysokého prokrvení připíná nejčastěji na ušní lalůček či je možno i na prst (Ptáček, Novák, 2017).

3.5 Lateralita a její dělení

Základním slovním termínem v této problematice je pojem *lateralita*. Tento termín pochází z latinského „*latus*“, „*lateris*“, což v překladu znamená strana či bok. Hlubší definicí se dá popsat jako odlišnost, nesouměrnost, rozdílnost. Může se jednat o preferenci v používání horních a dolních končetin či smyslových orgánů (Křišťalová, 1995).

Leváctví a praváctví je přirozený projev laterality (Křišťalová, 1995).

Existují dvě skupiny laterality (Sovák, 1985):

- tvarová – jedná se o nesouměrnost kvantitativní, chápáno jako rozdíly ve velikosti, délce či objemu, např. obě naše ruce vypadají stejně, ale každá je jiná,
- funkční – nesouměrnost kvalitativní je rozdílnost ve výkonu jednotlivých orgánů, např. silnější rukou neseme nákup.

Podle Zocheho (2006) můžeme rozlišit jednotlivé formy levorukosti na:

- vrozená (genotyp) – vrozená levorukost či pravorukost, v lidské činnosti převládá pravá nebo levá ruka,
- naučená (fenotyp) – změna preferovanosti levé či pravé ruky z důsledku jak sociálního tlaku prostředí či úrazu a následné přeučení

Je možno při výchově např. z genotypického leváka při správném vedení vytvořit fenotypického praváka.

Sovák (1985) vytyčil několik dalších druhů laterality:

- vrozená levorukost,
- přecvičovaná levorukost,
- levorukost z nutnosti (úraz),
- patologická levorukost (mozkový zánět),
- obourukost,
- vrozená pravorukost,
- přecvičovaná pravorukost.

3.5.1 Leváctví v historii a jeho předsudky

V dnešní době předsudky a mýty o levácích nemají znatelně takovou váhu a vážnost jako dřív, ale uvedeme si pár příkladů pro představu.

Velikou roli v této preferovanosti hraje kultura a náboženství. Praváctví bývá většinou definováno jako něco správného, ale za to leváctví je bráno jako nějaký indikátor problému nebo něčeho nesprávného či zlého. Pro církve byli bráni leváci jako přísluhovači ďábla a v církevních školách byli násilně přeučováni na praváky. V Japonsku bylo ještě před několika desetiletími leváctví manželky jako pádný důvod k rozvodu. V islámských zemích se pravá ruka využívá k jezení a ošetřování těla od pasu nahoru a u levé ruky je to přesně obráceně (Dvořák a Pána, 2008).

Můžeme zmínit i lidová rčení, která určitě každý zná (Zoche, 2006):

- mít obě ruce levé (nešikovnost),
- nevstávat z postele levou nohou (nosí smůlu),
- nevkračovat do budovy levou nohou (nosí smůlu),
- černá kočka zleva doprava přes cestu (nosí smůlu).

3.5.2 Praktické problémy leváků v pravostranné společnosti

Žijeme v pravorukém světě, kde se leváci neustále setkávají s problémy, které nechávají praváky naprosto chladnými. Už jen volba povolání může být pro leváka stresující či nesnadná. Můžeme říci, že leváci si vybírají schválně takové profese, kde svůj tzv. defekt tolik neřeší, i když nazvat to defektem je opravdu silné slovo. Je pravdou, že leváci bývají více kreativní a vnímavější, takže je můžeme častěji najít v odvětvích designově zaměřených či administrativě. Rozhodně to ale není pravidlem a na leváky můžeme narazit ve všech možných profesích (Zoche, 2006).

Pokud to vezmeme z pohledu každodenního života, můžeme uvést pár příkladů jako nože, které bývají nabroušené na špatnou stranu, stříhání nůžkami pro praváky se stává pro leváka noční můrou, otvíráky na konzervy, škrabky na brambory atd. (Zoche, 2006).

Je pravda, že výrobci si začali uvědomovat tuto skutečnost a začali přizpůsobovat výše uvedené nástroje každodenní potřeby i pro leváky. U nástrojů složitějších na výrobu nebo dražších je situace následující – prostě nejsou. Všechna mechanická zařízení, jak už do kuchyně (šlehače, mixéry), do dílny (vrtačky, brusky) či do zahrady nebo lesa (sekačky, křovinořezy, motorové pily), jsou až na malé procento výjimek čistě pravoruké (Vodička, 2008).

Z pohledu Vodičky (2008) je počet leváků v naší společnosti ustálen a leváci s naší pravostrannou společností problém nemají i přes to, že se najde pár překážek, které ale nejsou zásadní. Přizpůsobivost je cesta a

tímto slovem by se nechala shrnout tato myšlenka, proč tomu tak je. Leváci jsou pravostrannému prostředí vystavováni už od malička a jak postupně rostou, tak si to ani neuvědomují, ale pomalu se mu přizpůsobí tak silně, že ani nepostřehnou, že nějaké činnosti vykonávají jinak, než jejich pravorucí protějšci. Podle průzkumů se necítí pravostrannou společností nijak diskriminováni, ba naopak berou svoji levorukost jako obdobu pravorukosti.

4. Metodika práce

Teoretickou část své práce budu doprovázet praktickým měřením biometrických údajů přístrojem Biofeedback 2000 x-pert a posuzování míry stresu, zátěže a vlivu laterality na práci operátora na simulátoru harvestorové technologie.

4.1 Přístroj biofeedback 2000 x-pert

Tento měřicí přístroj se využívá k neinvazivnímu snímání jednotlivých fyziologických funkcí člověka, které pomocí elektrod umístěných na pokožce snímají a poté odesílají data pomocí bezdrátové technologie Bluetooth. Mezi moduly, které můžeme využívat na měření jednotlivých veličin patří např. modul respirační (dechová frekvence), EMG modul (reakce svalů), multi modul (teplota těla, puls, elektrovalence kůže). Data jsou snímána elektrodami, které se kabelově posílají do modulů. Moduly komunikují s počítačem pomocí Bluetooth a odesílají do něj zpracovaná data. K práci s daty využíváme přidružený software (Schuhfired, 2008). Na obrázku č. 9 vidíme modul aparatury EMG.



Obr.č.9 – Snímek EMG modulu, se kterým proběhlo měření (Schuhfired, 2008).

4.2 Profil měřených studentů

V mém měření bylo testováno 6 studentů, kteří se mnou studují na České zemědělské univerzitě, na FLD obor Lesnictví (BLES). V mém měření figurovali dvě ženy a čtyři muži. Všichni měli aspoň minimální zkušenost se simulátorem harvestorové technologie. V následujících několika řádcích si přiblížíme jednotlivě měřené studenty (dále jen „operátor“ s krátkým popisem).

Operátor č.1 – pravák, muž, studentem 3.ročníku oboru Lesnictví (BLES), 24 let

- Zdravotní stav v normě, ale v minulosti trpěl problémy s nízkým tlakem

Operátor č.2 - pravák, muž, studentem 3.ročníku oboru Lesnictví (BLES), 23 let

- Zdravotní stav v normě, bez žádných problémů

Operátor č.3 – pravák, žena, studentem 3.ročníku oboru Lesnictví (BLES), 24 let

- Zdravotní stav v normě, ale trpí na migrény, v čase měření byla v pořádku

Operátor č.4 – pravák, muž, studentem 3.ročníku oboru Lesnictví (BLES), 23 let

- Zdravotní stav v normě, sportovec

Operátor č.5 – levák, muž, studentem 3.ročníku oboru Lesnictví, 23 let

- Zdravotní stav v normě, trpí nespavostí,

Operátor č.6 – levák, žena, studentem 3.ročníku oboru Lesnictví, 24 let

- Zdravotní stav v normě, vyskytuje se u ní atopický ekzém, na měření neměl vliv

4.3 Umístění elektrod

Jak je již patrné ze zadání práce, zaměřili jsme se na svaly předloktí. Správné umístění elektrod a jejich následné připevnění na pokožku je klíčové a předejdeme tak znehodnocení daného měření. Po konzultaci s vedoucím práce jsme usoudili, že pro měření zvolíme krátký vřetenní natahovač zápěstí (*musculus extensor carpi radialis brevis*) a jeho zápěstní a předloketní část. Mezi tyto dvě elektrody byla vložena referenční elektroda. Na obrázku č. 10 vidíme měřený sval.



Obr.č.10 – Anatomický pohled na krátký vřetenní natahovač zápěstí (URL 5)

4.4 Průběh měření

Ve fázi měření si studenti vyzkoušeli práci operátora na simulátoru harvestoru. Snímala se zátěž na předloktí a zápěstí pravé a levé ruky.

Průběh měření:

- Sešli jsme se před Dřevařským pavilonem FLD
- Následná cesta do učebny se simulátorem
- Studenti v minulosti měli zkušenosti s obsluhou simulátoru, takže stačilo jen krátké seznámení
- Připnutí senzorů na pokožku studenta
- Příprava a propojení PC, modulu a senzorů
- Samotné měření
- Konec měření
- Následné vystřídání studentů/operátorů
- Poklizení učebny
- Odchod

Roztřídění dat a jejich zpracování:

- Převod datových souborů do formátu Excel
- Rozdělení dat na levou a pravou ruku
- Pomocí počítačového programu Statistica ve verzi 12.0 proběhlo zpracování pomocí statistických operací popsanych dále:
 - Využili jsme T-test pro nezávislé výběry dle proměnných a homogenita výběru byla pro Levenův test, výsledná data byla zpracována v následující kapitole,

K tomuto zpracování byly vytvořeny i boxové grafy s hodnotami EMG 1 (levá ruka) a EMG 2 (pravá ruka). Grafy č. 1 až č. 6

5. Výsledky měření

Použití T-testu je možné jen v případě spojité veličiny, toť veličiny s normálním rozdělením. Levenovým testem jsme ověřili, že se jedná o veličinu s normálním rozdělením a můžeme použít T-test. Zvolení T-testu je v našem případě uznáno za správné. Ve všech případech T-test potvrdil rozdíl mezi EMG 1 a EMG 2. Můžeme tvrdit, že mezi elektromyogramem pravé a levé ruky je statisticky významný rozdíl.

Ve všech případech T-test potvrdil statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 0,05.

Pro lepší orientaci ve výsledcích byla vytvořena tabulka č. 1. Nachází se zde T-test a jeho pravděpodobnost, Levenův test, stupně volnosti a pravděpodobnost Levenova testu.

Medián je hodnota, která při seřazení všech dalších hodnot od nejmenší po největší, bude přesně uprostřed. Zatímco Aritmetický průměr je statistická veličina, vyjadřující součet všech hodnot vydělený jejich počtem. Problémem u Aritmetického průměru je ta skutečnost, že reaguje na extrémní výkyvy měřených hodnot (např. zakašlení při měření atd.). Oboje možnosti vložíme do tabulky a porovnáme. Viz. Tabulka č. 2. V tabulce č. 3 vidíme číselné a procentuální (%) zvětšení zátěže u pravé ruky (EMG 2) jak u leváků, tak praváků.

Pro statistickou analýzu jsme si zadali následující hypotézy:

H0: neexistuje statisticky významný rozdíl mezi zátěží pravé a levé ruky u praváků a leváků při nácviku na simulátoru harvestorové technologie.

H1: existuje statisticky významný rozdíl mezi zátěží pravé a levé ruky u praváků a leváků při nácviku na simulátoru harvestorové technologie.

Tab.č.1 – Porovnávaná měření levé a pravé ruky jednotlivých operátorů

Operátor	Pohlaví	Porovnávaní	t-value	Stupně volnosti	Pravděpodobnost	Levene F (1,df)	Stupně volnosti Levene	p Levene
1	M	EMG 1 vs EMG 2 pravák	-52,2834	17838	0	588,8003	17838	0
2	M	EMG 1 vs EMG 2 pravák	-237,883	35084	0	4089,080	35084	0
3	Ž	EMG 1 vs EMG 2 pravák	-254,503	30102	0	5159,873	30102	0
4	M	EMG 1 vs EMG 2 pravák	-45,0323	22970	0	3935,949	22970	0
5	M	EMG 1 vs EMG 2 levák	-92,3998	32010	0	5982,677	32010	0
6	Ž	EMG 1 vs EMG 2 levák	-114,345	31968	0	9349,667	31968	0

Tab.č.2 – Medián a Aritmetický průměr

Operátor	Lateralita	EMG	Pohlaví	Medián	Arit. průměr
1	Pravák	1	M	28,3934444	29,277381107083
1	Pravák	2	M	37,5441132	37,721061539104
2	Pravák	1	M	16,1931051	17,15971619299
2	Pravák	2	M	44,0714129	45,249899533027
3	Pravák	1	Ž	16,9883732	17,226504257395
3	Pravák	2	Ž	43,5061972	43,917626707447
4	Pravák	1	M	32,3965233	38,524714712085
4	Pravák	2	M	41,18232995	69,368713156134
5	Levák	1	M	28,7097393	40,84189268738
5	Levák	2	M	82,82859195	128,60057883719
6	Levák	1	Ž	33,7643913	50,28483755205
6	Levák	2	Ž	126,941143	171,43714399389

K vykázání procentuálního rozdílu mezi EMG 1 a EMG 2 použijeme medián z tabulky č.2.

Tab.č.3 – Procentuální zvýšení zátěže

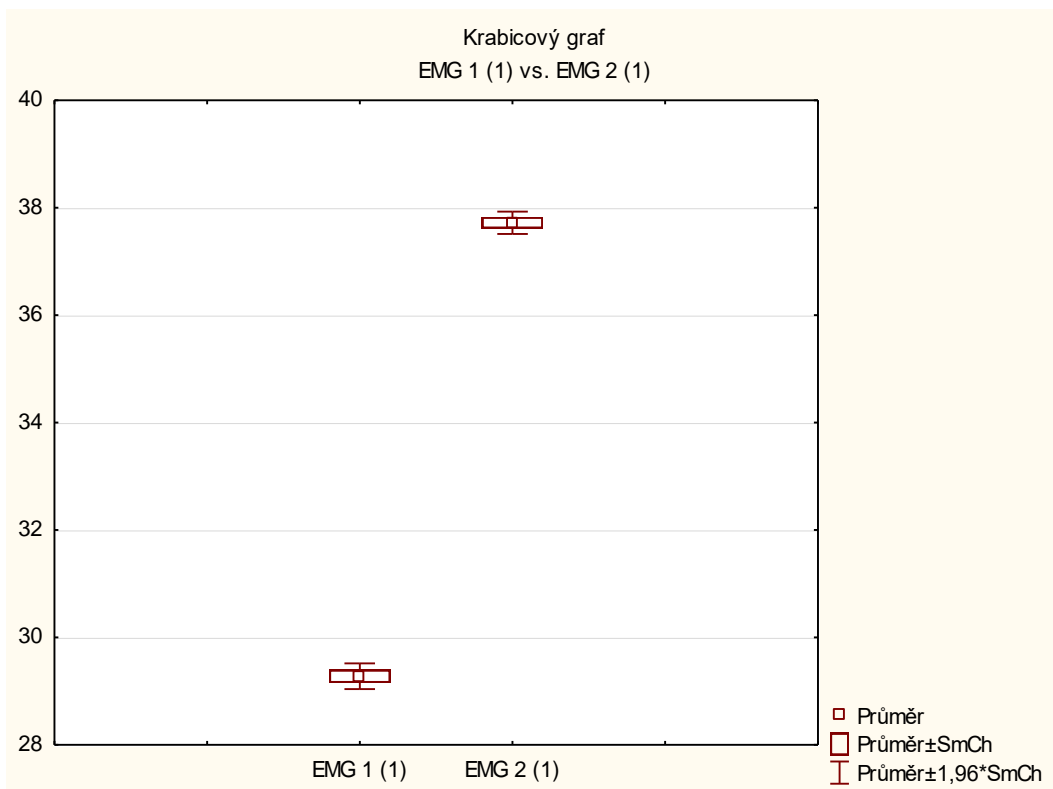
Operátor	Zvýšení u EMG 2 (číselně)	Zvýšení u EMG 2 (%)
1	9,1506688	32,14 %
2	27,8783078	175 %
3	25,517824	168,75 %
4	8,78580665	28,13 %
5	54,11885265	192,86 %
6	93,1767517	281,82 %

Zjistili jsme, že pravá ruka vykazuje silnější zatížení než ruka levá u všech měřených studentů, jak u praváků, tak leváků.

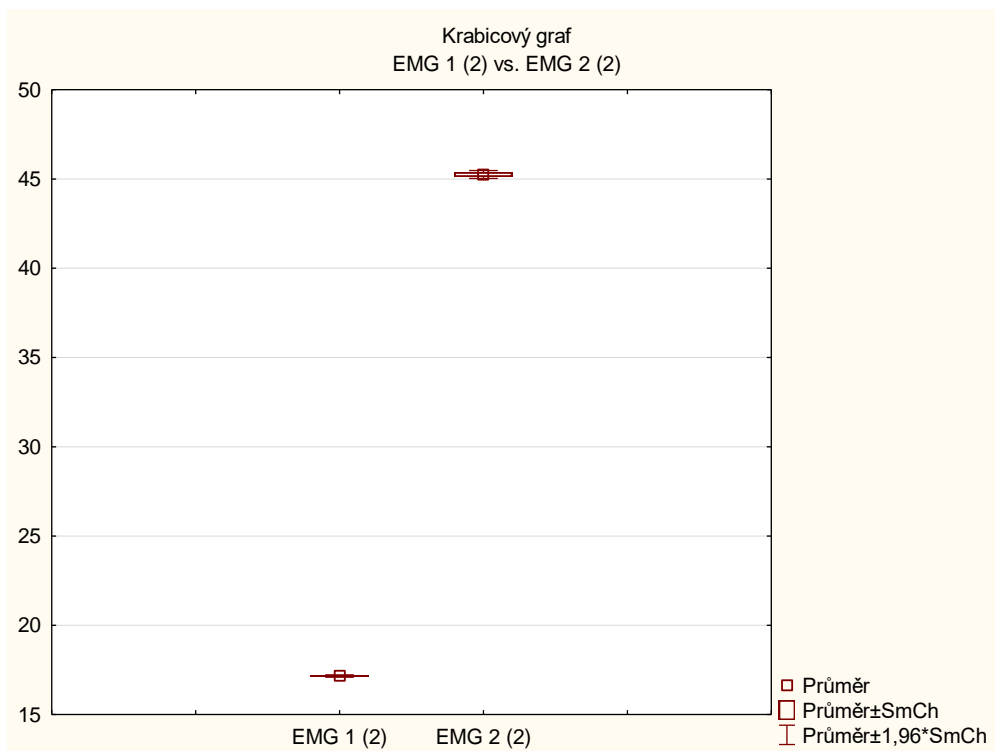
Ale u leváků je zátěž pravé ruky několikanásobně větší. K největšímu rozdílu u praváků došlo u operátora č. 2, kde byl nárůst zátěže o 175% a z leváků u operátora č. 6, kde byl nárůst zátěže o 281%.

U operátorů praváků – č. 1 a 4 byli hodnoty zátěže na pravé ruce vyšší o 32,14% a 28,13%. U operátorů č. 2 a 3 bylo zvýšení zátěže o dost vyšší a to dokonce o 175% a 168,75%, i když se jednalo o praváky. Je možné, že v jejich případě byli dodatečně vystaveni stresu a zátěži při měření, ale to je velmi individuální.

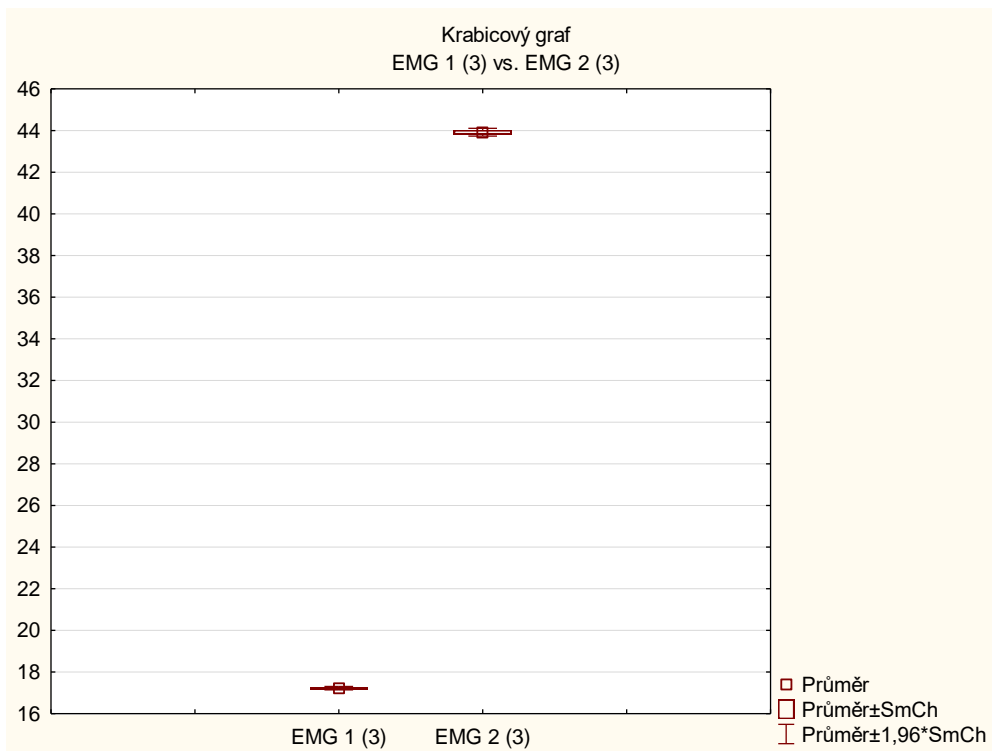
U leváků jsme zátěž na pravé ruce předpokládali vyšší a předpokládali jsme správně. U leváků bylo u operátora č. 5 a 6 naměřeno zvýšení zátěže na pravé ruce o 192,86% a 281,82%. Z toho můžeme usoudit, že pro leváky byla práce na simulátoru náročnější. K lepší orientaci přidáváme krabicové grafy průměrných hodnot č. 1 až 6.



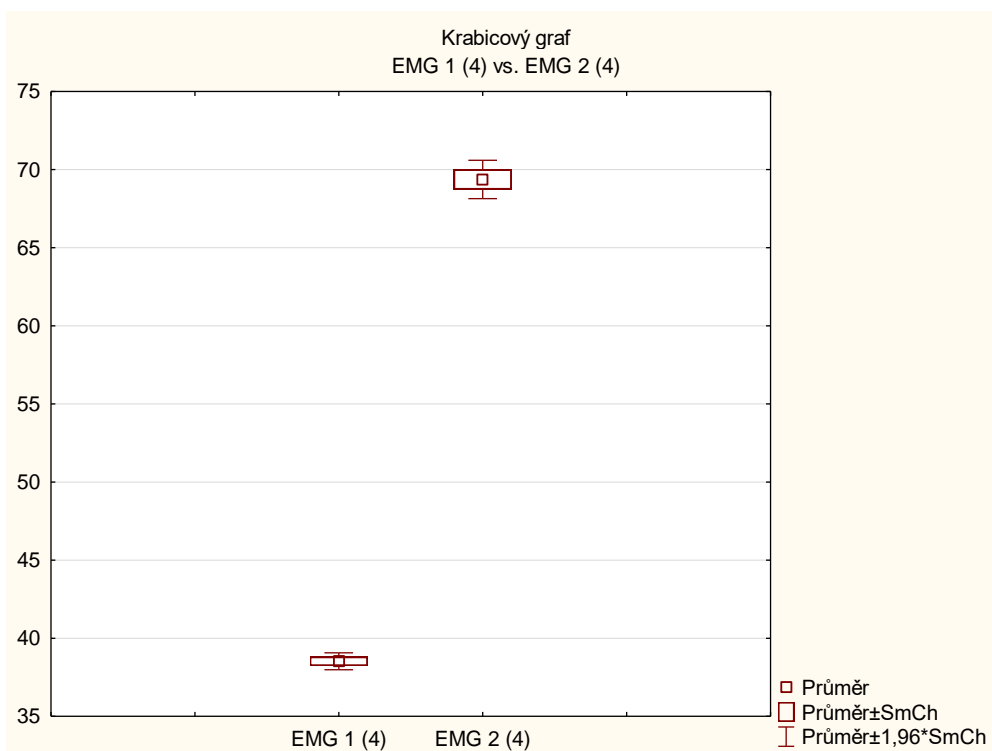
Graf č.1 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.2 – pravák (výsledky z programu Statistica).



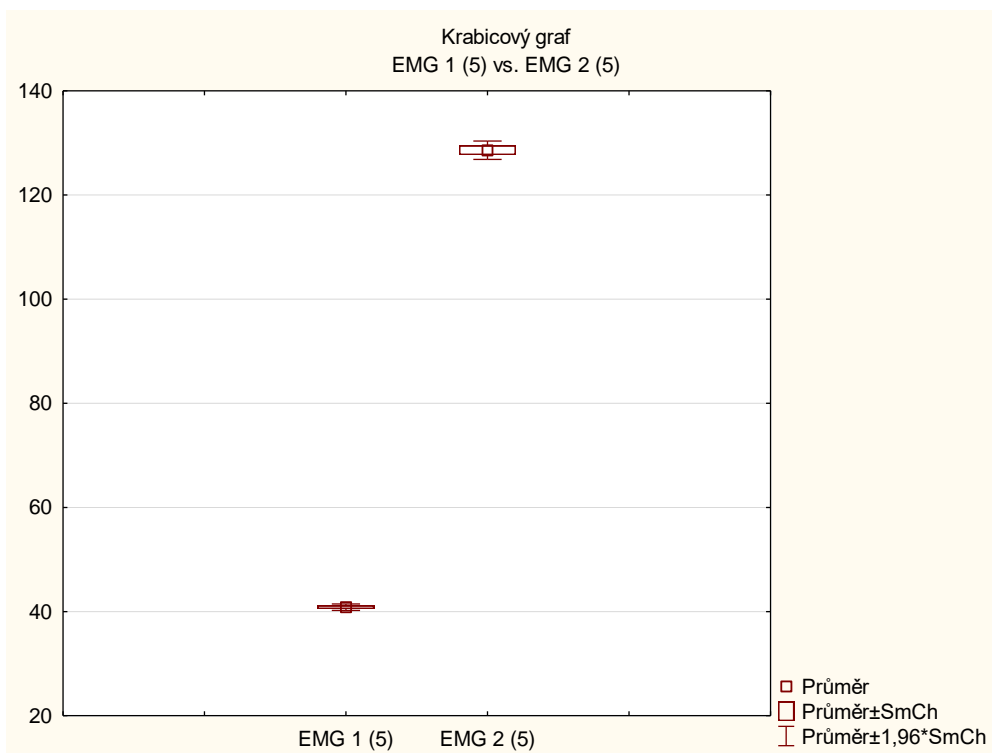
Graf č.2 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.2 – pravák (výsledky z programu Statistica).



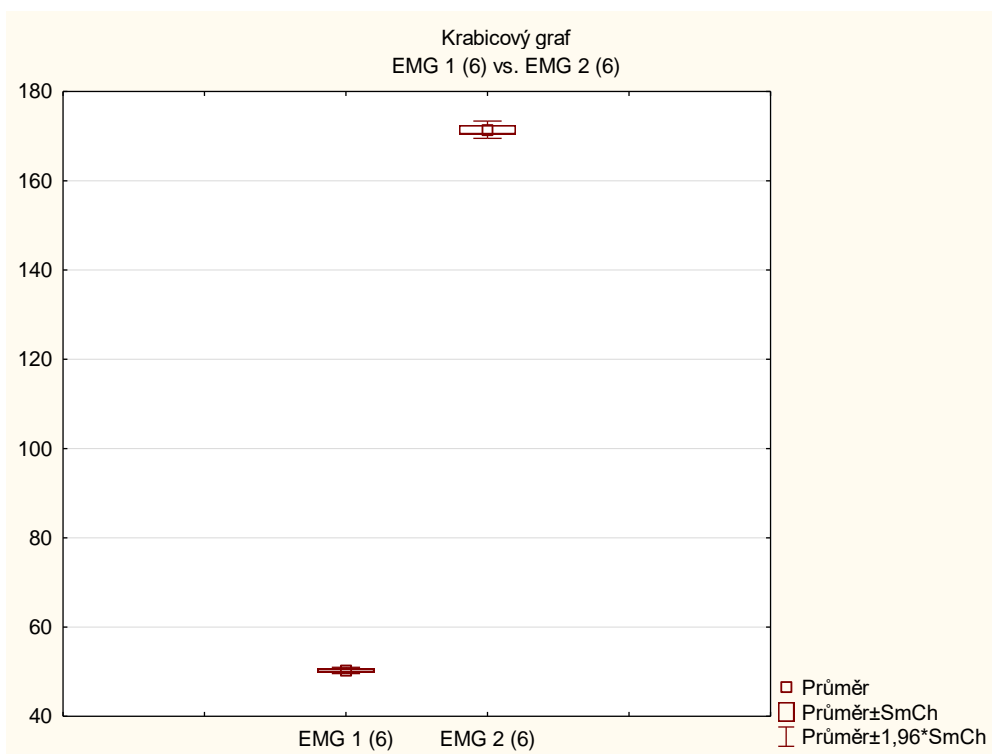
Graf č.3 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.3 – pravák (výsledky z programu Statistica).



Graf č.4 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.4 – pravák (výsledky z programu Statistica).



Graf č.5 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.5 – levák (výsledky z programu Statistica).



Graf č.6 – Vizuální výstup průměrných hodnot levé (EMG 1) a pravé (EMG 2) ruky u operátora č.6 – levák (výsledky z programu Statistica).

5.1 Vyhodnocení obdržených výsledků

Z naměřených hodnot můžeme vyvodit, že zátěž pravé ruky je u všech měřených operátorů větší, ať už jde o praváka nebo leváka. Měření proběhlo bez obtíží, operátoři byli v dobré náladě a z důvodu minulých, byť minimálních zkušeností se simulátorem neměli žádný větší problém při práci. Bylo na jich ale vidět, že chtějí podat efektivní výkon a práci brali vážně a snažili se naplno soustředit jako v reálném provozu. I to ale může způsobit stres, ale to nemůžeme s přesností říci, protože každý jsme trochu jiný a každý mohl při práci zažívat jiné pocity. Výkyvy zátěže a míry stresu při měření mohou mít více důvodů, než konkrétní práce na simulátoru. Za zmínku určitě stojí operátor č. 5 a operátor č. 6 a jejich levorukost, jelikož na nich bylo zvýšení zátěže nejvyšší.

Je možné, že naměřené hodnoty byly ovlivněny stresem jak z měření či strnulé polohy zápěstí, ale pro leváka je ovládání páček a ovládacích prvků harvestoru o to těžší, i když pro praváky je měřená zátěž vykázána také. U operátora č. 2 a č. 3 byla zátěž pravé ruky na vysokých hodnotách a to se jednalo o praváky.

Kdybych měření opakoval, tak bych pro ucelení měřených dat použil za operátory nejen studenty se zkušeností se simulátorem, tak operátory s reálného provozu a zkušeností na reálném harvestoru a v nejlepším případě měření levorukých operátorů přímo na reálném harvestoru. Ale v tomto případě hraje velikou roli praxe a navyknutí leváka na ovládání reálného stroje a možnost, že si levák na ovládání stroje levou rukou tak zvykl, že mu už nedělá žádný problém jeho následná manipulace. Tento proces navyknutí ale může být ovlivněn a vykoupěn měsíci či roky práce pod stresem z důvodu nepřírozeného ovládání.

6. Diskuze

V mojí práci byl k měření využit přístroj Biofeedback 2000 x-pert, a jeho modul EMG, instalace jeho senzorů se umísťuje na konkrétní svalová zakončení, kde se měří svalová zátěž. Měřeny byly svaly zápěstí a předloktí, které jsou namáhány při ovládání stroje a manipulaci s pákovými ovladači a byl posouzen i vliv laterality operátora na průběh a ovládání při měření.

Měření bylo prováděno na simulátoru harvestorové technologie umístěného na České zemědělské univerzitě, konkrétně na Fakultě lesnické a dřevařské. Simulátor dokáže přiblížit takové podmínky, jaké má reálný operátor v lese spojené jak s vyzkoušením a naučením ovládání prvků stroje, tak stresory a zátěží, které na operátora působí.

Byla provedena statická analýza na hladině významnosti 5%. Tato analýza byla provedena pomocí T-testu a byla potvrzena statisticky významná odchylka a proto můžeme potvrdit hypotézu **H1** že: existuje statisticky významný rozdíl mezi zátěží pravé a levé ruky u praváků a leváků při nácviku na simulátoru harvestorové technologie. A zamítáme hypotézu **H0** že: neexistuje statisticky významný rozdíl mezi zátěží pravé a levé ruky u praváků a leváků při nácviku na simulátoru harvestorové technologie.

V rámci této bakalářské práce se zjistilo, že všichni posuzovaní měli výrazně větší zatížení pravé ruky, což potvrzuje i Roztočil (2017), kde bylo zatížení pravé ruky při práci znatelně vyšší i když v tomto případě neuvádí laterality měřeného operátora a jeho měřeným subjektem je operátor s letitou praxí. Podobným experimentem se zabývala i Baďurová (2018) při porovnávání pravé a levé ruky při práci a relaxaci na simulátoru harvestoru předpokládala, že praváci budou mít vyšší zátěž při práci na levé ruce a leváci na ruce pravé. Její teorie se prokázala pouze u praváků, kdy pokles aktivity byl znatelně vyšší na levé ruce, ale u leváků předpokládala pokles na ruce pravé, ale opak byl pravdou a ve výsledku byl u leváků pokles svalové aktivity na ruce levé stejně jako u

praváků. Zatímco Škvor (2018) měřil zátěž na pravém předloktí a porovnával začátek a konec směny a fázi klidu a práce. Rozdílem je ten, že on a již zmiňovaný Roztočil (2017) porovnával operátora harvestoru s letitou praxí, ale mé měření a měření Baďurové (2018) bylo zaměřeno na studenty.

Všechny výše zmiňované práce včetně té mé zjistily a potvrdily náročnost práce operátora harvestoru a její dopad a vyjádření při měření daných fyziologických funkcí jak ze stránky fyzické, tak psychické.

Dvořák (et. al, 2012) uvádí, že z pohledu fyzické zátěže u operátora harvestoru je největší problém při poloze trvalého sedu, kdy se poloha dlouho dobu nemění, nemožnost protažení a prostorové omezení či držení pákových ovladačů. Dále uvádí psychickou zátěž pro operátora, kterou lze definovat jako zátěž, kde se klade důraz na na psychické procesy jako jsou paměť, představivost, myšlení a schopnost reagovat na nepředvídatelné situace. Operátor musí být plně soustředěn na svou práci a zvládat nepříznivé situace bezpečně a efektivně.

Můžeme konstatovat a potvrdit, že lateralita může mít negativní vliv na ovládání a práci s harvestorem z důvodu vyšší zátěže na pravou ruku u pravoruké osoby a o to větší je zátěž u osoby levoruké, která je omezena nepřímárností svojí levé ruky.

Je důležité, aby pracovník nezapomínal na tyto skutečnosti a snažil se nepřeceňovat svoje síly a snažit se zvyšovat svou odolnost např. cvičením, zdravou stravou či dostatkem spánku a relaxace.

7. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo posouzení zatížení svalů předloktí při nácviu ovládání harvestoru na simulátoru. Pro měření byl použit přístroj Biofeedback 2000 x-pert. Byl kladen i důraz vlivu laterality na zatížení jak pravé či levé ruky a následné navrhnutí opatření snižující pracovní stres.

V rešeršní části práce jsme se zabývali přiblížením harvestorové technologie a jejího dělení, simulátorů harvestoru, stresu, zátěže, biologické a zpětné vazby a v poslední řadě laterality a leváctví.

V metodice práce bylo zaznamenáno individuální měření, kde jeho celý postup je podrobněji přiblížen v metodice. Byly stanoveny dvě hypotézy a u jedné z nich konkrétně u té, která tvrdí, že existuje statisticky významný rozdíl mezi zátěží pravé a levé ruky u praváků a leváků při nácviu na simulátoru harvestorové technologie byla zjištěnými výsledky potvrzena. Levenovým testem bylo potvrzeno, že se jedná o spojitou veličinu, tj. veličinu s normálním rozdělením a je možné použití T-testu. Z obdržených dat jsme vytvořili mediány, se kterými jsme dále pracovali a porovnávali.

Ve výsledcích bylo zjištěno, že ať se už jedná o praváka či leváka, tak je vždy vyšší zátěž na pravé ruce. U operátorů praváků – č. 1 a 4 byly hodnoty zátěže na pravé ruce vyšší o 32,14% a 28,13%. U operátorů č. 2 a 3 bylo zvýšení zátěže o dost vyšší a to 175% a 168,75%. U leváků jsme zátěž na pravé ruce předpokládali vyšší a předpokládali jsme správně. U leváků bylo u operátora č. 5 a 6 naměřeno zvýšení zátěže na pravé ruce o 192,86% a 281,82%. Z toho můžeme usoudit, že pro leváky byla práce na simulátoru náročnější.

V našem měření byli měřeni pouze studenti s minimální zkušeností se simulátorem harvestoru a s nulovou zkušeností s reálným harvestorem a proto můžeme tvrdit, že jim chybí potřebná praxe a zkušenost, kterou by získali v provozu. Potvrdilo se nám, že je nutné, aby byli operátoři reálných strojů zaučováni a proškolení a byl brán ohled na případnou

levorukost a její odchylku. V reálném provozu jim to může usnadnit práci, ať už se jedná o praváka či leváka.

Tato Bakalářská práce přináší pohled do problematiky přirozených reakcí člověka na stres v závislosti na lateralitě při práci na simulátoru harvestoru. Cíle práce považuji za splněné.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- BAĐUROVÁ, G. Analýza zátěže specifických svalových skupin u studentů při nácviu ovládání CTL technologie. Praha, 2018. Česká zemědělská univerzita v Praze, diplomová práce (nepublikováno)
- BIOFEEDBACK, D. Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 2008, 75: S31.
- DVOŘÁK, J. Biofeedback a jeho použití. Brno, 2009. Vysoké učení technické v Brně, diplomová práce (nepublikováno)
- DVOŘÁK, Jiří. *Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích: The use of harvester technology in production forests*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2012. Folia forestalia Bohemica. ISBN 978-80-7458-028-4.
- DVOŘÁK, Karel a Lubomír PÁNA. *Komunikace a myšlení*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2008. ISBN isbn978-80-86708-78-2.
- Freedman, P. 1998. *Forestry machine simulators: looking for added value in training*. *Canadian Woodlands Forum Annual Meeting*, Quebec, Canada March 23–25. 1998.
- GALLIS, Christos. Work-related prevalence of musculoskeletal symptoms among Greek forest workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2006, 36.8: 731-736.
- GIGGINS, Oonagh M.; PERSSON, Ulrik McCarthy; CAULFIELD, Brian. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2013, 10.1: 1-11.
- JOSHI, Vinay. *Stres a zdraví*. Praha: Portál, 2007. Rádci pro zdraví. ISBN 978-80-7367-211-9.
- KOPŘIVOVÁ, JANA, et al. *EEG biofeedback a jeho využití klinické praxi*, *Psychiatrie*, 2008; ročník 12(1): str. 10-17
- KOVÁČ, Ján, Jozef KRILEK, Ján JOBBÁGY a Jiří DVOŘÁK. *Technika a mechanizácia v lesníctve*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2017. ISBN 978-80-228-3021-8.
- KŘIŠŤANOVÁ, Ladislava. *Diagnostika laterality a metodika psaní levou rukou*. 4. upr. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 1998. ISBN 80-7041-914-8.
- KŘIVOHLAVÝ, Jaro. *Jak zvládat stres*. Praha: Grada, 1994. Pro vaše zdraví. ISBN 80-7169-121-6.

LUKÁČ, Tibor. *Viacoperačné stroje v lesnom hospodárstve*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2005. ISBN 80-228-1348-6.

MALÍK, Václav a Jiří DVOŘÁK. *Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty*. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2007. Folia forestalia Bohemica : sborník původních vědeckých prací a monografií. ISBN 978-80-86386-92-8

Manuál Komatsu Forest

NERUDA, Jindřich. *Harvestorové technologie lesní těžby*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. ISBN 978-807375-146-3.

OVASKAINEN, Heikki. Comparison of harvester work in forest and simulator environments. *Silva fennica*, 2005, 39.1: 89-101.

PTÁČEK, R; NOVOTNÝ, M; FABER, J; KOPŘIVOVÁ, J; KOTIANOVÁ, A; NOVÁK, J; ŠLEPECKÝ, M; TONHAJZEROVÁ, I; TYLOVÁ, V. *Biofeedback v teorii a praxi*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-247-5694-3./

ROZTOČIL, J. Posouzení vybraných biometrických údajů operátorů víceoperačních těžebně-dopravních strojů. Praha, 2017. Česká zemědělská univerzita v Praze, bakalářská práce (nepublikováno)

SCHUHFRIED. Biofeedback 2000 x-pert: Hardware-Manual Version 3.0. Moedling: Biofeedback, 2008.

SCHUHFRIED. Biofeedback 2000 x-pert: Software-Manual Version 3.0. Moedling: Biofeedback, 2008.

SOVÁK, Miloš. *Výchova leváků v rodině*. Praha: SPN, 1985.

SULLMAN, M.; GELLERSED, S. The mental workloads of mechanised harvesting. *New Zealand Forestry*, 1997, 42: 48-48.

ŠKVOR, P. Posouzení vybraných biometrických údajů pracovníků v lesním hospodářství. Praha, 2018. Česká zemědělská univerzita v Praze, diplomová práce (nepublikováno)

ŠTIKAR, Jiří. *Psychologie ve světě práce*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN 8024604485.

ULRICH, Radomír, Adolf SCHLAGHAMERSKÝ a Vladimír ŠTOREK. *Použití harvestorové technologie v probírkách*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. ISBN 80-7157-631-x.

VOBOŘILOVÁ, Jarmila. *Duševní hygiena a stres*. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05724-7.

VODIČKA, Ivo. *Nechte leváky drápat: metodika levorukého psaní, kreslení a malování*. Praha: Portál, 2008. ISBN isbn978-80-7367-479-3.

ZOCHE, Hermann-Josef. *Vidím svět i z druhé strany: mimořádné schopnosti leváků*. [Praha]: Ikar, 2006. ISBN 80-249-0647-3.

Internetové odkazy:

[URL 1] John Deere, ©2020: Wheeled harvester (online) [cit.25.1.2021], Dostupné z: <https://www.deere.com.au/en/wheeled-harvesters/>

[URL 2] John Deere, ©2017: Simulátory (online) [cit.2.2.2021], Dostupné z <https://www.merimex.cz/john-deere/stroje-john-deere/softwarova-reseni/simulatory/>

[URL 3] Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i.©2016-2021 (online) [cit.10.2.2021], Dostupné z <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-factory/psychologicke-factory/280-psychologicke-factory-2>

[URL 4] Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i.©2016-2021 (online) [cit.10.2.2021], Dostupné z <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-factory/fyziologicke-factory/234-fyzicka-zatez>

[URL 5] Kenhub, Anatomy study guide, ©2016-2021 (online) [cit.16.4.2021], Dostupné z <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/extensor-carpi-radialis-brevis-muscle>