

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Evaluace pracovní zátěže obsluhy speciálního
rýhovacího stroje při obnově porostu s aplikací
hydrogelu**

Diplomová práce

Autor: Bc. Markéta Daňhová

Vedoucí práce: Ing. Jan Macků, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Markéta Daňhová

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Evaluace pracovní zátěže obsluhy speciálního rýhovacího stroje při obnově porostu s aplikací hydrogelu

Název anglicky

Evaluation of the Work Load of the Operator of a Special Creasing Machine During Reforestation with the Application of Hydrogel

Cíle práce

Hlavním cílem práce je posoudit míru pracovní zátěže obsluhy rýhovacího stroje při obnově porostů s přidavkem hydrogelu.

Dalším cílem práce je porovnat míru zátěže u pracovníka pracujícího s hydrogelem a bez něj.

Dílčím cílem práce je zhodnotit vliv přidání hydrogelu na výkonnost práce.

Metodika

1) Práce je založena na terénních měřeních s přístrojem Biofeedback 2000xpert doplněných o základní informace o obsluze stroje a o zkoumaných lokalitách.

2) Během měření v terénu bude pořízen i časový snímek průběhu práce se zřetelem na výkonnost.

3) Získaná data budou statisticky analyzována s cílem popsat případné rozdíly v zátěži i ve výkonnosti při obnově porostů s přidáním hydrogelu a bez něj.

Práce je založena na případové studii při obnově lesa speciálním rýhovacím strojem vyvinutým v rámci výzkumu na FLD.

Harmonogram práce

Předložení literární rešerše: červenec – srpen 2020

Měření: říjen – listopad 2020

Předložení naměřených dat: leden 2021

Předložení zpracovaných výsledků a diskuze: březen 2021

Doporučený rozsah práce

50 stran

Klíčová slova

pracovník, biofeedback, výkonnost

Doporučené zdroje informací

- ČSN 48 2116 (482116) 2015 Umělá obnova lesa a zalesňování : Artificial reforestation and afforestation. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví
- 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.
- KLOUDA, M.: Normování práce. Praha: MZLVH ČR, 1988, 208 s.
- PULKRAB, K., ŠIŠÁK, L., BARTUNĚK, J.: Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství. Kostelec n. Č.L.: Lesnická práce, s.r.o., 2008, 131 s.
- RANTA, Pekka.: Added values of forestry machine simulator based training. In: International conference on multimedia and ICT education, Lisbon, Portugal. 2009.
- SELLGREN, U. et al.: Model-Based Development of machines for sustainable forestry. In 12th European Conference of the ISTVS, 2012.
- ULRICHOVÁ, M.: Člověk, stres a osobnostní předpoklady : souvislost osobnostních rysů a odolnosti vůči stresu. Ústí nad Orlicí: Oftis ve spolupráci s Pedagogickou fakultou Univerzity Hradec Králové, 2012. ISBN 978-80-7405-186-9.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jan Macků, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Konzultant

doc. Ing. Ivana Tomášková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 6. 7. 2020

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 01. 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Evaluaace pracovní zátěže obsluhy speciálního rýhovacího stroje při obnově porostu s aplikací hydrogelu* vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jan Macků, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové 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 Praze dne _____

Podpis autora: _____

Poděkování:

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Macků, Ph.D, za veškerou pomoc při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat rodině a příteli za podporu a trpělivost.

Abstrakt

S neustále se měnícím klimatem dochází k opakovanému výskytu delších období s minimálními srážkami. Sucho se proto stává zcela obvyklým jevem, kterému se musíme přizpůsobit. V lesnictví se používají hydrogely pro udržení vlhkosti v sušších nebo na živiny chudých půdách. Aplikace hydrogelu se v této diplomové práci uskutečňuje pomocí dávkovacího zařízení pro výsadbu lesního porostu, uspořádané jako nástavba na rýhovacím sázecím stroji

Cílem diplomové práce je posoudit míru pracovní zátěže obsluhy rýhovacího stroje při obnově porostů s přidavkem hydrogelu, porovnat míru zátěže u pracovníka pracujícího s hydrogelem a bez něj, zhodnotit vliv přidání hydrogelu na výkonnost práce.

Biometrické údaje jsou u testovaného pracovníka měřeny pomocí přístroje Biofeedback 2000^{X-pert}. Pro umístění elektrod byly vybrány křížové a bederní svaly. U testovaného pracovníka jsou naměřené hodnoty vyšší při sázení s přidavkem hydrogelu. Důvodem, proč měl pracovník vyšší hodnoty, byla obsluha dávkovacího zařízení s přidavkem hydrogelu, stres z nového zařízení, počasí či vibrace způsobené průchodností terénu. Při porovnání pracovní fáze a klidové fáze, jsou hodnoty vyšší v pracovní fázi. V pracovní fázi je člověk více ovlivňován stresem než při klidové fázi.

Klíčová slova: pracovník, biofeedback, výkonnost

Abstract

With constantly changing climate we observe repeating longer periods with minimal precipitation. Dry seasons are hence becoming very common and we need to adapt to it. In forestry we use hydrogels for keeping the humidity and nutrients or fertilizers in poor soils. Application of hydrogel described in this diploma thesis is realized by dosing equipment designated for planting of forecast stands located as extension to grooving seeding machine.

The goal of this thesis is to evaluate the workload of seeding machine crew during the planting of forecast stands. In addition, we compare the effort of the crew with and without hydrogel and determine the impact on work productivity.

Biometrical data are for tested worker measured by Biofeedback 2000^{X-pert} tool. I have placed the electrodes at lower back and lumbar muscles. For tested worked the results during seeding are higher when hydrogel was applied. The reason for higher results can be rooted back to stress from new equipment, weather or vibration caused by uneven terrain. Comparing working and resting phase, the results are higher in the working phase. During the working phase the worker is more affected by stress compared to resting phase.

Keywords: worker, biofeedback, work productivity

Obsah

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Úvod | 12 |
| 2 | Cíle práce | 14 |
| 3 | Teoretická část práce | 15 |
| 3.1 | Ohrožení lesa..... | 15 |
| 3.2 | Vývoj klimatu..... | 16 |
| 3.3 | Obnova lesa..... | 18 |
| 3.3.1 | Sadební materiál lesních dřevin | 19 |
| 3.3.2 | Hodnocení stavu stromů | 20 |
| 3.3.3 | Hodnocení efektivnosti obnovy lesa..... | 20 |
| 3.4 | Zalesňování sadbou..... | 21 |
| 3.4.1 | Historie mechanizovaného zalesňování..... | 22 |
| 3.4.2 | Mechanizace pro zalesňování – Rýhovací zalesňovací stroj | 25 |
| 3.5 | Historie hydrogelu..... | 27 |
| 3.5.1 | Hydrogely | 27 |
| 3.5.2 | Dávkovací zařízení pro výsadbu lesního porostu | 29 |
| 3.6 | Stres..... | 32 |
| 3.7 | Zátěž..... | 32 |
| 3.7.1 | Fyzická zátěž..... | 33 |
| 3.7.2 | Pracovní zátěž | 33 |
| 3.7.3 | Psychická zátěž | 34 |
| 3.8 | Pracovní výkon a pracovní výkonnost | 34 |
| 3.9 | Normování v lesním hospodářství | 35 |
| 3.9.1 | Mechanizované zalesňování – Quickwood, RZS Křtiny, TTS Planter | 36 |
| 3.10 | Biofeedback..... | 38 |
| 3.10.1 | Techniky Biofeedback | 38 |
| 4 | Metodika práce | 40 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Přístroj Biofeedback 2000 ^{X-pert} | 40 |
| 4.2 | Místo měření – Školní lesní podnik Kostelec nad Černými lesy | 40 |
| 4.3 | Popis obsluhy rýhovacího stroje | 42 |
| 4.4 | Umístění elektrod | 42 |
| 4.5 | Popis měření | 44 |
| 4.6 | Hypotézy případové studie | 45 |
| 5 | Výsledky | 46 |
| 5.1 | Výsledky klidové fáze měření | 46 |
| 5.2 | Výsledky pracovní fáze měření bez hydrogelu a s přidavkem hydrogelu | 46 |
| 5.3 | Výsledky přidání hydrogelu na výkonnost práce | 47 |
| 6 | Diskuze | 56 |
| 7 | Závěr | 58 |
| | Seznam použité literatury | 60 |
| | Přílohy | 69 |

Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf 1: Průběh průměrných ročních teplot vzduchu v období 1775–2010 na stanici Praha – Klementinum (Zdroj: ČHMÚ)..... | 17 |
| Graf 2: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (1. den) (výstup ze software Statistica)..... | 53 |
| Graf 3: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (1. den) (výstup ze software Statistica)..... | 53 |
| Graf 4: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (1. den) (výstup ze software Statistica)..... | 54 |
| Graf 5: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (1. den) (výstup ze software Statistica)..... | 54 |
| Graf 6: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (1. den) (výstup ze software Statistica)..... | 55 |
| Graf 7: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (1. den) (výstup ze software Statistica)..... | 55 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Konstrukce sázecího stroje Quickwood (Zdroj: Dvořák, 2006)..... | 24 |
| Obrázek 2: Technologie výsadby sázecím strojem Quickwood (Zdroj: Dvořák, 2006)..... | 24 |
| Obrázek 3: Schéma rýhovacího zalesňovacího stroje RZS – 2 (Zdroj: Neruda, Šimanov, 2006)..... | 25 |
| Obrázek 4: Hydrogel (Zdroj: hydrogel.cz)..... | 28 |
| Obrázek 5: Dávkovací zařízení pro výsadbu lesního porostu v praxi (Foto: archiv vedoucího diplomové práce, 2020)..... | 30 |
| Obrázek 6: Detail sázení (Foto: archiv vedoucího diplomové práce, 2020)..... | 30 |
| Obrázek 7: Schematicky zobrazený boční pohled ze strany nádrže na celkové uspořádání dávkovacího zařízení na rýhovacím sázecím stroji (Zdroj: Macků et al., 2018)..... | 31 |
| Obrázek 8: Rádiový modul EMG a senzory (Zdroj: manuál Biofeedback 2000 X-pert, 2008)..... | 39 |
| Obrázek 9: Rádiový modul MULTI a senzory (Zdroj: manuál Biofeedback 2000 X-pert, 2008)..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 10: Porostní mapa, porost 240B8 je označen červenou šipkou (Zdroj: mapy.cz) | 41 |
| Obrázek 11: Umístění elektrod (Foto: archiv autora, 2019) | 43 |
| Obrázek 12: Zádové a krční svalstvo (Zdroj: www.medicina.ronnie.cz) | 43 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Technické parametry RZS - 1 (2) (Zdroj: forestmeri.cz) | 26 |
| Tabulka 2: Mechanizované zalesňování (Zdroj: Nouza, Nouzová, 2003) | 37 |
| Tabulka 3: Pracovní fáze – EMG | 48 |
| Tabulka 4: Pracovní fáze – Teplota kůže | 48 |
| Tabulka 5: Pracovní fáze – Puls | 49 |
| Tabulka 6: Klidová fáze – EMG | 49 |
| Tabulka 7: Klidová fáze – Teplota kůže | 49 |
| Tabulka 8: Klidová fáze – Puls | 50 |
| Tabulka 9: Procentuální podíl hodnot biometrických údajů (%) – Bez hydrogelu | 50 |
| Tabulka 10: Procentuální podíl hodnot biometrických údajů (%) – S hydrogelem | 50 |
| Tabulka 11: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 1. den | 51 |
| Tabulka 12: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 1.den | 51 |
| Tabulka 13: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 2. den | 51 |
| Tabulka 14: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 2.den | 51 |
| Tabulka 15: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 3. den | 51 |
| Tabulka 16: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 3.den | 52 |
| Tabulka 17: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 4. den | 52 |
| Tabulka 18: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 4.den | 52 |

1 Úvod

Z historického hlediska vývoje lesnictví ve střední Evropě a s ohledem na další předpokládaný vývoj je zřejmé, že nároky, které jsou kladeny společností na lesy a lesní hospodářství, neustále rostou. Se zvýšenými nároky pochopitelně ubývá dřevní hmoty v lese, avšak to není jediný faktor, dalším faktorem, který způsobuje úbytek dřevní hmoty v lesích, je nárůst škodlivého hmyzu, s čímž jsou spojeny klimatické vlivy. Změny klimatu vyvolávají například snížení výšky sněhové pokrývky, delší trvání vegetační sezony, zvýšený výskyt lesních požárů a sucho. Právě sucho je pro tuto diplomovou práci významným faktorem.

Sucho způsobuje vadnutí, usychání i odumírání jednotlivých stromů i celých skupin stromů. Sucho způsobuje největší škody na jaře, nejvíce citlivé jsou právě čerstvé výsadby. Mladé dřeviny jsou poškozovány více než ty starší. Rašící stromy potřebují nejvíce vody k tvorbě listů, jehličí a ke svému růstu. Právě proto se v lesnictví používají hydrogely pro udržení vlhkosti v sušších nebo na živiny chudých půdách.

Umělá obnova lesa se uskutečňuje z velké části ručně s použitím ručních motyk, sazáků, nebo mechanizovaně s použitím rýhovacích strojů, případně sázecích hlavic na hydraulických jeřábech sázecích strojů. Hydrogely se v nynější době aplikují třemi způsoby, avšak tyto aplikace hydrogelu do půdy nejsou příliš efektivní. Proto se na Fakultě lesnické a dřevařské ČZU v Praze vyvíjí dávkovací zařízení, zejména hydrogelu, pro výsadbu lesního porostu, uspořádané jako nástavba na rýhovacím sázecím stroji.

Cílem práce je posoudit míru pracovní zátěže obsluhy rýhovacího stroje při obnově porostů s přídavkem hydrogelu, porovnat míru zátěže u pracovníka pracujícího s hydrogelem a bez něj, zhodnotit vliv přidání hydrogelu na výkonnost práce. Biometrické údaje budu u obsluhy rýhovacího stroje měřit pomocí přístroje Biofeedback 2000^{X-pert}. Tato práce je vůbec první, která se zabývá měřením biometrických údajů u obsluhy rýhovacího stroje při obnově porostů s přídavkem hydrogelu.

Seznam použitých zkratk

BVP – blood volume puls – puls

ČZU – Česká zemědělská univerzita

EEG – elektroencefalografie

EDA – elektrodermální

EKG – elektrokardiogram

EMG – elektromyografie

LKT – lesní kolový traktor

UKT – univerzální kolový traktor

RZS – rýhovací zalesňovací stroj

SMR – senzomotorický cyklus

2 Cíle práce

Cíle mé diplomové práce jsou:

- posoudit míru pracovní zátěže obsluhy rýhovacího stroje při obnově porostů s přídavkem hydrogelu
- porovnat míru zátěže u pracovníka pracujícího s hydrogelem a bez něj
- zhodnotit vliv přidání hydrogelu na výkonnost práce

3 Teoretická část práce

Teoretická část práce je vypracována pomocí literární rešerše. Charakterizují ohrožení lesa, zejména se zaměřuji na aktuální problém současné doby, což je sucho, vývoj klimatu, obnovu lesa, se kterou souvisí sadební materiál lesních dřevin, hodnocení stavu stromů a hodnocení efektivnosti obnovy lesa. Dále se zde zabývám zalesňováním sadbou, historií mechanizovaného zalesňování, rýhovacím zalesňovacím strojem, historií hydrogelu, definicí hydrogelu, dávkovacím zařízením pro výsadbu lesního porostu, stresem a zátěží, pracovní výkonností, normováním v lesním hospodářství a v neposlední řadě přístrojem Biofeedback, který budu využívat ve své případové studii.

3.1 Ohrožení lesa

Lesní porosty jsou nejvíce ohrožovány hmyzími škůdci a klimatickými vlivy. Kalamitními hmyzími škůdci jsou bekyně mniška, lýkožrout smrkový, lýkožrout lesklý, lýkožrout severský, klikoroh borový, obaleč modřínový a ploskohřbetky. Ti mohou způsobit kalamitu, to znamená škodu na lese většího rozsahu (Lesní zákon č. 289/1995 Sb.).

Z klimatických vlivů se především jedná o nedostatek srážek a vysoké teploty. Sucho znamená deficit vody v atmosféře, půdě nebo rostlinách (ČHMÚ, 2021). Způsobuje vadnutí, usychání i odumírání jednotlivých stromů i celých skupin stromů. Suchem oslabené a strádající stromy nedokážou také odolávat útokům již zmiňovaných brouků kůrovců ani jinému hmyzu. Sucho také podporuje výskyt václavky (*Armillaria mellea*) (Kukrál, 2015).

Sucho je ve většině případech náhodným jevem. Sucho se objevuje ze značné části nepravidelně v období podnormálních srážek s dobou trvání od několika dní až po několik měsíců. Sucho je opětovaně provázáno vysokými teplotami vzduchu, nižší vlhkostí vzduchu, sníženou oblačností a poklesem počtu hodin slunečního svitu. Díky těmto vlivům je důsledkem vyšší výpar – evapotranspirace (ČHMÚ, 2021). Zvýšené teploty mají za následek vysychání půdy, což při nerovnoměrném výskytu atmosférických srážek podporuje vznik suchých období (Bates et al., 2008). Pro vznik sucha není podstatný jen nedostatek srážek, významné jsou i teploty, protože na nich závisí výše výparu jak z povrchu půdy, tak z rostlin (Mrkva, 1993).

Sucho také zvyšuje vznik požárů v lesních porostech. Dlouhá období sucha, nedostatek dešťových srážek a mírné zimy vedou ke snížení vláh v lesních porostech, což podporuje vznětlivost a hořlavost v tomto prostředí (Xiao, Zhuang, 2007; Xanthopoulos et al. 2012). Lesní požár by se dal definovat jako nežádoucí a nekontrolovatelné hoření, které vznikne a šíří se v lese, nebo vznikne mimo les a rozšíří se do lesa (Holuša, 2018). Lesní požáry jsou nebezpečné tím, že se u nich oheň může šířit korunami stromů nebo kořeny, proto by se měly v lesnické terminologii používat tři druhy požárů: pozemní, podzemní a korunový (Holuša, 2018). Lesní požáry v České republice nedosahují katastrofických rozměrů známých ze zemí jako Austrálie, Kanada nebo Spojené státy americké (Fanta, 2007). Přestože škody způsobené lesními požáry nejsou příliš vysoké, lidé je uvádí jako druhou největší hrozbu pro lesní porosty (Riedl, Šišák, 2013).

Jedním z faktorů ovlivňujících vznik suchých období je lidská činnost. Člověk vyžaduje, oproti minulosti, stále větší nároky na potřebu vody, ať už pro průmysl či zemědělství nebo vlivem úprav povrchu, jakými jsou například zpevňování ploch, zhutňování zeminy nebo revitalizace toků (Tallaksen et al., 2004).

3.2 Vývoj klimatu

Ke změnám klimatu nedochází jen dnes, docházelo k němu i v historii naší Země (střídání dob ledových a meziledových s teplejšími periodami) (Kukrál, 2015).

Termíny „počasí“ a „klima“ se často zaměňují, proto je potřeba si oba termíny definovat. Klima neboli podnebí je dlouhodobý charakteristický stav (desítky, stovky let) meteorologických prvků na daném místě (Meteorologický slovník, 1993). To znamená, že jestli dneska sněží, prší nebo svítí Slunce, jestli je suchý nebo vlhký týden, to klima neovlivní. Tyto jevy souvisí s počasím, kterým se zabývá meteorologie. Podnebí je na stejném místě dlouhodobý průměr stejných meteorologických prvků (Žalud et al., 2020).

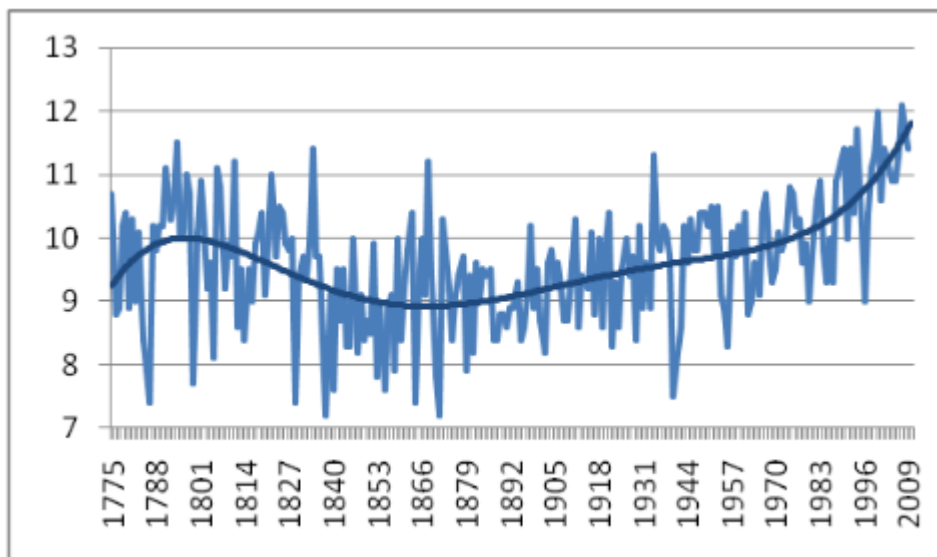
Počasí je aktuální stav atmosféry na určitém místě, který je charakterizovaný souborem vybraných meteorologických prvků a atmosférickými jevy v určitém místě a čase (např. teplota vzduchu, oblačnost, tlak vzduchu) (Meteorologický slovník, 1993).

Hlavní rozdíl mezi počasím a podnebí je v čase. Klima na naší planetě je výsledkem vzájemné interakce řady faktorů. Tyto faktory lze rozdělit na extraterestrické (mimozemské), což může být například sluneční záření, dalším jsou terestrické, do této

skupiny například patří rozložení pevnin a oceánů, sopečná činnost a posledním faktorem je antropogenní faktor, do kterého se řadí emise skleníkových plynů, urbanizace (Žalud et al. 2020).

K pochopení globálního oteplování je potřeba nejdříve popsat tzv. skleníkový efekt. Jde o jev, kdy atmosféra Země zadržuje část dlouhovlnného záření přijatého ze Slunce, a to díky zvýšenému obsahu vodních par a tzv. skleníkových plynů (Mrkva, 1993). Tento skleníkový jev by se dalo chápat jako analogii ke skleníku. Průměrná teplota Země je pod 15°C , je to díky důsledku schopnosti některých plynů pohlcovat v atmosféře dlouhovlnnou radiaci vyzařovanou zemským povrchem (Žalud et al., 2020). Oteplení je pouze součástí celkové změny klimatu. Globální oteplení tedy znamená zvýšení průměrné teploty na celé zeměkouli (Kukrál, 2015).

Na grafu č. 1 můžeme vidět průběh průměrných ročních teplot vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) v období 1775–2010 na stanici Praha – Klementinum. Z grafu je zřejmé, že v porovnání z posledních tří padesátiletých období se průměrná roční teplota zvyšovala. V letech 1861–1910 byla průměrná roční teplota $9,1^{\circ}\text{C}$, v období 1911–1960 $9,6^{\circ}\text{C}$ a v období 1961–2010 $10,4^{\circ}\text{C}$.



Graf 1: Průběh průměrných ročních teplot vzduchu v období 1775–2010 na stanici Praha – Klementinum (Zdroj: ČHMÚ)

Podle Mrkvy (1993) koncentrace skleníkových plynů narůstá vlivem antropických aktivit, zejména koncentrace CO_2 , který vzniká při spalování fosilních paliv. Podle

Kukrála (2015) je změna klimatu vyvolána zvýšenou koncentrací radiačně aktivních plynů v atmosféře následkem antropogenní činnosti, ale také přírodními procesy.

V lesnictví a zemědělství jsou významné dopady změny klimatu na snížení výšky sněhové pokrývky, delší trvání vegetační sezony, nárůst škodlivého hmyzu, zvýšený výskyt lesních požárů, sucho a nerovnoměrné rozdělení srážek během roku (Kukrál, 2015; Hlásny, 2012; ČHMÚ, 2021). Podle Sturrocka et al. (2011) je úbytek lesů z důvodu změn klimatu vážným problémem, ale i přesto se většina lesů bude muset změnám klimatu přizpůsobit bez jakýchkoliv pomocných zásahů člověka.

3.3 Obnova lesa

Lesy se neustále mění v důsledku procesů, které se uvnitř něj dějí. Při obnově lesa se substituují stávající obvykle dospělý les novou generací lesních dřevin (Coats, Burton, 1997). V přírodním lese probíhá obnova porostů spontánně ve stadiu rozpadu (Vacek, 2008). Obnova lesa v přírodních porostech je dlouhodobý proces (Lertzman, 1992; Runkle, 1998; Drobyshev, 1999; Bobiec, 2007). V hospodářských lesích je obnova porostů záměrnou činností. Cílem je místo starého porostu, vytvořit porost nový. Tento proces se dá provést buď umělým, nebo přirozeným způsobem (Kupka, 2008).

Obnova lesa přirozená je způsob vytváření nové generace lesa autoreprodukcí mateřského porostu. V přirozeném lese probíhá samovolně, v lese hospodářském je spojena s cílevědomou činností lesního hospodáře (Tesař, 1996; Vacek 2008). Přirozená obnova v lesích mírného pásma je rozdělena nerovnoměrně, často jsou pak lesy tvořené hustými hloučky skupin dospělých stromů nebo hloučky mladých stromů (Ward, Parker, 1989; Kubota, Hara, 1996; Paluch, 2005). Obnova lesa semenná (generativní) je základní formou přirozené obnovy lesa, kdy nový porost vzniká z náletu a opadu semen (plodů) vlastního mateřského porostu (Vacek, 2008). Na generativní přirozené obnově je založen podrostní způsob hospodaření. Při obnově holosečemi se generativní přirozená obnova využívá při ponechání výstavků na pasekách nebo očekávaným bočním náletem semen z okolostojících porostů (Macků, Gašpárik, 2016). Druhou formou přirozené obnovy je vegetativní obnova lesa, kdy se lesní porost obnovuje z výmladků buď z pařezových nebo kořenových (Kupka, 2008).

Obnova lesa umělá je obnova porostu cílenou činností lesního hospodáře, a to generativní cestou pomocí síje semen nebo sadby sadebního materiálu anebo vegetativní cestou pomocí sadby řízků, řízkovanců anebo jiných vegetativně namnožených jedinců

(Tesař, 1996; Vacek, 2008). Umělá síje se používá velmi zřídka, důvodem je nízká efektivita, daná malou ujímavostí semen. Výsadba sazenic, které pochází z lesních školek, převládá u holosečného způsobu hospodaření. Sadbou sadebního materiálu vzniká nový porost, který se v této fázi nazývá kultura (Macků, Gašparík, 2016). Podle Kupky (2008) je v České republice umělá obnova hlavním a výrazně převládajícím typem obnovy.

Obnova lesa kombinovaná využívá obnovu přirozenou i obnovu umělou na jedné obnovované ploše. Základ nového porostu tvoří obvykle přirozené zmlazení, které je účelně uměle doplněno dřevinami obnovního cíle (Tesař, 1996; Vacek, 2008).

3.3.1 Sadební materiál lesních dřevin

Norma ČSN 48 21 15 (Sadební materiál lesních dřevin) stanovuje standardy na kvalitu sazenic a semenáčků nejdůležitějších druhů lesních dřevin určených k zalesňování. Určuje, který materiál je vhodný pro založení kvalitní kultury. Pro účely této normy se stanovují následující termíny a definice:

- Semenáček – rostlina vyrostlá ze semene, u které v průběhu pěstování nebyl upravován kořenový systém (přepichováním, školčováním aj.);
- Sazenice – rostlina vypěstovaná ze semenáčku nebo vegetativním množením, u které byl kořenový systém upravován (přepichováním, školčováním aj.) s nadzemní částí o výšce do 50 cm;
- Poloodrostek – rostlina vypěstovaná zpravidla dvojnásobným školčováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 51 cm do 120 cm nebo s tvarovanou korunou;
- Odrostek – rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školčováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 121 cm do 250 cm s tvarovanou korunou;
- Krytokořenný (obalený) sadební materiál – rostliny vypěstované v umělých obalech naplněných substrátem.

Standardní sadební materiál může být prostokořenný, krytokořenný i vegetativní. Na pozemcích určených k plnění funkci lesa musí být použit sadební materiál, který je dán vyhláškou. V normě jsou rovněž vyjmenovány i další standardy pro sadební materiál.

Hodnocení kvality sadebního materiálu před výsadbou se hodnotí již ve školce. V souhrnném posuzování se posuzují morfologické znaky a porovnávají se s hodnotami doporučenými v ČSN 48 2115.

3.3.2 *Hodnocení stavu stromů*

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (2018) definovala postupy, úrovně a náplň jednotlivých úkonů pro hodnocení stavu stromů. Hodnocení spočívá v základní inventarizaci stromů:

- Základní inventarizace – lokalizace stromů (pomocí zeměpisných souřadnic), určení základních taxonomických (rod, druh, případně název vnitrodruhové jednotky) a dendrometrických údajů (průměr či obvod kmene, výška, výška nasazení koruny, šířka koruny);
- Fyziologické stáří – věk
- Vitalita (životní funkce) – charakterizuje jedince z pohledu dynamiky průběhu jeho fyziologických funkcí (rozsah defoliace, změny velikosti a barvy asimilačních orgánů, významné napadení asimilačních orgánů chorobami či škůdci, dynamika vývoje sekundárních výhonů, změny formy větvení vrcholové části koruny, prosychání koruny);
- Zdravotní stav (defekty a poškození) – mechanická poškození, napadení houbami, xylofágním hmyzem, suché větve aj;
- Stabilita – hodnotí úroveň rizika selhání stromu vývratem, zlomem kmene nebo odlomením;
- Perspektiva – předpokládání délka života dřeviny;
- Datum hodnocení.

3.3.3 *Hodnocení efektivnosti obnovy lesa*

Ekonomické důsledky při obnově lesa jsou důsledkem rozhodnutí o druhovém zastoupení dřevin v obnovním cíli. Prakticky to znamená dát maximální zastoupení dřevinám, u nichž se předpokládá co nejvyšší tržba za dříví. Ekonomická efektivnost lesa spočívá v maximalizaci rozdílu mezi vynaloženými náklady a dosaženými výnosy. Velké rozdíly jsou z hlediska přirozené a umělé obnovy (Pulkrab, Šišák, Bartuněk, 2008).

Velká část nákladů na umělou obnovu lesa a zalesňování je závislá na sponu sazenic. Čím menší je vzájemná vzdálenost vysazovaných sazenic, tím větší je spotřeba sazenic,

mezd, následně i spotřeba materiálu, mezd na ochranu, ošetřování kultur a naopak. Zvolený spon souvisí s náklady na vylepšování sazenic. Čím méně je vysázených sazenic na ploše, tím vyšší je potřeba na vylepšování kultur. S použitým sponem souvisí i náklady na ošetřování kultur. Zároveň když je větší vzdálenost mezi jednotlivými sazenicemi, tím je i větší výskyt buřeně, tím pádem i vyšší náklady na její vyžínání. Další náklady souvisí s vyvětvováním, u kterého náklady rostou se zvyšujícím se sponem, protože přirozené čištění kmene vyžaduje hustší spon. Hustší spon zvyšuje náklady na první prořezávky, protože je potřeba odstranit více jedinců. Oproti tomu přirozená obnova lesa vyžaduje výrazně nižší náklady. U přirozené obnovy lesa se jedná o náklady na přípravu půdy pro přirozené zmlazení. Náklady na ochranu a ošetřování jsou nižší než u uměle založené kultury. Vyšší náklady jsou u prvních prořezávek (Pulkrab, Šišák, Bartuněk, 2008).

3.4 Zalesňování sadbou

Před vlastní sadbou je zapotřebí, aby lesní hospodář na základě lesního hospodářského plánu rozhodl o druhovém složení, sponu, způsobu smíšení nově zakládaného porostu, a především o technologii sadby (Kupka, 2008).

Při zalesňování sadbou se vysazují sazenice nebo semenáčky do půdy. Volba způsobu přípravy plochy, na které proběhne umělá obnova, musí být zvolena s přihlédnutím zejména k půdnímu typu, klimatu a také pokryvu rostlinami. Předtím by měla proběhnout příprava půdy, která spočívá v odstranění potěžebních zbytků, například pomocí shrnovače větví, často také vyvážením pomocí forwarderů nebo vyvázečích souprav, a klestu, který se může štěpkovat štěpkovači a následně využít jako energetická surovina nebo mulč, případném odstranění či narušení drnu (Macků, Gašparík, 2016).

Po odstranění klestu přichází na řadu mechanická příprava půdy ruční, nebo mechanizovaná. Ruční příprava půdy se provádí místně současně s výsadbou sazenic. Při ní dochází k odstranění případné buřeně a k promísení humusového horizontu s minerálním horizontem (Macků, Gašparík, 2016). Při sadbě se používají tyto základní technologie:

- Jamková sadba – je nejčastější a nejrozšířenější způsob sadby, vhodná pro vyspělé sazenice s dobře vyvinutým kořenovým systémem. Používá se pro velké sazenice, poloodrostky a odrostky. Základem je vykopání dostatečně hluboké a široké jamky, jejíž rozměry musí umožnit vložení kořenového systému sazenice bez toho, aby byl deformován.

- Štěrbínová sadba – lze použít u semenáčků s kulovým kořenem, které nemají příliš rozvětvený kořenový systém. Princip je takový, že se vytvoří štěrbina sazečem, kterým po jeho zatlačení do země pohyby držadla od sebe a k sobě vytvoříme štěrbinu. Do této štěrbinu se vloží semenáček a mírným povytažením se srovná kořenový systém. Dalším vpichem sazeče vedle původní štěrbinu, štěrbina se semenáčkem uzavře.
- Vyvýšená sadba – sem se řadí kopečková a záhrobcová sadba. Jde o jamkovou sadbu do vyvýšených kopečků či záhrobců místo do rostlého terénu jako u klasické jamkové sadby. Používá se především v silně podmáčených půdách či v místech mrazových terénních depresí.
- Brázdová sadba – používá se při výsadbě borových semenáčků a sazenic na suchých písčitých půdách či písčích. Jde o jamkovou sadbu ve vyoraných brázdách, takže sazenice jsou po úrovni terénu a jsou více chráněny před suchem a slunečním úpalem.
- Sadba obalených sazenic – příliš se neliší od jamkové sadby (Kupka, 2008).
- Podsadba – je umělé vytváření nového porostu sadbou pod clonnou staršího (obnovovaného) porostu (Vacek, 2008).

Sadbu lze provádět jak ručně, tak mechanizovaně. Pro ruční sadbu se nejčastěji používají sekeromotyky, lesní motyky nebo sazáky, ruční vrtáky sázecích holí a motyk (Macků, Gašparík, 2016). Pro mechanizovanou sadbu se nejvíce používají rýhovací zalesňovací stroje různých konstrukcí. Výjimečně se používají sázecí adaptéry nesené na jeřábu harvestoru.

Po zalesnění plochy, která se nazývá nezajištěná kultura, je důležitá ochrana sazenic proti buřeni (nežádoucí vegetace – byliny, traviny, křoviny), která je schopna sazenice udusit, a zvěři. Proti buřeni se provádí příprava půdy před výsadbou nebo následně ožínáním či kultivací půdy okolo sazenic (ošetřováním kultur). Mechanická ochrana proti zvěři spočívá ve stavbě oplocenek, individuální ochraně a chemickém nátěru terminálu sazenic proti okusu repelenty (Simanov, 2015).

3.4.1 Historie mechanizovaného zalesňování

Na vývoji lesa se od nepaměti podílejí přírodní procesy, přesto hlavním činitelem utvářejícím kulturní krajinu je po staletí člověk (Špulák, Kacálek, 2011). Výsadba sazenic byla prováděna výhradně ručně, používali se motyky, nejčastěji sekeromotyky, to jsou

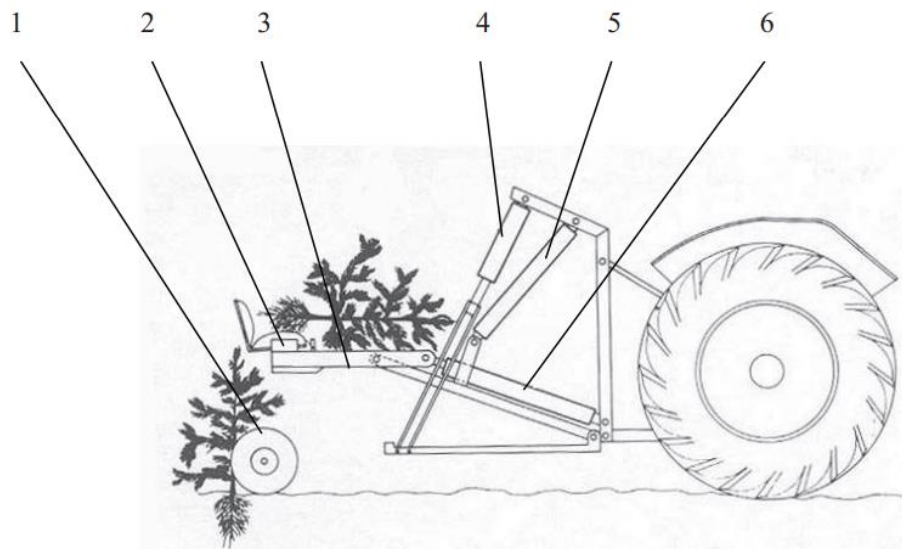
těžké motyky, které mají z druhé strany čepel jako sekera, což při otočení motyky umožňuje přesekávat kořeny pařezů či prosekávat tlustou vrstvu drnu. Práce s těmito nástroji je velmi namáhavá a také zodpovědná, proto byla snaha o zrychlení a snížení namáhavosti zalesňování.

Počátkem 50. let se používaly první sázecí stroje Riedl, což byl jednořádkový, alternativně dvouřádkový sázecí stroj pro rovinaté nelesní půdy, dále se používaly dovážené sázecí stroje PMČA a PLA1, které pocházely ze Svazu sovětské socialistické republiky (SSSR). Pro obnovu lesa výsevem se používaly Pěničkovy a Vančurovy secí stroje. V roce 1968 se začaly používat šterbinové sázecí stroje Quickwood, které pocházely z Rakouska (Simanov, 2015). Sázecí stroj Quickwood byl nesen na tříbodovém závěsu univerzálního kolového traktoru (UKT) a jeho sázecím ústrojím byl hydraulicky ovládané rameno, které vytvářel v půdě přerušované rýhy a současně do nich vkládal sazenice. Jednočlenná obsluha, která seděla na stroji v sedačce, vkládala sazenice do chapadla sázecího ramene (Neruda, Simanov, 2006). Konstrukce sázecího stroje Quickwood se skládala z přitlačného válce, držáku sazenic, sázecího ramene, hydraulického válce regulující hloubku sázení a hydraulického válce ovládající sázecí rameno. Konkrétní popis je vidět na obr. č. 1. Technologii výsadby sázecím strojem Quickwood můžeme vidět na obr. č. 2. V roce 1975 byly u nás napodobeny a byly vyráběny pod označením S-100 v ZLT Krnov (Simanov, 2015).

Od roku 1978 se začaly používat rýhované zalesňovací stroje RZS – 1 tažené UKT z PTR Olomouc. V roce 1984 se vyráběly modernizované rýhované zalesňovací stroje RL2-019 nesené jak UKT, tak s použitím mezikusy LKT. Používáním sázecích strojů se posunulo do vyšších sklonových kategorií terénu, přesto převládalo ruční zalesňování (Simanov, 2015).

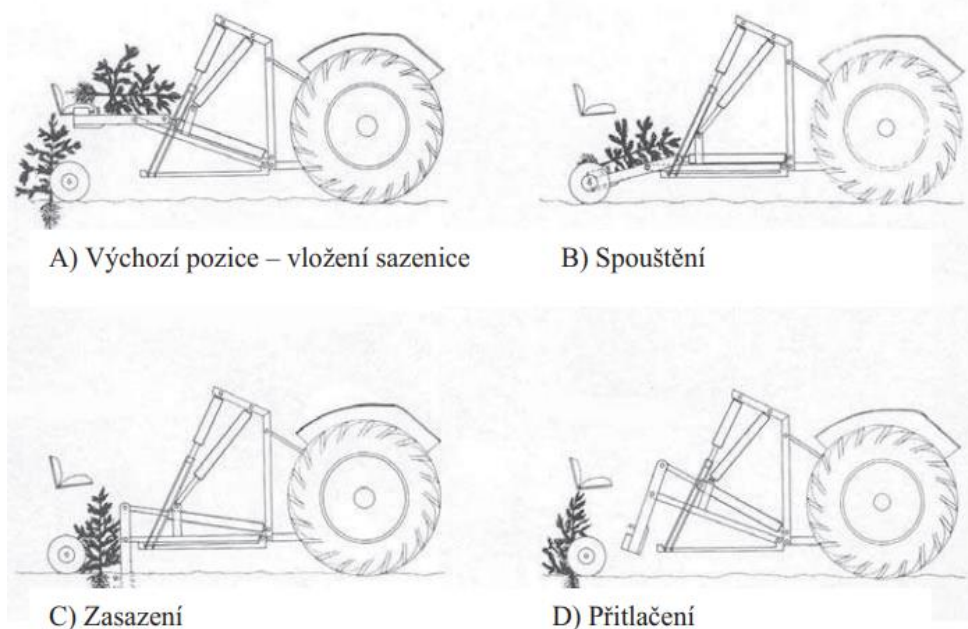
Poslední vývojovou verzí byl typ RZS – 2 (VS Křtiny), který byl navíc v přední části vybaven dvěma talířovými frézami pro pruhovanou přípravu půdy, jejichž spouštění a zvedání ovládal řidič, ale při práci volně kopíroval terén (Simanov, 2015). Na obr. č. 3 je schéma RZS – 2.

Mechanizované zalesňování se průběžně doplňovalo různým ručním nářadím. Konce, 70. let se pro výsadbu obalovaných semenáček typu Paperpot používala finská sázecí roura Pottiputki (nyní BCC AB, Landskrona, Švédsko) (Simanov, 2015).

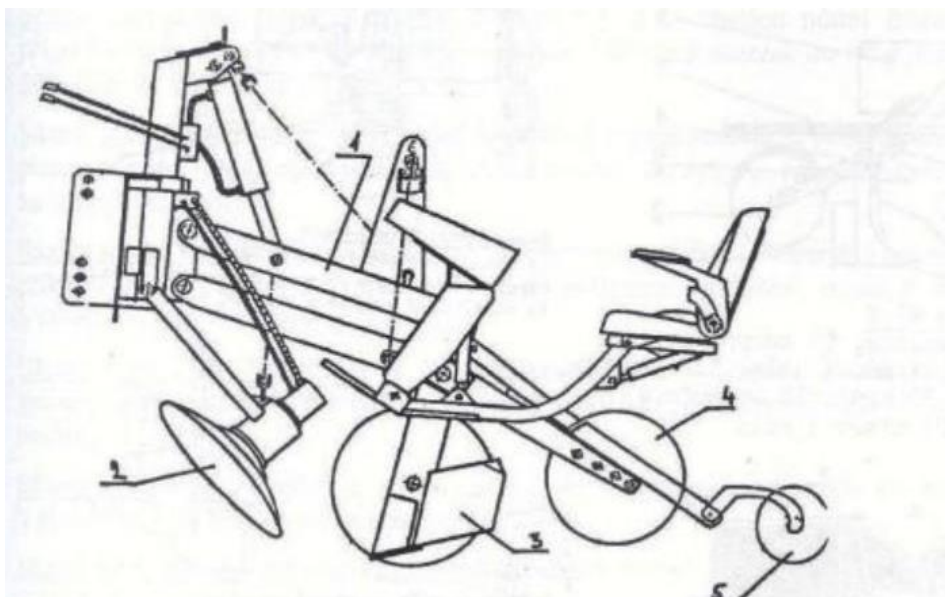


Obrázek 1: Konstrukce sázecího stroje Quickwood (Zdroj: Dvořák, 2006)

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Přítlačný válec | 4. Hydraulický válec regulující hloubku sázení |
| 2. Držák na sazenici | 5. Hydraulický válec ovládající (3) |
| 3. Sázečí rameno | 6. Hydraulický válec ovládající (3) |



Obrázek 2: Technologie výsadby sázecím strojem Quickwood (Zdroj: Dvořák, 2006)



Obrázek 3: Schéma rýhovacího zalesňovacího stroje RZS – 2 (Zdroj: Neruda, Šimanov, 2006)

1. Paralelogramatický rám
2. Půdní fréze
3. Sázecí radlice s krojidlem
4. Přitlačecí kola
5. Zahrnováky

3.4.2 Mechanizace pro zalesňování – Rýhovací zalesňovací stroj

Rýhovací zalesňovací stroje jsou určeny nejčastěji pro výsadbu prostokořenných sazenic, popř. obalovaných sazenic při omezeném průměru balu do velikosti 10 cm. RZS jsou nesený na závěsu traktoru s hnanou přední nápravou a možnost nasazení při zalesňování je dána průchodností nosného traktoru terénem. Základními podmínkami pro nasazení je sklonitost terénu do 25° a maximální výška pařezů 35 cm (Dvořák, 2006).

Základními částmi sázecího stroje jsou rýhovací ústrojí, podávací ústrojí, zahrnovací a umačkávací ústrojí, ovládací ústrojí, rám, sedačka pro obsluhu, zásobníky sazenic, u některých strojů též půdní fréza, přihnojovací ústrojí apod. (Neruda, Šimanov, 2006).

Hlavním pracovním nástrojem je rýhovací ústrojí, což je úzká krabicová radlice opatřená nožovým nebo talířovým krojidlem s šířkou vytvářené rýhy max. 120 mm. Pro nakypření boků rýh jsou stěny radlic opatřeny integrovanými kypřícími noži.

Překonávání překážek v půdě usnadňuje sklon čepel krojidla vůči zemi. Rýhovací ústrojí může být diskové nebo frézové (Neruda, Simanov, 2006; Simanov, 2015).

Podávací ústrojí zabezpečuje přenos sazenic do půdy a u některých strojů chybí, proto jsou sazenice vkládány rukou přímo do rýhy. U některých strojů tvoří rýhovací ústrojí s podávacím ústrojím jeden funkční celek, tedy sázecí rameno ovládané hydraulicky (Simanov, 2015).

Zahrnovací a utlačecí ústrojí bortí boky rýhy a přitlačí a utužuje půdu okolo vysazených sazenic. Nejčastěji je tvořeno dvojicí šikmo postavených kol (Simanov, 2015). Kola mohou být opatřena pneumatikami nebo mohou být kovová. Kovová kola mají profil sférického disku, válce, komolého kužele nebo jsou kombinovaná (Neruda, Simanov, 2006).

Ovládacím ústrojím se stroj zahlubuje i zdvihá, udržuje pracovní hloubku, příp. ovládá podávací ústrojí. Ovládání se provádí buď z kabiny traktoru regulací třibodového závěsu, nebo z místa obsluhy stroje (Simanov, 2015).

Ve školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy – Česká zemědělská univerzita, kde se odehrávala případová studie, se používají rýhovací stroje typu RZS – 1. Technické parametry stroje jsou shrnuty v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Technické parametry RZS - 1 (2) (Zdroj: forestmeri.cz)

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Délka (mm) | 2400 |
| Šířka (mm) | 2200 |
| Výška (mm) | 1600 |
| Hmotnost (kg) | 890 (800) |
| Obsluha | 2 |
| Směnová výkonnost (ha) | 0,8 – 1,5 |

3.5 Historie hydrogelu

První poznatky z historie syntetických hydrogelů pochází z konce padesátých let, kdy Otto Wichterle a Drahošlav Líma syntetizovali první hydrogely pro biomedicínské aplikace, konkrétně první kontaktní čočky na bázi polyhydroxyethylmethakrylátu (PHEMA). Cílem výroby tohoto gelu byla aplikace na trvalý kontakt s lidskou tkání ve zdravotnictví (Michálek et al., 2018). Avšak podle Chirani et al. (2015) slovo hydrogel pochází z minulosti, konkrétně z roku 1894, kde byl hydrogel popsán úplně jinak, než ho známe teď, a to jako koloidní gel vyrobený z anorganických solí.

Díky průkopnické práci Wichterleho a Límy se o hydrogely začala zajímat vědecká obec. Krom lékařství se hydrogely začaly používat i v zemědělství, lesnictví, zpracování potravin atd. V lesnictví se objevily hydrogely až v 70. letech. Začaly se objevovat kvůli narůstajícím problémům se zasycháním sazenic (Sloan, 1994).

3.5.1 Hydrogely

Hydrogely jsou v dnešní době velmi populární díky svým jedinečným vlastnostem, kterými jsou měkkost, flexibilita, biokompatibilita a absorbování velkého množství vody, aniž by se rozpouštěly (Caló, Khutoryanskiy, 2015). Hydrogel má trojrozměrnou síťovitou strukturu získanou z přírodních nebo syntetických polymerů (Patel, Mequanint., 2011; Chirani et al., 2015). Lze jej definovat jako trojrozměrné, hydrofilní polymerní síť schopné zadržovat velké množství vody nebo biologické tekutiny, síť jsou typické měkkou a gumovou konzistencí, proto jsou podobné živým tkáním (Okay, 2009).

Hydrogely můžeme rozdělit dle několika kritérií, například podle způsobu přípravy, povahy zesíťování nebo rychlosti biodegradace. Obecně se však dají rozdělit na fyzikální a chemické (Patel, Mequanint, 2011). Permanentní neboli chemické hydrogely jsou zesíťovány pomocí silnějších kovalentních interakcí. Chemické hydrogely jsou díky silnější kovalentní interakci pevnější a stabilnější než fyzikální hydrogely. Chemické hydrogely jsou také známé, díky tomu, že nejdou rozpustit v žádném typu rozpouštědla, jako hydrogely rektoplastů nebo gely trvalé. Fyzikální hydrogely jsou zesíťovány pomocí slabých fyzikálních interakcí, proto jsou známé jako termoplastické nebo dočasné gely (Gulrez et al., 2011).

Hydrogely jsou díky svým vlastnostem využitelné v mnoha odvětvích, například lesnictví, medicína, potravinářství, vinohradnictví, zahradnictví, zemědělství atd. (Macků, Štícha, 2018). Hojně se využívají v medicíně, kde mají široké zastoupení,

v léčivech (Gulrez et al., 2011), u plenek nebo menstruačních vložek (Caló, Khutoryanskiy, 2015), kontaktních čoček (Michálek, 2018) nebo v tkáňovém inženýrství a regenerativní medicíně (Mellati et al., 2014; Chirani et al., 2015).

Hydrogely se, v lesnictví a zemědělství, používají pro udržení vlhkosti v sušších nebo na živiny chudších půdách. Pro růst rostlin je zásadní dostatečné množství vody, zejména pro přesazování sazenic. Voda umožňuje růst nových kořenů, a následný příjem živin a vody. Voda, která je absorbovaná hydrogelem, má potenciál snížit stres zapříčiněný suchem po přesazení sazenic, dále zvyšuje přežití vysázených sazenic a podporuje celkovou vitalitu sazenice (Crous, 2015). Aplikace hydrogelu je jednoduchá, avšak obtížné je jeho dávkování. Při aplikaci většího množství hydrogelu může dojít k úhynu sazenice (Sarvaš et al., 2007).

Hydrogel se do půdy aplikuje třemi způsoby. Prvním způsobem je máčení kořenového systému do připravovaného gelového roztoku (Sarvaš, Tučková, 2003). Druhý způsob je hydrogel, který je v práškové formě, smíchat v určitém poměru se zeminou nebo substrátem, který se pak po sázení zalaví. Třetím způsobem je nasypání hydrogelu v prášku přímo do připravené výsadbové jámy (Macků, Štícha, 2018). Na obrázku č. 4 je vyobrazen hydrogel.



Obrázek 4: Hydrogel (Zdroj: hydrogel.cz)

3.5.2 *Dávkovací zařízení pro výsadbu lesního porostu*

Dávkovací zařízení, zejména hydrogelu, pro výsadbu lesního porostu, uspořádané jako nástavba na rýhovacím sázecím stroji, je určeno k umělé obnově lesního porostu sadbou, a také pro zakládání nových porostů ve všech oblastech postižených nedostatkem vláhy. Zařízení tvoří nástavbu na běžném rýhovacím sázecím stroji, přičemž umožňuje dávkování předem stanoveného množství přísad ke každé sazenici zvlášť.

V současné době se umělá obnova lesa uskutečňuje převážně ručně s použitím ručních motyk nebo sazáků, nebo mechanizovaně s použitím rýhovacích strojů, případně sázecích hlavic na hydraulických jeřábech sázecích strojů. V nynější době je aplikace hydrogelu do půdy je prováděna třemi způsoby, které jsou uvedeny v kapitole č. 3.5.1. s názvem Hydrogely. Jelikož dosavadní aplikace hydrogelu do půdy je méně efektivní, na Fakultě lesnické a dřevařské ČZU v Praze, pod vedením pana Ing. Jana Macků, Ph.D., se vyvíjí již zmíněné dávkovací zařízení, zejména hydrogelu, pro výsadbu lesního porostu, uspořádané jako nástavba na rýhovacím sázecím stroji. Na obrázku č. 5 a 6 můžeme vidět dávkovací zařízení pro výsadbu lesního porostu v praxi a sázení v detailu.

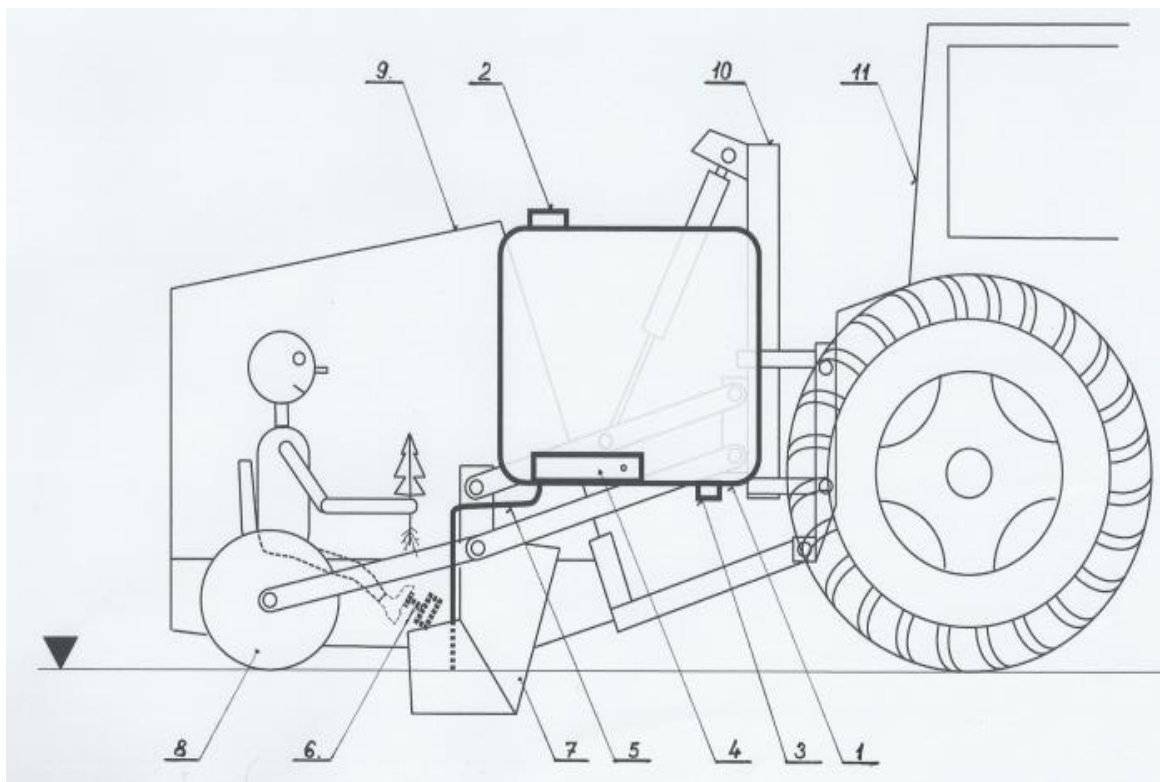
Dávkovací zařízení obsahuje nádrž opatřenou plnicím a vypouštěcím otvorem a potrubí pro dopravu dávkovaného materiálu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že vnitřní prostor nádrže je vybaven míchacím a dávkovacím ústrojím, na které je napojeno potrubí pro dopravu dávkovaného materiálu. Toto potrubí je zaústěno v konstrukci rýhovacího sázecího stroje mezi dozadu prodlouženými částmi rozhrnovací radlice. V přední části kabiny obsluhy je pak nad podlahou umístěn spouštěcí spínač míchacího dávkovacího ústrojí (Macků et al., 2018). Na obrázku č. 7 je schematicky zobrazený boční pohled ze strany nádrže na celkové uspořádání dávkovacího zařízení na rýhovacím sázecím stroji.



Obrázek 5: Dávkovací zařízení pro výsadbu lesního porostu v praxi
(Foto: archiv vedoucího diplomové práce, 2020)



Obrázek 6: Detail sázení (Foto: archiv vedoucího diplomové práce, 2020)



Obrázek 7: Schematicky zobrazený boční pohled ze strany nádrže na celkové uspořádání dávkovacího zařízení na rýhovacím sázecím stroji (Zdroj: Macků et al., 2018)

- | | |
|--|---|
| 1. Nádrž (zhotovena z plastu) | 6. Spouštěcí spínač |
| 2. Plnicím otvor nádrže | 7. Prodloužená část rozhrnovací radlice |
| 3. Vypouštěcí otvor nádrže | 8. Zahrnovací kola |
| 4. Míchací a dávkovací ústrojí | 9. Kabina |
| 5. Potrubí pro dopravu dávkovaného materiálu k sazenicím | 10. Rám rýhovacího sázecího stroje |
| | 11. Kabina traktoru |

3.6 *Stres*

Původ slova stres je z latinského slovesa „*stringo*“ či „*stringere*“, což v překladu znamená „*svírat*“, „*stahovat*“ nebo „*utahovat*“ (Křivohlavý, 1994). Z technické literatury do biologické terminologie byl tento termín převeden kanadským fyziologem Hansem Selyem (1907–1982). Hans Selye je proto považován za zakladatele moderního výzkumu stresu (Schreiber, 2004). Selye definuje stres jako nespecifickou fyziologickou reakci organismu na jakýkoli nárok kladený na organismus (Selye, 1976). Stres je fyziologická reakce, při které musí organismus čelit stresorům a následné obranné reakci, která má za úkol zamezit poškození organismu (Everly Jr, Lating, 2019).

V současnosti je stres velmi probírané téma zejména díky své roli při vzniku civilizačních chorob. Se zrychlujícím se tempem současného života a stále se zvyšujícími nároky na jedince působí tento jev na člověka prakticky každodenně. Stres může být pozitivní, který nás motivuje k výkonu tzv. eustres nebo negativní, který nás obtěžuje, tzv. distres (Tomšíková, 2017).

V pracovním prostředí vzniká stres při vysokých pracovních nárocích na pracovníka (Daňhová, 2019). Pracovní stres je pro každého člověka individuální, protože každý člověk se stresem vyrovnává jiným způsobem. Za pracovní stres se považuje určitá odezva organismu. Vznik pracovního stresu je vyvolán působením specifických okolností, podmínek a faktorů pracovní činnosti v rámci pracovního systému. Jsou jimi označovány stresory (Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2016). Stresory jsou tedy spouštěčem stresové reakce, může jim být nějaká životní událost, nebo vnitřní prožitek (Večeřová – Procházková, 2009).

Štikar et al. (2003) klasifikuje stresory, jenž působí na člověka v pracovním procesu, do několika skupin, a to hluk a vibrace, klimatické podmínky, chemické látky, mentální zátěž, osvětlení, pracovní úrazy, sensorická zátěž, sociální faktory a svalová zátěž.

3.7 *Zátěž*

Zátěž je možno chápat jako narušení rovnováhy mezi vnitřním stavem systému a jeho vnějším okolím či prostředím, který označujeme jako systém vnější. Stupeň zátěže je dán intenzitou působení vnějších vlivů a vlastnostmi systému zatěžovaného (Štikar et al., 2003). Zátěž je tedy zatížení specifické plochy či části těla. Stres má vliv na celek. Obvyklá míra stresu by se dala definovat jako zátěž, pokud však překročí zdravou mez jedná se o stres (Daňhová, 2019).

3.7.1 Fyzická zátěž

Fyzická zátěž má zásadní dopad na lidské zdraví. Fyzická zátěž je definovaná jako tělesný pohyb, který vzniká aktivitou kosterního svalstva. Podstatně zvyšuje energetický výdej (US Department of Health and Human Services, 1996).

Fyzická zátěž je tedy činnost, kdy aktivuje především svalstvo, jehož hlavním rysem je svalový stah, podle kterého dělíme fyzickou práci na statickou nebo dynamickou. Dynamická práce je střídání stahu a uvolnění svalu. Statistickou prací sval nemění svou délku, ale zvyšuje se jeho napětí (Král, 1999).

Nevhodnou pracovní polohou můžeme záporně ovlivňovat kosterně-svalový aparát, krevní oběh i dýchání (Dvořák et al., 2016; Dvořák, 2011). Negativní vliv působení fyzické zátěže na zdraví člověka se projevuje například zvýšeným počtem pracovních úrazů, potížemi a onemocněním svalově kosterního aparátu zejména páteře, onemocněním svalů šlach, kloubů, úponů a kostí v důsledku jednostranného nadměrného zatěžování (Tuček et al., 2005). Projevem fyzického stresu je tedy bolest nebo vyčerpání. Důsledkem toho mohou být chybné výkony, úrazy nebo onemocnění.

3.7.2 Pracovní zátěž

Do roku 1970 nebyl pojem „pracovní zátěž“ veřejnosti známý (Huey, Wickens, 1993). Pracovní zátěž nelze pozorovat, je třeba ji odvodit z chování nebo měření psychologických a fyziologických procesů (Gopher, Donchin, 1986).

V posledních letech je pracovní zátěž velmi důležitým tématem, poněvadž ovlivňuje fyziologický a psychický stav člověka. Moderní technologie v mnoha pracovních prostředích klade na pracovníky vyšší nároky na pochopení a použití těchto technologií, výsledkem toho je nižší fyzická zátěž, zato vyšší pracovní zátěž z hlediska výkonnosti (Young et al., 2015). Zmenšením pracovních nároků a prostředí na pracovníka se pracovní zátěž dá omezit.

3.7.3 Psychická zátěž

Psychická zátěž je definovaná jako pracovní zátěž, jenž klade nároky na psychické procesy, jimiž jsou pozornost, představitivost, myšlení a rozhodování, která vyplývají z požadavku na zpracování informací (Malý et al., 2010).

Časté faktory psychické zátěže pracovního prostředí jsou, podle Šplíchalové (2016), například monotonie práce, práce v časovém tlaku, sociální klima v pracovním prostředí, vynucené tempo práce nebo práce ve směnném provozu.

Psychická zátěž, která trvá delší dobu, by mohla mít za následky poruchy zdraví. Konkrétně by dlouhodobá psychická zátěž mohla způsobit psychosomatická onemocnění, mezi které se například řadí chronické bolesti. Dalším následkem by mohly být poruchy v oblasti mentálního zdraví. Nejvýraznější poruchou v oblasti mentálního zdraví je syndrom vyhoření. Syndrom vyhoření se dá definovat třemi fázemi. Vyčerpáním, cynismem, a profesionálním vyhasnutím. Právě tento syndrom způsobuje pokles kvality práce, fyzické a psychické vyčerpání, což je velice náročné nejen pro samotného pracovníka, ale i pro jeho zaměstnavatele (Maslach, Leiter, 2016).

3.8 Pracovní výkon a pracovní výkonnost

Pracovní výkon je měřítkem pracovní úspěšnosti. Hodnotí se podle výsledků práce, její kvality, množství za jednotku času a podle objektivních podmínek, za nichž byl výkon dosažen (Wágnerová, 2008). Pracovní výkonnost je schopnost člověka splnit požadovaný pracovní výkon. Hranice pracovní výkonnosti jsou biologicky a společensky omezené. Jsou podmíněné individuálními dispozicemi člověka (kvalifikací, zdatností, zdravotním stavem atd.), faktory pracovních podmínek (organizací práce, technickou úrovní výroby atd.) a motivací pracovníka na plnění pracovního výkonu (Terminologický slovník, 1972).

Pracovní výkonnost lze chápat jako připravenost pracovníků podávat určité výkony. Výkonnost pracovníku ovlivňuje celá řada činitelů. Činitelé mohou být objektivní nebo subjektivní povahy (Štikar et al., 2003). Podle Provazníka et al. (1993) se rozdělují na:

- Technické, ekonomické a organizační podmínky zahrnují úroveň technického vybavení pracoviště, strojů, nástrojů, celková úprava a uspořádání pracoviště, úroveň hygieny a bezpečnosti práce, pracovní doba, směnnost atd.;

- Společenské podmínky zahrnují způsob práce s lidmi uplatňovaný v daném podniku či organizaci, pozici pracovníka v profesi a ve společnosti, úroveň a kvalita sociálních vztahů na pracovišti atd.;
- Osobní determinanty pracovníka zahrnují tělesné a duševní předpoklady pracovníka, odborná připravenost, kvalifikace, pracovní a zájmové zaměření, zdravotní stav pracovníka atd.;
- Situační podmínky zahrnují celospolečensky významné události, mimořádné rodinné či osobní události, podnikové vlivy (rekvalifikace, hrozba ztráty zaměstnaní) atd.

Hodnocení pracovní výkonnosti lze chápat jako funkci poznávací, funkci motivační nebo funkci personální, dále pak jako nástroj pro zlepšování výkonu či stanovení odměny, možnost k rozhodování o pracovním zařazení, ukazatel odborného školení a přípravy nebo také jako metoda mentální hygieny (Růžička, 1985).

3.9 Normování v lesním hospodářství

Výkonovými normami – normami spotřeby práce je umožněno použití úkolové formy mzdy. Úkolová forma mzdy předpokládá stanovení doby nutné práce pro splnění určitého úkolu v konkrétních pracovních podmínkách (Nouza, Nouzová, 2003).

Výkonové normy se, podle Nouzy a Nouzové (2003), rozlišují na:

- Normy času – udávají nezbytně nutný čas k výkonu jednotky práce v průměrných pracovních podmínkách;
- Normy množství – udávají množství pracovního úkolu (práce), vykonaného za jednotku času.

Ve výkonových normách v LH se využívá jako normativní jednotka stanovení času:

- Normohodina – je časový údaj výkonových norem času.

Při normování výkonu musí být brány v úvahu:

- Předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a hygieně;
- Pracovní tempo přiměřené možnostem člověka;
- Čas na přirozené potřeby a oddech.

Normování výkonu se provádí:

- Na základě rozborů podmínek pracovních činností, posouzením technologií a pracovních postupů;
- Pro ekonomicky nejvýhodnější technické a organizační podmínky pracoviště;
- Metodami měření času (snímkování práce);
- Čas normovatelný;
- Čas ztrátový (Nouza, Nouzová, 2003).

3.9.1 Mechanizované zalesňování – Quickwood, RZS Křtiny, TTS Planter

Popis práce: Umělá obnova lesa pomocí zalesňovacích strojů RZS Křtiny, Quickwood a TTS Planter včetně otáčení, couvání a zaujmutí postavení před počátkem dalšího řádku, při zalesňování v jednom směru i jízda v protisměru se zvednutým agregátem na počátek dalšího řádku, doplnění sazenic do zásobníku, donáška sazenic ze založiště, kontrola vysazených sazenic, oprava zalesnění, případné doplnění volných míst. V normě je obsaženo převzetí pracoviště, seznámení se s ním, a předpisy OBHP. Dále je v ní obsažena běžná kontrola agregátu, běžná údržba očištěním a promazáním a doplnění hydraulického oleje. Norma je stanovena pro tříčlennou osádku: řidič, obsluha, pomocník (Nouza, Nouzová, 2003). V tabulce č. 2 je uvedeno mechanizované zalesňování.

Tabulka 2: Mechanizované zalesňování (Zdroj: Nouza, Nouzová, 2003)

Mechanizované zalesňování, m.jedn.: 100 ks sazenic

| číslo normy | Průměrná délka brázdy v m (zaokr. na 10 m) | | | | | | |
|-------------|--|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | Jízda* | Vzd.* | do 40 | do 60 | do 80 | do 120 | nad 120 |
| 1801 | A | 0,70 | 0,22 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,18 |
| 1802 | A | 0,80 | 0,24 | 0,22 | 0,21 | 0,21 | 0,20 |
| 1803 | A | 0,90 | 0,26 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,22 |
| 1804 | A | 1,00 | 0,29 | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| 1805 | A | 1,10 | 0,31 | 0,28 | 0,26 | 0,25 | 0,24 |
| 1806 | A | 1,20 | 0,34 | 0,30 | 0,28 | 0,27 | 0,26 |
| 1807 | A | 1,30 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,28 |
| 1808 | A | 1,40 | 0,38 | 0,33 | 0,32 | 0,30 | 0,29 |
| 1809 | A | 1,50 | 0,4 | 0,35 | 0,33 | 0,32 | 0,30 |
| 1810 | B | 0,70 | 0,21 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 |
| 1811 | B | 0,80 | 0,24 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 |
| 1812 | B | 0,90 | 0,25 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 |
| 1813 | B | 1,00 | 0,28 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,22 |
| 1814 | B | 1,10 | 0,3 | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,23 |
| 1815 | B | 1,20 | 0,32 | 0,28 | 0,26 | 0,25 | 0,24 |
| 1816 | B | 1,30 | 0,34 | 0,29 | 0,28 | 0,26 | 0,25 |
| 1817 | B | 1,40 | 0,36 | 0,31 | 0,29 | 0,28 | 0,26 |
| 1818 | B | 1,50 | 0,38 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,27 |

* A – jízda v jednom směru, B – jízda v obou směrech

* Vzd – průměrná vzdálenost sazenic v řádcích udána v metrech

| - % | | |
|------|---|-----------|
| 850 | Mechanizované zalesňování – Quickwood, RZS Křtiny, TTS Planter | min. 20 % |
| + % | | |
| 271 | Quickwood, RZS Křtiny, TTS Planter. Na svazích, kde je ještě možno provádět sadbu po i proti spádnicí, tj. v obou směrech | až o 5 % |
| 272 | Quickwood, RZS Křtiny, TTS Planter. Při zalesňování prováděném v těžkých a ulehých půdách /platí pouze pro RZS Křtiny/ | až o 5 % |
| + Nh | | |
| 208 | Při jízdě mechanismů na pracoviště a zpět za 1 km přísluší u UKT se zalesňovacím strojem Quickwood, RZS Křtiny, TTS Planter apod. | 0,09 Nh |
| 209 | Při jízdě mechanismů na pracoviště a zpět za 1 km přísluší u UKT a SLKT se shrnovači klestu SNK 10 a SNK 12 | 0,09 Nh |

3.10 *Biofeedback*

Doslova by se dal pojem biofeedback přeložit jako „*feed*“ *krmit* a „*back*“ *zpátky*. Biofeedback znamená „biologická zpětná vazba“. Biofeedback je nový způsob léčby (Faber et al., 2017). Biofeedback zahrnuje monitorování a používání fyziologických informací k vyšetření pacientů, konkrétně k přizpůsobení specifických fyziologických funkcí (McKee, 2008). Biofeedback využívá zpětnou vazbu. Bez využití zpětné vazby by nemohlo fungovat žádné technické zařízení, které pracuje s dynamickými hodnotami, poněvadž by se dostalo do extrémního stavu bez možnosti návratu do obvyklých pracovních podmínek (Ptáček et al., 2017).

Metoda biofeedback vychází z I. P. Pavlova¹ podmíněného reflexu. Kašáková et al. (2015) definují reflex jako základní funkční prvek nervové soustavy. Reflex je tedy neměnná odpověď na dráždění receptorů zprostředkovaná reflexním obloukem. I. P. Pavlov zjistil, při svých pokusech se psy, že základním mechanismem, kterým se člověk učí přizpůsobovat okolnímu prostředí, je vytváření podmíněných reakcí. Nejznámějším příkladem I. P. Pavlova je krmení psů. V době, kdy měli mít psi čas krmení, zazvonil na zvoneček a poté jim dal potravu. První impuls, slinění nebo vrtění ocáskem, je geneticky daný reflex. Druhý impuls je podmíněný. Jedná se o zvuk zvonečku, právě tento zvuk vyvolal slinění (Daňhová, 2019).

V případě biofeedbacku jsou znovu dva podněty. Prvním z nich je vnitřní, což je například arytmie srdeční nebo nedostatek SMR. Druhým je odměna trénujícímu člověku v podobě žádných srdečních arytmií nebo dostatku SMR. Opět se jedná v prvním případě o nepodmíněný reflex SMR a v druhém případě o podmíněný reflex v podobě odměny (Ptáček et al., 2017).

3.10.1 *Techniky Biofeedback*

Techniky biofeedback se dělí na EDA biofeedback, Temp biofeedback, EMG biofeedback a EEG biofeedback (Ptáček et al., 2017; McKee, 2008).

EDA biofeedback měří vodivost pokožky. Temp biofeedback měří teplotu kůže. EEG biofeedback umožňuje snímat a zaznamenávat elektrickou aktivitu mozku (Ptáček et al., 2017).

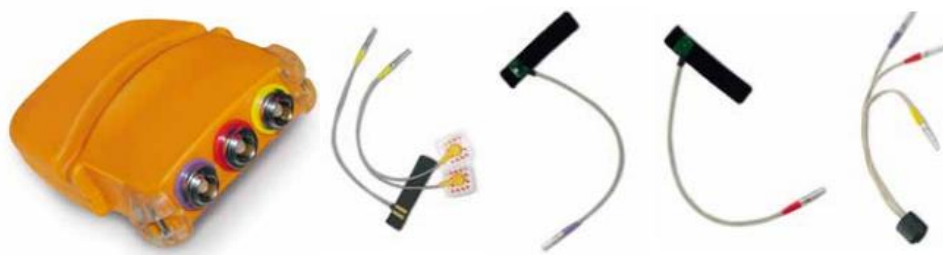
¹ Ivan Petrovič Pavlov (1849-1936) byl ruský fyziolog, psycholog a lékař, který se zabýval studiem trávicích procesů a s nimi spojených reflexů.

Elektromyografie (EMG) snímá bioelektrické signály, které vznikají činností kosterního svalstva (Penhaker, 2004). EMG biofeedback je technika, u které je předpoklad, že má velký přínos při použití fyzioterapie pro obnovení motorických funkcí u pacientů s mozkovou příhodou (Woodford, Price, 2007). EMG biofeedback se aplikuje v oblasti neurosvalové redukce. Například při nácviku relaxace svalových skupin. (Ptáček et al., 2017).

Na obrázku č. 8 je EMG aparatura Biofeedback 2000^{X-pert}. Rádiový modul EMG je určen pro účely elektromyografie a měří záškuby nervových vláken. Na obrázku č. 9 je rádiový modul MULTI. Modul MULTI umožňuje měřit vodivost pokožky (EDA), teplotu (TEMP), krevní puls (BV) a 3D akceleraci pohybu (MOT). Tento modul se připojuje buď k zápěstí nebo k hlavě.



Obrázek 8: Rádiový modul EMG a senzory (Zdroj: manuál Biofeedback 2000^{X-pert}, 2008)



Obrázek 9: Rádiový modul MULTI a senzory (Zdroj: manuál Biofeedback 2000^{X-pert}, 2008)

4 Metodika práce

Teoretická část mé diplomové práce je doplněna o případovou studii. V případové studii jsem pracovala s přístrojem Biofeedback 2000^{X-pert}. Přístrojem Biofeedback 2000^{X-pert} jsem měřila biometrické údaje, konkrétně EMG 1, EMG 2, teplotu kůže a puls, u testovaného pracovníka rýhovacího stroje. Měření se konalo ve dvou fázích, a to klidové a pracovní.

Měření se uskutečnilo při jarním zalesňování na školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy – ČZU. Avšak trvalo jen čtyři dny z důvodu vyhlášení nouzového stavu a mimořádných opatření na území České republiky. Důvodem byla epidemická situace v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2.

Naměřená data jsem, pomocí programu Statistica od společnosti StatSoft, zpracovala a porovnávala mezi sebou.

4.1 Přístroj Biofeedback 2000^{X-pert}

K zjištění biometrických údajů jsem použila modulární systém Biofeedback 2000^{X-pert} od rakouského výrobce Schuhfired. Přístroj Biofeedback 2000^{X-pert} zprostředkovává monitorování testovaného člověka v rámci neinvazivního snímání vybraných fyziologických funkcí z povrchu těla (Berger, 2003; Dvořák, Natov, 2010).

Hodnoty se snímají pomocí elektrod. Elektrody jsou poté kabelově přenášeny do rádiových modulů. V modulech jsou hodnoty filtrovány, zesilovány a digitalizovány. Díky bezdrátové technologii Bluetooth jsou posílány do přijímače připojeného k počítači. Data se poté zpracují díky speciálnímu software Biofeedback 2000^{X-pert} verze 3.0 (Schuhfired, 2008; Daňhová, 2019).

4.2 Místo měření

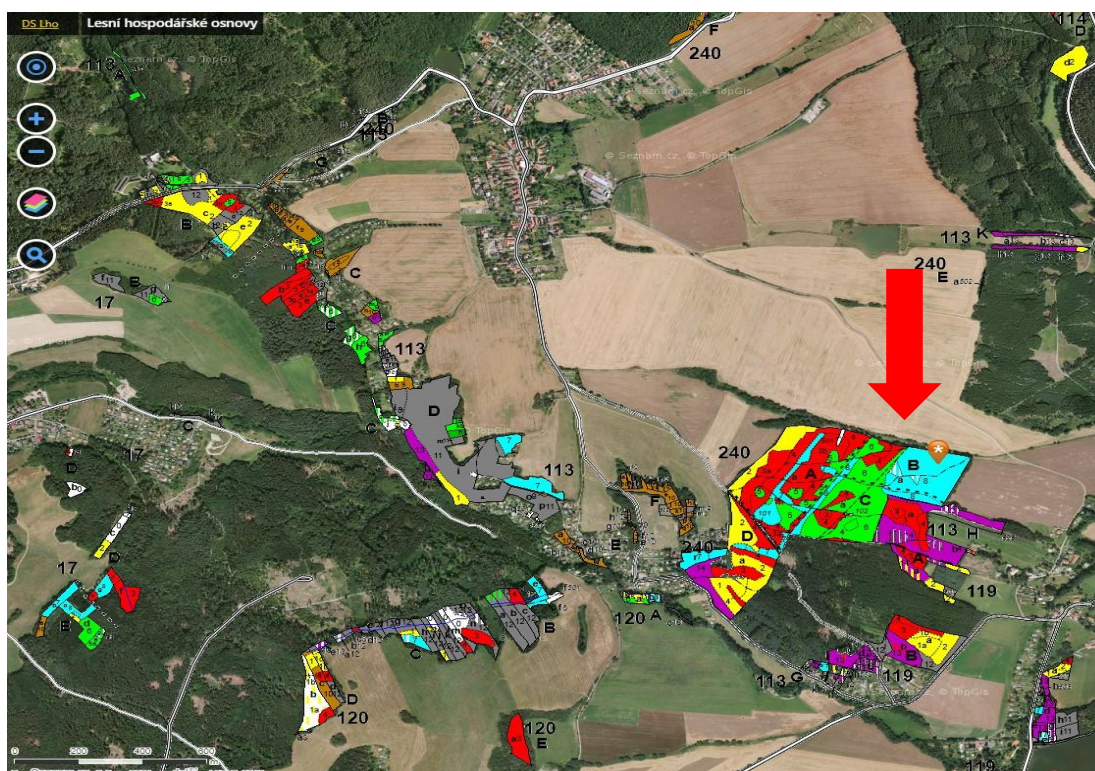
Měření se uskutečnilo na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy. Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy je vysokoškolským lesním statkem České zemědělské univerzity v Praze, který realizuje praxe a cvičení pro studenty ČZU v Praze. Velikost území je cca 6900 ha (<http://slp.czu.cz>).

Měření probíhalo v porostu 240B8. Na obrázku č. 10 je porostní mapa, na které je porost označen. Paseka, na které probíhalo zalesňování, vznikla nahodilou těžbou. Porost

se nachází v nadmořské výšce 350 mn. m. Lesní vegetační stupeň je dubobukový. Cílový hospodářský soubor je 47, jedná se tedy o oglejené stanoviště středních poloh.

Dřeviny základní cílové v tomto souboru jsou buk lesní (*Fagus sylvatica*), dub (*Quercus*), dub zimní (*Quercus petraea*), jedle bělokorá (*Abies alba*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Pro tento cílový hospodářský soubor jsou dřeviny meliorační a zpevňující buk lesní (*Fagus sylvatica*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), habr obecný (*Carpinus betulus*), jilm (*Ulmus*), jeřáb (*Sorbus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), lípa (*Tilia*), modřín opadavý (*Larix decidua*), olše (*Alnus*), topol osika (*Populus tremula*).

Rostliny, které se v této oblasti vyskytují, jsou koptýník evropský (*Asarum europaeum*), válečka lesní (*Brachypodium sylvaticum*), ostřice třeslicovitá (*Carex brizoides*), ostřice prstnatá (*Carex digitata*), ostřice chlupatá (*Carex pilosa*), ostřice lesní (*Carex sylvatica*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*), pitulník žlutý (*Galeobdolon luteum*), bika bělavá (*Luzula luzuloides*), bika chlupatá (*Luzula pilosa*), strdivka nicí (*Melica nutans*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), lipnice hajní (*Poa nemoralis*), ostružník maliník (*Rubus idaeus*).



Obrázek 10: Porostní mapa, porost 240B8 je označen červenou šipkou (Zdroj: mapy.cz)

4.3 Popis obsluhy rýhovacího stroje

Měření se zúčastnil zaměstnanec školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy.

- Pohlaví: muž;
- Věk: 58 let;
- Vzdělání: vyučen;
- Praxe: bez praxe – začátečník, se strojem pracoval poprvé;
- Ruka: pravák;
- Celkový zdravotní stav testovaného: odpovídající věku.

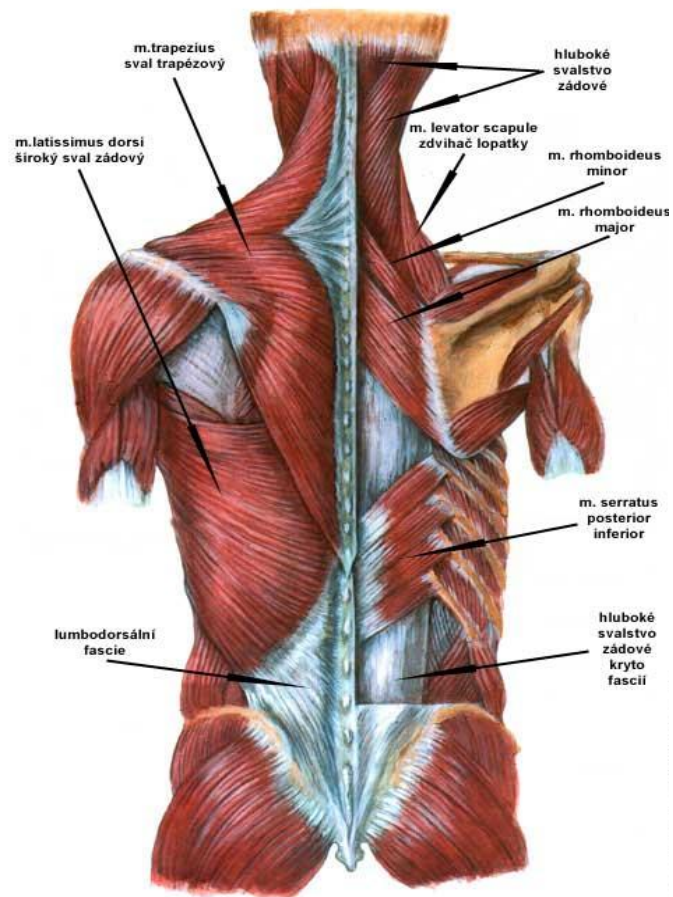
4.4 Umístění elektrod

Na začátku měření se musí elektrody měřicí jednotky upevnit na oblast, kterou, u testovaného člověka, budeme měřit. Umístění elektrod je znázorněno na obrázku č. 11 Na obrázku č. 12 je podrobný popis zádových svalů. Konkrétně jsem elektrody umístila na:

- *Musculus erector spinae* – je skupina svalů v blízkosti páteře inervovaných z dorzálních větví míšních nervů. Tyto svaly napřimují páteř, zde jsou umístěny dvě elektrody;
- Široký sval zádový (lat. *musculus latissimus dorsi*) – je sval, který slouží k přitažení a vnitřní rotaci pažní kosti (lat. *humerus*) – tady jsou umístěny dvě elektrody;
- Uprostřed – mezi dvěma měřicími elektrodami je umístěna referenční elektroda černé barvy.



Obrázek 11: Umístění elektrod (Foto: archiv autora, 2019)



Obrázek 12: Zádové a krční svalstvo (Zdroj: www.medicina.ronnie.cz)

4.5 Popis měření

Měření pracovní fáze probíhalo následovně:

- Příjezd na místo, kde probíhalo měření
- Prozkoumání terénu
- Seznámení obsluhy rýhovacího stroje s měřením a vysvětlení problematiky měření
- Instalace senzorů na tělo obsluhy rýhovacího stroje
- Instalace notebooku, registračního modulu a propojení se senzory
- Zkušební měření v délce 1 minuty
- Potenciální oprava chybného spojení
- Spuštění měření
- Ukončení měření
- Záloha naměřených dat do souboru xls.

Měření klidové fáze probíhalo následovně:

- Měření klidové fáze probíhalo přímo na místě, kde probíhalo měření pracovní fáze
- Instalace senzorů na tělo obsluhy rýhovacího stroje
- Instalace notebooku, registračního modulu a propojení se senzory
- Spuštění měření
- Ukončení měření
- Záloha naměřených dat do souboru xls.

4.6 Hypotézy případové studie

V rámci mé případové studie se předpokládají tyto hypotézy:

- H0 – neexistuje statisticky významný rozdíl mezi vybranými biometrickými údaji při práci (pracovní fáze bez hydrogelu a s hydrogelem);
- H1 – existuje statisticky významný rozdíl, hladina významnosti je 0,05.

Pro zpracování a vyhodnocení naměřených výsledků, výpočet mediánu, minimální a maximální hodnoty, je potřeba potvrdit, zda se jedná o normální rozdělení naměřených hodnot. Pro mou případovou studii jsem použila T-test (Studentův t-test). T-test je metodou matematické statistiky. V praxi se T-test nejčastěji využívá k porovnání, zda se výsledky měření na jedné straně významně liší od výsledků měření na druhé straně. V případové studii jsem porovnávala pracovní fázi s přidavkem hydrogelu a bez něj. Následně jsem porovnávala pracovní fázi s klidovou fází. T-test, v rámci mé případové studie, slouží k potvrzení, zda jsem zvolila správnou metodu měření s použitím přístroje Biofeedback 2000^{X-pert}. Použila jsem i Levenův test. Levenův test kontroluje spojitost veličin – napodobuje-li jejich rozložení Gausovu křivku. Důvodem, proč jsem použila Levenův test je takový, abych otestovala datové soubory, zda u nich dochází k potvrzení normality jejich rozdělení.

Medián je prostřední hodnota. Je to bod, pod kterým i nad kterým leží stejný počet hodnot. Pro interpretaci dat jsem namísto aritmetického průměru použila medián. Aritmetický průměr jsem nepoužila z toho důvodu, že výrazně reaguje na extrémní hodnoty, proto je medián pro potřeby případové studie vhodnější.

Analýza dat probíhala následovně. Data jsem exportovala do datových souborů ve formátu .xls. Následně jsem data roztřídila do klidové, pracovní fáze bez hydrogelu a pracovní fáze s hydrogelem. Prostřednictvím počítačového programu STATISTICA CZ, verze 12 od společnosti StatSoft ČR, s.r.o. jsem data zpracovala pomocí základních statistických operací. U všech naměřených hodnot byly vypracovány i boxové grafy. Grafy č. 2, 3 a 4 jsou uvedeny v kapitole 5 Výsledky. Vyhodnocená data jsem zpracovala do tabulek, tabulky jsou rovněž uvedeny v kapitole 5 Výsledky.

5 Výsledky

V rámci měření bylo získáno přes 250 tisíc biometrických údajů, které byly pro přehlednost nejprve analyzovány pomocí základních statistických prostředků – mediánu, minimálních a maximálních hodnot. Během analýzy byl nastaven filtr minimalizující chyby měření způsobené výpadkem spojení mezi Biofeedback a počítačem. Filtr byl nastaven tak, aby byla odstraněna taková datová pole, která vykazovala hodnotu 0.

Všechny naměřené údaje byly podrobeny, v programu Statistica, Levenovu testu pro ověření shodnosti rozptylů. Ve všech případech test prokázal shodnost rozptylů. Také T-test ve všech případech prokázal statisticky významnou odchylku, jak na hladině významnosti 0,05, tak na hladině významnosti 0,01.

Měření teploty kůže a pulsu v lesním prostředí je velice obtížné. Data jsou nepřesná díky vlivu okolí. Práce obsluhy rýhovacího zalesňovacího stroje velice obtížná, protože je obsluha vystavena všem vlivům počasí.

5.1 Výsledky klidové fáze měření

V klidové fázi měření měl testovaný průměrné hodnoty, až na nějaké menší výkyvy, které mohly být způsobeny tím, že testovaný pracovník musel nehnutě sedět a být zcela v klidu. Testování probíhalo přímo v terénu v kabině, což mohlo být dalším důvodem výkyvů. Pro další měření bych rozhodně volila místnost, kde by byl jen testovaný pracovník v klidu a sám, aniž by byl něčím rušen.

5.2 Výsledky pracovní fáze měření bez hydrogelu a s přidávkou hydrogelu

Podle zjištěných hodnot je zřejmé, že EMG je vyšší u případu, s použitím hydrogelu. Největší výkyv byl první den, což je pravděpodobné, když člověk pracuje poprvé s něčím novým, dalšími faktory mohly být vibrace způsobené průchodností terénu nebo počasí.

Z naměřených hodnot nám vyplývá, že teplota kůže je v odpovídajících hodnotách, kdy průměrná teplota kůže by měla mít hodnotu od 31 do 34⁰ C. Puls má mít u muže okolo 75 úderů za minutu, avšak nižší hodnota pulsu není nic výjimečného. Každý jedinec má hodnotu srdečního pulsu jinou, například u jedinců, kteří mají silné srdce, které je schopno přečerpat větší množství krve, se může hodnota pohybovat kolem 40 úderů za minutu.

Pro celkový souhrn jsem vytvořila tabulky, kde jsou uvedeny naměřené hodnoty. Tabulka č. 3, 4 a 5 znázorňuje hodnoty, z pracovní fáze buď s hydrogelem nebo bez hydrogelu, u EMG, teploty kůže a pulsu. V tabulkách se nachází medián, minimální a maximální hodnota. V tabulkách č. 6, 7 a 8 je znázorněna klidová fáze u EMG, teploty kůže a pulsu a je zde opět medián, minimální a maximální hodnota.

V tabulce č. 9 je procentuální podíl hodnot biometrických údajů v procentech bez hydrogelu a v tabulce č. 10 je procentuální podíl hodnot biometrických údajů v procentech s hydrogelem.

V tabulkách č. 11, 13, 15 a 17 jsou uvedena porovnávaná měření – pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem. Tabulky jsou rozděleny po jednotlivých dnech od 1 do 4. dne. V tabulkách č. 12, 14, 16 a 18 jsou uvedena porovnávaná měření – pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze. Tabulky jsou opět rozděleny po jednotlivých dnech od prvního do čtvrtého dne.

U krabicových grafů č. 2 a 3 můžeme vidět rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem, EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem. Hodnoty jsou z prvního dne měření. U krabicových grafů č. 4 a 5 je vidět rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu, EMG 1 klid a EMG 1 s hydrogelem a klid z prvního dne. Krabicové grafy č. 6 a 7 znázorňují rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid a rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid, vše z prvního dne měření.

5.3 Výsledky přidání hydrogelu na výkonnost práce

Měření a následné zhodnocení vlivu přidání hydrogelu na výkonnost práce bylo výrazně ovlivněno opatřeními, které byly z důvodu vyhlášení nouzového stavu na území celé České republiky. Příčinou, vyhlášení nouzového stavu na území České republiky, byla epidemická situace v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Proto jsem tyto výsledky nahradila kapitolou normování v rešeršní části práce. Je zde popsáno, jakým způsobem se realizuje výkonnost práce.

Tabulka 3: Pracovní fáze – EMG

| EMG – pracovní fáze | | | | | |
|----------------------------|---------------------------|------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Den | Bez / S hydrogelem | EMG | Medián | Minimální hodnota | Maximální hodnota |
| <i>1</i> | bez | 1 | 17,2516 | 8,5022 | 80,5150 |
| <i>1</i> | s | 1 | 20,7220 | 6,4133 | 124,9657 |
| <i>1</i> | bez | 2 | 45,2637 | 13,2661 | 196,6201 |
| <i>1</i> | s | 2 | 61,5166 | 11,5356 | 249,9878 |
| <i>2</i> | bez | 1 | 17,3284 | 4,6661 | 92,1944 |
| <i>2</i> | s | 1 | 18,3588 | 5,2881 | 118,2264 |
| <i>2</i> | bez | 2 | 43,8323 | 9,0315 | 155,4477 |
| <i>2</i> | s | 2 | 51,8303 | 10,3286 | 250,0000 |
| <i>3</i> | bez | 1 | 41,5315 | 5,3681 | 485,6042 |
| <i>3</i> | s | 1 | 42,5647 | 8,1076 | 332,8771 |
| <i>3</i> | bez | 2 | 127,9779 | 21,4473 | 498,5235 |
| <i>3</i> | s | 2 | 142,4645 | 25,8723 | 499,7512 |
| <i>4</i> | bez | 1 | 49,9378 | 8,4540 | 309,9020 |
| <i>4</i> | s | 1 | 41,5109 | 7,7166 | 336,2730 |
| <i>4</i> | bez | 2 | 163,0052 | 34,2336 | 500,0000 |
| <i>4</i> | s | 2 | 141,9254 | 28,6244 | 495,2354 |

Tabulka 4: Pracovní fáze – Teplota kůže

| Teplota kůže – pracovní fáze | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Den | Bez / S hydrogelem | Medián | Minimální hodnota | Maximální hodnota |
| <i>1</i> | bez | 34,4218 | 34,2650 | 34,4900 |
| <i>1</i> | s | 34,2447 | 34,0800 | 34,4800 |
| <i>2</i> | bez | 34,4448 | 34,3700 | 34,5000 |
| <i>2</i> | s | 34,2288 | 34,0800 | 34,3400 |
| <i>3</i> | bez | 34,1743 | 33,6500 | 34,3697 |
| <i>3</i> | s | 34,0186 | 33,7500 | 34,3000 |
| <i>4</i> | bez | 34,6014 | 34,2000 | 34,8700 |
| <i>4</i> | s | 34,1001 | 33,9200 | 34,2300 |

Tabulka 5: Pracovní fáze – Puls

| Puls – pracovní fáze | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Den | Bez / S hydrogelem | Medián | Minimální hodnota | Maximální hodnota |
| <i>1</i> | bez | 49,5211 | 48,6121 | 82,1381 |
| <i>1</i> | s | 49,5235 | 45,9225 | 82,7979 |
| <i>2</i> | bez | 49,5164 | 49,1735 | 49,6315 |
| <i>2</i> | s | 49,5152 | 34,1062 | 53,7760 |
| <i>3</i> | bez | 49,6169 | 0,0244 | 90,2106 |
| <i>3</i> | s | 49,5928 | 21,0932 | 79,7254 |
| <i>4</i> | bez | 49,5196 | 41,4226 | 53,2349 |
| <i>4</i> | s | 49,5238 | 40,0180 | 75,5067 |

Tabulka 6: Klidová fáze – EMG

| EMG – klidová fáze | | | | |
|---------------------------|------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Den | EMG | Medián | Minimální hodnota | Maximální hodnota |
| <i>1</i> | 1 | 14,5706 | 7,6773 | 252,2092 |
| <i>1</i> | 2 | 51,4993 | 20,1783 | 403,1825 |
| <i>2</i> | 1 | 15,0498 | 9,0841 | 265,5093 |
| <i>2</i> | 2 | 83,2535 | 26,5189 | 493,0569 |
| <i>3</i> | 1 | 19,5324 | 5,2772 | 124,9875 |
| <i>3</i> | 2 | 55,3438 | 10,3245 | 250,0000 |
| <i>4</i> | 1 | 18,4043 | 7,9344 | 262,4038 |
| <i>4</i> | 2 | 62,8240 | 22,3245 | 454,5765 |

Tabulka 7: Klidová fáze – Teplota kůže

| Teplota kůže – klidová fáze | | | |
|------------------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Den | Medián | Minimální hodnota | Maximální hodnota |
| <i>1</i> | 34,1125 | 33,9600 | 34,6800 |
| <i>2</i> | 34,0800 | 33,9702 | 34,1400 |
| <i>3</i> | 34,1687 | 33,6700 | 34,3697 |
| <i>4</i> | 34,0170 | 33,9610 | 34,5400 |

Tabulka 8: Klidová fáze – Puls

| Puls – klidová fáze | | | |
|----------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Den | Medián | Minimální hodnota | Maximální hodnota |
| <i>1</i> | 49,5223 | 3,9072 | 84,7131 |
| <i>2</i> | 49,5185 | 0,0244 | 77,3013 |
| <i>3</i> | 49,5543 | 34,1063 | 83,7978 |
| <i>4</i> | 49,7337 | 33,5107 | 79,4882 |

Tabulka 9: Procentuální podíl hodnot biometrických údajů (%) – Bez hydrogelu

| Den | EMG 1 | EMG 2 | Teplota kůže | Puls |
|------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|
| <i>1</i> | 118,40 | 87,89 | 100,91 | 100,00 |
| <i>2</i> | 115,14 | 52,65 | 101,07 | 100,00 |
| <i>3</i> | 212,63 | 231,24 | 100,02 | 99,57 |
| <i>4</i> | 271,34 | 259,46 | 101,72 | 99,57 |

Tabulka 10: Procentuální podíl hodnot biometrických údajů (%) – S hydrogelem

| Den | EMG 1 | EMG 2 | Teplota kůže | Puls |
|------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|
| <i>1</i> | 142,22 | 119,45 | 100,39 | 100,00 |
| <i>2</i> | 121,99 | 62,26 | 100,44 | 99,99 |
| <i>3</i> | 217,92 | 257,42 | 99,56 | 99,58 |
| <i>4</i> | 225,55 | 225,91 | 100,24 | 99,58 |

Tabulka 11: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 1. den

| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|--|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 1 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 s hydro | -44,3487 | 38400 | 0 | 3499,788 | 38400 | 0 |
| 1 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 s hydro | -62,0987 | 38400 | 0 | 7421,889 | 38400 | 0 |
| 1 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže s hydro | 200,2301 | 38400 | 0 | 8516,912 | 38400 | 0 |
| 1 | Puls bez hydro vs Puls s hydro | 0,093102 | 38400 | 0,925823 | 4,120625 | 38400 | 0,04237 |

Tabulka 12: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 1.den

| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|---|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 1 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 KLID | 14,89386 | 31200 | 0 | 1143,638 | 31200 | 0 |
| 1 | EMG 1 s hydro vs EMG 1 KLID | -0,479 | 31200 | 0,631942 | 581,1527 | 31200 | 0 |
| 1 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 KLID | -55,382 | 31200 | 0 | 1747,443 | 31200 | 0 |
| 1 | EMG 2 s hydro vs EMG 2 KLID | 4,132117 | 31200 | 0,000036 | 1083,785 | 31200 | 0 |
| 1 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže KLID | 171,5439 | 31200 | 0 | 18736,72 | 31200 | 0 |
| 1 | Teplota kůže s hydro vs Teplota kůže KLID | 43,13879 | 31200 | 0 | 4451,984 | 31200 | 0 |
| 1 | Puls bez hydro vs Puls KLID | -2,453837 | 31200 | 0 | 151,2221 | 31200 | 0 |
| 1 | Puls s hydro vs Puls KLID | -2,49101 | 31200 | 0 | 119,3968 | 31200 | 0 |

Tabulka 13: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 2. den

| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|--|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 2 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 s hydro | -13,4667 | 38400 | 0 | 5123,172 | 38400 | 0 |
| 2 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 s hydro | -30,8776 | 38400 | 0 | 5586,661 | 38400 | 0 |
| 2 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže s hydro | 413,5092 | 38400 | 0 | 463,4005 | 38400 | 0 |
| 2 | Puls bez hydro vs Puls s hydro | 0,3000883 | 38400 | 0 | 1086,08 | 38400 | 0 |

Tabulka 14: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 2.den

| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|---|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 2 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 KLID | 218,6809 | 31200 | 0 | 2088,337 | 31200 | 0 |
| 2 | EMG 1 s hydro vs EMG 1 KLID | 14,82238 | 31200 | 0 | 1211,824 | 31200 | 0 |
| 2 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 KLID | -198,031 | 31200 | 0 | 3366,4 | 31200 | 0 |
| 2 | EMG 2 s hydro vs EMG 2 KLID | -99,9309 | 31200 | 0 | 247,9999 | 31200 | 0 |
| 2 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže KLID | 742,0641 | 31200 | 0 | 755,3144 | 31200 | 0 |
| 2 | Teplota kůže s hydro vs Teplota kůže KLID | 245,4473 | 31200 | 0 | 0,007732 | 31200 | 0,929929 |
| 2 | Puls bez hydro vs Puls KLID | -0,661044 | 31200 | 0 | 300,2025 | 31200 | 0 |
| 2 | Puls s hydro vs Puls KLID | -0,70207 | 31200 | 0 | 42,57967 | 31200 | 0 |

Tabulka 15: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 3. den

| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|--|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 3 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 s hydro | -2,73063 | 38400 | 0 | 11,28356 | 38400 | 0,000783 |
| 3 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 s hydro | -13,6002 | 38400 | 0 | 0,005567 | 38400 | 0,940524 |
| 3 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže s hydro | 114,5729 | 38400 | 0 | 803,104 | 38400 | 0 |
| 3 | Puls bez hydro vs Puls s hydro | 1,008391 | 38400 | 0,313273 | 0,709625 | 38400 | 0,399574 |

Tabulka 16: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 3.den

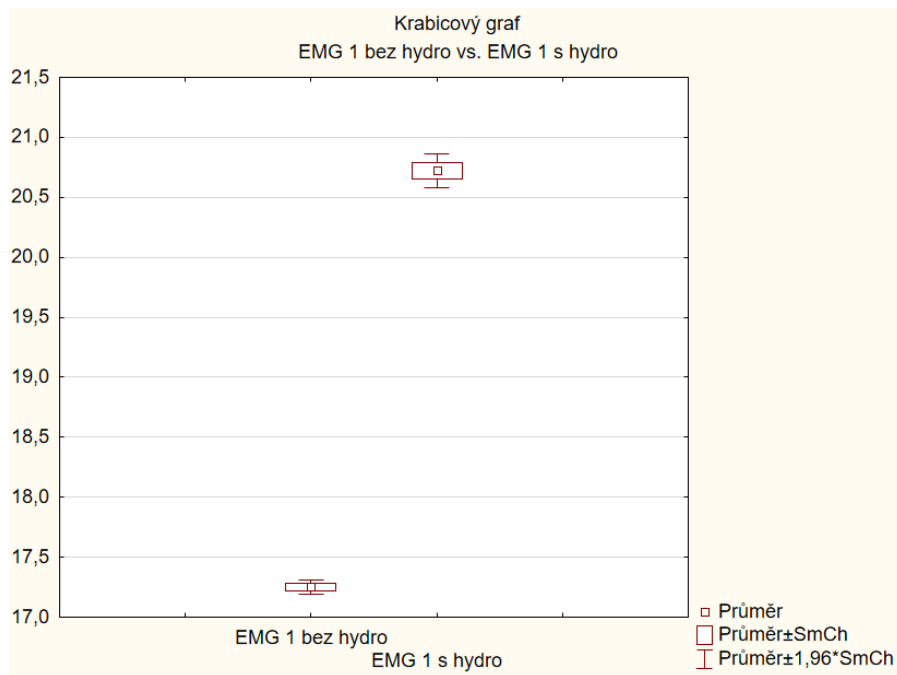
| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|---|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 3 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 KLID | 51,43352 | 31200 | 0 | 2419,095 | 31200 | 0 |
| 3 | EMG 1 s hydro vs EMG 1 KLID | 59,1181 | 31200 | 0 | 2789,941 | 31200 | 0 |
| 3 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 KLID | 67,62736 | 31200 | 0 | 6353,906 | 31200 | 0 |
| 3 | EMG 2 s hydro vs EMG 2 KLID | 87,3647 | 31200 | 0 | 8295,487 | 31200 | 0 |
| 3 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže KLID | 2,104519 | 31200 | 0 | 1206,17 | 31200 | 0 |
| 3 | Teplota kůže s hydro vs Teplota kůže KLID | -87,5827 | 31200 | 0 | 4250,368 | 31200 | 0 |
| 3 | Puls bez hydro vs Puls KLID | -0,574533 | 31200 | 0 | 19,07211 | 31200 | 0,000013 |
| 3 | Puls s hydro vs Puls KLID | -2,04808 | 31200 | 0 | 31,60994 | 31200 | 0 |

Tabulka 17: Porovnávaná měření – Pracovní fáze – bez hydrogelu vs. s hydrogelem – 4. den

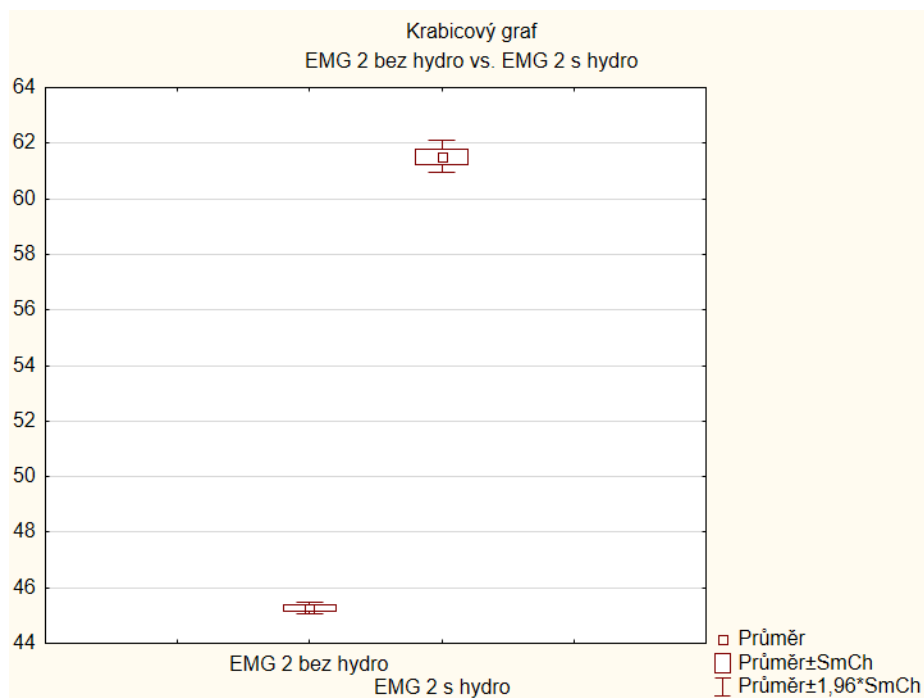
| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|--|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 4 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 s hydro | 19,91553 | 38400 | 0 | 640,3893 | 38400 | 0 |
| 4 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 s hydro | -18,717 | 38400 | 0 | 720,718 | 38400 | 0 |
| 4 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže s hydro | 273,964 | 38400 | 0 | 28114,3 | 38400 | 0 |
| 4 | Puls bez hydro vs Puls s hydro | 0,100711 | 38400 | 0,91978 | 717,8497 | 38400 | 0 |

Tabulka 18: Porovnávaná měření – Pracovní fáze (bez a s hydrogelem) vs. klidová fáze – 4.den

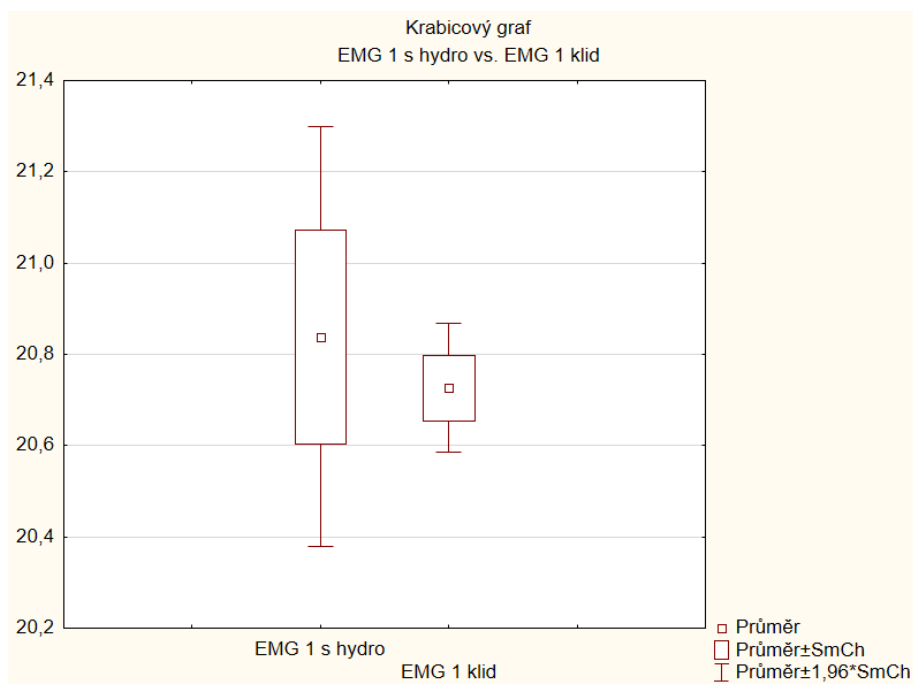
| Den | Porovnávaná měření | Hodnota t | Stupeň volnosti | Pravděpodobnost | Levene F (1,sv) | Stupeň volnosti Levene | Pravděpodobnost Levene |
|-----|---|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 4 | EMG 1 bez hydro vs EMG 1 KLID | 77,06641 | 31200 | 0 | 8667,896 | 31200 | 0 |
| 4 | EMG 1 s hydro vs EMG 1 KLID | 74,99563 | 31200 | 0 | 7966,438 | 31200 | 0 |
| 4 | EMG 2 bez hydro vs EMG 2 KLID | 66,65226 | 31200 | 0 | 10628,85 | 31200 | 0 |
| 4 | EMG 2 s hydro vs EMG 2 KLID | 56,97084 | 31200 | 0 | 6973,85 | 31200 | 0 |
| 4 | Teplota kůže bez hydro vs Teplota kůže KLID | 242,9685 | 31200 | 0 | 30480,66 | 31200 | 0 |
| 4 | Teplota kůže s hydro vs Teplota kůže KLID | 37,70764 | 31200 | 0 | 2883,185 | 31200 | 0 |
| 4 | Puls bez hydro vs Puls KLID | -0,655951 | 31200 | 0 | 146,1678 | 31200 | 0 |
| 4 | Puls s hydro vs Puls KLID | -0,490001 | 31200 | 0 | 76,45223 | 31200 | 0 |



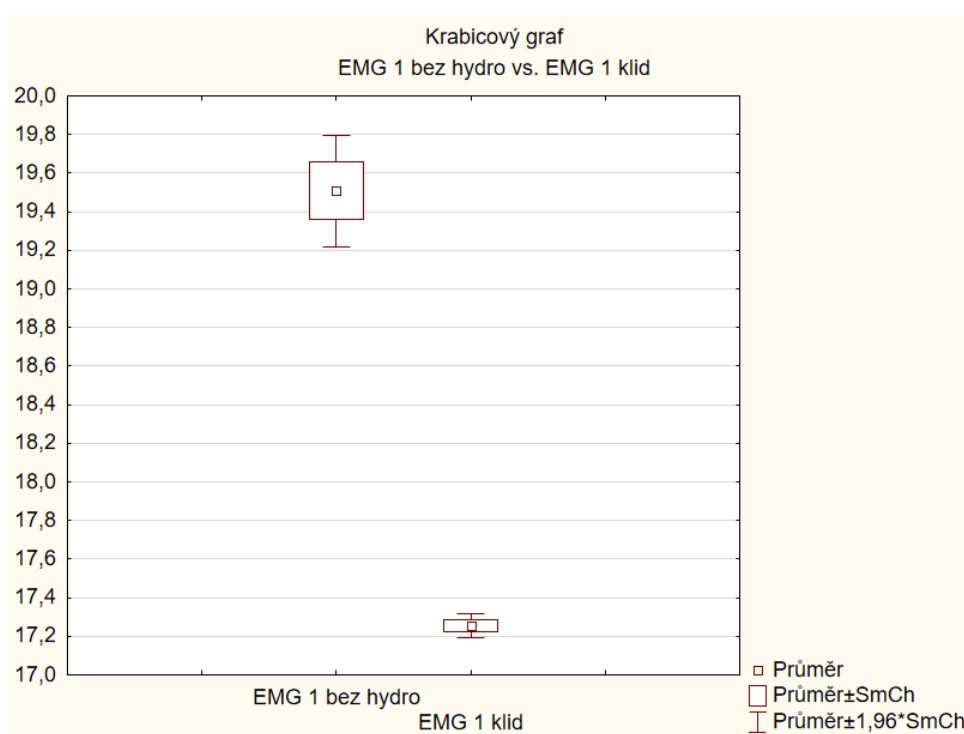
Graf 2: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (1. den) (výstup ze software Statistica)



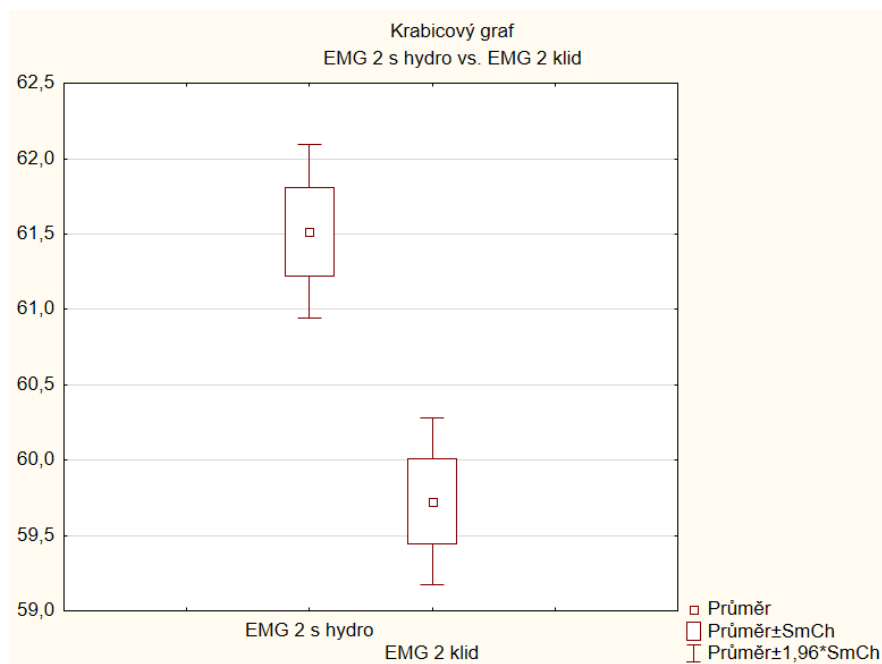
Graf 3: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (1. den) (výstup ze software Statistica)



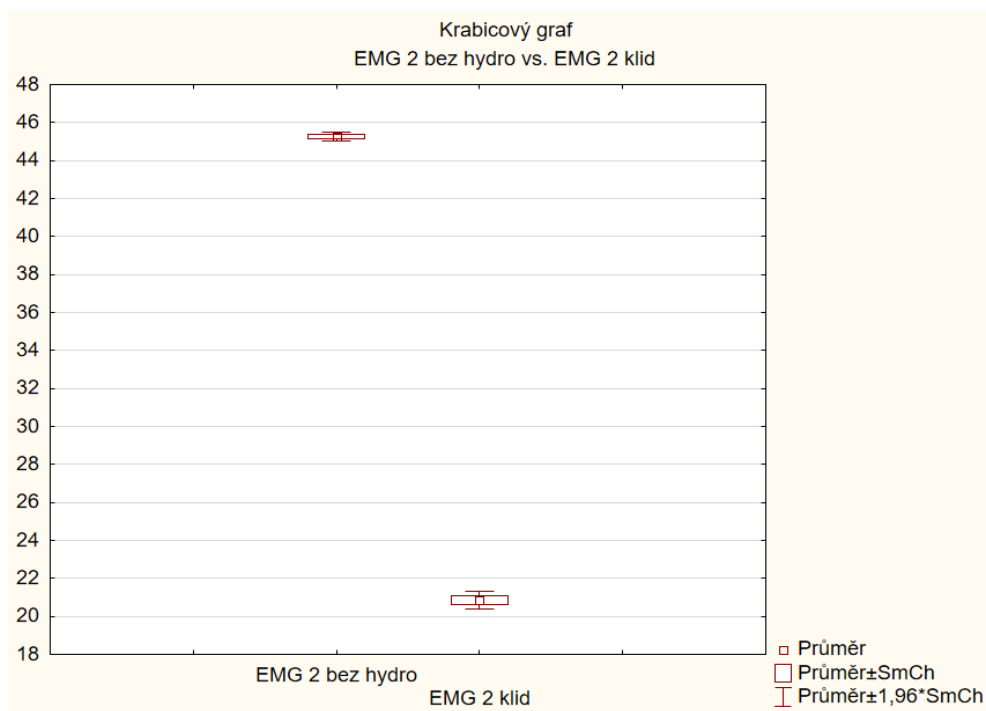
Graf 4: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (1. den)
(výstup ze software Statistica)



Graf 5: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (1. den)
(výstup ze software Statistica)



Graf 6: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (1. den)
(výstup ze software Statistica)



Graf 7: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (1. den)
(výstup ze software Statistica)

6 Diskuze

Podle Stehlíka a Hutla (2019) je potřeba se připravit a adaptovat opatřeními na klimatickou změnu, která přináší zvýšení teploty a nerovnoměrné rozložení srážek. Jedním z opatření je použití hydrogelu. Při výzkumu Tučkové et al. (2008) měly hydrogely velmi pozitivní vliv na fyziologickou kvalitu, ujímavost a vývoj kořenového systému sazenic a po ekonomické stránce vyšlo použití hydrogelů o 10 až 30 % levněji než opakované zalesňování. Rovněž podle Sarvaše (2003) je úspěšnost pro přežití sadby s hydrogelem velmi vysoká.

Avšak umělá obnova lesa se provádí z velké části ručně s použitím ručních motyk nebo sazáků, nebo mechanizovaně s použitím rýhovacích strojů, případně sázecích hlavic na hydraulických jeřábech sázecích strojů. Proto Macků et al. (2018) přišli s vynálezem dávkovacího zařízení, zejména hydrogelu, pro výsadbu lesního porostu, uspořádané jako nástavba na rýhovacím sázecím stroji.

V pracovním procesu ovlivňuje obsluhu rýhovacího stroje při obnově porostů s přidávkem hydrogelu hluk, vibrace, klimatické podmínky – trvale extrémní teploty, časté střídání teplot, jednotvárná činnost, senzorická zátěž, svalová zátěž či pracovní úraz. U obsluhy se poté mohou vyskytovat fyzické příznaky stresu. J. Krivohlavý (2001) příznaky stresu specifikuje jako fyziologické příznaky, těmi jsou nedostatek energie, slabost, svalové napětí v krční oblasti a v dolní části páteře, úporná bolest hlavy či palpitace – bušení srdce nebo bolest a svírání hrudní kosti. Ovšem stres je vysoce subjektivní a individuální záležitostí každého člověka.

Obsluze byly, pomocí přístroje Biofeedback 2000^{X-pert}, měřeny biometrické údaje. Každý člověk se, podle Polákové (2018), během svého života setkal s využitím biologické zpětné vazby, kupříkladu při měření teploty teploměrem. Informace o tom, zda má člověk horečku ho donutí k tomu, aby si lehl do postele a začal se léčit. Podle Dvořáka a Natova (2010) je metoda měření přístrojem Biofeedback 2000^{X-pert} velmi efektivní a využitelná při diagnostikování fyzického zatížení v pracovním procesu a v provozu se může stát pomocnou kontrolní metodou při sledování zátěže pracovníků různého věku, vzdělání a délky praxe a také může pomoci při odhalování změn v zatížení vyvolané dlouhodobým pracovním nasazením.

Senzory byly pracovníkovi, v mé případové studii, umístěny na křížové a bederní svaly. Při porovnání naměřených dat můžeme tvrdit, že pracovník byl více stresován s přidavkem hydrogelu. Při porovnání klidové a pracovní fáze, bylo prokázáno, že pracovník byl více stresován v pracovní fázi. Měření obsluhy, rýhovacího stroje při obnově porostů s přidavkem hydrogelu, nebylo doposud nikdy měřeno, proto porovnávám mé výsledky měření klidové a pracovní fáze s výsledky u operátorů harvestorové technologie. Při experimentu Škvora (2018) byly měřeny, pomocí přístroje Biofeedback 2000^{X-pert}, svaly předloktí u operátora harvestorové technologie. Z jeho výsledků můžeme potvrdit, že testovaný byl více stresován v pracovní fázi. U experimentu Dvořáka a Macků (2013) bylo měřeno krční a zádové svalstvo. Rovněž byl testovaný více stresován v pracovní fázi. V případové studii Daňhové (2019) byly, u studentů při nácviku harvestorové technologie, měřeny také křížové a bederní svaly, výsledkem byly zvýšené hodnoty pracovní fáze.

Zásadním faktorem při tomto experimentu je správné umístění elektrod (měřících i referenční) na povrch těla tak, aby nedošlo k nepřesnému měření.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo, pomocí měření přístrojem Biofeedback 2000^{X-pert}, posoudit míru pracovní zátěže obsluhy rýhovacího stroje při obnově porostů s přidavkem hydrogelu, porovnat míru zátěže u pracovníka pracujícího s hydrogelem a bez něj a zhodnotit vliv přidání hydrogelu na výkonnost práce.

Během případové studie bylo naměřeno více než 250 tisíc biometrických údajů o tělesné teplotě, pulsu a EMG cílových svalových skupin. Měření v lesním prostředí je velice obtížné. Důvod je takový, že data, zejména tělesná teplota a puls, jsou nepřesná díky vlivu okolí. Práce obsluhy rýhovacího zalesňovacího stroje je velice obtížná, protože obsluha je vystavena všem vlivům počasí.

Podle zjištěných hodnot je zřejmé, že EMG je vyšší u případu, s použitím hydrogelu. Pro obsluhu mohlo být náročnější, a především velmi stresující obsluhovat dávkovací zařízení s hydrogelem, hlavně proto, že s tímto přístrojem a sazením v rýhovacím zalesňovacím stroji, pracoval poprvé. Největší výkyv byl první den, což je pravděpodobné, když člověk pracuje poprvé s něčím novým.

Měření s přístrojem Biofeedback 2000^{X-pert} je v terénu velmi náročné, je důležité správně rozmístit elektrody, které snímají sledované údaje, aby nedošlo k výpadku měření a nebyly tak hodnoty naměřeny nesprávně. Další faktory, které mohou ovlivňovat měření je vliv počasí, nebo zvýšené vibrace při průchodnosti terénem. Při sázení jsou velmi namáhány svalové skupiny křížových a bederních svalů. Důvodem namáhání je trvalý sed a sklánění se při sázení sazenic. Právě tato pozice může být příčinou bolesti bederní páteře nebo různých onemocnění páteře například výhřez meziobratlové ploténky. Práce může pracovníka zatěžovat i po psychické stránce. Může se jednat například o vnucené pracovní tempo, monotonii práce nebo práci v časovém tlaku.

Při klidové fázi měl testovaný pracovník vcelku průměrné hodnoty, až na nějaké menší výkyvy, které mohly způsobit i to, že testovaný musel nehnutě sedět a být zcela v klidu. Lidé mají tendenci při sedu se různě narovnávat či posouvat. Pro další měření, za předpokladu, že by se měřily bederní a křížové svaly, bych doporučila měření v poloze v leže na břiše. Jedním z důvodů je ten, že při sezení je potřeba zapojit svaly dolní části zad. Při poloze v leže na břiše by se testovaný mohl uvolnit a měl by zároveň nulový pohyb.

Podle stanovených hypotéz se podařilo zamítnout hypotézu H_0 a potvrdit hypotézu H_1 , tudíž výsledek je takový, že existuje statisticky významný rozdíl. Což znamená, že měření biometrie pomocí Biofeedback 2000^{X-pert} má smysl.

Zhodnocení vlivu přidání hydrogelu na výkonnost práce bylo výrazně ovlivněno, vzhledem k epidemiologické situaci v České republice v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Proto jsem jej nahradila kapitolou o normování v rešeršní části diplomové práce, přičemž byl cíl částečně splněn.

Diplomová práce je součástí rozsáhlého výzkumu. Všechny cíle ze zadání mé diplomové práce byly zcela splněny.

Seznam použité literatury

BATES, B.; KUNDZEWICZ, Z. W.; WU, S.; PALUTIKOF, J.: *Climate Change and Water. Technical Paper VI–English.* IPCC Secretariat, Geneva, 2008, 210 s. ISBN 9789291691234

BERGER, CH.: *Mental stress on harvester operators.* In: *Proc. Austro 2003 Meeting.* Vienna, Austria: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2003.

BOBIEC, A.: *The influence of gaps on tree regeneration: a case study of the mixed limehornbeam (Tilio-Carpinetum Tracz. 1962) communities in the Białowieża Primeval Forest,* Ecol. 55, Poland, 2007, str. 441–455.

CALÓ, E.; KHUTORYANSKIY, V.V.: *Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products,* European Polymer Journal 65, 2015. str. 252–267.

COATS, KD.; BURTON, PJ.: *A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem managements objectives,* For. Ecol. Manage., 1997, vol. 99 str. 337–354.

CROUS, J. W.: *Use of hydrogels in the planting of industrial wood plantations,* Southern Forests: a Journal of Forest Science, 79:3, 2017, str. 197–213.

DROBYSHEV, I.: *Regeneration of Norway spruce in canopy gaps in Sphagnum-Myrtillus old-growth forests,* For. Ecol. Manage. 115, 1999, str. 71–83.

DVOŘÁK, J.; FRANC, J.; VALDMAN, S.: *Cvičení z lesnické mechanizace,* Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006, str. 52-56.

DVOŘÁK, J.; NATOV, P.: *Fyziologická zátěž pracovníků v lesním provozu.* Lesnická práce: časopis pro lesnickou vědu a praxi. 2010, 89(2), str. 18-19.

DVOŘÁK, J.; NATOV, P.; NATOVOVÁ, L.; KRILEK, J.; KOVÁČ, J.: *Operator's physical workload in simulated logging and timber bucking by harvester.* JOURNAL OF FOREST SCIENCE. 2016, 62 (5), str. 236-244.

EVERLY, G.S.; LATING, J.M.: *The Anatomy and Physiology of the Human Stress Response*, In: *A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response*. Springer, New York, NY, 2019.

FANTA, J.: *Lesy a lesnictví ve střední Evropě I. Přírodní podmínky pro existenci lesa*. [Forests and forestry in Central Europe. I. Natural conditions for the existence of forests], *Živa*, 2007: 18–21.

GULREZ, K. H. SYED.; AL-ASSAF, S.; PHILLIPS, O. GLYN.: *Hydrogels: Methods of Preparation, Characterisation and Applications*, InTech, 2011.

GOPHER, D.; DONCHIN, E.: *Workload – An examination of the concept*. Handbook of Perception and Human Performance. Volume 2. Cognitive Processes and Performance. K.R. Boff, L. Kaufman and J.P. Thomas, John Wiley and Sons, Inc: 41-1, 1986, str.41-49.

HOLUŠA, J.; BERČÁK, R.; LUKÁŠOVÁ, K.; HANUŠKA, Z.; AGH, P.; VANĚK, J.; KULA, E; CHROMEK, I.: *LESNÍ POŽÁRY V ČESKÉ REPUBLICE – DEFINICE A ROZDĚLENÍ: REVIEW* [Forest fires in the Czech Republic – definition and classification: review], *Zprávy lesnického výzkumu*, 63, 2018. str. 102-111.

HLÁSNY, T.: *Jak může ovlivnit změna klimatu smrkové porosty v ČR?*, *Lesnická práce: časopis pro lesnickou vědu a praxi*, Kostelec nad Černými lesy, 2012, 91 (1).

HUEY, F.M.; WICKENS, C.D.: *Workload transition: Implications for individual and team performance*, Washington, DC, National Academy Press, 1993.

CHIRANI, N.; YAHIA, H. L. '.; GRITSCH, L.; MOTTA, F.L.; CHIRANI, S.; FARÉ, S.: *History and Applications of Hydrogels*, *Journal of Biomedical Sciences*, 2015.

KAŠÁKOVÁ, E.; VOKURKA, M.; HUGO, J.: *Výkladový slovník pro zdravotní sestry*, Praha: Maxdorf, 2015. ISBN 978-80-7345-424-1. str. 332.

KRÁL, M.: *Ergonomický výkladový slovník*, Rožnov pod Radhoštěm: RoVS – Rožnovský vzdělávací servis, 1999. ISBN 80-239-2083-9.

KUBOTA, Y.; HARA, T.: *Allometry and Competition between Saplings of Picea jezoensis and Abies sachalinensis in a Sub-boreal Coniferous Forest, northern Japan*, *Ann. Bot.* 77, 1996, str. 529–538.

KUKRÁL, J.: *Adaptace lesů na klimatické změny a extrémní meteorologické jevy*, Centrum aplikovaného výzkumu a dalšího vzdělávání, o.p.s., Písek a nakladatelství JIH, České Budějovice, 2015. ISBN 978-80-86266-10-7.

KUPKA, I.: *Pěstování lesů I.*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN: 978-80-213-1782-6.

KŘIVOHLAVÝ, J.: *Jak zvládat stres*, Avicenum, Praha, 1994. ISBN 80-7169-121-6.

KŘIVOHLAVÝ, J.: *Psychologie zdraví*, Portál, Praha, 2001. ISBN 80-7178-551-2.

LERTZMAN, K.: *Patterns of gap-phase replacement in a subalpine old-growth forest*, Ecology, 73, Canada, 1992, str. 657–669.

MACKŮ, J.; HOLUŠA, J.; LUKÁŠOVÁ, K.; RYBKA, A.; HONZÍK, I.; JOŠT, B.: *Dávkovací zařízení, zejména hydrogelu, pro výsadbu lesního porostu, uspořádané jako nástavba na rýhovacím sázecím stroji*. Patent číslo: 307765. Česká republika. Vlastník: ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. 11.4.2019.

MACKŮ, J.; DVOŘÁK, J.: *A comparative analysis of neck musculature tension in a harvester operator compared with chainsaw and horses kidding operator and with normal human activities*. JOURNAL OF FOREST SCIENCE. 2013, 59 (8), str. 301-305.

MALÝ, S.; KRÁL, M.; HANÁKOVÁ, E.: *ABC ERGONOMIE – ergonomie pro praxi*, Professional Publishing, Praha, 2010. ISBN 978-80-7431-027-0, 53-54.

MASLACH, C.; LEITER, M.P.: *Burnout*. In: *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior*, Academic Press, Cambridge, 2016, str. 351–357. ISBN 9780128009512.

McKEE, M.G.: *Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine*, Cleve Clin J Med., Cleveland, 2008.

MELLATI, A; DAI, S.; BI, J.; JIN, B.; ZHANG, H.: *A biodegradable thermosensitive hydrogel with tuneable properties for mimicking three-dimensional microenvironments of stem cells*, RSC Advances 4(109), 2014.

Meteorologický slovník výkladový & terminologický: s cizojazyčnými názvy hesel ve slov., angl., něm., franc. a ruš.; zprac. Jan Bednář [a kol.]. - 1. vyd. - Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1993. ISBN 80-85368-45-5.

MICHÁLEK, J.; CHMELÍKOVÁ, D.; CHYLÍKOVÁ KRUMBHOLCOVÁ, E.;
PODEŠVA, J.; DUŠKOVÁ SMRČKOVÁ, M.: *Historie měkkých kontaktních čoček*
aneb jak to bylo doopravdy, Chemické listy 112, 2018. str. 143-147.

MRKVA, R.: *Globální klimatické změny a ochrana lesů*, Lesnická práce: časopis pro
lesníky a majitele lesů, Kostelec nad Černými lesy: Čs. matice lesnická, 1993, 72 (4).

NERUDA, J.; SIMANOV, V.: *Technika a technologie v lesnictví*, Mendelova
zemědělská univerzita v Brně, 2006. str. 126-133.

ČSN 48 2115 (482115). *Sadební materiál lesních dřevin*. Praha: Český normalizační
institut, 2012. 24 s.

NOUZA, J.; NOUZOVÁ, J.: *Výkonové normy v lesním hospodářství*, Lesy České
republiky s.p., 2003.

NOVOTNÝ, S.; ŠIŠÁK, L.: *Ekonomika obnovy lesa ve smrkových porostech na*
vybraném lesním majetku, Zprávy z lesnického výzkumu, 61, 2016 (1). str. 10-18.

OKAY, O.: *General properties of Hydrogels*, G.Gerlach and K.-F. Arndt, (eds.),
Hydrogel Sensors and Actuators, Springer Series on Chemical sensors and Biosensors,
volume 6, Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

PALUCH, J.: *Spatial distribution of regeneration in West-Carpathian uneven-aged*
silver fir forests, Eur. J. For. Res. 124, Poland, 2005, str. 47–54.

PATEL, A.; MEQUANINT, K.: *Hydrogel Biomaterials. Biomedical Engineering –*
Frontiers and Challenges, InTech, Canada, 2011.

PENHAKER, M.; IMRAMOVSKÝ, M.; TIEFENBACH, P.; KOBZA, F.: *Lékařské*
diagnostické přístroje: učební texty. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2004.
ISBN 80-248-0751-3, 150-186.

PROVAZNÍK, V.; NOVÝ, I; RŮŽIČKA, J.: *Řízení profesní kariéry zaměstnanců*,
Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1993. ISBN 80-7079-531-X.

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.

PULKRAB, K.; ŠIŠÁK, L.; BARTUNĚK, J.: *Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství*, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 2008. ISBN 978-80-87154-12-0.

RIEDL, M.; ŠIŠÁK, L.: *Analysis of the perceived condition of forests in the Czech Republic*. Journal of Forest Science, 12, 2013. str: 514-519.

RUNKLE, J.R.: *Changes in southern Appalachian canopy tree gaps sampled trice*, Ecology, 79, USA, 1998, str. 1768–1780.

RŮŽIČKA, J.: *Vedení lidí v podniku*, Praha: Institut pro výchovu vedoucích pracovníků ministerstva průmyslu ČSR, 1985.

SARVAŠ, M.: *Vplyv sucha na kořenový systém semenáčikov a možnosti aplikácie hydrogelu Stockosorb na jeho ochranu*, Lesnícký výzkumný ústav Zvolen, Slovenská republika, 2003.

SARVAŠ, M.; PAVLENDÁ, P.; TAKÁČOVÁ, E.: *Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations*. Journal of Forest Science 53, 2007, str. 204–209.

SARVAŠ, M.; TUČEKOVÁ, A.: *Aplikácia hydrogelov rady Stockosorb v školkárskej výrobe*. Zprávy lesníckeho výzkumu, LVÚ Zvolen, Slovenská republika, 2003.

SELYE, H.: *Stress in Health and Disease*, Boston: Buttenworth, 1976.

SCHREIBER, V.: *Současný pohled na stres a endokrinní odpověď*, Interní medicína pro praxi, 3, 2004. str. 111-114.

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.

SIMANOV, V.: *Vývoj lesnícké techniky v českých zemích v letech 1945-1992*, Národní zemědělské muzeum Praha, 2015. ISBN 978-80-86874-63-0.

SIMON, J; VACEK, S.: *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnícká univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-131-9.

SLOAN, J.: *The Use of Rootdips on North American Conifer Seedlings: A Review of the Literature*, Research forester, USDA Forest service, Intermountain Research Station, Boise, Idaho, 1994.

STEHLÍK, M; HUTLA, P.: *Zvýšení zadržetí vody v lesní výsadbě pomocí organického hnojení*, Lesnická práce: časopis pro lesnicko-dřevařskou vědu a praxi. Praha, 2019, 98(2), 18-21. ISSN 0322-9254.

STURROCK, R. N.; FRANKEL, S. J.; BROWN, A. V.; HENNON, P. E.; KLIEJUNAS, J. T.; LEWIS, K. J.; WORRALL, J. J.; WOODS, A. J.: *Climate change and forest diseases*, Plant Pathology, 60, 2011. str. 133 – 149.

ŠTIKAR, J.; RYMEŠ, M.; RIEGEL, K.; HOSKOVEC, J.: *Psychologie ve světě práce*, Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2003. ISBN 80-246-0448-5.

ŠPULÁK, O.; KACÁLEK, D.: *Historie zalesňování nelesních půd na území České republiky* [History of non-forest land afforestation in the Czech Republic], Zprávy lesnického výzkumu, 56, 2011. str. 49-57.

TALLAKSEN, L. M., VAN LANEN, H. A. J.: *Hydrological drought: Processes and estimation methods for streamflow and groundwater*, Developments in water science, 48, Elsevier, 2004.

Terminologický slovník BOZP, VÚBP, Praha, 1972.

TESAŘ, V.; CHROUST, L.; KANTOR, P.; PEŇÁZ, J.; VACEK, S.: *Pěstování lesa v heslech*, Ústav pěstování lesa LDF – MZLU v Brně, 1996.

TUČEK, M; CIKRT, M; PELCLOVÁ, D.: *Pracovní lékařství pro praxi: příručka s doporučenými standardy*, Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0927-9.

TUČEKOVÁ, A; HALÁK, A; SLAMKA, M.: *Hydrogely v umelej obnove lesa*, Lesnický výzkumný ústav Zvolen, Slovenská republika, 2008. ISSN 0323-10468.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES: *Physical Activity and Health*. A report of the Surgeon General. *US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention: Atlanta, GA, 1996.*

WARD, J.S.; PARKER, G.R.: *Spatial dispersion of woody regeneration in and old-growth forest*, Ecology, 70, 1989, str. 1279–1285.

WÁGNEROVÁ, I.: *Hodnocení a řízení výkonnosti*, Praha: Grada, 2008. ISBN 8024723617

WOODFORD, H.J.; PRICE, C.: *EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke*, Conchrane Database of Systematic Reviews, UK, 2007.

XANTHOPOULOS, G.; CALFAPIETRA, C.; FERNANDES, P.: *Fire hazard and flammability of European forest types*. In: Moreira, F. et al. (eds.): *Post-fire management and restoration of Southern European forests. Managing forest ecosystems*. Dordrecht, Springer: 24, 2012

XIAO, J.; ZHUANG, Q.: *Drought effects on large fire activity in Canadian and Alaskan forests*. Environmental Research Letters, 2:044003, USA, 2007.

YOUNG, M.S.; BROOKHUIS, K.A.; WICKENS, CH.D.; HANCOCK, P.A.: *State of science: mental workload in ergonomics*, Ergonomics, 58:1, UK, 2015, str. 1-17.

ZÁKON Č. 289/1995 SB., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů, Mze, Praha.

ŽALUD, Z.; TRNKA, M.; HLAVINKA, P. a kol.: *Zemědělské sucho v České republice – vývoj, dopady a adaptace*, Agrární komora České republiky, Praha, 2020. ISBN 978-80-88351-02-3.

Internetové zdroje

AOPK ČR. [online]. Česká republika: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR), 2021 [citováno 5. 1. 2021] Dostupné z: <https://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/>

Česká zemědělská univerzita. *Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy*. [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2019 [citováno 5. 1. 2021]. Dostupné z: <https://slp.czu.cz/cs/r-11200-o-slp>

Forest Meri. *FOREST MERI s.r.o.* [online]. Brno: Forest Meri, 2020 [citováno 20. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.forestmeri.cz/rzs-1>

Hydrogel (obrázek) [online], 2021 [citováno 5. 1. 2021]. Dostupné z: www.hydrology.cz

MACKŮ, J.; GAŠPARÍK, M.: *Stroje a zařízení pro obnovu lesa*, ČR, ČZU, Agro Journal, 2016 [citováno 7. 9. 2020]. Dostupné z: www.agrojournal.cz

MACKŮ, J.; ŠTÍCHA, V.: *Využití hydrofilních polymerů při obnově a zakládání lesních porostů*. ČR, ČZU, Agro Journal, 2018 [citováno 20. 11. 2020]. Dostupné z: www.agrojournal.cz

POLÁCHOVÁ, E.: *Privátní psychologická poradna ALLAGI*. [online]. Brno: Privátní psychologická poradna ALLAGI, 2018 [citováno 5. 2. 2021]. Dostupné z: <http://www.allagi.cz/biofeedback>

Portál Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). [online]. Praha: Portál ČHMÚ, 2021 [citováno 1. 2. 2021]. Dostupné z: <https://portal.chmi.cz/aktualni-situace/sucho#>

Pracovní stres a zdraví. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., 2016. 20 s. ISBN 978-80-87676-23-3. Dostupné z: <http://www.vubp.cz/images/soubory/produkty/publikace-ke-stazeni/pracovni-stres-a-zdravi.pdf>

ŠPLÍCHALOVÁ, A.: *Psychická zátěž*. [online]. Praha: Verlag Dashöfer, 2016 [citováno 20. 11. 2020]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/psychicka-zatez-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ep_FUjZLTuw8eTw9PtLfovs/

VEČEŘOVÁ – PROCHÁZKOVÁ, A.; HONZÁK, R.: Stres, eustres a distres (online), Interní medicína, Solen, Olomouc, 2008 [citováno 20. 11. 2020]

Dostupné z:

<https://www.solen.sk/storage/file/article/d778fce25b37a04213ab9a6079246de6.pdf>

Zádové svalstvo (obrázek), [online], 2021 [citováno 5. 1. 2021]. Dostupné z: www.medicina.ronnie.cz

Ostatní zdroje

DAŇHOVÁ, M.: *Analýza zátěže křížových a bederních svalů u studentů při nácviu ovládní CTL technologie*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha, 2019. (bakalářská práce) nepublikováno

ŠKVOR, P.: *Vliv pracovního prostředí na operátora harvestoru – analýza elektromyogramu svalů zápěstí a předloktí*, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha, 2018. (diplomová práce) nepublikováno

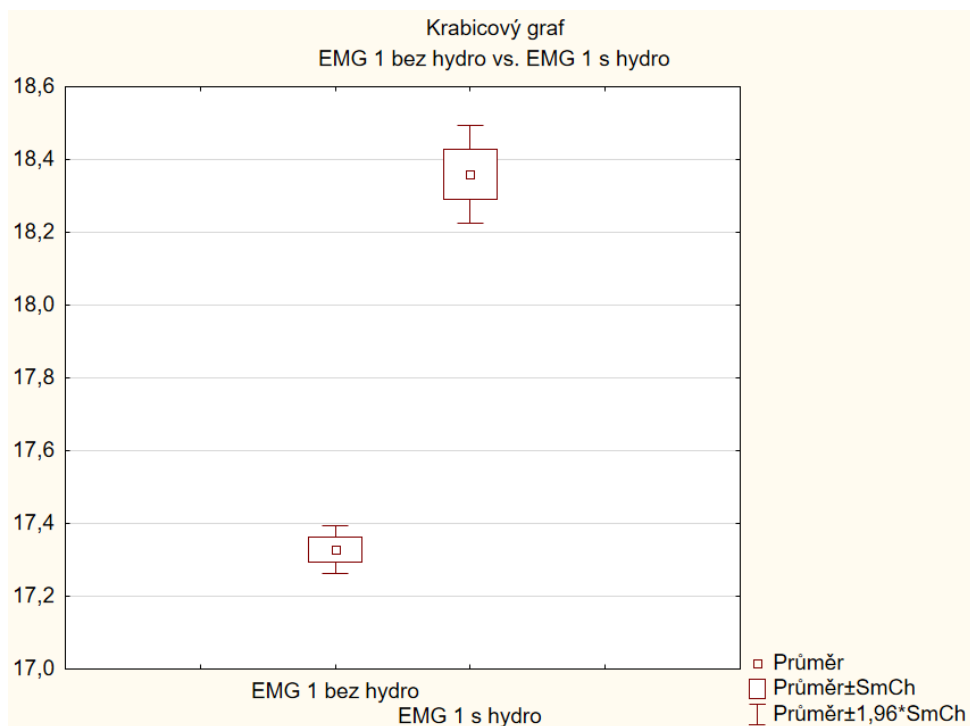
TOMŠÍKOVÁ, E: *Analýza pracovní zátěže*, Masarykova univerzita Brno, Filozofická fakulta, Brno, 2007. (bakalářská práce) nepublikováno

Přílohy

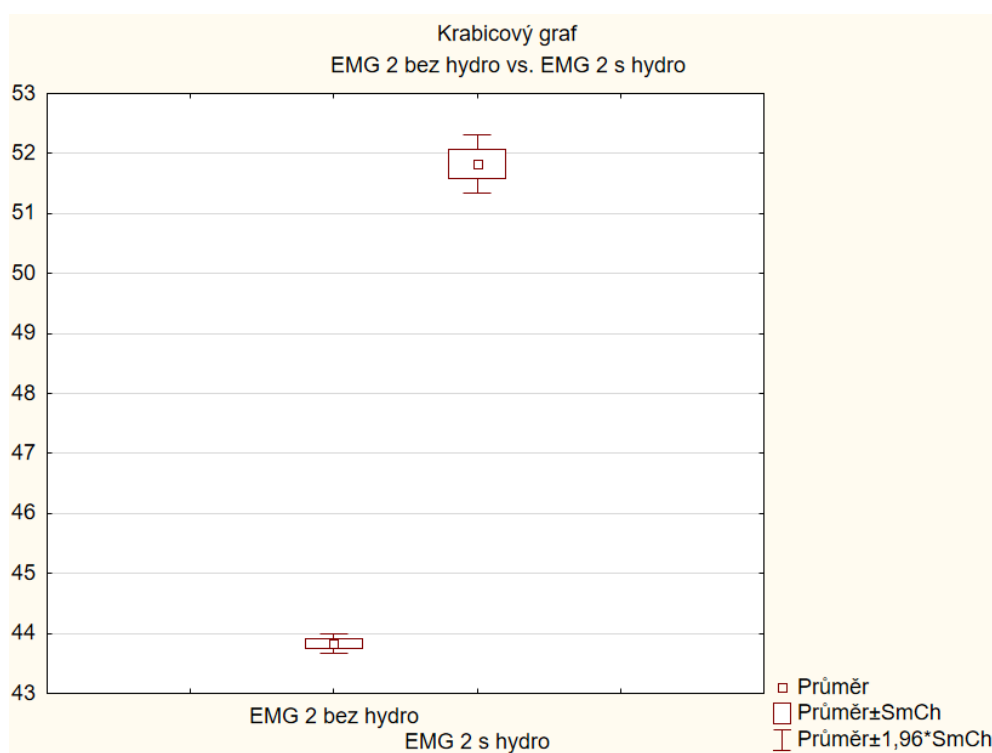
Seznam příloh

| | |
|--|----|
| Příloha 1: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (2. den) (výstup ze software Statistica)..... | 71 |
| Příloha 2: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (2. den) (výstup ze software Statistica)..... | 71 |
| Příloha 3: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (3. den) (výstup ze software Statistica)..... | 72 |
| Příloha 4: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (3. den) (výstup ze software Statistica)..... | 72 |
| Příloha 5: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (4. den) (výstup ze software Statistica)..... | 73 |
| Příloha 6: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (4. den) (výstup ze software Statistica)..... | 73 |
| Příloha 7: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (2. den) (výstup ze software Statistica) | 74 |
| Příloha 8: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (2. den) (výstup ze software Statistica) | 74 |
| Příloha 9: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (2. den) (výstup ze software Statistica) | 75 |
| Příloha 10: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (2. den) (výstup ze software Statistica) | 75 |
| Příloha 11: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (3. den) (výstup ze software Statistica) | 76 |
| Příloha 12: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (3. den) (výstup ze software Statistica) | 76 |
| Příloha 13: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (3. den) (výstup ze software Statistica) | 77 |
| Příloha 14: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (3. den) (výstup ze software Statistica) | 77 |
| Příloha 15: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (4. den) (výstup ze software Statistica) | 78 |

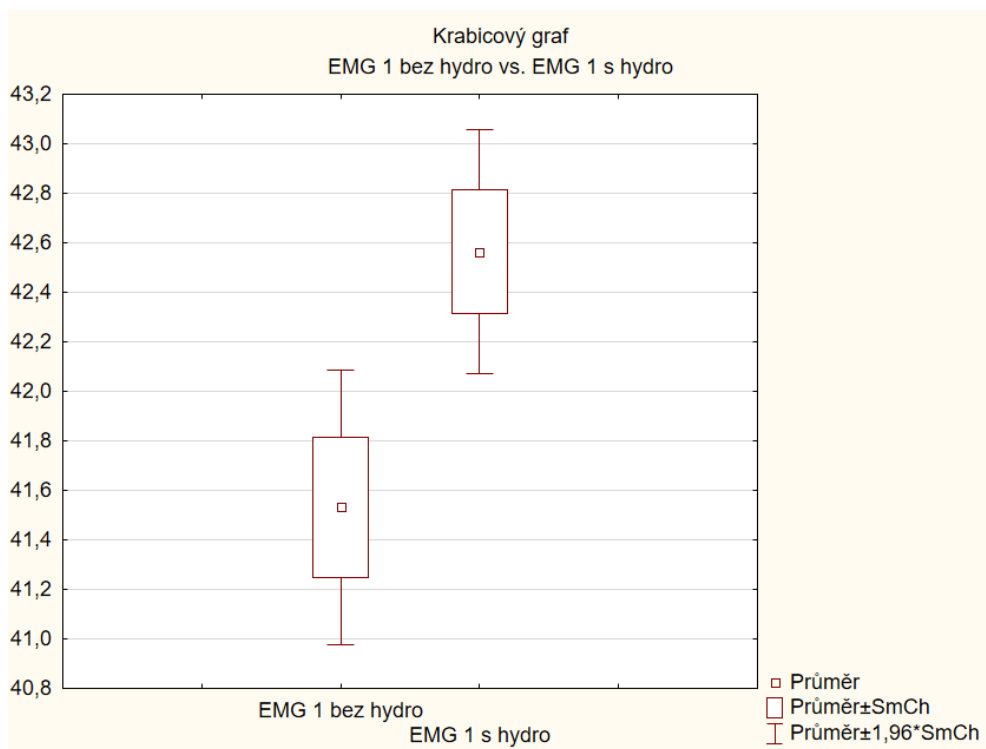
| | |
|---|----|
| Příloha 16: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (4. den) (výstup ze software Statistica) | 78 |
| Příloha 17: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (4. den) (výstup ze software Statistica) | 79 |
| Příloha 18: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (4. den) (výstup ze software Statistica) | 79 |



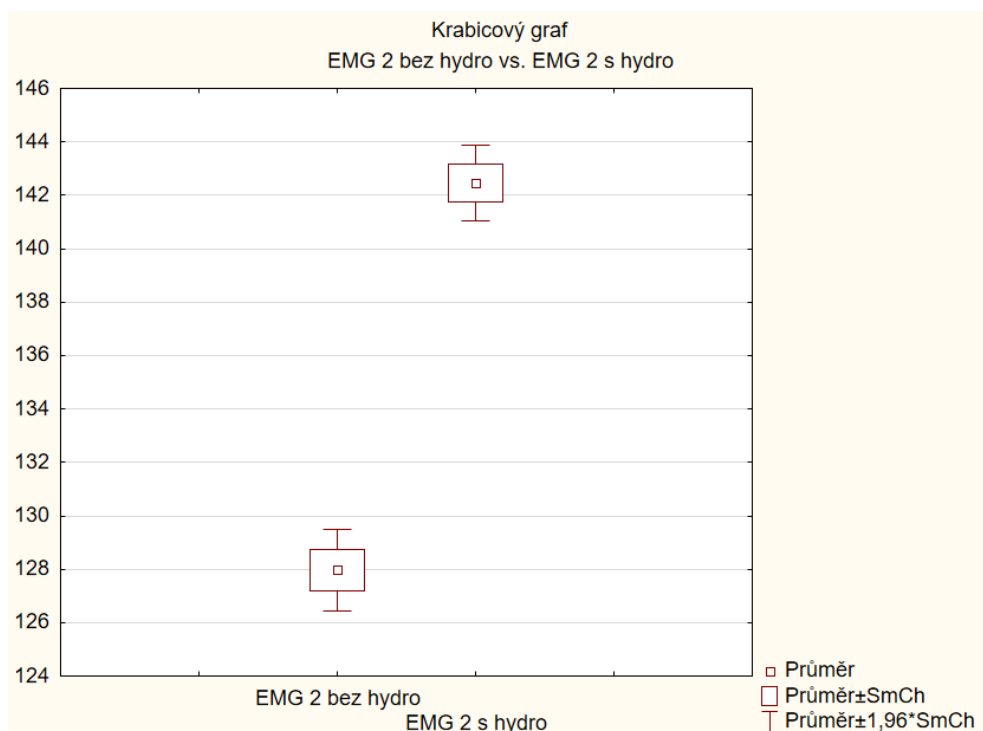
Příloha 1: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (2. den) (výstup ze software Statistica)



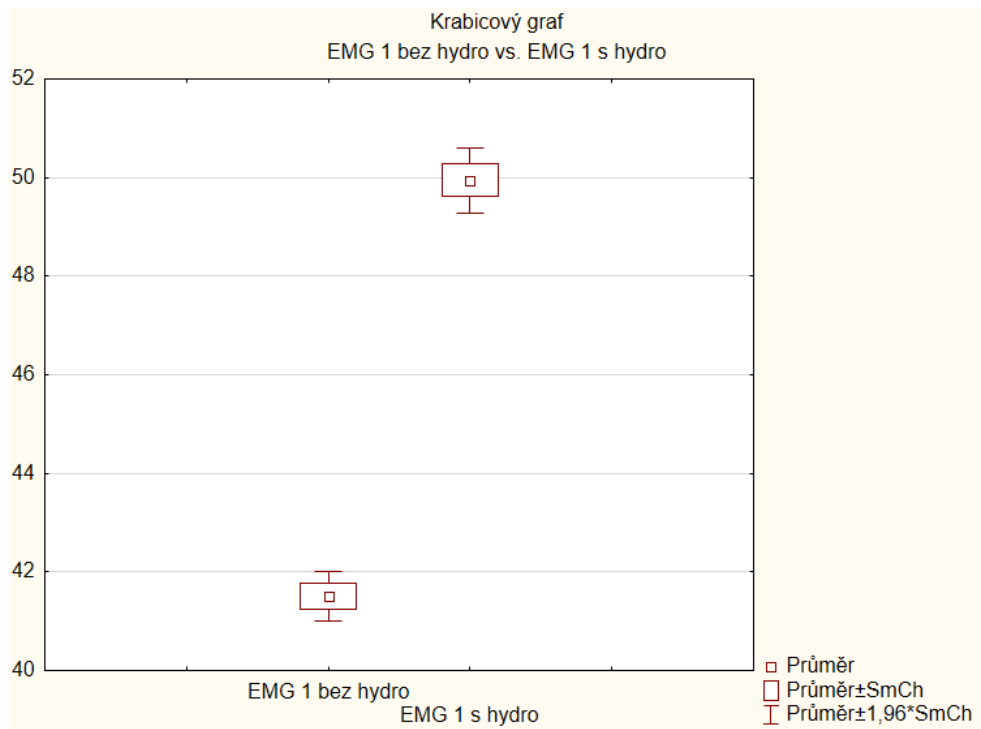
Příloha 2: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (2. den) (výstup ze software Statistica)



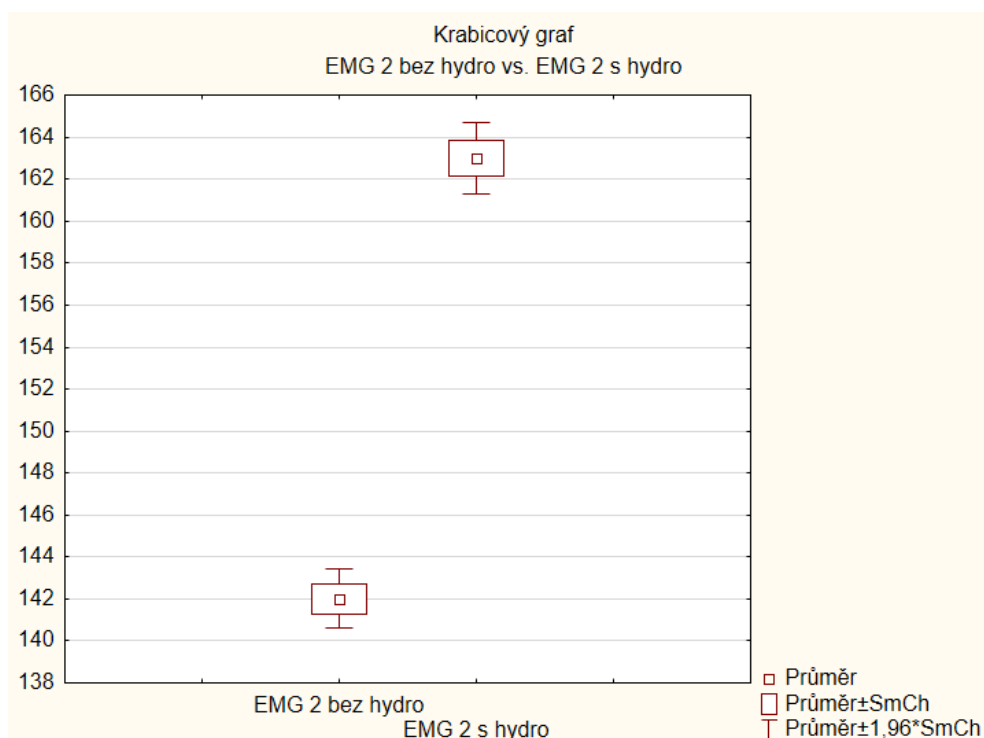
Příloha 3: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (3. den) (výstup ze software Statistica)



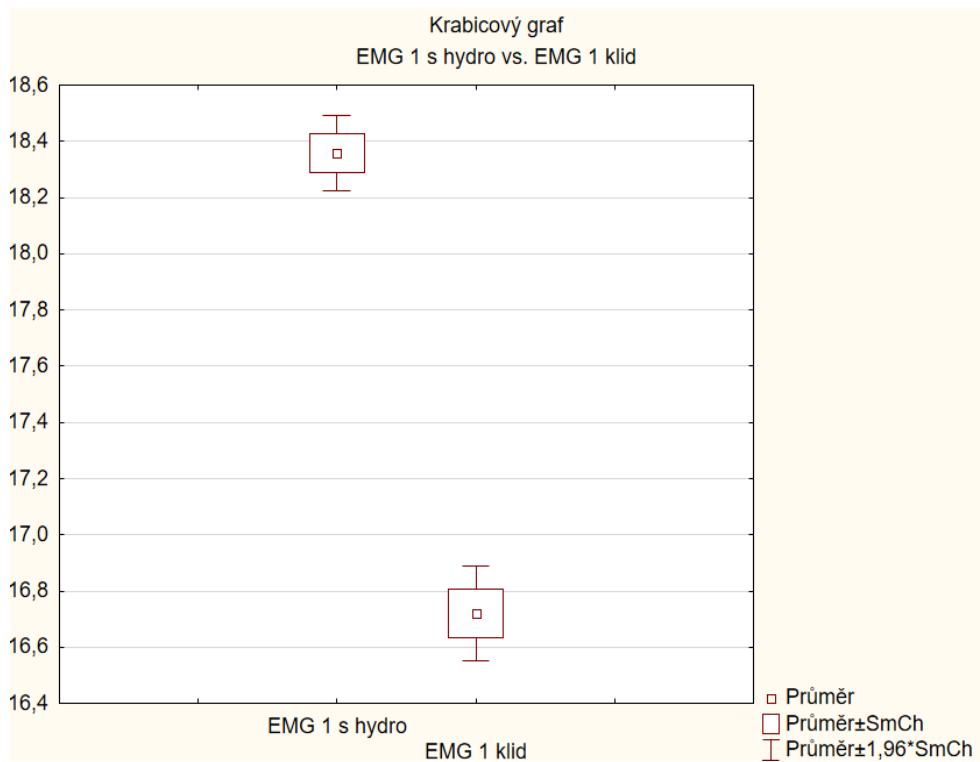
Příloha 4: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (3. den) (výstup ze software Statistica)



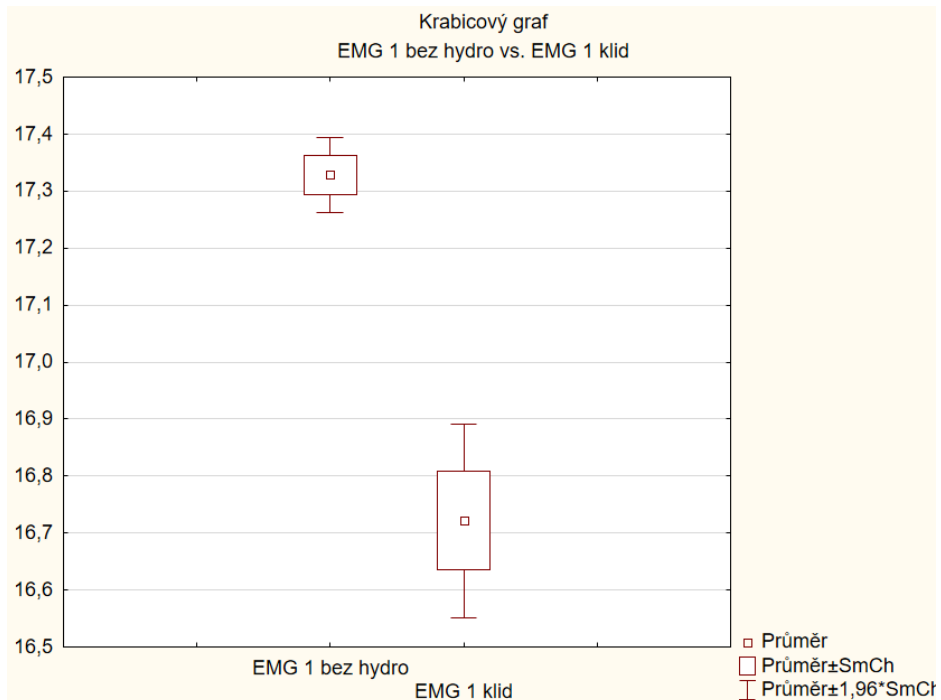
Příloha 5: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 s hydrogelem (4. den) (výstup ze software Statistica)



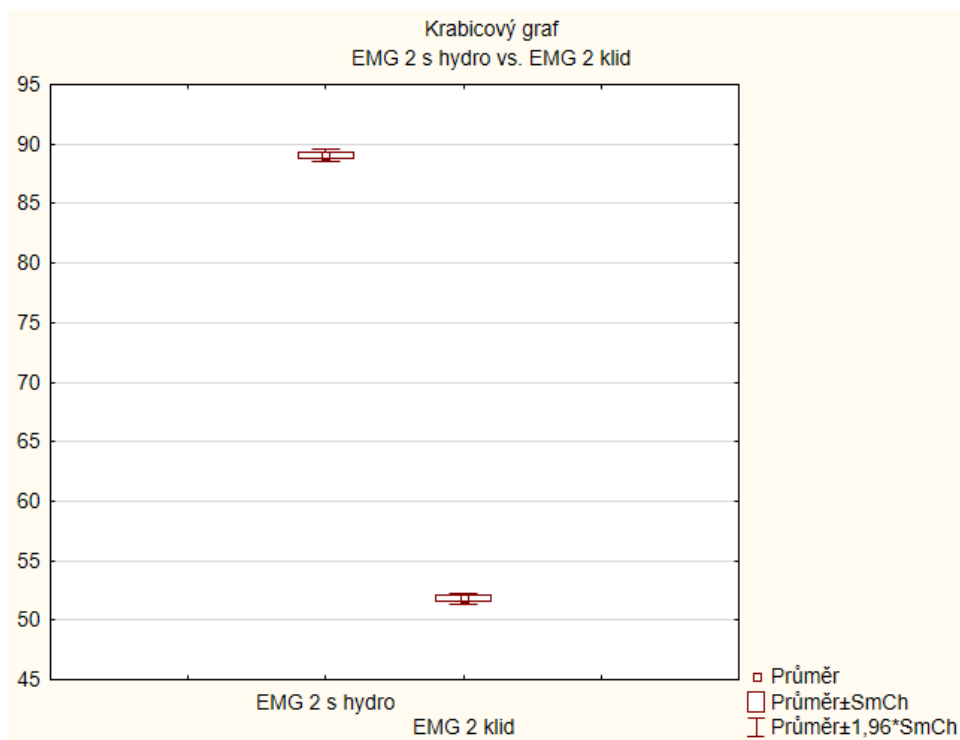
Příloha 6: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 s hydrogelem (4. den) (výstup ze software Statistica)



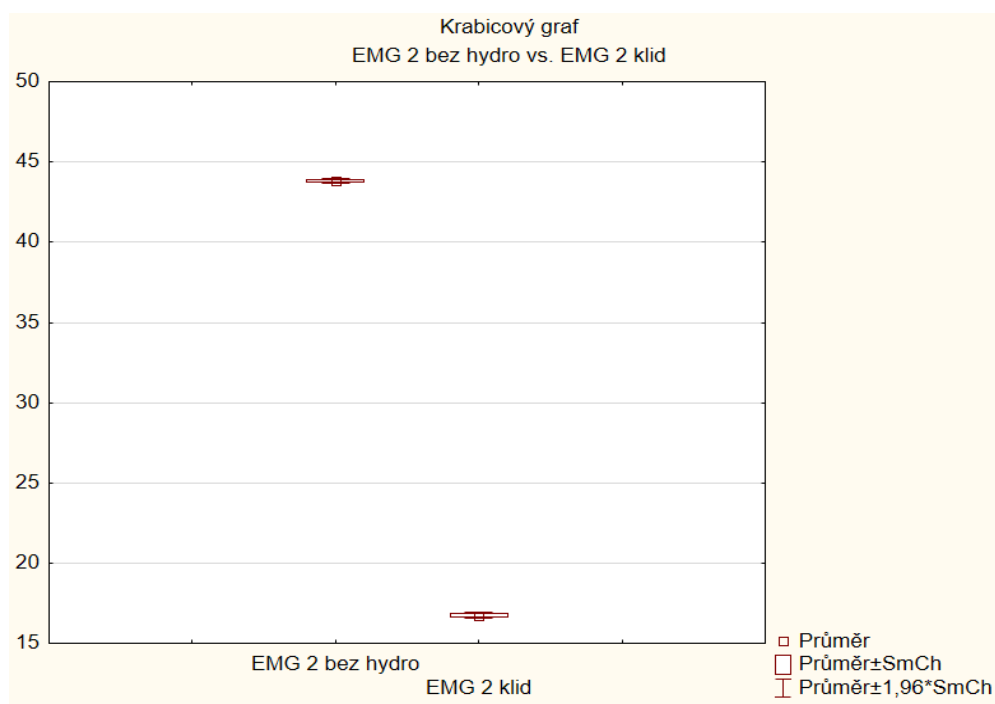
Příloha 7: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (2. den)
(výstup ze software Statistica)



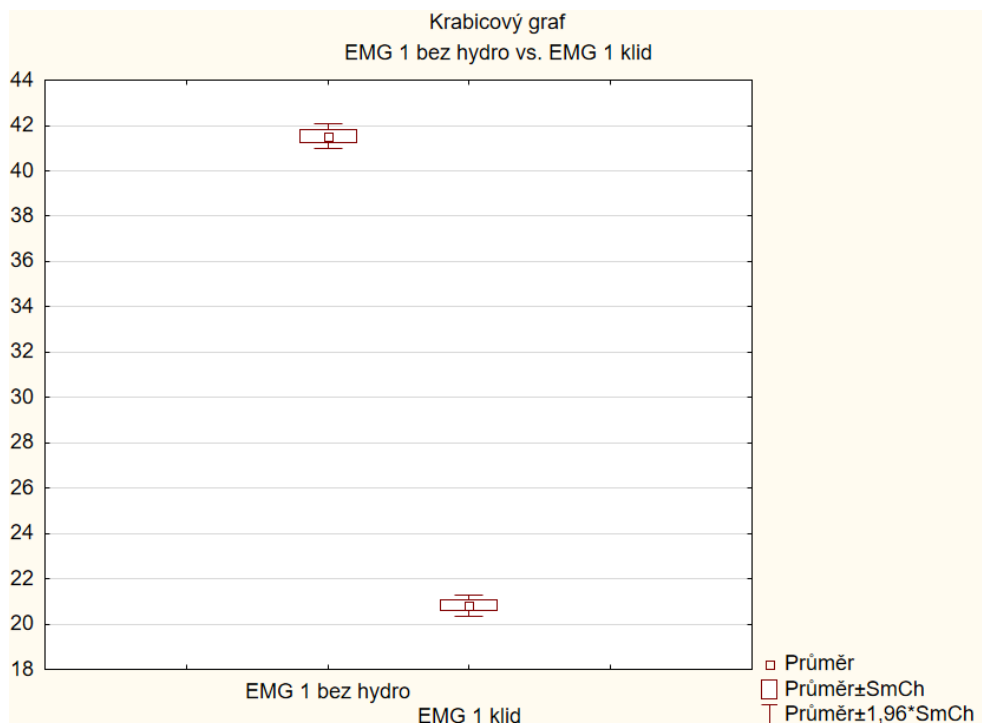
Příloha 8: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (2. den)
(výstup ze software Statistica)



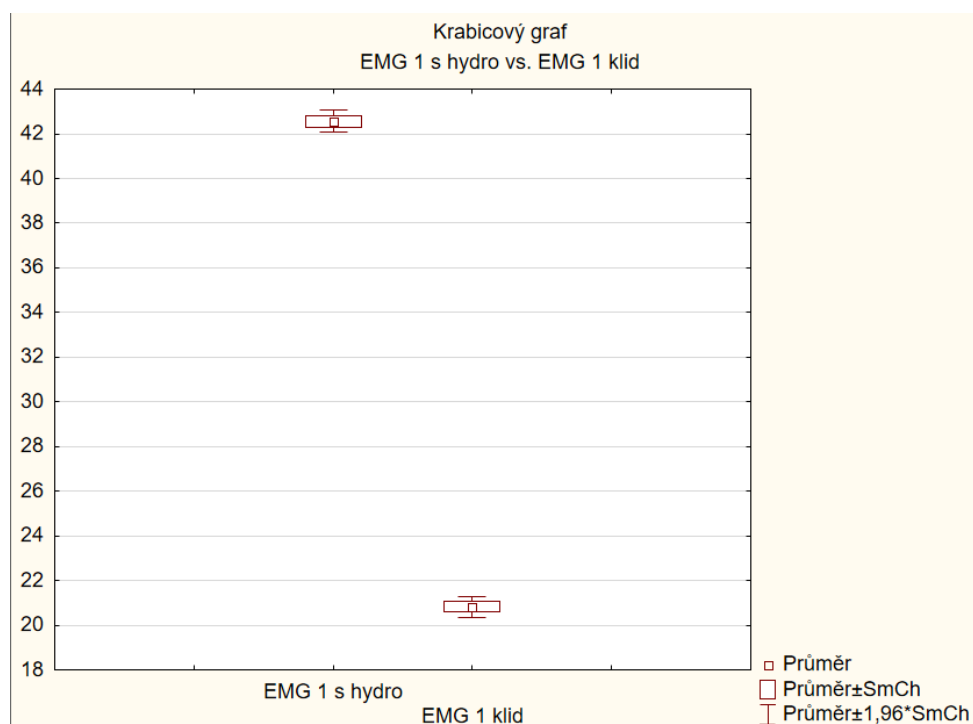
Příloha 9: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (2. den)
(výstup ze software Statistica)



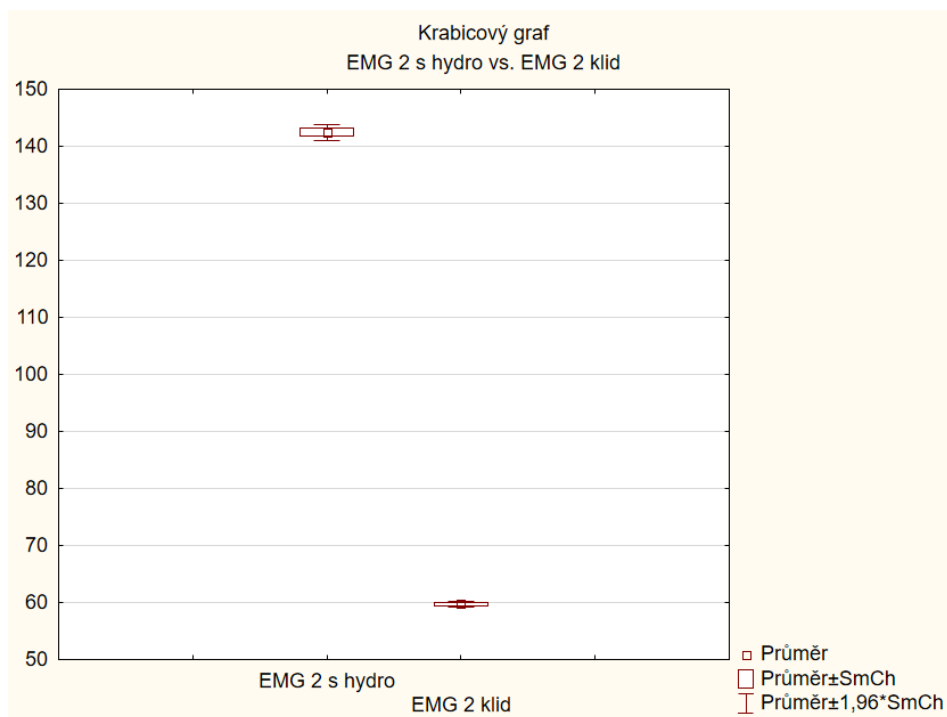
Příloha 10: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (2. den)
(výstup ze software Statistica)



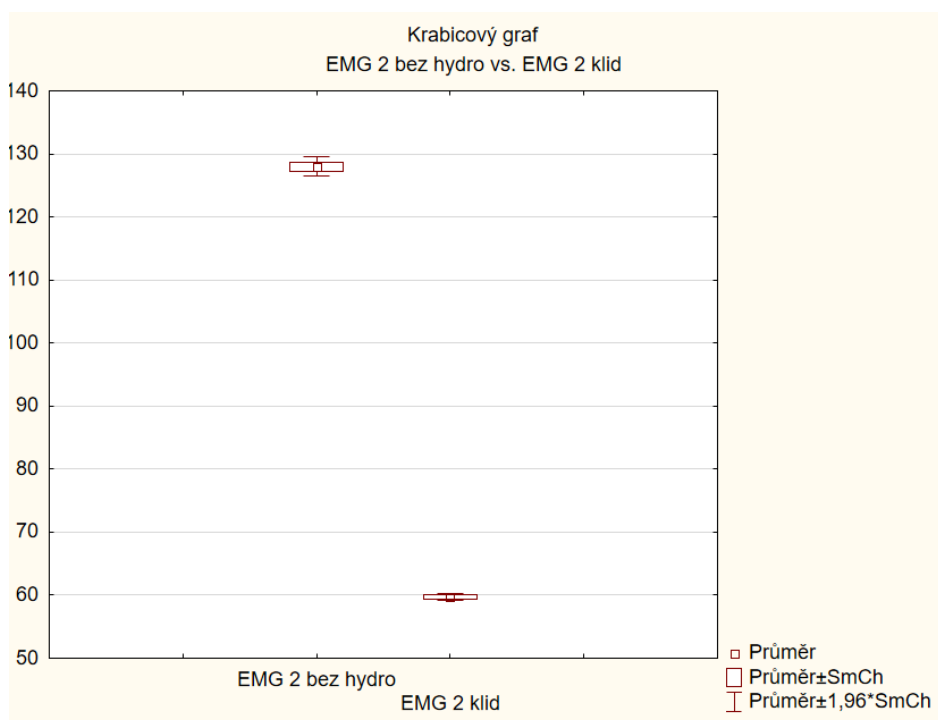
Příloha 11: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (3. den)
(výstup ze software Statistica)



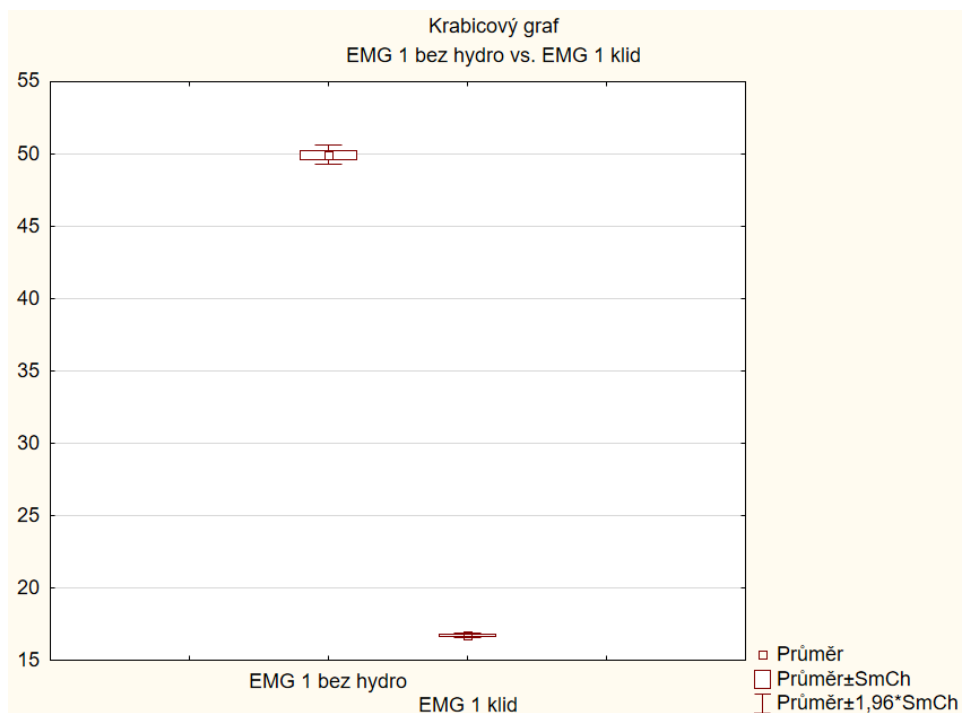
Příloha 12: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (3. den)
(výstup ze software Statistica)



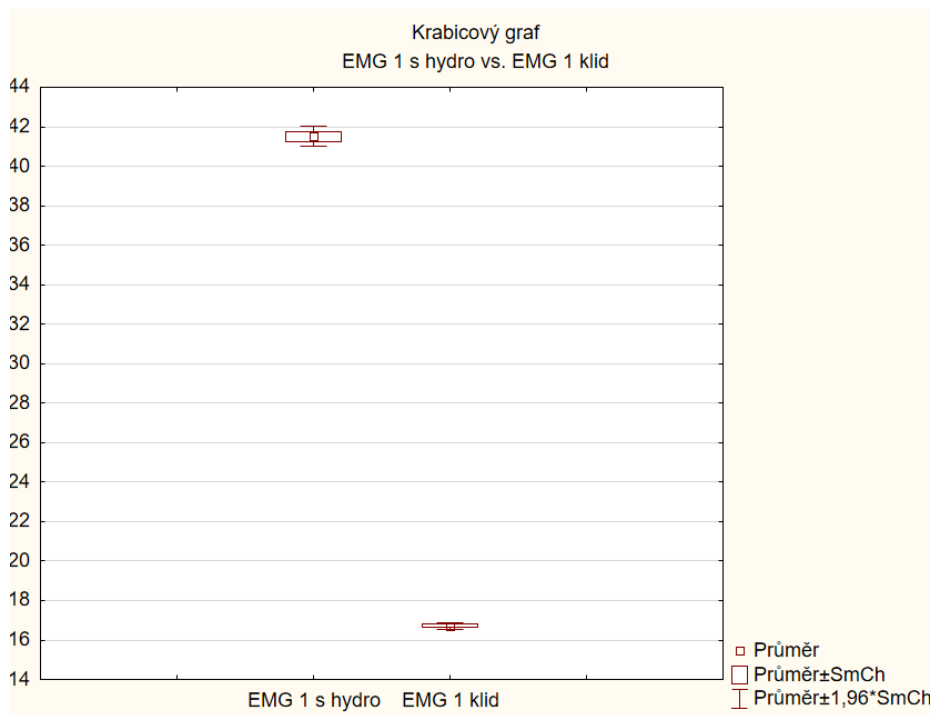
Příloha 13: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (3. den)
(výstup ze software Statistica)



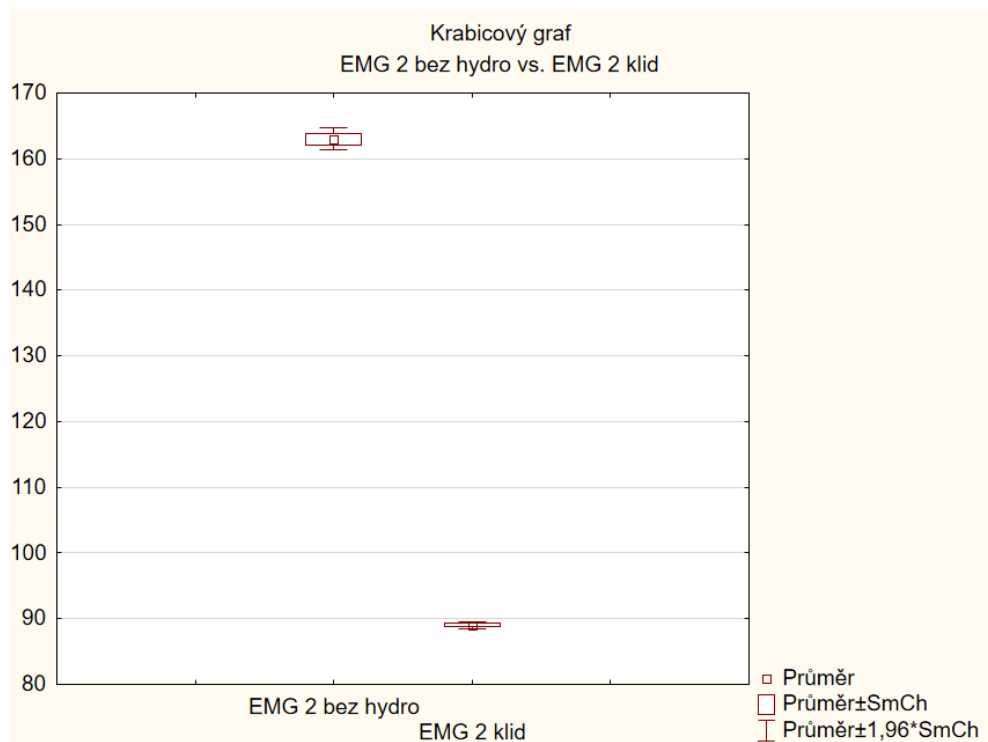
Příloha 14: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (3. den)
(výstup ze software Statistica)



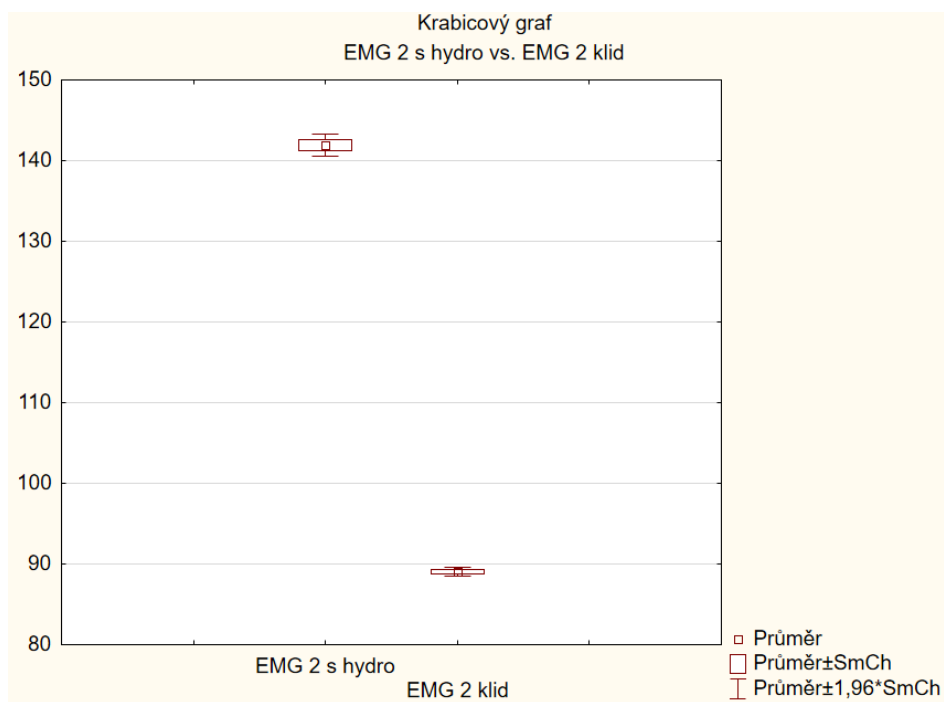
Příloha 15: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 bez hydrogelu a EMG 1 klid (4. den)
(výstup ze software Statistica)



Příloha 16: Rozložení průměrných hodnot EMG 1 s hydrogelem a EMG 1 klid (4. den)
(výstup ze software Statistica)



Příloha 17: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 bez hydrogelu a EMG 2 klid (4. den)
(výstup ze software Statistica)



Příloha 18: Rozložení průměrných hodnot EMG 2 s hydrogelem a EMG 2 klid (4. den)
(výstup ze software Statistica)