



Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Leśny i Technologii Drewna

mgr inż. Tomasz Szwed

**Analiza stosowanych metodyk i standardów
międzynarodowych w szkoleniach drwali-pilarzy
oraz instruktorów ścinki drzew w aspekcie
efektów kształcenia i ergonomii pracy**

Analysis of applied methodologies and international standards in the training of loggers
and tree felling instructors in terms of learning outcomes and ergonomics

Rozprawa doktorska w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie nauki leśne
Doctoral thesis in agricultural sciences in the forestry science discipline

Promotor:

prof. dr hab. inż. Tomasz Jelonek

Promotor pomocniczy:

dr inż. Bartłomiej Naskrent

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wydział Leśny i Technologii Drewna

Katedra Użytkowania Lasu

Poznań, 2025

*Składam serdeczne podziękowania Promotorowi
prof. drowi hab. inż. Tomaszowi Jelonkowi oraz
promotorowi pomocniczemu drowi inż. Bartłomiejowi Naskrentowi
za bezcenną pomoc, uwagi i poświęcony czas podczas realizacji rozprawy doktorskiej.*

*Ponadto serdecznie dziękuję Kasi, Jagodzie oraz wszystkim bliskim za wiarę,
cierpliwość, wyrozumiałość oraz wsparcie w tej niełatwej drodze.*

Spis treści

1. Wstęp	9
2. Przegląd literatury	12
2.1. Historia pozyskiwania drewna	12
2.1.1. Ręczne pozyskiwanie drewna.....	12
2.1.2. Maszynowe pozyskiwanie drewna	20
2.2. Aktualne pozyskiwanie drewna w Polsce i na świecie	21
2.3. Drwal-pilarz w aspekcie uwarunkowań ergonomicznych	22
2.3.1. Charakterystyka środowiska pracy	22
2.3.2. Zagrożenia w miejscu pracy	23
2.3.3. Obciążenie pracą przy pozyskiwaniu drewna	32
2.3.4. Wypadkowość przy pozyskiwaniu drewna	37
2.4. Uzyskiwanie uprawnień zawodowych	44
2.4.1. Uzyskiwanie uprawnień zawodowych umożliwiających prace w zawodzie drwala-pilarza	44
2.4.2. Uzyskiwanie uprawnień zawodowych umożliwiających pracę w zawodzie instruktora ścinki drzew	53
2.5. Szkolenia okresowe BHP dla drwali-pilarzy	57
3. Cel i zakres badań	58
3.1. Cel badań.....	58
3.2. Zakres badań	58
4. Metody badań	60
4.1. Standardy szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata.....	60
4.1.1. Wybór państw do przedstawienia standardów szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew	60
4.1.2. Szkolenia drwali-pilarzy w innych krajach świata	60
4.1.3. Szkolenia instruktorów ścinki drzew w innych krajach świata.....	61
4.2. Analiza poziomu wiedzy kursantów na różnych etapach procesu dydaktycznego.....	62

4.3. Badanie efektywności procesu kształcenia na podstawie pomiaru czasu wykonywania ścinki i okrzesywania przez osoby biorące udział w kursie drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia.....	69
4.3.1. Sposób i miejsce badań.....	69
4.3.2. Selekcja zebranych danych poddanych analizie.....	70
4.4. Pomiar tętna w trakcie wykonywania różnych czynności przez kursantów i instruktorów ścinki drzew na kursie drwala-pilarza.....	72
4.4.1. Wybór metody badań.....	72
4.4.2. Czas i miejsce badań.....	73
4.4.3. Uczestnicy badania.....	73
4.4.4. Prace terenowe.....	77
4.4.5. Prace kameralne nad zebranymi danymi.....	77
4.5. Analiza statystyczna.....	81
5. Wyniki badań.....	83
5.1. Standardy szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata.....	83
5.2. Analiza poziomu wiedzy kursantów uczestniczących w szkoleniu drwal-pilarz na różnych etapach procesu dydaktycznego.....	89
5.2.1. Charakterystyka kursantów uczestniczących w badaniu ankietowym.....	89
5.2.2. Analiza uzyskanych wyników z przeprowadzonych ankiet.....	94
5.2.2.1. Analiza wyników badania ankietowego dotycząca różnic pomiędzy grupami wiekowymi uczestników kursów drwali.....	96
5.2.2.2. Analiza wyników badania ankietowego dotycząca różnic pomiędzy grupami reprezentującymi różny poziom wykształcenia uczestników kursów drwali.....	100
5.2.2.3. Analiza wyników badania ankietowego dotycząca różnic pomiędzy kursantami posiadającymi pilarki łańcuchowe w swoim gospodarstwie domowym i nieposiadających pilarek łańcuchowych.....	103
5.2.2.4. Analiza wyników ankiet dotyczących różnic między kursantami według płci, miejsca wychowania, miejsca zamieszkania, statusu oraz marki posiadanej pilarki łańcuchowej.....	108
5.2.3. Analiza tempa uczenia się kursantów.....	108
5.2.3.1. Analiza tempa uczenia się względem grup wiekowych kursantów.....	109
5.2.3.2. Analiza tempa uczenia się względem wykształcenia kursantów.....	110

5.2.3.3. Analiza tempa uczenia się względem miejsca wychowania kursantów.....	111
5.2.3.4. Analiza tempa uczenia się względem miejsca zamieszkania kursantów.....	112
5.2.3.5. Analiza tempa uczenia się względem posiadania pilarki łańcuchowej przez kursantów.....	113
5.2.3.6. Analiza tempa uczenia się względem płci, statusu i marki posiadanej pilarki łańcuchowej.....	114
5.3. Efektywność procesu kształcenia na podstawie pomiaru czasu wykonywania ścinki i okrzesywania przez osoby biorące udział w kursach drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia	115
5.4. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń.....	117
5.5. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki drzew w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń....	125
5.6. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności okrzesywania w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń....	133
5.7. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń.....	141
5.8. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia.....	149
5.9 Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia.....	157
5.10. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia.....	165
6. Dyskusja.....	173
6.1. Standardy szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata.....	173

6.2. Analiza poziomu wiedzy kursantów uczestniczących w szkoleniu drwal-pilarz na różnych etapach procesu dydaktycznego.....	177
6.3. Efektywność procesu kształcenia na podstawie pomiaru czasu wykonywania ścinki i okrzesywania przez osoby biorące udział w kursach drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia.....	183
6.4. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń.....	186
6.5. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki drzew w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń....	188
6.6. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności okrzesywania w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń....	190
6.7. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń	192
6.8. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń	193
6.9. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia	195
6.10. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia	196
7. Wnioski, stwierdzenia oraz wskazówki dla praktyki	199
8. Spis literatury	204
9. Spis źródeł internetowych	224
10. Spis tabel	225
11. Spis rycin.....	230
Streszczenie	234
Summary.....	236

1. Wstęp

Drewno należy do najbardziej uniwersalnych surowców wykorzystywanych przez człowieka od początków rozwoju cywilizacyjnego. We wczesnych etapach rozwoju społeczeństw jego zastosowanie ograniczało się głównie do celów energetycznych i przygotowywania pożywienia (Moskalik i in. 2012). Wraz z postępem technologicznym i rozwojem kultury zakres jego wykorzystania znacząco się rozszerzył. Obecnie globalne pozyskanie drewna szacuje się na około 3 912 mln m³ (FAO 2020), natomiast w Polsce wynosi ono około 40 mln m³ rocznie (GUS 2023). Na podstawie szacunków Lasów Państwowych drewno ma około 30 tysięcy zastosowań, a nowe są wciąż odkrywane przez naukowców.

Rosnące zapotrzebowanie na surowiec drzewny wymusiło ewolucję narzędzi stosowanych do jego pozyskiwania. Początkowo były to prymitywne siekiery z ostrzem kamiennym osadzonym na drewnianym toporzysku (Grogan 1992), które wraz z rozwojem metalurgii przekształciły się w wersje metalowe. Wzrost zapotrzebowania na drewno wpłynął na usprawnienie procesu poprzez wykorzystanie dwuosobowych pił ręcznych. W okresie szybkiej industrializacji zaczęto wykorzystywać maszyny do cięcia napędzane parą (Giefing i Grzywiński 2009). Kolejnym etapem technologicznego postępu było pojawienie się pilarek łańcuchowych, początkowo obsługiwanych dwuosobowo. Z czasem zaczęto wprowadzać coraz lepsze i bardziej ergonomiczne modele maszyn, przeznaczonych do pracy jednoosobowej. Współcześnie proces pozyskiwania drewna w krajach Europy Północnej jest niemal całkowicie zmechanizowany. Podobna sytuacja obserwowana jest również w Europie Zachodniej (Steponavičius i Zinkevičius 2010). Mimo rosnącej skokowo mechanizacji prac leśnych w Polsce (Bodył 2022) nadal znaczący udział w strukturze pozyskania drewna ma system ręczno-maszynowy, oparty na pracy z użyciem pilarek łańcuchowych. Pomimo braku aktualnych danych empirycznych dotyczących liczby harwesterów oraz wolumenu drewna pozyskiwanego metodą zmechanizowaną, szacuje się, że udział tej technologii może docelowo osiągnąć poziom 50-60% całkowitego pozyskania. Należy jednak zauważyć, że dalszy wzrost udziału pozyskania maszynowego będzie stopniowo ograniczany przez rosnący udział gatunków liściastych, wprowadzanych w ramach przebudowy drzewostanów.

Ścinka, okrzesywanie i przerzynka drewna należą do najbardziej ryzykownych czynności wykonywanych przez drwali (Åstrand i in. 2003; Leszczyński 2014). Osoby pracujące przy ręcznym pozyskiwaniu drewna narażone są na liczne szkodliwe czynniki (fizyczne, środowiskowe, biologiczne, chemiczne oraz organizacyjne), a także na znaczne obciążenie fizjologiczne (Grzywiński i in. 2017; Masci i in. 2022). Pomimo rosnącego udziału mechanizacji prac, wypadkowość podczas pracy pilarką łańcuchową utrzymuje się na wysokim poziomie. Najczęściej dochodzi do nich w trakcie nieprawidłowego usuwania drzew zawieszonych, co wynika z rażącego naruszenia zasad bezpieczeństwa i higieny pracy (Peters 1991). W Polsce corocznie odnotowuje się od 20 do 30 wypadków śmiertelnych związanych z ręczno-maszynowym procesem pozyskiwania drewna, przy czym niektóre opracowania wskazują, że liczba ta może sięgać nawet 40 przypadków rocznie (Chojnicki 2023). Wypadkom ulegają zarówno osoby rozpoczynające pracę w zawodzie, jak i doświadczeni pracownicy, u których ważną rolę odgrywa zjawisko rutyny (Choe i in. 2023).

System szkolenia drwali-pilarzy w Polsce ulegał zmianom na przestrzeni lat. Obecnie brak jest jednolitego, państwowego standardu kursu uprawniającego do pracy przy pozyskiwaniu drewna. Funkcjonuje jedynie standard opracowany przez Sieć Badawczą Łukasiewicz - Warszawski Instytut Technologiczny, który klasyfikuje pilarkę łańcuchową jako narzędzie budowlane, a część praktyczna szkolenia ogranicza się do kilkunastu godzin realizowanych w dużych grupach. Brak regulacji prawnych prowadzi do patologii na rynku szkoleń. Zjawisko to obejmuje między innymi przypadki sprzedaży zaświadczeń przez Internet bez udziału w zajęciach praktycznych. Alternatywę stanowi program kursu drwala zaprezentowany podczas konferencji „Drwal - zawód przyszłości” przez Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych. Zakłada on 56 godzin zajęć praktycznych prowadzonych w grupach 4-5 osobowych przypadających na jednego instruktora.

Prognozuje się, że umiejętność profesjonalnej pracy pilarką łańcuchową będzie nadal kluczowa przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach niedostępnych dla maszyn wielooperacyjnych. Dotyczy to szczególnie terenów o dużym nachyleniu stoku, drzewostanów liściastych o silnym ugałęzieniu oraz sytuacji pozyskiwania pojedynczych, ponadwymiarowych drzew. Pilarka pozostanie również niezbędnym narzędziem w zabiegach pielęgnacyjnych realizowanych w trakcie zagospodarowania lasu. Ponadto umiejętność pracy pilarką łańcuchową wykorzystuje się w budownictwie,

ogrodnictwie oraz przy usuwaniu skutków klęsk żywiołowych. W związku z tym drwal-pilarz i każdy użytkownik pilarek łańcuchowych powinien dysponować szeroką wiedzą teoretyczną i dużymi umiejętnościami praktycznymi, ponieważ drzewa z którymi nie poradzą sobie harwestery zazwyczaj należą do kategorii tzw. drzew trudnych.

Racjonalnym kierunkiem działań wydaje się opracowanie systemu szkoleniowego, który z jednej strony nie będzie nadmiernie obciążał organizacyjnie i finansowo przedsiębiorstw, a z drugiej zapewni wysoki poziom wiedzy i kompetencji praktycznych gwarantujących bezpieczną i ergonomiczną pracę. Analiza profilu kursantów i instruktorów śinki drzew może znacząco przyczynić się do opracowania bardziej efektywnych metod szkoleniowych.

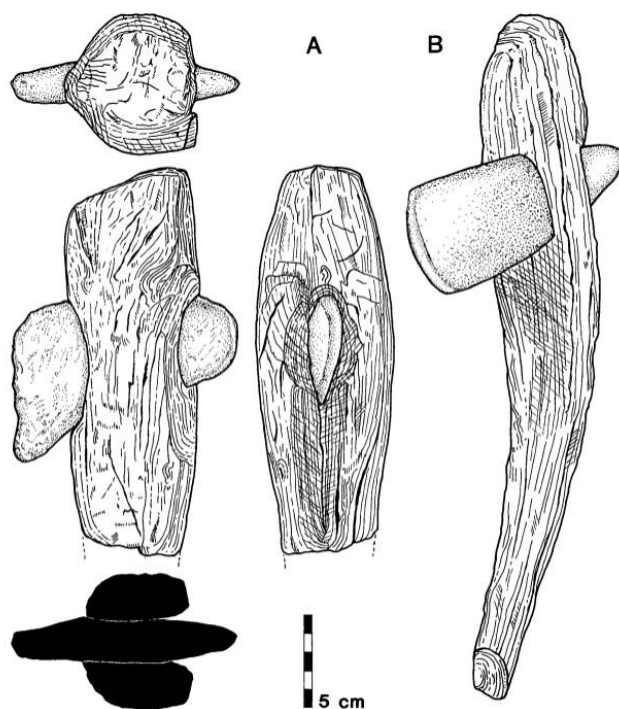
Praca stanowi analizę międzynarodowych standardów szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów śinki drzew stosowanych w różnych krajach. Ponadto zostanie oceniony poziom wiedzy teoretycznej i praktycznej oraz stopień obciążenia pracą kursantów i instruktorów. Dotychczas problematyka obciążenia pracą drwali-pilarzy była szeroko opisywana w literaturze przedmiotu, jednak brak jest opracowań uwzględniających kursantów i instruktorów śinki drzew uczestniczących w procesie przygotowania do zawodu. Z tego względu zasadne jest prowadzenie badań dotyczących tematyki szkoleń drwali-pilarzy.

2. Przegląd literatury

2.1. Historia pozyskiwania drewna

2.1.1. Ręczne pozyskiwanie drewna

Od chwili, gdy człowiek okiełznał ogień i zaczął posługiwać się prostymi narzędziami, drewno stało się nieodłącznym elementem jego codziennego życia. Na początku drewno służyło człowiekowi głównie do celów energetycznych i łowieckich (Heizer 1963). Pozyskiwanie drewna polegało na zbieraniu naturalnie złamanych, w trakcie oczyszczania lub odłamanych przez wiatr czy śnieg gałęzi oraz części pni. Innym bardziej skomplikowanym sposobem pozyskiwania drewna było wykorzystanie siły mięśni lub narzędzi, które były ostro zakończone. Z biegiem czasu zastosowań drewna przybywało, a człowiek był zmuszony do bardziej sprawnego pozyskiwania surowca. Umiejscowiony na drewnianym trzonku kawałek zaostrej skały często związany cienkimi rzemieniami stał się protoplastą siekiery (Grogan 1992) (ryc. 1).



Ryc. 1. Przykłady siekier z czasów prehistorycznych (Raftery 1967)

Wraz z odkryciem nowych, bardziej trwałych i wydajnych materiałów jak brąz, a później żelazo (Mathieu i Meyer 1997) zaczęto ich wykorzystywanie do tworzenia narzędzi, takich jak siekiery, a konkretniej ich główne. Ludzie posiadający narzędzia, którymi mogli pozyskiwać drewno ograniczeni byli jedynie trwałością materiałów i siłą własnych mięśni co skutkowało dostępnością surowca drzewnego w dużej ilości. Wpływało to na rozwój społeczeństw, a w rezultacie całych cywilizacji. Drewno zaczęło być wykorzystywane do celów budulcowych, architektonicznych, ozdobnych, snycerskich oraz religijnych. Zgodnie z zasadą rynku za popytem starała się nadążyć podaż. Epoka żelaza i w późniejszym czasie poznanie technik pozwalających na tworzenie cienkich i długich elementów metalowych przyczyniły się do wynalezienia piły, która zrewolucjonizowała prace związane z pozyskiwaniem i obróbką drewna.

Powszechne wykorzystanie dwuosobowych pił stalowych rozpoczęło się dopiero po 1833 roku, kiedy materiał do produkcji narzędzi stał się relatywnie tani i ogólnodostępny (Samset 1992). W XIX wieku bardzo często wykorzystywano do ścinki drzew siekiery, którymi wykonywano rzaz podcinający natomiast rzaz ścinający był wykonywany za pomocą dwuosobowej piły zębatej. Przy ścince drzew szczególnie grubych umiejscowionych na stokach z wydatnymi napływami korzeniowymi wykorzystywano specjalne stelaże z desek, które zapewniały odpowiednią postawę przy obalaniu drzew (ryc. 2).



Ryc. 2. Ścinka drzew za pomocą siekier i dwuosobowej piły ręcznej (www.researchgate.net)

Druga rewolucja przemysłowa, która miała miejsce pod koniec XIX wieku niosła za sobą bardzo duży postęp w wykorzystywanych technologiach (Maloney i Caicedo 2022). Pierwsza bardziej zaawansowana maszyna napędzana siłą mięśni do ścinki drzew pojawiła się w 1861 roku, a wynalazcą był Amerykanin Hamilton (ryc. 3).



Ryc. 3. Piła do ścinki drzew napędzana siłą mięśni wynaleziona przez Hamiltona (Haim 2002)

W tym okresie swój rozkwit miały maszyny parowe (Dickinson 2011). Pierwsza piła napędzana parą wodną pojawiła się w 1879 r. w Stanach Zjednoczonych i Anglii. Pilarę, która zaopatrzona była w zębaty brzeszczot wykorzystywano w głównej mierze do przerzynki i ścinki drzew (Giefing i Grzywiński 2009). Całość konstrukcji była połączona z lokomotywą parową co w dużej mierze utrudniało mobilność maszyny.

Era pilarek spalinowych obsługiwanych przez dwie osoby (ryc. 4) zaczęła się na początku XX wieku. Zapoczątkował ją fakt wynalezienia piły łańcuchowej w 1908 roku przez Amerykanina Charlesa Wolfa. Początkowo do układów tnących wykorzystywano łańcuchy typu klinowego (scratcher), które były mało wydajne i szybko się tępiły (Jelonek 2015). Następnym krokiem było połączenie konstrukcji piły łańcuchowej z silnikiem spalinowym, które miało miejsce w 1916 roku. Szwedzki konstruktor Axel Urlik Westfeld zaprezentował swój wynalazek na targach w Sztokholmie. Sama pilarka była duża i ciężka, a konstrukcja była zamocowana na kabłąkowej ramie. W Polsce

podjęto pierwsze próby wykorzystania ówczesnych pilarek spalinowych w 1921 roku na terenie Nadleśnictwa Warszawa-Zachód k. Marymontu (Laurow 1999). Pierwszą seryjnie produkowaną od 1927 r. pilarką dwuosobową z piłą łańcuchową był Dolmar A ważący 58 kg.



Ryc. 4. Ścinka drzewa pilarką dwuosobową KS 43 w 1947 roku (www.stihl.pl)

Pilarki jednoosobowe pojawiły się na rynku dopiero po 1947 roku. Skonstruowano je w Kanadzie, a dokonała tego firma Hornet (AFZ-Der Wald 2008). Masa nowych urządzeń była o wiele niższa od pilarek dwuosobowych i wynosiła około 18 kg. W tym samym roku Joseph Cox założył swoją firmę Oregon Saw Chain Corporation, która wprowadziła nowy łańcuch typu żłobikowego. Cox zainspirowany sprawnością wgryzania się larw chrząszczy w martwe drewno wynalazł swój łańcuch wiele lat wcześniej, lecz masowe zastosowanie tej technologii nastąpiło dopiero po kilku latach od otworzenia firmy. W Europie pierwsze pilarki obsługiwane przez jednego operatora zaczęła produkować firma Stihl i Dolmar w 1957 roku (Więsik i in. 2005) (ryc. 5). Stihl wyprodukował pilarkę o masie 18 kg, a Dolmar 13,6 kg co było ogromnym osiągnięciem poprawiającym ergonomię pracy. Coraz częściej wykorzystywane pilarki do prac leśnych stymulował proces poszukiwania coraz to nowych, lepszych rozwiązań. Do produkcji pilarek spalinowych zaczęto wykorzystywać lżejsze stopy metali, które znacząco obniżyły ich masę. Potrzeba wykorzystania pilarki w różnych pozycjach

podczas pracy zainicjowała erę gaźników membranowych, które początkowo były montowane w pilarkach Dolmar CF od 1957 roku.



Ryc. 5. Jeden z pierwszych modeli pilarek jednoosobowych wyprodukowany przez firmę Stihl w 1952 roku (www.stihl.com)

W polskich lasach w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia do prac związanych ze ścinką i obróbką drewna nadal wykorzystywano ciężkie pilarki dwuosobowe. Wśród brygad drwali coraz częściej pojawiały się nowoczesne jak na tamte czasy pilarki jednoosobowe zagranicznych producentów (Żerebecki i Kasprzyk 1951). W Lasach Państwowych w 1958 roku było 1221 pilarek dwuosobowych i 592 pilarki jednoosobowe. Zaledwie kilka lat później, w 1964 roku stan ten zmienił się diametralnie na korzyść lżejszych, bardziej sprawnych i wygodnych pilarek jednoosobowych, których było już 4600, natomiast maszyn dwuosobowych pozostało zaledwie 422 sztuki (Patalas 1976). Do zmechanizowania Polskiego leśnictwa przyczyniła się pilarka Partner R-11 o mocy 5 KM i wadze zaledwie 10 kg. Na bazie tej pilarki i nowszego jej modelu wyprodukowano pilarkę BK -3a (ryc. 6), która była nieco cięższa (14 kg) i słabsza (4,2 KM) od protoplasty. Produkcją tego sprzętu zajmowały się Zakłady Przemysłu Maszynowego Leśnictwa Dolpima we Wrocławiu. W roku 1976 w Lasach Państwowych pracowało około 18 tysięcy pilarek spalinowych, które uczestniczyły w produkcji ponad 90% drewna wielkowymiarowego i stosowego (Jakubowski 1986).



Ryc. 6. Pierwsza polska pilarka spalinowa Dolpima BK -3a (www.polska-org.pl)

Od czasu wynalezienia pilarki jednoosobowej do czasów obecnych inżynierowie poszukiwali różnych rozwiązań, które miały na celu usprawnienie pracy drwali. Aspekt ergonomiczny był kluczowym czynnikiem, który stymulował obniżenie masy pilarek. Bezpieczeństwo operatora pilarki również wzięto pod uwagę. Wprowadzenie hamulca bezwładnościowego, wychwytnika łańcucha i osłony prawej ręki znacząco poprawiło bezpieczeństwo drwali. Coraz sprawniejsze silniki stosowane w pilarkach osiągały większą prędkość łańcucha, co znacząco wpłynęło na skrócenie czasu cięcia i ekspozycji na drgania. Nowoczesne pilarki z dobrą amortyzacją zmniejszają negatywny wpływ wibracji na zdrowie użytkowników. W ostatnich latach klasyczny silnik dwusuwowy został zamieniony na jednostkę z wtryskiem elektronicznym w kilku modelach produkowanych przez firmę Stihl (ryc.7).



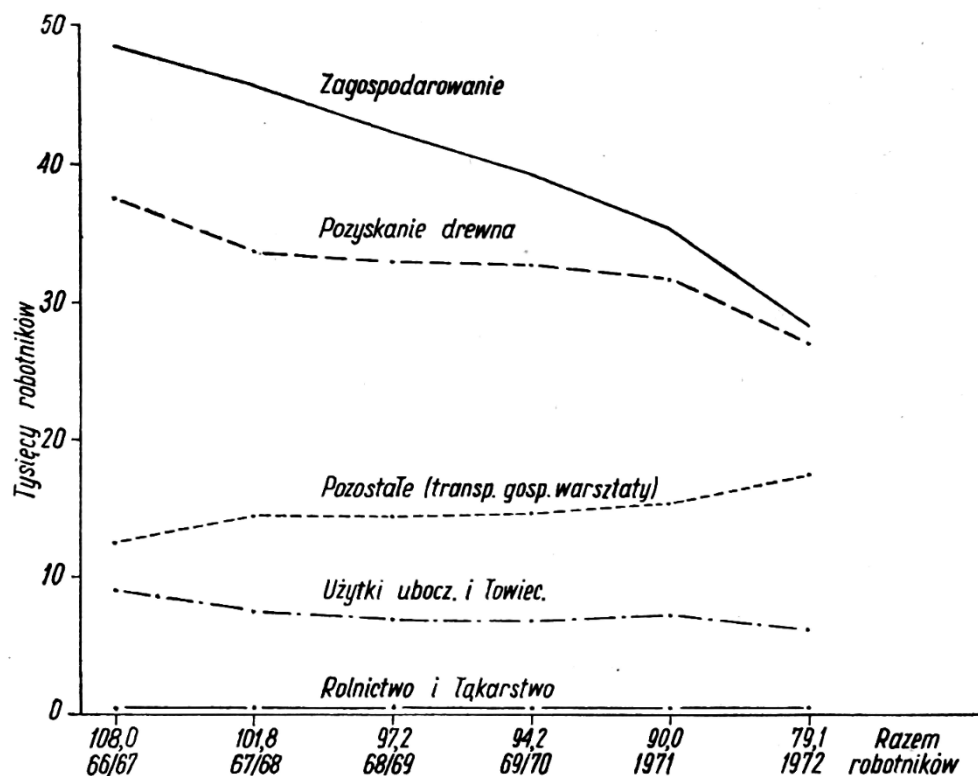
Ryc. 7. Nowoczesna pilarka z wtryskiem elektronicznym Stihl 500i (www.stihl.pl)

Postęp technologiczny wciąż trwa. Nie wykluczone, że za jakiś czas silniki spalinowe zostaną zastąpione innymi jednostkami napędowymi. Od jakiegoś czasu kilka firm próbuje zastosować silniki elektryczne do pilarek łańcuchowych (ryc. 8). Niestety ich wydajność nie jest dostatecznie wystarczająca do prac leśnych. Stosunkowo mała moc i pojemność baterii jest czynnikiem ograniczającym użycie pilarek elektrycznych przez drwali. Tego typu urządzenia świetnie spisują się w arborystyce i ogrodnictwie, gdzie użycie pilarki jest sporadyczne.



Ryc. 8. Pilarka elektryczna zasilana akumulatorem Makita UC017G (www.makita.pl)

Opisując historie ręcznego pozyskiwania drewna nie można zapomnieć o ludziach, którzy uczestniczą w tym procesie. W literaturze ciężko znaleźć precyzyjne dane dotyczące liczebności drwali-pilarzy na przestrzeni lat. Nieco uproszczonym sposobem prezentacji informacji jest przedstawienie liczby zatrudnionych przy pozyskiwaniu drewna (ryc. 9). Zatrudnienie w Lasach Państwowych przy pozyskiwaniu drewna w Polsce od połowy lat 60 wykazywało systematyczną tendencję spadkową. W latach 1966-1967 liczba zatrudnionych wynosiła około 38 tysięcy osób, natomiast w 1972 roku zmniejszyła się do 26,8 tysięcy osób (Kamiński 1974).



Ryc. 9. Przeciętny roczny stan zatrudnienia robotników grupy eksploatacyjnej w nadleśnictwach Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych (Kamiński 1974)

W latach 80. XX wieku Lewandowski (1981) opracował prognozę zatrudnienia w leśnictwie, dzieląc je na poszczególne zawody. Opierając swoje obliczenia na powierzchni lasów, przewidywał, że w 1990 roku Lasy Państwowe będą zatrudniać 55 970 drwali oraz 8 772 operatorów maszyn i urządzeń leśnych. W latach 90 po prywatyzacji usług leśnych robotnicy leśni, a w tym drwale zostali przeniesieni do sektora prywatnego. W tym czasie straciło pracę 78 683 robotników leśnych (Zastocki 2016). Z

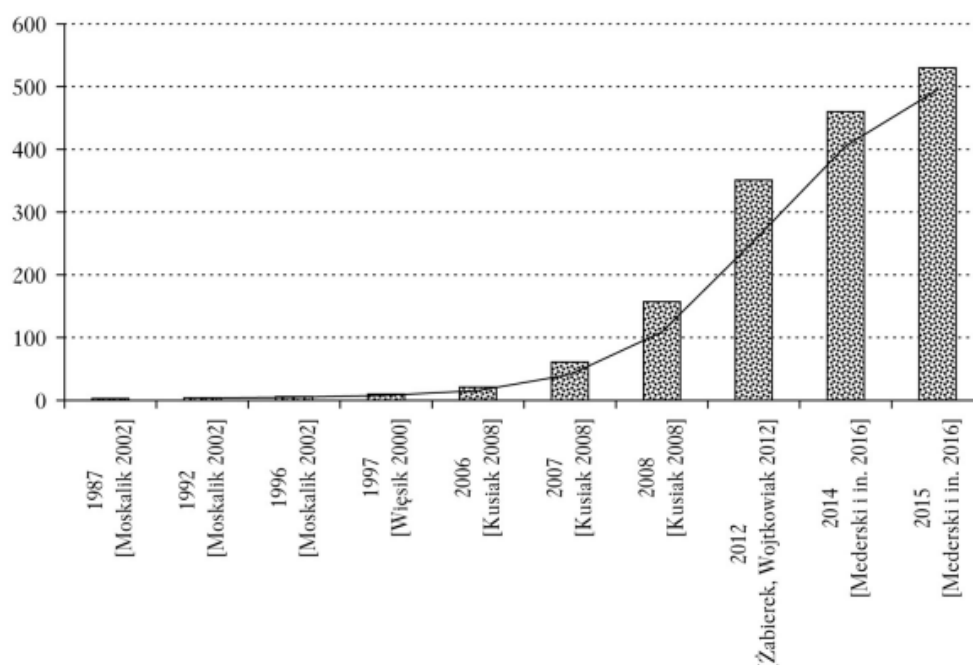
kolei Grzywiński (2011b) dostarczył najbardziej aktualnych szacunków dotyczących liczby drwali w Polsce, wskazując, że grupa ta liczy około 10 tysięcy osób.

2.1.2. Maszynowe pozyskiwanie drewna

Współcześnie do maszynowego pozyskiwania drewna niezbędne są harwestery, które są specjalistycznymi maszynami wielooperacyjnymi służącymi do ścinki, przerzynki i okrzesywania drewna w systemie CTL (Cut to Length System) (Pulkki 2004; Gautam i in. 2013), gdzie udział człowieka ogranicza się do obsługi i kontroli maszyny (Suwała 2005; Nowacka 2009).

Pierwsze prace nad maszynami, które miałyby w przyszłości zastąpić pozyskiwanie ręczne oraz ręczno-maszynowe rozpoczęły się w drugiej połowie XX wieku. Pierwszy pracujący harwester wyprodukowano i skierowano do prac w latach 70 w Skandynawii (Krawczyk 2018). Początkowo rozwój maszynowego pozyskiwania drewna następował stosunkowo powoli. W Polsce pierwsze maszyny wielooperacyjne do ścinki, okrzesywania oraz przerzynki drewna trafiły do Lasów Państwowych dopiero w 1987 roku. Był to sprzęt zakupiony ze środków publicznych (Moskalik 2002; Mederski i in. 2016). Wykorzystanie sprzętu do ręcznego pozyskiwania drewna jeszcze przez długie lata było standardem w polskich lasach. Reforma dotycząca usług leśnych, która zaczęła się w połowie lat 90 XX wieku i spowodowała przepływ kapitału do sektora prywatnych przedsiębiorców zwiększyła możliwości inwestycyjne Zakładów Usług Leśnych. Już po kilku latach funkcjonowania na wolnym rynku (1997) pierwsze harwestery zostały zakupione przez prywatnych przedsiębiorców (Kaprał 2009; Mederski i in. 2016). Wysokie koszty zakupu maszyn wielooperacyjnych były (Dvořák i in. 2015) ogromnym wyzwaniem finansowym firm leśnych co stanowiło czynnik ograniczający rozwój maszynowego pozyskiwania drewna. Według Kaprała (2004) w 2004 roku na terenie Polski pracowało już 14 harwesterów. Natomiast Kusiak (2008) zinwentaryzował w 2006 roku 21 sztuk, w 2007 roku 67 sztuk i w 2008 roku 157 sztuk. Mechanizacja prac postępowała nadal i w 2010 roku było już 170 harwesterów (Szewczyk i Wojtala 2010), a na początku 2012 roku było ich 351 sztuk (Żabierek i Wojtkowiak 2012; Szewczyk i Kulak 2013). W 2014 roku odnotowano wzrost do 460 maszyn, natomiast w 2015 roku było ich już 530 harwesterów (Mederski i in. 2016) (ryc. 9). Od ostatnich badań Mederskiego i in. opublikowanych w 2016 roku nikt nie podjął się jeszcze szczegółowej

inwentaryzacji liczby maszyn wielooperacyjnych w Polsce. Na podstawie procentu pozyskanego drewna w sposób mechaniczny wynikający z raportów Lasów Państwowych Bodył (2022) sugeruje, że harwesterów wciąż przybywa i jest ich więcej niż w 2015 roku.



Ryc. 9. Dynamika zmian liczby harwesterów w Polsce 1987-2015 (Mederski i in. 2016)

Analizując trendy liczby harwesterów w Polsce nie można zapomnieć o proporcjach jakie stanowi maszynowe pozyskiwanie drewna w stosunku do całego wolumenu pozyskanego drewna w ostatnich latach. Według Moskaliak i in. (2017) w 2017 roku harwesterami pozyskano 35% grubizny. Natomiast Bodył (2022) wykazał, że w 2019 roku pozyskano maszynowo 37,4%, w 2020 roku 41,8%, a w 2021 roku 46,2% ogólnego pozyskania drewna w Polsce.

2.2. Aktualne pozyskiwanie drewna w Polsce i na świecie

Analizując potrzeby ludzi związane z surowcem drzewnym okazuje się, że jest ono niezbędne do prawidłowego funkcjonowania społeczeństwa (Usta 2016). Zastosowanie nowoczesnych technik obróbki sprawia, że drewno wykorzystywane jest w niezwykle szerokim zakresie (Wegner i in. 2010). Zrównoważona gospodarka leśna dostarcza ekologicznego i odnawialnego surowca jakim jest drewno (Lindenmayer i in.

2000). Rozwinięte społeczeństwa potrzebują nawet 2,6 m³ drewna na osobę (Forest Europe 2020). Na tę chwilę nie istnieje bardziej przyjazna środowisku alternatywa dla drewna wykorzystywanego do produkcji papieru, mebli, konstrukcji budowlanych i innych rzeczy dnia codziennego, które jest przy okazji magazynem CO² (Gustavsson i in. 2006).

W Polsce pozyskiwanie drewna ogółem w 2023 roku kształtowało się na poziomie 41 662 200 m³ (GUS 2023). Jest to wartość mniejsza o 2 984 500 m³ w porównaniu do roku 2022. Grubizna stanowiła 39 846 000 m³ natomiast drobnica 1 816 200 m³. W przeliczeniu na 1 mieszkańca Polski pozyskano w 2023 roku 1,06 m³ grubizny.

Na świecie w 2020 roku pozyskano 3 912 000 000 m³ drewna okrągłego i jest to wynik o 1% niższy niż w 2019 roku (FAO 2020). Drewno do celów energetycznych stanowiło 1 928 000 000 m³ natomiast drewno wykorzystywane w przemyśle 1 984 000 000 m³.

2.3. Drwal-pilarz w aspekcie uwarunkowań ergonomicznych

2.3.1. Charakterystyka środowiska pracy

Większość ludzi myśląc o zawodzie drwala-pilarza automatycznie łączy go z lasem. Jest to słuszne połączenie, gdyż przeważająca większość pracowników zatrudnionych do ścinki drzew, okrzesywania i przerzynki drewna zatrudnionych jest w firmach, które na co dzień pracują, na terenach leśnych. Zakłady Usług Leśnych są głównymi pracodawcami dla drwali-pilarzy w Polsce (Zastocki 2016). Zatrudnienie w tym zawodzie podejmują przeważnie mężczyźni z uwagi na ciężki charakter pracy (Grzywiński 2009).

Priorytetowym zadaniem drwali jest bezpieczna ścinka i obalenie drzewa za pomocą odpowiednich technik przy wykorzystaniu pilarki łańcuchowej (Lasy Państwowe 2012). Niejednokrotnie ścinka nie kończy się obaleniem drzewa. W takich przypadkach mówimy o drzewach zawieszonych, których obalenie należy do czynności szczególnie niebezpiecznych. Usuwania zawieszonych dokonuje się za pomocą odpowiednich technik z wykorzystaniem narzędzi ręcznych i maszyn leśnych. Obalone drzewo leżące stabilnie na podłożu warunkuje możliwość przystąpienia do kolejnej

czynności jaką jest okrzesywanie. Drwal ma za zadanie odciąć wszystkie gałęzie z obalonego drzewa z wykorzystaniem odpowiednich technik oraz w taki sposób by pozostawione sęki nie były wyższe niż przewidują to warunki techniczne surowca drzewnego. Kolejną z czynności jaką wykonuje drwal jest manipulacja sortymentów, która polega na określeniu parametrów jakościowych i wymiarowych drewna oraz dokonanie przerzynki drewna (Lasy Państwowe 2019).

W Polsce osoby zatrudnione w Zakładach Usług Leśnych na stanowiskach drwala-pilarza poza pracami związanymi z pozyskiwaniem drewna są angażowane do innych zadań gospodarczych z zakresu hodowli lasu i ochrony lasu. Takie rozwiązanie pozytywnie wpływa na pracowników, a praca nie jest tak monotonna (Grzywiński 2005). Ponadto przy innych pracach z zakresu gospodarki leśnej uruchamiane są inne partie mięśni dając szansę odpocząć najbardziej obciążonym partiom ciała wykorzystywanym przy ścinie drzew (Tomczak i Tomczak 2018).

2.3.2. Zagrożenia w miejscu pracy

Zawód drwala jest uważany za jedną z najbardziej niebezpiecznych profesji (Conway i in. 2017). Już samo przebywanie w środowisku leśnym na powierzchniach użytkowanych pod kątem pozyskiwania drewna, z urządzeniem o bardzo wyraźnie wyeksponowanym elemencie tnącym napędzanym silnikiem spalinowym lub elektrycznym generuje dużo zagrożeń dla pracowników (Groves i Lyons 1968).

Według ergonomii zagrożenia dzielimy na: fizyczne, chemiczne i biologiczne. Wymienione czynniki mogą spowodować chorobę u pracownika lub doprowadzić do wypadku przy pracy.

Czynniki fizyczne

Warunki atmosferyczne

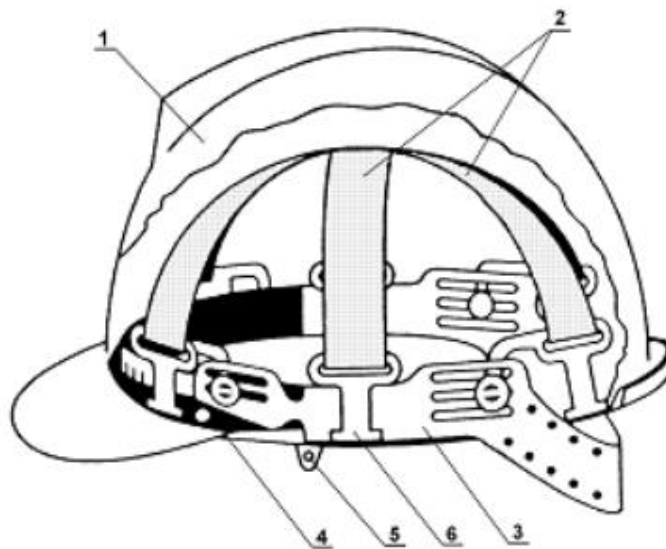
Analizując czynniki fizyczne na stanowisku pracy drwala-pilarza należy zwrócić uwagę na ciągłą ekspozycję na zmienne warunki atmosferyczne. Wysokie i niskie temperatury negatywnie wpływają na komfort cieplny pracowników (Bovenzi i in. 1988; Mäkinen i Hassi 2009; Chao i in. 2013). Zimą drwale muszą wyposażyć się w odpowiednią odzież, która zapewni im komfort cieplny jednocześnie nie ograniczając

swobody ruchu, która jest niezbędna do bezpiecznej pracy. Latem temperatury stają się wysokie, co stymuluje naturalny proces termoregulacji organizmu polegający na wydzielaniu większej ilości potu (Arens i Zhang 2006; Li i in. 2017; Baker 2019). Pracownicy muszą pamiętać, aby w okresie letnim stosować przewiewny strój. Podczas sezonu letniego pilarze muszą pamiętać o ubytku wody z organizmu spowodowaną większą potliwością. Najlepszym sposobem nawodnienia są napoje bądź woda o dużej zawartości minerałów. Oprócz temperatury utrudnieniem w pracy są opady atmosferyczne. Zarówno deszcz jak i śnieg mogą negatywnie wpływać na komfort pracy oraz bezpieczeństwo (Geisler i in. 2016). Przemoczone ubrania obniżają motywację do pracy. Mogą również przyczynić się do rozwoju infekcji u pracownika, gdy praca w mokrym stroju będzie trwała zbyt długo. Jeśli jednak praca jest konieczna w trakcie opadów atmosferycznych drwale powinni korzystać z ubrań nieprzemakalnych. Najlepszym rozwiązaniem w przypadku niekorzystnej pogody jest przesuwanie pracowników do prac warsztatowych, gdzie warunki atmosferyczne nie wpływają na komfort pracy. Omawiając warunki atmosferyczne należy również nadmienić o wietrze. Ścinka i obalanie drzew przy silnym wietrze, który może wpłynąć na kierunek obalanego drzewa jest niedopuszczana. Wiatr może także powodować opadanie gałęzi, które odłamały się przy ścinie i pozostały w koronach drzew na powierzchni (Milauskas i in. 2006). Prowadzenie pracy z zakresu pozyskiwania drewna pilarką łańcuchową w skrajnych warunkach atmosferycznych takich jak: temperatury niższe niż - 20° C, gęstej mgle, ulewnym deszczu, burzy, wysokiej pokrywie śnieżnej i silnym wietrze jest zabronione (Dz.U. 2006 nr 161 poz. 1141).

Warunki terenowe

Do czynników fizycznych można zaliczyć również warunki terenowe w jakich pracują drwale. Powierzchnie użytkowane w zakresie pozyskiwania drewna charakteryzują się: nierównym podłożem, zagłębieniami w gruncie, pozostawionymi pniakami po ścinie i gałęziami. Takie utrudnienia mogą doprowadzić do potknięć i upadków, które w rezultacie mogą skutkować urazem ciała, a w szczególności stawów kończyn dolnych (Crowe 1986). Odpowiednie obuwie z podeszwą zapobiegającą poślizgowi oraz trzymające sztywno staw skokowy w znaczący sposób zminimalizuje wystąpienie urazu podczas przemieszczania się po powierzchni.

Spadające ze znacznych wysokości gałęzie i części koron odłamane podczas ścinki i obalania drzew są powodem wielu wypadków ciężkich i śmiertelnych. Najczęściej do tego typu zdarzeń dochodzi podczas ścinki drzew, kiedy korona obalanego drzewa jest splątana z innym drzewem i następuje odłamanie gałęzi. Podobne sytuacje mają miejsce podczas okrzesywania, gdy spada na drwala zawieszona wcześniej gałąź. Znaczna masa i siła grawitacji potrafią wprowadzić spadające części koron w duży pęd. Jedynym sposobem zmniejszającym ryzyko wystąpienia wypadku na skutek spadających gałęzi jest stosowanie kasków ochronnych. Na powierzchni roboczej, gdzie prowadzone jest pozyskiwanie drewna przebywający tam ludzie muszą być wyposażeni w kask ochronny i strój z jaskrawymi elementami (Chojnicki 2013). Każdy kask musi spełniać określne parametry zawarte w normie dotyczącej przemysłowych hełmów ochronnych (PN-EN 397:2012). Hełmy ochronne są produkowane z konkretnym okresem przydatności do użytku oraz z konkretnym okresem użytkowania. Na przykładzie firmy JSP produkującej kaski ochronne okres przydatności to 10 lat, a okres użytkowania to 5 lat. Na każdym profesjonalnym hełmie ochronnym jest wytłoczona data produkcji. Kask przeznaczony dla drwala posiada także możliwość zamontowania ochronników słuchu i wzroku (www.jspsafety.com/contentpage/jspgo-pl). Kaski składają się z kilku elementów pozwalających na bezpieczną i wygodną pracę (ryc. 10).



Ryc. 10. Konstrukcja typowego przemysłowego hełmu ochronnego 1 - skorupa, 2 - więźba, 3 - pas główny, 4 - potnik, 5 - zaczep paska podbródkowego, 6 - zaczep pasa więźby (www.ciop.pl)

Hałas

Pilarka łańcuchowa napędzana silnikiem spalinowym mimo stosowanych tłumików jest urządzeniem generującym wysoki poziom hałasu. Hałasem nazywamy wszystkie odczucia słuchowe użytkownika maszyny, które są nieprzyjemne, dokuczliwe i uciążliwe (Fink 2019; Liu i in. 2022). Jest to czynnik fizyczny mogący negatywnie wpływać na ludzkie zdrowie. Zakres słyszalności człowieka mieści się w przedziale 0-135 dB. Pilarka spalinowa emituje hałas na poziomie 98-105 dB (Sowa 1995). Jeżeli poziom hałasu w odniesieniu do 8 godzinowego dnia pracy przekracza 85 dB pracownik ma obowiązek stosować ochronniki słuchu.

Przebywanie przez długi czas w środowisku, gdzie jest wysoki poziom hałasu ma negatywny wpływ na zdrowie człowieka (Basner i in. 2014). Ciekawą analizę w tym obszarze przeprowadził Staněk i in. (2023b) badając poziom hałasu w odległości 5 i 10 metrów od źródła dźwięku emitowanego przez jedną z najbardziej popularnych pilarek łańcuchowych (Stihl MS 362). Okazało się, że poziom hałasu zarówno w odległości 5 jak i 10 metrów był wyższy niż dopuszczalne 85dB. Dopiero na odległości 21 metrów od źródła dźwięku hałas był akceptowalny. Skutki na ekspozycje hałasu dzielimy na słuchowe i poza słuchowe. Do skutków słuchowych można zaliczyć uszkodzenie słuchu, które nastąpiło podczas jednorazowego dużego ciśnienia akustycznego (wybuch, wystrzał) lub kilkuletniego narażenia na hałas o względnie umiarkowanych poziomach (Sheppard i in. 2020). Skutki poza słuchowe obejmują szereg negatywnych zjawisk dziejących się w organizmie podczas ekspozycji, które obejmują: układ krążenia, układ nerwowy, układ pokarmowy, układ wewnątrzwydzielniczy (Kryter 1972). Nadmierne natężenie akustyczne może również negatywnie wpływać na psychikę i percepcję rzeczywistości oraz powodować zmęczenie (Nassiri i in. 2013). Osoby przebywające w dużym hałasie przez długi czas mogą zapadać częściej na zawały serca (Suadicani i in. 2012) i cukrzycę typu 2 (Sakhvidi i in. 2018). Najlepszym sposobem przeciwdziałania nadmiernemu hałasowi jest stosowanie ochronników słuchu, które zmniejszą szkodliwy hałas do akceptowalnej wartości (ryc. 11).



Ryc. 11. Kask do pracy z pilarką spalinową wyposażony w ochronę wzroku i słuchu minimalizującą negatywny wpływ hałasu na użytkownika (www.husqvarna.com/pl)

Wibracje

Mimo wielu starań inżynierów projektujących pilarki łańcuchowe użytkownicy tego typu sprzętów wciąż mają do czynienia z drganiami mechanicznymi podczas pracy. Wibracje w pilarce spalinowej w głównej mierze generowane są przez ruch łańcucha podczas skrawania drewna. System amortyzatorów montowanych w nowoczesnych pilarkach w znacznym stopniu poprawia komfort pracy. Amortyzatory zazwyczaj mają postać stalowych sprężyn, które zmniejszają drgania (ryc. 12). W przeszłości stosowano amortyzatory zbudowane z tworzyw sztucznych, które pozwalały na pracę operatorowi pilarki mimo dużego zużycia. W przypadku zastosowania amortyzatorów metalowych po uszkodzeniu głównego elementu, czyli urwaniu sprężyny dalsza praca pilarką jest niemożliwa.



Ryc. 12. System amortyzacji stosowany w pilarkach łańcuchowych zasilanych silnikami spalinowymi (www.stihl.pl)

Nowe pilarki charakteryzują się większymi wibracjami niż te, które przepracowały kilka miesięcy. Poziom wibracji w wysłużonych pilarkach jest wyższy niż w ustabilizowanych pod względem drgań pilarkach względnie nowych (Sowa 1995). Na poziom wibracji może wpływać wiele czynników, do których zaliczamy (Sowa 2004):

- stan techniczny pilarki i jej zużycie,
- stan techniczny układu tnącego, a w szczególności stępiony bądź źle naostrzony łańcuch,
- wysokość ograniczników determinująca grubość wiórów,
- naciskanie na pilarkę podczas cięcia,
- nieprawidłowe techniki cięcia,
- źle wyregulowany gaźnik skutkujący utratą mocy, a w konsekwencji niższą prędkością obrotową silnika,
- używanie podczas cięcia drewna górnej i dolnej części prowadnicy,
- wykonywanie różnych czynności (ścinka, okrzesywanie, przerzynka).

Z badań Staněka i in. (2023b) wynika, że na poziom wibracji w pilarce ma również wpływ rodzaj ciętego drewna. Używana przez drwali siła podczas pracy pilarką powoduje wyższy poziom drgań i jest skorelowana z twardością drewna oraz czynnościami wykonywanymi na powierzchni roboczej - najmniejsza przy okrzesywaniu, a największa przy przerzynce i ścinie drzew (Malinowska-Borowska i in. 2011). Wójcik (2002) w swoim badaniu analizował ekspozycje na drgania w drzewostanach trzebieżowych młodszych klas wieku, z których wynika, że nawet 60-70% wykonywanych przez drwali

operacji to okrzesywanie, które charakteryzuje się mniejszym indeksem wibracji niż ścinka i przerzynka. Stwierdzono również, że doświadczenie w zawodzie ma wpływ na używanie siły podczas pracy pilarką. Osoby niedoświadczone wkładają więcej siły niż pracownicy z dużym doświadczeniem (Malinowska-Borowska i Zieliński 2013).

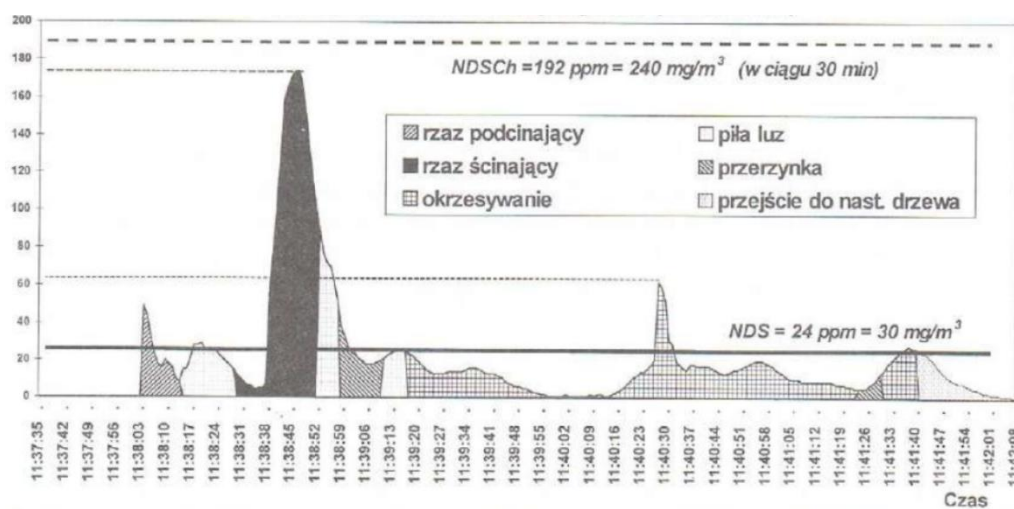
Wibracje są czynnikiem negatywnie wpływającym na zdrowie operatora (Groves i Lyons 1968). Drgania mogą doprowadzić do choroby wibracyjnej zwanej również chorobą białych palców (VWF) lub zjawiskiem Raynauda (Griffin i in. 2003). Osoby, które zapadły na tę dolegliwość mają obniżoną siłę uchwytu dłoni (Farkkila 1978) i ograniczony przepływ krwi w naczyniach krwionośnych palców kończyn górnych (Farkkila i Pyykko 1979; Futatsuka i in. 1983). Badania Sakakibara i in. (1988) wskazują, że osoby cierpiące na chorobę wibracyjną miały również problem z krążeniem w kończynach dolnych. Badana grupa odczuwała zimno podczas pracy zarówno w rękach jak i stopach.

Problem drgań, które wpływają negatywnie na organizm człowieka jest szeroko omawiany w literaturze. Pojawiają się sugestie o stosowaniu rękawic antywibracyjnych w przypadku wykorzystywania urządzeń emitujących drgania (Welcome i in. 2014). Niestety takie rozwiązanie może obniżyć sprawność manualną i precyzję pracy (Yao i in. 2018). Najlepszym rozwiązaniem skutkującym obniżeniem negatywnego wpływu wibracji na operatora pilarki spalinowej jest stosowanie urządzeń o sprawnej amortyzacji, praca z prawidłowo naostrzonym łańcuchem oraz stosowanie niewielkiej siły podczas cięcia.

Czynniki chemiczne

Drwale do prac leśnych w przeważającej części wykorzystują pilarki łańcuchowe napędzane mieszanką paliwową, w skład której wchodzi benzyna z dodatkiem oleju (Neri i in. 2022). Podczas pracy silnika dwusuwowego emitowane są spaliny zawierające tlenek węgla, lotne związki organiczne i aldehydy, które są szkodliwe dla zdrowia człowieka (Soni i in. 2018). Na toksyczność spalin ma wpływ wiele czynników takich jak: jakość i ilość zastosowanego oleju do mieszanki, jakość paliwa, prędkość obrotowa silnika i wyregulowanie gaźnika (Kollman i in. 1973; Hoss i in. 1997; Laanti i in. 2001). Same spaliny są toksyczne i szkodliwe dla człowieka, lecz w przypadku drwali, którzy pracują na otwartej przestrzeni nie jest to czynnik, który występuje zawsze (Bünger i in. 1997). Stężenie szkodliwych gazów może być niekorzystne dla operatora pilarki spalinowej w

szczególnych warunkach atmosferycznych i terenowych (Hooper i in. 2017). Brak wiatru i duża wilgotność powietrza stymulują koncentrację szkodliwych gazów blisko operatora pilarki spalinowej (Komuński 1995). Zagłębienia terenu i gęste poszycie leśne w młodych stadiach rozwojowych lasu przyczynia się do powstania warunków bezwietrznych, gdzie praca pilarką może powodować nadmierne nagromadzenie się spalin. Stwierdzono również, że rodzaj wykonywanej pracy ma wpływ na ekspozycję spalin (ryc. 13). Proces ścinki drzew jest zadaniem najbardziej narażonym na emisję spalin i charakteryzuje się nawet dwukrotnie większą ekspozycją na szkodliwe gazy niż okrzyszwanie i przerzynka (Nilsson i in. 1987).



Ryc. 13. Przykład chwilowych wartości stężenia CO we wdychanym powietrzu podczas pracy pilarki, w zależności od rodzaju czynności (Komuński 1995)

Drwale podczas pracy używają benzyny jako paliwa do pilarek spalinowych. Zdarza się, że podczas tankowania, czyszczenia lub przelewania do innych pojemników dochodzi do kontaktu benzyny z ciałem człowieka, a w skrajnych przypadkach może nawet dojść do dostania się niewielkiej ilości płynu do organizmu poprzez układ pokarmowy (Hansen 1988). Powszechnie wiadomo, że benzyna ma negatywny wpływ na skórę człowieka (Jia i in. 2002), ponadto ma dużą zdolność przenikania w głąb organizmu (Blank i McAuliffe 1985). Najnowsze badania naukowe potwierdzają negatywny wpływ benzyny na zdrowie człowieka, który objawia się poprzez spadek odporności, powstawanie stanów zapalnych i aktywność genów supresji nowotworów (Ekpenyong i Asuquo 2017). Badania nad negatywnym wpływem benzyny na zdrowie drwali nie zostały jeszcze poddane analizom i z pewnością jest to przestrzeń do dalszych

rozważań. Najlepszym sposobem ograniczania kontaktu paliwa z ciałem operatora pilarki jest stosowanie kanistrów zabezpieczających przed przelaniem podczas tankowania, stosowanie lejków podczas przelewania benzyny do innych pojemników oraz stosowanie rękawic nieprzepuszczających węglowodorów podczas wykonywania ryzykownych czynności.

Czynniki biologiczne

Las to miejsce bytowania wielu mikro- i makroorganizmów, które mogą być zagrożeniem dla człowieka. Jad, wirusy i bakterie to główni sprawcy chorób wywołanych czynnikami biologicznymi u ludzi pracujących w lesie.

Wśród drwali i innych pracowników leśnych częstą przypadłością jest borelioza (Kuiper i in. 1991), która wywoływana jest przez krętki *Borrelia* i przenoszona przez kleszcze (Shapiro 2014). Borelioza jest zespołem objawów obejmujących początkowo zmiany skórne ustępujące w późniejszej fazie stanom zapalnym stawów, uszkodzeniom układu nerwowego oraz sercowo naczyniowego (Duray 1989). Kleszcze przenoszą również pierwotniaki wywołujące babeszjozę, która bardzo często towarzyszy boreliozie (Hildebrandt i in. 2021). Zdarza się również, że oprócz wcześniej wspomnianych infekcji bakteryjnych kleszcze mogą przenosić pałeczki tularemii (Tomaso i in. 2018).

Narażenie na wirusy jest nieco mniejsze niż na bakterie wśród pracowników leśnych. Niemniej jednak wciąż wiele osób zapada na kleszczowe zapalenie opon mózgowych wywołwane przez wirusy. Do zakażenia dochodzi podobnie jak w przypadku boreliozy poprzez ukąszenie kleszcza (Blaskovic i in. 1967). Początkowej fazie choroby towarzyszy wysoka gorączka, zawroty i bóle głowy, bóle mięśni i stawów, wymioty i biegunka. Infekcja może przybrać postać przewlekłą z objawami neurologicznymi jak zaburzenia poznawcze, problemy z równowagą i słuchem oraz paraliż (Bogovic i in. 2010). Na tę chorobę jest stosowana szczepionka, która skutecznie zabezpiecza przed ciężkimi powikłaniami (Phipps i Johnson 2022).

Inna istotną chorobą wywołowaną przez wirusy jest wścieklizna, która jest przenoszona przez drapieżniki, a w szczególności przez lisy (Holmala i Kauhala 2006). Do infekcji dochodzi poprzez ugryzienie i kontakt ze śliną zakażonego zwierzęcia (Fisher i in. 2018). Choroba ma duży wpływ na układ nerwowy powodując w pierwszej fazie rozdrażnienie, ból głowy, brak apetytu, mrowienie i obrzęk w okolicy ugryzienia

(Jackson i in. 2003). W następnym etapie pojawia się wodowstręt, światłowstręt i agresywne zachowania. Na wściekliznę istnieje szczepionka, która skutecznie chroni przed negatywnymi skutkami choroby (Ertl 2019).

W środowisku leśnym powszechnie występują owady posiadające jad, który odgrywa kluczową rolę w mechanizmach obronnych oraz zdobywaniu pożywienia. Ukąszenia niektórych mogą być bardzo bolesne i groźne. Tego typu sytuacje są szczególnie niebezpieczne dla osób uczulonych na substancje chemiczne zawarte w jadzie. Ukąszenia szerszeni, os i pszczoł często wymagają wizyty w szpitalu z powodu anafilaksji, gdzie podawana jest adrenalina i środki odczulające (Feás 2021). W literaturze opisywane są przypadki śmiertelne osób, które zostały pogryzione przez szerszenie i osy (Feás i in. 2022).

Omawiając zagadnienia związane z ukąszeniami należy nadmienić o zagrożeniach związanych z ugryzieniami przez żmije. Żmija zygzakowata jest jedynym wężem żyjącym w Polsce posiadającym jad szkodliwy dla życia i zdrowia człowieka. Ukąszenie żmii dla zdrowego, dorosłego człowieka nie jest groźne i rzadko prowadzi do śmierci (Adukauskienė i in. 2011). Sytuacja zmienia się na niekorzyść w przypadku osób obciążonych chorobami i dzieci, gdzie bez szybkiej, fachowej pomocy może doprowadzić nawet do zgonu (Reading 1996). Drwale i inni pracownicy leśni powinni stosować buty chroniące staw skokowy przed skręceniem, który jednocześnie zabezpiecza okolicę kostki przed skutecznym ugryzieniem przez żmiję.

2.3.3. Obciążenie pracą przy pozyskiwaniu drewna

Na początku tego podrozdziału należy skupić się na samej definicji obciążenia pracą, precyzując jej zakres oraz kluczowe aspekty. Według Wickensa i Tsanga (2015) obciążenie pracą to relacja między zasobami wymaganymi do wykonania zadania i zasobami dostępnymi dla wykonawcy. Definicja odnosi się do obciążeń zarówno fizycznych jak i psychicznych.

W pracy drwala mamy do czynienia w głównej mierze z obciążeniami fizycznymi, a wydatek energetyczny jest na poziomie 8 000-10 000 kJ (Grzywiński 2007a). Grzywiński (2011a) wskazuje również, że w zawodzie drwala nie mogą pracować kobiety. Powodem są regulacje prawne dotyczące wydatku energetycznego, który nie

może być większy niż 5 000 kJ w ciągu zmiany roboczej. Jedynym sposobem na ominięcie ograniczeń może być samozatrudnienie. Rozpatrując aspekt fizyczny nie można jednak pominąć obciążenia psychicznego wynikającego z dużego skupienia na ocenie sytuacji, szczególnie w przypadku drzew trudnych (Irwin i in. 2023), stresu wynikającego z relacji w zespole pracy (Best 2021), ale również z niewielkiej, niezadawalającej wydajności pracy (Korneeva i in. 2024).

Poruszając zagadnienie obciążenia fizycznego należy nadmienić sposób jego określenia, który polega na zbadaniu ilości energii potrzebnej na wykonanie zadania. Przez długi czas w badaniach naukowych poziom wydatku energetycznego był mierzony za pomocą aparatury, która opierała się na analizie wentylacji płuc (Brown i Crowden 1963). Analiza zużycia tlenu podczas wykonywania różnych czynności pozwala na określenie ciężkości pracy. Kukkonen-Harjula i Rauramaa (1984) w ten sposób przebadali 6 drwali w warunkach jesiennych i zimowych. Nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy tymi dwoma okresami. Największe zużycie tlenu odnotowano podczas ścinki drzew. Średnie tętno zimą podczas prac zrębowych wynosiło 123 ud/min. Pracę zakwalifikowano jako ciężką. Obciążeniem pracą wśród drwali zajął się również Stempski (2009). Analizował wydatek energetyczny we wszystkich czynnościach podczas pracy drwala. Stwierdził, że najmniejsze obciążenie pracą występuje podczas prac przygotowawczych 11 kJ/min, a największe podczas formowania pakietów drewna do zrywki 46 kJ/min. W trakcie ścinki zarejestrowano wydatek energetyczny na poziomie 14 kJ/min, a podczas okrzesywania 25 kJ/min. Interesujące badanie z wykorzystaniem monitora wentylacji płuc przeprowadził Leszczyński i in. (2012). Zespół badawczy przeanalizował wydatek energetyczny podczas pracy drwali z procesorem, który okrzesuje i dokonuje przerzynki na szlaku zrywkowym. Mimo mniejszej liczby zadań (brak pełnego okrzesywania i przerzynki) wykonywanych przez drwali przeciętny wydatek energetyczny kształtował się na poziomie 26 kJ/min przy wartościach dochodzących nawet do 43 kJ/min netto. Metoda wentylacji płuc jest bardzo dobrym rozwiązaniem do analizy zużycia energii wśród zawodów statycznych. W przypadku profesji, gdzie pracownik musi wykonywać dużo różnych czynności fizycznych, a jego ciało ciągle zmienia pozycję tego typu rozwiązanie jest niekomfortowe i może wpłynąć na wyniki badań (ryc. 14).



Ryc. 14. Drwal-pilarz z aparaturą mierzącą wydatek energetyczny (www.centrumbhp.eu)

Innym sposobem pomiaru wydatku energetycznego jest badanie polegające na analizie uderzeń serca podczas wykonywania czynności. Takie rozwiązanie wydaje się bardziej wygodne do zbierania danych dla osób będących bardziej aktywnymi fizycznie. Analizy obejmujące tętno oraz wydatek energetyczny wśród drwali przeprowadzili Hagen i in. (1993). Badania obejmowały dwie grupy pracowników operujących pilarkami łańcuchowymi: grupę młodszą (średni wiek 29 lat) oraz grupę starszą (średni wiek 59 lat). Średnie wartości tętna, rejestrowane w trakcie pracy w obu grupach, wyniosły odpowiednio 138 ud/min (grupa młodszą) oraz 126 ud/min (grupa starszą). Uzyskane wyniki pozwoliły sklasyfikować wykonywaną pracę jako bardzo ciężką w przypadku młodszej grupy oraz ciężką w przypadku grupy starszej. Shemwewetta i in. (2002) podają, że w Tanzanii badani pracownicy leśni podczas ścinki drzew mają tętno na poziomie 121 ud/min (praca ciężka), a podczas przerzynki 133 ud/min (praca bardzo ciężka). Podobne analizy przeprowadzono wśród drwali na terenie północno-wschodniej części Turcji przez Çalişkana i Çağlara (2010). W tym badaniu analizowano cały dzień pracy 10 osób pracujących przy ręcznym pozyskiwaniu drewna pilarką łańcuchową. W rezultacie uzyskano wyniki średniej liczby uderzeń serca na poziomi 122,8 ud/min, co

wskazywało na pracę ciężką. Badania wśród drwali opierające się na analizie tętna przeprowadzili również Leszczyński i Stańczykiewicz (2014). Zespół zbierał dane dotyczące liczby uderzeń serca i wentylacji płuc podczas pracy drwali. Stwierdzono silną korelację między wydatkiem energetycznym i liczbą uderzeń serca podczas pracy. Analizowana grupa była w wieku 22-28 lat. W rezultacie badań uzyskano wyniki dotyczące zakresu tętna, które wynosiło 83-147 ud/min i wydatku energetycznego na poziomie 8,7-37,6 kJ/min. Grzywiński i in. (2017) w swoim badaniu dotyczącym tętna w różnych pozycjach ciała podczas ścinki odnotowali zakres 114,1-125,2 ud/min kwalifikując ją jako pracę ciężką (ryc. 15).



Ryc. 15. Różne pozycje ciała przy pracy drwala podczas ścinki drzew a) stojąca pochylona z nogami wyprostowanymi, b) stojąca pochylona z nogami zgiętymi, c) kuczna, d) klęk na jednym kolanie (Grzywiński 2015)

W północnym Iranie przeprowadzono badania za pomocą detektora tętna wśród 13 drwali. Analizowano 8 godzinny dzień pracy. Stwierdzono, że najwyższy wydatek energetyczny występuje podczas procesu obróbki drewna (okrzesywanie i przerzynka) i wynosi 117,7 ud/min, a najniższy podczas wykonywania rzazu podcinającego 114,8 ud/min. Ścinka i obalanie charakteryzowały się wydatkiem energetycznym na poziomie 115,6 ud/min (Arman i in. 2021). Z kolei Masci i in. (2022) przeprowadzili badania we Włoszech, które miały na celu określenie ciężkości pracy na podstawie uderzeń serca w grupie 40 drwali. Analizowano ścinkę, okrzesywanie i przerzynkę drewna. Uzyskano wyniki wskazujące, że okrzesywanie jest najcięższą pracą charakteryzującą się 143,5 ud/min. Natomiast ścinka obejmowała 136,7 ud/min, a przerzynka 135,63 ud/min. Wszystkie prace zostały sklasyfikowane jako bardzo ciężkie. W najnowszych badaniach Grzywińskiego i in. (2022) dotyczących obciążenia pracą w

różnych porach roku stwierdzono, że termin realizacji prac ma istotny wpływ na wydatek energetyczny. Analizowano pracę latem i zimą w młodym drzewostanie olszowym, w którym prowadzono zabieg trzebieży. Uzyskano wyniki w przedziale 109,0-137,9 ud/min. Sformułowano wnioski, że praca zimą charakteryzuje się wyższym obciążeniem fizycznym niż praca w okresie letnim.

Do kompletnego zbierania danych niezbędny jest odpowiedni sprzęt. Jednym z dostępnych na rynku tego typu urządzeń jest ActiGraph Link GT9X, który wyglądem przypomina klasyczny elektroniczny zegarek. Drugim niezbędnym elementem jest pas piersiowy - rejestrator tętna (ryc. 16). Informacje zebrane z Polar WearLink trafiają do ActiGraph Link GT9X za pośrednictwem sygnału Bluetooth.



Ryc. 16. Monitor tętna ActiGraph Link GT9X

Analizy porównawcze wskazują, że drwale cechują się wyższym poziomem obciążenia pracą fizyczną w zestawieniu z innymi grupami zawodowymi w sektorze leśnictwa, takimi jak pracownicy szkółek leśnych (Eroglu i in. 2015), operatorzy harwesterów (Naskrent 2021), czy pracownicy administracyjni leśnictwa (Grzywiński i in. 2019).

2.3.4. Wypadkowość przy pozyskiwaniu drewna

Analizując problematykę wypadkowości, kluczowe jest precyzyjne określenie, czym jest wypadek przy pracy. Według definicji przedstawionej w literaturze Państwowej Inspekcji Pracy, „za wypadek przy pracy uznajemy nagłe zdarzenie związane z pracą, wywołane przyczyną zewnętrzną i prowadzące do urazów lub utraty życia” (Pietrzak 2017). W Polsce rocznie rejestruje się kilkadziesiąt tysięcy wypadków przy pracy - w 2023 roku odnotowano ich 68 663 (GUS 2023).

W 2023 roku w Polsce odnotowano 283 wypadki w sektorze leśnym, co wskazuje na utrzymujące się ryzyko związane z wykonywaniem pracy w tym obszarze. Spośród wszystkich zdarzeń doszło do 2 wypadków śmiertelnych i 5 wypadków ciężkich. Analizując dane Głównego Urzędu Statystycznego, można zauważyć trend spadkowy co do liczby wypadków ogółem, śmiertelnych i ciężkich (tab. 1). Nowacka i Moskalik (2013) wskazują, że wypadków jest więcej niż wskazują na to dane publikowane przez publiczne instytucje zajmujące się statystykami. Rozbieżność ta wynika z niezgłaszania przez pracodawców (Zakłady Usług Leśnych) drobnych, niegroźnych wypadków.

Tab. 1. Liczba wypadków przy pracy w leśnictwie z podziałem na wypadki ogółem, śmiertelne i ciężkie w latach 2015-2023 (opracowanie własne na podstawie roczników statystycznych GUS 2016; GUS 2017; GUS 2018; GUS 2019; GUS 2020; GUS 2021; GUS 2022; GUS 2023; GUS 2024)

Rok	Wypadki ogółem	Wypadki śmiertelne	Wypadki ciężkie
2015	385	11	5
2016	393	6	10
2017	439	11	5
2018	399	9	9
2019	284	8	9
2020	316	7	4
2021	317	7	5
2022	324	2	3
2023	283	2	3

Leśnictwo jest uznawane za jeden z najbardziej niebezpiecznych sektorów gospodarki, co znajduje potwierdzenie w literaturze przedmiotu, podkreślającej wysoki poziom zagrożeń dla zdrowia i życia pracowników (Bentley i in. 2005; Rhee i in. 2013; Albizu-Uriónabarrenetxea i in. 2013; Domżańska 2020). W roku 2019 w Polsce

stwierdzono, że w leśnictwie zginęła podobna liczba osób jak w górnictwie, a współczynnik śmiertelności wyniósł 0,15 na 1000 zatrudnionych pracowników. W górnictwie współczynnik ten w tym samym okresie wyniósł 0,16 na 1000 zatrudnionych (Paulukanis 2021). W Stanach Zjednoczonych odnotowuje się prawie dwukrotnie więcej wypadków w leśnictwie niż w górnictwie w ciągu roku. Wiele krajów używa współczynnika określającego wypadkowość w odniesieniu do pozyskiwanego drewna. Państwa z dużym wykorzystaniem maszyn przy pozyskiwaniu drewna również borykają się z wysoką wypadkowością. Częstotliwość wypadków śmiertelnych w przeliczeniu na 1 mln m³ pozyskanego surowca kształtuje się następująco: Norwegia (1991-95) - 0,95; Szwecja - 0,16; Finlandia - 0,11; USA – 0,26; Kolumbia Brytyjska (1991-1995) - 0,28; Niemcy - 1,26; Austria - 1,41 (Blombäck i in. 2003). Podobna sytuacja ma miejsce w Korei Południowej i Rumunii, gdzie liczba ofiar śmiertelnych w sektorze leśnym jest wyższa niż w innych gałęziach przemysłu (Rhee i in. 2013; Hälälışan i in. 2022).

Według innych źródeł, w Polsce co roku ginie przy procesie pozyskiwania drewna około 20-30 osób (tab. 2). Na portalu internetowym FIRMY LEŚNE prowadzona jest mapa, która wskazuje miejsce, rodzaj i okoliczności wypadku (ryc. 17). Chojnicki (2023) szacuje, że liczba wypadków śmiertelnych w Polsce może sięgać nawet do 40 rocznie. Przyczyną rozbieżności są niedoszacowane statystyki, które nie obejmują wypadków w rolnictwie, pielęgnacji zieleni miejskiej i lasach prywatnych.

Tab. 2. Liczba wypadków śmiertelnych i ciężkich przy pracy w leśnictwie (opracowanie własne na podstawie portalu www.firmylesne.pl)

Rok	Liczba wypadków śmiertelnych	Liczba wypadków ciężkich
2018	24	10
2019	35	25
2020	17	15
2021	11	12
2022	20	14
2023	27	12
2024	20	19



Ryc. 17. Mapa wypadków śmiertelnych (znak czarny) i ciężkich (znak pomarańczowy) przy pracy w leśnictwie na terenie Polski (www.firmylesne.pl)

Pilarki łańcuchowe znajdują zastosowanie nie tylko w leśnictwie, lecz także w rolnictwie. Wielu rolników korzysta z półprofesjonalnych modeli pilarek łańcuchowych, określanych mianem "farmerskich" (Maciak 2011). W tej grupie zawodowej również dochodzi do wielu wypadków związanych z użytkowaniem tego typu urządzeń. Cenne informacje na temat zdarzeń wypadkowych związanych z pilarkami łańcuchowymi przy pracach domowych i na terenach leśnych prywatnej własności publikowane są przez Kasę Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego (KRUS).

Tab. 3. Liczba wypadków w rolnictwie z pilarką łańcuchową i wypadków na terenach leśnych (opracowanie własne na podstawie KRUS 2018-2023)

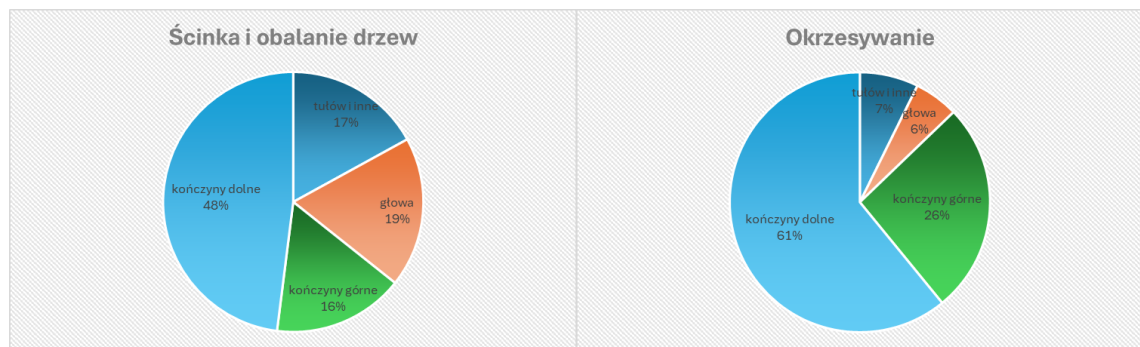
Rok	Wypadki z pilarką łańcuchową	Wypadki na terenach leśnych
2018	323	143
2019	325	73
2020	235	76
2021	259	60
2022	308	95
2023	245	73

Przechodząc do samego zawodu drwala, który jest niewątpliwie zawodem niebezpiecznym należy nadmienić, że nie jest on wymieniony bezpośrednio w spisie zawodów o takim charakterze (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku, w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy). Przyporządkowanie wynika z zapisów prawa niższej rangi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2006 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu niektórych prac z zakresu gospodarki leśnej), na co wskazuje Chojnacki (2013) w swoim poradniku.

Do głównych przyczyn wypadków wśród drwali można zaliczyć: małe doświadczenie w pracy, rutynę, nieprawidłowe ściąganie drzew zawieszonych, brak kompletnej wiedzy wynikającej z niewystarczającego przygotowywania zawodowego, brak szkoleń przypominających techniki pracy oraz łamanie zasad bezpieczeństwa (Peters 1991; Slappendel i in. 1993; Wilson-Donnelly i in. 2005; Patterson 2007; Cabeças 2007; Głowacki 2016). Niestety obserwuje się przypadki, w których część drwali, pomimo codziennej pracy w leśnictwie, nie posiada znajomości podstawowych metod ścińki drzew, parametrów pniaka oraz funkcji i kształtów zawiasy (Szwed 2022a). Wypadki mogą być także skutkiem niewystarczającego wyposażenia. Niezmiernie rzadko ekipy drwali wyposażone są w dźwignioobracak, a prawie nigdy nie posiadają ręcznego sprzętu linowego niezbędnego do prawidłowego usuwania drzew zawieszonych (Szwed 2022b). Podczas badań w Wisconsin porównano zgłaszane wypadki, w których uczestniczyli drwale okazjonalni i drwale profesjonalni. Stwierdzono trzykrotnie większą wypadkowość u drwali bez odpowiedniego przeszkolenia i doświadczenia w pracy (Fischer i in. 2005).

Najczęstsze lokalizacje urazów u drwali spowodowanych wypadkami obejmują kończyny dolne, kończyny górne, tułów oraz głowę. Rozmieszczenie obrażeń jest ściśle

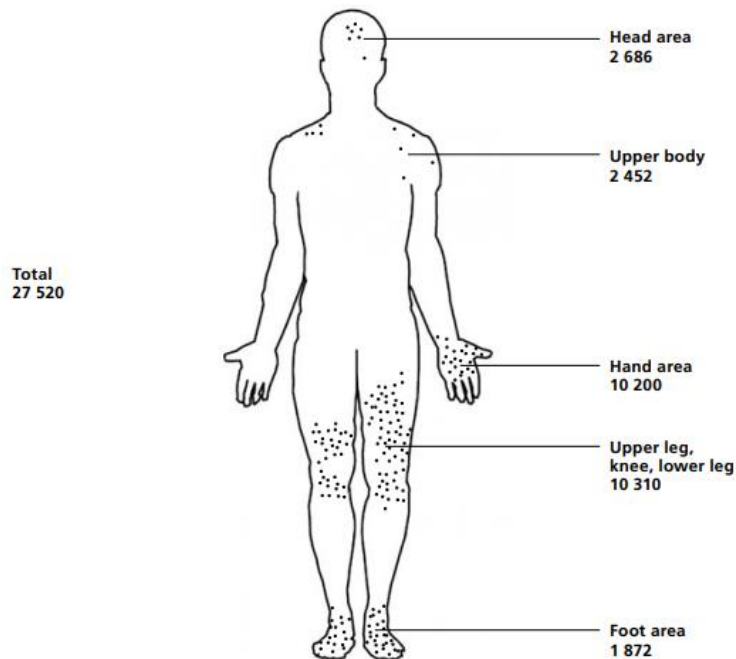
związane z wykonywanymi czynnościami zawodowymi. Zarówno podczas ścinki i obalania drzew, jak i w trakcie okrzesywania, najczęściej dochodzi do urazów kończyn dolnych. Urazy głowy występują częściej podczas ścinki i obalania niż podczas okrzesywania, natomiast obrażenia kończyn górnych są bardziej charakterystyczne dla czynności związanych z okrzesywaniem niż z procesem ścinki i obalania drzew (ryc. 18).



Ryc. 18. Umiejscowienie urazów ciała w wypadkach podczas ścinki i obalania drzew oraz okrzesywania (Kubiak 1985)

Badania Leforda i in. (2003) również potwierdzają, że u drwali najbardziej narażone na uraz są kończyny dolne. W raporcie FAO zaprezentowano wizualizację dotyczącą wypadków, wskazując liczbę i miejsca urazów powstających podczas pracy pilarką łańcuchową, co pokazuje, że najczęściej uszkodzane są kończyny dolne (w szczególności okolic kolan). Charakterystyczne jest również umiejscowienie urazów kończyn górnych, głównie lewej ręki, która jest najbardziej narażona na uszkodzenia podczas pracy (ryc. 19).

Chainsaw injury numbers, by location on the body, 1999,
United States of America



Ryc. 19. Liczba zranień pilarką łańcuchową według lokalizacji na ciele (Garland 2018)

Najczęściej do wypadków wśród drwali dochodzi w pierwszych latach pracy. Niemniej jednak wypadkom ulegają również doświadczeni drwale, popadający w rutynę (Brzózko i in. 2016). Badania dowodzą, że u mniej doświadczonych pracowników istnieje większe zagrożenie wypadkiem. Natomiast u osób starszych stwierdzono częstsze występowanie wypadków ciężkich. Ponadto wraz z wiekiem wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku śmiertelnego (Ordysiński 2013; Gołąb i Krause 2019). W realiach Polski drwale i inni pracownicy fizyczni w leśnictwie reprezentowani są przez ludzi w średnim i starszym wieku, co przekłada się na częściej notowane wypadki w tej grupie wiekowej (Rodriguez-Acosta i Loomis 1997; Driscoll i in. 1999; Grzywiński 2011). W krajach mało rozwiniętych sytuacja jest odwrotna. Wypadkom ulegają młodzi ludzie. W Chinach w sektorze leśnym najczęściej ulegają wypadkom osoby, które nie ukończyły 35 roku życia, a wypadki śmiertelne zdarzają się najliczniej u pracowników przed ukończeniem 25 roku życia (prawie 40%) (Wang i in. 2003). W literaturze ciężko odnaleźć precyzyjne informacje na temat liczby wypadków samych drwali w Polsce. Ta grupa zawodowa jest uwzględniona w ogólnej dziedzinie leśnictwo. Grzywiński i in. (2013) podjęli się próby przeanalizowania wypadków w leśnictwie na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinku z

podziałem na konkretne profesje. Przeanalizowali zdarzenia od 1990 do 2009 roku. Stwierdzili, że spośród wszystkich odnotowanych wypadków 19,6% z nich dotyczyło drwali operatorów pilarek. Zagadnienie dotyczące liczby wypadków wśród grupy zawodowej drwali wymaga dalszych badań.

Ciągła zwiększająca się antropopresja na terenach leśnych wynikająca z chęci aktywnego odpoczynku wcale nie poprawia bezpieczeństwa przy wykonywaniu prac pozyskaniowych. Bardzo ważnym aspektem jest informacja o miejscu i terminie wykonywania prac, co bez wątpienia przyczynia się do obniżenia ryzyka wypadku z udziałem postronnego użytkownika lasu. Żeby skutecznie informować społeczeństwo o zagrożeniach stosuje się tablice ostrzegawcze. Wzór znaków reguluje Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 6 stycznia 1998 r. w sprawie określenia wzoru znaku zakazu wstępu do lasu oraz zasad jego umieszczania (Dz.U. 1998 nr 11 poz. 39). Tablice niestety nie zawsze są ustawiane w prawidłowy sposób lub w ogóle nie są stosowane, co może zwiększać ryzyko wypadku, ale również może mieć poważne konsekwencje prawne w procesie odszkodowawczym dla wykonawcy prac leśnych (Szwed 2022c).

2.4. Uzyskiwanie uprawnień zawodowych

2.4.1. Uzyskiwanie uprawnień zawodowych umożliwiających prace w zawodzie drwala-pilarza

Według nomenklatury prawnej pełna nazwa zawodu to: drwal/pilarz drzew. Kod zawodu to: 621001 (Dz.U. 2021 poz. 2285). Profesja drwala-pilarza charakteryzuje się dużą wypadkowością. Wiele osób traci życie podczas wykonywania pracy przy pozyskiwaniu drewna. Nie podlega wątpliwości, że bezpieczeństwo ma bezpośredni związek z poziomem wiedzy użytkowników pilarek łańcuchowych. Wiedzę i umiejętności zdobywa się poprzez naukę i doświadczenie. Pracownicy zajmujący się zawodowo pozyskiwaniem drewna na co dzień muszą charakteryzować się nie tylko umiejętnościami praktycznymi, ale również konkretną wiedzą teoretyczną.

Na przestrzeni lat ulegał zmianie sposób edukacji drwali. W czasach, kiedy praktycznie wszyscy pracownicy leśni świadczyli stosunek pracy na rzecz Lasów Państwowych jedynym dostawcą szkoleń dla drwali była właśnie ta firma. 5 stycznia 1984 roku ukazał się program kursu II stopnia dla drwali-operatorów pilarek z zakresu pracy i obsługi pilarki. Program został wprowadzony przez Naczelny Zarząd Lasów Państwowych. Kurs obejmował 154 godziny z czego 37 stanowiły zajęcia teoretyczne i 117 praktyczne. Kandydat na drwala musiał spełniać kryterium wiekowe i zmieścić się w przedziale 23-45 lat. Do zapisania się na kurs niezbędne było również zaświadczenie lekarskie z przychodni Przemysłowej Służby Zdrowia stwierdzające brak predyspozycji indywidualnych do zapadania na chorobę wibracyjną. Kursanci musieli posiadać minimum 3 miesięczne doświadczenie przy pracach leśnych dotyczących pozyskiwania drewna. Podczas realizacji kursu na jednego instruktora w terenie przypadało 5-6 osób. Po zdanym egzaminie i przystąpieniu do pracy drwal musiał pracować pod okiem bardziej doświadczonego pracownika (ryc. 20).



Ramowy podział programu kursu

Lp.	Temat	Wykład	Ćwiczenia	Kasza	Uwagi
✓ 1.	Otwarcie kursu	1 z	- -	1 z	
✓ 2.	Budowa silników spalinowych dwusuwowych i ich działanie	1 z	- -	1 z	
✓ 3.	Budowa pilarek wg Ukinaów	3 z	6 z	9 z	
4.	wibracja i hałas	1 z	- -	1 z	
5.	Charakterystyka pilarek używanych w lasach państwowych	1 z	- -	1 z	
6.	Paliwa oleje i smary	1 z	1 z	2 z	
7.	Przygotowanie pilarek do pracy, usuwanie usterek, regulacja	2 z	4 z	6 z	
8.	Narzędzia pomocnicze	1 z	6 z	7 z	
9.	Technika ścinki i obalanie drzew w warunkach normalnych	3 z	24 z	27 z	
10.	Technika ścinki i obalania drzew pilarka w warunkach trudnych	3 z	16 z	19 z	
11.	Technika przerzynki kłód i dłużyc	1 z	6 z	7 z	
12.	Technika okrzyszowania drzew ściętych	1 z	6 z	7 z	
13.	Zasady organizacji procesu technologicznego w aspekcie ekspozycji na wibracje i hałas pilarki	3 z	10 z	13 z	
14.	Wykorzystanie surowca drzewnego - manipulacji i sortymentacja	2 z	8 z	10 z	
15.	MRP	5 z	- -	5 z	
16.	Udzielenie pierwszej pomocy w nagłych wypadkach	1 z	1 z	2 z	
17.	Seminarium, pokaz, film	4 z	-	4 z	
18.	Zagadnienia szczególne /filmy pokazy itp	2 z	6 z	8 z	
19.	egzamin	z	6 z	6 z	
		34 z	94 z	128 z	

Ryc. 20. Ramowy podział programu kursu II stopnia dla drwali-operatorów pilarek z zakresu pracy i obsługi pilarki (Naczelny Zarząd Lasów Państwowych 1984)

III. Ramowy podział programu kursu

Lp.	Temat	Wy- kła- dy	Owi- czenio- wano- ści	R-m	Uwagi
1.	Otwarcie kursu	1	-	1	
2.	Budowa silników spalinowych dwusuwowych i ich działanie	1	-	1	
3.	Budowa pilarek wg układów	3	6	9	
4.	Wibracja i hałas	1	-	1	
5.	Charakterystyka pilarek używanych w lasach państwowych	1	-	1	
6.	Paliwa oleje i smary	1	1	2	
7.	Przygotowanie pilarek do pracy, usuwanie usterek, regulacja	2	4	6	
8.	Narzędzia pomocnicze	1	6	7	
9.	Technika ściarki i obalania drzew w warunkach normalnych	3	24	27	
10.	Technika ściarki i obalania drzew pilarką w warunkach trudnych	3	16	19	
11.	Technika przerzynki kłód i dkużyc	1	6	7	

1	2	3	4	5	6
12.	Technika obrzeszycania drzew ściętych	1	6	7	
13.	Zasady organizacji procesu technologicznego w aspekcie ekspozycji na wibrację i hałas pilarki	3	10	13	
14.	Wykorzystanie surowca drzewnego - manipulacji i sortowania	2	8	10	
15.	BHP	5	-	5	
16.	Udzielenie pierwszej pomocy w nagłych wypadkach	1	1	2	
17.	Zgodnienia szczególne /filmy pokazy, seminarium/	4	-	4	
18.	Begamin	-	6	6	
Ogółem		34	94	128	

Ryc. 21. Ramowy podział programu kursu II stopnia dla drwali z zakresu pracy i obsługi pilarek opracowany na podstawie programu NZLP z dn. 5.01.1984 r. przez OZLP w Szczecinku (Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych w Szczecinku 1984)

Program ogólnopolski, zaprezentowany przez centralną jednostkę Lasów Państwowych w latach 80, często był modyfikowany przez jednostki niższego szczebla. Modyfikacje polegały zazwyczaj na korekcie zagadnień i zmniejszeniu liczby godzin dydaktycznych. Na przykładzie Okręgowego Zarządu Lasów Państwowych w Szczecinku kurs trwał 128 godzin (16 dni) z czego 34 godzin przypadało na zajęcia teoretyczne, a 94 godziny na zajęcia praktyczne. Na kurs mogły zapisać się osoby w przedziale wiekowym 21-45 lat, którzy mają minimum 6 miesięcy doświadczenia w leśnictwie. Po ukończonym kursie i zdanim egzaminie przyszły drwal nie mógł samodzielnie pracować. Absolwent musiał odbyć staż przy bardziej doświadczonym pracowniku, który wynosił 6 miesięcy (ryc. 21).

Sytuacja zmieniła się pod koniec lat 90 wraz z wejściem w życie Zarządzenia Nr 41 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z 2 lipca 1998 r. W tym czasie zaczął obowiązywać „Ramowy program kursu dla drwali-operatorów pilarki z wiedzy i umiejętności wymaganych do wykonywania zawodu” (Olszewski 1998).

Program obejmował 144 godziny zajęć (18 dni) z możliwością wydłużenia lub skrócenia o 10% (odpowiednio około 158 godzin w przypadku maksymalnego wariantu i 130 godzin w przypadku minimalnego wariantu). Kurs dzielił się na część teoretyczną (38 godzin) i praktyczną (106 godzin). Zagadnienia realizowane na szkoleniu obejmowały budowę i zasady działania pilarki łańcuchowej oraz sprzętu pomocniczego używanego przy pozyskiwaniu drewna, jak również podstawowe wiadomości o organizacji procesu technologicznego pozyskiwania drewna oraz zagrożeń życia i zdrowia z nim związanych. Wielkość grupy przypadającej na jednego instruktora w terenie oscylowała między 5 a 7 osobami. Podczas zapisu na kurs wymagano wykształcenia podstawowego oraz zaświadczenia lekarskiego wydanego przez uprawnioną jednostkę organizacyjną przemysłowej służby zdrowia, dopuszczającą do pracy w zawodzie drwala-operatora pilarki. Instruktorzy prowadzący szkolenie musieli posiadać uprawnienia wydane przez regionalne dyrekcje Lasów Państwowych po 1995 roku lub zweryfikowane przez te jednostki po tym terminie. Zajęcia teoretyczne realizowane były na salach wykładowych i warsztatach, a praktyczne w lesie (czyszczenia późne, trzebieże wczesne, trzebieże późne i zręby zupełne) (ryc. 22).

Lp.	Temat	Wykłady	Ćwiczenia	Razem	Uwagi
1.	Otwarcie kursu - cele, zadania i organizacja	1	-	1	
2.	Budowa silników spalinowych dwusuwowych i ich działanie	1	-	1	
3.	Budowa pilarek wg układów.	5	8	13	
4.	Charakterystyka pilarek używanych w leśnictwie.	1	-	1	
5.	Paliwa, oleje i smary	1	1	2	
6.	Przygotowanie pilarki do pracy i utrzymanie właściwego stanu technicznego	2	6	8	
7.	Narzędzia i sprzęt pomocniczy do pozyskania drewna	2	2	4	
8.	Technika ścinki i obalania drzew w warunkach normalnych	3	26	29	
9.	Ścinka drzew trudnych oraz usuwanie złomów i wywrotów	3	19	22	
10.	Technika przerzynki kłód i dłużyc	1	6	7	
11.	Technika okrzesywania drzew ściętych	1	6	7	
12.	Zasady organizacji procesu technologicznego pozyskania drewna w aspekcie wydajności i ochrony pracy	3	7	10	
13.	Wykorzystanie surowca drzewnego - manipulacja i sortymentacja	2	4	6	
14.	Wykaszarki i wycinarki (kosy mechaniczne) - budowa i zastosowanie w leśnictwie	2	10	12	
15.	Bezpieczeństwo i higiena pracy na stanowisku drwala operatora pilarki	6	-	6	
16.	Udzielanie pierwszej pomocy w nagłych wypadkach	2	2	4	
17.	Zagadnienia szczególne do dyspozycji organizatora kursu (filmy, pokazy, seminaria itp.)	-	4	4	
18.	Egzamin końcowy	2	5	7	
	Razem	38	106	144	

Ryc. 22. Ramowy podział materiału nauczania (Lasy Państwowe 1998)

Program został odwołany wraz z utratą mocy prawnej Zarządzenia Nr 41 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z 2 lipca 1998 r. poprzez wprowadzenie Zarządzenia Nr 30 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 17 kwietnia 2008 r. w sprawie wykazów obowiązujących zarządzeń i decyzji naczelnego dyrektora Lasów Państwowych i dyrektora generalnego Lasów Państwowych według stanu prawnego na 31 grudnia 2007 r. (Lasy Państwowe 2008).

W trakcie obowiązywania Zarządzenia Nr 41 powstał jeszcze jeden akt prawny próbujący uregulować kwestię szkoleń drwali. Było to Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2006 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu niektórych prac z zakresu gospodarki leśnej (Dz.U. 2006 nr 161 poz. 1141). Rozporządzenie jest ciągle obowiązującym aktem prawnym. Wytyczne dotyczące szkoleń wskazują jedynie na konieczność przeprowadzania części teoretycznej i praktycznej. Część teoretyczna zawiera:

- użytkowanie i obsługę pilarki,
- techniki ścinki i obalania drzew,
- techniki okrzesywania i przerzynki drewna,
- bezpieczeństwo i higienę pracy przy eksploatacji pilarki.

Część praktyczna realizowana jest w warunkach terenowych i obejmuje zagadnienia:

- eksploatację pilarki,
- techniki ścinki i obalania drzew,
- techniki okrzesywania i przerzynki drewna.

Analizując proces uzyskiwania uprawnień do wykonywania zawodu drwala nie można zapomnieć o piśmie Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z 25 czerwca 2008 roku, w którym zwrócił się do Dyrektorów regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w sprawie realizacji kursów drwali na terenie Lasów Państwowych. Wytyczne dotyczące współpracy jednostek organizacyjnych z podmiotami realizującymi szkolenia dla drwali obejmowały następujące zasady:

- podmiot ubiegający się o przeprowadzenie kursu na terenie leśnym powinien zgłaszać się do właściwej terenowo regionalnej dyrekcji Lasów Państwowych celem weryfikacji założeń formalno-organizacyjnych planowanego kursu,
- Regionalny Dyrektor LP, na podstawie opinii przedstawiciela służby BHP, wydaje bądź odmawia zgody na udostępnienie terenu leśnego na potrzeby kursu,
- przedstawiciel służb BHP wydaje opinię na podstawie analizy zgodności planowanego przedsięwzięcia szkoleniowego z założeniami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie BHP przy wykonywaniu podstawowych prac z zakresu gospodarki leśnej z 24 sierpnia 2006 r. w tym:

- potwierdzenie uzyskania przez podmiot szkolący akredytacji na kurs dla drwali,
- potwierdzenie posiadania bazy szkoleniowej niezbędnej do realizacji kursu,

- potwierdzenie zaangażowania wykwalifikowanej kadry instruktorskiej ze szczególnym naciskiem na kadre prowadzącą praktyczne zajęcia terenowe,
- analiza rozmiaru godzinowego i tematyki zajęć (szczególnie praktycznych) nie odbiegających istotnie od dotąd obowiązującego programu szkolenia dla drwali,
- inne.

Wytyczne przekazane przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych wskazują na dalszą realizację kursów drwala na terenie nadleśnictw według programu zaproponowanego w Zarządzeniu Nr 41. Pismo wskazuje na możliwość zmniejszenia godzin kursu, ale nie w sposób istotny, a w szczególności zajęć praktycznych.

Do końca nieuregulowany stan prawny i różnice w interpretacji zarządzeń oraz pism doprowadziły do powstania szarej strefy w obszarze szkoleń drwali. Obserwuje się trzy niepokojące zjawiska. Pierwsze to realizacja kursu drwala w wymiarze czasowym znacząco nieodbiegającym od wytycznych Lasów Państwowych z 1998, roku w większej grupie niż przewidywało Zarządzenie nr 41. Drugi przykład to realizacja szkoleń w krótszym czasie, lecz wydawanie zaświadczeń wskazujących na kurs 144 godzinny. Ostatni, trzeci przykład radzenia sobie z nieprzychylnymi zasadami to sprzedaż zaświadczeń przez Internet, gdzie realizowano jedynie część teoretyczną w formie samokształcenia kierowanego - bez realizacji zajęć praktycznych lub ich realizacji we własnym zakresie (Drabarczyk 2015; Gizak 2021; Bodył 2021b).

Impas prawny nie wpływa pozytywnie na kształcenie drwali. Niestety istotna liczba drwali pracująca w lasach posiada krótkie 2-3 dniowe kursy zawodowe (Gendek i in. 2018). Próbę rozwiązania problemu podjęło w 2021 roku Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych wprowadzając nowy program na konferencji pt. Drwal - zawód przyszłości. Proponowany kurs składa się z części teoretycznej i praktycznej. Część teoretyczna obejmuje 14 godzin zegarowych, natomiast część praktyczna 42 godziny. Połowa zagadnień teoretycznych (do 7 godzin zegarowych) może być realizowana w formie samokształcenia kierowanego. Cały kurs realizowany jest w wymiarze 56 godzin i trwa 7 dni. Grupa przypadająca na jednego instruktora w terenie nie może przekraczać 4-5 osób. Zagadnienia zawarte w zaproponowanym programie ściśle nawiązują do wytycznych dotyczących szkoleń drwali zapisanych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2006 roku (ryc. 23).

Lp.	Tematy i treść zajęć edukacyjnych	Wymiar zajęć (liczba godzin)			
		Teoretyczne		Praktyczne	Razem
		W trybie stacjonarnym	Samokształcenie kierowane		
1	Bezpieczeństwo i higiena pracy na stanowisku drwala-pilarza	1	1	2	4
2	Przygotowanie pilarki do pracy i utrzymanie właściwego stanu technicznego	1	1	2	4
3	Narzędzia i sprzęt pomocniczy do pozyskania drewna	-	2	35	44
4	Techniki ścinki i obalania drzew, usuwanie złomów i wywrotów oraz obróbka surowca drzewnego (okrzesywanie i przerzynka)	4	2		
5	Zasady organizacji procesu technologicznego pozyskania drewna w aspekcie wydajności i ochrony pracy	-	1		
6	Egzamin wewnętrzny	1	-	3	4
RAZEM		7	7	42	56

Ryc. 23. Ramowy program kursu drwal-pilarz (Tomczak i in. 2021)

Analizując standardy szkoleń uprawniających do posługiwania się pilarkami łańcuchowymi należy wspomnieć o kursach przygotowawczych i egzaminach końcowych realizowanych na podstawie Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 11 stycznia 2017 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz.U. 2017 poz. 134). Wszystkie szkolenia z zakresu maszyn wykorzystywanych w budownictwie koordynuje Sieć Badawcza Łukasiewicz - Warszawski Instytut Technologiczny (<https://wit.lukasiewicz.gov.pl/>). Kurs trwa łącznie 44 godziny, z czego 8 godzin obejmuje zajęcia teoretyczne poświęcone ogólnym zasadom BHP dotyczącym wszystkich maszyn budowlanych. Zagadnienia dotyczące pilarek mechanicznych obejmują 36 godzin, z czego 22 godziny to zajęcia teoretyczne, a 14 godzin to zajęcia praktyczne. Każdy z kursantów, żeby zapisać się na szkolenie musi mieć ukończone 18 lat i posiadać aktualne badania wskazujące na brak przeciwwskazań zdrowotnych do pracy pilarką mechaniczną. Zajęcia praktyczne

realizowane są w grupach maksymalnie 10 osobowych przypadających na jednego instruktora. Po kursie organizowany jest egzamin prowadzony przez niezależnego egzaminatora. Podczas egzaminu weryfikowana jest wiedza teoretyczna i praktyczna (ryc. 24).

Lp.	Moduł		Liczba godzin zajęć teoretycznych	Liczba godzin zajęć praktycznych
	Symbol	Nazwa		
1.	M.BHP	Bhp ogólne – dla wszystkich maszyn	8	-
Suma			8	
2.	M.SII-11/III	Pilarki mechaniczne do ścinki drzew – przedmioty specjalistyczne klasa III	14	14
Suma			22	14
Łącznie cały kurs			36	

Ryc. 24. Program szkolenia operatorów klasy III pilarek mechanicznych do ścinki drzew (www.oszomega.pl/pilarz)

Próbie regulacji uzyskiwania uprawnień drwala-pilarza podjęło Ministerstwo Edukacji Narodowej wraz z Ministerstwem Klimatu i Środowiska. 25 marca 2025 r. W Monitorze Polskim ukazało się obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 marca 2025 r. w sprawie włączenia kwalifikacji wolnorynkowej „Pozyskiwanie drewna pilarką łańcuchową” do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji. Obwieszczenie zawiera informacje o sposobie walidacji kandydatów na drwali, która ma polegać na teście teoretycznym, obserwacji w miejscu pracy oraz rozmowie z komisją walidacyjną. Pozytywnie zakończona walidacja skutkuje uzyskaniem certyfikatu, pozwalającego pracować pilarką łańcuchową przez 6 lat. Po wygaśnięciu certyfikatu drwal musi przystąpić do ponownej walidacji. W obwieszczeniu nie zamieszczono informacji o obowiązkowym kursie przygotowawczym do walidacji z minimalną liczbą godzin. Tego typu rozwiązanie pozwala wszystkim, którzy ukończyli 18 rok życia i posiadają zaświadczenie lekarskie o braku przeciwwskazań zdrowotnych na stanowisku drwala-pilarza na przystąpienie do walidacji. Warunkiem brzegowym jest również ukończenie kursu pierwszej pomocy - minimum ośmiogodzinnego zrealizowanego w ciągu ostatnich 5 lat przed przystąpieniem do walidacji, obejmującego następujące treści:

- a) ocenę sytuacji i zabezpieczenie miejsca wypadku,
- b) ocenę stanu poszkodowanego,
- c) kontrolę czynności życiowych,

- d) postępowanie z poszkodowanym nieprzytomnym,
- e) podstawowe czynności podtrzymywania życia,
- f) postępowanie w przypadku zachorowań i stanów nagłych, bólu w klatce piersiowej, drgawek,
- g) postępowanie w przypadku krwotoków, poważnych ran, oparzeń i odmrożeń, ukąszeń i użądleń,
- h) postępowanie w przypadku urazów kostno-stawowych oraz urazów głowy i kręgosłupa.

Walidację mogą przeprowadzać jednostki certyfikujące zweryfikowane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska na powierzchniach leśnych zarządzanych przez nadleśnictwa. Komisje walidacyjne składają się z trzech osób, gdzie głos przewodni ma osoba oddelegowana przez Regionalnego Dyrektora Lasów Państwowych (Monitor Polski 2025 r. poz. 269)

2.4.2. Uzyskiwanie uprawnień zawodowych umożliwiających pracę w zawodzie instruktora ścinki drzew

Instruktor ścinki drzew to osoba, która ma za zadanie nauczyć kursantów uczestniczących w szkoleniu bezpiecznej pracy pilarką łańcuchową (Jajor 2014). Kształcenie zawodowe przyszłych nauczycieli profesji drwala-pilarza zmieniało się na przestrzeni lat. Ponadczasowym aspektem towarzyszącym wcześniejszym i obecnym instruktorom ścinki drzew jest zasada uczeń-mistrz, która pozwala na osiągnięcie zamierzonych celów dydaktycznych.

Opisując zagadnienie przygotowania zawodowego instruktorów ścinki drzew nie można pominąć rysu historycznego. W Polsce kształceniem zawodowym instruktorów ścinki drzew przez długie lata zajmowały się Lasy Państwowe, organizując ogólnopolskie i regionalne kursy. Dobrym przykładem z początku lat 80 jest program kursu III stopnia dla pracowników inżynieryjno-technicznych w zakresie: instruktora pracy pilarką, organizacji i technologii przy pozyskaniu drewna, bezpieczeństwa i higieny pracy. Szkolenie realizowane było w wymiarze 116 godzin (15 dni) z czego 58 przypadło na część teoretyczną i 58 na część praktyczną (ryc. 25).

II. Podział materiału nauczania

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość kursodni		
		wyklady	ćwiczenia	R-r
1	2	3	4	5
A.	Otwarcie kursu, poznanie uczestników z programem i celem szkolenia. Sprawy organizacyjne. regulaminy Ośrodka Szkoleniowego	1	-	1
B.	Metodyka prowadzenia szkoleń	4	3	7
C.	Budowa, dane techniczne, obsługa i konserwacja pilarek	4	8	12
D.	Narzędzia i sprzęt pomocniczy do pozyskania drewna	2	6	8
E.	Gospodarka paliwami i smarami stosowanymi do pilarek	1	-	1
F.	Technika pracy przy pozyskaniu drewna ze szczególnym uwzględnieniem zasad BHP	6	24	30
G.	Organizacja i technologia prac przy pozyskiwaniu drewna	4	12	16
H.	Warunki udostępnienia obszarów leśnych do wprowadzenia nowych form organizacji pracy	1	-	1
I.	Nowoczesne kierunki i technologia stosowane w pozyskaniu drewna	2	-	2
J.	Podstawowe zagadnienia z wynalazczości pomocniczej	1	-	1
K.	Zagadnienia prawne ochrony pracy	8	-	8
L.	Wybrane zagadnienia z zakresu "Człowiek w procesie pracy"	4	-	4
M.	Wybrane zagadnienia z zakresu środowiska pracy	4	-	4
N.	Techniczna ochrona pracy	14	-	14
O.	Zagadnienia uzupełniające z BHP	2	-	2
P.	egzamin praktyczny	-	5	5
	Razem:	58	58	116

Ryc. 25. Podział materiału nauczania na kursie III stopnia dla pracowników inżyniersko-technicznych w zakresie: instruktora pracy pilarką, organizacji i technologii przy pozyskaniu drewna, bezpieczeństwa i higieny pracy (Nowak i Górny 1981)

Instruktorzy przygotowani do realizacji kursów drwala-pilarza byli w różnym stopniu zaangażowani do uczestnictwa w szkoleniach. Co jakiś czas jednostki Lasów Państwowych o zasięgu regionalnym organizowały kursy weryfikacyjne, na których aktualizowano wiedzę teoretyczną i praktyczną obecnych instruktorów. Weryfikacja obejmowała osoby, które posiadają dłużej niż 5 lat uprawnień instruktorskie. Nieprzystąpienie do kursu skutkowało utraceniem uprawnień. Na przykładzie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinku, takie szkolenie trwało 4 dni

(32 godziny), z czego część teoretyczna realizowana była w formie wykładów i trwała 18 godzin, a część praktyczna 14 godzin (ryc. 26).

II. RAMOWY PROGRAM KURSU				
Lp.	Temat zajęć	Ilość godzin		
		wykl.	ćwicz,	razem
A.	Otwarcie kursu. Sprawy organizacyjno-programowe	1	-	1
B.	Organizacja pracy przy pozyskaniu drewna w różnych warunkach	2	1	3
C.	Zagadnienia prywatyzacji prac leśnych	1	-	1
D.	Technika ścinki i obalania drzew w użytkowaniu rębnym i przedrębnym	5	6	11
E.	Pilarki z urządzeniem tnącym na wysięgniku /wycinarki, wykaszarki/ - budowa, obsługa, wykorzystanie	2	2	4
F.	Obsługa i konserwacja pilarek. Wyposażenie w sprzęt pomocniczy do pozyskania drewna	2	2	4
G.	Wybrane zagadnienia z brakarstwa /KJW/	2	1	3
H.	Zagadnienia ochrony pracy i bhp przy pozysk.drewna	2	-	2
I.	Organizacja szkoleń drwali. Dokumentacja szkoleń, rozliczanie kursów	1	-	1
	Egzamin praktyczny i teoretyczny /testowy/	-	2	2
	Ogółem	18	14	32

Ryc. 26. Ramowy program kursu weryfikacyjnego dla instruktorów szkolenia wewnątrzzakładowego z zakresu pracy pilarkami przy pozyskaniu drewna (Pleskaczewski 1994)

Kursy instruktorów ścinki drzew po weryfikacji w 1994 roku były dalej organizowane przez regionalne dyrekcje Lasów Państwowych przy pomocy Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. Odbływały się w różnej częstotliwości. Ostatni kurs przygotowujący nauczycieli zawodu drwala został zorganizowany w 2019 roku na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krośnie. Program obejmował zajęcia teoretyczne i praktyczne w wymiarze 81 godzin (9 dni). Część kameralna stanowiła 23 godziny natomiast część terenowa 58 godzin. Szkolenie kończyło się egzaminem przed komisją. Kursy instruktorów ścinki drzew nadal mogą być organizowane przez jednostki Lasów Państwowych, lecz obserwuje się coraz mniejsze zainteresowanie szkoleniem. Według Sowy i in. (1999) do przystąpienia na kurs instruktorów ścinki drzew kandydat

musi posiadać stopień inżyniera leśnictwa, uprawnienia operatora pilarek spalinowych oraz praktykę w zakresie organizacji i realizacji prac zrębowych.

Równolegle szkolenia dla nowych instruktorów ścinki drzew zaczęto organizować w prywatnych podmiotach gospodarczych. Jedną z takich organizacji jest Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych (SIOMOL), które zrzesza kilkudziesięciu instruktorów ścinki drzew z całej Polski (www.drwaledukacja.pl). SIOMOL organizuje kursy dla instruktorów, które trwają 48 godzin - 6 dni (Bodył 2021a). Część teoretyczna obejmuje 16 godzin, a praktyczna 32 godziny. Kursanci, aby uczestniczyć w szkoleniu, muszą posiadać kurs drwala lub wyższe wykształcenie leśne bądź pożarnicze. Ponadto wymagane jest minimum wykształcenie średnie i brak przeciwwskazań zdrowotnych (ryc. 27).

LP	Tematyka kursu	Liczba godzin zajęć teoretycznych	Liczba zajęć godzin praktycznych	Razem
1.	Metodyka szkolenia dorosłych	4		4
2.	Organizacja szkoleń z zakresu pozyskania drewna	2		2
3.	Zasady bezpieczeństwa, higieny i ergonomii przy pracach związanych z pozyskaniem drewna i pielęgnacji drzewostanów	2		2
4.	Przygotowanie narzędzi do pracy	2	4	6
5.	Nowoczesne rozwiązania techniczne stosowane w pilarkach i wykaszarkach	1		1
6.	Sprzęt pomocniczy	1		1
7.	Technika ścinki, obalania i okrzesywania drzew oraz organizacja prac zrębowych	3	28	31
8.	Pomoc przedlekarska	1		1
	RAZEM	16	32	48

Ryc. 27. Program kursu instruktorów ścinki drzew prowadzących szkolenia z zakresu pozyskania drewna (Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych 2008)

2.5. Szkolenia okresowe BHP dla drwali-pilarzy

Wszyscy pracownicy zatrudnieni na umowę o pracę podlegają okresowym szkoleniom BHP. Drwal jest zakwalifikowany jako zawód niebezpieczny, co wynika z zapisów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2006 r. dotyczącego prac szczególnie niebezpiecznych i Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844). Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach robotniczych przechodzą szkolenia okresowe BHP nie rzadziej niż co 36 miesięcy, natomiast pracownicy, u których występują prace szczególnie niebezpieczne, nie rzadziej niż co 12 miesięcy. Szkolenie powinno trwać minimum 8 godzin dydaktycznych w formie wykładu i instruktarzu stanowiskowego w rzeczywistych warunkach pracy. Realizacją szkoleń powinny zajmować się firmy z wykwalifikowaną kadrą z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy. Dostawcy szkoleń mogą posilkować się instruktorami, którzy w precyzyjny sposób mogą zrealizować część praktyczną w postaci instruktarzu stanowiskowego, opracowanego na podstawie wytycznych zawartych w rozporządzeniu (ryc. 28). Po szkoleniu każdy z uczestników podchodzi do testu sprawdzającego wiedzę (Dz.U. 2004 nr 180 poz. 1860). Na rynku szkoleń niewiele jest firm, które w rzetelny sposób przeprowadzają szkolenia okresowe BHP. Zazwyczaj jest to krótki wykład na sali zakończony wspólnym testem, bądź nawet sprzedaż gotowego zaświadczenia. Wielu pracodawców korzysta z tej formy szkoleń i w pozorny sposób oszczędza na bezpieczeństwie swoich pracowników (Szwed 2022d).

Lp.	Temat szkolenia	Liczba godzin ^{*)}
1	2	3
1	Regulacje prawne z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, z uwzględnieniem przepisów związanych z wykonywaną pracą	1
2	Zagrożenia czynnikami występującymi w procesach pracy oraz zasady i metody likwidacji lub ograniczenia oddziaływania tych czynników na pracowników — z uwzględnieniem zmian w technologii, organizacji pracy i stanowisk pracy, stosowania środków ochrony zbiorowej i indywidualnej, wprowadzenia nowych urządzeń, sprzętu i narzędzi pracy	3
3	Zasady postępowania w razie wypadku w czasie pracy i w sytuacjach zagrożeń (np. pożaru, awarii), w tym zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku	2
4	Okoliczności i przyczyny charakterystycznych dla wykonywanej pracy wypadków przy pracy oraz związana z nimi profilaktyka	2
	Razem:	minimum 8

Ryc. 28. Ramowy program szkolenia dla stanowisk robotniczych

3. Cel i zakres badań

3.1. Cel badań

Celem pracy jest analiza metodyki szkoleń drwali i instruktorów pozyskiwania drewna w Polsce oraz w innych krajach ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień z zakresu ergonomii pracy. Celem przeprowadzonych badań jest również opracowanie nowych metod i standardów szkoleń opartych o analizę efektów kształcenia oraz ergonomicznych aspektów pracy podczas szkoleń drwali.

W trakcie badań postawiono następujące cele szczegółowe:

1. Przeanalizowanie standardów szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów śinki drzew w innych krajach świata.
2. Określenie poziomu wiedzy i tempa uczenia się przyszłych drwali-pilarzy przed rozpoczęciem kursu, w połowie kursu oraz po jego zakończeniu.
3. Analiza efektów kształcenia poprzez weryfikację czasu wykonywania poszczególnych czynności wykonywanych przez kursantów w kolejnych dniach kursu.
4. Określenie wydatku energetycznego i obciążenia pracą podczas wykonywania poszczególnych czynności w trakcie kursu przez przyszłych drwali-pilarzy i instruktorów śinki drzew prowadzących szkolenia.

3.2. Zakres badań

Do przeanalizowania standardów szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów śinki drzew niezbędny był kontakt z firmami, które zajmują się szkoleniami w innych krajach świata. Pozyskiwane informacje dotyczyły czasu trwania kursu w godzinach z podziałem na część teoretyczną i praktyczną, liczebności grupy przypadającej na jednego instruktora w terenie, warunków uczestnictwa w szkoleniu oraz rodzaju egzaminu końcowego.

Określenie poziomu wiedzy przyszłych drwali-pilarzy uczestniczących w kursie dokonano za pomocą badania ankietowego, które miało miejsce przed rozpoczęciem kursu, w połowie kursu i po jego zakończeniu. Pytania z pierwszej ankiety, zadawane osobom uczestniczącym w szkoleniu drwali-pilarzy, obejmowały informacje dotyczące cech antropometrycznych oraz behawioralnych (wiek, płeć, wykształcenie, status

zawodowy, miejsce zamieszkania, miejsce dorastania). Kolejna część ankiety dotyczyła doświadczenia i umiejętności w pracy pilarką łańcuchową (marka posiadanej pilarki łańcuchowej, miejsce zakupu pilarki łańcuchowej, pytanie o doświadczenie w przerzynie, okrzesywaniu, ścinie drzew i pracy w środkach ochrony indywidualnej). Ostatni blok pytań odnosił się do wiedzy uczestników (parametry pniaka, techniki ścinki drzew, BHP przy pozyskiwaniu drewna, elementy budowy pilarki łańcuchowej znacząco podnoszące bezpieczeństwo pracy oraz źródła, z jakich kursant pozyskał wiedzę przed szkoleniem). Druga i trzecia ankieta korespondowały z pytaniami zawartymi w pierwszej i obejmowały badanie poziomu wiedzy na temat pracy drwala-pilarza oraz ocenę własnych umiejętności. W ten sposób przebadano 300 drwali, którzy uczestniczyli w kursach.

Efekty kształcenia zostały przeanalizowane za pomocą chronometrażu, który dotyczył czasu wykonywania ścinki i okrzesywania w kolejnych dniach kursu.

W celu określenia wydatku energetycznego i obciążenia pracą w poszczególnych czynnościach w przypadku przyszłych drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew realizujących szkolenie, prowadzono ciągły pomiar tętna.

4. Metody badań

4.1. Standardy szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata

4.1.1. Wybór państw do przedstawienia standardów szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew

Wybór państw do analizy standardów międzynarodowych dotyczących szkoleń drwali-pilarzy oraz instruktorów ścinki drzew polegał na wytypowaniu co najmniej dwóch rozwiniętych krajów z każdego zamieszkałego na stałe kontynentu. W przypadku Europy założono wytypowanie minimum pięciu państw. Uzyskiwanie informacji następowało poprzez bezpośredni kontakt z firmami, które szkolą drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew na terenie własnego państwa. W pierwszej kolejności wyszukano firmy, które zajmują się szkoleniami drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew. Następnie nawiązywano kontakt z instytucjami szkoleniowymi za pomocą poczty elektronicznej. Po uzyskaniu zgody i chęci na wymianę informacji przystępowano do korespondencji. Łącznie wytypowano i skontaktowano się za pomocą poczty elektronicznej z około 300 firmami zajmującymi się szkoleniami obejmującymi zagadnienia związane z pozyskiwaniem drewna. Odsetek podmiotów, które wyraziły chęć współpracy, okazał się jednak niewielki.

4.1.2. Szkolenia drwali-pilarzy w innych krajach świata

Po nawiązaniu kontaktu z przedstawicielami firm szkoleniowych poszczególnych państw zadawano szereg pytań, które w przypadku drwali-pilarzy brzmiały następująco:

1. Jaka jest pełna nazwa Państwa firmy?
2. Czy po ukończeniu kursu drwala-pilarza w Państwa firmie można pracować zawodowo przy ścinie, okrzesywaniu i przerzynce drewna na terenach leśnych?
3. Jak długo trwa kurs drwala-pilarza w Państwa firmie z podziałem na część teoretyczną i praktyczną wyrażoną w godzinach?

4. Jaka jest maksymalna liczba kursantów podczas trwania zajęć praktycznych przypadająca na jednego instruktora ścinki drzew?
5. Czy uczestnicy muszą mieć ukończone 18 lat, odpowiedni stan zdrowia potwierdzony badaniem lekarskim i podstawowe wykształcenie ogólne?
6. Czy po zakończeniu szkolenia jest egzamin teoretyczny i praktyczny?

Po uzyskaniu wszystkich odpowiedzi utworzono zbiorczy tekst podsumowujący wszystkie zebrane informacje zawierające nazwę państwa i instytucji szkoleniowej do zaakceptowania przez przedstawiciela analizowanej firmy. Uzyskane dane zostały zaprezentowane w formie tabelarycznej oraz w krótkim opisie w rozdziale Wyniki badań.

4.1.3. Szkolenia instruktorów ścinki drzew w innych krajach świata

Po analizie metodyki oraz programu szkoleń drwali-pilarzy przystąpiono do zbierania informacji o instruktorach ścinki drzew. Część firm, z którymi nawiązano kontakt, dotyczący drwali-pilarzy w swojej ofercie miała również szkolenia przygotowujące do zawodu instruktora ścinki drzew, co ułatwiało proces pozyskiwania informacji. Pytania dotyczące kursu instruktorów ścinki drzew korespondowały z wcześniej analizowanymi szkoleniami drwali-pilarzy i brzmiały:

1. Czy oprócz szkoleń drwali-pilarz prowadzą Państwo kursy dla instruktorów ścinki drzew prowadzących szkolenia z zakresu pozyskiwania drewna lub znają instytucję, która prowadzi taką działalność?
2. Czy po ukończeniu kursu instruktorów ścinki drzew w Państwa firmie można pracować zawodowo przy kształceniu drwali-pilarzy?
3. Jak długo trwa kurs instruktorów ścinki drzew w Państwa firmie z podziałem na część teoretyczną i praktyczną wyrażoną w godzinach?
4. Jaka jest maksymalna liczba kursantów podczas trwania zajęć praktycznych przypadająca na jednego prowadzącego?
5. Czy uczestnicy muszą mieć ukończone 18 lat, kurs drwala-pilarza, odpowiedni stan zdrowia potwierdzony badaniem lekarskim i legitymować się pewnym poziomem wykształcenia ogólnego?
6. Czy po zakończeniu szkolenia jest egzamin teoretyczny i praktyczny?

Przeważająca większość firm, z którymi nawiązano współpracę nie zajmowała się szkoleniami instruktorów ścinki drzew lub proces kształcenia był bardziej rozbudowany

i obejmował kilka innych kwalifikacji lub wymagań, jakie musi spełnić osoba starająca się o status nauczyciela zawodu drwala-pilarza w swoim kraju. W takich przypadkach ponownie wyszukiwano instytucje za pośrednictwem Internetu. Po nawiązaniu kontaktu przystępowano do zbierania danych dotyczących szkolenia, aby finalnie podsumować standard w formie tekstu zawierającego wszystkie niezbędne informacje. Na koniec tekst był akceptowany lub korygowany przez przedstawiciela analizowanej instytucji. Podobnie jak w przypadku drwali-pilarzy uzyskane informacje zostały zaprezentowane w formie tabelarycznej oraz krótkim opisie w rozdziale Wyniki badań.

4.2. Analiza poziomu wiedzy kursantów na różnych etapach procesu dydaktycznego

Do uzyskania informacji dotyczącej wiedzy przyszłych drwali-pilarzy konieczne było określenie momentu zbierania danych. Przyjęto, że badanie nastąpi przed rozpoczęciem, w połowie i po zakończeniu szkolenia. Poziom wiedzy zbadano za pomocą badania ankietowego, który obejmował pytania zamknięte i otwarte (ryc. 29-33). Szkolenia, na których przeprowadzono badanie obejmowały 56 godzin kursu z czego 14 godzin to zajęcia teoretyczne i 42 godziny to zajęcia praktyczne w grupach nie większych niż 5 osób przypadających na jednego instruktora. Jest to standard szkoleń drwali-pilarzy zaproponowany przez Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych. W ten sposób przebadano 300 kursantów.

Po przeprowadzeniu badania ankietowego dokonano oceny odpowiedzi merytorycznych, za które uczestnicy kursu drwala-pilarza otrzymywali punkty. W rezultacie każdy respondent uzyskał określony wynik punktowy, odzwierciedlający poziom wiedzy teoretycznej. Następnie wszystkich kursantów podzielono na grupy różnicujące ich pod względem wybranych cech demograficznych i społecznych, takich jak wiek, płeć, status zawodowy, miejsce dorastania, miejsce zamieszkania, posiadanie pilarki łańcuchowej oraz marka posiadanej pilarki. W niektórych przypadkach liczebność grup była niewielka, co utrudniało przeprowadzenie pogłębionej analizy różnic między nimi. Celem tego etapu badań było zidentyfikowanie zróżnicowania w wynikach punktowych pomiędzy poszczególnymi grupami respondentów oraz określenie różnic w tempie ucznia się wiedzy teoretycznej dotyczącej zagadnień związanych z pozyskiwaniem drewna przy użyciu pilarki łańcuchowej.

Zebrane dane dotyczące przyszłych drwali-pilarzy zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 13.5. Uzyskane wyniki zestawiono w programie Microsoft Excel, a następnie zaprezentowano w postaci tabel i wykresów w części Wyniki.

Ankieta I WSTĘPNA (przed rozpoczęciem kursu) DRWAL-PILARZ

Imię nazwisko..... Data.....

1. Jaką grupę wiekową reprezentujesz? (1 odpowiedź)
a) 18-28 b) 29-39 c) 40-50 d) 51-61 e) 62 i więcej
2. Płeć? (1 odpowiedź)
a) Kobieta b) Mężczyzna
3. Jakie masz wykształcenie? (1 odpowiedź)
a) Podstawowe b) Średnie c) Wyższe d) Zawodowe
4. Jaki jest Twój status? (1 odpowiedź)
a) Jestem uczniem b) Prowadzę własną działalność c) Jestem bezrobotny d) Pracuję
5. W jakim miejscu mieszkasz? (1 odpowiedź)
a) Wieś b) Małe miasto (do 50 tys.) c) Duże miasto (powyżej 50 tys.)
6. Gdzie wychowywałeś/aś się do 18 roku życia (przeważająca część)?
a) Wieś b) Małe miasto (do 50 tys.) c) Duże miasto (powyżej 50 tys.)
7. Czy masz pilarkę w domu? (1 odpowiedź) a) Tak b) Nie
Jeżeli TAK, to jakiej firmy?
.....
8. Gdzie kupiłeś/aś pilarkę? (1 odpowiedź)
a) Nie mam pilarki b) W autoryzowanym serwisie c) W markecie budowlanym
d) Na targowisku e) Inne.....
9. Czy pracowałeś/pracowałaś pilarką? (1 odpowiedź) a) Tak b) Nie
Jeżeli TAK, to jakie prace wykonywałeś/aś pilarką (może być kilka odpowiedzi):
a) Okrzesywanie b) Przerzynka c) Ścinka i obalanie drzew do 20 cm w miejscu cięcia
d) Ścinka i obalanie drzew powyżej 20 cm w miejscu cięcia e) Ścinka i obalanie drzew
pochylonych, ze zgnilizną i grubych (powyżej 2 długości prowadnicy)
10. Czy drwal - pilarz podczas pracy pilarką łańcuchową musi używać ochrony słuchu?
(1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Nie c) Tak
11. Czy kiedykolwiek pracowałeś/aś pilarką łańcuchową w kasku z ochroną słuchu?
(1 odpowiedź) a) Nie pracowałem/am pilarką b) Tak c) Nie
12. Czy drwal - pilarz podczas pracy pilarką łańcuchową musi używać ochrony twarzy?
(1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Nie c) Tak
13. Czy kiedykolwiek pracowałeś/aś pilarką łańcuchową w kasku z ochroną twarzy?
(1 odpowiedź) a) Nie pracowałem/am pilarką b) Tak c) Nie
14. Czy drwal - pilarz podczas pracy pilarką łańcuchową musi pracować w stroju
zabezpieczającym go przed przecięciem? (1 odpowiedź)
a) Nie wiem b) Nie c) Tak

Ryc. 29. Ankieta przeprowadzona przed rozpoczęciem kursu drwal-pilarz cz. 1

15. Czy pracowałeś/aś pilarką łańcuchową w stroju zabezpieczającym przed przecięciem?
(1 odpowiedź) a) Nie pracowałem/am pilarką b) Tak c) Nie

16. Ile metrów wynosi strefa niebezpieczna przy pracy pilarką łańcuchową? (1 odpowiedź)
a) Nie wiem b) 1 c) 2 d) 3

17. Jak duża jest strefa niebezpieczna przy obalonym drzewie? (1 odpowiedź)
a) Nie wiem b) 1 wysokość drzewa c) 2 wysokości drzewa d) 3 wysokości drzewa

18. Czy wiesz co to rzaz podcinający i potrafiłbyś/abyś podać jego parametry?
(1 odpowiedź) a) Tak b) Nie

Jeżeli TAK, to podaj jego parametry:

.....
19. Czy wiesz co to zawiasa i potrafiłbyś/abyś podać jej parametry? (1 odpowiedź)
a) Tak b) Nie

Jeśli TAK, to podaj jej parametry:

.....
20. Czy wiesz co to próg bezpieczeństwa i potrafiłbyś/abyś podać jego parametry?
(1 odpowiedź) a) Tak b) Nie

Jeżeli TAK, to podaj jego parametry:

.....
21. Jakie znasz metody/techniki ścinki drzew?

a) b)
c) d)

22. Ile osób może okrzysywać drzewo w jednym momencie? (1 odpowiedź)
a) Nie wiem b) 1 c) 2 d) 3

23. Od jakich włókien zaczynamy przerzynkę drewna gdy występują naprężenia?
(1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Rozciąganych c) Ściskanych

24. Czy znasz elementy budowy pilarki znacząco poprawiające bezpieczeństwo pracy
drwala - pilarza? (1 odpowiedź) a) Tak b) Nie

Jeżeli TAK, to wymień jakie:

.....
25. Skąd masz wiedzę na temat pracy pilarką łańcuchową? (może być kilka odpowiedzi)

a) Nie mam wiedzy b) Z Internetu c) Od kolegów z pracy d) Od sprzedawcy pilarek
e) Ze szkoły, kursów f) Z książek, czasopism, instrukcji obsługi pilarek g) Inne.....

Ryc. 30. Ankieta przeprowadzona przed rozpoczęciem kursu drwal-pilarz cz. 2

Ankieta II SPRAWDZAJĄCA (w połowie kursu) DRWAŁ - PILARZ

Imię nazwisko..... Data.....

1. Jeśli miałbyś/miałabyś nabyć pilarkę łańcuchową do prac zrębowych to wybrałbyś/ałabyś? (1 odpowiedź) a) Pilarkę w stylu hobby b) Pilarkę półprofesjonalną c) Pilarkę profesjonalną
2. Gdzie kupiłbyś/abyś pilarkę łańcuchową? (1 odpowiedź)
a) W markecie budowlanym b) U autoryzowanego dealera c) Na targu d) W Internecie
3. Zaznacz jakie czynności w Twojej ocenie potrafisz wykonać pilarką łańcuchową: (może być kilka odpowiedzi) a) Okrzesywanie b) Przerzynka c) Ścinka i obalanie drzew do 20 cm w miejscu cięcia d) Ścinka i obalanie drzew powyżej 20 cm w miejscu cięcia e) Ścinka i obalanie drzew pochylonych, ze zgnilizną i grubych (powyżej 2 długości prowadnicy)
4. Kiedy należy używać ochronników słuchu? (1 odpowiedź)
a) Przy wszystkich pracach zrębowych b) Od momentu uruchomienia do momentu zgaszenia silnika spalinowego c) Przy poruszaniu się łańcucha po prowadnicy
5. Kiedy należy używać ochrony twarzy? (1 odpowiedź)
a) Przy wszystkich pracach zrębowych b) Od momentu uruchomienia do momentu zgaszenia silnika spalinowego c) Przy poruszaniu się łańcucha po prowadnicy
6. Które elementy stroju drwała powinny być wyposażone we wkładkę antyprzecięciową: (1 odpowiedź) a) Spodnie/nogawice b) Buty, rękawice, spodnie/nogawice
c) Spodnie/nogawice, buty d) Spodnie/nogawice, kurtka, buty
7. Ile metrów wynosi strefa niebezpieczna przy pracy pilarką łańcuchową? (1 odpowiedź)
a) 1 b) 2 c) 3 d) 4
8. Jak duża jest strefa niebezpieczna przy obalaniu drzewie? (1 odpowiedź)
a) 1 wysokość drzewa b) 2 wysokości drzewa c) 3 wysokości drzew
9. Jaką głębokość w odniesieniu do średnicy drzewa i minimalny kąt ma rżaz podcinający: (1 odpowiedź) a) Między $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ i 45 stopni b) Między $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ i 30 stopni
c) Między $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ i 60 stopni d) Między $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ i 30 stopni
10. Zawiasa to a) 5% b) 10% c) 15% d) 20% niedopilowanego drewna w odniesieniu do średnicy w miejscu cięcia. (1 odpowiedź)
11. Próg bezpieczeństwa to różnica wysokości między dolną płaszczyzną rżazu podcinającego a rżazem ścinającym w odniesieniu do średnicy w miejscu cięcia, która wynosi? (1 odpowiedź) a) 5% b) 10% c) 15% d) 20%
12. Wymień znane Ci metody/techniki ścinki drzew:
a)..... b).....
c)..... d).....
13. Ile osób może okrzesywać drzewo w jednym momencie? (1 odpowiedź)
a) 1 b) 2 ale jedna osoba zaczyna od odziomka a druga od wierzchołka
c) 2 ale jedna osoba zaczyna od odziomka a druga od środka
14. Przerzynka drewna, gdy występują naprężenia powinna zacząć się od włókien? (1 odpowiedź) a) Rozciąganych b) Ściskanych c) Obojętnie
15. Które z wymienionych elementów budowy pilarki znacząco poprawiają bezpieczeństwo pracy? (1 odpowiedź) a) Cylinder, pompa olejowa, gaźnik b) Sprzęgło odśrodkowe, wał korbowy, ostroga c) Wychwytnik łańcucha, hamulec bezwładnościowy, blokada dźwigni gazu

Ryc. 31. Ankieta przeprowadzona w połowie kursu drwał-pilarz

Ankieta III PODSUMOWUJĄCA (po zakończonym kursie) DRWAL - PILARZ

Imię nazwisko..... Data.....

1. Zaznacz jakie czynności, które w Twojej ocenie potrafisz wykonać pilarką łańcuchową: (może być kilka odpowiedzi) a) Okrzesywanie b) Przerzynka c) Ścinka i obalanie drzew do 20 cm w miejscu cięcia d) Ścinka i obalanie drzew powyżej 20 cm w miejscu cięcia e) Ścinka i obalanie drzew pochylonych, ze zgnilizną i grubych (pow. 2 długości prowadnicy)
2. Podczas pracy pilarką spalinową używamy ochrony słuchu, gdyż hałas jest wyższy niż: (1 odpowiedź) a) 20 dB b) 40 dB c) 60 dB d) 85 dB
3. Po co używamy ochrony twarzy podczas cięcia pilarką łańcuchową? (1 odpowiedź) a) Aby uchronić się od toksycznych spalin b) Aby uchronić się od wór lecących podczas cięcia c) Obie odpowiedzi są poprawne
4. Jakiej klasy powinny być spodnie/nogawice i buty antyprzecięciowe? (1 odpowiedź) a) 1 - 20 m/s b) 2 - 24 m/s c) 3 - 28 m/s d) Dostosowane do maksymalnej prędkości łańcucha tnącego używanej pilarki
5. Dlaczego strefa niebezpieczna przy pracy pilarką łańcuchową wynosi 2 m? (1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Nie wynosi 2 m c) Długość rąk + pilarka z prowadnicą daje ok 2 m
6. Strefa niebezpieczna przy obalaniu drzewa wynosi podwójną wysokość ścinanego drzewa. Dlaczego? (1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Wynosi potrójną wysokość ścinanego drzewa c) Ścinane drzewo może obalić drugie (efekt domino) stąd dwie wysokości
7. Po co robimy rzaz podcinający? (1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Aby ścinane drzewo się nie cofnęło c) Aby obalane drzewo mogło się swobodnie złożyć w kierunku obalania d) Aby utrzymać kierunek obalania
8. Czemu służy zawias? (1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Aby ścinane drzewo się nie cofnęło c) Aby obalane drzewo mogło się swobodnie złożyć w kierunku obalania d) Aby utrzymać kierunek obalania
9. Po co jest próg bezpieczeństwa? (1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Aby ścinane drzewo się nie cofnęło c) Aby obalane drzewo mogło się swobodnie złożyć w kierunku obalania d) Aby utrzymać kierunek obalania
10. Wybierz prawdziwe dopasowanie dotyczące metod/technik ścinki drzew: (1 odpowiedź) a) Drzewo lekko pochylone w kierunku obalania - metoda z listwą przytrzymującą, drzewo grubsze od 2 długości prowadnicy - metoda z cięciem dordzeniowym b) Drzewo lekko pochylone w kierunku obalania - metoda z trójkątną zawiasą drzewo grubsze od 2 długości prowadnicy - metoda z cięciem dordzeniowym c) Drzewo lekko pochylone w kierunku obalania - metoda z listwą przytrzymującą, drzewo grubsze od 2 długości prowadnicy - metoda cięcia okrężnego d) Drzewo lekko pochylone w kierunku obalania - metoda przez kliny drzewo grubsze od 2 długości prowadnicy - metoda z cięciem dordzeniowym
11. Wyróżniamy dwie główne metody okrzesywania: (1 odpowiedź) a) Metoda obu rąk i prawej ręki b) Metoda wachlarzowa i stopniowa c) Metoda wahadłowa i dźwigniowa d) Metoda całej strzały i części strzały
12. Czy cięcie sztyletowe wykorzystujemy w przerzynce drewna? (1 odpowiedź) a) Nie wiem b) Nie, tylko przy ścinie drzew c) Tak, przy dużych naprężeniach
13. Kiedy zadziała hamulec bezwładnościowy w pilarce łańcuchowej? (1 odpowiedź) a) Przy uderzeniu prowadnicy w przeszkodę b) Przy zbyt wysokich obrotach silnika c) Na jałowym biegu d) Podczas rozruchu

Ryc. 32. Ankieta przeprowadzona na koniec kursu drwal-pilarz cz. 1

Pytania otwarte:

14. Co było dla Ciebie najtrudniejsze w trakcie kursu?

15. Ile dni Twoim zdaniem powinien trwać kurs?

16. Ile Twoim zdaniem należałoby ścinać drzew, aby dobrze opanować ścinkę i obalanie?

17. Ile Twoim zdaniem powinno być teorii na kursie (podaj w godzinach)?

18. Napisz co podobało/nie podobało Ci się na kursie.

19. Czy polecilibyś kurs drwala - pilarza następnym osobom?

Ryc. 33. Ankieta przeprowadzona na koniec kursu drwal-pilarz cz. 2

4.3. Badanie efektywności procesu kształcenia na podstawie pomiaru czasu wykonywania ścinki i okrzesywania przez osoby biorące udział w kursie drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia

4.3.1. Sposób i miejsce badań

Pierwszym krokiem w procesie prawidłowego zbierania danych dotyczących czasu wykonywania ścinki i okrzesywania drzew przez kursantów było stworzenie arkusza terenowego (ryc. 34), na którym mogły być odnotowywane wszystkie niezbędne informacje. Przedmiotem zainteresowania były: dzień kursu, personalia kursanta oraz obwód ścinanego drzewa na wysokości 1,3 metra od powierzchni gruntu. Uwzględniono także niektóre dane biometryczne, które wykorzystano do obliczeń wydatku energetycznego i ciężkości pracy w dalszej części analiz, a także informacje dotyczące początku i końca ścinki oraz okrzesywania. Na etapie konstruowania arkusza terenowego założono pozyskiwanie informacji dotyczących czasu obalania, czyli pracy klinami. Po analizie ilościowej danych odrzucono ten parametr ponieważ czynność ta występowała sporadycznie w porównaniu do ścinki i okrzesywania.

Sam proces zbierania danych polegał na uczestniczeniu w zajęciach praktycznych i pomiarze czasu ścinki oraz okrzesywania na powierzchni zrębowej. Przed rozpoczęciem pomiarów ustalano, które drzewo będzie ścinane przez konkretną osobę. Po wytypowaniu drzewa dokonywano pomiaru obwodu na wysokości pierśnicy. Następnie kursant deklarował gotowość do rozpoczęcia ścinki, a po uruchomieniu pilarki łańcuchowej i przystąpieniu do rządu podcinającego rozpoczynał się pomiar czasu, który kończył się po zakończeniu rządu ścinającego. Podobnie postępowano z okrzesywaniem. Pomiar czasu zaczynał się w momencie przystąpienia do okrzesywania, a kończył się po odcięciu ostatniego sęka i zgaszeniu pilarki. Pomiaru czasu dokonywano z dokładnością do 1 minuty. Pilarki łańcuchowe wykorzystywane do badania były sprzętem profesjonalnym, pochodzących od renomowanych firm wykorzystywanych w leśnictwie, o zbliżonej masie, mocy oraz długości układu tnącego.

Dzień kursu	Imię i nazwisko	Obw. na piersznicy	Czynność	Masa ciała	Wzrost	Wiek	Początek	Koniec	Uwagi
			Ścinka						
			Obalanie						
			Okrzesywanie						
			Inne						
			Ścinka						
			Obalanie						
			Okrzesywanie						
			Inne						
			Ścinka						
			Obalanie						
			Okrzesywanie						
			Inne						
			Ścinka						
			Obalanie						
			Okrzesywanie						
			Inne						
			Ścinka						
			Obalanie						
			Okrzesywanie						
			Inne						
			Ścinka						
			Obalanie						
			Okrzesywanie						
			Inne						
	Data:	Instruktor:							

Ryc. 34. Arkusz terenowy używany przy zbieraniu danych dotyczących pomiaru czasu, obciążenia pracą i wydatku energetycznego

4.3.2. Selekcja zebranych danych poddanych analizie

Zebrane dane obejmowały 2222 drzewa charakteryzujące się różnymi obwodami na wysokości piersznicy. Analizowano jedynie przypadki, w których kursanci pracowali na Sośnie zwyczajnej (*Pinus sylvestris*), w celu wyeliminowania wpływu czynników takich jak zróżnicowana gęstość drewna, konieczność usuwania napływów korzeniowych czy odcinania grubych konarów. Rozpiętość mierzonych obwodów zawierała się w przedziale od 31 cm do 195 cm. W celu bardziej przejrzystej prezentacji danych przeliczono obwody na średnice (piersznice) za pomocą wzoru na obwód koła:

$$O = \pi * d$$

po przekształceniu:

$$d = \frac{O}{\pi}$$

gdzie:

π - 3,14

O - obwód ścinanego drzewa na wysokości pierśnicy wyrażony w centymetrach

d - pierśnica wyrażona w centymetrach

Duża rozpiętość pierśnic mogła w sposób istotny wpływać na czas ścinki i okrzesywania drzew bardzo cienkich oraz bardzo grubych. W celu wyeliminowania powyższego czynnika postanowiono zawęzić zakres danych. W pierwszej kolejności podzielono zbiór danych na pół za pomocą mediany:

$$Me = \frac{n + 1}{2}$$

gdzie:

Me - mediana

n - liczba pomierzonych pierśnic

Następnym krokiem było określenie statusu drzew modelowych, czyli takich, których ścinka i okrzesywanie trwało w zbliżonym czasie. Zakres pierśnic drzew modelowych został określony na podstawie mediany, która wynosiła 33 cm. Przyjęto, że wszystkie ścinane i okrzesywane drzewa cieńsze oraz grubsze o 5 cm od wartości obliczonej mediany, będą kwalifikowały się do statusu drzewa modelowego. W ten sposób powstał zakres pierśnic o rozpiętości od 28 cm do 38 cm. W kolejnym kroku wytypowano wszystkich kursantów, którzy dokonali ścinki i okrzesywania co najmniej jednego drzewa modelowego w każdym dniu praktycznej części kursu (5 kolejnych dni). W ten sposób wybrano 101 kursantów, którzy pracowali na 505 drzewach modelowych. Wszystkie dane zostały zestawione tabelarycznie do dalszych analiz.

4.4. Pomiar tętna w trakcie wykonywania różnych czynności przez kursantów i instruktorów ścinki drzew na kursie drwala-pilarza

4.4.1. Wybór metody badań

Głównym celem pracy było określenie ciężkości pracy oraz wydatku energetycznego osób biorących udział w szkoleniach przygotowujących do zawodu drwala-pilarza, a także instruktorów ścinki drzew prowadzących te szkolenia. Do realizacji zadania należało wybrać taką metodę badań, która w sposób istotny nie wpływa na proces kształcenia i komfort osób biorących udział w badaniu. Rozpatrywano dwie metody: wentylacji płuc Lehmana i metody bazującej na liczbie uderzeń serca. Wybrano rozwiązanie, które zapewniało większy komfort podczas wykonywania zadań manualnych, a jednocześnie pozwalało skutecznie określić ciężkość pracy (Groborz i Juliszewski 2005) oraz wydatek energetyczny z wykorzystaniem ActiGraph Link GT9X (Makowiec-Dąbrowska i in. 2000; Żelasko i Bigosińska 2011; Szubert i in. 2014) (ryc. 35). Zestaw składał się z nadajnika Polar WearLink H7, który montowany był na klatce piersiowej kursantów i instruktorów ścinki drzew za pomocą elastycznego paska oraz rejestratora w postaci zegarka, który zakładany był na nadgarstek. Oba urządzenia łączyły się ze sobą za pomocą Bluetooth, a pomiar tętna odbywał się w sposób ciągły.



Ryc. 35. Monitor aktywności ActiGraph Link GT9X. (Fot. Bartłomiej Naskrent)

4.4.2. Czas i miejsce badań

Pierwszym etapem realizacji badań była każdorazowa zgoda firmy organizującej kurs na uczestnictwo w szkoleniu. Badania nad ciężkością pracy i wydatkiem energetycznym kursantów oraz instruktorów ścinki drzew rozpoczęły się we wrześniu 2021 roku, a zakończyły się w lutym 2024 roku. Obejmowały 5 dniową (42 godziny) część terenową kursu drwala-pilarza, który łącznie z częścią teoretyczną trwał 56 godzin. Dane były pobierane podczas 21 szkoleń prowadzonych na powierzchniach zrębowych administrowanych przez Lasy Państwowe, rozmieszczonych na terenie całego kraju.

4.4.3. Uczestnicy badania

Uczestnikami badania dotyczącego ciężkości pracy i wydatku energetycznego były osoby ubiegające się o uprawnienia drwala-pilarza oraz instruktorzy ścinki drzew, prowadzący kursy. Nie wszyscy uczestnicy szkoleń byli zainteresowani uczestnictwem w badaniu. Podczas całego procesu zbierania danych przebadano 156 przyszłych drwali, z czego wyselekcjonowano 97 osób (tab. 5-7) oraz 7 doświadczonych instruktorów (tab. 4). Przed przystąpieniem do badań należało zapoznać uczestników z celem i zakresem pracy naukowej oraz uzyskać ich świadomą zgodę na udział w procedurze badawczej.

Tab. 4. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych instruktorów ścinki drzew

Stanowisko	Wiek [lat]	Waga [kg]	Wzrost [cm]
Instruktor 1	29	80	175
Instruktor 2	27	73	175
Instruktor 3	31	85	172
Instruktor 4	35	80	169
Instruktor 5	32	82	181
Instruktor 6	46	102	182
Instruktor 7	45	86	182
Średnia	35,1	84,0	176,6

Tab. 5. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych kursantów w najmłodszym przedziale wiekowym (17-30 lat)

Stanowisko	Wiek [lat]	Waga [kg]	Wzrost [cm]
Drwal 1	17	80	177
Drwal 2	18	63	178
Drwal 3	19	83	182
Drwal 4	20	65	180
Drwal 5	21	83	168
Drwal 6	21	93	193
Drwal 7	21	115	186
Drwal 8	22	88	176
Drwal 9	23	83	185
Drwal 10	24	110	173
Drwal 11	24	82	183
Drwal 12	24	78	180
Drwal 13	24	65	170
Drwal 14	24	85	185
Drwal 15	25	80	172
Drwal 16	25	75	178
Drwal 17	25	85	170
Drwal 18	26	107	190
Drwal 19	27	86	176
Drwal 20	27	83	176
Drwal 21	28	67	180
Drwal 22	28	82	170
Drwal 23	29	77	183
Drwal 24	29	60	167
Drwal 25	29	76	176
Drwal 26	30	97	178
Drwal 27	30	72	180
Drwal 28	30	107	182
Średnia	24,6	83,1	178,4

Tab. 6. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych kursantów w średnim przedziale wiekowym (31-45 lat)

Stanowisko	Wiek [lat]	Waga [kg]	Wzrost [cm]
Drwal 1	31	66	169
Drwal 2	32	100	184
Drwal 3	32	72	175
Drwal 4	32	83	181
Drwal 5	33	107	176
Drwal 6	33	77	180
Drwal 7	33	79	172
Drwal 8	34	107	183
Drwal 9	34	85	180
Drwal 10	35	106	180
Drwal 11	36	93	177
Drwal 12	36	110	186
Drwal 13	36	70	176
Drwal 14	36	75	185
Drwal 15	37	104	190
Drwal 16	37	113	183
Drwal 17	37	85	176
Drwal 18	37	76	188
Drwal 19	37	85	176
Drwal 20	38	89	175
Drwal 21	38	73	166
Drwal 22	38	87	172
Drwal 23	38	130	186
Drwal 24	38	40	168
Drwal 25	38	120	178
Drwal 26	39	102	180
Drwal 27	39	80	165
Drwal 28	39	96	180
Drwal 29	39	100	182
Drwal 30	39	91	187
Drwal 31	40	116	176
Drwal 32	40	105	180
Drwal 33	40	98	181
Drwal 34	40	110	188
Drwal 35	41	81	178
Drwal 36	41	117	182
Drwal 37	42	78	178

Drwal 39	42	73	176
Drwal 40	42	101	180
Drwal 41	42	68	167
Drwal 42	43	105	166
Drwal 43	43	100	180
Drwal 44	45	105	175
Drwal 45	45	87	178
Drwal 46	45	76	176
Średnia	38,2	91,9	178,4

Tab. 7. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych kursantów w najstarszym przedziale wiekowym (46-66 lat)

Stanowisko	Wiek [lat]	Waga [kg]	Wzrost [cm]
Drwal 1	46	75	179
Drwal 2	46	80	178
Drwal 3	47	86	177
Drwal 4	47	103	184
Drwal 5	47	115	183
Drwal 6	48	82	186
Drwal 7	50	71	168
Drwal 8	50	123	176
Drwal 9	50	84	164
Drwal 10	50	84	182
Drwal 11	50	90	183
Drwal 12	52	85	170
Drwal 13	52	82	182
Drwal 14	53	95	174
Drwal 15	53	84	164
Drwal 16	54	96	180
Drwal 17	55	75	177
Drwal 18	55	95	176
Drwal 19	56	96	182
Drwal 20	58	92	180
Drwal 21	60	79	177
Drwal 22	63	78	178
Drwal 23	66	97	170
Średnia	52,5	89,0	177,0

4.4.4. Prace terenowe

Po przyjeździe na powierzchnię zajęć praktycznych i uzyskaniu zgody od uczestników szkolenia na udział w badaniu przekazywano urządzenia pomiarowe kursantom i instruktorom prowadzącym zajęcia. Rejestrowano numer urządzenia przypisanego do konkretnej osoby. Następnie przystępowano do rutynowych zadań związanych z realizacją kursu. Podobnie jak w przypadku badania dotyczącego efektów kształcenia na podstawie czasu wykonywania ścinki i okrzesywania wykorzystano arkusz terenowy (ryc. 34), na którym odnotowywano początek i koniec ścinki i okrzesywania. Pomiar czasu w przypadku ścinki zaczynał się od momentu rozpoczęcia rządu podcinającego, a kończył się po zakończeniu rządu ścinającego. Natomiast okrzesywanie od momentu uruchomienia pilarki i rozpoczęcia pracy aż do odcięcia ostatniego sęka. Dzięki przyporządkowaniu konkretnego urządzenia do danej osoby możliwe było wychwycenie momentów pracy, które podlegały późniejszej analizie. Po zakończeniu kursu i segregacji danych, arkusze terenowe z każdego dnia były przygotowywane do dalszych prac kameralnych.

4.4.5. Prace kameralne nad zebranymi danymi

Każdorazowo po kursie, podczas którego prowadzono badania wśród kursantów i instruktorów, należało przenieść zagregowane dane z odbiorników (zegarków) za pomocą dedykowanego programu komputerowego ActiLife v. 6.11 do arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel. W ten sposób uzyskiwano ciąg danych liczbowych, który reprezentował liczbę uderzeń serca w konkretnym momencie kursu. Zebrane dane zawierały błędy, dlatego wyniki odbiegające od rzeczywistych wartości zostały wyeliminowane z dalszej analizy. Przyjęto, że liczba uderzeń serca odbiegająca od siebie o ponad 25 na przestrzeni 1 sekundy są wartościami błędnymi i nie będą analizowane. Z ciągu liczb usunięto również wartości, które wskazywały bardzo niską liczbę uderzeń serca bądź równą 0. W ten sposób wyselekcjonowano 97 uczestników kursów drwała oraz podzielono ich na 3 grupy wiekowe do dalszych analiz (tab. 4-6). Po uporządkowaniu danych można było rozpocząć pracę z arkuszami terenowymi (ryc. 34), na których były odnotowane czasy poszczególnych czynności. W kolejnym etapie należało w arkuszu kalkulacyjnym oznaczyć do dalszych analiz ośmiogodzinny zakres

pracy kursanta i instruktora w każdym dniu szkolenia oraz czynność związane ze ścinką i okrzesywaniem. Wyselekcjonowano również liczbę uderzeń serca podczas ścinki i okrzesywania pierwszego oraz ostatniego (egzaminacyjnego) drzewa kursantów w celu zestawienia uzyskanych wyników. Uzyskane w ten sposób ciągi wartości zostały poddane uśrednieniu, a następnie zestawione w formie tabelarycznej. Tak opracowane dane stanowiły podstawę do określenia kategorii ciężkości pracy na podstawie zarejestrowanych wartości częstości skurczów serca (tab. 8).

Tab. 8. Klasyfikacja ciężkości pracy na podstawie częstości skurczów serca HR (Åstrand i in. 2003)

Kategoria ciężkości pracy	Częstość skurczów serca [HR*min⁻¹]
Lekka	90
Średnia	90-110
Ciężka	110-130
Bardzo ciężka	130-150
Krańcowo ciężka	150-170

Innym, bardziej dokładnym sposobem określenia obciążenia pracą jest procent maksymalnej częstości skurczów serca (%HR_{max}), dla którego do obliczeń niezbędne są dane dotyczące wieku i płci (Makowiec-Dąbrowska i in. 2000), które notowano w arkuszu terenowym (ryc. 34). Wzór służący do obliczania maksymalnej częstości skurczów serca przedstawia się następująco (Makowiec-Dąbrowska i in. 2000; Groborz i Juliszewski 2005).

$$HR_{max} = 220 - \text{wiek [lata]}$$

Po uzyskaniu wyników konkretne wartości zestawiono do przedziałów zawartych w tabeli i określono w ten sposób obciążenie pracą (tab. 9).

Tab. 9. Klasyfikacja obciążenia pracą na podstawie procentu maksymalnej częstości skurczów serca %HR_{max} (Makowiec-Dąbrowska 1998)

Obciążenie pracą	%HR_{max}
Małe	do 40%
Średnie	40-50%
Duże	50-65%
Bardzo duże	ponad 65%

Posiadając określoną wartość procentu maksymalnej częstości skurczów serca możliwe było obliczenie wartości procentowej maksymalnego pochłaniania tlenu (%VO_{2max}) podczas wysiłku fizycznego. Do uzyskania %VO_{2max} z %HR_{max} skorzystano ze wzoru (Makowiec-Dąbrowska 2000):

$$y = 0,7143x + 29,286$$

po przekształceniu:

$$x = (y/0,7143) - 40,9996$$

gdzie:

$$y = \%HR_{max}$$

$$x = \%VO_{2max}$$

W kolejnym kroku przyporządkowano uzyskane wyniki z obliczeń do tabeli, która określa stopień ciężkości pracy (tab. 10).

Tab. 10. Klasyfikacja ciężkości pracy na podstawie %VO_{2max} (Kozłowski i Nazar 1999)

Stopień ciężkości pracy	%VO_{2max}
Lekka	Do 10%
Optymalna	10 ÷ 50%
Ciężka	30 ÷ 50%
Bardzo ciężka	Ponad 50%

Wysiłek fizyczny towarzyszący podczas wykonywania pracy jest ważnym elementem obciążającym pracownika na stanowisku pracy. Chcąc zmierzyć ten parametr, obliczono wydatek energetyczny (WE), który jest miarą wysiłku fizycznego w określonym czasie uwzględniającym tempo przemian metabolicznych zachodzących w organizmie (Grzywiński 2015). Wydatek energetyczny wyraża się w dżulach (J) lub watach (W) na jednostkę czasu. Do analiz często przyjmuje się wydatek energetyczny netto (WEN) jako kryterium oceny ciężkości pracy (Grzywiński 2007b), który przedstawia tabela określająca stopień ciężkości pracy fizycznej (tab. 11).

Tab. 11. Klasyfikacja ciężkości pracy na podstawie wartości wydatku energetycznego netto (WEN) dla mężczyzn (Grzywiński 2007b)

Stopień ciężkości pracy fizycznej	Wydatek energetyczny netto			
	kcal/8h	kJ/8h	kcal/min	kJ/min
Lekka	< 800	< 3400	< 2,5	< 10,0
Umiarkowana	800 ÷ 1500	3400 ÷ 6300	2,5 ÷ 4,5	10,0 ÷ 20,0
Ciężka	1500 ÷ 2000	6300 ÷ 8400	4,5 ÷ 7,0	20,0 ÷ 30,0

Do obliczania wydatku energetycznego zastosowano wzór (Payne 1971), który uwzględnia częstość uderzeń serca na minutę i jest dedykowany dla osób niewysportowanych:

$$WE = 0,0979 \cdot B - 5,36 \text{ [kcal/min]}$$

gdzie:

B - średnia częstość skurczów serca [ud/min]

Uzyskany w ten sposób wynik reprezentował wydatek energetyczny brutto (WEB), który zawierał wartość podstawowej przemiany materii (PPM) wyrażanej w kcal/min. W celu bardziej przejrzystej prezentacji danych wynik przeliczono na kJ/min. Do obliczenia wydatku energetycznego netto (WEN) należało pomniejszyć WEB o wartość PPM, którą uzyskano korzystając ze wzoru Harrisa i Benedicta (Krause 1992):

$$PPM = 230 + 58W + 21H - 28A \text{ [kJ/24 h]}$$

gdzie:

W - masa ciała [kg]

H - wysokość ciała [cm]

A - wiek [lata]

Otrzymany wynik podstawowej przemiany materii był wyrażony w kJ/24 h. W celu dalszych obliczeń przeliczono go na kJ/min, dzieląc wynik przez 1440 co odpowiada liczbie minut w dobie.

$$WEN = WEB - PPM$$

Wyniki wydatku energetyczny netto dotyczące poszczególnych czynności objętych badaniem zestawiono z wartościami przedstawionymi w tabeli 11 (tab. 11). Pozwoliło to na określenie stopnia ciężkości pracy. Wszystkie dane uporządkowano w formie tabelarycznej za pomocą programu Microsoft Excel w celu przeprowadzenia dalszych analiz.

4.5. Analiza statystyczna

Analizowane dane miały charakter zarówno ilościowy, jak i jakościowy. Jednoczesne przeprowadzenie tego typu analiz umożliwiło kompleksowe zbadanie występujących zależności i interakcji, sformułowanie szerszych wniosków oraz całościowe opisanie badanego zagadnienia. Dane ilościowe poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu STATISTICA 13.5. W pierwszym etapie zastosowano statystyki opisowe, takie jak średnia, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności, przedziały ufności oraz test Shapiro-Wilka do oceny normalności rozkładów. Do oceny dynamiki przyrostu wiedzy wśród kursantów (analiza tempa uczenia się) wykorzystano wyniki trzech ankiet (I, II, III), które przeprowadzono w kolejnych etapach szkolenia. Na tej podstawie obliczono:

- przyrost między Ankieta I a II (Δ_1),
- przyrost między Ankieta II a III (Δ_2),
- całkowity przyrost wiedzy (I→III),

- wskaźnik tempa uczenia się (Slope), wyrażony jako nachylenie prostej regresji zmian punktów w czasie.

Dla wszystkich wskaźników obliczono statystyki opisowe (średnia, odchylenie standardowe, przedziały ufności, współczynnik zmienności). Różnice między grupami kursantów (wiek, poziom wykształcenia, miejsce wychowania, miejsce zamieszkania, posiadanie piłarki łańcuchowej) oceniono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), a w przypadku istotnych różnic przeprowadzono testy post-hoc Tukey'a. Wszystkie testy statystyczne przeprowadzono przy poziomie istotności $p \leq 0,05$.

5. Wyniki badań

5.1. Standardy szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata

W tabeli 12 przedstawiono międzynarodowe standardy szkoleń drwali-pilarzy w różnych krajach świata. W większości analizowanych standardów nie jest konieczne ukończenie 18 roku życia, żeby zapisać się na kurs przygotowujący do zawodu drwala-pilarza. Tylko na Słowacji i Węgrzech do zapisu na szkolenie wymagane są badania lekarskie i minimalne wykształcenie ogólne na poziomie podstawowym. Podczas analizy najdłuższy kurs odnotowano na Węgrzech (320 godzin), a najkrótszy w Norwegii (19 godzin). W Szwecji nie są realizowane zajęcia teoretyczne, a największa liczba godzin teorii realizowana jest na Węgrzech (112 godzin), natomiast najmniejsza w Norwegii i Szwajcarii (3 godziny). W Polsce do 50% zajęć wykładowych, a na Węgrzech nawet 100%, może być realizowanych w formie samokształcenia kierowanego. Zajęcia praktyczne podczas kursu drwala, podobnie jak w przypadku zajęć teoretycznych najdłużej trwają na Węgrzech (208 godzin), natomiast najkrócej w Niemczech (12 godzin). Najbardziej liczne grupy przypadające na jednego instruktora w trakcie zajęć praktycznych występują na Węgrzech (15 osób), a najmniej liczne w Niemczech i Wielkiej Brytanii (4 osoby). W połowie analizowanych krajów realizowany jest egzamin teoretyczny na końcu kursu, natomiast egzamin praktyczny nie jest praktykowany jedynie w Norwegii i Stanach Zjednoczonych. Najwyższy współczynnik godzinowy dla całego kursu oraz zajęć praktycznych odnotowano na Węgrzech (21,33/13,87), natomiast najniższy w Norwegii (3,16/2,67) (tab. 12).

Tab. 12. Międzynarodowe standardy szkoleń drwali-pilarzy w różnych krajach świata

Kraj	Firma	Wymagania dotyczące zapisu na kurs			Długość kursu [h]			Maks. wielkość grupy w terenie	Egzamin		Współczynnik godz. [h/os.] ¹
		Wiek	Badania lekarskie	Minimalne wykształcenie	Teoria	Praktyka	Suma		Teoria	Praktyka	
Polska	SIOMOL	18	NIE	NIE	14 ²	42	56	5	TAK	TAK	11,2/8,4
Szwecja	NORDFOR	16	NIE	NIE	0	32	32 ³	6	TAK	TAK	5,33/5,33
Norwegia	SKOGKURS	15	NIE	NIE	3	16	19 ⁴	6	NIE	NIE	3,16/2,67
Słowacja	LESTOM	18	TAK	Podstawowe	21	26	47	5	TAK	TAK	9,4/5,2
Niemcy	Wald und Holz NRW	18	NIE	NIE	18	12	30 ⁵	4	TAK	TAK	7,5/3
Szwajcaria	WaldSchweiz	15 ⁶	NIE	NIE	3	37	40 ⁷	5	NIE	TAK	8/7,4
Węgry	Déli ASzC Széchenyi Zsigmond Mezőgazdasági	16	TAK	Podstawowe	112 ⁸	208	320	15	TAK	TAK	21,33/13,87
Wielka Brytania	South East Landbased Training Courses	16	NIE	NIE	18	50	68 ⁹	4	NIE	TAK	17/12,5
Stany Zjednoczone	Northeast Woodland Training	16	NIE	NIE	4	28	32	10	NIE	NIE	3,2/2,8
RPA	New Africa Skills Development	18	NIE	NIE	16	64	80	10	NIE	TAK	8/6,4

¹ Współczynnik godzinowy - liczba godzin kursu podzielona na maksymalną liczebność grupy kursantów (cały kurs i zajęcia terenowe).

² 50% zajęć teoretycznych może być realizowana w trybie samokształcenia kierowanego.

³ Kurs składa się z dwóch poziomów.

⁴ Kurs złożony jest z dwóch części - 4 godzinny kurs z prawidłowej eksploatacji pilarek łańcuchowych i 15 godzinny kurs dotyczący ścinki drzew, okrzesywania i przerzynki.

⁵ Kurs obejmuje tylko przygotowanie do egzaminu ECC 1. Do pracy w niemieckim leśnictwie potrzebny jest również zdany egzamin ECC 2 i ECC 3. Firma Wald und Holz NRW nie ma w ofercie kursów przygotowujących do egzaminów ECC 2 i ECC 3. Preferuje samodzielne przygotowanie się do egzaminu pod okiem bardziej doświadczonego pracownika we własnej firmie. W wyjątkowych przypadkach na prośbę pracodawcy jest w stanie zorganizować spersonalizowane szkolenie uwzględniające poziom wiedzy teoretycznej i praktycznej. Omawiana firma organizuje egzaminy na wszystkich poziomach ECC.

⁶ 15 lat dla osób kształcących się w dziedzinie rolnictwo, 18 lat dla reszty kursantów.

⁷ 40 godzinowy kurs dla osób, które posiadają udokumentowane doświadczenie w pracy pilarką spalinową (100 dni lub 250 m³ przygotowanego drewna). W innych przypadkach niezbędny jest kurs przygotowawczy podstawowy, który trwa również 40 godzin.

⁸ Zajęcia teoretyczne mogą być realizowane w formie samokształcenia kierowanego.

⁹ Kurs składa się z trzech poziomów.

Tab. 13. Międzynarodowe standardy szkoleń instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata

Kraj	Firma	Wymagania dotyczące zapisu na kurs				Długość kursu [h]			Maks. wielkość grupy w terenie	Egzamin		Współczynnik godz. [h/os.] ¹
		Wiek	Badania lekarskie	Minimalne wykształcenie	Kurs drwala	Teoria	Praktyka	Suma		Teoria	Praktyka	
Polska	SIOMOL	18	NIE	Średnie	TAK ²	16	32	48	6	TAK	TAK	8/5,33
Szwecja	Säker Skogs	18	NIE	NIE	TAK ³	16	32	48	8 ⁴	TAK	TAK ⁵	12/8
Norwegia	SKOGKURS	15	NIE	NIE	TAK	38	36	75	- ⁶	NIE	NIE	-
Wielka Brytania	South East Landbased Training Courses	18	NIE	NIE	TAK	32	16 ⁷	48	20 ⁸	TAK	TAK	2,4/4
Stany Zjednoczone	Northeast Woodland Training	16	NIE	NIE	TAK ⁹	4	60	64	1 ¹⁰	NIE	NIE	64/60

¹ Współczynnik godzinowy - liczba godzin kursu podzielona na maksymalną liczebność grupy kursantów (cały kurs i zajęcia terenowe).

² Dopuszczalny jest brak kursu drwala pod warunkiem posiadania wyższego wykształcenia leśnego lub pożarniczego.

³ Wymagany jest poziom A, B oraz C (praca przy drzewach niebezpiecznych tj. złomy i wywroty).

⁴ Z grupą pracują dwaj instruktorzy jednocześnie.

⁵ Po kursie przyszły instruktor musi uczestniczyć w minimum 3 kursach na poziomie A i B jako obserwator, a ostateczna decyzja dopuszczenia do prowadzenia szkoleń następuje po pozytywnej ocenie wydanej przez starszych, bardziej doświadczonych instruktorów, z którymi uczestniczył w szkoleniach. Na koniec wydawany jest certyfikat.

⁶ Firma nie określa maksymalnej liczby kursantów.

⁷ Zajęcia praktyczne są w formie oceny pracy przyszłych instruktorów ścinki drzew przez asesorów z firmy City & Guilds przy pracy z kursantami.

⁸ Dotyczy tylko zajęć teoretycznych na zajęciach praktycznych może być maksymalnie 4 osoby na asesora.

⁹ Oprócz kursu drwala należy ukończyć dodatkowe szkolenie z drzew niebezpiecznych, które trwa 8 godzin.

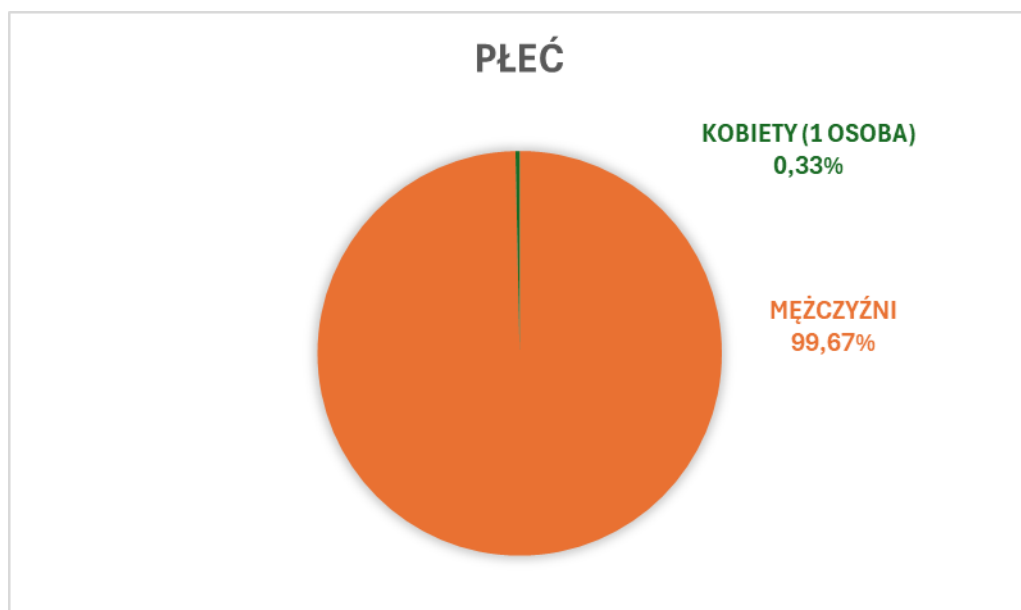
¹⁰ Szkolenie nowego instruktora ścinki drzew polega na przyuczaniu do zawodu poprzez uczestniczenie w dwóch kursach drwala z instruktorem-nauczycielem (pierwszy kurs) i innym instruktorem-weryfikatorem (drugi kurs), który nie miał okazji współpracować wcześniej z kursantem. Po pozytywnej weryfikacji wydawany jest certyfikat.

Tabela 13 przedstawia standardy międzynarodowe szkoleń instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata. W większości analizowanych standardów do zapisu na kurs konieczne jest ukończenie 18 roku życia. Tylko w Norwegii (15 lat) i Stanach Zjednoczonych (16 lat) nie jest to warunkiem obligatoryjnym. W żadnym z analizowanych krajów nie są wymagane badania lekarskie do uczestnictwa w szkoleniu. Ponadto, jedynie w Polsce wymagane jest minimalne wykształcenie ogólne na poziomie średnim do zapisu na kurs. We wszystkich przypadkach wymaganiem obligatoryjnym jest ukończenie kursu drwala-pilarza, z wyjątkiem Polski, gdzie do szkolenia można przystąpić po ukończeniu wyższych studiów leśnych lub pożarniczych w ramach których realizowano zajęcia praktyczne z pozyskiwania drewna pilarką łańcuchową. Kurs dla instruktorów ścinki drzew ma największy wymiar godzinowy w Norwegii (75 godzin), a najmniejszy w Polsce, Szwecji i Wielkiej Brytanii (48 godzin). Zajęcia teoretyczne trwają najdłużej w Norwegii (38 godzin), a najkrócej w Stanach Zjednoczonych (4 godziny). Natomiast największy wymiar godzinowy zajęć praktycznych odnotowano w Stanach Zjednoczonych (60 godzin), a najmniejszy w Wielkiej Brytanii (16 godzin). Zajęcia w Wielkiej Brytanii realizowane są w najliczniejszej grupie (20 osób), natomiast w Stanach Zjednoczonych szkolenie realizowane jest w formie przyuczania do zawodu w formule 1 instruktor - 1 kursant. W Norwegii i Stanach Zjednoczonych na zakończenie szkolenia nie jest organizowany egzamin teoretyczny i praktyczny. Najwyższy współczynnik godzinowy dotyczący całego kursu i zajęć praktycznych odnotowano w Stanach Zjednoczonych (64/60), a najniższy w Wielkiej Brytanii (2,4/4) (tab. 13).

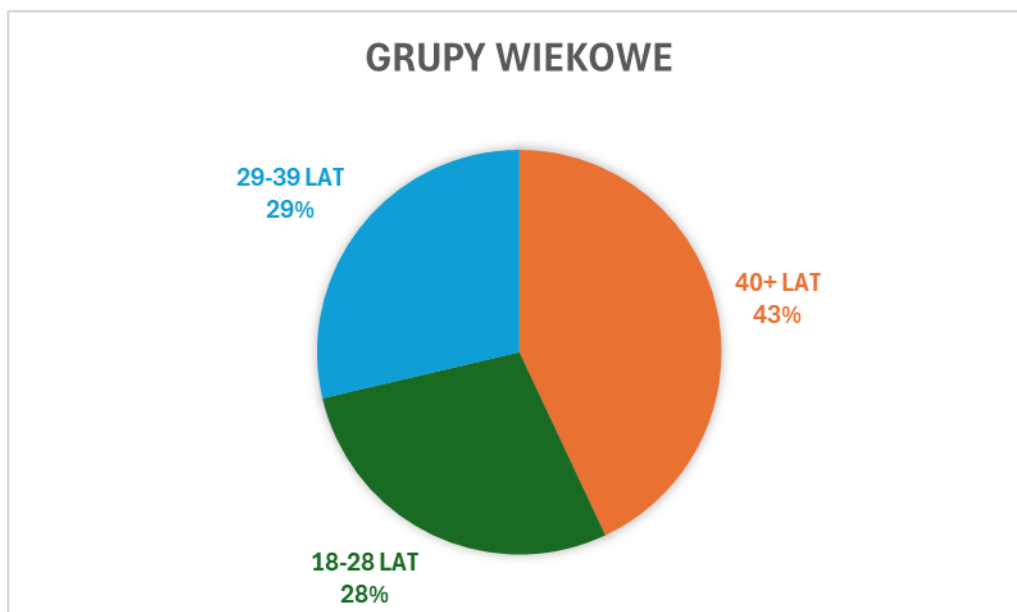
5.2. Analiza poziomu wiedzy kursantów uczestniczących w szkoleniu drwal-pilarz na różnych etapach procesu dydaktycznego

5.2.1. Charakterystyka kursantów uczestniczących w badaniu ankietowym

Podczas kursów drwali instytucje szkoleniowe mają do czynienia z uczestnikami o zróżnicowanych cechach demograficznych i społecznych. W ramach przeprowadzonego badania ankietowego respondenci zostali poproszeni o podanie informacji dotyczących płci, wieku, miejsca wychowania, aktualnego miejsca zamieszkania, poziomu wykształcenia, statusu zawodowego oraz posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym wraz z określeniem jej marki. Łącznie przebadano 300 osób. Dane te posłużyły do późniejszych analiz mających na celu określenie wpływu wymienionych zmiennych na wyniki osiągnięte w poszczególnych etapach kursu.

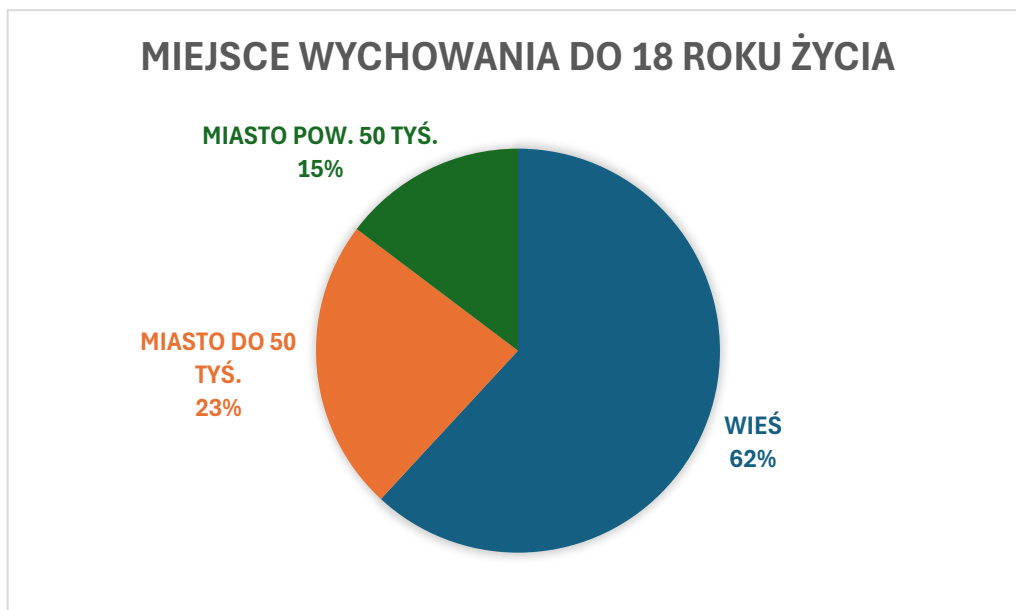


Ryc. 36. Struktura płci w badaniu ankietowym kursantów (n = 300)

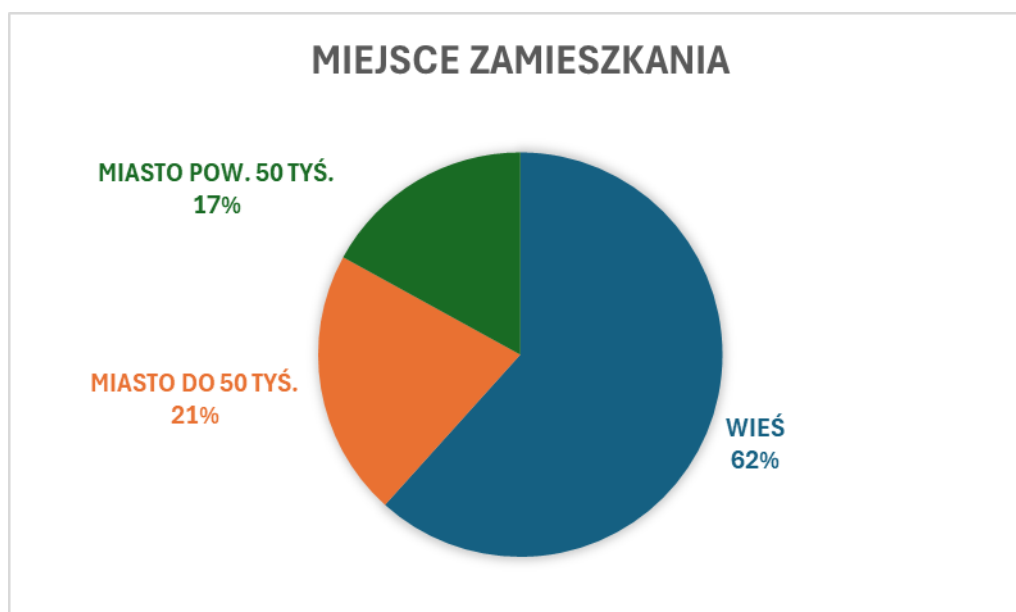


Ryc. 37. Struktura wiekowa w badaniu ankietowym kursantów (n = 300)

Strukturę badanej populacji zdominowali mężczyźni, stanowili oni niemal 100% ankietowanych (jedna respondentka) (ryc. 36). Najliczniejszą grupę wiekową tworzyły osoby powyżej 40 roku życia (43%) (ryc. 37). Zdecydowana większość badanych (62%) wychowała się do 18 roku życia na terenach wiejskich (ryc. 38), a identyczny odsetek (62%) obecnie zamieszkuje obszary wiejskie (ryc. 39). Pod względem wykształcenia dominowali kursanci ze średnim wykształceniem (56%), natomiast drugą co do liczebności grupę stanowiły osoby z wykształceniem wyższym (17%) (ryc. 40). Analiza statusu zawodowego wykazała, że 76% uczestników było zatrudnionych na etacie, natomiast osoby bezrobotne stanowiły jedynie 4% próby badawczej (ryc. 41). Większość respondentów deklarowała posiadanie pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym (76%) (ryc. 42). Wśród wskazanych marek dominowały Stihl (43%) oraz Husqvarna (16%) (ryc. 43).



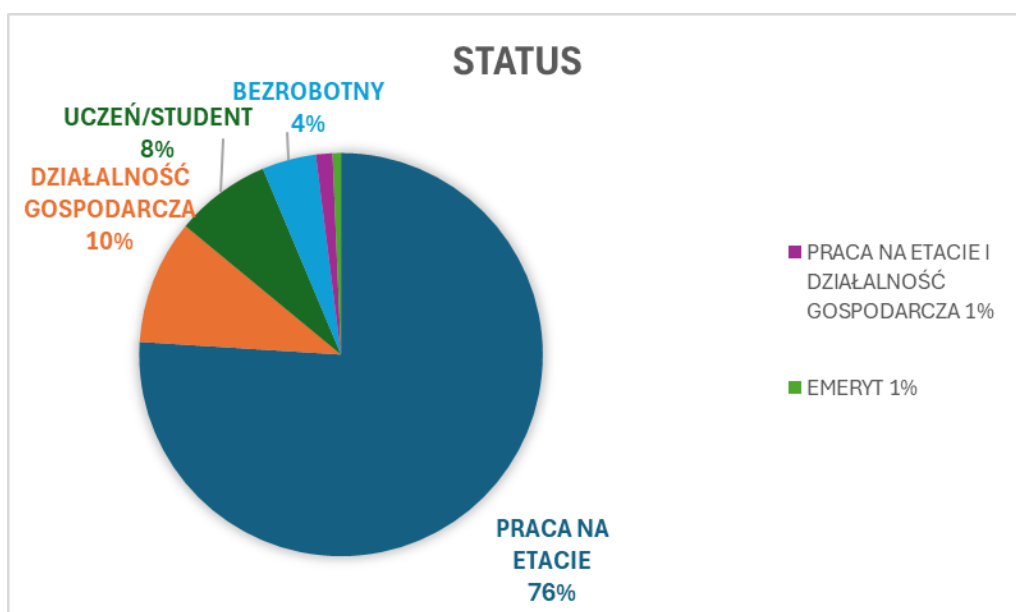
Ryc. 38. Miejsce wychowania kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)



Ryc. 39. Miejsce zamieszkania kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)



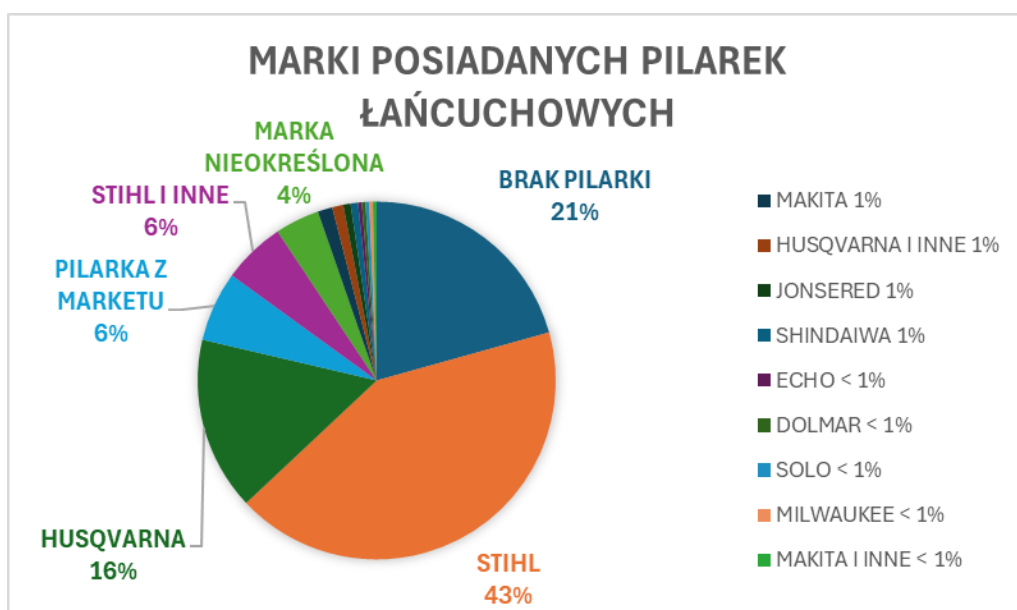
Ryc. 40. Poziom wykształcenia kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)



Ryc. 41. Status kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)



Ryc. 42. Posiadanie pilarki przez kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)



Ryc. 43. Marki pilarek posiadane przez kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)

5.2.2. Analiza uzyskanych wyników z przeprowadzonych ankiet

Głównym celem badania ankietowego było zidentyfikowanie różnic pomiędzy poszczególnymi cechami charakteryzującymi kursantów w kontekście uzyskanej liczby punktów w testach cząstkowych oraz tempa uczenia się zagadnień teoretycznych.

Wyniki testu Shapiro-Wilka wskazują, że rozkłady punktów we wszystkich trzech ankietach nie odbiegały istotnie od normalności:

Ankieta I ($W = 0,987$; $p = 0,210$),

Ankieta II ($W = 0,981$; $p = 0,115$),

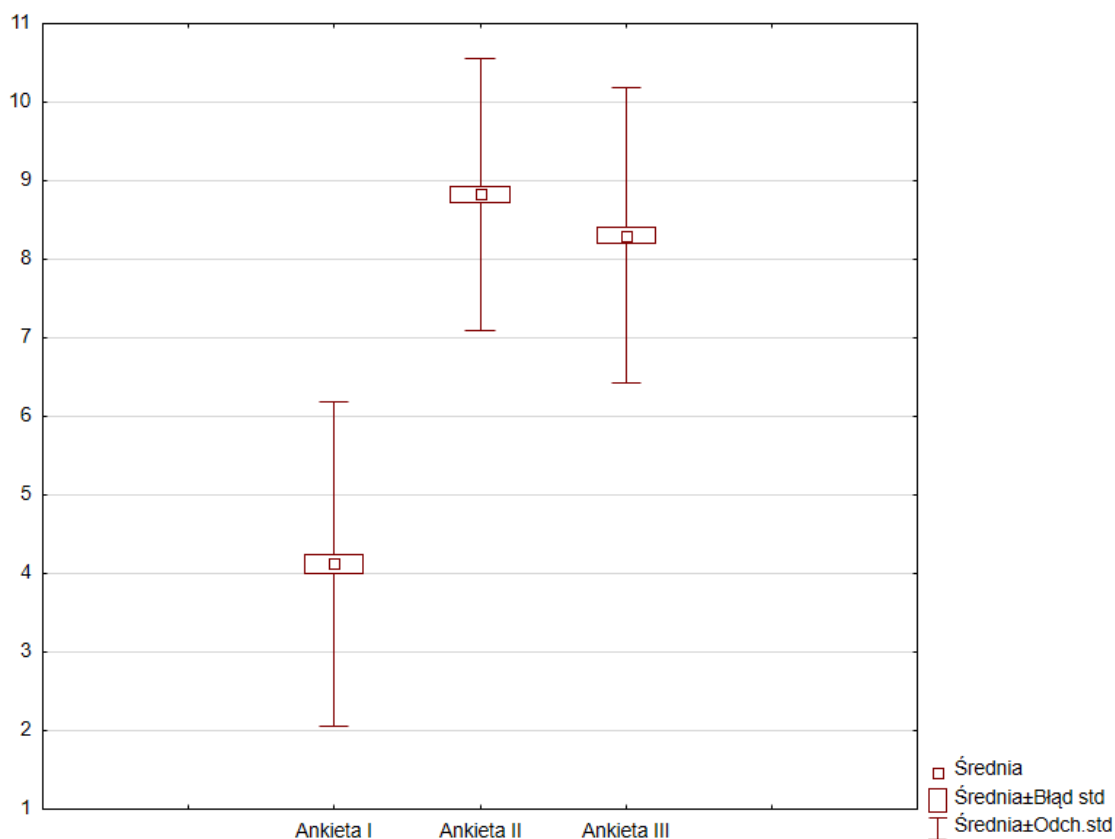
Ankieta III ($W = 0,989$; $p = 0,305$).

Wyniki testu wskazują, że rozkłady danych były zgodne z rozkładem normalnym, co umożliwiło wykorzystanie metod opartych na testach parametrycznych (ANOVA z powtarzanym pomiarem, modele liniowe).

Tab. 14. Statystyki opisowe wyników uzyskanych w trzech ankietach przeprowadzonych wśród uczestników kursów drwali ($N = 300$)

Zmienna	N. ważnych	Średnia	P. ufności - 95%	P. ufności 95%	Min.	Max.	SD	CV
Ankieta I	300	4,13	3,89	4,36	0,00	11,00	2,07	50,12
Ankieta II	300	8,83	8,63	9,03	0,00	12,00	1,73	19,56
Ankieta III	300	8,31	8,09	8,52	0,00	12,00	1,89	22,72

Tabela 14 przedstawia podstawowe miary położenia i rozproszenia dla wyników uzyskanych w trzech ankietach, obejmującej 300 respondentów. Dla każdej zmiennej zaprezentowano liczbę ważnych obserwacji (N), wartość średnią, przedziały ufności na poziomie 95% (dolny i górny), wartości minimalne i maksymalne, odchylenie standardowe (SD) oraz współczynnik zmienności wyrażony w procentach. Największą zmienność zaobserwowano w wynikach Ankiety I ($CV = 50,12\%$), podczas gdy Ankieta II charakteryzowała się najmniejszą zmiennością uzyskanych przez kursantów punktów ($CV = 19,56\%$). Średnie wyniki Ankiety II i III (odpowiednio 8,83 oraz 8,31) były statystycznie istotnie wyższe niż w przypadku Ankiety I (4,13), co może wskazywać na większą jednorodność odpowiedzi w kolejnych częściach badania (tab. 14).



Ryc. 44. Miary położenia i rozproszenia wyników trzech ankiet uczestników kursu drwala

Rycina 44 przedstawia porównanie średnich wyników uzyskanych przez kursantów w poszczególnych ankietach. Najniższą średnią punktów stwierdzono w Ankiecie I (4,13), przy jednocześnie największym rozproszeniu wyników, co wskazuje na znaczną zmienność wśród uczestników. Średnie wartości punktowe dla Ankiety II (8,83) i Ankiety III (8,31) były statystycznie istotnie wyższe niż w Ankiecie I, a rozproszenie wyników mniejsze, co sugeruje większą jednorodność odpowiedzi w tych częściach ankiety. Widoczny wzrost średnich punktów od pierwszej do drugiej i trzeciej ankiety może świadczyć o lepszym opanowaniu materiału lub większym stopniu zrozumienia zagadnień w późniejszych etapach badania (ryc. 44).

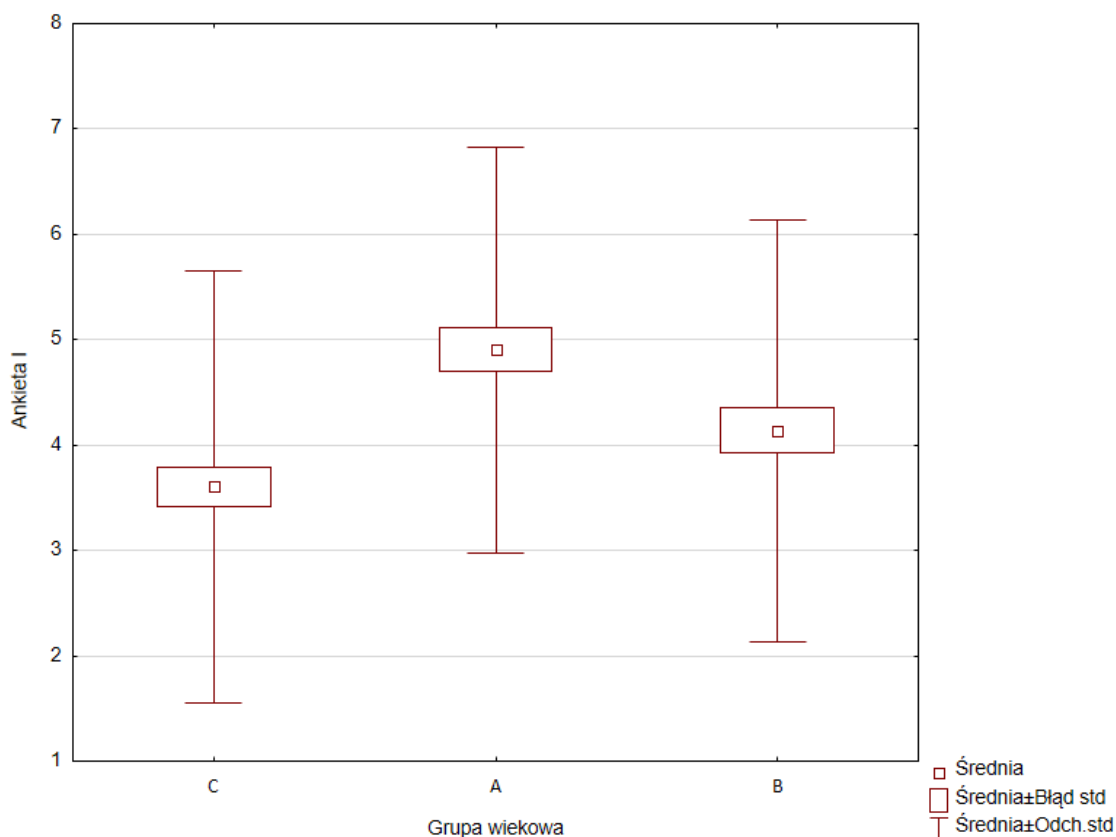
Tab. 15. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) obejmujące wartości statystyki F i poziomy istotności (p) dla trzech ankiet uczestników kursu drwala

Zmienna	F	p
Ankieta I	10,80699	0,000029
Ankieta II	8,94972	0,000168
Ankieta III	7,14040	0,000936

Tabela 15 przedstawia wartości statystyki F oraz poziomy istotności (p) dla trzech ankiet. Analiza wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy wszystkimi ankietami ($p < 0,05$). Najwyższą wartość F odnotowano w Ankiecie I ($F = 10,81$), co wskazuje na największe zróżnicowanie wyników, natomiast w Ankiecie II i III wartości były niższe (odpowiednio 8,95 i 7,14), lecz również istotne (tab. 15).

5.2.2.1. Analiza wyników badania ankietowego dotycząca różnic pomiędzy grupami wiekowymi uczestników kursów drwali

Podstawowym celem tej części analizy było zidentyfikowanie różnic pomiędzy grupami wiekowymi uczestników kursu drwala na trzech etapach procesu szkoleniowego. Ankieta I została przeprowadzona na początku kursu, gdy uczestnicy dysponowali wyłącznie wiedzą nabytą w sposób nieformalny lub w różnym kontekście. Ankietę II przeprowadzono po zakończeniu zajęć teoretycznych oraz części praktycznych, natomiast Ankietę III po zakończeniu całego szkolenia, po zdaniu egzaminu teoretycznego i praktycznego. Na podstawie odpowiedzi wszystkich uczestników wyodrębniono trzy grupy wiekowe: Grupa A najmłodsza (18-28 lat), $n = 85$, Grupa B średnia (29-39 lat), $n = 86$, Grupa C najstarsza (40+ lat), jednocześnie najliczniejsza, $n = 129$.

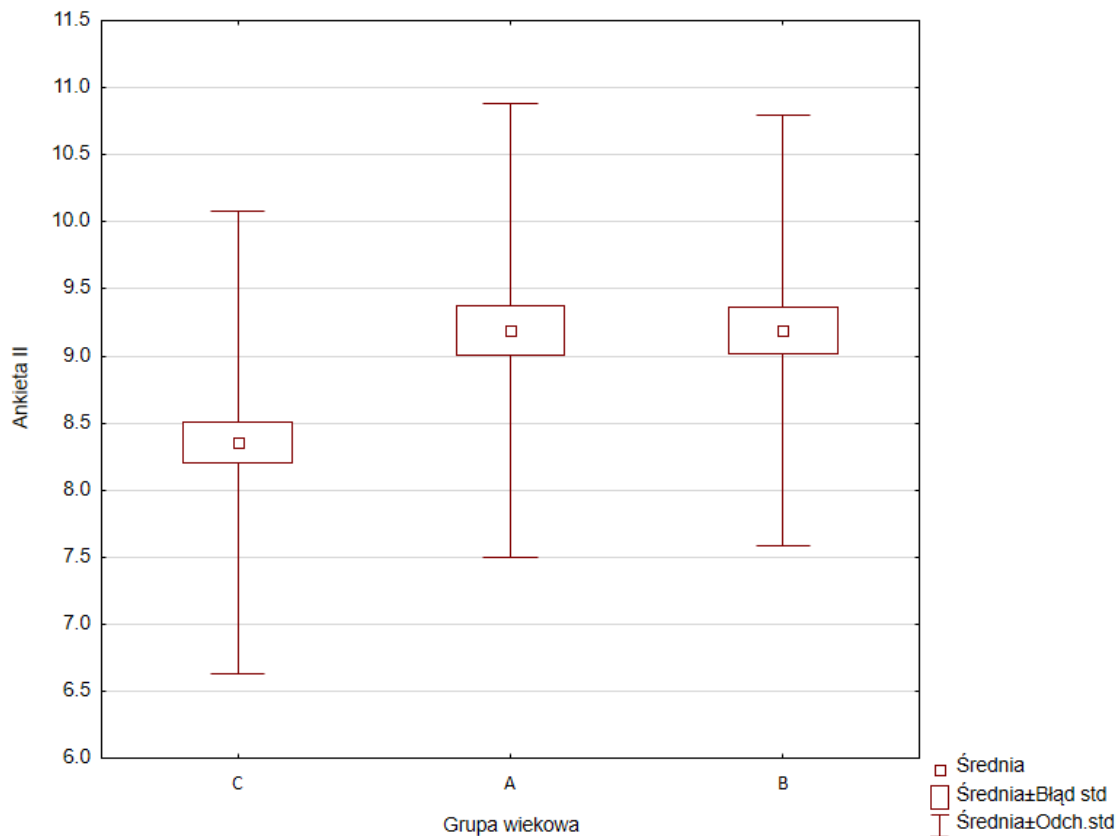


Ryc. 45. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety I dla trzech grup wiekowych uczestników kursów drwała

Tab. 16. Porównanie średnich wyników Ankiety I między grupami wiekowymi uczestników kursów drwała wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a

Grupa wiekowa	C (40+) M = 3,6047	A (18-28) M=4,9059	B (29-39) M=4,1395
C (40+)		0,000005	0,056125
A (18-28)	0,000005		0,012936
B (29-39)	0,056125	0,012936	

Tabela 16 zawiera wyniki testów post-hoc porównujących średnie między grupami wiekowymi kursantów. Różnice pomiędzy grupami A (18-28) i C (40+) okazały się wysoko istotne statystycznie ($p < 0,001$), podobnie jak pomiędzy grupami A (18-28) i B (29-39) ($p = 0,012936$). Różnica między grupami B (29-39) i C (40+) nie osiągnęła poziomu istotności ($p = 0,056125$), choć wskazuje na trend lepszych wyników grupy B w porównaniu z grupą C. Wśród najstarszych kursantów zaobserwowano najniższą średnią punktów (3,60), największe rozproszenie odpowiedzi i różnice w osiągniętych wynikach (tab. 16, ryc. 45).

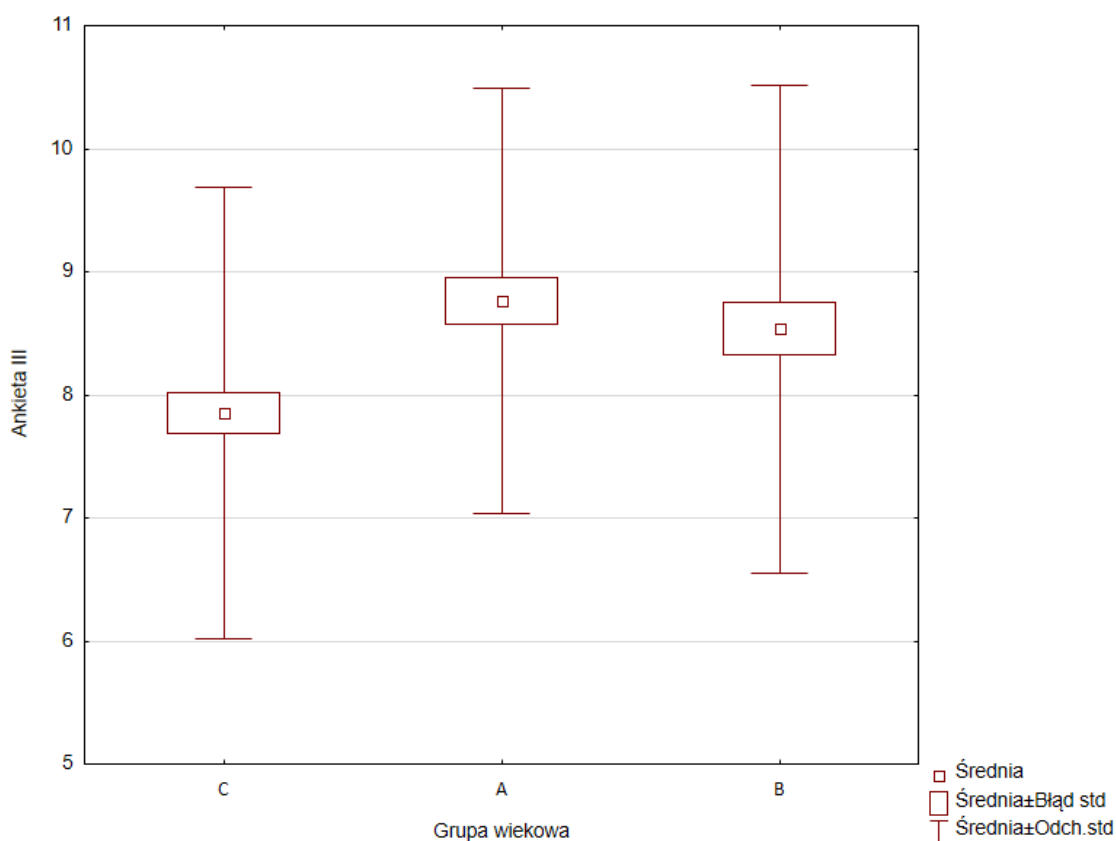


Ryc. 46. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety II dla trzech grup wiekowych uczestników kursów drwala

Tab. 17. Porównanie średnich wyników Ankiety II między grupami wiekowymi uczestników kursów drwala wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a

Grupa wiekowa	C (40+) M=8,3566	A (18-28) M=9,1882	B (29-39) M=9,1860
C (40+)		0,000470	0,000465
A (18-28)	0,000470		0,993223
B (29-39)	0,000465	0,993223	

Tabela 17 zawiera wyniki testów post-hoc porównujących średnie między grupami wiekowymi kursantów. Różnice pomiędzy grupami A (18-28) i C (40+) okazały się wysoko istotne statystycznie ($p = 0,000470$), podobnie jak pomiędzy grupami B (29-39) i C (40+) ($p = 0,000465$). Różnica pomiędzy grupami A (18-28) i B (29-39) nie osiągnęła poziomu istotności ($p = 0,993223$). Wśród najstarszych kursantów ponownie zaobserwowano najniższą średnią punktów (8,36), największe rozproszenie odpowiedzi i różnice w osiągniętych wynikach (tab. 17, ryc. 46).



Ryc. 47. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety III dla trzech grup wiekowych uczestników kursów drwała

Tab. 18. Porównanie średnich wyników Ankiety III między grupami wiekowymi uczestników kursów drwała wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a

Grupa wiekowa	C (40+) M=7,8527	A (18-28) M=8,7647	B (29-39) M=8,5349
C (40+)		0,000485	0,008523
A (18-28)	0,000485		0,417402
B (29-39)	0,008523	0,417402	

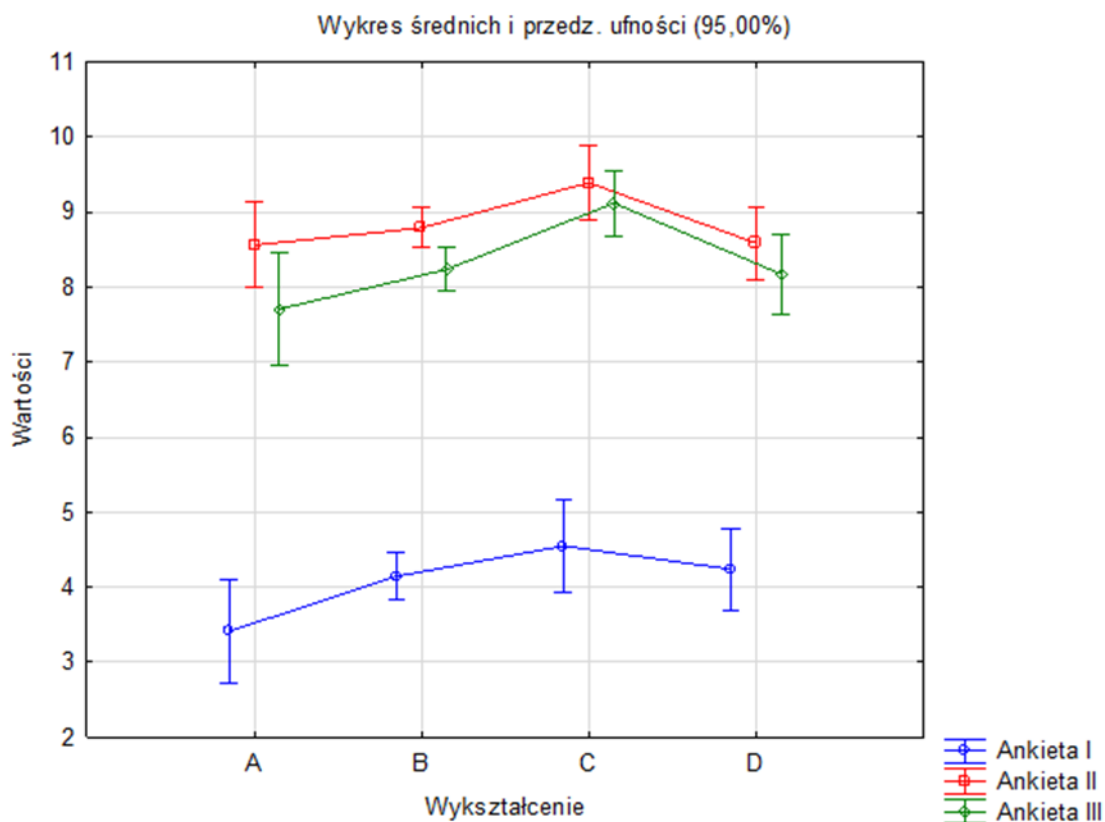
Tabela 18 zawiera wyniki testów post-hoc porównujących średnie między grupami wiekowymi kursantów. Różnice pomiędzy grupami A (18-28) i C (40+) okazały się wysoko istotne statystycznie ($p < 0,001$), podobnie jak pomiędzy grupami B (29-39) i C (40+) ($p = 0,008523$). Różnica pomiędzy grupami A (18-28) i B (29-39) nie osiągnęła poziomu istotności ($p = 0,417402$). Wśród najstarszych kursantów ponownie zaobserwowano najniższą średnią punktów (7,85), największe rozproszenie odpowiedzi i różnice w osiągniętych wynikach. Grupa A (8,77) i Grupa B (8,54) osiągnęły zbliżone rezultaty (tab. 18, ryc. 47).

5.2.2.2. Analiza wyników badania ankietowego dotycząca różnic pomiędzy grupami reprezentującymi różny poziom wykształcenia uczestników kursów drwali

Poniżej przedstawiono rezultaty uzyskane przez uczestników kursu drwala, sklasyfikowanych według poziomu wykształcenia: Grupa A wykształcenie podstawowe ($n = 34$), Grupa B wykształcenie średnie ($n = 166$), Grupa C wykształcenie wyższe ($n = 51$), Grupa D wykształcenie zawodowe ($n = 46$).

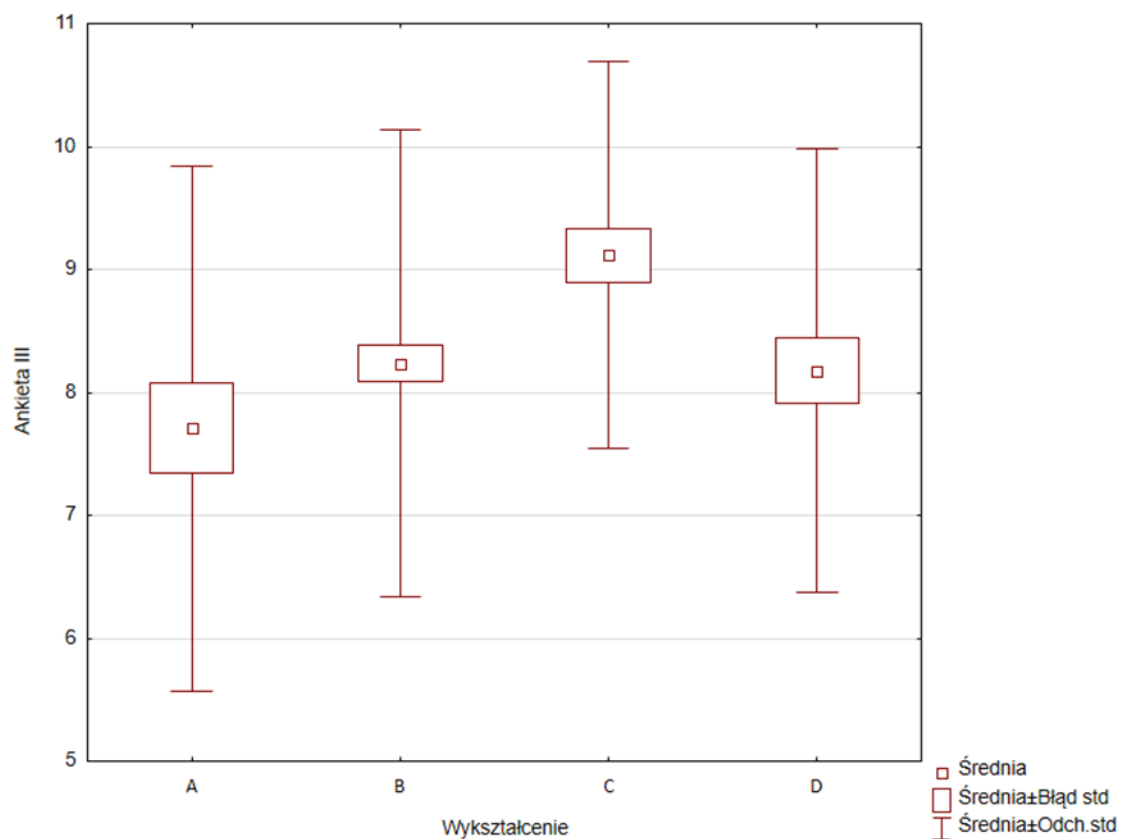
Tab. 19. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) obejmujące wartości statystyki F i poziomy istotności (p) dla trzech ankiet uczestników kursu drwala w zależności od posiadanego wykształcenia

Zmienna	F	p
Ankieta I	2,127964	0,096780
Ankieta II	2,432788	0,065172
Ankieta III	4,566717	0,003825



Ryc. 48. Średnie wartości wyników z trzech ankiet (I-III) w zależności od poziomu wykształcenia, z przedziałami ufności

Tabela 19 przedstawia wartości statystyki F oraz odpowiadające im poziomy istotności (p) uzyskane dla poszczególnych ankiet. Wyniki wskazują na brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy porównywanymi średnimi punktów uzyskanych przez kursantów w Ankiecie I i II. Natomiast w Ankiecie III odnotowano istotne statystycznie zróżnicowanie wyników pomiędzy grupami z różnym poziomie wykształcenia ($p < 0,05$). Najwyższą wartość statystyki F odnotowano w Ankiecie III ($F = 4,57$), co oznacza, że ta część badania była najbardziej wrażliwa na różnice. Na wykresie można zauważyć przewagę średniej liczby punktów Grupy C nad pozostałymi analizowanymi grupami we wszystkich przeprowadzonych ankietach (tab. 19, ryc. 48).



Ryc. 49. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety III dla czterech grup uczestników kursów drwala reprezentujących różny poziom wykształcenia

Tab. 20. Porównanie średnich wyników Ankiety III między grupami kursantów reprezentujących różny poziom wykształcenia wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a

Wykształcenie	A (Podstawowe) M=7,7059	B (Średnie) M=8,2349	C (Wyższe) M=9,1176	D (Zawodowe) M=8,1739
A (Podstawowe)		0,132078	0,000699	0,267064
B (Średnie)	0,132078		0,003301	0,844119
C (Wyższe)	0,000699	0,003301		0,013188
D (Zawodowe)	0,267064	0,844119	0,013188	

Tabela 20 przedstawia wyniki testów post-hoc porównujących średnie wartości uzyskane przez uczestników kursu drwala reprezentujących różne poziomy wykształcenia. Różnice pomiędzy Grupą C (wykształcenie wyższe) a pozostałymi grupami: A (podstawowe), B (średnie) oraz D (zawodowe) okazały się wysoko istotne statystycznie ($p = 0,000699$; $0,003301$; $0,013188$). W przypadku pozostałych porównań między poziomami wykształcenia nie stwierdzono istotnych różnic. Grupa z wykształceniem wyższym uzyskała najwyższe wyniki końcowe (9,12), co wskazuje na korzystny wpływ wykształcenia na efektywność przyswajania wiedzy. Można to wiązać z wcześniejszym doświadczeniem edukacyjnym, lepszym przygotowaniem do pracy z materiałem teoretycznym oraz wyższymi kompetencjami poznawczymi. Z kolei w grupie z wykształceniem podstawowym odnotowano największe rozproszenie wyników, co sugeruje znaczną heterogeniczność kompetencji w tej grupie (tab. 20, ryc. 49).

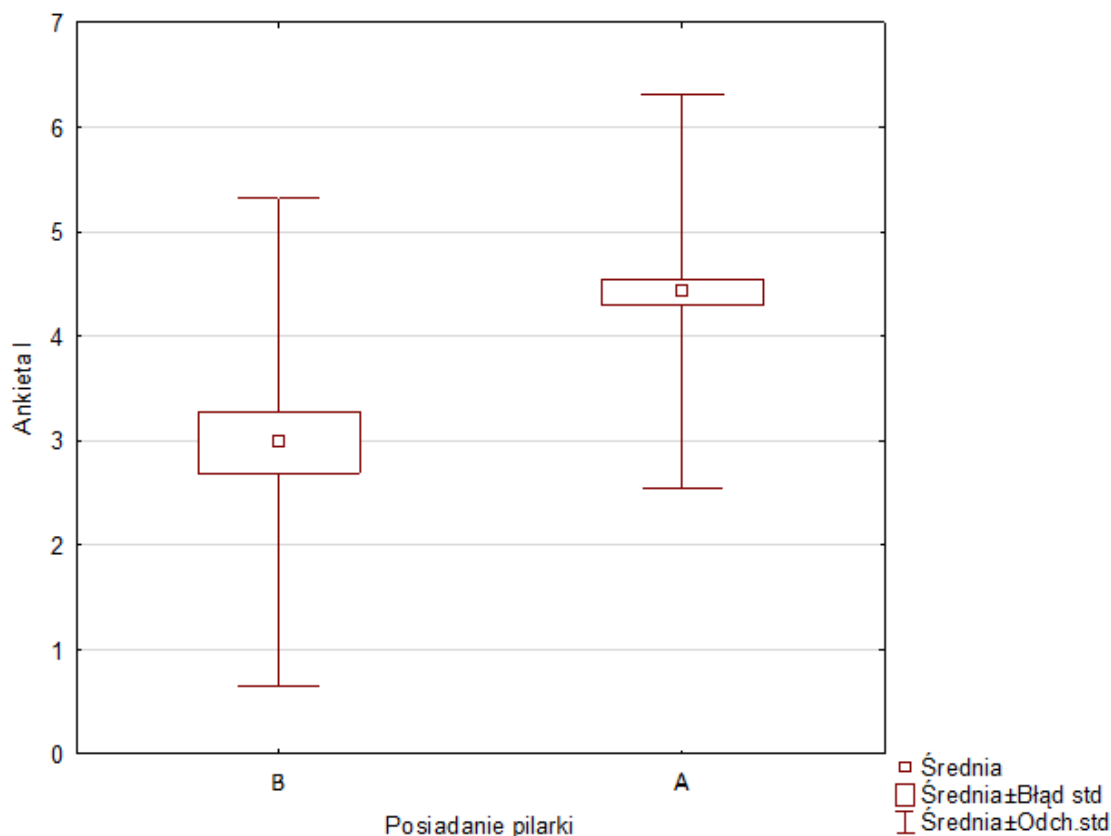
5.2.2.3. Analiza wyników badania ankietowego dotycząca różnic pomiędzy kursantami posiadającymi pilarki łańcuchowe w swoim gospodarstwie domowym i nieposiadających pilarek łańcuchowych

Ostatnia część analizy dotyczyła wpływu posiadania pilarki łańcuchowej na uzyskiwane wyniki, a pośrednio na doświadczenia uczestników w użytkowaniu tego typu sprzętu. W badaniu wyróżniono dwie grupy respondentów: Grupa A - osoby posiadające pilarkę łańcuchową w swoim gospodarstwie domowym ($n = 238$) i Grupa B - osoby nieposiadające pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym ($n = 62$). Prezentowane wyniki pozwalają ocenić, w jakim stopniu wcześniejsze doświadczenia praktyczne związane z obsługą pilarki mogły wpłynąć na osiągnięte rezultaty podczas przygotowania zawodowego. Na wstępie przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA), a uzyskane wyniki przedstawiono poniżej.

Tab. 21. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) - wartości statystyki F i poziomów istotności (p) dla trzech ankiet przeprowadzonych wśród uczestników kursów drwała w zależności od posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym

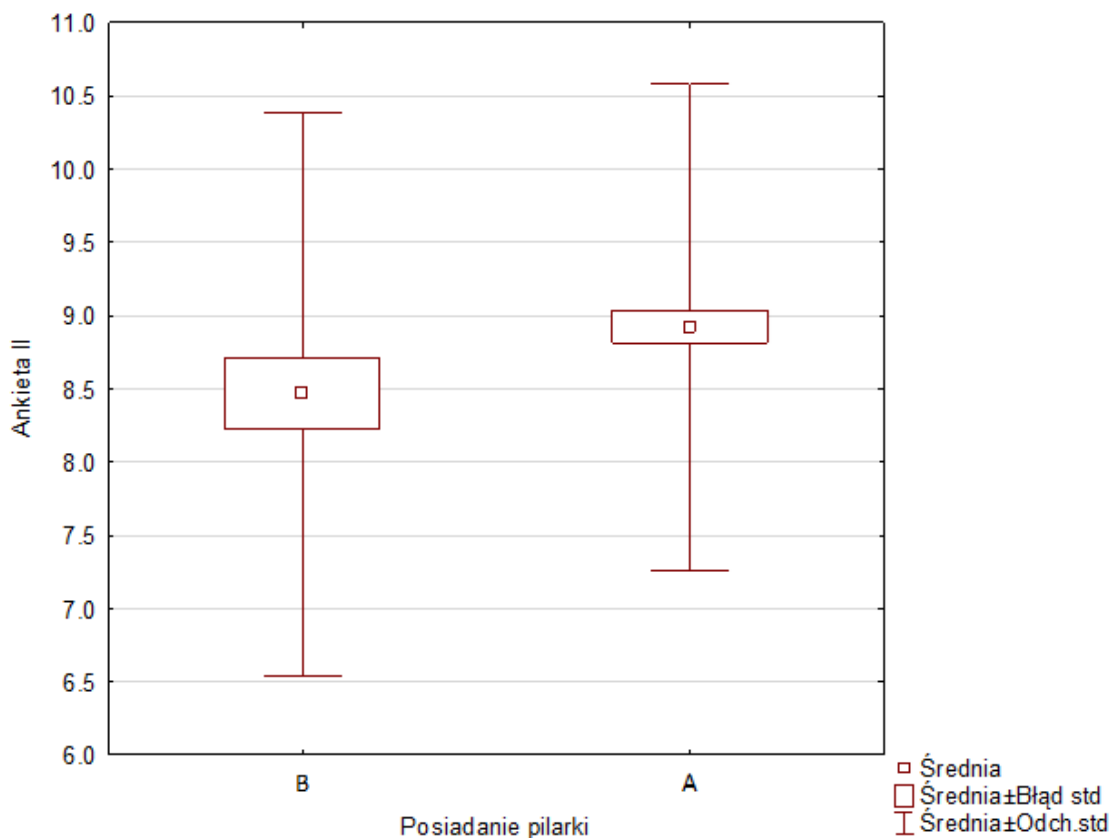
Zmienna	F	p
Ankieta I	25,8385	0,000001
Ankieta II	3,46484	0,063671
Ankieta III	9,38813	0,002384

Tabela 21 przedstawia wartości statystyki F oraz odpowiadające im poziomy istotności (p) uzyskane dla poszczególnych ankiet w kontekście posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym. Wyniki wskazują na istotne statystycznie różnice pomiędzy porównywanymi średnimi punktów w Ankiecie I ($p < 0,001$) oraz Ankiecie III ($p < 0,01$). W przypadku Ankiety II różnice nie osiągnęły poziomu istotności ($p = 0,064$), choć widoczny jest trend. Najwyższą wartość statystyki F uzyskano w Ankiecie I ($F = 25,84$), co sugeruje, że ta część badania była najbardziej wrażliwa na różnice pomiędzy analizowanymi grupami. Niższe, lecz wciąż istotne wartości statystyki F uzyskano w Ankiecie III ($F = 9,39$) (tab. 21).



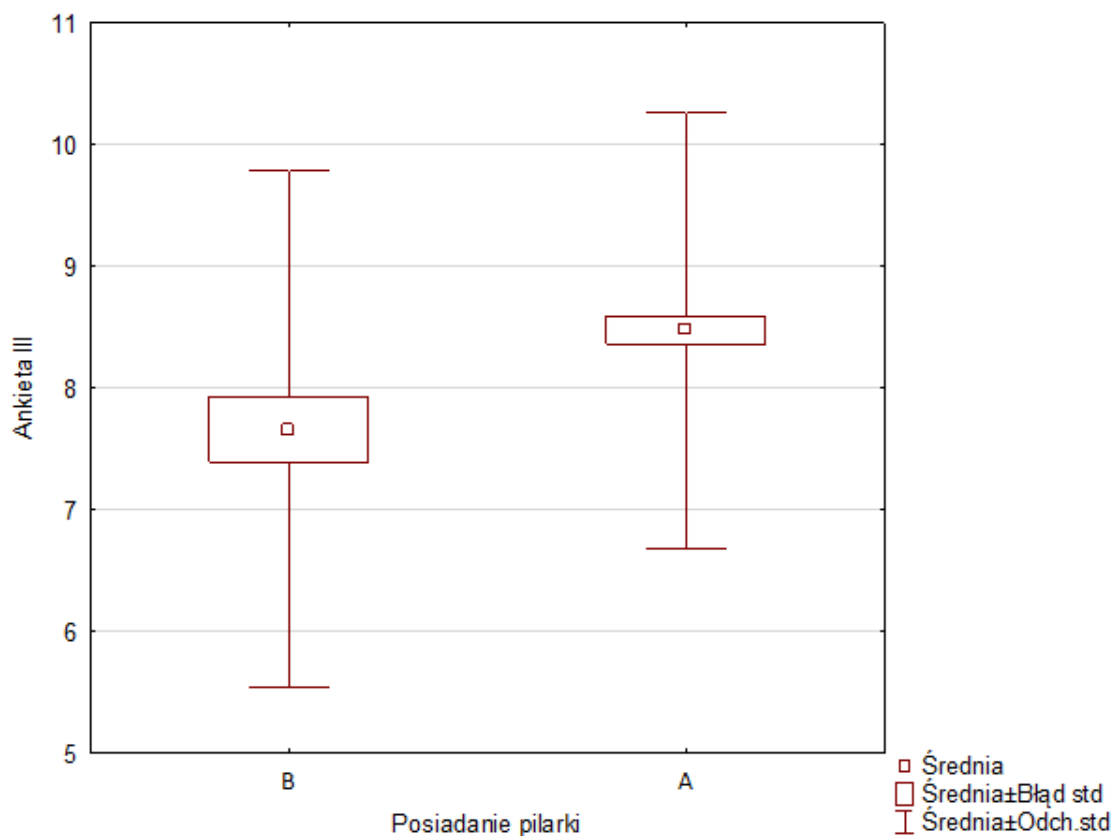
Ryc. 50. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety I dla dwóch grup uczestników kursów drwala posiadających i nieposiadających pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym

Rycina 50 przedstawia średnie wartości punktowe uzyskane przez osoby posiadające pilarkę (A) i nieposiadające pilarki (B) w swoim gospodarstwie domowym przed rozpoczęciem kursu drwal-pilarz (Ankieta I). Grupa A osiągnęła wyższe średnie wyniki (4,42) niż Grupa B (2,98), co może wskazywać na większą wiedzę teoretyczną nabytą dzięki praktycznemu stosowaniu pilarki łańcuchowej podczas różnych prac domowych, z instrukcji obsługi czy rozmowy z sprzedawcą pilarek. Poziom zmienności odpowiedzi u osób nieposiadających pilarki był znacznie wyższy niż w grupie, która posiadała pilarkę (ryc. 50).



Ryc. 51. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety II dla dwóch grup uczestników kursów drwala posiadających i nieposiadających pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym

Rycina 51 przedstawia średnie wartości punktowe uzyskane przez osoby posiadające (A) i nieposiadające (B) pilarki łańcuchowej w swoim gospodarstwie domowym w połowie kursu drwal-pilarz (Ankieta II). Grupa A osiągnęła wyższe (bliskie istotności) średnie wyniki (8,92) niż Grupa B (8,47), co może wskazywać na utrzymanie poziomu wiedzy z okresu przed kursem oraz wzbogaceniem jej o nowe informacje dotyczące pozyskiwania drewna pilarką łańcuchową. W grupie nieposiadającej pilarek łańcuchowych ponownie zaobserwowano większy rozrzut odpowiedzi niż u grupy, która posiada pilarkę w swoim gospodarstwie domowym (ryc. 51).



Ryc. 52. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety III dla dwóch grup uczestników kursów drwala posiadających i nieposiadających pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym

Rycina 52 przedstawia średnie wartości punktowe uzyskane przez osoby posiadające (A) i nieposiadające (B) pilarki łańcuchowej w swoim gospodarstwie domowym po zakończeniu kursu drwal-pilarz (Ankieta III). Grupa A osiągnęła istotnie lepsze średnie wyniki (8,48) niż Grupa B (7,66), co wskazuje na utrzymanie się trendu zapoczątkowanego w Ankiecie I. Kursanci posiadający pilarkę łańcuchową w gospodarstwie domowym uzyskiwali konsekwentnie wyższe wyniki we wszystkich ankietach. Różnice były szczególnie wyraźne i istotne statystycznie w Ankiecie I (przed kursem) oraz w Ankiecie III (po kursie), co wskazuje na znaczenie wcześniejszego doświadczenia praktycznego. Wyniki sugerują, że posiadanie pilarki może sprzyjać lepszemu opanowaniu materiału teoretycznego i praktycznego w trakcie szkolenia (ryc. 52).

5.2.2.4. Analiza wyników ankiet dotyczących różnic między kursantami według płci, miejsca wychowania, miejsca zamieszkania, statusu oraz marki posiadanej pilarki łańcuchowej

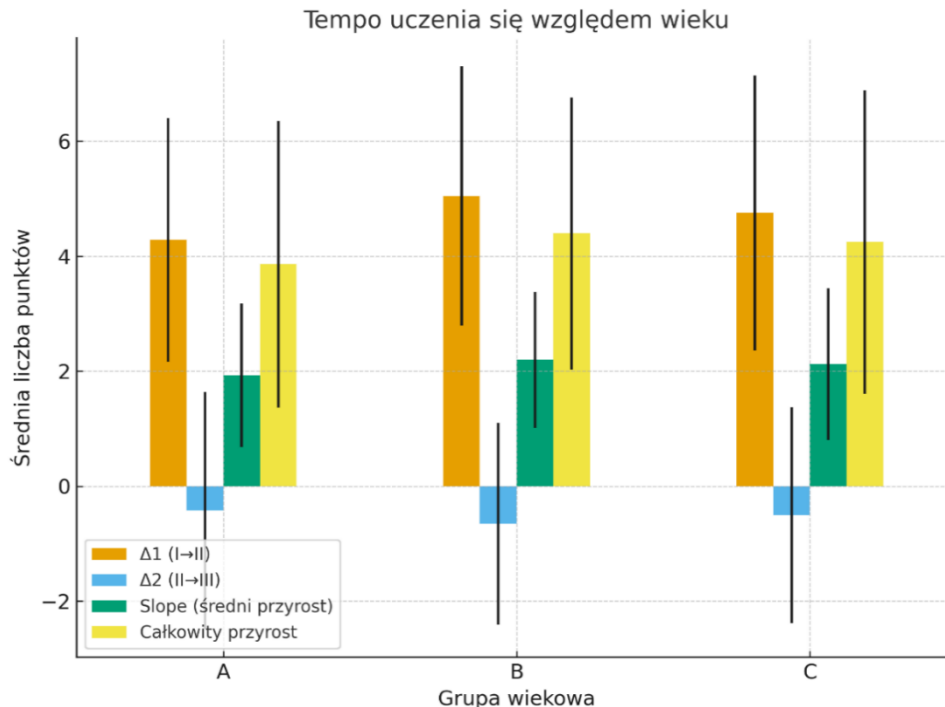
Nie wszystkie zmienne mogły zostać uwzględnione w analizach statystycznych. Przykładowo, porównanie ze względu na strukturę płci okazało się niemożliwe z uwagi na znaczną dysproporcję liczebności poszczególnych grup. Podobne ograniczenia dotyczyły analizy różnic związanych ze statusem kursantów oraz marką posiadanych pilarek łańcuchowych. Odmiennie przedstawiała się sytuacja w przypadku miejsca wychowania i miejsca zamieszkania - w tych kategoriach liczebność grup umożliwiała przeprowadzenie analiz statystycznych. W pierwszym etapie zastosowano analizę statystyk opisowych, która nie wykazała istotnych różnic pomiędzy grupami. W związku z tym nie przeprowadzono dalszych testów wnioskowania statystycznego, takich jak analiza wariancji (ANOVA).

5.2.3. Analiza tempa uczenia się kursantów

Po przeprowadzeniu analizy wyników badania ankietowego w różnych grupach parametrycznych przystąpiono do analizy tempa uczenia się. Oceniono średni przyrost uzyskanych punktów między Ankieta I a Ankieta II ($\Delta 1$) oraz między Ankieta II a Ankieta III ($\Delta 2$). Dodatkowo zbadano różnice i trendy w przyrostach pomiędzy analizowanymi grupami.

5.2.3.1. Analiza tempa uczenia się względem grup wiekowych kursantów

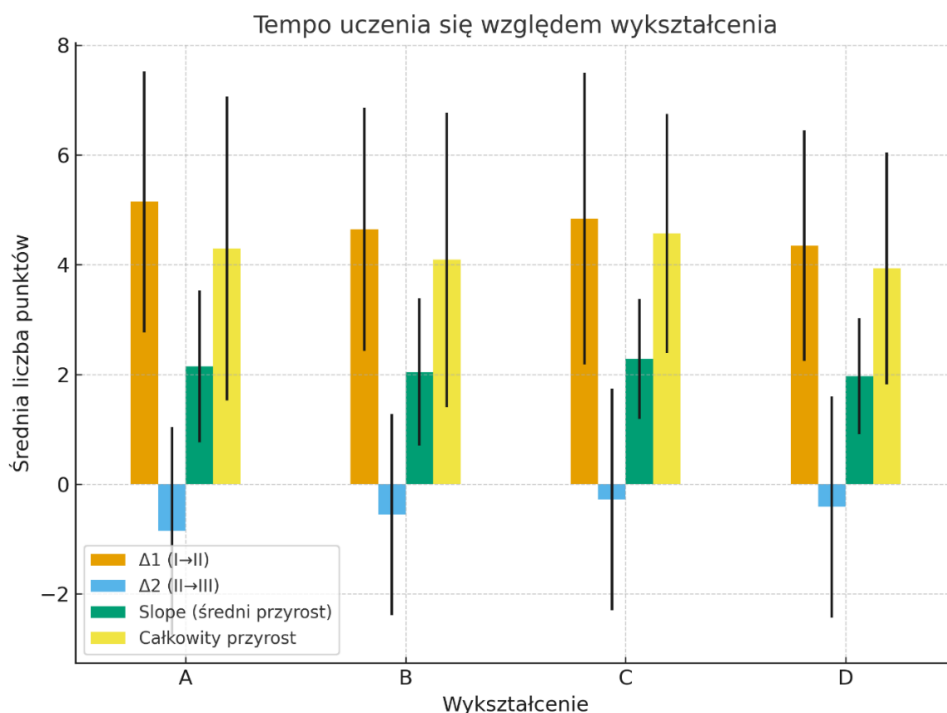
Rycina 53 przedstawia średnie przyrosty punktów, które wskazują, że największy wzrost wiedzy pomiędzy Ankieta I i Ankieta II ($\Delta 1$) osiągnęła Grupa B (29-39 lat; $\Delta 1 = 5,0$), nieco mniejsze wartości odnotowano w Grupie C (40+; $\Delta 1 = 4,8$) i Grupie A (18-28 lat; $\Delta 1 = 4,3$). W drugim przedziale czasowym ($\Delta 2$: II→III) wszystkie grupy wykazały niewielkie spadki średnich wyników: odpowiednio -0,4 (A), -0,7 (B) oraz -0,5 (C). Wartości wskaźnika tempa uczenia się (Slope) oraz całkowitego przyrostu punktów były zbliżone we wszystkich grupach (Slope: 1,9-2,2; całkowity przyrost: 3,9-4,4). Analiza wariacji (ANOVA) wykazała brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami wiekowymi dla większości miar: $\Delta 2$ ($F(2,297) = 0,32$; $p = 0,727$), Slope ($F(2,297) = 1,05$; $p = 0,351$) oraz całkowitego przyrostu ($F(2,297) = 1,05$; $p = 0,351$). Jedynie dla pierwszego przyrostu ($\Delta 1$: I→II) zaobserwowano trend bliski istotności statystycznej ($F(2,297) = 2,46$; $p = 0,087$), co może sugerować, że osoby w wieku 29-39 lat osiągały nieco wyższe przyrosty wiedzy w początkowej fazie szkolenia w porównaniu z pozostałymi grupami (ryc. 53).



Ryc. 53. Tempo uczenia się względem grup wiekowych ($\Delta 1$: I→II, $\Delta 2$: II→III, średni i całkowity przyrost punktów)

5.2.3.2. Analiza tempa uczenia się względem wykształcenia kursantów

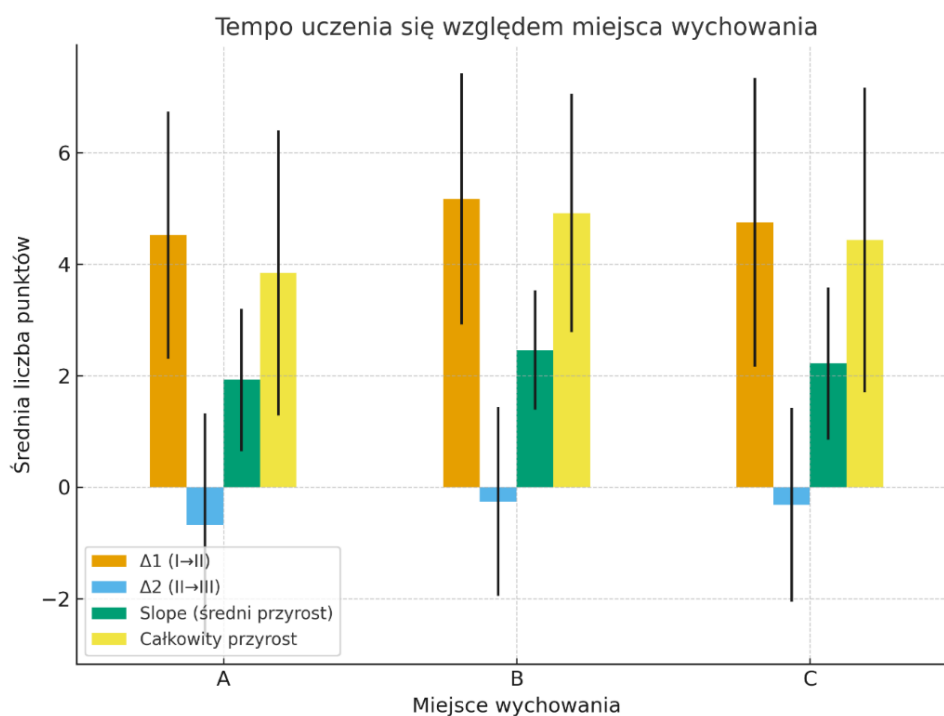
Rycina 54 przedstawia średnie przyrosty punktów w poszczególnych grupach reprezentujących różny poziom wykształcenia. Wyniki wskazują na zbliżone wartości tempa uczenia się. Kursanci z wykształceniem podstawowym (A) charakteryzowali się największym przyrostem w pierwszym przedziale ($\Delta 1 = 5,1$) oraz największym spadkiem w drugim ($\Delta 2 = -0,9$), przy $Slope = 2,1$ i całkowitym przyroście 4,3. W grupie reprezentującej wykształcenie średnie (B) wartości były zbliżone ($\Delta 1 = 4,6$; $\Delta 2 = -0,6$; $Slope = 2,0$; całkowity przyrost = 4,1), a w grupie z wykształceniem wyższym (C) odnotowano nieco wyższy całkowity przyrost (4,6) oraz najwyższy $Slope$ (2,3). Grupa z wykształceniem zawodowym (D) osiągnęła najniższe wartości całkowitego przyrostu (3,9) i $\Delta 1$ (4,3), przy podobnych pozostałych parametrach. Analiza wariancji (ANOVA) nie wykazała istotnych różnic pomiędzy grupami dla żadnej z badanych miar: $\Delta 1$ ($F(3,293) = 0,89$; $p = 0,449$), $\Delta 2$ ($F(3,293) = 0,70$; $p = 0,554$), $Slope$ ($F(3,293) = 0,64$; $p = 0,593$) oraz całkowity przyrost ($F(3,293) = 0,64$; $p = 0,593$) (ryc. 54).



Ryc. 54. Tempo uczenia się względem wykształcenia ($\Delta 1$: I→II, $\Delta 2$: II→III, średni i całkowity przyrost punktów)

5.2.3.3. Analiza tempa uczenia się względem miejsca wychowania kursantów

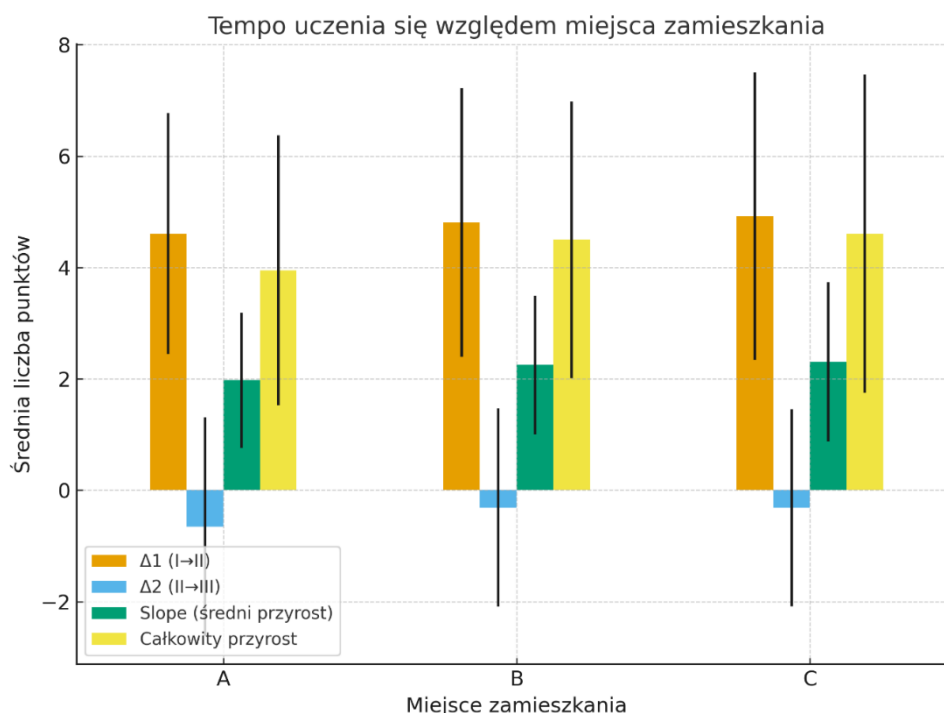
Rycina 55 przedstawia średnie przyrosty punktów w zależności od miejsca wychowania do 18 roku życia. Wyniki wskazują na wyraźne różnice w tempie uczenia się. Kursanci z Grupy B (małe miasto do 50 tys. mieszkańców) osiągnęli najwyższy przyrost między Ankietą I i Ankietą II ($\Delta 1 = 5,2$) oraz najmniejszy spadek w drugim przedziale czasowym ($\Delta 2 = -0,3$), co przełożyło się na najwyższy wskaźnik Slope (2,5) i całkowity przyrost wiedzy (4,9). Grupa A (tereny wiejskie) uzyskała najniższe wartości ($\Delta 1 = 4,5$; $\Delta 2 = -0,7$; Slope = 1,9; całkowity = 3,8), natomiast Grupa C (duże miasto pow. 50 tys. mieszkańców) zajęła pozycję pośrednią ($\Delta 1 = 4,8$; $\Delta 2 = -0,3$; Slope = 2,2; całkowity = 4,4). Analiza wariancji (ANOVA) nie wykazała istotnych różnic w pierwszym przyroście ($\Delta 1$: $F(2,296) = 2,08$; $p = 0,127$), choć zaobserwowano trend sugerujący szybszy początkowy przyrost wiedzy w Grupie B. Brak istotnych różnic odnotowano również dla $\Delta 2$ ($F(2,296) = 1,55$; $p = 0,214$). Natomiast w przypadku wskaźnika Slope oraz całkowitego przyrostu różnice były statystycznie istotne (odpowiednio $F(2,296) = 4,95$; $p = 0,008$) (ryc. 55).



Ryc. 55. Tempo uczenia się względem miejsca wychowania do 18 roku życia ($\Delta 1$: I→II, $\Delta 2$: II→III, średni i całkowity przyrost punktów)

5.2.3.4. Analiza tempa uczenia się względem miejsca zamieszkania kursantów

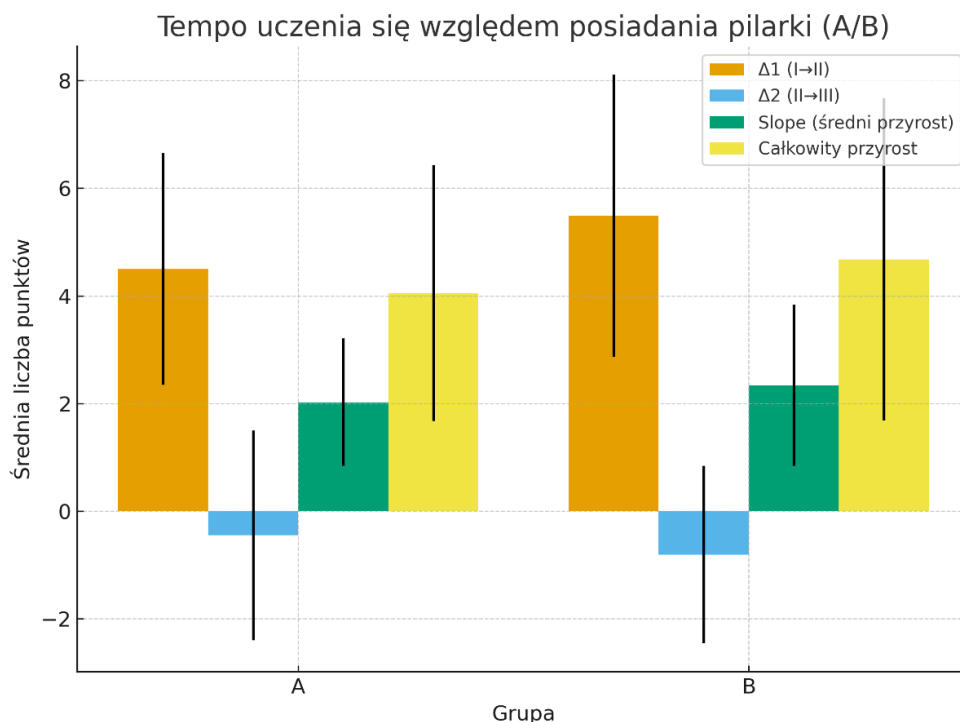
Rycina 56 przedstawia średnie przyrosty punktów w różnych grupach w zależności od miejsca zamieszkania. Rezultaty pokazują zbliżone wartości między analizowanymi grupami. Grupa A (tereny wiejskie) uzyskała $\Delta 1 = 4,6$ oraz spadek $\Delta 2 = -0,7$, przy wskaźniku Slope = 2,0 i całkowitym przyroście wiedzy równym 4,0. W Grupie B (małe miasto do 50 tys. mieszkańców) wartości te były nieco wyższe ($\Delta 1 = 4,8$; $\Delta 2 = -0,3$; Slope = 2,3; całkowity = 4,5), podobnie jak w Grupie C (duże miasto pow. 50 tys. mieszkańców) ($\Delta 1 = 4,9$; $\Delta 2 = -0,3$; Slope = 2,3; całkowity = 4,6). Analiza wariancji (ANOVA) nie wykazała istotnych różnic pomiędzy grupami dla żadnej z badanych miar: $\Delta 1$ (F (2,297) = 0,47; p = 0,624), $\Delta 2$ (F (2,297) = 1,15; p = 0,318), Slope (F (2,297) = 2,02; p = 0,134) oraz całkowitego przyrostu (F (2,297) = 2,02; p = 0,134). Dla wskaźnika Slope zaobserwowano jedynie nieistotny trend sugerujący, że kursanci z grup B i C osiągają nieco wyższe tempo uczenia się niż osoby z Grupy A (ryc. 56).



Ryc. 56. Tempo uczenia się względem miejsca zamieszkania ($\Delta 1$: I→II, $\Delta 2$: II→III, średni i całkowity przyrost punktów)

5.2.3.5. Analiza tempa uczenia się względem posiadania pilarki łańcuchowej przez kursantów

Rycina 57 przedstawia średnie przyrosty punktów w różnych grupach w zależności od posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym. Wyniki pokazują, że kursanci z Grupy B (nieposiadający pilarki łańcuchowej) uzyskali wyższy przyrost wiedzy na początkowym etapie kursu ($\Delta 1 = 5,5$) w porównaniu z Grupą A (posiadający pilarkę łańcuchową) ($\Delta 1 = 4,5$). W drugim przedziale czasowym ($\Delta 2$) różnice były mniejsze: $-0,8$ (B) wobec $-0,5$ (A). Wskaźnik tempa uczenia się (Slope) wyniósł odpowiednio $2,3$ dla Grupy B i $2,0$ dla Grupy A, a całkowity przyrost wiedzy osiągnął wartości $4,7$ (B) i $4,1$ (A). Analiza wariancji (ANOVA) potwierdziła istotne różnice między grupami w pierwszym przyroście ($\Delta 1$: $F(1,298) = 9,34$; $p = 0,002$). W kolejnych etapach nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych: $\Delta 2$ ($F(1,298) = 1,75$; $p = 0,187$). Dla wskaźników Slope oraz całkowitego przyrostu odnotowano jedynie trend bliski istotności ($F(1,298) = 3,06$; $p = 0,081$), co sugeruje, że Grupa B mogła zakończyć kurs z nieco wyższym wynikiem niż Grupa A (ryc. 57).



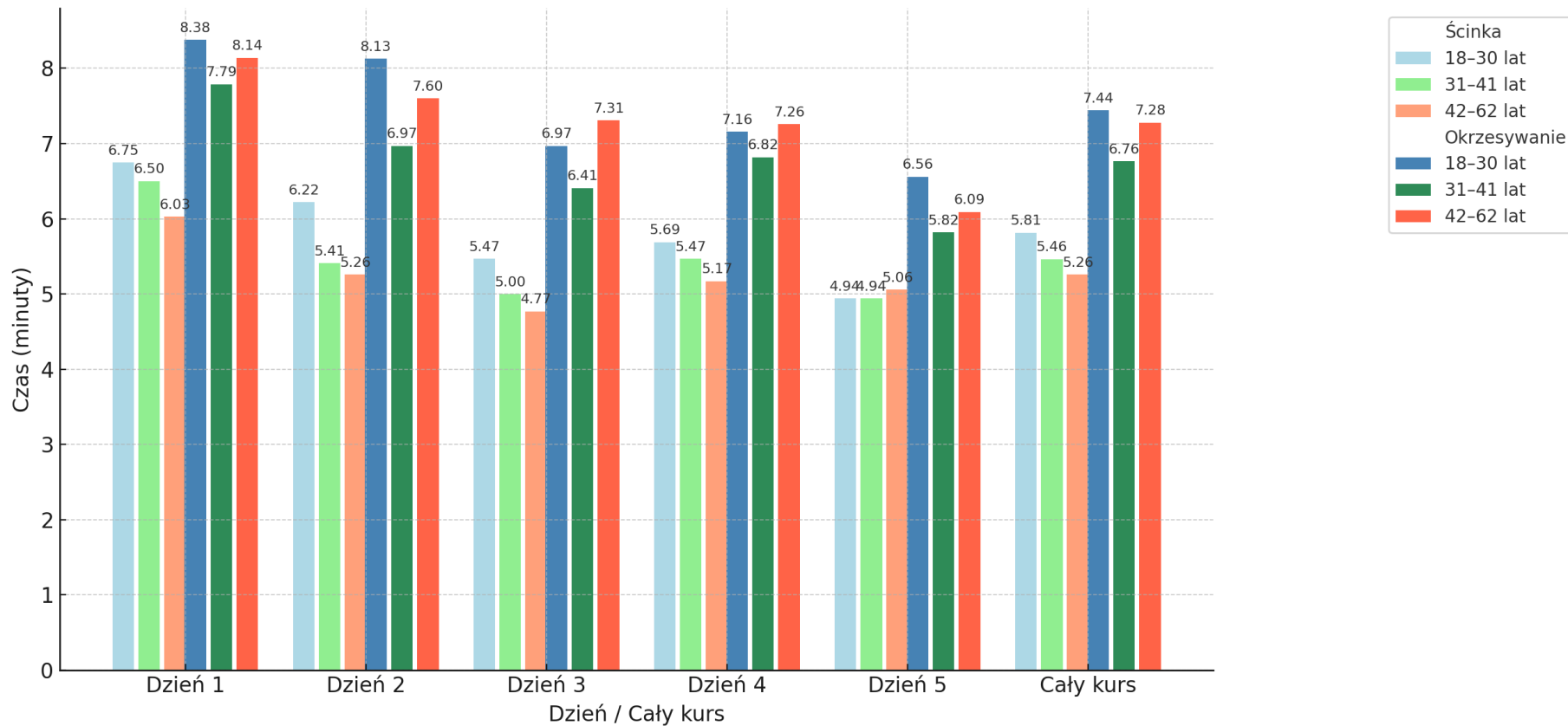
Ryc. 57. Tempo uczenia się względem pilarki łańcuchowej ($\Delta 1$: I→II, $\Delta 2$: II→III, średni i całkowity przyrost punktów)

5.2.3.6. Analiza tempa uczenia się względem płci, statusu i marki posiadanej pilarki łańcuchowej

Analogicznie do analiz dotyczących różnic w uzyskiwanych wynikach przez poszczególne grupy kursantów, również w przypadku badania tempa uczenia się konieczne było spełnienie wymogu odpowiedniej liczebności próby w każdej z grup. Z tego względu porównania tempa uczenia się w odniesieniu do płci, statusu zawodowego oraz marki posiadanej pilarki łańcuchowej nie zostały przeprowadzone.

5.3. Efektywność procesu kształcenia na podstawie pomiaru czasu wykonywania ścinki i okrzesywania przez osoby biorące udział w kursach drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia

Rycina 58 przedstawia średni czas ścinki i okrzesywania drzew modelowych wykonywanych przez uczestników kursów drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia oraz średnią dla całego kursu, z podziałem na trzy grupy wiekowe. Analiza wyników wykazała, że czas okrzesywania był dłuższy niż czas ścinki każdego dnia szkolenia, niezależnie od przynależności do grupy wiekowej. W grupie uczestników w wieku 18-30 lat odnotowano najdłuższy czas ścinki każdego dnia kursu, z wyjątkiem piątego dnia, kiedy to wartość ta zrównała się z czasem ścinki grupy 31-41 lat (4,94 min). Najkrótszy czas ścinki obserwowano w grupie 42-62 lat w większości dni szkoleniowych, z wyjątkiem piątego dnia, w którym to ścinka w tej grupie wiekowej trwała najdłużej spośród wszystkich analizowanych grup (5,06 min). Najdłuższy czas ścinki występował pierwszego dnia szkolenia we wszystkich grupach wiekowych. W kolejnych dniach - do trzeciego dnia włącznie - czas ten stopniowo się skracał. Czwartego dnia zaobserwowano wzrost czasu ścinki, po czym piątego dnia nastąpił ponowny spadek. W grupach 18-30 lat oraz 31-41 lat, najkrótszy czas ścinki odnotowano piątego dnia kursu (4,94 min). W grupie 42-62 lat najkrótszy czas ścinki zarejestrowano trzeciego dnia kursu (4,77 min), co jednocześnie stanowiło najkrótszy czas ścinki w całym badaniu. W przypadku okrzesywania, najdłuższy czas wykonywania tej czynności odnotowano pierwszego dnia kursu we wszystkich grupach wiekowych, a najkrótszy - piątego dnia. Najwyższą wartość zarejestrowano w grupie 18-30 lat pierwszego dnia (8,38 min), a najniższą - piątego dnia w grupie 31-41 lat (5,82 min). W grupach 18-30 lat oraz 31-41 lat czas okrzesywania skracał się od pierwszego do trzeciego dnia, po czym czwartego dnia zaobserwowano jego nieznaczny wzrost, a następnie ponowny spadek piątego dnia. W grupie 42-62 lat czas okrzesywania zmniejszał się systematycznie każdego dnia kursu. Warto zauważyć, że trzeciego i czwartego dnia kursu najstarsza grupa wiekowa (42-62 lat) wykonywała okrzesywanie wolniej niż grupa najmłodsza (18-30 lat), co może sugerować wpływ wieku na tempo wykonywania tej czynności w dalszych etapach szkolenia (ryc. 58)



Ryc. 58. Średni czas ścinki i okrzesywania drzew modelowych w kolejnych dniach kursu drwal-pilarz oraz całego szkolenia przez kursantów w poszczególnych grupach wiekowych

5.4. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Tabela 22 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca kursantów (\bar{x} HR) i stopień ciężkości pracy w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz i podczas całych szkoleń, z uwzględnieniem trzech grup wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} HR podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkoleń odnotowano drugiego dnia kursów w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła odpowiednio 118,9 ud/min, co charakteryzuje pracę ciężką. Natomiast najniższą \bar{x} HR odnotowano trzeciego dnia szkoleń w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 103,0 ud/min i sklasyfikowano ją jako pracę średnio ciężką. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} HR drugiego dnia szkoleń, która wynosiła 118,9 ud/min, a najniższą czwartego dnia 113,1 ud/min. W tej grupie wiekowej pracę sklasyfikowano jako ciężką we wszystkich dniach szkoleń oraz podczas całych kursów. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} HR przypadła również na drugi dzień kursów i wynosiła 112,2 ud/min, a najniższa czwartego dnia 109,5 ud/min. Ponadto w analizowanej grupie czwartego dnia odnotowano jedyny niższy niż w inne dni szkoleń oraz całych kursach stopień ciężkości pracy, który sklasyfikowano jako średni. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat najwyższą \bar{x} HR stwierdzono pierwszego dnia szkoleń, która wynosiła 107,8 ud/min, natomiast najniższą odnotowano trzeciego dnia kursów 103,0 ud/min. Stopień ciężkości pracy w grupie najstarszej każdego dnia szkoleń jak również całych kursów był sklasyfikowany jako praca średnio ciężka. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice w \bar{x} HR (SD = 0,96) (tab. 22).

Tab. 22. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	114,7	ciężka	118,9	ciężka	116,6	ciężka	113,1	ciężka	116,6	ciężka	116,8	ciężka
31-45	110,9	ciężka	112,2	ciężka	110,8	ciężka	109,5	średnia	110,8	ciężka	110,9	ciężka
46-66	107,8	średnia	104,1	średnia	103,0	średnia	103,5	średnia	103,9	średnia	104,6	średnia

Tab. 23. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą
17-30	58,7	duże	60,9	duże	59,7	duże	57,9	duże	59,7	duże	59,8	duże
31-45	61,0	duże	61,7	duże	60,9	duże	60,2	duże	61,0	duże	61,0	duże
46-66	64,4	duże	62,2	duże	61,5	duże	61,8	duże	62,0	duże	62,5	duże

Tabela 23 przedstawia średnią procentową wartości maksymalnej liczby uderzeń serca kursantów (\bar{x} %HRmax) i obciążenie pracą w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} %HRmax podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkoleń odnotowano pierwszego dnia kursów w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 64,4%, co wskazuje na duże obciążenie pracą. Natomiast najniższą \bar{x} %HRmax odnotowano czwartego dnia szkoleń w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 57,9% i została sklasyfikowana jako duże obciążenie pracą. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} %HRmax drugiego dnia szkoleń, która wynosiła 60,9%, a najniższą czwartego dnia 57,9%. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} %HRmax przypadła również na drugi dzień kursów i wynosiła 61,7%, a najniższa czwartego dnia 60,2%. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat najwyższą \bar{x} %HRmax stwierdzono pierwszego dnia szkoleń, która wynosiła 64,4%, natomiast najniższą odnotowano trzeciego dnia kursów 61,5%. We wszystkich grupach wiekowych każdego dnia szkoleń i podczas całych kursów obciążenie pracą sklasyfikowano jako duże. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice w \bar{x} %HRmax (SD = 0,53) (tab. 23).

Tab. 24. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy
17-30	49,3	ciężka	51,1	bardzo ciężka	50,1	bardzo ciężka	48,7	ciężka	50,2	bardzo ciężka	50,2	bardzo ciężka
31-45	51,9	bardzo ciężka	52,6	bardzo ciężka	51,9	bardzo ciężka	51,3	bardzo ciężka	51,9	bardzo ciężka	52,0	bardzo ciężka
46-66	55,7	bardzo ciężka	53,8	bardzo ciężka	53,2	bardzo ciężka	53,5	bardzo ciężka	53,7	bardzo ciężka	54,1	bardzo ciężka

Tabela 24 przedstawia średnią procentową wartość maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego kursantów (\bar{x} %VO₂max) i stopień obciążenia pracą w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} %VO₂max podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkoleń odnotowano pierwszego dnia kursów w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 55,7% co charakteryzuje pracę jako bardzo ciężką. Natomiast najniższą \bar{x} %VO₂max odnotowano czwartego dnia szkoleń w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 48,75% i została sklasyfikowana jako praca ciężka. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} %VO₂max drugiego dnia szkoleń, która wynosiła 51,1%, a najniższą czwartego dnia 48,7%. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} %VO₂max przypadła również na drugi dzień kursów i wynosiła 52,6%, a najniższa czwartego dnia 51,3%. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat najwyższą \bar{x} %VO₂max stwierdzono pierwszego dnia szkoleń, która wynosiła 55,7%, natomiast najniższą odnotowano trzeciego dnia kursów (53,2%). We wszystkich grupach wiekowych każdego dnia szkoleń i na całych kursach sklasyfikowano pracę jako bardzo ciężką, z wyjątkiem dnia pierwszego i czwartego szkoleń w grupie wiekowej 17-30, stwierdzając pracę ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice w \bar{x} %VO₂max (SD = 0,46) (tab. 24).

Tab. 25. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	18,9	umiark.	20,6	ciężka	19,7	umiark.	18,3	umiark.	19,7	umiark.	19,8	umiark.
31-45	17,3	umiark.	17,8	umiark.	17,2	umiark.	16,7	umiark.	17,2	umiark.	17,3	umiark.
46-66	16,4	umiark.	14,9	umiark.	14,4	umiark.	14,7	umiark.	14,8	umiark.	15,1	umiark.

Tabela 25 przedstawia średnią wartość wydatku energetycznego netto kursantów (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} WEN podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkoleń odnotowano drugiego dnia kursów w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 20,6 kJ/min, co charakteryzuje pracę jako ciężką. Natomiast najniższą \bar{x} WEN odnotowano trzeciego dnia szkoleń w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 14,4 kJ/min i została sklasyfikowana jako praca umiarkowana. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} WEN drugiego dnia szkoleń, która wynosiła 20,6 kJ/min, a najniższą czwartego dnia 18,3 kJ/min. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższą \bar{x} WEN przypadła również na drugi dzień kursów i wynosiła 17,8 kJ/min, a najniższą czwartego dnia 16,7 kJ/min. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat najwyższą \bar{x} WEN stwierdzono pierwszego dnia szkoleń, która wynosiła odpowiednio 16,4 kJ/min, natomiast najniższą odnotowano trzeciego dnia kursów 14,4 kJ/min. We wszystkich grupach wiekowych, każdego dnia szkoleń i w trakcie całych kursów, sklasyfikowano pracę jako umiarkowaną, z wyjątkiem dnia drugiego w grupie wiekowej 17-30, stwierdzając pracę ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice w \bar{x} WEN ($SD = 0,39$) (tab. 25).

5.5. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki drzew w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Tabela 26 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca kursantów (\bar{x} HR) i stopień ciężkości pracy podczas ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} HR podczas ścinki drzew w trakcie szkoleń odnotowano piątego dnia kursów w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 152,8 ud/min, co charakteryzuje pracę jako krańcowo ciężką. Natomiast najniższą \bar{x} HR odnotowano drugiego dnia szkoleń w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 127,0 ud/min i sklasyfikowano ją jako pracę ciężką. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} HR podczas ścinki drzew piątego dnia szkolenia, która wynosiła 152,8 ud/min, a najniższą trzeciego dnia 141,7 ud/min. W tej grupie wiekowej pracę sklasyfikowano jako bardzo ciężką we wszystkich dniach szkoleń oraz podczas całych kursów, z wyjątkiem piątego dnia, kiedy w trakcie ścinki drzew odnotowano pracę krańcowo ciężką. Podobne wyniki zaobserwowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} HR podczas ścinki przypadła również na piąty dzień kursów i wynosiła 142,7 ud/min, a najniższa trzeciego dnia 136,4 ud/min. W analizowanej grupie odnotowano pracę bardzo ciężką podczas ścinki drzew we wszystkich dniach szkoleń oraz w trakcie całych kursów. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat, najwyższą \bar{x} HR podczas ścinki drzew stwierdzono również piątego dnia szkoleń, która wynosiła 138,7 ud/min, natomiast najniższą odnotowano drugiego dnia kursów 127,0 ud/min. Stopień ciężkości pracy w grupie najstarszej każdego dnia szkoleń i podczas całych kursów był sklasyfikowany jako praca bardzo ciężka, z wyjątkiem drugiego i trzeciego dnia, gdzie odnotowano pracę ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} HR (SD = 2,38) (tab. 26).

Tab. 26. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	143,8	bardzo ciężka	145,6	bardzo ciężka	141,7	bardzo ciężka	141,9	bardzo ciężka	152,8	krańc. ciężka	145,5	bardzo ciężka
31-45	137,8	bardzo ciężka	138,0	bardzo ciężka	136,4	bardzo ciężka	138,3	bardzo ciężka	142,7	bardzo ciężka	138,8	bardzo ciężka
46-66	134,4	bardzo ciężka	127,0	ciężka	127,6	ciężka	130,7	bardzo ciężka	138,7	bardzo ciężka	131,6	bardzo ciężka

Tab. 27. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą
17-30	73,6	bardzo duże	74,5	bardzo duże	72,5	bardzo duże	72,6	bardzo duże	78,2	bardzo duże	74,5	bardzo duże
31-45	75,8	bardzo duże	75,9	bardzo duże	75,0	bardzo duże	76,1	bardzo duże	78,5	bardzo duże	76,3	bardzo duże
46-66	80,2	bardzo duże	75,8	bardzo duże	76,2	bardzo duże	78,0	bardzo duże	82,8	bardzo duże	78,6	bardzo duże

Tabela 27 przedstawia średnią procentową maksymalną liczbę uderzeń serca kursantów (\bar{x} %HRmax) i obciążenie pracą podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} %HRmax podczas ścinki drzew w trakcie szkoleń odnotowano piątego dnia kursów w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 82,8% charakteryzując się bardzo dużym obciążeniem pracą. Natomiast najniższą \bar{x} %HRmax odnotowano trzeciego dnia szkoleń w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 72,5% i również odpowiadała bardzo dużemu obciążeniu pracą. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} %HRmax piątego dnia szkoleń, która wynosiła 78,2%, a najniższą trzeciego dnia 72,5%. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} %HRmax przypadła na piąty dzień kursów i wynosiła 78,5%, a najniższa trzeciego dnia 75,0%. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat, najwyższą \bar{x} %HRmax również stwierdzono piątego dnia szkoleń, która wyniosła 82,8%, natomiast najniższą odnotowano drugiego dnia kursów 75,8%. We wszystkich grupach wiekowych, każdego dnia szkoleń i w trakcie całych kursów ścinkę drzew przez kursantów sklasyfikowano jako pracę o bardzo dużym obciążeniu. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} %HRmax (SD = 1,32) (tab. 27).

Tab. 28. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy
17-30	61,9	bardzo ciężka	62,6	bardzo ciężka	60,9	bardzo ciężka	61,0	bardzo ciężka	65,7	bardzo ciężka	62,6	bardzo ciężka
31-45	64,5	bardzo ciężka	64,6	bardzo ciężka	63,9	bardzo ciężka	64,8	bardzo ciężka	66,8	bardzo ciężka	65,0	bardzo ciężka
46-66	69,5	bardzo ciężka	65,6	bardzo ciężka	65,9	bardzo ciężka	67,6	bardzo ciężka	71,7	bardzo ciężka	68,0	bardzo ciężka

Tabela 28 przedstawia średnią procentową wartość maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max) i stopień ciężkości pracy podczas czynności ścinki drzew przez kursantów w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} %VO₂max podczas ścinki drzew w trakcie szkoleń odnotowano piątego dnia kursów w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 71,7%, charakteryzując się jednocześnie jako bardzo ciężka praca. Natomiast najniższą \bar{x} %VO₂max odnotowano trzeciego dnia szkoleń w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 60,9% i odpowiadała również pracy bardzo ciężkiej. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} %VO₂max piątego dnia szkoleń, która wynosiła 65,7%, a najniższą trzeciego dnia 60,9%. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} %VO₂max przypadła również na piąty dzień kursów i wynosiła 66,8%, a najniższa trzeciego dnia 63,9%. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat, najwyższą \bar{x} %VO₂max stwierdzono piątego dnia szkoleń, która wyniosła 71,7%, natomiast najniższą odnotowano drugiego dnia kursów 65,6%. We wszystkich grupach wiekowych, każdego dnia szkoleń i w trakcie całych kursów czynność ścinki drzew sklasyfikowano jako pracę bardzo ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} %VO₂max (SD = 1,10) (tab. 28).

Tab. 29. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	30,9	ciężka	31,6	ciężka	30,0	ciężka	30,1	ciężka	34,5	ciężka	31,5	ciężka
31-45	28,3	ciężka	28,4	ciężka	27,7	ciężka	28,5	ciężka	30,3	ciężka	28,7	ciężka
46-66	27,3	ciężka	24,3	ciężka	24,5	ciężka	25,8	ciężka	29,1	ciężka	26,2	ciężka

Tabela 29 przedstawia średnią wartość wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy podczas ścinki drzew przez kursantów w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} WEN podczas ścinki drzew w trakcie szkoleń odnotowano piątego dnia kursów w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 34,5 kJ/min klasyfikując ją jednocześnie jako pracę ciężką. Najniższą \bar{x} WEN odnotowano drugiego dnia szkoleń w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 24,3 kJ/min i została sklasyfikowana również jako praca ciężka. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} WEN piątego dnia szkoleń, która wynosiła 34,5 kJ/min, a najniższą trzeciego dnia 30,0 kJ/min. Podobne wyniki odnotowano w grupie wiekowej 31-45 lat. Najwyższa \bar{x} WEN przypadła również na piąty dzień kursów i wynosiła 30,3 kJ/min, a najniższa trzeciego dnia 27,7 kJ/min. W przypadku grupy najstarszej 46-66 lat, najwyższą \bar{x} WEN stwierdzono podobnie jak w grupach młodszych piątego dnia szkoleń, która wynosiła 29,1 kJ/min, natomiast najniższą odnotowano drugiego dnia kursów 24,3 kJ/min. We wszystkich grupach wiekowych każdego dnia szkoleń i w trakcie całych kursów ścinę drzew sklasyfikowano jako pracę ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice w \bar{x} WEN ($SD = 0,89$) (tab. 29).

5.6. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności okrzesywania w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Tabela 30 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca kursantów (\bar{x} HR) i stopień ciężkości pracy podczas okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} HR podczas okrzesywania w trakcie szkoleń odnotowano pierwszego dnia kursów w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 156,6 ud/min co charakteryzuje pracę jako krańcowo ciężką. Najniższą \bar{x} HR odnotowano czwartego dnia szkoleń w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 127,0 ud/min i sklasyfikowano ją jako pracę ciężką. W grupie wiekowej 17-30 lat odnotowano najwyższą \bar{x} HR podczas okrzesywania pierwszego dnia szkoleń, która wynosiła 156,6 ud/min, a najniższą czwartego dnia 138,6 ud/min. We wszystkich grupach wiekowych pierwszego dnia szkoleń odnotowano najwyższe \bar{x} HR podczas okrzesywania, które wynosiły odpowiednio 156,6; 151,3 i 140,7 ud/min, a najniższe czwartego dnia 138,6; 139,5 i 127,0 ud/min. Stopień ciężkości pracy we wszystkich grupach wiekowych, zarówno w poszczególnych dniach kursów, jak również całych kursów podczas okrzesywania był sklasyfikowany jako praca bardzo ciężka, z wyjątkiem pierwszego dnia grupy wiekowej 17-30 i 31-45, gdzie odnotowano pracę krańcowo ciężką oraz czwartego dnia w grupie wiekowej 46-66, gdzie stwierdzono pracę ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} HR (SD = 4,42) (tab. 30).

Tab. 30. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	156,6	krańc. ciężka	148,1	bardzo ciężka	144,8	bardzo ciężka	138,6	bardzo ciężka	149,6	bardzo ciężka	147,8	bardzo ciężka
31-45	151,3	krańc. ciężka	143,5	bardzo ciężka	140,8	bardzo ciężka	139,5	bardzo ciężka	144,2	bardzo ciężka	144,0	bardzo ciężka
46-66	140,7	bardzo ciężka	130,9	bardzo ciężka	127,2	ciężka	127,0	ciężka	133,7	bardzo ciężka	131,9	bardzo ciężka

Tab. 31. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą
17-30	80,1	bardzo duże	75,8	bardzo duże	74,1	bardzo duże	70,9	bardzo duże	76,6	bardzo duże	75,6	bardzo duże
31-45	83,2	bardzo duże	79,0	bardzo duże	77,4	bardzo duże	76,8	bardzo duże	79,3	bardzo duże	79,2	bardzo duże
46-66	84,0	bardzo duże	78,2	bardzo duże	75,9	bardzo duże	75,8	bardzo duże	79,8	bardzo duże	78,7	bardzo duże

Tabela 31 przedstawia średnią procentową maksymalną liczbę uderzeń serca kursantów (\bar{x} %HRmax) i obciążenie pracą podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} %HRmax podczas okrzesywania w trakcie szkoleń odnotowano pierwszego dnia kursów w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 84,0% - bardzo duże obciążenie pracą. Najniższą \bar{x} %HRmax odnotowano czwartego dnia szkoleń w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 70,9% i również odpowiadała bardzo dużemu obciążeniu pracą. We wszystkich grupach wiekowych odnotowano najwyższą \bar{x} %HRmax podczas okrzesywania pierwszego dnia szkoleń, które wynosiły 80,1; 83,2 i 84,0%. Z kolei najniższe \bar{x} %HRmax odnotowano czwartego dnia kursów i wynosiły odpowiednio 70,9; 76,8 i 75,8%. We wszystkich grupach wiekowych, każdego dnia szkoleń i podczas całych kursów, okrzesywanie sklasyfikowano jako pracę o bardzo dużym obciążeniu. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} %HRmax (SD = 2,01) (tab. 31).

Tab. 32. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy
17-30	67,3	bardzo ciężka	63,7	bardzo ciężka	62,3	bardzo ciężka	59,6	bardzo ciężka	64,3	bardzo ciężka	63,6	bardzo ciężka
31-45	70,9	bardzo ciężka	67,2	bardzo ciężka	65,9	bardzo ciężka	65,4	bardzo ciężka	67,5	bardzo ciężka	67,5	bardzo ciężka
46-66	72,7	bardzo ciężka	67,7	bardzo ciężka	65,7	bardzo ciężka	65,6	bardzo ciężka	69,1	bardzo ciężka	68,2	bardzo ciężka

Tabela 32 przedstawia średnią procentową wartość maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max) i stopień ciężkości pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} %VO₂max podczas okrzesywania w trakcie szkoleń odnotowano pierwszego dnia kursów w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 72,7% charakteryzując się bardzo ciężką pracą. Natomiast najniższą \bar{x} %VO₂max odnotowano czwartego dnia szkoleń w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 59,6% i również odpowiadała pracy bardzo ciężkiej. We wszystkich grupach wiekowych odnotowano najwyższą \bar{x} %VO₂max podczas okrzesywania pierwszego dnia szkoleń, które wynosiły 67,3; 70,9 i 72,7%. Z kolei najniższe \bar{x} %VO₂max odnotowano czwartego dnia kursów i wynosiły odpowiednio 59,6; 65,4 i 65,6%. We wszystkich grupach wiekowych, każdego dnia szkoleń i podczas całych kursów, czynność okrzesywania sklasyfikowano jako pracę bardzo ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} %VO₂max (SD = 1,78) (tab. 32).

Tab. 33. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Wiek	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	36,1	ciężka	32,6	ciężka	31,3	ciężka	28,7	ciężka	33,2	ciężka	32,5	ciężka
31-45	33,8	ciężka	30,6	ciężka	29,5	ciężka	29,0	ciężka	30,9	ciężka	30,9	ciężka
46-66	29,9	ciężka	25,9	ciężka	24,4	ciężka	24,3	ciężka	27,0	ciężka	26,3	ciężka

Tabela 33 przedstawia średnią wartość wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy podczas okrzesywania przez kursantów w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń w trzech grupach wiekowych. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższą \bar{x} WEN podczas okrzesywania w trakcie szkoleń odnotowano pierwszego dnia kursów w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 36,1 kJ/min, klasyfikując ją jednocześnie jako pracę ciężką. Najniższą \bar{x} WEN odnotowano czwartego dnia szkoleń w grupie wiekowej 46-66 lat, która wynosiła 24,3 kJ/min i również została sklasyfikowana jako praca ciężka. We wszystkich grupach wiekowych odnotowano najwyższą \bar{x} WEN podczas okrzesywania pierwszego dnia szkoleń, które wynosiły 36,1; 33,8 i 29,9 kJ/min. Z kolei najniższe \bar{x} WEN odnotowano czwartego dnia kursów i wynosiły odpowiednio 28,7; 29,0 i 24,3 kJ/min. We wszystkich grupach wiekowych, każdego dnia szkoleń i podczas całych kursów, czynność okrzesywania sklasyfikowano jako pracę ciężką. W grupie wiekowej 31-45 lat zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursów w \bar{x} WEN (SD = 1,54) (tab. 33).

5.7. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Tabela 34 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca kursantów (\bar{x} HR) oraz stopień ciężkości pracy podczas czynności ścinki i okrzesywania, wykonywanych w trakcie pracy przy pierwszym i ostatnim - egzaminacyjnym drzewie na kursach drwal-pilarz oraz w trakcie całych szkoleń, w podziale na trzy grupy wiekowe. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} HR podczas ścinki pierwszego drzewa i na egzaminie odnotowano w grupie wiekowej 17-30 lat, które wynosiły 141,4 i 159,0 ud/min, co charakteryzuje je jako pracę bardzo ciężką i krańcowo ciężką. Natomiast najniższe \bar{x} HR odnotowano w grupie wiekowej 46-66 lat, które wynosiły 133,4 i 140,5 ud/min i sklasyfikowano je jako pracę bardzo ciężką. W przypadku okrzesywania pierwszego i egzaminacyjnego drzewa, również odnotowano najwyższe wyniki w najmłodszej grupie wiekowej 17-30 lat. \bar{x} HR wynosiły odpowiednio 161,0 ud/min dla pierwszego drzewa i 151,0 ud/min dla drzewa egzaminacyjnego, co charakteryzuje pracę krańcowo ciężką. Najniższe wartości \bar{x} HR stwierdzono w grupie wiekowej 46-66 lat - 140,4 ud/min pierwsze drzewo i 136,4 drzewo egzaminacyjne. W obu przypadkach była to praca bardzo ciężka. Ścinka i okrzesywanie pierwszego drzewa oraz drzewa egzaminacyjnego charakteryzowały się wyższą średnią częstością skurczów serca (\bar{x} HR) w porównaniu do ogólnej \bar{x} HR dla czynności ścinki i okrzesywania drzew, zarejestrowanej w trakcie całego kursu, we wszystkich analizowanych grupach wiekowych, z wyjątkiem ścinki pierwszego drzewa w grupach wiekowych 17-30 oraz 31-45 lat, gdzie odnotowano niższe wartości \bar{x} HR (tab. 34).

Tab. 34. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinka i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Wiek	1 drzewo ścinka		Egzamin ścinka		Cały kurs ścinka		1 drzewo okrzesywanie		Egzamin okrzesywanie		Cały kurs okrzesywanie	
	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} HR [ud/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	141,4	bardzo ciężka	159,0	krańc. ciężka	145,5	bardzo ciężka	161,0	krańc. ciężka	151,0	krańc. ciężka	147,8	bardzo ciężka
31-45	137,5	bardzo ciężka	144,6	bardzo ciężka	138,8	bardzo ciężka	148,9	bardzo ciężka	148,7	bardzo ciężka	144,0	bardzo ciężka
46-66	133,4	bardzo ciężka	140,5	bardzo ciężka	131,6	bardzo ciężka	140,4	bardzo ciężka	136,4	bardzo ciężka	131,9	bardzo ciężka

Tab. 35. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinka i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Wiek	1 drzewo ścinka		Egzamin ścinka		Cały kurs ścinka		1 drzewo okrzesywanie		Egzamin okrzesywanie		Cały kurs okrzesywanie	
	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą	\bar{x} %HR max	Obciążenie pracą
17-30	72,4	bardzo duże	81,4	bardzo duże	74,5	bardzo duże	82,4	bardzo duże	77,3	bardzo duże	75,6	bardzo duże
31-45	75,6	bardzo duże	79,6	bardzo duże	76,3	bardzo duże	81,9	bardzo duże	81,8	bardzo duże	79,2	bardzo duże
46-66	79,6	bardzo duże	83,9	bardzo duże	78,6	bardzo duże	83,8	bardzo duże	81,5	bardzo duże	78,7	bardzo duże

Tabela 35 przedstawia średnią procentową wartości maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax) i obciążenie pracą podczas czynności ścinki i okrzesywania, wykonywanych w trakcie pracy kursantów przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie na kursach drwal-pilarz oraz w trakcie całych szkoleń, w podziale na trzy grupy wiekowe. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %HRmax podczas ścinki pierwszego drzewa i drzewa egzaminacyjnego odnotowano w grupie wiekowej 46-66 lat, które wynosiły 79,6 i 83,9%. Najniższą \bar{x} %HRmax podczas ścinki pierwszego drzewa stwierdzono w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 72,4%, a przy ścinie drzewa egzaminacyjnego w grupie wiekowej 31-45 lat - 79,6%. W przypadku okrzesywania pierwszego i egzaminacyjnego drzewa najwyższe \bar{x} %HRmax również odnotowano w grupie najstarszej i wynosiły 83,8 i 81,5%. Najniższą \bar{x} %HRmax przy okrzesywaniu pierwszego drzewa zaobserwowano w grupie wiekowej 31-45 lat i wynosiła 81,9%, a w przypadku drzewa egzaminacyjnego w grupie wiekowej 17-30 lat - 77,3%. Zarówno przy ścinie, jak i okrzesywaniu pierwszego i egzaminacyjnego drzewa, stwierdzono bardzo duże obciążenie pracą we wszystkich grupach wiekowych. Ścinka i okrzesywanie pierwszego drzewa oraz drzewa egzaminacyjnego charakteryzowały się wyższą \bar{x} %HRmax w porównaniu do ogólnej \bar{x} %HRmax dla czynności ścinki i okrzesywania drzew, zarejestrowanej w trakcie całego kursu, we wszystkich analizowanych grupach wiekowych, z wyjątkiem ścinki pierwszego drzewa w grupach wiekowych 17-30 oraz 31-45 lat, gdzie odnotowano niższe wartości \bar{x} %HRmax (tab. 35).

Tab. 36. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Wiek	1 drzewo ścinka		Egzamin ścinka		Cały kurs ścinka		1 drzewo okrzesywanie		Egzamin okrzesywanie		Cały kurs okrzesywanie	
	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} %VO2 max	Stopień ciężkości pracy
17-30	60,8	bardzo ciężka	68,4	bardzo ciężka	62,6	bardzo ciężka	69,2	bardzo ciężka	64,9	bardzo ciężka	63,6	bardzo ciężka
31-45	64,4	bardzo ciężka	67,7	bardzo ciężka	65,0	bardzo ciężka	69,8	bardzo ciężka	69,7	bardzo ciężka	67,5	bardzo ciężka
46-66	68,9	bardzo ciężka	72,6	bardzo ciężka	68,0	bardzo ciężka	72,6	bardzo ciężka	70,5	bardzo ciężka	68,2	bardzo ciężka

Tabela 36 przedstawia średnią procentową wartość maksymalnego poboru tlenu (\bar{x} %VO₂max) wykorzystywanego przez organizm podczas wysiłku oraz stopień ciężkości pracy przy ścinie i okrzesywaniu drzew. Dane dotyczą kursantów wykonujących te czynności przy pierwszym drzewie, przy drzewie egzaminacyjnym oraz w trakcie całego szkolenia, z podziałem na trzy grupy wiekowe. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %VO₂max podczas ścinki pierwszego drzewa i ścinki drzewa egzaminacyjnego odnotowano w grupie wiekowej 46-66 lat, które wynosiły 68,9 i 72,6%. Najniższą \bar{x} %VO₂max podczas ścinki pierwszego drzewa stwierdzono w grupie wiekowej 17-30 lat, która wynosiła 60,8%, a przy ścinie drzewa egzaminacyjnego w grupie wiekowej 31-45 lat - 67,7%. W przypadku okrzesywania pierwszego i egzaminacyjnego drzewa najwyższe \bar{x} %VO₂max również odnotowano w grupie najstarszej i wynosiły 72,6 i 70,5%. Najniższe \bar{x} %VO₂max przy okrzesywaniu pierwszego drzewa i drzewa egzaminacyjnego zaobserwowano w grupie wiekowej 17-30 lat, które wynosiły 69,2 i 64,9%. Zarówno przy ścinie jak i okrzesywaniu pierwszego i egzaminacyjnego drzewa stwierdzono bardzo ciężką pracę we wszystkich grupach wiekowych. Ścinka i okrzesywanie pierwszego drzewa oraz drzewa egzaminacyjnego charakteryzowały się wyższą \bar{x} %VO₂max w porównaniu do ogólnej \bar{x} %VO₂max dla czynności ścinki i okrzesywania drzew, zarejestrowanej w trakcie całego kursu, we wszystkich analizowanych grupach wiekowych, z wyjątkiem ścinki pierwszego drzewa w grupach wiekowych 17-30 oraz 31-45 lat, gdzie odnotowano niższe wartości \bar{x} %VO₂max (tab. 36).

Tab. 37. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki i okrzyszowania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Wiek	1 drzewo ścinka		Egzamin ścinka		Cały kurs ścinka		1 drzewo okrzyszowanie		Egzamin okrzyszowanie		Cały kurs okrzyszowanie	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	Stopień ciężkości pracy
17-30	29,8	ciężka	37,1	ciężka	31,5	ciężka	37,9	ciężka	33,8	ciężka	32,5	ciężka
31-45	28,2	ciężka	31,1	ciężka	28,7	ciężka	32,9	ciężka	32,8	ciężka	30,9	ciężka
46-66	26,9	ciężka	29,8	ciężka	24,4	ciężka	29,8	ciężka	28,2	ciężka	26,3	ciężka

Tabela 37 przedstawia średnie wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy kursantów przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie na kursach drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, w podziale na trzy grupy wiekowe. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} WEN podczas ścinki pierwszego drzewa i ścinki drzewa egzaminacyjnego odnotowano w grupie wiekowej 17-30 lat, które wynosiły 29,8 i 37,1 kJ/min. Najniższe \bar{x} WEN podczas ścinki pierwszego i egzaminacyjnego drzewa stwierdzono w grupie wiekowej 46-66 lat, które wynosiły 26,9 i 29,8 kJ/min. W przypadku okrzesywania pierwszego i egzaminacyjnego drzewa najwyższe \bar{x} WEN również odnotowano w grupie najmłodszej i wynosiły 37,9 i 33,8 kJ/min. Najniższe \bar{x} WEN przy okrzesywaniu pierwszego drzewa i drzewa egzaminacyjnego zaobserwowano w grupie wiekowej 46-66 lat, które wynosiły 29,8 i 28,2 kJ/min. Zarówno przy ścinie jak i okrzesywaniu pierwszego i egzaminacyjnego drzewa stwierdzono ciężką pracę we wszystkich grupach wiekowych. Ścinka i okrzesywanie pierwszego drzewa oraz drzewa egzaminacyjnego charakteryzowały się wyższą \bar{x} WEN w porównaniu do ogólnej \bar{x} WEN dla czynności ścinki i okrzesywania drzew, zarejestrowanej w trakcie całego kursu, we wszystkich analizowanych grupach wiekowych, z wyjątkiem ścinki pierwszego drzewa w grupach wiekowych 17-30 oraz 31-45 lat, gdzie odnotowano niższe wartości \bar{x} WEN (tab. 37).

5.8. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia

Tabela 38 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca (\bar{x} HR) i obciążenie pracą instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} HR podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 4; i 7 (130; 114; 108 ud/min), piątego u instruktorów numer 1 i 5 (107 i 116 ud/min) i czwartego u instruktora numer 5 (100 ud/min). W przypadku instruktora numer 3 odnotowano najwyższą \bar{x} HR podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i trzeciego dnia szkolenia (119 ud/min). Najniższe \bar{x} HR odnotowano drugiego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (114 i 99 ud/min), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1 i 7 (93 i 99 ud/min) i piątego dnia kursu u instruktora numer 6 (82 ud/min). W przypadku instruktorów numer 3 i 4 odnotowano najniższe \bar{x} HR podczas 2 różnych dni kursu. U instruktora numer 3 w czwartym i piątym dniu szkolenia (115 ud/min) oraz u instruktora numer 4 w drugim i trzecim dniu (103 ud/min). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} HR odnotowano pierwszego dnia kursu (111,0 ud/min), a najniższą trzeciego dnia kursu (103,3 ud/min). Praca instruktorów była klasyfikowana jako lekka, średnia i ciężka w zależności od dnia kursu. U instruktora numer 3 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} HR (SD = 1,61) (tab. 38).

Tab. 38. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} HR [ud/min]	St. ciąż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. ciąż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. ciąż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. ciąż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. ciąż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. ciąż. pracy
1	100	średnia	100	średnia	94	średnia	93	średnia	107	średnia	99	średnia
2	130	ciężka	114	ciężka	118	ciężka	115	ciężka	118	ciężka	119	ciężka
3	118	ciężka	119	ciężka	119	ciężka	115	ciężka	115	ciężka	117	ciężka
4	114	ciężka	103	średnia	103	średnia	104	średnia	110	ciężka	107	średnia
5	111	ciężka	99	średnia	102	średnia	101	średnia	116	ciężka	106	średnia
6	96	średnia	89	lekka	84	lekka	100	średnia	82	lekka	90	średnia
7	108	średnia	101	średnia	103	średnia	99	średnia	103	średnia	103	średnia
Średnia	111,0	ciężka	103,6	średnia	103,3	średnia	103,9	średnia	107,3	średnia	105,8	średnia

Tab. 39. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą
1	52,4	duże	52,4	duże	49,2	średnie	48,7	średnie	56,0	duże	51,7	duże
2	67,4	bardzo duże	59,1	duże	61,1	duże	59,6	duże	61,1	duże	61,7	duże
3	62,8	duże	63,3	duże	63,3	duże	61,2	duże	61,2	duże	62,3	duże
4	61,6	duże	55,7	duże	55,7	duże	56,2	duże	59,5	duże	57,7	duże
5	59,0	duże	52,7	duże	54,3	duże	53,7	duże	61,7	duże	56,3	duże
6	55,2	duże	51,1	duże	48,3	średnie	57,5	duże	47,1	średnie	51,8	duże
7	61,7	duże	57,7	duże	58,9	duże	56,6	duże	58,9	duże	58,7	duże
Średnia	60,0	duże	56,0	duże	55,9	duże	56,2	duże	58,0	duże	57,2	duże

Tabela 39 przedstawia średnią procentową wartości maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax) i stopień ciężkości pracy instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %HRmax podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 4; i 7 (67,4; 61,6 i 61,7%), piątego u instruktorów numer 1 i 5 (56,0 i 61,7%) i czwartego u instruktora numer 6 (57,5%). W przypadku instruktora numer 3 najwyższą \bar{x} %HRmax odnotowano podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i trzeciego dnia szkolenia (63,3%). Natomiast najniższe \bar{x} %HRmax odnotowano drugiego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (59,1 i 52,7%), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1 i 7 (48,7 i 56,6%) i piątego dnia kursu u instruktora numer 6 (47,1%). W przypadku instruktorów numer 3 i 4 najniższe \bar{x} %HRmax odnotowano podczas 2 różnych dni kursu. U instruktora numer 3 były to czwarty i piąty dzień szkolenia (61,2%), natomiast u instruktora numer 4 - drugi i trzeci dzień szkolenia (55,7%). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} %HRmax odnotowano pierwszego dnia kursu (60,0%), a najniższą trzeciego dnia kursu (55,9%). Obciążenie pracą było sklasyfikowane jako duże we wszystkie dni kursu u wszystkich instruktorów. Wyjątkiem był trzeci i czwarty dzień kursu u instruktora numer 1 oraz trzeci i piąty dzień u instruktora numer 6, gdzie odnotowano średnie obciążenie pracą. Bardzo duże obciążenie pracą stwierdzono tylko pierwszego dnia kursu u instruktora numer 2. U instruktora numer 3 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %HRmax (SD = 0.96) (tab. 39).

Tab. 40. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %VO2 max	St. cięż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. cięż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. cięż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. cięż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. cięż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. cięż. pracy
1	44,2	ciężka	44,2	ciężka	41,5	ciężka	41,1	ciężka	47,3	ciężka	43,6	ciężka
2	56,7	bardzo ciężka	49,7	ciężka	51,5	bardzo ciężka	50,2	bardzo ciężka	51,5	bardzo ciężka	51,9	bardzo ciężka
3	53,1	bardzo ciężka	53,6	bardzo ciężka	53,6	bardzo ciężka	51,8	bardzo ciężka	51,8	bardzo ciężka	52,7	bardzo ciężka
4	52,3	bardzo ciężka	47,2	ciężka	47,2	ciężka	47,7	ciężka	50,5	bardzo ciężka	49,0	ciężka
5	50,0	bardzo ciężka	44,6	ciężka	45,9	ciężka	45,5	ciężka	52,2	bardzo ciężka	47,6	ciężka
6	47,4	ciężka	43,9	ciężka	41,5	ciężka	49,4	ciężka	40,5	ciężka	44,5	ciężka
7	52,9	bardzo ciężka	49,5	ciężka	50,5	bardzo ciężka	48,5	ciężka	50,5	bardzo ciężka	50,4	bardzo ciężka
Średnia	51,0	bardzo ciężka	47,6	ciężka	47,4	ciężka	47,7	ciężka	49,3	ciężka	48,6	ciężka

Tabela 40 przedstawia średnią procentową wartość maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm instruktora ścinki drzew podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max) i stopień ciężkości pracy w trakcie ośmiogodzinnej pracy w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %VO₂max podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 4; i 7 (56,7; 52,3 i 52,9%), piątego u instruktorów numer 1 i 5 (47,3 i 52,2%) i czwartego u instruktora numer 6 (49,4%). W przypadku instruktora numer 3 najwyższą \bar{x} %VO₂max odnotowano podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i trzeciego dnia szkolenia (53,6%). Najniższe \bar{x} %VO₂max odnotowano drugiego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (49,7 i 44,6 %), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1 i 7 (41,1 i 48,5%) i piątego dnia kursu u instruktora numer 6 (40,5%). W przypadku instruktorów numer 3 i 4 najniższe \bar{x} %VO₂max odnotowano podczas 2 różnych dni kursu. U instruktora numer 3 były to czwarty i piąty dzień szkolenia (51,8%), natomiast u instruktora numer 4 - drugi i trzeci dzień szkolenia (47,2%). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} %VO₂max odnotowano pierwszego dnia kursu (51,0%), a najniższą trzeciego dnia kursu (47,4%). Stopień ciężkości pracy został sklasyfikowany jako praca ciężka i bardzo ciężka w różnych dniach kursu. U instruktora numer 3 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %VO₂max (SD = 1,00) (tab. 40).

Tab. 41. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy
1	13,2	umiark.	13,2	umiark.	10,7	umiark.	10,3	umiark.	16,0	umiark.	12,7	umiark.
2	25,7	ciężka	19,1	umiark.	20,8	ciężka	19,5	umiark.	20,8	ciężka	21,2	ciężka
3	20,4	ciężka	20,8	ciężka	20,8	ciężka	19,2	umiark.	19,2	umiark.	20,1	ciężka
4	19,1	umiark.	14,6	umiark.	14,6	umiark.	15,0	umiark.	17,5	umiark.	16,2	umiark.
5	17,6	umiark.	12,6	umiark.	13,9	umiark.	13,5	umiark.	19,6	umiark.	15,4	umiark.
6	10,9	umiark.	8,0	lekka	6,0	lekka	12,5	umiark.	5,1	lekka	8,5	lekka
7	16,4	umiark.	13,5	umiark.	14,4	umiark.	12,7	umiark.	14,4	umiark.	14,3	umiark.
Średnia	17,6	umiark.	14,6	umiark.	14,4	umiark.	14,7	umiark.	16,1	umiark.	15,5	umiark.

Tabela 41 przedstawia średnią wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy podczas ośmiogodzinnej pracy w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia instruktorów ścinki drzew. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} WEN podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 4; i 7 (25,7; 19,1 i 16,4 kJ/min), piątego u instruktorów numer 1 i 5 (16,0 i 19,6 kJ/min) i czwartego u instruktora numer 6 (12,5 kJ/min). W przypadku instruktora numer 3 najwyższą \bar{x} WEN odnotowano podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i trzeciego dnia szkolenia (20,8 kJ/min). Natomiast najniższe \bar{x} WEN odnotowano drugiego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (19,1 i 12,6 kJ/min), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1 i 7 (10,3 i 12,7 kJ/min) i piątego dnia kursu u instruktora numer 6 (5,1 kJ/min). W przypadku instruktorów numer 3 i 4 najniższe \bar{x} WEN odnotowano podczas 2 różnych dni kursu. U instruktora numer 3 były to czwarty i piąty dzień szkolenia (19,2 kJ/min), natomiast u instruktora numer 4 - drugi i trzeci dzień szkolenia (14,6 kJ/min). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} WEN odnotowano pierwszego dnia kursu (17,6 kJ/min), a najniższą trzeciego dnia szkolenia (14,4 kJ/min). Stopień ciężkości pracy został sklasyfikowany jako praca lekka, umiarkowana i ciężka w różnych dniach kursu. U instruktora numer 3 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} WEN (SD = 0,80) (tab. 41).

5.9 Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia

Tabela 42 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca (\bar{x} HR) i stopień ciężkości pracy instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} HR podczas ścinki drzew w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 5 i 7 (129; 126; 115 i 116 ud/min), piątego u instruktorów numer 1 i 4 (113 i 113 ud/min) i czwartego u instruktora numer 6 (92 ud/min). Najniższe \bar{x} HR odnotowano piątego dnia kursu u instruktorów numer 3; 6 i 7 (109; 83 i 93 ud/min), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (112 i 100 ud/min) i trzeciego dnia kursu u instruktora numer 4 (103 ud/min). W przypadku instruktora numer 1 odnotowano najniższe \bar{x} HR podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i trzeciego dnia szkolenia (93 ud/min). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} HR odnotowano pierwszego dnia kursu (111,4 ud/min), a najniższą czwartego dnia kursu (102,1 ud/min). Praca instruktorów była klasyfikowana jako lekka, średnia i ciężka w różnych dniach kursu. U instruktora numer 6 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} HR (SD = 3,35) (tab. 42).

Tab. 42. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy
1	93	średnia	105	średnia	93	średnia	96	średnia	113	ciężka	100	średnia
2	129	ciężka	115	ciężka	116	ciężka	112	ciężka	115	ciężka	117	ciężka
3	126	ciężka	120	ciężka	123	ciężka	114	ciężka	109	średnia	118	ciężka
4	111	ciężka	105	średnia	103	średnia	106	średnia	113	ciężka	108	średnia
5	115	ciężka	105	średnia	104	średnia	100	średnia	114	ciężka	106	średnia
6	90	średnia	90	średnia	84	lekka	92	średnia	83	lekka	88	lekka
7	116	ciężka	107	średnia	106	średnia	95	średnia	93	średnia	103	średnia
Średnia	111,4	ciężka	106,7	średnia	104,1	średnia	102,1	średnia	105,7	średnia	105,7	średnia

Tab. 43. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą
1	48,7	średnie	55,0	duże	48,7	średnie	50,3	duże	59,2	duże	52,4	duże
2	66,8	bardzo duże	59,6	duże	60,1	duże	58,0	duże	59,6	duże	60,6	duże
3	67,0	bardzo duże	63,8	duże	65,4	bardzo duże	60,6	duże	58,0	duże	63,0	duże
4	60,0	duże	56,8	duże	55,7	duże	57,3	duże	61,1	duże	58,2	duże
5	61,2	duże	55,9	duże	55,3	duże	53,2	duże	60,6	duże	56,3	duże
6	51,7	duże	51,7	duże	48,3	średnie	52,9	duże	47,7	średnie	50,5	duże
7	66,3	bardzo duże	61,1	duże	60,6	duże	54,3	duże	53,1	duże	59,1	duże
Średnia	60,3	duże	57,7	duże	56,3	duże	55,3	duże	56,3	duże	57,2	duże

Tabela 43 przedstawia średnią procentową wartości maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax) i obciążenie pracą instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %HRmax podczas ścinki drzew w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 5 i 7 (66,8; 67,0; 61,2 i 66,3%), piątego u instruktorów numer 1 i 4 (59,2 i 61,1%) i czwartego u instruktora numer 6 (52,9%). Natomiast najniższe \bar{x} %HRmax odnotowano piątego dnia kursu u instruktorów numer 3; 6 i 7 (58,0; 47,7 i 53,1%), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (58,0 i 53,2%) i trzeciego dnia kursu u instruktora numer 4 (55,7%). W przypadku instruktora numer 1 odnotowano najniższe \bar{x} %HRmax podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i trzeciego dnia szkolenia (48,7%). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} %HRmax odnotowano pierwszego dnia kursu (60,3%), a najniższą czwartego dnia szkolenia (55,3%). Obciążenie pracą zostało sklasyfikowane jako średnie, duże i bardzo duże w różnych dniach kursu. U instruktora numer 6 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %HRmax (SD = 1,80) (tab. 43).

Tab. 44. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy
1	41,1	ciężka	46,4	ciężka	41,1	ciężka	42,4	ciężka	49,9	ciężka	44,2	ciężka
2	56,3	bardzo ciężka	50,2	bardzo ciężka	50,6	bardzo ciężka	48,9	ciężka	50,2	bardzo ciężka	51,0	bardzo ciężka
3	56,7	bardzo ciężka	54,0	bardzo ciężka	55,4	bardzo ciężka	51,3	bardzo ciężka	49,1	ciężka	53,3	bardzo ciężka
4	50,9	bardzo ciężka	48,2	ciężka	47,2	ciężka	48,6	ciężka	51,8	bardzo ciężka	49,4	ciężka
5	51,8	bardzo ciężka	47,3	ciężka	46,8	ciężka	45,0	ciężka	51,3	bardzo ciężka	47,6	ciężka
6	44,4	ciężka	44,4	ciężka	41,5	ciężka	45,4	ciężka	41,0	ciężka	43,3	ciężka
7	56,9	bardzo ciężka	52,5	bardzo ciężka	52,0	bardzo ciężka	46,6	ciężka	45,6	ciężka	50,7	bardzo ciężka
Średnia	51,2	bardzo ciężka	49,0	ciężka	47,8	ciężka	46,9	ciężka	47,8	ciężka	48,5	ciężka

Tabela 44 przedstawia średnią procentową wartość maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm instruktora ścinki drzew podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max) i stopień ciężkości pracy w trakcie ścinki drzew prowadzonej przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %VO₂max podczas ścinki drzew w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 5 i 7 (56,3; 56,7; 51,8 i 56,9%), piątego u instruktorów numer 1 i 4 (49,9 i 51,8%) i czwartego u instruktora numer 6 (45,4%). Natomiast najniższe \bar{x} %VO₂max odnotowano piątego dnia kursu u instruktorów numer 3; 6 i 7 (49,1; 41,0 i 45,6%), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (48,9 i 45,0%) i trzeciego dnia kursu u instruktora numer 4 (47,2%). W przypadku instruktora numer 1 odnotowano najniższe \bar{x} %VO₂max podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i trzeciego dnia szkolenia (41,1%). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} %VO₂max odnotowano pierwszego dnia kursu (51,2%), a najniższą czwartego dnia kursu (46,9%). Stopień ciężkości pracy został sklasyfikowany jako praca ciężka i bardzo ciężka w różnych dniach kursu. U instruktora numer 4 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %VO₂max (SD = 1,76) (tab. 44).

Tab. 45. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy
1	10,3	umiark.	15,2	umiark.	10,3	umiark.	11,5	umiark.	18,5	umiark.	13,2	umiark.
2	25,3	ciężka	19,5	umiark.	20,0	ciężka	18,3	umiark.	19,6	umiark.	20,4	ciężka
3	23,7	ciężka	21,3	ciężka	22,5	ciężka	18,8	umiark.	16,8	umiark.	20,6	ciężka
4	17,9	umiark.	15,4	umiark.	14,6	umiark.	15,8	umiark.	18,7	umiark.	16,5	umiark.
5	19,2	umiark.	15,1	umiark.	14,7	umiark.	13,1	umiark.	18,8	umiark.	15,4	umiark.
6	8,4	lekka	8,4	lekka	6,0	lekka	9,2	lekka	5,5	lekka	7,5	lekka
7	19,7	umiark.	16,0	umiark.	15,6	umiark.	11,1	umiark.	10,3	umiark.	14,5	umiark.
Średnia	17,8	umiark.	15,8	umiark.	14,8	umiark.	14,0	umiark.	14,8	umiark.	15,4	umiark.

Tabela 45 przedstawia średnią wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy podczas ścinki drzew prowadzonej przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} WEN podczas ścinki drzew w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 5 i 7 (25,3; 23,7; 19,2 i 19,7 kJ/min), piątego u instruktorów numer 1 i 4 (18,5 i 18,7 kJ/min) i czwartego u instruktora numer 6 (9,2 kJ/min). Natomiast najniższe \bar{x} WEN odnotowano piątego dnia kursu u instruktorów numer 3; 6 i 7 (16,8; 5,5 i 10,3 kJ/min), czwartego dnia kursu u instruktorów numer 2 i 5 (18,3 i 13,1 kJ/min) i trzeciego dnia kursu u instruktora numer 4 (14,6 kJ/min). W przypadku instruktora numer 1 odnotowano najniższe \bar{x} WEN podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i trzeciego dnia szkolenia (10,3 kJ/min). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} WEN odnotowano pierwszego dnia kursu (17,8 kJ/min), a najniższą czwartego dnia kursu (14,0 kJ/min). Stopień ciężkości pracy został sklasyfikowany jako praca lekka, umiarkowana i ciężka. U instruktora numer 6 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} WEN (SD = 1,42) (tab. 45).

5.10. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia

Tabela 46 przedstawia średnią liczbę uderzeń serca (\bar{x} HR) i stopień ciężkości pracy instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania wykonywanego przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} HR podczas okrzesywania w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 4; 5; 6 i 7 (134; 131; 109; 115; 103 i 110 ud/min). U instruktora numer 1 stwierdzono najwyższe \bar{x} HR podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i piątego dnia szkolenia (98 ud/min). Najniższe \bar{x} HR odnotowano czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1; 2; 4 i 7 (91; 107; 101 i 102 ud/min), drugiego dnia kursu u instruktora numer 5 (96 ud/min) i piątego dnia kursu u instruktorów numer 3 i 6 (114 i 80 ud/min). Ponadto u instruktora numer 4 stwierdzono najniższą \bar{x} HR podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i czwartego dnia szkolenia (101 ud/min). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} HR odnotowano pierwszego dnia kursu (114,3 ud/min), a najniższą czwartego dnia kursu (101,3 ud/min). Praca instruktorów była klasyfikowana jako lekka, średnia i ciężka w różnych dniach kursu. U instruktora numer 1 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} HR (SD = 2,95) (tab. 46).

Tab. 46. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} HR [ud/min]	St. cięż. pracy
1	98	średnia	97	średnia	95	średnia	91	średnia	98	średnia	96	średnia
2	134	bardzo ciężka	114	ciężka	115	ciężka	107	średnia	115	ciężka	118	ciężka
3	131	bardzo ciężka	125	ciężka	127	ciężka	115	ciężka	114	ciężka	122	ciężka
4	109	średnia	101	średnia	102	średnia	101	średnia	105	średnia	104	średnia
5	115	ciężka	96	średnia	102	średnia	103	średnia	108	średnia	105	średnia
6	103	średnia	90	średnia	81	lekka	90	średnia	80	lekka	89	lekka
7	110	ciężka	107	średnia	109	średnia	102	średnia	109	średnia	107	średnia
Średnia	114,3	ciężka	104,3	średnia	104,4	średnia	101,3	średnia	104,1	średnia	105,7	średnia

Tab. 47. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą	\bar{x} %HR max	Obciąż. pracą
1	51,3	duże	50,8	duże	49,7	średnie	47,6	średnie	51,3	duże	50,3	duże
2	69,4	bardzo duże	59,1	duże	59,6	duże	55,4	duże	59,6	duże	60,6	duże
3	69,7	bardzo duże	66,5	bardzo duże	67,6	bardzo duże	61,2	duże	60,6	duże	65,1	bardzo duże
4	58,9	duże	54,6	duże	55,1	duże	54,6	duże	56,8	duże	55,8	duże
5	61,2	duże	51,1	duże	54,3	duże	54,8	duże	57,4	duże	55,7	duże
6	59,2	duże	51,7	duże	46,6	średnie	51,7	duże	46,0	średnie	51,0	duże
7	62,9	duże	61,1	duże	62,3	duże	58,3	duże	62,3	duże	61,4	duże
Średnia	61,8	duże	56,4	duże	56,5	duże	54,8	duże	56,3	duże	57,2	duże

Tabela 47 przedstawia średnią procentową wartości maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax) i obciążenie pracą instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania wykonywanego przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %HRmax podczas okrzesywania w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 4; 5; 6 i 7 (69,4; 69,7; 58,9; 61,2; 59,2 i 62,9%). U instruktora numer 1 stwierdzono najwyższe \bar{x} %HRmax podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i piątego dnia szkolenia (51,3%). Natomiast najniższe \bar{x} %HRmax odnotowano czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1; 2; 4 i 7 (47,6; 55,4; 54,6 i 58,3%), drugiego dnia kursu u instruktora numer 4 (51,1%) i piątego dnia kursu u instruktorów numer 3 i 6 (60,6 i 46,0%). Ponadto u instruktora numer 4 stwierdzono najniższą \bar{x} %HRmax podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i czwartego dnia szkolenia (54,6%). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} %HRmax odnotowano pierwszego dnia kursu (61,8%), a najniższą czwartego dnia kursu (54,8%). Obciążenie pracą zostało sklasyfikowane jako średnie, duże i bardzo duże w różnych dniach kursu. U instruktora numer 1 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %HRmax (SD = 1,56) (tab. 47).

Tab. 48. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy	\bar{x} %VO2 max	St. ciąż. pracy
1	43,3	ciężka	42,8	ciężka	42,0	ciężka	40,2	ciężka	43,3	ciężka	42,4	ciężka
2	58,5	bardzo ciężka	49,7	ciężka	50,2	bardzo ciężka	46,7	ciężka	50,2	bardzo ciężka	51,0	bardzo ciężka
3	59,0	bardzo ciężka	56,3	bardzo ciężka	57,2	bardzo ciężka	51,8	bardzo ciężka	51,3	bardzo ciężka	55,1	bardzo ciężka
4	50,0	bardzo ciężka	46,3	ciężka	46,8	ciężka	46,3	ciężka	48,2	ciężka	47,5	ciężka
5	51,8	bardzo ciężka	43,2	ciężka	45,9	ciężka	46,4	ciężka	48,6	ciężka	47,2	ciężka
6	50,8	bardzo ciężka	44,4	ciężka	40,0	ciężka	44,4	ciężka	39,5	ciężka	43,8	ciężka
7	53,9	bardzo ciężka	52,5	bardzo ciężka	53,4	bardzo ciężka	50,0	bardzo ciężka	53,4	bardzo ciężka	52,6	bardzo ciężka
Średnia	52,5	bardzo ciężka	47,9	ciężka	47,9	ciężka	46,5	ciężka	47,8	ciężka	48,5	ciężka

Tabela 48 przedstawia średnią procentową wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm instruktora ścinki drzew podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max) i stopień ciężkości pracy w trakcie okrzesywania wykonywanego przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} %VO₂max podczas okrzesywania w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 4; 5; 6 i 7 (58,5; 59,0; 50,0; 51,8; 50,8 i 53,9%). U instruktora numer 1 stwierdzono najwyższe \bar{x} %VO₂max podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i piątego dnia szkolenia (43,3%). Najniższe \bar{x} %VO₂max odnotowano czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1; 2; 4 i 7 (40,2; 46,7; 46,3 i 50,0%), drugiego dnia kursu u instruktora numer 5 (43,2%) i piątego dnia kursu u instruktorów numer 3 i 6 (51,3 i 39,5%). Ponadto u instruktora numer 4 stwierdzono najniższą \bar{x} %VO₂max podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i czwartego dnia szkolenia (46,3%). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} %VO₂max odnotowano pierwszego dnia kursu (52,5%), a najniższą czwartego dnia kursu (46,5%). Stopień ciężkości pracy został sklasyfikowany jako praca ciężka i bardzo ciężka w różnych dniach kursu. U instruktora numer 1 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %VO₂max (SD = 1,30) (tab. 48).

Tab. 49. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

Instr.	1 dzień		2 dzień		3 dzień		4 dzień		5 dzień		Cały kurs	
	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy	\bar{x} WEN [kJ/min]	St. cięż. pracy
1	12,3	umiark.	11,9	umiark.	11,1	umiark.	9,5	lekka	12,3	umiark.	11,5	umiark.
2	27,3	ciężka	19,1	umiark.	19,6	umiark.	16,3	umiark.	19,6	umiark.	20,4	ciężka
3	25,8	ciężka	23,3	ciężka	24,1	ciężka	19,2	umiark.	18,8	umiark.	22,2	ciężka
4	17,1	umiark.	13,8	umiark.	14,2	umiark.	13,8	umiark.	15,4	umiark.	14,8	umiark.
5	19,2	umiark.	11,4	umiark.	13,9	umiark.	14,3	umiark.	16,3	umiark.	15,0	umiark.
6	13,7	umiark.	8,4	lekka	4,7	lekka	8,4	lekka	4,3	lekka	7,9	lekka
7	17,2	umiark.	16,0	umiark.	16,8	umiark.	14,0	umiark.	16,8	umiark.	16,2	umiark.
Średnia	19,0	umiark.	14,9	umiark.	14,9	umiark.	13,6	umiark.	14,8	umiark.	15,4	umiark.

Tabela 49 przedstawia średnią wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN) i stopień ciężkości pracy podczas okrzesywania wykonywanego przez kursantów w poszczególnych dniach kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższe \bar{x} WEN podczas okrzesywania w trakcie szkolenia odnotowano pierwszego dnia kursu u instruktorów numer 2; 3; 4; 5; 6 i 7 (27,3; 25,8; 17,1; 19,2; 13,7 i 17,2 kJ/min). U instruktora numer 1 stwierdzono najwyższe \bar{x} WEN podczas 2 różnych dni kursu - pierwszego i piątego dnia szkolenia (12,3 kJ/min). Natomiast najniższe \bar{x} WEN odnotowano czwartego dnia kursu u instruktorów numer 1; 2; 4 i 7 (9,5; 16,3; 13,8 i 14,0 kJ/min), drugiego dnia kursu u instruktora numer 5 (11,4 kJ/min) i piątego dnia kursu u instruktorów numer 3 i 6 (18,8 i 4,3 kJ/min). Ponadto u instruktora numer 4 stwierdzono najniższą \bar{x} WEN podczas 2 różnych dni kursu - drugiego i czwartego dnia szkolenia (13,8 kJ/min). Analiza średniej dla wszystkich instruktorów wskazuje, że najwyższą \bar{x} WEN odnotowano pierwszego dnia kursu (19,0 kJ/min), a najniższą czwartego dnia kursu (13,6 kJ/min). Stopień ciężkości pracy został sklasyfikowany jako praca lekka, umiarkowana i ciężka. U instruktora numer 1 zaobserwowano najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi dniami kursu w \bar{x} %VO₂max (SD = 1,30) (tab. 49).

6. Dyskusja

6.1. Standardy szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew w różnych krajach świata

Analiza uzyskanych informacji na temat standardów międzynarodowych w zakresie szkoleń drwali-pilarzy wskazuje na różnice między poszczególnymi krajami (tab. 12). Zmienność dotyczy między innymi wymagań wstępnych, całkowitej długości kursu, podziału godzin zajęć teoretycznych i praktycznych, liczby uczestników przypadających na jednego instruktora w terenie oraz sposobów weryfikacji zdobytej wiedzy. Jednym z kluczowych aspektów omawianych szkoleń drwali jest długość kursu, a w szczególności czas poświęcony zajęciom praktycznym oraz liczebność grupy przypadającej na jednego instruktora prowadzącego zajęcia terenowe. Polski standard reprezentowany przez Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych zajmuje czwarte miejsce pod względem długości szkolenia (56 godzin), ustępując Węgrom (320 godzin), Republice Południowej Afryki (80 godzin) oraz Wielkiej Brytanii (68 godzin). Niemniej jednak warto podkreślić, że w kontekście efektywności edukacji kluczowym wskaźnikiem nie jest jedynie całkowita liczba godzin, lecz również współczynnik godzinowy na osobę, który w przypadku polskiego kursu wynosi 11,2 godz./os. dla całego kursu oraz 8,4 godz./os. w przypadku zajęć praktycznych.

Pod względem współczynnika godzinowego na osobę, zarówno dla całego kursu, jak i dla zajęć praktycznych, polski standard zajmuje trzecie miejsce - po Węgrach (21,33/13,87 godz./os.) oraz Wielkiej Brytanii (17/12,5 godz./os.). Oczywiście jest, że im mniej godzin przewidzianych na szkolenie, tym krótszy czas przeznaczony na zdobycie wiedzy i umiejętności. Kluczowe znaczenie ma zatem czas, jaki instruktor może poświęcić indywidualnemu kursantowi. Optymalnym rozwiązaniem wydaje się więc kurs stosunkowo krótki, który nie powoduje długotrwałej absencji zawodowej, a jednocześnie realizowany jest w niewielkiej grupie szkoleniowej. W badaniach przeprowadzonych w Andaluzji przez Pardo Ferreira i in. (2022) wykazano, że 42,5% zatrudnionych drwali posiadało uprawnienia uzyskane po odbyciu kursu przygotowawczego trwającego od 25 do 100 godzin, przy czym 24,3% uczestniczyło w szkoleniu mieszczącym się w przedziale 51-100 godzin. Można zatem stwierdzić, że długość kursu, mimo swojej

zmienności, może być dostosowana do rzeczywistych potrzeb rynku, a także do możliwości delegowania pracowników przez pracodawców. W polskim dyskursie publicznym kwestia długości kursów dla drwali była szeroko omawiana. Gendek i in. (2018) podali, że aż 89% drwali ukończyło dwutygodniowy kurs (80 godzin), natomiast 7% uczestniczyło w kursach trwających 2-3 dni (16-24 godziny). W badaniu nie uwzględniono jednak liczebności grupy przypadającej na jednego instruktora, co uniemożliwiało obliczenie dokładnego współczynnika godzinowego dla całego kursu i zajęć praktycznych. Zakładając, że kurs dwutygodniowy prowadzony był w grupie maksymalnie 10 osobowej, przy 16 godzinach zajęć teoretycznych oraz 64 godzinach zajęć praktycznych, współczynnik wynosiłby odpowiednio 8/6,4 godz./os. Wynik jest istotnie niższy od współczynnika godzinowego, który reprezentuje obecny polski standard. Takie podejście może wspierać tezę, że optymalizacja czasu indywidualnej pracy instruktora z uczestnikami powinna stanowić kluczowy element w ocenie efektywności szkoleń. Ograniczenie liczby godzin kursu skutkuje skróceniem czasu przeznaczonego na rozwijanie kompetencji praktycznych. Dlatego czas indywidualnej pracy instruktora z uczestnikiem stanowi kluczowy czynnik dla uzyskania założonych efektów szkolenia, co jest zgodne z założeniami teorii uczenia się dorosłych (Knowles i in. 2015; Illeris 2018) oraz badań nad transferem wiedzy i praktycznym uczeniem się w środowisku zawodowym (Tynjälä 2008; Kyndt i in. 2009). Optymalnym rozwiązaniem wydaje się model zakładający relatywnie krótki kurs realizowany w małych grupach, co pozwala na intensywny kontakt instruktora z kursantami i minimalizuje absencję zawodową.

Zebrany w toku badań materiał dotyczący standardów szkoleń instruktorów ścinki drzew ukazuje różnorodne strategie przygotowania zawodowego tej grupy zawodowej. Punktem odniesienia dla analizy był tryb szkolenia stosowany przez Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych. Niestety, w dostępnej literaturze międzynarodowej trudno znaleźć prace badawcze odnoszące się bezpośrednio do standardów szkolenia instruktorów ścinki drzew, co znacząco utrudnia podjęcie pogłębionej dyskusji nad uzyskanymi wynikami. Na problem braku jednolitych standardów szkolenia w sektorze leśnym w Europie zwrócili uwagę Trienekens i in. (2022). Rozsądnym rozwiązaniem pozostaje więc porównanie danych zebranych z różnych krajów (tab. 13) oraz odniesienie się do standardów historycznie funkcjonujących na terenie Polski. Najlepszym standardem w kontekście poświęconego

czasu przyszłemu instruktorowi ścinki drzew przez nauczyciela zawodu jest tryb stosowany w Stanach Zjednoczonych przez firmę Northeast Woodland Training. Standard ten jest zupełnie inny od polskiego kształcenia. System ten polega na uczestnictwie przyszłego instruktora wraz ze starszym, doświadczonym instruktorem na kursie drwala. Taka organizacja zajęć pozwala obserwować proces nauczania i zachowania kursantów w rzeczywistych sytuacjach. Weryfikacja kompetencji następuje poprzez udział w kolejnym kursie pod okiem innego instruktora, co wpisuje się w koncepcję uczenia się w miejscu pracy (Billett 2001; Eraut 2004; Clutterbuck 2013). Jest to indywidualny tok nauczania. Adept ma szansę zobaczyć, jak pracuje się z osobami, które dopiero uczą się zawodu. Standard ten w dużym stopniu odzwierciedla warunki i zaistniałe sytuacje jakie mogą się zdarzyć na samodzielnie prowadzonym szkoleniu. Instruktor, który uczy nowego instruktora może korygować jego zachowanie i podejście do grupy. Po pozytywnej weryfikacji wydawany jest certyfikat uprawniający do samodzielnego prowadzenia kursów. Dużym minusem tego rodzaju podejścia do edukacji jest ograniczony dopływ wiedzy spowodowany kontaktem tylko z jednym instruktorem-nauczycielem. W porównaniu z tym modelem, polski system kształcenia instruktorów ma przewagę w postaci udziału kilku nauczycieli, co zwiększa różnorodność przekazywanych doświadczeń. W Polsce kandydaci współpracują na kursie z osobami, które posiadają umiejętności w zakresie ścinki, okrzesywania i przerzynki drewna, ponieważ jest to jeden z warunków umożliwiających przystąpienie do szkolenia. Wadą natomiast jest brak kontaktu z osobami całkowicie początkującymi, co ogranicza możliwość doskonalenia kompetencji dydaktycznych w pracy z mniej doświadczonymi kursantami. W tym kontekście zasadne wydaje się rozważenie wprowadzenia obowiązkowego stażu mentorskiego, odbywanego przez nowych instruktorów pod nadzorem starszych kolegów, bezpośrednio po ukończeniu kursu (Eraut 2004). Należy jednak podkreślić, że przedstawiony wcześniej standard nie jest jedynym funkcjonującym w Polsce. Firma ATJ s.c. (www.atj-sc.pl) z powodzeniem wprowadza do swoich programów szkoleniowych elementy ukierunkowane na przygotowanie instruktorów ścinki drzew, obejmujące zagadnienia instruktarsze i metodycznego przekazywania wiedzy osobom szkolącym się w zawodzie drwala. Warto zwrócić uwagę, że standard szwedzki charakteryzuje się oryginalnym rozwiązaniem w zakresie organizacji szkoleń. W kontekście współczynnika godzinowego rozwiązanie to okazuje się korzystniejsze niż standard polski (12/8 do 8/5,33). W trakcie kursu firma Säker Skogs angażuje dwóch instruktorów prowadzących ośmioosobową grupę przyszłych

instruktorów. Tego typu rozwiązanie zwiększa dopływ wiedzy, która trafia do kursantów. Niestety, podobnie jak w Polsce, przyszli instruktorzy w trakcie szkolenia nie mają do czynienia z osobami, które dopiero zdobywają wiedzę i umiejętności z zakresu pracy pilarką łańcuchową. Natomiast każda osoba, która chce czynnie uczestniczyć w edukacji drwali, musi odbyć staż i wziąć udział jako „instruktor junior” w co najmniej trzech kursach drwala. Po tym czasie, po uzyskaniu pozytywnej weryfikacji przez bardziej doświadczonych instruktorów, może samodzielnie sprawować opiekę nad grupą uczestników kursu drwala.

Historyczne dane dotyczące Polski (Nowak i Górny 1981) wskazują, że w latach 80-tych XX w. kursy instruktorskie obejmowały 116 godzin, co stanowiło znacznie większy wymiar niż obecny standard SIOMOL (48 godzin). Jednocześnie brak danych o liczebności grup uniemożliwia obliczenie współczynnika godzinowego. Warto również zestawić standard szkoleń instruktorów ścinki drzew realizowany przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krośnie w 2019 roku ze standardem SIOMOL. Wymiar godzinowy w tym przypadku również wypada na korzyść PGL LP, gdyż obejmuje 81 godzin (23 teoria i 58 praktyka). Nie ma jednak podobnie jak w przypadku standardu z lat 80 tych informacji o wielkości grupy, co uniemożliwia obliczanie i zestawienie współczynnika godzinowego. Zasadne byłoby wprowadzenie do polskiego standardu rozwiązań zbliżonych do tych stosowanych w Szwecji. Polegałyby one na obowiązku uczestniczenia w szkoleniach przygotowujących nowych drwali pod nadzorem bardziej doświadczonego instruktora, bezpośrednio po ukończeniu kursu instruktorskiego.

Porównanie standardów międzynarodowych oraz historycznych modeli szkoleniowych wskazuje, że najwyższą efektywność szkoleniową osiąga się w systemach łączących krótszy, ale intensywny kurs z małą liczebnością grup (kursy drwala-pilarza) oraz obowiązkowym okresem praktyk mentorskich (kursy instruktorów ścinki drzew). Wyniki te są spójne z badaniami dotyczącymi kultury bezpieczeństwa i rozwoju kompetencji zawodowych w sektorze leśnym (European Commission 2018; Lagerstrom i in. 2019; Harrington 2021), które podkreślają znaczenie stałego doskonalenia umiejętności oraz refleksyjnego uczenia się w miejscu pracy.

6.2. Analiza poziomu wiedzy kursantów uczestniczących w szkoleniu drwal-pilarz na różnych etapach procesu dydaktycznego

Przeprowadzone badania ankietowe realizowane przed rozpoczęciem, w połowie i po zakończeniu kursu drwala-pilarza umożliwiły analizę wiedzy i tempa uczenia się w różnych grupach kursantów. Kursanci zostali pogrupowani według kryteriów demograficznych i społecznych: płci, wieku, miejsca wychowania, miejsca zamieszkania, wykształcenia, statusu zawodowego oraz posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym (wraz z marką urządzenia). Analizy przeprowadzono dla wszystkich zmiennych, jednak w przypadku niektórych czynników, takich jak płeć, status zawodowy czy marka pilarki, ze względu na zbyt małą liczebność grup nie uzyskano wyników możliwych do interpretacji statystycznej. Z kolei dla zmiennych związanych z miejscem wychowania oraz miejscem zamieszkania, mimo przeprowadzenia pełnej analizy, nie zaobserwowano różnic w podstawowych statystykach opisowych, co wskazuje na brak wyraźnych tendencji różnicujących badane osoby. Skupiono się na głębszej analizie różnic pomiędzy kursantami, należącymi do różnych grup wiekowych, o zróżnicowanym poziomie wykształcenia oraz posiadającymi lub nieposiadającymi pilarki łańcuchowej przed przystąpieniem do szkolenia.

Z uwagi na chronologię zaprezentowanych wyników we wcześniejszym rozdziale i deficyt badań w literaturze przedmiotu dotyczących poziomu wiedzy osób, które przystępują i uczestniczą w kursach drwala, rozpoczęto dyskusję od różnic między poszczególnymi czasookresami wykonania badania ankietowego (tab. 14-15, ryc. 44). W Ankiecie I uzyskano najniższe wyniki, co można tłumaczyć brakiem wcześniejszego kontaktu większości uczestników kursu z fachową wiedzą dotyczącą ręcznego pozyskiwania drewna z wykorzystaniem pilarki. Respondenci wskazywali, że ich główne źródła wiedzy stanowili członkowie rodziny i Internet. Jest to zjawisko powszechnie opisywane w literaturze dotyczącej nieformalnego uczenia się zawodowego (Eraut 2004; Torrey i in. 2009; Monk 2010). Adeptci osiągnęli średnią punktów 4,13 na 12 możliwych do zdobycia, co stanowi jedynie około 34%. Wynik ten skłania do pytania o kompetencje osób, które w praktyce uzyskują uprawnienia zawodowe w sposób formalny, lecz bez wystarczającego przygotowania teoretycznego, a przede wszystkim praktycznego, co ma istotne implikacje dla bezpieczeństwa pracy (Lum 2015). Brak elementarnej wiedzy wpływa na bezpieczeństwo drwali, które może doprowadzić do wypadku. W ankiecie

przeprowadzonej w połowie szkolenia uzyskano najwyższe wyniki. Zauważono wyraźny wpływ części teoretycznej i praktycznej na stan wiedzy kursantów, którzy w momencie przeprowadzenia Ankiety II byli już po dwóch dniach prac zrębowych. Kluczową rolę odegrała z pewnością część praktyczna, podczas której kursanci mogli skonfrontować wiedzę teoretyczną z praktyką. Jak podkreśla Van Ryneveld i in. (2020), bezpośrednie zastosowanie wiedzy w działaniu znacząco przyspiesza proces uczenia się dorosłych i utrwala kompetencje proceduralne. Wyniki trzeciej ankiety, przeprowadzonej po egzaminach teoretycznych i praktycznych, były niższe od wyników ankiety przeprowadzonej w połowie kursu. Można przypuszczać, że po zakończeniu egzaminów kursanci obniżyli poziom koncentracji i motywacji, co jest zjawiskiem znanym w psychologii edukacyjnej (Deci i Ryan 2000). Średni poziom wiedzy wejściowej kursantów można uznać za niski, co świadczy o konieczności realizacji kursów przygotowujących do egzaminu teoretycznego i praktycznego, umożliwiających podjęcie pracy w zawodzie drwala.

W kolejnym etapie określono różnice w poziomie wiedzy między różnymi grupami wiekowymi na różnych etapach procesu dydaktycznego w trakcie kursów drwala (tab. 16-18, ryc. 45-47). Wyniki wskazują, że najmłodsza grupa wiekowa kursantów (18-28 lat) osiągała najwyższe wyniki we wszystkich ankietach, natomiast najstarsza (powyżej 40 lat) najniższe. Uzyskane rezultaty potwierdzają wnioski z badań nad uczeniem się dorosłych, zgodnie z którymi tempo przyswajania wiedzy spada wraz z wiekiem, szczególnie przy nauce nowych, technicznych umiejętności (Merriam i Bierema 2014; Illeris 2018). Grupa pośrednia (29-39 lat) uzyskiwała wyższe wyniki od grupy najstarszej, ale istotne różnice zostały stwierdzone w Ankietach II i III. W Ankiecie I zaobserwowano jedynie trend bliski istotności. Taki rozkład wyników może wskazywać na wysoki poziom wiedzy początkowej wśród młodszych uczestników szkolenia, utrzymujący się aż do zakończenia kursu. Może to wynikać z silniejszej motywacji młodszej grupy uczestników w porównaniu ze starszymi. Grupa w wieku średnim (29-39 lat) jedynie w Ankiecie I uzyskiwała istotnie niższe średnie wyniki punktowe, co wskazuje, że początkowo dysponowała słabszym poziomem wiedzy teoretycznej w porównaniu z grupą najmłodszą. W kolejnych etapach szkolenia grupa ta poprawiała wyniki w sposób najbardziej zrównoważony, co może świadczyć o szczególnie efektywnym przyswajaniu nowych treści. Taki przebieg zmian sugeruje korzystne

połączenie wcześniejszego doświadczenia zawodowego z utrzymaną elastycznością poznawczą, charakterystyczną dla tej grupy wiekowej (Kyndt i in. 2009).

Czy wykształcenie kursantów ma realny wpływ na poziom wiedzy przed, w trakcie i po zakończeniu szkolenia? Takie pytanie postawiono podczas formułowania hipotezy. W literaturze trudno odnaleźć opracowania, które dotyczą poziomu wiedzy kursantów. Jedynym możliwym zestawieniem jest analiza poziomu wiedzy drwali pracujących zawodowo z kursantami. Najbardziej zbliżonym badaniem, które posłużyło do porównań części uzyskanych wyników była analiza przeprowadzona przez Häggström i Edlund (2023), która dotyczyła osób posiadających uprawnienia drwala w Szwecji. Autorzy przeprowadzili badanie ankietowe dotyczące wiedzy teoretycznej drwali. Pytania ankietowe obejmowały te same zagadnienia z zakresu pracy pilarką łańcuchową, które respondenci otrzymali na swoim egzaminie teoretycznym nadającym im uprawnienia drwala. W szwedzkim badaniu stwierdzono, że osoby posiadające wyższy poziom wykształcenia ogólnego osiągają istotnie lepsze wyniki niż osoby z podstawowym wykształceniem (zdawalność na poziomie 30%). W badaniu dotyczącym kursantów zauważono podobną zależność. Uczestnicy szkolenia z wyższym wykształceniem osiągnęli istotnie wyższe średnie wartości punktowe w ostatniej ankiecie niż osoby z wykształceniem podstawowym, średnim i zawodowym. Można zatem stwierdzić, że wcześniejsze doświadczenie w zdobywaniu wiedzy uzyskane na wszystkich szczeblach edukacyjnych przyczynia się do lepszych wyników końcowych na kursach drwala. Wyższe kompetencje poznawcze i umiejętność korzystania z materiałów dydaktycznych odzwierciedla się w procesie walidacji zdobytych umiejętności i wiedzy (tab. 19-20, ryc. 48-49).

Szwedzcy badacze analizowali również wpływ częstości używania pilarki łańcuchowej na poziom wiedzy fachowej, jaką reprezentowali respondenci. Wyniki wskazały na istotne różnice między grupami, które używają pilarki powyżej 20 dni w roku w stosunku do osób, które po zdany egzaminie nie podjęły pracy w zawodzie drwala. W badaniu przeprowadzonym wśród kursantów zaobserwowano podobną zależność. W badaniu ankietowym przed rozpoczęciem i po zakończeniu kursu osoby posiadające pilarkę w swoim gospodarstwie domowym osiągnęli istotnie wyższe średnie wartości punktowe niż kursanci, którzy pilarek nie posiadali. Różnica w poziomie wiedzy między grupami zmniejszyła się w Ankiecie II, gdy nie zaobserwowano istotnych różnic między średnimi wynikami, co wskazuje na wysoką efektywność kształcenia instytucji,

w których przeprowadzono badanie. Ten wynik potwierdza tezę, że dobrze zaprojektowane szkolenie potrafi zniwelować różnice wynikające z wcześniejszych doświadczeń praktycznych (Sgobbi 2016). Rezultaty dotyczące wpływu doświadczenia wynikającego z faktu posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym potwierdzają obserwacje oraz hipotezy formułowane przez doświadczonych instruktorów ścinki drzew. Wskazują one na istnienie zależności między posiadaniem pilarki a rezultatami uzyskiwanymi w testach wstępnych oraz na egzaminie końcowym (tab. 21, ryc. 50-52).

Po analizie średnich wartości punktowych uzyskanych przez dwie grupy kursantów podjęto próbę określenia tempa uczenia się. Poddano analizom wyniki między I i II Ankieta oraz II i III Ankieta. Głównym celem badania była próba uzyskania odpowiedzi na pytanie jaki czynnik demograficzny może wpływać na tempo uczenia się? Z uwagi na niereprezentatywne grupy odrzucono analizy dotyczące płci, statusu zawodowego i marki posiadanej pilarki.

Pierwsza analiza dotyczyła grup, które różniły się pod względem wieku. Podzielono wszystkich kursantów na trzy grupy wiekowe (A 18-28, B 29-39, C 40+). Następnie skoncentrowano się na różnicach w przyroście punktów między ankietami. Analiza wariancji nie wykazała istotnych różnic między grupami. Zaobserwowano trend bliski istotności, który miał miejsce między I a II Ankieta w średniej grupie wiekowej ($p = 0,087$). Wyniki pozwoliły na sformułowanie tezy, że wśród kursantów uczestniczących w szkoleniach przygotowujących do zawodu drwała wiek nie ma istotnego wpływu na tempo uczenia się, co jest zgodne z koncepcją indywidualnych trajektorii uczenia się dorosłych (Illeris 2018). Warto jednak zaznaczyć, że osoby w wieku 29-39 lat mogą poprawiać swoje rezultaty skuteczniej w pierwszej części kursu niż uczestnicy młodsi i starsi od tego przedziału wiekowego (ryc. 53).

W poprzedniej analizie dotyczącej różnic w średniej liczbie punktów uzyskiwanych przez kursantów z podziałem na poziomy wykształcenia stwierdzono istotne różnice w Ankiecie III. W tym badaniu osoby z wyższym wykształceniem osiągnęły istotnie lepsze wyniki niż osoby z niższymi poziomami wykształcenia. W przypadku analizy tempa uczenia się, po analizie wariancji nie stwierdzono różnic między grupami kursantów, które reprezentowały różne poziomy wykształcenia. Grupa z podstawowym wykształceniem osiągnęła najwyższy średni przyrost punktów w

pierwszej fazy kursu. Natomiast podczas drugiej fazy kursu grupa ta odnotowała największy spadek. W Ankiecie III pojawiły się pytania, które zmuszały uczestników do głębszej analizy zagadnień. Wielokrotnie proszono ich nie tylko o podanie wartości danego parametru, lecz przede wszystkim o uzasadnienie, dlaczego przyjmuje on określoną wartość. Bardziej wnikliwe pytania mogły okazać się problematyczne dla grupy o najniższym poziomie wykształcenia. Odmienny rezultat uzyskała grupa z wyższym wykształceniem. Podobnie jak każda inna grupa, odnotowała spadek średniej liczby punktów między II i III Ankieta, ale był on najmniejszy spośród wszystkich grup. Taki rezultat może sugerować, że osoby, które przeszły dotychczas dłuższą drogę szkolnictwa ogólnego nie mają tak dużych trudności z bardziej złożonymi pytaniami. W grupie uczestników o najwyższym poziomie wykształcenia odnotowano największy średni przyrost średniej liczby punktów (Slope 2,3) (ryc. 54).

Kolejna analiza dotyczyła tempa uczenia się kursantów, którzy do 18 roku życia wychowywali się w różnych miejscach (A - wieś, B - miasto do 50 tys. mieszkańców, C - miasto powyżej 50 tys. mieszkańców). Wzrost wiedzy między Ankieta I i II nie był statystycznie istotny między grupami. Zaobserwowano jedynie trend ($p = 0,127$) sugerujący przewagę osób wychowujących się w miastach do 50 tys. mieszkańców nad uczestnikami z terenów wiejskich i mniejszych miejscowości, co może wskazywać na łatwiejsze przyswajanie wiedzy w początkowej fazie kursu drwala. Na dalszych etapach szkolenia nie odnotowano istotnych różnic między analizowanymi grupami. Analizując cały kurs pod względem średniego i całkowitego przyrostu wiedzy, różnice okazały się istotne statystycznie ($p = 0,008$). Pozwala to na sformułowanie wniosku wskazującego, że osoby wychowane do 18 roku życia w miastach do 50 tys. mieszkańców szybciej przyswajają wiedzę na kursach drwala niż osoby wychowane na terenach wiejskich. Istnieje kilka możliwych przyczyn takiego zjawiska. Jednym z nich jest z pewnością możliwość praktycznego kontaktu z pracą pilarki łańcuchowej w swoich gospodarstwach domowych, co sprzyja rozwojowi wiedzy praktycznej i teoretycznej dotyczącej zagadnienia. Kolejnym czynnikiem sprzyjającym może być wyższy średni poziom wykształcenia osób wychowanych w miastach średniej wielkości w porównaniu z mieszkańcami terenów wiejskich. Czynniki te sprzyja uzyskiwaniu lepszych wyników w testach teoretycznych, zwłaszcza w tych obejmujących trudniejsze, logiczne zagadnienia. Doświadczenie praktyczne i wyższy średni stopień wykształcenia, mogą pozytywnie wpływać na tempo uczenia się zagadnień związanych z pracą drwali (ryc. 55).

Podobnie jak w przypadku miejsca wychowania kursantów przeprowadzono analizę tempa uczenia się pod względem miejsca zamieszkania. Przyjęto te same kryteria podziału grup (A - wieś, B - miasto do 50 tys. mieszkańców, C - miasto pow. 50 tys. mieszkańców). Analiza wariancji nie wykazała istotnych różnic między grupami zarówno przy tempie uczenia się pomiędzy Ankietaми I i II oraz II i III. Zaobserwowano jedynie trend ($p = 0,134$) wskazujący, że osoby z małych i dużych miast osiągają nieco lepsze wyniki niż osoby z terenów wiejskich w końcowym etapie szkolenia. Wynik ten koresponduje z obserwacjami dotyczącymi średniej liczby punktów uzyskiwanych przez osoby z wyższym wykształceniem w porównaniu z uczestnikami posiadającymi niższe poziomy wykształcenia. Różnice te były szczególnie widoczne w bardziej wymagających testach końcowych, obejmujących analizę logiczną zagadnień. Może mieć to powiązanie z większą reprezentacją osób z podstawowym wykształceniem na terenach wiejskich i wyższym na terenach miejskich, co potwierdzają badania Sypniewskiej i Rawa-Siarkowskiej (2015) (ryc. 56).

Ostatnim czynnikiem jaki może wpływać na tempo uczenia się kursantów był fakt posiadania pilarki łańcuchowej w swoim gospodarstwie domowym. Istotne różnice ($p = 0,002$) między kursantami posiadającymi (Grupa A) i nieposiadającymi pilarki łańcuchowej (Grupa B) zaobserwowano we wzroście tempa uczenia się pomiędzy I i II Ankieta. Uzyskane rezultaty mogą wynikać z większej otwartości poznawczej i mniejszego obciążenia dotychczasowymi nawykami. Przy analizie tempa uczenia się w drugim okresie dotyczącym Ankieta II i III, nie zaobserwowano istotnych różnic. Średni i całkowity przyrost wiedzy Grupy B nie był istotnie wyższy niż Grupy A, choć odnotowano trend ($p = 0,081$) sugerujący, że osoby nieposiadające pilarek łańcuchowych mogą uzyskiwać lepsze wyniki w testach teoretycznych niż osoby posiadające pilarki. Może to wynikać z większej otwartości osób, które miały mniejsze doświadczenie w pracach domowych z pilarką łańcuchową w swoim gospodarstwie domowym, na fachową wiedzę przedstawianą podczas wykładów i zajęć terenowych. Natomiast osoby posiadające już pewne nieformalne doświadczenie mogą mieć większą trudność w zmianie dotychczasowych przyzwyczajeń i usystematyzowaniu wiedzy (ryc. 57). Wielu instruktorów ścinki drzew obserwuje lepsze rezultaty u osób bez doświadczenia lub z małym doświadczeniem w wynikach testów teoretycznych niż u osób posiadających większe doświadczenie związane z pracą pilarką łańcuchową. Panuje też powszechna opinia, która dotyczy osób pracujących już jako drwale, że ciężko jest wyeliminować

nawyki, takie jak: niewłaściwa postawa podczas wykonywania rżazów, niewłaściwe trzymanie pilarki czy brak używania hamulca. Zjawisko to jest zgodne z teorią tzw. unlearningu, czyli koniecznością oduczania się utrwalonych, nieefektywnych wzorców i zachowań, które są typowe dla procesów szkoleniowych w zawodach wysokiego ryzyka (Becker 2010; Illeris 2018).

6.3. Efektywność procesu kształcenia na podstawie pomiaru czasu wykonywania ścinki i okrzesywania przez osoby biorące udział w kursach drwala-pilarza w kolejnych dniach szkolenia

Analiza efektywności procesu kształcenia w zakresie umiejętności praktycznych, takich jak ścinka i okrzesywanie drzew, wymaga zachowania porównywalnych warunków pracy. Pomiar czasu mógł zostać uznany za miarodajny jedynie w przypadku wykonywania przez kursantów czynności na drzewach o zbliżonych parametrach. Z tego względu do badań wybrano drzewa modelowe o pierśnicach mieszczących się w zakresie 28-38 cm, co pozwoliło na porównanie wyników pomiędzy poszczególnymi grupami wiekowymi.

Uzyskane wyniki (ryc. 58) wskazują na wyraźny trend spadkowy czasu zarówno ścinki, jak i okrzesywania od pierwszego do trzeciego dnia kursu we wszystkich grupach wiekowych. Zjawisko to można interpretować jako efekt rosnącego poziomu umiejętności operacyjnych i postępującej automatyzacji czynności, zgodnie z modelem uczenia proceduralnego (Fitts i Posner 1967; Anderson 1993). Świadczy to o skutecznym przekazywaniu wiedzy i kształtowaniu umiejętności praktycznych przez instruktorów oraz stopniowej adaptacji uczestników do wymagań fizycznych i technicznych pracy pilarką łańcuchową. Analizując czas ścinki drzew można zauważyć, że najstarsza grupa wykonywała to zadanie najszybciej od pierwszego dnia kursu, natomiast najmłodszy najwolniej. Różnice te prawdopodobnie wynikają z doświadczenia praktycznego i tzw. transferu umiejętności z codziennej pracy np. w gospodarstwie domowym (Billett 2001; Eraut 2004). Starsi uczestnicy częściej deklarowali posiadanie pilarki łańcuchowej i doświadczenia w prostych pracach pilarką, co mogło przełożyć się na lepsze wyniki w początkowej fazie szkolenia. Jednocześnie wśród młodszych kursantów wyraźnie zaobserwowano trudności w zakresie koordynacji manualnej, np. podczas pracy siekierą i klinami, co potwierdza powszechny pogląd wśród doświadczonych instruktorów ścinki

drzew. Może wynikać to z małego doświadczenia w pracy fizycznej w życiu codziennym. Zjawisko to odzwierciedla szerszy trend społeczny polegający na spadku udziału młodych osób w aktywnościach wymagających sprawności manualnych. W dłuższej perspektywie może to prowadzić do deficytu pracowników w zawodach technicznych i rzemieślniczych, w tym w sektorze leśnym, gdzie kompetencje praktyczne i percepcja przestrzenna stanowią podstawę bezpieczeństwa i efektywności pracy (European Commission 2018; OECD 2019).

Podobny trend spadkowy stwierdzono w czasie analizy czynności okrzesywania, przy czym czynność ta była znacznie bardziej czasochłonna i energochłonna, co potwierdzają wcześniejsze badania nad fizjologicznym obciążeniem operatorów pilarek łańcuchowych (Arman i in. 2021; Masci i in. 2022). Najszybciej czynność tą od pierwszego dnia kursu wykonywała grupa w średnim wieku, a najwolniej grupa najmłodsza. Należy nadmienić jednak, że trzeciego i czwartego dnia kursu to grupa najstarsza wykonywała okrzesywanie najdłużej. Uzyskane wyniki są zgodne z oczekiwaniami i można je interpretować w kontekście narastającego obciążenia fizycznego uczestników (Kowalski 1968; Porter 1992).

Czwarty dzień wyróżniał się zarówno w przypadku ścinki, jak i okrzesywania we wszystkich grupach wiekowych. Zaobserwowano wyraźnie dłuższy czas trwania obu czynności w porównaniu do dnia trzeciego, z wyjątkiem czasu okrzesywania w grupie najstarszej, gdzie oba analizowane dni były podobne. Kursy realizowane w małych grupach 4-5 osobowych charakteryzują się częstą rotacją wykonywanych czynności. Kurs drwala-pilarza to intensywne szkolenie, na którym to kursanci ścinają, okrzesyują i czasami dokonują przerzynki 4-6 drzew w ciągu dnia, co generuje duże zmęczenie. Zmęczenie mięśniowe, wynikające z wysokiego poziomu wysiłku i powtarzalności ruchów, mogło w tym dniu znacząco wpłynąć na wydłużenie czasu operacji (Arman i in. 2021; Staněk i in. 2023a). Nie można też wykluczyć, że dłuższe czasy wynikały z większej ostrożności i koncentracji na jakości wykonywanych czynności, typowej dla końcowej fazy nauki (Fitts i Posner 1967).

Ostatni dzień szkolenia, będący jednocześnie etapem egzaminacyjnym, przyniósł najkrótsze czasy ścinki i okrzesywania we wszystkich grupach wiekowych, z wyjątkiem ścinki w grupie najstarszej, gdzie najkrótszy czas odnotowano trzeciego dnia. Tego typu zależność może również sugerować wpływ zmęczenia na przedstawicieli najstarszej

grupy wiekowej. W ostatnim dniu szkolenia zaobserwowano wyrównanie czasów ścinki w grupie najmłodszej i średniego wieku. W trakcie całego szkolenia grupa najmłodsza pracowała nieco wolniej niż grupa w średnim wieku. Wynik ten potwierdza efekt krzywej uczenia się, zgodnie, z którym w końcowych etapach szkolenia nabyte umiejętności sprawiają, że czynności są wykonywane szybciej i z większą płynnością (Ackerman 1988). Wyrównanie czasów ścinki w grupie najmłodszej i średniej może świadczyć o skutecznym wyrównaniu poziomu umiejętności dzięki efektywnej metodyce nauczania i powtarzaniu czynności w warunkach rzeczywistych (Kilbrink 2013).

Szersza dyskusja nad wynikami w kontekście operacyjnego czasu ścinki i okrzyszowania drzew przez kursantów na szkoleniu drwal-pilarz jest utrudniona, ponieważ w dostępnej literaturze przedmiotu nie odnotowano badań o podobnym charakterze. Jedynym z możliwych sposobów zestawienia rezultatów jest odniesienie się do wyników, które przedstawiają czas ścinki i okrzyszowania aktywnych zawodowo drwali. Analizę warto rozpocząć od czasów, kiedy pilarki łańcuchowe wchodziły do powszechnego użytku. Kowalski (1968) w swoich badaniach zajął się zagadnieniem wpływu zmęczenia na podstawie czasu ścinki drzew. Wskazał, że średni czas ścinki jednej sosny o przeciętnej pierśnicy 30 cm przez drwala, który jest zmęczony trwa 69,7 sekundy. Jest to kilkukrotnie lepszy rezultat niż najlepszy wynik odnotowany wśród kursantów (grupa najstarsza w trzecim dniu szkolenia 4,77 min). Należy rozważyć kwestie dotyczące używanych maszyn w trakcie badania, ponieważ w latach 70-tych stosowano cięższe pilarki łańcuchowe o niższej prędkości posuwu łańcucha, co negatywnie wpływało na czas ścinki. W badaniu przeprowadzonym przez Kowalskiego (1968) mogły być stosowane również metody ścinki drzew, które wpływały na skrócenie czasu operacji choć obecnie mogłyby być uznane za niedopuszczalne. Czas ścinki i okrzyszowania był badany również przez Kubiaka (1978). Uzyskane wyniki dotyczące ścinki sosny zwyczajnej o pierśnicach 29-32 i 33-36 cm (61 i 82 s) również wskazują na krótsze czasy niż te uzyskane przez kursantów. Okrzyszowanie drzew również było szybsze (137 i 166 s) niż najwyższy uzyskany rezultat na kursie drwala (w grupie w średnim wieku piątego dnia kursu - 5,82 min). W tej publikacji nie podano informacji dotyczących użytkowanego sprzętu, jednak można przypuszczać, że były to pilarki profesjonalne, jak na ówczesne realia. Kolejnym badaczem, który analizował czas ścinki i obalania był Porter (1992). Analogicznie do poprzedników, wykonał swoje badania w drzewostanie sosnowym o przeciętnej pierśnicy 32 cm, gdzie pracowali drwale z dużym

doświadczeniem. Istotnym aspektem była pogłębiona analiza dotycząca czasu operacji w warunkach zimowych i letnich. Autor, formułując wnioski, nie stwierdził istotnych statystycznie różnic pomiędzy sezonem letnim a zimowym w zakresie czasu realizacji operacji ścinki i okrzesywania. Dla drzew o pierśnicach mieszczących się w przedziale 28-36 cm czas ścinki wynosił średnio 0,96 min w warunkach letnich oraz 0,88 min w warunkach zimowych. Analogicznie, czas okrzesywania kształtował się na poziomie 2,16 min latem i 2,12 min zimą. Wszystkie uzyskane wartości są wyraźnie niższe niż czasy odnotowane wśród kursantów, co dodatkowo potwierdza istotną przewagę operacyjną drwali z doświadczeniem zawodowym.

6.4. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Pomiar częstości skurczów serca jest często wykorzystywany do określenia ciężkości pracy (Deutsch i in. 1999; Sorokin 2003; Burnik i Jereb 2007; Yoder i in. 2023). Stosunkowo łatwy sposób zbierania danych umożliwia przeprowadzenie badań na dużej grupie. W przypadku kursantów uczestniczących w szkoleniu drwali, wśród ograniczeń możemy wymienić: liczbę chętnych do udziału w kursie, awarie sprzętu pomiarowego i sceptyczne podejście uczestników do udziału w badaniu. Rezultaty przedstawione w niniejszym rozdziale można odnieść do doniesień autorów zajmujących się oceną ciężkości pracy operatorów pilarek łańcuchowych. Dotychczasowe publikacje koncentrują się jednak na zawodowych drwalach, ponieważ nie prowadzono wcześniej badań dotyczących obciążenia pracą osób przygotowujących się do tego zawodu. Uzyskane wyniki mają więc charakter pionierski i mogą stanowić punkt odniesienia dla przyszłych analiz obejmujących kursantów.

Kukkonen-Harjula i Rauramaa (1984), analizując sezonowe zróżnicowanie obciążenia pracą, odnotowali średnią częstość skurczów serca (HR) podczas prac zrębowych na poziomie 123 ud/min, co odpowiada pracy ciężkiej. Badanie obejmowało sześciu drwali w średnim wieku 34 lat. Uzyskany wynik był wyższy niż wartości odnotowane w grupie wiekowej kursantów 31-45 lat, którą ze względu na podobieństwo wieku można uznać za najbardziej adekwatną do porównań. W tej grupie wiekowej najwyższa wartość częstości skurczów serca w trakcie ośmiogodzinnej pracy wyniosła

112,2 ud/min, co również pozwala zakwalifikować podejmowany wysiłek jako pracę ciężką (tab. 22). Dzięki pogłębionej analizie Kukkonena-Harjuli i Rauramaa (1984) możliwe jest także porównanie wartości %HRmax (procent maksymalnej częstości skurczów serca), która lepiej odzwierciedla indywidualne obciążenie pracą, ponieważ uwzględnia wiek badanego. W cytowanych badaniach wartość %HRmax osiągnęła poziom 66%, co wskazuje na bardzo duże obciążenie pracą. W badaniu kursantów, w grupie wiekowej 31-45 lat, najwyższy wynik odnotowano drugiego dnia szkolenia, który wyniósł 61,7%. Wartość ta odpowiada dużemu obciążeniu pracą (tab. 23). Hagena i in. (1993) również badali obciążenie pracą drwali podczas całego dnia pracy. Autorzy przeanalizowali dwie grupy wiekowe: młodszą (średnia wieku 29 lat), u której średnia HR wynosiła 138 ud/min (praca bardzo ciężka), oraz starszą (średnia wieku 59 lat), w której odnotowano wartość 126 ud/min (praca ciężka). W przypadku uczestników kursu drwała najbardziej odpowiednią grupą porównawczą pod względem wieku są osoby w wieku 17-30 lat. W tej grupie drugiego dnia szkolenia zarejestrowano najwyższą średnią wartość HR, wynoszącą 118,9 ud/min, co umożliwia zaklasyfikowanie wykonywanej aktywności jako pracy ciężkiej (tab. 22). Dla grupy starszych uczestników badania odpowiednim punktem odniesienia wiekowego byli kursanci w wieku 46-66 lat. W tej grupie pierwszego dnia szkolenia odnotowano wartość 107,8 ud/min, co odpowiada klasyfikacji wysiłku jako pracy o średniej ciężkości. Badania przeprowadzone w północno-wschodniej Turcji również obejmowały analizę obciążenia fizycznego drwali w trakcie całego dnia roboczego, z zastosowaniem wskaźnika średniej HR jako kryterium oceny intensywności pracy. Çalıřkan i Çađlar (2010) poddali ciągłej obserwacji grupę dziesięciu drwali w średnim wieku 33,9 lat, rejestrując wartości HR w trakcie pełnego dnia roboczego. Średnia częstość skurczów serca wynosiła 128 ud/min, co pozwala na zakwalifikowanie wykonywanej aktywności do kategorii pracy ciężkiej. Najbardziej zbliżoną pod względem wieku grupę porównawczą stanowią kursanci w przedziale 31-45 lat. W tej grupie, w dniu charakteryzującym się najwyższym obciążeniem fizjologicznym, średnia wartość HR wyniosła 112,2 ud/min, co również pozwala zaklasyfikować podejmowany wysiłek jako pracę ciężką (tab. 22).

Podsumowując tę część analiz, można jednoznacznie stwierdzić, że wartości HR uzyskiwane przez zawodowych drwali były istotnie wyższe od wyników odnotowanych dla osób przygotowujących się do wykonywania tego zawodu. W każdej porównywanej grupie wiekowej średnia HR zawodowych drwali przewyższała najwyższe wartości

osiągane przez kursantów. W jednym z badań stwierdzono obciążenie pracą o poziom wyższe niż w grupie porównawczej (praca bardzo ciężka) (Hagena i in. 1993). Najprawdopodobniej różnice te wynikają ze specyfiki aktywności podejmowanej przez drwali zawodowych i uczestników szkoleń. W warunkach szkoleniowych prace wykonywane są rotacyjnie, z częstszymi przerwami związanymi z obserwacją działań pozostałych członków grupy. Kursanci zwykle ograniczają się do ścinki, okrzesywania i przerzynki kilku drzew, co skutkuje znacząco mniejszym obciążeniem fizycznym w porównaniu z doświadczonymi drwalami ścinającymi dużo więcej drzew.

6.5. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki drzew w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Ścinka drzew jest jedną z najcięższych czynności podczas procesu pozyskiwania drewna (Christie 2006; Grzywiński 2011b; Cheża i in. 2018). Podobnie jak przy analizie intensywności fizjologicznej kursantów w trakcie całego dnia pracy, zestawienie wyników dotyczących etapu ścinki drzew będzie miało charakter porównawczy z danymi odnoszącymi się do zawodowo pracujących drwali. Badania dotyczące kursantów obejmowały szeroki wachlarz wskaźników do określenia ciężkości pracy (HR, %HRmax, %VO2max i WEN) (tab. 26-29). Niestety czynność ścinki przez drwali nie była analizowana przez autorów wszystkimi wskaźnikami.

Na wstępie warto odnieść się do analiz Shemwewetta i in. (2002), którzy swoje badania przeprowadzili na terenie Tanzanii. Autorzy analiz podjęli temat dotyczący określenia ciężkości pracy na podstawie średniej wartości HR podczas ścinki i innych czynności zawodowych drwali. Ścinkę drzew sklasyfikowano jako pracę ciężką przy średniej HR 121 ud/min. W przypadku kursantów odnotowano średnią HR w przedziale 131,6-145,5 ud/min w trakcie ścinki drzew dla całego szkolenia (tab. 26). Analogiczną analizę przeprowadził Stempski (2009), określając wydatek energetyczny netto (WEN) podczas jednoosobowej ścinki drzew wykonywanej przez 44-letniego drwala. Badany operator pilarki mieścił się w przedziale wiekowym odpowiadającym grupie kursantów w wieku 31-45 lat. Uzyskany przez doświadczonego pracownika leśnego wynik wyniósł 14 kJ/min, co odpowiadało klasyfikacji wysiłku jako praca umiarkowana. W porównywalnej grupie wiekowej kursantów najniższą wartość odnotowano trzeciego

dnia szkolenia, która wyniosła 27,7 kJ/min, pozwalając zakwalifikować ścinkę jako pracę ciężką (tab. 29). Analizą wydatku energetycznego drwali zajmował się również Grzywiński (2015). Badania dotyczyły wpływu pozycji ciała podczas ścinki na wielkość wydatku energetycznego. Autor wykazał, że sposób ustawienia ciała ma istotny wpływ na ilość energii zużywanej w trakcie wykonywania tego rodzaju prac. Grupa badawcza obejmowała 10 drwali w średnim wieku 47,5 roku, co odpowiadało najstarszej grupie kursantów (46-66 lat) (tab. 29). U doświadczonych drwali wydatek energetyczny mieścił się w przedziale 16,4-22,1 kJ/min, natomiast u kursantów był wyższy i wynosił 24,3-30,3 kJ/min. Zgodnie z klasyfikacją ciężkości pracy, wśród doświadczonych drwali wysiłek związany ze ścinką, w zależności od pozycji ciała, mieścił się w zakresie od pracy umiarkowanej (pozycje: przyklęknięcie na jedno kolano, kuczna oraz pochylona z wyprostowanymi kolanami) do ciężkiej (pozycja pochylona ze zgiętymi kolanami). W kolejnym badaniu Grzywiński i in. (2017) rozszerzyli analizy dotyczące tego samego zagadnienia, wykorzystując detektor tętna do określenia ciężkości pracy. Wyniki potwierdziły, że ścinka drzew we wszystkich analizowanych pozycjach ciała stanowi pracę ciężką. Średnia częstość skurczów serca (HR) dla doświadczonych drwali zawierała się w przedziale 114,1-125,3 ud/min, natomiast u kursantów w najstarszej grupie wiekowej wynosiła 127,0-138,7 ud/min. Wysiłek kursantów w zbliżonym wieku odpowiadał kategorii pracy ciężkiej przy ścinie drzew jedynie w drugim i trzecim dniu szkolenia, natomiast w pozostałych dniach został sklasyfikowany jako praca bardzo ciężka (tab. 26). Irańskie badania dotyczące oceny ciężkości pracy drwali na podstawie częstości akcji serca również obejmowały analizę ścinki drzew (Arman i in. 2021). Naukowcy przebadali trzynastu drwali podczas wykonywania różnych czynności związanych z pozyskiwaniem drewna pilarką łańcuchową. Uzyskane wyniki potwierdziły, że ścinka drzew stanowi pracę ciężką. Średnia częstość skurczów serca podczas tej operacji wynosiła 115,6 ud/min. Wśród kursantów najniższa średnia wartość HR spośród wszystkich grup wiekowych dla całego szkolenia wyniosła 131,6 ud/min, co pozwala zaklasyfikować wykonywaną pracę jako bardzo ciężką (tab. 26). Podobną problematyką zajmowali się Masci i in. (2022), prowadząc badania na Sycylii we Włoszech. Analizie poddano obciążenie pracą drwali-pilarzy wykonujących różne czynności w trakcie dnia roboczego, w tym ścinkę drzew. Badana grupa obejmowała czterdziestu zawodowych pracowników leśnych o średnim wieku 56,2 lat, co odpowiada najstarszej grupie wiekowej kursantów. Średnia częstość skurczów serca doświadczonych drwali podczas ścinki wynosiła 136,7 ud/min, co wskazuje na pracę

bardzo ciężką. Wartość ta jest nieco wyższa niż średnia HR odnotowana dla całego szkolenia w grupie kursantów o porównywalnym wieku (131,6 ud/min), którzy również wykonywali pracę zaklasyfikowaną jako bardzo ciężką. Warto jednak zaznaczyć, że w drugim i trzecim dniu szkolenia kursanci osiągnęli niższe wartości HR, klasyfikujące pracę jako ciężką (tab. 26).

Podsumowując zagadnienie ścinki drzew w kontekście ciężkości pracy kursantów podczas szkolenia, należy podkreślić, że uzyskane wyniki różnią się w zależności od zastosowanych metod oceny. Przy wykorzystaniu częstości skurczów serca (HR) oraz wydatku energetycznego netto (WEN) stwierdzono, że grupa najstarsza osiągała niższe wartości niż grupy średnia i najmłodsza. Porównanie uzyskanych wyników z danymi literaturowymi wskazuje, że zawodowi drwale uzyskują lepsze rezultaty niż kursanci, co niewątpliwie wiąże się z ich doświadczeniem zawodowym oraz adaptacją do specyfiki pracy leśnej. Podczas gdy ścinka drzew wykonywana przez kursantów była niemal zawsze klasyfikowana jako praca bardzo ciężka, w przypadku doświadczonych drwali aktywność ta określana była najczęściej jako ciężka, jedynie sporadycznie osiągając kategorię pracy bardzo ciężkiej. Powyższe zestawienie wpisuje się w opisywane szeroko w literaturze tezę, że doświadczenie pozwala na stosowanie technik pracy wpływających na obniżenie obciążania pracą (Maleta i Sood 1984; Landekić i in. 2018).

6.6. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności okrzesywania w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Okrzesywanie jest uważane za najcięższą czynność podczas pozyskiwania drewna pilarką łańcuchową (Gulci i in. 2016; Masci i in. 2022). Czynność ta wiąże się również z największym ryzykiem wypadkowym (Doyle i Conroy 1989; Cividino i in. 2012). Podczas kursów drwala można zauważyć, że uczestnicy są najbardziej zmęczeni po okrzesianiu ściętego wcześniej drzewa. Celem tej części badania było określenie, która z grup wiekowych kursantów wykazuje największy wydatek energetyczny oraz w jaki sposób uzyskane wyniki kształtują się na tle danych dotyczących zawodowych drwali analizowanych w innych, porównywalnych badaniach. Należy podkreślić, że w dostępnej literaturze brak jest wyników odnoszących się do osób znajdujących się na etapie przygotowania do zawodu.

Analiza wyników okrzesywania wskazuje, że pierwszego dnia szkolenia, niezależnie od wieku, aktywność ta była najbardziej obciążająca, co można wiązać z brakiem doświadczenia oraz wyższym poziomem stresu u kursantów (Hopps 1979; Trianasari i Rahmawati 2021). Czwarty dzień charakteryzował się najmniejszym obciążaniem fizjologicznym dla wszystkich grup wiekowych (tab. 30-33). Najwyższy średni wydatek energetyczny netto (WEN) dla czynności okrzesywania, odnotowano w grupie najmłodszej (32,5 kJ/min - praca ciężka), natomiast najmniejszy u grupy najstarszej (26,3 kJ/min - praca ciężka) (tab. 33).

Należy oczekiwać, że kursanci odbywający szkolenie drwala będą uzyskiwać odmienne wartości wskaźników wysiłkowych niż doświadczeni drwale, których obciążenie pracą podczas okrzesywania zostało już szczegółowo udokumentowane w literaturze. Odnosząc się do już zrealizowanych badań warto przytoczyć ponownie rezultaty, które uzyskał Stempski (2009), ale w kontekście okrzesywania. Badany drwal (44 lat) z doświadczeniem w pracy osiągnął wydatek energetyczny 25 kJ/min (praca ciężka). Kursanci w porównywalnej grupie wiekowej (31-45 lat) podczas całego szkolenia, w trakcie wykonywania okrzesywania, osiągnęli wyższy średni wydatek energetyczny wynoszący 30,9 kJ/min (praca ciężka) (tab. 33). Wyższy wynik kursantów może wynikać z braku doświadczenia w pracy, które stymuluje większy wydatek energetyczny. Badania dotyczące ciężkości pracy przy okrzesywaniu przeprowadzili również Arman i in. (2021). Analizy dotyczyły częstości uderzeń serca podczas okrzesywania. Irańskie badania wskazują, że doświadczeni drwale mają średnią HR na poziomie 117,7 ud/min przy okrzesywaniu, co charakteryzuje pracę ciężką. Z badań przeprowadzonych wśród kursantów średni poziom HR przy okrzesywaniu mieścił się w przedziale 131,9 (najstarsi) - 147,8 ud/min (najmłodszy). Wśród kursantów ciężkość pracy sklasyfikowano jako bardzo ciężką. Uzyskany wynik jest o rząd wielkości wyższy niż wartości odnotowane u doświadczonych drwali opisanych w przytoczonym opracowaniu. Warto podkreślić, że grupa najmłodsza osiągnęła bardzo wysoką wartość średniej HR, kwalifikującą się jako praca bardzo ciężka, bliską klasyfikacji pracy krańcowo ciężkiej (tab. 30). Zagadnieniem okrzesywania zajmowali się również Masci i in. (2022). W badanej grupie drwali w średnim wieku 56,2 lata podczas okrzesywania odnotowano średnią HR na poziomie 143,5 ud/min, co charakteryzowało pracę bardzo ciężką. Kursanci w grupie wiekowej 46-66 lat uzyskali niższe wyniki podczas okrzesywania w trakcie całego kursu (131,9 ud/min - praca bardzo ciężka). Najbardziej zbliżonym

wynikiem był rezultat z pierwszego dnia kursu, który wynosił 140,7 ud/min (praca bardzo ciężka) (tab. 30). Taka różnica może wynikać z różnic miejsca wykonywanych badań, gdyż włoskie badania były realizowane na Sycylii, gdzie odnotowywane są wyższe średnie temperatury powietrza niż w Polsce, które wpływają na zwiększenie obciążenie pracą (Kjellstrom i in. 2009). Ponadto w grupie doświadczonych drwali odnotowano istotny udział osób z nadwagą i otyłością, która wpływa na zwiększenie intensywności fizjologicznej (Kopelman i Grace 2004; Nantel i in. 2011).

6.7. Analiza intensywności fizjologicznej kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Zestawienie pierwszego ściętego i okrzesanego drzewa (tab. 34-37) z drzewem egzaminacyjnym zostało przeprowadzone w celu oceny różnic w obciążeniu wysiłkowym wynikających z odmiennych warunków wykonania zadania. Wielu instruktorów ścinki drzew dostrzega pewną analogię między pierwszym i ostatnim drzewem na kursie. Stres związany z brakiem doświadczenia w szczególny sposób ujawnia się na początku szkolenia (Hopps 1979; Trianasari i Rahmawati 2021). Egzamin również generuje bardzo silne emocje u osób przystępujących do walidacji (Potupchik 2023).

Analogicznie jak przy ścinie i okrzesywaniu zastosowano kilka metod określenia intensywności fizjologicznej pracy (HR, %HRmax, %VO₂max, WEN). Średnie wartości HR i WEN, podobnie jak w przypadku innych czynności wykonywanych przez kursantów, wskazują na najwyższe obciążenie pracą w grupie najmłodszej. Z kolei grupa najstarsza wykazywała najniższy poziom obciążenia wysiłkowego zarówno podczas ścinki i okrzesywania pierwszego drzewa, jak i drzewa egzaminacyjnego. Najstarsza grupa osiągnęła najwyższe wyniki, a grupa w średnim wieku najniższe. Drzewa ścinane podczas egzaminu, niezależnie od grupy wiekowej oraz zastosowanej metody oceny ciężkości pracy, wiązały się z większym obciążeniem fizjologicznym niż pierwsze drzewa oraz średnie wartości uzyskane dla całego kursu. Najprawdopodobniej jest to spowodowane obawą przed poprawką i niezdanym egzaminem (Parvez i Shakir 2011). Ścinka drzew jest kluczowym elementem kursu drwala i jest najbardziej surowo oceniana podczas egzaminu przez instruktorów ścinki drzew. W przypadku okrzesywania to

pierwsze okrzese drzewo okazało się tym najtrudniejszym, co potwierdza każdy ze sposobów określania ciężkości pracy, w każdej grupie wiekowej. Warto jednak zauważyć, że w grupie wiekowej 31-45 lat różnice między pierwszym (148,9 ud/min), a egzaminacyjnym (148,7 ud/min) drzewem były niewielkie (tab. 34).

Podczas okrzesywania można zauważyć duże dysproporcje w doświadczeniu w pracy pilarką łańcuchową u kursantów. Szczególnie widoczne jest to na początku procesu dydaktycznego. Brak płynnej pracy silnika, nieprawidłowe trzymanie pilarki, zbyt mocny uścisk uchwytów i nieodpowiednia postawa to typowe błędy przyszłych drwali w okresie juvenilnym, które prowadzą do zwiększonego wydatku energetycznego. Brak doświadczenia i nieprawidłowa praca najprawdopodobniej wpływają na wyższe obciążenie fizjologiczne przy okrzesywaniu pierwszego drzewa. W warunkach egzaminacyjnych obserwuje się częściowo odmienny przebieg obciążenia wysiłkowego. U większości kursantów, po prawidłowo wykonanej ścinie, obserwuje się obniżenie poziomu stresu podczas okrzesywania, które postrzegane jest jako czynność mniej skomplikowana i mająca mniejszy wpływ na wynik końcowy.

6.8. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń

Analiza całego dnia pracy instruktorów (tab. 38-41) była przeprowadzona za pomocą różnych wskaźników (HR, %HRmax, %VO₂max i WEN). Instruktorów ścinki drzew zestawiono pod względem obciążenia fizjologicznego z dwiema połączonymi grupami wiekowymi uczestników szkolenia (17-30 lat oraz 31-45 lat), co uzasadniono zbliżonym przedziałem wieku badanych (tab. 22-25). Dbając o przejrzystość dyskusji do porównań obu analizowanych grup wykorzystano średnią liczbę uderzeń serca (HR) (tab. 22 i 38), która jest często stosowanym w leśnictwie wskaźnikiem określającym ciężkość pracy (Okuda i in. 2025).

Najbardziej wymagającym dniem dla instruktorów okazał się pierwszy dzień szkolenia ze średnią HR 111,0 ud/min i pracą klasyfikowaną jako ciężka. W tym samym dniu kursanci osiągnęli bardzo zbliżony wynik 112,8 ud/min - praca ciężka. Początek kursu, a w szczególności pierwszy dzień charakteryzuje się mnogością zadań

organizacyjnych dla prowadzących szkolenie. Jest również dniem, kiedy instruktor konfrontuje się z wiedzą i umiejętnościami swoich podopiecznych. Często w szkoleniach uczestniczą osoby, które po raz pierwszy mają styczność z obsługą pilarki łańcuchowej. W pierwszym dniu szkolenia instruktor musi zachować szczególną czujność i aktywność, co wiąże się z wyższym obciążeniem fizjologicznym niż w kolejnych dniach kursu. Jednocześnie zwiększona odpowiedzialność i konieczność szybkiego reagowania na błędy uczestników wywołują znaczne napięcie i stres, który, jak podają przykłady z literatury, może zwiększyć obciążenie pracą (Budiasa i in. 2021). Ponadto, zgodnie z harmonogramem zajęć, w pierwszym dniu zazwyczaj instruktorzy wykonują pełny cykl operacji przy pokazowym drzewie (ścinkę, okrzesywanie i przerzynkę), co w istotny sposób zwiększa obciążenie fizyczne, zbliżając ich aktywność do tej obserwowanej u zawodowych pilarzy (Rodio i in. 2007).

Wraz z kolejnymi dniami kursu obciążenie fizjologiczne malało wśród instruktorów. Trzeciego dnia odnotowano najmniejsze obciążenie fizjologiczne podczas ośmiogodzinnego instruktarskiego (HR 103,3 ud/min - praca średnio ciężka). Tego samego dnia szkolenia u kursantów średnia wartość HR była wyższa i wynosiła 113,7 ud/min klasyfikując pracę jako ciężką. Trzeci dzień kursu zazwyczaj jest dniem, kiedy kursanci posiadają już większą wiedzę, doświadczenie i pewność siebie podczas pracy pilarką. Zjawisko to pozostaje w zgodzie z doniesieniami literaturowymi wskazującymi na korelację między doświadczeniem zawodowym a wzrostem efektywności i pewności działania (Ferris i in. 2007). Instruktorzy zmniejszają w tym czasie stopniowo swoją aktywność fizyczną, ponieważ nie muszą tak często jak w dniach poprzednich reagować na błędy kursantów.

Analiza całego szkolenia wskazuje na mniejsze obciążenie fizjologiczne instruktorów (105,8 ud/min - praca średnio ciężka) niż kursantów (110,8 ud/min - praca ciężka). Różnica ta wynika z odmiennych profili aktywności obu grup. Instruktorzy pełnili głównie funkcję nadzorczą, związaną z obserwacją, korektą techniki oraz zapewnieniem bezpieczeństwa, natomiast kursanci wykonywali głównie zadania fizyczne. Warto zaznaczyć, że choć instruktorzy byli mniej aktywni fizycznie, to ich praca charakteryzowała się wyższym obciążeniem poznawczo-emocjonalnym, co również może prowadzić do przeciążenia organizmu (Gianaros i Wager 2015).

6.9. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia

Do zestawienia wyników instruktorów dotyczących intensywności fizjologicznej podczas ścinki drzew wykonywanej przez kursantów podobnie jak w przypadku ośmiogodzinnej pracy wykorzystano współczynnik HR (tab. 26 i 42). Ścinka drzew pilarką łańcuchową jest powszechnie uważana za najbardziej niebezpieczne zadanie podczas pozyskiwania drewna (Peters 1991), dlatego warto sprawdzić, jak wygląda to zadanie pod względem obciążenia pracą podczas uczenia.

Instruktorzy na kursie drwała podczas ścinki drzew przez kursantów osiągnęli średnią HR w przedziale 102,1-111,4 ud/min, a najwyższą wartość odnotowano pierwszego dnia (praca ciężka). W porównywalnej, połączonej grupie wiekowej kursantów (17-30 lat i 31-45 lat) pierwszego dnia ścinka drzew była klasyfikowana jako praca bardzo ciężka (140,8 ud/min). Pierwsze próby ścinki realizowane przez kursantów wymagają od instruktora zachowania spokoju, opanowania oraz wysokiego poziomu pewności siebie, który pozytywnie wpływa na efekty dydaktyczne (Rushina i Kameneva 2019). W tym czasie kursanci charakteryzują się niepewnością ruchów a niebezpieczna sytuacja mogłaby dodatkowo negatywnie wpłynąć na proces dydaktyczny. W pracy z osobami o mniejszym doświadczeniu instruktorzy często wykorzystują trenażery, aby umożliwić nabycie umiejętności praktycznych w warunkach kontrolowanych co pozytywnie wpływa na redukcję poziomu stresu na początku szkolenia. Trening symulacyjny w początkowej fazie kursu może zwiększyć pewność siebie uczestników i poprawić rezultaty nauczania (Cai i in. 2016). Podczas ścinki pierwszych drzew instruktor pomaga ustawić w prawidłowy sposób pilarkę, czuwa nad głębokością cięcia w rzazie podcinającym i ścinającym. W razie konieczności musi fizycznie powstrzymać kursanta przed wykonaniem niebezpiecznych ruchów, które mogą spowodować przecięcie zawiasy. Wielowątkowość oraz wielozadaniowość (multitasking), charakterystyczne dla procesu nauki technik ścinki drzew w pierwszym dniu kursu, mogą sprzyjać zwiększonemu obciążeniu pracą oraz nasileniu reakcji stresowych (Becker i in. 2023). W kolejnych dniach kursu intensywność pracy spadała i osiągnęła swój najniższy stopień czwartego dnia szkolenia (102,1 ud/min - praca średnio ciężka). W tym samym

dniu u kursantów odnotowano średnie tętno 140,1 ud/min, co charakteryzuje pracę bardzo ciężką. Postępujące umiejętności kursantów ograniczają potrzebę interwencji, zmniejszając ryzyko sytuacji niebezpiecznych. Praca instruktorów w tym czasie koncentruje się na rozmowie o wprowadzeniu korekt i doprecyzowaniu szczegółów. Ostatniego dnia kursu u instruktorów zauważono lekki wzrost średniego HR (105,7 ud/min - praca średnio ciężka) podczas ścinki drzew przez kursantów. Zjawisko to może być związane z uczestnictwem instruktorów w egzaminach prowadzonych równoległe z kursantami, których uprzednio szkolili, a następnie poddawali ocenie. Niewykluczone, że stres egzaminacyjny udziela się również instruktorom, dążącym do jak najwyższych wyników osiągniętych przez szkolonych uczestników. W dniu egzaminu średnia wartość HR kursantów wynosiła 147,8 ud/min, co odpowiada obciążeniu kwalifikowanemu jako praca bardzo ciężka, przy czym należy zauważyć, że powyżej 150 ud/min wysiłek klasyfikowany jest już jako praca krańcowo ciężka. Średnia wartość HR instruktorów podczas ścinki realizowanej przez kursantów w trakcie całego kursu drwala wynosiła 106 ud/min, co klasyfikuje ten wysiłek jako pracę średnio ciężką. Dla porównania, u kursantów z porównywalnej grupy wiekowej odnotowano średnią HR na poziomie 141,9 ud/min, co odpowiada pracy bardzo ciężkiej.

Analiza wskazuje, że choć intensywność fizjologiczna pracy instruktorów podczas ścinki przez kursantów nie osiąga poziomów obserwowanych u uczestników szkolenia, to wymaga specyficznej formy gotowości fizycznej i psychicznej. Obciążenie to jest związane nie tylko z koniecznością reagowania na potencjalne błędy kursantów, ale również z poczuciem odpowiedzialności za bezpieczeństwo i efektywność procesu kształcenia zawodowego.

6.10. Analiza intensywności fizjologicznej instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów na zajęciach praktycznych w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia

Okrzesywanie postrzegane jest jako operacja wymagająca największego nakładu energii w trakcie pozyskiwania drewna przy użyciu pilarki łańcuchowej, co wynika z konieczności wykonywania licznych powtarzalnych ruchów o dużej intensywności oraz stałego utrzymywania kontrolowanej pozycji ciała w zmiennych warunkach terenowych

(Gulci i in. 2016, Masci i in. 2022). Instruktorzy ściniki drzew wkładają duży wysiłek w nauczanie tej czynności szczególnie w pierwszych dniach szkolenia. Średnia wartość HR w trakcie procesu dydaktycznego okrzyszowania u instruktorów zawierała się w przedziale 101,3-114,3 ud/min (praca średnio ciężka i ciężka).

Podobnie jak przy ścinie drzew, największe obciążenie pracą wśród instruktorów przy okrzyszowaniu odnotowano pierwszego dnia szkolenia (114,3 ud/min - praca ciężka). W tym samym dniu u kursantów w połączonej grupie (17-30 i 31-45 lat) odnotowano średnią HR przy okrzyszowaniu 154,0 ud/min, co odpowiada pracy krańcowo ciężkiej. Instruktorzy w trakcie nauczania okrzyszowania muszą znajdować się blisko kursanta i korygować jego ruchy. Bardzo często wymaga to zatrzymania pracy i omówienia popełnianych błędów, ale musi być to wykonane w sposób szczególnie ostrożny, ponieważ zaskoczenie kursanta może spowodować jego niekontrolowaną reakcję (Reisenzein i in. 2019), która w konsekwencji może doprowadzić do wypadku. Bardzo często przy pierwszych drzewach instruktorzy demonstrują ustawienie przy okrzyszowanym drzewie, sposób wykonania cięcia oraz prawidłowy chwyt pilarki. Na tym etapie instruktor wykonuje czynności w zasadzie tożsame z pracą zawodowego drwala, co przekłada się na porównywalne obciążenie organizmu (Stempski 2009; Arman i in. 2021; Masci i in. 2022). W trakcie zajęć instruktorzy często dopuszczają do jednoczesnego okrzyszowania kilku drzew, co usprawnia organizację pracy, lecz jednocześnie istotnie zwiększa intensywność obciążenia fizjologicznego wynikającą z konieczności przemieszczania się pomiędzy stanowiskami poszczególnych kursantów. Wraz z upływem czasu i ze wzrostem doświadczenia uczestników szkolenia, u instruktorów obserwuje się systematyczny spadek intensywności wysiłku, osiągający najniższą średnią wartość HR czwartego dnia szkolenia (101,3 ud/min - praca średnio ciężka). W tym samym dniu kursanci, podczas wykonywania okrzyszowania, również odnotowali najniższy poziom obciążenia pracą, osiągając średnią HR 139,1 ud/min, co odpowiada pracy bardzo ciężkiej. Spadek obciążania pracą jest zauważalny w obu analizowanych grupach. U instruktorów może być to związane z mniejszą liczbą bezpośrednich interwencji obejmujących demonstrację prawidłowej techniki, na rzecz analizowania i omawiania popełnionych błędów dopiero po zakończeniu zadania. Analiza obciążenia pracą instruktorów w trakcie nauki okrzyszowania w kontekście całego kursu wskazuje, że ich wysiłek można zaklasyfikować jako pracę średnio ciężką (105,7

ud/min), natomiast u kursantów stwierdzono obciążenie odpowiadające pracy bardzo ciężkiej (145,7 ud/min) (tab. 30 i 46).

Pomimo istotnie niższego obciążenia fizjologicznego w porównaniu z kursantami uczącymi się prawidłowego okrzesywania oraz zawodowymi drwalami wykonującymi tę czynność, proces nauczania okrzesywania pozostaje wymagający. Jest to zadanie często frustrujące dla instruktorów, co wynika nie tylko z braku bezpośrednich i szybko widocznych efektów szkoleniowych, ale także z konieczności wielokrotnego powtarzania tych samych instrukcji oraz ograniczonych możliwości bieżącego śledzenia indywidualnych postępów uczestników w warunkach intensywnych zajęć praktycznych (Boldrini i in. 2019).

7. Wnioski, stwierdzenia oraz wskazówki dla praktyki

1. Analiza standardów międzynarodowych przygotowujących do zawodu drwala-pilarza wskazała wyraźne różnice w systemach kształcenia w różnych krajach. Polski standard należy do najbardziej efektywnych pod względem współczynnika godzinowego, który odzwierciedla ilość bezpośredniego czasu pracy instruktora z kursantem. Najwyższą efektywność mogą osiągać standardy łączące krótki, intensywny kurs z małymi grupami szkoleniowymi.
2. Porównanie międzynarodowych standardów oraz historycznych modeli szkolenia instruktorów ścinki drzew wskazuje, że polski system kształcenia nie odbiega jakościowo od rozwiązań stosowanych za granicą. Jednak dla dalszego podniesienia skuteczności edukacji zaleca się wprowadzenie obowiązkowego etapu praktyk mentorskich, polegających na nadzorowanej pracy przyszłego instruktora pod opieką doświadczonego nauczyciela zawodu przez określony czas.
3. Uzyskiwane wyniki badania ankietowego przed kursem, w połowie szkolenia oraz po walidacji wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych wskazują, że osoby młodsze, z wyższym wykształceniem i posiadające pilarkę łańcuchową w swoim gospodarstwie domowym osiągają lepsze wyniki częściowe oraz końcowe. Uzyskane rezultaty wskazują na konieczność indywidualizowania trybu nauczania uwzględniającego cechy demograficzne i społeczne kursantów.
4. Przeprowadzone badania wskazują, że podczas szkolenia drwali-pilarzy tempo uczenia się uczestników jest największe w początkowej części kursu. Stwierdzono, że osoby nieposiadające pilarki łańcuchowej osiągają gorsze rezultaty w testach wstępnych, lecz poprawiają swoje wyniki istotnie szybciej niż osoby posiadające pilarki łańcuchowe. Wcześniejsze doświadczenie zdobyte w sposób nieformalny nie zawsze przekłada się na efektywniejsze uczenie się treści teoretycznych, szczególnie w warunkach intensywnego szkolenia. Ponadto stwierdzono, że osoby wychowane w miastach do 50 tys. mieszkańców szybciej przyswajają wiedzę teoretyczną niż osoby wychowane na terenach wiejskich, co przykłada się na lepsze rezultaty testów końcowych.
5. W kolejnych dniach kursu drwala-pilarza stwierdzono wyraźne skrócenie czasu ścinki i okrzesywania drzew wśród kursantów. Wyniki badania wskazują na pozytywny wpływ zajęć praktycznych na osiągnięte efekty kształcenia. Najlepsze

rezultaty osiągnęli kursanci starsi (42-62 lata), co może wynikać z posiadanego doświadczenia zdobytego w pracach domowych pilarką łańcuchową. W późniejszym etapie szkolenia zauważalny był spadek wyników (czwarty dzień), prawdopodobnie związany z narastającym zmęczeniem fizycznym. Z tego względu zasadne jest rozważenie podziału grup szkoleniowych różnicujących tempo zajęć praktycznych z uwzględnieniem kryterium wiekowego. Optymalny podział może odpowiadać temu zastosowanemu w badaniu: grupa młodsza - 18-30, grupa w średnim wieku - 31-41 i grupa starsza - 42-62 lata (ewentualnie 42+).

6. W trakcie ośmiogodzinnych zajęć praktycznych kursanci osiągnęli średnie wartości tętna (HR) mieszczące się w zakresie od 103,0 ud/min (praca średnio ciężka) do 118,9 ud/min (praca ciężka). Największą intensywność fizjologiczną odnotowano drugiego dnia kursu (w najstarszej grupie wiekowej już w pierwszym dniu). Natomiast najmniejsza odpowiedź układu sercowo-naczyniowego odnotowano czwartego dnia szkolenia (w najstarszej grupie już trzeciego dnia). Rezultaty potwierdzają doniesienia naukowe dotyczące pozytywnego wpływu doświadczenia na stopień ciężkości pracy. Zasadne wydaje się informowanie osób biorących udział w szkoleniu, których demotywuje ciężka praca fizyczna o stopniowym zmniejszaniu się poziomu obciążenia pracą wraz z upływem kolejnych dni kursu. Czynniki motywacyjne może pozytywnie wpłynąć na percepcję całego procesu kształcenia.
7. Średni wydatek energetyczny netto (WEN) u kursantów podczas uczenia się ścinki drzew mieścił się w zakresie 24,3-34,5 kJ/min. Na podstawie wartości współczynnika HR, który oscylował w granicach 127,0-152,8 ud/min, pracę zakwalifikowano jako ciężką, bardzo ciężką i krańcowo ciężką (dzień egzaminacyjny u najmłodszej grupy wiekowej). Uczestnicy młodszy wykazywali wyższy poziom intensywności fizjologicznej w porównaniu ze starszymi kursantami. Bardzo duże obciążenie pracą wskazuje na konieczność promowania przez instruktorów ścinki drzew pozycji ciała zmniejszających ciężkość pracy (pozycja kuczna i klęk na jednym kolanie). Warto również promować opieranie się o drzewo podczas wykonywania rzazu podcinającego, które odciąża kręgosłup i kończyny górne. Zaleca się również zwracanie uwagi na trzymanie układu sterującego pilarką łańcuchową w taki sposób, żeby podczas poziomej orientacji gaz był dodawany kciukiem, co w istotny sposób zmniejsza napięcie mięśniowe ręki. Utrwalenie dobrych nawyków od początku szkolenia może istotnie wpłynąć na obniżenie zmęczenia w trakcie szkolenia, ale również w późniejszej pracy zawodowej.

8. Podczas uczenia się okrzesywania ściętych drzew przez kursantów średni WEN (wydatek energetyczny netto) wniósł odpowiednio 24,3 do 36,1 kJ/min. Wykorzystując współczynnik HR, który mieścił się w zakresie 127,0-156,6 ud/min praca przy okrzesywaniu była klasyfikowana jako ciężka, bardzo ciężka i krańcowo ciężka (w pierwszym dniu szkolenia w grupie najmłodszej i w średnim wieku). Osoby prowadzące szkolenie powinny promować pracę w mniej wymuszonych pozycjach ciała, opieranie korpusu pilarki na strzale drzewa i udzie operatora oraz swobodne trzymanie pilarki, bez nadmiernego zaciśnięcia ręki na uchwycie (kabłąku).
9. Zestawienie ciężkości pracy pierwszego ściętego drzewa na kursie drwala przez uczestników z drzewem egzaminacyjnym wskazuje na pracę bardzo ciężką i krańcowo ciężką (u młodszych kursantów). Analiza częstości skurczów serca wykazała wyższe wartości podczas ścinki drzew egzaminacyjnych (140,4-159,0 ud/min), niż w przypadku drzew ścinanych po raz pierwszy (133,4-141,4 ud/min). Porównanie wyników okrzesywania wskazuje na wyższe obciążenie praca podczas pierwszych drzew (140,4-161,0 ud/min), niż drzew egzaminacyjnych (136,4-151,0 ud/min). Rezultaty wskazują na konieczność odpowiedniego podejścia do kursantów w analizowanych etapach szkolenia, ponieważ najprawdopodobniej wyniki mają silny związek z brakiem doświadczenia (pierwsze drzewa) i stresem (drzewa egzaminacyjne). Upowszechnienie wiedzy o zjawisku wśród osób prowadzących szkolenia i walidację umiejętności przyszłych drwali może pozytywnie wpłynąć na przyjęcie odpowiedniego podejścia, minimalizującego stres u kursantów, który negatywnie wpływa na obciążenie psychiczne i fizyczne.
10. Ciężkość pracy u instruktorów ścinki drzew podczas prowadzenia zajęć praktycznych na całym kursie drwala była określona jako praca średnio ciężka (HR 105,8 ud/min). Największą intensywność fizjologiczną odnotowano pierwszego dnia i została sklasyfikowana jako praca ciężka (HR 111,0 ud/min). Natomiast najmniejszą intensywność fizjologiczną trzeciego dnia szkolenia (HR 103,3 ud/min - praca średnio ciężka). U młodszych instruktorów pracę związaną z prowadzeniem zajęć podczas kursów drwal-pilarz określono jako cięższą. W pierwszym dniu szkolenia wyższe obciążenie pracą spowodowane najprawdopodobniej mnogością zadań organizacyjnych mogłoby być obniżone rozłożeniem zadań na inne dni kursu. Przykładem rozwiązania może być wyposażenie uczestników kursu w niezbędne środki ochrony indywidualnej w dniu zajęć teoretycznych. Organicznie liczby zadań

organizacyjnych pierwszego dnia może istotnie wpłynąć na obniżenie ciężkości pracy.

11. Średni WEN instruktorów w trakcie uczenia umiejętności ścinki drzew mieścił się w zakresie 14,0-17,8 kJ/min. Praca była klasyfikowana jako ciężka na początku szkolenia (HR 111,4 ud/min) i stopniowo zmniejszała swoją intensywność aż do czwartego dnia, kiedy osiągnęła najniższą wartość tętna (102,1 ud/min) i została sklasyfikowana jako praca średnio ciężka. W celu obniżenia intensywności fizjologicznej należy rozważyć użycie wskaźników laserowych, które pomagają w biernych korektach postawy kursantów podczas ścinki oraz ustawienia pilarki łańcuchowej. Zastosowanie wskaźników może również pomóc we wskazywaniu parametrów pniaka po ścinie, który zazwyczaj każdorazowo jest omawiany przez instruktorów. Mniejsza aktywność układu mięśniowo-szkieletowego i naturalna postawa ciała wpływa na obniżenie intensywności fizjologicznej.
12. Praktyczna nauka okrzesywania podczas kursu drwala charakteryzowała się średnim WEN w przedziale od 13,6 do 19,0 kJ/min. Okrzesywanie było bardziej obciążającą czynnością niż ścinka drzew, szczególnie w pierwszym dniu szkolenia (HR 114,3 ud/min - praca ciężka). Wraz z upływem czasu obciążanie pracą malało i osiągnęło swój najniższy poziom czwartego dnia kursu (101,3 ud/min - praca średnio ciężka). Pierwsze dni okrzesywania wymagają bardzo dużo aktywności fizycznej od instruktorów, którzy są zmuszeni przemieszczać się między stanowiskami pracy kursantów. Korekty i demonstracja prawidłowych ruchów generują większe obciążenie fizjologiczne. Zasadne jest wykorzystanie ochronników słuchu z możliwością komunikacji werbalnej między instruktorem a kursantami do korekt, które nie wymagają zademonstrowania ruchów. Tego typu rozwiązanie może w istotny sposób ograniczyć liczbę przejść w trudnym terenie, generującym wyższe obciążenie fizjologiczne.

Wytyczne do prowadzenia kursów drwala-pilarza:

1. Do prowadzenia samodzielnych zajęć dydaktycznych na kursach dla drwali-pilarzy mogą być dopuszczone wyłącznie osoby, które ukończyły szkolenie prowadzone przez wykwalifikowaną, doświadczoną oraz czynnie działającą zawodowo kadrę instruktorów ścinki drzew. Ponadto program szkolenia dla kandydatów na instruktorów powinien zawierać elementy instruktażu z kursantami uczestniczącymi w kursie drwala-pilarza. Alternatywnie, szkolenie może zostać uzupełnione stażem mentorskim odbytym pod nadzorem doświadczonego instruktora, realizowanym w trakcie co najmniej jednego pełnego kursu drwala-pilarza, obejmującego zarówno część teoretyczną, jak i praktyczną.
2. Zaleca się na zajęciach teoretycznych, poprzedzających część praktyczną kursów drwala-pilarza, rozdysponowanie środków ochrony indywidualnej (kaski z ochronnikami słuchu i wzroku oraz nogawice antyprzebiegiowe) wraz z dopasowaniem ich do uczestników i demonstracją regulacji oraz sposobu użytkowania.
3. Rekomenduje się prowadzenie zajęć terenowych w grupach liczących 4-6 osób, z uwzględnieniem doświadczenia instruktora ścinki drzew oraz specyfiki warunków drzewostanowych.
4. Zasadne jest dokonanie podziału kursantów na grupy o zbliżonym poziomie wiedzy i tempie uczenia się, z uwzględnieniem takich czynników, jak wiek, poziom wykształcenia, wcześniejsze doświadczenie w pracy pilarką oraz miejsce wychowania.
5. W trakcie intensywnych kursów dla drwali-pilarzy zaleca się zastosowanie trybu hybrydowego, obejmującego naprzemienne realizowanie zajęć teoretycznych i praktycznych, szczególnie w czwartym dniu szkolenia, kiedy zaobserwowano oznaki zmęczenia oraz spadek efektywności uczestników. Zajęcia wykładowe i demonstracyjne mogą obejmować zagadnienia drzew zawieszonych, złomów i wywrotów oraz konserwacji pilarek w cyklu tygodniowym i miesięcznym.
6. Zaleca się również stosowanie w praktyce przez instruktorów ścinki drzew nowoczesnego sprzętu pomocniczego (wskaźnik laserowy, ochronniki słuchu z możliwością komunikacji werbalnej na odległość), który w znacznym stopniu usprawnia pracę i komunikację z kursantami.

8. Spis literary

1. Ackerman P.L., 1988: Determinants of individual differences during skill acquisition: Cognitive abilities and information processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(3): 288-318.
2. Adukauskiene D., Varanauskiene E., Adukauskaite A., 2011: Venomous snakebites. *Medicina*, 47(8): 461-467.
3. AFZ-Der Wald, 2008: Sonderheft Historische Motorsägen. Die Forst & Technik-Serie.
4. Albizu-Urionabarrenetxea P.M., Tolosana-Esteban E., Roman-Jordan E., 2013: Safety and health in forest harvesting operations. Diagnosis and preventive actions. A review. *Forest Systems*, 22(3): 392-400.
5. Anderson J.R, 1993: *Rules of the Mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
6. Arens E., Zhang H., 2006: The skin's role in human thermoregulation and comfort. In *thermal and Moisture transport in fibrous materials*. Woodhead Publishing, 560-603.
7. Arman Z., Nikooy M, Tsioras P.A., Heidari M., Majnounian B., 2021: Physiological workload evaluation by means of heart rate monitoring during motor-manual clearcutting operations. *International Journal of Forest Engineering*, 32(2): 89-97.
8. Åstrand P.O., Rodahl K., Dahl H.A., Strømme S.B., 2003: *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise*. Wydanie IV, Human Kinetics, Champaign, IL.
9. Baker L.B., 2019: Physiology of sweat gland function: The roles of sweating and sweat composition in human health. *Temperature*, 6(3): 211-259.
10. Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S., Stansfeld S., 2014: Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925): 1325-1332.
11. Becker K., 2010: Facilitating unlearning during implementation of new technology. *Journal of Organizational Change Management*, 23(3): 251-268.
12. Becker L., Kaltenecker H.C., Nowak D., Rohleder N., Weigl M. 2023: Differences in stress system (re-) activity between single and dual-or multitasking in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Health psychology review*, 17(1): 78-103.

13. Bentley T.A., Parker R.J., Ashby L., 2005: Understanding felling safety in the New Zealand forest industry. *Applied Ergonomics*, 36(2):165-175.
14. Best T., 2021: Understanding the machine operators experience of stress. School of Forestry University of Canterbury Te Whare Wānanga o Waitaha Christchurch, New Zealand.
15. Billett S., 2001: Learning through work: workplace affordances and individual engagement. *Journal of Workplace Learning*, 13(5): 209-214.
16. Blank I.H., McAuliffe D.J., 1985: Penetration of benzene through human skin. *Journal of Investigative Dermatology*, 85(6): 522-526.
17. Blaskovic D., Pucekova G., Kubínyi L., Stupalová S., Oravcová V., 1967: An epidemiological study of tick-borne encephalitis in the Tribec Region: 1953-63. *Bulletin of the World Health Organization*, 36(1): 89-94.
18. Blombäck P., Poschen P., Lövgren M., 2003: Employment trends and prospects in the european forest sector. Geneva Timber and Forest Discussion Papers. UN New York and Geneva.
19. Bodył M., 2021a: Jak szkolić szkolących? *Drwal*, 8: 44-49.
20. Bodył M., 2021b: Kurs bez ściemy. *Drwal*, 12: 24-28.
21. Bodył M., 2022: Rozmiar pozyskania maszynowego w Polsce. *Drwal*, 4: 24-28.
22. Bogovic P., Lotric-Furlan S., Strle F., 2010: What tick-borne encephalitis may look like: clinical signs and symptoms. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 8(4): 246-250.
23. Boldrini E., Sappa V., Aprea C., 2019: Which difficulties and resources do vocational teachers perceive? An exploratory study setting the stage for investigating teachers' resilience in Switzerland. *Teachers and Teaching*, 25(1): 125-141.
24. Bovenzi M., Franzinelli A., Strambi F., 1988: Prevalence of vibration-induced white finger and assessment of vibration exposure among travertine workers in Italy. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 61: 25-34.
25. Brown J.R., Crowden G.P., 1963: Energy expenditure ranges and muscular work grades. *Occupational and Environmental Medicine*, 20(4): 277-283.
26. Brzózko J., Skarżyński J., Wójcik K., Rednowski M., 2016: Doświadczenie pilarza a ryzyko wypadku przy ścinie drzew. *Sylwan*, 160(6): 452-458.
27. Budiasa I.K., Sara I. M., Siramiati N.W., 2021: The role of work stress in mediating workload and work environment on crew performance PT. *Indonusa Tenggara Marine. Jurnal Ekonomi dan Bisnis Jagaditha*, 8(1): 61-70.

28. Burnik S., Jereb B., 2007: Heart rate as an indicator of sport climbing intensity. *Acta Univ. Palacki. Olomuc*, 37(1): 63-66.
29. Bünger J., Bombosch F., Mesecke U., Hallier E., 1997: Monitoring and analysis of occupational exposure to chain saw exhausts. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58(10): 747-751.
30. Cabeças J.M., 2007: An approach to health and safety in E.U. forestry operations - Hazards and preventive measures. *Enterprise and Work Innovation Studies*. Universidade Nova de Lisboa, Interdisciplinary Centre on Social Sciences. Faculty of Science and Technology, 3(3): 13-34.
31. Cai P., Chandrasekaran I., Cai Y., Chen Y., Wu X., 2016: Simulation-enabled vocational training for heavy crane operations. In *Simulation and Serious Games for Education*. Springer Singapore: 47-59.
32. Chao P.Ch., Juang Y.J., Chen Ch.J., Dai Y.T., Yeh Ch.Y., Hu C.Y., 2013: Combined effects of noise, vibration, and low temperature on the physiological parameters of labor employees. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 29(10): 560-567.
33. Cheța M., Marcu M.V., Borz S.A., 2018: Workload, exposure to noise, and risk of musculoskeletal disorders: A case study of motor-manual tree felling and processing in poplar clear cuts. *Forests*, 9(6): 300.
34. Cho M.J., Choi Y.S., Lee E., 2023: Identifying risk factors and evaluating occupational safety in south Korean forestry sector. *Forests*, 14(4): 851.
35. Chojnicki J., 2013. *Bezpieczne pozyskanie drewna, Poradnik*. Państwowa Inspekcja Pracy, Warszawa.
36. Chojnicki J., 2023: 5 minut dla bezpieczeństwa. *Gazeta Leśna*, 12: 24-25.
37. Christie C.J.A., 2006: A field investigation of physical workloads imposed on harvesters in South African forestry (Doctoral dissertation, Rhodes University).
38. Cividino S.R.S., Maroncelli E., Vello M., Gubiani R., Snidero I., Pergher G., Colantoni, A. 2012: Accident analysis during the chainsaw use: prevention and protection measures to reduce injuries. *International Conference RAGUSA SHWA 2012*.
39. Clutterbuck D., 2013: *Everyone Needs a Mentor: Fostering Talent in Your Organisation*. CIPD.
40. Conway S.H., Pompeii L.A., Casanova V., Douphrate D.I., 2017: A qualitative assessment of safe work practices in logging in the southern United States. *American Journal of Industrial Medicine*, 60(1): 58-68.

41. Crowe M.P., 1986: Hardwood logging accidents and counter-measures for their reduction. *Australian Forestry*, 49(1): 44-55.
42. Çalışkan E., Çağlar S., 2010: An assessment of physiological workload of forest workers in felling operations. *African Journal of Biotechnology*, 9(35): 5651-5658.
43. Deci E.L., Ryan R.M., 2000: The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4): 227-268.
44. Deutsch M.U., Kearney G.A., Rehner N.J., 1999: The validity of heart rate measurement during intermittent high intensity exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5): S110.
45. Dickinson H.W., 2011: A short history of the steam engine. Cambridge University Press, Cambridge.
46. Domżańska T., 2020: Analiza wypadkowości w latach 2016-2018 (cz.1). *Drwal*, (6): 44-48.
47. Doyle Y. G., Conroy R. M., 1989: Prevention of timber felling and chainsaw-related accidents in the Republic of Ireland. *Accident Analysis & Prevention*, 21(6): 529-534.
48. Drabarczyk J., 2015: Wirtualni drwale. *Głos Lasu*, 4: 34-36.
49. Driscoll T., Healey S., Hendrie L., Mandryk J., Mitchell R., 1999: Work-related traumatic fatalities involving timber activities in Australia, 1980-1992. NIOSH.
50. Duray P. H., 1989: Clinical pathologic correlations of Lyme Disease. *Reviews of Infectious Diseases*, 11(6): 1487-1493.
51. Dvořák J., Walczyk J., Natov P., Hošková P., 2015: Struktura czasu pracy herwesterów podczas pozyskania przygodnego. *Sylvan*, 159(4): 300-306.
52. Ekpenyong Ch.E., Asuquo E. A., 2017: Recent advances in occupational and environmental health hazards of workers exposed to gasoline compounds. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 30(1): 1-26.
53. Eraut M., 2004: Informal learning in the workplace. *Studies in Continuing Education*, 26(2): 247-273.
54. Eroglu H., Yilmaz R., Kayacan Y., 2015: A study on determining the physical workload of the forest harvesting and nursery-afforestation workers. *Anthropologist*, 21(12): 168-181.
55. Ertl H.C.J., 2019: New rabies vaccines for use in humans. *Vaccines*, 7(2): 54-64.

56. European Commission, 2018: Blueprint for Sectoral Cooperation on Skills: Towards a Shared Vision on Skills for the Forestry Sector. Brussels.
57. Farkkila M., 1978: Grip force in vibration disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 4(2): 159-166.
58. Farkkila M., Pyykko I., 1979: Blood flow in the contralateral hand during vibration and hand grip contractions of lumberjacks. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 5(4): 368-374.
59. Feás X., 2021: Human fatalities caused by hornet, wasp and bee stings in Spain: epidemiology at state and sub-state level from 1999 to 2018. *Biology*, 10(2): 73-85.
60. Feás X., Vidal C., Remesar S., 2022: What we know about sting-related deaths? Human fatalities caused by hornet, wasp and bee stings in Europe (1994-2016). *Biology* 11(2): 282-294.
61. Ferris H., McKenzie K., Thomas K. V., 2007: Self-ratings of confidence in clinical & critical thinking problem-solving as a function of post-qualification experience: a study of radiation therapists.
62. Fink D., 2019: A new definition of noise: noise is unwanted and/or harmful sound. Noise is the new „secondhand smoke”. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 39: 1-12.
63. Fischer V., Young N., Mueller C., Stueland D.T., 2005: Three times the injuries among occasional wood cutters compared to professional loggers: sample of emergency rooms in central and northern Wisconsin. *American Journal of Industrial Medicine*, 47(3): 246-253.
64. Fisher Ch.R., Streicker D.G., Schnell M.J., 2018: The spread and evolution of rabies virus: conquering new frontiers. *Nature Reviews Microbiology*, 16(4): 241-255.
65. Fitts P.M., Posner M. I., 1967: *Human Performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
66. Food and Agriculture Organization of the United Nations 2020: Forest product statistics. Global production and trade in forest products in 2019: <https://www.fao.org/forestry-fao/statistics/80938/en/> (dostęp 11.06.2024).
67. Forest Europe 2020: <https://foresteurope.org> (dostęp 07.06.2024).
68. Futatsuka M.I., Farkkila P.M., Korhonen O., Starck J.P., 1983: blood pressure, flow, and peripheral resistance of digital arteries in vibration syndrome. *British Journal of Industrial Medicine*, 40(4): 434-441.
69. Garland J.J., 2018: Accident reporting and analysis in forestry: guidance on increasing the safety of forest work. Forestry Working Paper: No. 2. Rome, FAO.

70. Gautam S., Pulkki R., Shahi Ch., Leitch M., 2013: Quality assessment of cut-to-length logging residues for bioenergy production in Northwestern Ontario. *International Journal of Forest Engineering*, 24(1): 53-59.
71. Geisler E., Rittenhouse Ch.D., Rissman A.R., 2016: Logger perceptions of seasonal environmental challenges facing timber operations in the upper midwest, USA. *Society and Natural Resources*, 29(5): 540-555.
72. Gendek A., Aniszewska M., Nurek T., Moskalik T. 2018: Stan wyszkolenia i wyposażenie operatorów pilarek zatrudnionych przy pozyskaniu drewna polskich lasach. *Sylwan*, 2(162): 118-126.
73. Gianaros P.J., Wager T.D., 2015: Brain-body pathways linking psychological stress and physical health. *Current directions in psychological science*, 24(4): 313-321.
74. Giefing D.F., Grzywiński W., 2009: Zmiany fizycznego i psychicznego obciążenia pracą przy pozyskiwaniu drewna w następstwie postępu technicznego w leśnictwie. W: Fertsch M. [red.]. *Ergonomia - technika i technologia - zarządzanie*. Wyd. PP, Poznań: 25-44.
75. Gizak D., 2021: O życiu drwali... . *Drwal*, 3: 22-26.
76. Głowacki P. 2016: Wypadków coraz więcej. *Głos Lasu*, 9: 12-13.
77. Gołąb N., Krause M., 2019: Stan bezpieczeństwa pracy w leśnictwie w latach 2009-2016. *Sylwan*, 163(6): 508-514.
78. Griffin M.J., Bovenzi M., Nelson C.M., 2003: Dose-response patterns for vibration-induced white finger. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(1): 16-26.
79. Groborz A., Juliszewski T., 2005: Analiza możliwości wykorzystania aparatury pomiarowej i programu komputerowego firmy Polar do rejestracji tętna. *Inżynieria Rolnicza*, 14: 109-117.
80. Grogan E., 1992: Stone axe studies in Ireland. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 58(1): 389-416.
81. Groves K.W., Lyons R.G., 1968: Occupational hazards for chainsaw operators. *Australian Forestry*, 32(4): 205-210.
82. Grzywiński W., 2005: Obciążenia fizyczne drwala. *Drwal*, 5: 10-11.
83. Grzywiński W., 2007a: *Ergonomia i ochrona pracy w leśnictwie. Przewodnik do ćwiczeń*. Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej.
84. Grzywiński W., 2007b: Wydatek energetyczny netto czynności roboczych w leśnictwie. *Opracowanie Własne*.
85. Grzywiński W., 2009: Praca operatora nie jest łatwa. *Drwal* 2: 16-18.

86. Grzywiński W., 2011a: Kobieta z piłą? Jednak nie. *Drwal* 2: 18-19.
87. Grzywiński W., 2011b: Wpływ wybranych czynników na rodzaj pozycji roboczych operatora pilarki spalinowej podczas ścinki drzew. *Rozprawy Naukowe. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*, 424: 89-97.
88. Grzywiński W., 2015: Influence of working posture during the felling on energy expenditure of a chainsaw operator. *Sylvan*, 159(10): 824-830.
89. Grzywiński W., Jelonek T., Tomczak A., 2019: Obciążenie fizyczne na stanowiskach leśniczego i podleśniczego. *Sylvan*, 10(163): 811-819.
90. Grzywiński W., Jelonek T., Tomczak A., Jakubowski M., Bembenek M., 2017: Does body posture during tree felling influence the physiological load of a chainsaw operator? *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24(3): 401-405.
91. Grzywiński W., Sawa L., Nowik A., Nowicki G., 2013: Struktura wypadków przy pracy w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Szczecinku w latach 1990-2009. *Sylvan*, 157(6): 403-411.
92. Grzywiński W., Turowski R., Jelonek J., Tomczak A., 2022: Physiological workload of workers employed during motor-manual timber harvesting in young alder stands in different seasons. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 35(4): 437-447.
93. Gulci N., Akay A.E., Erdas O., 2016: Investigation of timber harvesting operations using chainsaw considering productivity and residual stand damage: The Case of Bahçe Forest Enterprise Chief. *Journal Of The Faculty Of Forestry-Istanbul University*.
94. GUS 2016: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/lesnictwo/lesnictwo-2016,1,12.html> (dostęp 02.05.2025).
95. GUS 2017: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/lesnictwo/lesnictwo-2017,1,13.html> (dostęp 02.05.2025).
96. GUS 2018: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-lesnictwa-2018,13,1.html> (dostęp 02.05.2025).
97. GUS 2019: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-lesnictwa-2019,13,2.html> (dostęp 02.05.2025).

98. GUS 2020: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-lesnictwa-2020,13,3.html> (dostęp 02.05.2025).
99. GUS 2021: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-lesnictwa-2021,13,4.html> (dostęp 02.05.2025).
100. GUS 2022: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-lesnictwa-2022,13,5.html> (dostęp 02.05.2025).
101. GUS 2023: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/lesnictwo/lesnictwo-w-2023-roku,3,5.html> (dostęp 02.05.2025).
102. GUS 2024: Rocznik statystyczny leśnictwa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-lesnictwa-2024,13,7.html> (dostęp 02.05.2025).
103. Gustavsson L., Madlener R., Hoen H.F., Jungmeier G., Karjalainen T., Klöhn S., Mahapatra K., Pohjola J., Solberg B., Spelter H., 2006: The role of wood material for greenhouse gas mitigation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11: 1097-1127.
104. Hagen K.B., Harms-Ringdahl K., Myhr N.E., 1993: Physical workload, perceived exertion, and output of cut wood as related to age in motor-manual cutting. *Ergonomics*, 36(5): 479-488.
105. Haim G., 2002: Von der fällmaschine zur modernen motorsäge. *Wald Holz*, 83(9): 51-54.
106. Hansen A. 1988: Kompleksowa Ocena poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa.
107. Harjula K.K., Rauramaa R., 1984: Oxygen consumption of lumberjacks in logging with a power-saw. *Ergonomics*, 27(1): 59-65.
108. Harrington M. J., 2021: Forestry-integrating safety in a time of rapid change. *Journal of agromedicine*, 26(1): 88-91.
109. Häggström C., Edlund B., 2023: Knowledge retention and changes in licensed chainsaw workers' risk awareness. *Small-scale Forestry*, 22: 103-119.
110. Hălălișan A.F., Popa B., Borz S.A., Abrudan I.V., 2022: Health and safety issues in Romanian forests: findings from FSC certification audits. *Forests*, 13(5): 714-726.

111. Heizer R.F., 1963: Domestic fuel in primitive society. *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 93(2): 186-194.
112. Hildebrandt A., Zintl A., Montero E., Hunfeld K.P., Gray J., 2021: Human babesiosis in Europe. *Pathogens*, 10(9): 1165-1194.
113. Holmala K., Kauhala K., 2006: Ecology of wildlife rabies in Europe. *Mammal Review*, 36(1): 17-36.
114. Hooper B., Parker R., Todoroki Ch., 2017: Exploring chainsaw operator occupational exposure to carbon monoxide in forestry. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(1): 1-12.
115. Hopps Z.J., 1979: Dimensions of Occupational Stress: Implications for Vocational Education.
116. Hoss C., Jacke H., Augusta J., 1997: Szkodliwe substancje powstające podczas stosowania pilarek łańcuchowych. *Las Polski*, 2: 19-21.
117. Illeris K., 2018: Contemporary theories of learning: Learning theorists - in their own words (Second ed., YBP Print DDA). Routledge.
118. Irwin A., Tone I.R., Sobocinska P., Liggins J., Johansson S., 2023: Thinking five or six actions ahead: investigating the non-technical skills used within UK forestry chainsaw operations. *Safety Science*, 163: 1-12.
119. Jackson A.C., Warrell M.J., Rupprecht Ch.E., Ertl H.C.J., Dietzschold B., O'Reilly M., Leach R.P., Fu Z.F., Wunner W.H., Bleck T.P., Wilde H., 2003: Management of rabies in humans. *Clinical Infectious Diseases*, 36(1): 60-63.
120. Jajor R., 2014: Instruktor, to brzmi dumnie. *Nowa Gazeta Leśna. Miesięcznik Wszystkich Pracujących w Lesie*, 4: 14-15.
121. Jakubowski R., 1986: Ergonomia i Ochrona Pracy w Polskim Leśnictwie. *Ergonomia*, 1-2(9): 51-85.
122. Jelonek T., 2015: Ewolucja piły łańcuchowej oraz pilarki jako środków do pozyskiwania drewna. *Studia i Materiały Ośrodka Kultury Leśnej*, 14: 151-170.
123. Jia X., Xiao P., Jin X., Shen G., Wang X., Jin T., Nordberg G., 2002: Adverse effects of gasoline on the skin of exposed workers. *Contact Dermatitis*, 46(1): 44-47.
124. Kamiński E., 1974: Wydajność pracy przy pozyskiwaniu drewna w przedsiębiorstwie „Lasy Państwowe”. *Sylwan*, 118(3): 21-32.
125. Kapral J., 2004: Nowe techniki i technologie przyjazne środowisku. *Biblioteczka Leśniczego. Wydawnictwo Świat*, 14.

- 126.Kapral J., 2009: Czy właścicielem maszyn wielooperacyjnych do pozyskiwania drewna mogą być także Lasy Państwowe? *Postępy Techniki w Leśnictwie*, 107: 38-44.
- 127.Kilbrink N., 2013: Transfer of learning through integration of theory and practice in technical vocational education. In *Hybrid Learning in Vocational Education*: 69-84.
- 128.Kjellstrom T., Holmer I., Lemke B., 2009: Workplace heat stress, health and productivity—an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global health action*, 2(1): 2047.
- 129.Knowles M.S., Holton E.F., Swanson R.A., 2015: *The Adult Learner*. Routledge. New York.
- 130.Kollman R.E., Lestz S.S., Meyer W.E., 1973: Exhaust emission characteristics of a small 2-stroke cycle spark ignition engine. *SAE Technical Papers*.
- 131.Komuński P., 1995: *Badania emisji tlenku węgla podczas pracy pilarką*. Praca doktorska. Katedra Użytkowania Lasu i Drewna. Akademia Rolnicza w Krakowie.
- 132.Kopelman P.G., Grace C., 2004: New thoughts on managing obesity. *Gut*, 53(7): 1044-1053.
- 133.Korneeva Y., Shadrina N., Simonova N., Trofimova A., 2024: Job stress, working capacity, professional performance and safety of shift workers at forest harvesting in the north of Russian Federation. *Forests*, 15(12): 1-18.
- 134.Kowalski J., 1968: Wpływ zmęczenia i znużenia robotnika na wydajność pracy przy ścinie drzew mechaniczną piłą spalinową. *Sylwan*, 112(10): 39-45.
- 135.Kozłowski S., Nazar K., 1999: *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*. Wydawnictwo PZWL, Wydanie 3, Warszawa.
- 136.Krause M., 1992: *Ergonomia. Praktyczna wiedza o pracującym człowieku i jego środowisku*. Śląska Organizacja Techniczna, Katowice.
- 137.Krawczyk T., 2018: Ile tego maszynowego? *Głos Lasu*, 5(569): 18-20.
- 138.KRUS. Wypadki przy pracy i choroby zawodowe rolników oraz działania prewencyjne KRUS w latach 2018-2023. <https://www.gov.pl/web/krus/informacje-biura-prewencji-o-wypadkach-przy-pracy-chorobach-zawodowych-rolnikow-oraz-dzialaniach-prewencyjnych-krus> (dostęp 15.03.2025).
- 139.Kryter K. D., 1972: Non-auditory effects of environmental noise. *American Journal of Public Health*, 62(3): 389-398.
- 140.Kubiak M., 1978: Pracochłonność podstawowych operacji przy pozyskiwaniu drewna w rębnym drzewostanie sosnowym. *Sylwan*, 10: 31-36.

141. Kubiak M., 1985: Struktura wypadków przy pracy w gospodarstwie leśnym i dynamika ich wzrostu. *Sylvan*, 12(129): 13-21.
142. Kuiper H., Jongh B.M., Nauta A.P., Houweling H., Wiessing L.G., Charante A.W., Spanjaard L., 1991: Lyme borreliosis in dutch forestry workers. *Journal of Infection*, 23(3): 279-286.
143. Kusiak W., 2008: Tendencje na rynku harwesterów i forwarderów w Polsce. W: Romankow J. [Red.] *Bezpieczeństwo pracy w nowoczesnym leśnictwie*. Katedra Inżynierii Środowiska Pracy, UP Poznań: 24-36.
144. Kyndt E., Dochy F., Nijs H., 2009: Learning conditions for non-formal and informal workplace learning. *Journal of Workplace Learning*, 21(5): 369-383.
145. Laanti S., Sorvari J., Elonen E., Pitkänen M., 2001: Mutagenicity and PAH:S of particulate emissions of two-stroke chainsaw engines. *SAE Technical Papers*.
146. Lagerstrom E., Magzamen S., Kines P., Brazile W., Rosecrance J., 2019: Determinants of safety climate in the professional logging industry. *Safety*, 5(2): 35.
147. Landekić M., Šporčić M., Martinić I., Šušnjar M., Pandur Z., Bačić M., 2018: Evaluation and comparison of forest machinery operators' cardiovascular workload. *FORMEC 2018-Improved Forest Mechanisation: mobilizing natural resources and preventing wildfires*: 231-243.
148. Lasy Państwowe, 2008: Zarządzenie nr 30 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 17 kwietnia 2008 r. w sprawie wykazów obowiązujących zarządzeń i decyzji Naczelnego Dyrektora Lasów Państwowych i Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych według stanu prawnego na 31 grudnia 2007 r.
149. Lasy Państwowe, 2012: Załącznik do zarządzenia nr 36 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 20 kwietnia 2012 r. INSTRUKCJA BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY PRZY WYKONYWANIU PODSTAWOWYCH PRAC Z ZAKRESU GOSPODARKI LEŚNEJ.
150. Lasy Państwowe, 2019: Zarządzenie nr 51 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 30 września 2019 r. w sprawie warunków technicznych stosowanych w obrocie surowcem drzewnym w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe.
151. Laurow Z., 1999: *Pozyskiwanie Drewna*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
152. Lefort A.J., Hoop C.F., Pine J.C., Marx B.D., 2003: Characteristics of injuries in the logging industry of Louisiana, USA: 1986 to 1998. *International Journal of Forest Engineering*, 14(2): 75-89.

153. Leszczyński K., 2014: The concentration of carbon monoxide in the breathing areas of workers during logging operations at the motor-manual level. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 27(5): 821-829.
154. Leszczyński K., Stańczykiewicz A., 2014: Zastosowanie monitora pracy serca do oceny efektywnego energetycznego w ręczno-maszynowych pozyskiwania drewna. *Sylvan*, 2(158): 124-131.
155. Leszczyński K., Stańczykiewicz A., Sowa J.M., 2012: Poziom obciążenia pracą robotników przy pozyskiwaniu drewna z wykorzystaniem procesorów agregowanych z ciągnikami rolniczymi w trzebieżach drzewostanów sosnowych. *Nauka Przyroda Technologia*, 6 (Zeszyt 3).
156. Lewandowski S., 1981: Powierzchnia leśna jako podstawa planowania zatrudnienia w gospodarstwie leśnym. *Sylvan*, 125(02): 65-72.
157. Li B., Yang Y., Yao R., Liu H., Li Y., 2017: A simplified thermoregulation model of the human body in warm conditions. *Applied Ergonomics*, 59: 387-400.
158. Lindenmayer D.B., Margules Ch.R., Botkin D.B., 2000: Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*, 14(4): 941-950.
159. Liu F., Jiang S., Kang J., Wu Y., Yang D., Meng Q., Wang Ch., 2022: On the definition of noise. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1): 406.
160. Lum G., 2015: On the functions of a system of vocational qualifications. *Journal of Education and Work*, 28(2): 187-206.
161. Maciak A., 2011: Analiza rynku łańcuchowych pilarek spalinowych w Polsce. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 5: 2-4.
162. Mäkinen T.M., Hassi J., 2009: Health problems in cold work. *Industrial Health*, 47(3): 207-220.
163. Makowiec-Dąbrowska T., 1998: Zasady oceny obciążenia fizycznego podczas pracy zawodowej. *Zeszyty Metodyczno-Organizacyjne. IMP Łódź*, (22): 15-55.
164. Makowiec-Dąbrowska T., Radwan-Włodarczyk Z., Koszada-Włodarczyk W., Józwiak Z.W., 2000: obciążenie fizyczne - praktyczne zastosowanie różnych metod oceny. *IMP Łódź*.
165. Maleta B.P., Sood K.G., 1984: Physical workload and productivity in timber harvesting. A case study in the mountain forests of West Bengal.

166. Malinowska-Borowska J., Harazin B., Zieliński G., 2011: The influence of wood hardness and logging operation on coupling forces exerted by lumberjacks during wood harvesting. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5): 546-550.
167. Malinowska-Borowska J., Zieliński G., 2013: Coupling forces exerted on chain saws by inexperienced tree fellers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(4): 283-287.
168. Maloney W.F., Caicedo V.F., 2022: Engineering growth. *Journal of the European Economic Association*, 20(4): 1554-1594.
169. Masci F., Spatari G., Bortolotti S., Giorgianni C.M., Antonangeli L.M., Rosecrance J., Colosio C., 2022: Assessing the impact of work activities on the physiological load in a sample of loggers in Sicily (Italy). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13): 7695.
170. Mathieu J.R., Meyer D.A., 1997: Comparing axe heads of stone, bronze, and steel: Studies in Experimental Archaeology. *Journal of Field Archaeology*, 24(3): 333-351.
171. Mederski P.S., Karaszewski Z., Rosiński M., Bembenek M., 2016: Dynamika zmian liczby harwesterów w Polsce oraz czynniki determinujące ich występowanie. *Sylwan*, 160(10): 795-804.
172. Merriam S.B., Bierema L.L., 2014: *Adult Learning: Linking Theory and Practice*. Jossey-Bass.
173. Milauskas S.J., Wang J., 2006: West Virginia logger characteristics. *Forest Products Journal*, 56(2): 19-24.
174. Monk H., 2010: *Learning and development across the generations: a cultural-historical study of everyday family practices*. Ph.D. Thesis, Monash University, Melbourne, Australia.
175. Monitor Polski 2025 r. poz. 269. Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 marca 2025 r. w sprawie włączenia kwalifikacji wolnorynkowej „Pozyskiwanie drewna pilarką łańcuchową” do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji. <https://dziennikustaw.gov.pl/MP/2025/269> (dostęp. 27.03.2025).
176. Moskalik T., 2002: Rozwój technik i technologii maszynowego pozyskiwania drewna. *Sylwan*, 146(10): 31-38.
177. Moskalik T., Borz S.A., Dvořák J., Ferencik M., Glushkov S., Muiste P., Lazdiņš A., Styranivsky O., 2017: Timber harvesting methods in eastern european countries: A review. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38(2): 231-241.

178. Moskalik T., Nowacka W., Sadowski J., Zastocki D., 2012: Rynek drewna energetycznego w Polsce jako element rozwoju regionalnego. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 14(3): 222-230.
179. Naczelny Zarząd Lasów Państwowych, 1984: Program kursu II stopnia dla drwali - operatorów pilarek z zakresu pracy i obsługi pilarki. *Archiwum Dyrekcji Regionalnej Lasów Państwowych w Szczecinku*.
180. Nantel J., Mathieu M.E., Prince F., 2011: Physical activity and obesity: biomechanical and physiological key concepts. *Journal of obesity*, 2011(1): 650230.
181. Naskrent B., 2021: Wpływ kategorii cięć w procesie pozyskania drewna na wybrane aspekty i efektywność pracy operatora harwestera. Praca doktorska. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.
182. Nassiri P., Monazam M., Dehaghi B.F., Abadi L.I.G., Zakerian S.A., Azam K., 2013: The effect of noise on human performance: a clinical trial. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 4(2): 87-95.
183. Neri F., Laschi A., Marchi E., Marra E., Fabiano F., Frassinelli N., Foderi C., 2022: Use of battery-vs. Petrol-powered chainsaws in forestry: comparing performances on cutting time. *Forests*, 13(5): 683.
184. Nilsson C.A., Lindahl R., Norström Å., 1987: Occupational exposure to chain saw exhausts in logging operations. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48(2): 99-105.
185. Nowacka W.Ł., 2009: Ergonomia i bezpieczeństwo prac w stosowanych technologiach pozyskania i zrywki drewna maszynami wielooperacyjnymi. Wydawnictwo Świat. Biblioteczka leśniczego, Zeszyt 283.
186. Nowacka W.Ł., Moskalik T., 2013: Negatywne skutki w leśnictwie ze szczególnym uwzględnieniem pozyskiwania drewna. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych. Forestry Letters*, 105: 86-93.
187. Nowak J., Górny J., 1981: Program kursu III stopnia dla pracowników inżyniersko - technicznych w zakresie: Instruktora pracy pilarką, organizacji i technologii przy pozyskaniu drewna, bezpieczeństwa i higieny pracy. (Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych w Szczecinku).
188. OECD, 2019: *Skills to Shape a Better Future*. OECD Publishing.
189. Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych w Szczecinku, 1984: Program kursu II stopnia dla drwali - operatorów pilarek z zakresu pracy i obsługi pilarki. *Archiwum Dyrekcji Regionalnej Lasów Państwowych w Szczecinku*.

190. Okuda M., Kawamoto Y., Tado H., Fujita Y., 2025: Heart rate monitoring for physiological workload in forestry work: a scoping review. *Forests*, 16(3): 520.
191. Olszewski A. 1998. Zarządzenie nr 41 Generalnego Lasów Państwowych dnia 2 lipca 1998 r. Zarządzenie nr 41 z 2 lipca 1998 r. w sprawie ramowego programu kursu dla drwali-operatorów pilarki z zakresu wiedzy i umiejętności wymaganych do wykonywania zawodu. Ramowy program kursu dla drwali-operatorów.
192. Ordysiński S, 2013: Częstość wypadków przy pracy a wiek i staż poszkodowanych. *Bezpieczeństwo pracy. Nauka i Praktyka*, 7: 22-26.
193. Pardo Ferreira M.C., Caparrós P.C., Carrillo Castrillo J.A., Marín García A.I., Rubio Romero J.C., 2022: Assessment of chainsaw operators training in Andalusia (Spain). *Croatian Journal of Forest Engineering*, 43(1): 121-135.
194. Parvez M., Shakir M., 2011: Exam phobia-stress management among the students. *Educational Quest-An International Journal of Education and Applied Social Sciences*, 2(2):237-241.
195. Patalas Z., 1976: Badania nad integracją zrywki z pracami zrębowymi. *Prace IBL*, 529: 1-60.
196. Patterson P.B., 2007: Attributions of danger and responses to risk among logging contractors in British Columbia's southern interior: implications for accident prevention in the forest industry. *Research in Economic Anthropology*, 26.
197. Paulukanis K., 2021: Śmiertelny współczynnik - wypadki w lesie na 1000 zatrudnionych. *Gazeta Leśna*, 6: 28-29.
198. Payne P.R., Wheeler E.F., Salvosa C.B., 1971: Prediction of daily energy expenditure from average pulse rate. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 24(9): 1164-1170.
199. Peters P.A., 1991: Chainsaw felling fatal accidents. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 34(6): 2600-2608.
200. Phipps L.P., Johnson N., 2022: Tick-borne encephalitis virus. *Journal of Medical Microbiology*, 71(5).
201. Pietrzak L., 2017: Wypadek przy pracy, *Poradnik pracodawcy*. Warszawa. <https://www.pip.gov.pl> (dostęp 18.02.2025).
202. Pleskaczewski E., 1994: Program kursu weryfikacyjnego dla instruktorów szkolenia wewnątrzzakładowego z zakresu pracy pilarkami przy pozyskaniu drewna. (Archiwum Dyrekcji Regionalnej Lasów Państwowych w Szczecinku).

- 203.PN-EN 397:2012 Przemysłowe Hełmy Ochronne. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny.
- 204.Porter B., 1992: Pracochłonność ścinki i okrzesywania drzew rębny drzewostanie sosnowym. Sylwan, 4(136): 57-61.
- 205.Potupchik T. V., 2023: Prevention of exam stress in students. Meditsinskaya sestra, 25(5): 16-19.
- 206.Program szkolenia operatorów klasy III pilarek mechanicznych do ścinki drzew. <https://www.oszomega.pl/pilarz> (dostęp 03.01.2025).
- 207.Pulkki R.E., 2004: Glossary of forest harvesting terminology. Thunder Bay, Lakehead University. www.lakeheadu.ca (dostęp 13.03.2025).
- 208.Raftery J., 1967: National Museum of Ireland: archaeological acquisitions for the year 1964. Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland, 97: 1-28.
- 209.Reading C.J., 1996: Incidence, pathology, and treatment of adder (*Vipera berus* L.) bites in man. Emergency Medicine Journal, 13(5): 346-351.
- 210.Reisenzein R., Horstmann G., Schützwohl A., 2019: The cognitive-evolutionary model of surprise: A review of the evidence. Topics in cognitive science, 11(1): 50-74.
- 211.Rhee K.Y., Choe S.W., Kim Y.S., Koo K.H., 2013: The trend of occupational injuries in Korea from 2001 to 2010. Safety and Health at Work, 4(1): 63-70.
- 212.Rodio A., Fattorini L., Delussu A. S., Marchetti E., Marchetti C., Rosponi A., 2007: Forestry work in the Italian alps: metabolic demand assessed by heart rate. Italian Journal of Public health, 4(2).
- 213.Rodriguez-Acosta R.L., Loomis D.P., 1997: Fatal occupational injuries in the forestry and logging industry in North Carolina, 1977-1991. International Journal of Occupational and Environmental Health, 3(4): 259-265.
- 214.Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2004 nr 180 poz. 1860).
- 215.Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 6 stycznia 1998 r. w sprawie określenia wzoru znaku zakazu wstępu do lasu oraz zasad jego umieszczania (Dz.U. 1998 nr 11 poz. 39).
- 216.Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844).

217. Rozporządzenie Ministra Rodziny i Polityki Społecznej z dnia 13 listopada 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz zakresu jej stosowania (Dz.U. 2021 poz. 2285).
218. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 11 stycznia 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz.U. 2017 poz. 134).
219. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2006 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu niektórych prac z zakresu gospodarki leśnej (Dz.U. 2006 nr 161 poz. 1141).
220. Rushina M., Kameneva G., 2019: The role of confidence in successful professional activity of teachers. 11th International Conference on Education and New Learning Technologies. Palma, Spain.
221. Sakakibara H., Akamatsu Y., Miyao M., Kondo T., Furuta M., Yamada S., Harada N., Miyake S., Hosokawa M., 1988: Correlation between vibration-induced white finger and symptoms of upper and lower extremities in vibration syndrome. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 60(4): 285-289.
222. Sakhvidi M.J.Z., Sakhvidi F.Z., Mehrparvar A.H., Foraster M., Dadvand P., 2018: Association between noise exposure and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, 166: 647-657.
223. Samset I., 1992: Forest operations as a scientific discipline. *Meddeleser fra Skokforsk*, 44: 1-48.
224. Sgobbi, F. (2016). Does training improve skill match? In Unico. AIEL.
225. Shapiro E.D., 2014: *Borrelia burgdorferi* (Lyme disease). *Pediatrics in Review*, 35(12): 500-509.
226. Shemwetta D.T.K., Ole-Meiludie R.E.L., Silayo D., 2002: The physical workload of employees in logging and forest industries. *Wood for Africa Forest 2002*: 178-185.
227. Sheppard A., Ralli M., Gilardi A., Salvi R., 2020. Occupational noise: auditory and non-auditory consequences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23): 8963.
228. Sieć Badawcza Łukasiewicz - Warszawski Instytut Technologiczny <https://wit.lukasiewicz.gov.pl> (dostęp 11.07.2025).

229. Slappendel C., Laird I., Kawachi I., Marshall S., Cryer C., 1993: Factors affecting work-related injury among forestry workers: A review. *Journal of Safety Research*, 24(1): 19-32.
230. Soni V., Singh P., Shree V., Goel V., 2018: Effects of VOCs on human health. *Energy, Environment, and Sustainability. Air Pollution and Control*: 119-142.
231. Sorokin G.A., 2003: Using pulse measurements for physiological regulation of work intensity. *Meditsina Truda i Promyshlennaia Ekologiya*, (8): 21-25.
232. Sowa J.M., 1995: Badania nad określeniem modeli funkcji stanu zagrożeń od drgań pilarek spalinowych w procesie pozyskania drewna. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Rozprawy*, 205: 1-109.
233. Sowa J.M., 2004: Związki zagrożeń wibracyjnych pilarzy z techniką cięcia drewna. *Bezpieczeństwo pracy w nowoczesnym leśnictwie. Katedra Środowiska Pracy AR, Poznań III*: 55-66.
234. Sowa J.M., Szewczyk G., Leszczyński K., Kulak D., Stańczykiewicz A., 1999: *Metodyka szkolenia instruktorów operatorów pilarek spalinowych*. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych w Warszawie, Wydział Leśny Akademii Rolniczej w Krakowie.
235. Staněk L., Neruda J., Nevrkla P. 2023a: The magnitude of fatigue recorded in individual body parts of chainsaw operators after work. *Forests*, 14(10): 2023.
236. Staněk L., Nevrkla P., Jankových L., Zemánek T., 2023b: Rate of chainsaw vibrations in laboratory conditions and level of chainsaw noise at different distances. *Baltic Forestry*, 29(2): 1-9.
237. Stempski W., 2009: Effect of labour organisation on the level of energy expenditure and static loads of a worker in intermediate cutting. *Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.*, 8(2): 53-60.
238. Steponavičius D., Zinkevičius R., 2010: The study of the logging methods prevailed in Lithuania and other countries of Central Europe. *EJPAU*, 13(1): 1-6.
239. Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych, 2008: Program kursu instruktorów ścinki drzew prowadzących szkolenia z zakresu pozyskania drewna. <https://www.drwaledukacja.pl> (dostęp 13.02.2025).
240. Suwała M., 2005: Systemy i metody pozyskiwania drewna. W: Gieffing D.F., Bembenek M. (red.), *Użytkowanie lasu a trwały i zrównoważony rozwój leśnictwa*. Poznań: Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego.

241. Sypniewska B.A., Rawa-Siarkowska O., 2015: Regionalny rynek pracy w opinii mieszkańców wsi i miast. *Nauki Ekonomiczne*, 22: 289-298.
242. Szewczyk G., Kulak D., 2013: Kosztocłoność pozyskania drewna harvesterem w drzewostanach przebudowanych. *Sylwan*, 157(4): 243-252.
243. Szewczyk G., Wojtala Ł., 2010: The cost of timber harvesting with a harvester in stands under rebuilding with the use of partial cutting. W: materiały konferencyjne FORMEC 2010. Padova, Włochy.
244. Szubert J., Szubert S., Koszada-Włodarczyk W., Bortkiewicz A., 2014: New methods for determining the relative load due to physical effort of the human body. *Medycyna Pracy*, 65(2): 189-195.
245. Szwed T., 2022a: Jeden dzień dla życia drwali... . *Drwal*, 3: 48-49.
246. Szwed T., 2022b: Sprzęt pomocniczy do ręcznego pozyskiwania drewna. *Drwal*, 9: 50-52.
247. Szwed T., 2022c: Tablice ostrzegawcze. *Drwal*, 7: 54-56.
248. Szwed T., 2022d: Zawiasa zawiasie nierówna. *Drwal*, 12: 50-52.
249. Tomaso H., Otto P., Peters M., Süß J., Karger A., Schamoni H., Zuchantke E., Hotzel H., 2018: *Francisella tularensis* and other bacteria in hares and ticks in North Rhine-Westphalia (Germany). *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9(2): 325-329.
250. Tomczak A., Jelonek T., Kujawiak R., Szwed T., 2021: Program kursu drwal-pilarz. Konferencja pn. Drwal - zawód przyszłości, Rogów 7-8.10.2021.
251. Tomczak K., Tomczak A., 2018: Wpływ doboru sprzętu na wydajność i komfort pracy pilarza przy wykonywaniu zabiegu czyszczeń późnych w drzewostanie sosnowym. *Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna*, 4: 16-19.
252. Torrey C., Churchill E.F., McDolnald D.W., 2009: Learning how: the search for craft knowledge on the Internet. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*: 1371-1380.
253. Trianasari N., Rahmawati P.I., 2021: Should I quit? Understanding job stress and coping strategies among hospitality students during on the job training program. In *5th Asian Education Symposium 2020*. Atlantis Press: 494-498.
254. Trienekens J., Sanna F., Busato P., Berruto R., 2022: A European skills strategy for the agri-food and forestry sectors-key challenges and prerequisites. *International Journal on Food System Dynamics*, 13(4): 395-410.
255. Tynjälä P., 2008: Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review*, 3(2): 130-154.

256. Usta I., 2016: Depictions on wood: acceptance and internalization of wood, which is an intercultural interaction tool, as „a valuable object” (wood is valuable). *Mugla Journal of Science and Technology*, 2(2): 139-144.
257. Wang J., Bell J.L., Grushecky S.T., 2003: Logging injuries for a 10-year period in Jilin Province of the people’s Republic of China. *Journal of Safety Research*, 34(3): 273-279.
258. Wegner T., Skog K.E., Ince P.J., Michler Ch.J., 2010: Uses and desirable properties of wood in the 21st century. *Journal of Forestry*, 108(4): 165-173.
259. Welcome D.E., Dong R.G., Xu X.S., Warren Ch., McDowell T.W., 2014: The effects of vibration-reducing gloves on finger vibration. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(1): 45-59.
260. Wickens Ch., Tsang P.S., 2015: APA handbook of human systems integration. Workload. American Psychological Association: 277-292.
261. Więsik J., Wójcik K., Kozłowski R., Neugebauer Z., 2005: Pilarki przenośne. budowa i eksploatacja. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW.
262. Wilson-Donnelly K., Priest H.A., Salas E., Burke C.S., 2005: The impact of organizational practices on safety in manufacturing: A review and reappraisal. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 15(2): 133-176.
263. Wójcik K., 2002: Metodyka badań drgań i wyznaczania dopuszczalnego dziennego czasu pracy operatora pilarki spalinowej przy pozyskaniu drewna. *Zastosowania Ergonomii*, 1(4): 223-235.
264. Van Ryneveld L., Holm D.E., Cronje T., Leask R., 2020: The impact of practical experience on theoretical knowledge at different cognitive levels. *Journal of the South African Veterinary Association*, 91(1): 1-7.
265. Yao Y., Rakheja S., Gauvin Ch., Marcotte P., Hamouda K., 2018: Evaluation of effects of anti-vibration gloves on manual dexterity. *Ergonomics*, 61(11): 1530-1544.
266. Yoder H.A., Mulholland A.M., MacDonald H. V., Wingo, J. E., 2023: Acute work rate adjustments during high-intensity interval training in a hot and temperate environment. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 48(12): 962-973.
267. Zastocki D., 2016: Historia prywatnych firm leśnych w Polsce w latach 1924-2010. *Sylvan*, 160(10): 466-474.
268. Żabierek R., Wojtkowiak R., 2012: The structure and distribution of harvesters and forwarders in individual regional directorates of the State Forests in Poland in the

early 2010's. *Acta Scientiarum Poloniarum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 11(4): 67-77.

269. Żelasko K., Bigosińska M., 2011: Ocena wydatku energetycznego podczas jednostki treningowej u zawodników i zawodniczek trenujących taniec towarzyski. *Medicina Sportiva Practica*, 12(2): 48-55.

270. Żerebecki J., Kasprzyk S., 1951: *Mechanizacja pracy przy ścinie i wyróbce drewna*. Warszawa: PWRiL.

9. Spis źródeł internetowych

1. www.atj-sc.pl
2. www.centrumbhp.eu
3. www.ciop.pl
4. www.firmylesne.pl
5. www.husqvarna.com/pl
6. www.jspsafety.com/contentpage/jspgo-pl
7. www.makita.pl
8. www.polska-org.pl
9. www.researchgate.net
10. www.stihl.com
11. www.stihl.pl

10. Spis tabel

1. Tab. 1. Liczba wypadków przy pracy w leśnictwie z podziałem na wypadki ogółem, śmiertelne i ciężkie w latach 2015-2023 (opracowanie własne na podstawie roczników statystycznych GUS 2016; GUS 2017; GUS 2018; GUS 2019; GUS 2020; GUS 2021; GUS 2022; GUS 2023; GUS 2024)
2. Tab. 2. Liczba wypadków śmiertelnych i ciężkich przy pracy w leśnictwie (opracowanie własne na podstawie portalu www.firmylesne.pl)
3. Tab. 3. Liczba wypadków w rolnictwie z pilarką łańcuchową i wypadków na terenach leśnych (opracowanie własne na podstawie KRUS 2018-2023)
4. Tab. 4. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych instruktorów ścinki drzew
5. Tab. 5. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych kursantów w najmłodszym przedziale wiekowym (17-30 lat)
6. Tab. 6. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych kursantów w średnim przedziale wiekowym (31-45 lat)
7. Tab. 7. Charakterystyka wybranych cech antropometrycznych kursantów w najstarszym przedziale wiekowym (46-66 lat)
8. Tab. 8. Klasyfikacja ciężkości pracy na podstawie częstości skurczów serca HR (Åstrand i in. 2003)
9. Tab. 9. Klasyfikacja obciążenia pracą na podstawie procentu maksymalnej częstości skurczów serca %HRmax (Makowiec-Dąbrowska 1998)
10. Tab. 10. Klasyfikacja ciężkości pracy na podstawie %VO₂max (Kozłowski i Nazar 1999)
11. Tab. 11. Klasyfikacja ciężkości pracy na podstawie wartości wydatku energetycznego netto (WEN) dla mężczyzn (Grzywiński 2007b)
12. Tab. 12. Międzynarodowe standardy szkoleń drwali-pilarzy w różnych krajach świata
13. Tab. 13. Międzynarodowe standardy szkoleń instruktorów ścinki drzew w różnych krajach Świata
14. Tab. 14. Statystyki opisowe wyników uzyskanych w trzech ankietach przeprowadzonych wśród uczestników kursów drwali (N = 300)
15. Tab. 15. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) obejmujące wartości statystyki F i poziomy istotności (p) dla trzech ankiet uczestników kursu drwala

16. Tab. 16. Porównanie średnich wyników Ankiety I między grupami wiekowymi uczestników kursów drwała wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a
17. Tab. 17. Porównanie średnich wyników Ankiety II między grupami wiekowymi uczestników kursów drwała wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a
18. Tab. 18. Porównanie średnich wyników Ankiety III między grupami wiekowymi uczestników kursów drwała wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a
19. Tab. 19. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) obejmujące wartości statystyki F i poziomy istotności (p) dla trzech ankiet uczestników kursu drwała w zależności od posiadanego wykształcenia
20. Tab. 20. Porównanie średnich wyników Ankiety III między grupami kursantów reprezentujących różny poziom wykształcenia wraz z wartościami p testów post-hoc Tukey'a
21. Tab. 21. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) - wartości statystyki F i poziomów istotności (p) dla trzech ankiet przeprowadzonych wśród uczestników kursów drwała w zależności od posiadania pilarki łańcuchowej w gospodarstwie domowym
22. Tab. 22. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)
23. Tab. 23. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)
24. Tab. 24. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max)
25. Tab. 25. Intensywność fizjologiczna kursantów podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)
26. Tab. 26. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)

27. Tab. 27. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)
28. Tab. 28. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)
29. Tab. 29. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki drzew w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)
30. Tab. 30. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)
31. Tab. 31. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)
32. Tab. 32. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO2max)
33. Tab. 33. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności okrzesywania w poszczególnych dniach kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)
34. Tab. 34. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)
35. Tab. 35. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)

36. Tab. 36. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max)
37. Tab. 37. Intensywność fizjologiczna pracy kursantów podczas czynności ścinki i okrzesywania w trakcie pracy przy pierwszym i egzaminacyjnym drzewie kursów drwal-pilarz oraz podczas całych szkoleń, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)
38. Tab. 38. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)
39. Tab. 39. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)
40. Tab. 40. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max)
41. Tab. 41. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)
42. Tab. 42. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)
43. Tab. 43. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)
44. Tab. 44. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas

całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max)

45. Tab. 45. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas ścinki drzew przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)
46. Tab. 46. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej liczby uderzeń serca (\bar{x} HR)
47. Tab. 47. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniego procentu maksymalnej liczby uderzeń serca (\bar{x} %HRmax)
48. Tab. 48. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej procentowej wartości maksymalnej objętości poboru tlenu, którą może zużyć organizm podczas wysiłku fizycznego (\bar{x} %VO₂max)
49. Tab. 49. Intensywność fizjologiczna instruktorów ścinki drzew podczas okrzesywania przez kursantów w trakcie poszczególnych dni kursu drwal-pilarz oraz podczas całego szkolenia, oceniana na podstawie średniej wartości wydatku energetycznego netto (\bar{x} WEN)

11. Spis rycin

1. Ryc. 1. Przykłady siekier z czasów prehistorycznych (Raftery 1967)
2. Ryc. 2. Ścinka drzew za pomocą siekier i dwuosobowej piły ręcznej (www.researchgate.net)
3. Ryc. 3. Piła do ścinki drzew napędzana siłą mięśni wynaleziona przez Hamiltona (Haim 2002)
4. Ryc. 4. Ścinka drzewa pilarką dwuosobową KS 43 w 1947 roku (www.stihl.pl)
5. Ryc. 5. Jeden z pierwszych modeli pilarek jednoosobowych wyprodukowany przez firmę Stihl w 1952 roku (www.stihl.com)
6. Ryc. 6. Pierwsza polska pilarka spalinowa Dolpima BK -3a (www.polska-org.pl)
7. Ryc. 7. Nowoczesna pilarka z wtryskiem elektronicznym Stihl 500i (www.stihl.pl)
8. Ryc. 8. Pilarka elektryczna zasilana akumulatorem Makita UC017G (www.makita.pl)
9. Ryc. 9. Przeciętny roczny stan zatrudnienia robotników grupy eksploatacyjnej w nadleśnictwach Naczelny Zarząd Lasów Państwowych (Kamiński 1974)
10. Ryc. 9. Dynamika zmian liczby harwesterów w Polsce 1987-2015 (Mederski i in. 2016)
11. Ryc. 11. Kask do pracy z pilarką spalinową wyposażony w ochronę wzroku i słuchu minimalizującą negatywny wpływ hałasu na użytkownika (www.husqvarna.com/pl)
12. Ryc. 12. System amortyzacji stosowany w pilarkach łańcuchowych zasilanych silnikami spalinowymi (www.stihl.pl)
13. Ryc. 13. Przykład chwilowych wartości stężenia CO we wdychanym powietrzu podczas pracy pilarki, w zależności od rodzaju czynności (Komuński 1995)
14. Ryc. 14. Drwal-pilarz z aparaturą mierzącą wydatek energetyczny (www.centrumbhp.eu)
15. Ryc. 15. Różne pozycje ciała przy pracy drwala podczas ścinki drzew a) stojąca pochylona z nogami wyprostowanymi, b) stojąca pochylona z nogami zgiętymi, c) kuczna, d) klęk na jednym kolanie (Grzywiński 2015)
16. Ryc. 16. Monitor tętna ActiGraph Link GT9X
17. Ryc. 17. Mapa wypadków śmiertelnych (znak czarny) i ciężkich (znak pomarańczowy) przy pracy w leśnictwie na terenie Polski (www.firmylesne.pl)
18. Ryc. 18. Umiejscowienie urazów ciała w wypadkach podczas ścinki i obalania drzew oraz okrzesywania (Kubiak 1985)

19. Ryc. 19. Liczba zranień pilarką łańcuchową według lokalizacji na ciele (Garland 2018)
20. Ryc. 20. Ramowy podział programu kursu II stopnia dla drwali-operatorów pilarek z zakresu pracy i obsługi pilarki (Naczelny Zarząd Lasów Państwowych 1984)
21. Ryc. 21. Ramowy podział programu kursu II stopnia dla drwali z zakresu pracy i obsługi pilarek opracowany na podstawie programu NZLP z dn. 5.01.1984 r. przez OZLP w Szczecinku (Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych w Szczecinku 1984)
22. Ryc. 22. Ramowy podział materiału nauczania (Lasy Państwowe 1998)
23. Ryc. 23. Ramowy program kursu drwal-pilarz (Tomczak i in. 2021)
24. Ryc. 24. Program szkolenia operatorów klasy III pilarek mechanicznych do ścinki drzew (www.oszomega.pl/pilarz)
25. Ryc. 25. Podział materiału nauczania na kursie III stopnia dla pracowników inżynieryjno-technicznych w zakresie: instruktora pracy pilarką, organizacji i technologii przy pozyskaniu drewna, bezpieczeństwa i higieny pracy (Nowak i Górny 1981)
26. Ryc. 26. Ramowy program kursu weryfikacyjnego dla instruktorów szkolenia wewnątrzzakładowego z zakresu pracy pilarkami przy pozyskaniu drewna (Pleskaczewski 1994)
27. Ryc. 27. Program kursu instruktorów ścinki drzew prowadzących szkolenia z zakresu pozyskania drewna (Stowarzyszenie Instruktorów Obsługi Maszyn Ogrodniczych i Leśnych 2008)
28. Ryc. 28. Ramowy program szkolenia dla stanowisk robotniczych
29. Ryc. 29. Ankieta przeprowadzona przed rozpoczęciem kursu drwal-pilarz cz. 1
30. Ryc. 30. Ankieta przeprowadzona przed rozpoczęciem kursu drwal-pilarz cz. 2
31. Ryc. 31. Ankieta przeprowadzona w połowie kursu drwal-pilarz
32. Ryc. 32. Ankieta przeprowadzona na koniec kursu drwal-pilarz cz. 1
33. Ryc. 33. Ankieta przeprowadzona na koniec kursu drwal-pilarz cz. 2
34. Ryc. 34. Arkusz terenowy używany przy zbieraniu danych dotyczących pomiaru czasu, obciążenia pracą i wydatku energetycznego
35. Ryc. 35. Monitor aktywności ActiGraph Link GT9X. (Fot. Bartłomiej Naskrent)
36. Ryc. 36. Struktura płci w badaniu ankietowym kursantów (n = 300)
37. Ryc. 37. Struktura wiekowa w badaniu ankietowym kursantów (n = 300)
38. Ryc. 38. Miejsce wychowania kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)

39. Ryc. 39. Miejsce zamieszkania kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)
40. Ryc. 40. Poziom wykształcenia kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)
41. Ryc. 41. Status kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)
42. Ryc. 42. Posiadanie pilarki przez kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)
43. Ryc. 43. Marki piłarek posiadane przez kursantów biorących udział w badaniu ankietowym (n = 300)
44. Ryc. 44. Miary położenia i rozproszenia wyników trzech ankiet uczestników kursu drwala
45. Ryc. 45. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety I dla trzech grup wiekowych uczestników kursów drwala
46. Ryc. 46. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety II dla trzech grup wiekowych uczestników kursów drwala
47. Ryc. 47. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety III dla trzech grup wiekowych uczestników kursów drwala
48. Ryc. 48. Średnie wartości wyników z trzech ankiet (I-III) w zależności od poziomu wykształcenia, z przedziałami ufności
49. Ryc. 49. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety III dla czterech grup uczestników kursów drwala reprezentujących różny poziom wykształcenia
50. Ryc. 50. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety I dla dwóch grup uczestników kursów drwala posiadających i nieposiadających pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym
51. Ryc. 51. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety II dla dwóch grup uczestników kursów drwala posiadających i nieposiadających pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym
52. Ryc. 52. Miary położenia i rozproszenia wyników Ankiety III dla dwóch grup uczestników kursów drwala posiadających i nieposiadających pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym
53. Ryc. 53. Tempo uczenia się względem grup wiekowych ($\Delta 1$: I \rightarrow II, $\Delta 2$: II \rightarrow III, średni i całkowity przyrost punktów)
54. Ryc. 54. Tempo uczenia się względem wykształcenia ($\Delta 1$: I \rightarrow II, $\Delta 2$: II \rightarrow III, średni i całkowity przyrost punktów)

55. Ryc. 55. Tempo uczenia się względem miejsca wychowania do 18 roku życia ($\Delta 1$: I \rightarrow II, $\Delta 2$: II \rightarrow III, średni i całkowity przyrost punktów)
56. Ryc. 56. Tempo uczenia się względem miejsca zamieszkania ($\Delta 1$: I \rightarrow II, $\Delta 2$: II \rightarrow III, średni i całkowity przyrost punktów)
57. Ryc. 57. Tempo uczenia się względem pilarki łańcuchowej ($\Delta 1$: I \rightarrow II, $\Delta 2$: II \rightarrow III, średni i całkowity przyrost punktów)
58. Ryc. 58. Średni czas ścinki i okrzesywania drzew modelowych w kolejnych dniach kursu drwal-pilarz oraz całego szkolenia przez kursantów w poszczególnych grupach wiekowych

Streszczenie

W pracy podjęto próbę szerokiej analizy metodyk i standardów międzynarodowych szkoleń drwali-pilarzy i instruktorów ścinki drzew stosowanych w różnych krajach świata. Ponadto zbadano stan wiedzy teoretycznej i efekty kształcenia kursantów na podstawie badania ankietowego oraz czasu ścinki i okrzesywania drzew. Określono również wydatek energetyczny netto (WEN) i obciążenie fizjologiczne uczestników kursów drwala-pilarza oraz instruktorów ścinki drzew podczas ośmiogodzinnej pracy, a także czynności ścinki i okrzesywania drzew. Analiza standardów międzynarodowych kursów drwala-pilarza i instruktorów ścinki drzew została przeprowadzona na podstawie kwestionariusza przesłanego do instytucji szkoleniowych. Obejmowała 10 państw w przypadku drwali oraz 5 państw w przypadku instruktorów. Badanie ankietowe dotyczące poziomu wiedzy i tempa uczenia się zagadnień teoretycznych zostało przeprowadzone wśród 300 kursantów. Efekty kształcenia praktycznego zostały sprawdzone na drzewach modelowych ścinanych i okrzesywanych przez 101 uczestników kursów drwala-pilarza. Wydatek energetyczny netto (WEN) i obciążenie fizjologiczne zostały określone na podstawie częstości skurczów serca (HR). Przebadano grupę 97 uczestników kursów drwala-pilarza oraz 7 doświadczonych instruktorów ścinki drzew w trakcie zajęć terenowych. Na podstawie współczynnika godzinowego, uwzględniającego liczbę godzin kursu oraz liczbę uczestników przypadających na jednego instruktora w trakcie zajęć terenowych, zaliczono standard polski do czołówki pośród innych krajów świata. Standard szkoleń instruktorów ścinki drzew realizowany w Polsce nie odbiega w istotny sposób od standardów stosowanych w innych analizowanych krajach. Dobre praktyki instytucji szkoleniowych w innych państwach dotyczące szkoleń instruktorów ścinki drzew mogą być wprowadzone w Polsce (np. staż mentorski z doświadczonym instruktorem ścinki drzew). Analiza poziomu wiedzy teoretycznej oraz tempa uczenia się na różnych etapach szkolenia wskazała istotny wpływ cech demograficznych kursantów na osiągnięte efekty kształcenia. Osoby młodsze, z wyższym wykształceniem oraz posiadające pilarkę łańcuchową we własnym gospodarstwie domowym osiągnęły istotnie wyższe wyniki w testach teoretycznych. Ponadto kursanci nieposiadający pilarki łańcuchowej w swoim gospodarstwie domowym charakteryzowali się większym przyrostem wiedzy teoretycznej w pierwszej połowie szkolenia niż osoby posiadające doświadczenie

związane z pracą pilarką łańcuchową. Dodatkowo zaobserwowano, że osoby wychowane w małych miastach (do 50 tys. mieszkańców) charakteryzują się szybszym tempem uczenia się niż osoby wychowane na terenach wiejskich. Przeprowadzona analiza efektów kształcenia praktycznego wykazała jednostajną redukcję czasów śinki i okrzesywania drzew we wszystkich grupach wiekowych. Zaobserwowano lekki przyrost czasów analizowanych zadań w czwartym dniu kursu, który może być spowodowany zmęczeniem uczestników. Średnia częstość uderzeń serca (HR) podczas ośmiogodzinnych zajęć praktycznych kursów drwała u kursantów zawierała się w przedziale 103,0-118,9 ud/min, natomiast u instruktorów 103,3-111,0 ud/min (praca średnio ciężką i ciężką). Podczas uczenia się śinki drzew u kursantów odnotowano średni WEN w zakresie 24,3-34,5 kJ/min, natomiast u instruktorów 14,0-17,8 kJ/min. Średnia HR przy tej czynności była odnotowana u kursantów w przedziale 127,0-152,8 ud/min, a wśród instruktorów 102,1-111,4 ud/min (praca średnio ciężka, ciężka i krańcowo ciężka tylko u kursantów). Nauka okrzesywania charakteryzowała się średnim WEN w zakresie 24,3-36,1 kJ/min, natomiast w grupie instruktorów 13,6-19,0 kJ/min. Średnie tętno wśród kursantów mieściło się w przedziale 127,0-156,6 ud/min, a wśród instruktorów śinki drzew 101,3-114,3 ud/min (praca średnio ciężka, ciężka i krańcowo ciężka tylko u kursantów). Porównano również ciężkość pracy podczas śinki i okrzesywania pierwszych drzew z ciężkością prac przy drzewach egzaminacyjnych. Wyniki wykazały większe obciążenie fizjologiczne podczas śinki drzew egzaminacyjnych niż przy pierwszych ściętych drzewach na kursie. W przypadku czynności okrzesywania wyższe średnie wartości HR odnotowywano przy pierwszych drzewach niż w trakcie egzaminu. Zaprezentowane wyniki stanowią uzupełnienie dotychczasowej luki badawczej dotyczącej osób przygotowujących się do wykonywania zawodu drwała-pilarza oraz instruktorów śinki drzew.

Słowa kluczowe: drwal-pilarz, kursant, instruktor śinki drzew, wydatek energetyczny, obciążenie pracą, tempo uczenia się, metodyka szkoleń

Summary

The study undertook a comprehensive analysis of methodologies and international standards of logger and tree felling instructor training courses applied in various countries around the world. In addition, it examined the level of theoretical knowledge and learning outcomes of trainees based on a survey and tree felling and delimiting times. The net energy expenditure and physiological load of participants in logger and tree felling instructor courses were also determined during an eight-hour workday, as well as during tree felling and delimiting activities. The analysis of international standards of logger and tree felling instructor training courses was conducted using a questionnaire sent to training institutions. It covered 10 countries for loggers and 5 countries for instructors. The survey on the level of knowledge and learning rate of theoretical issues was conducted among 300 course participants. The effects of practical training were verified on model trees felled and delimited by 101 participants of the logger courses. Net energy expenditure and physiological load were determined based on heart rate. A group of 97 trainees and 7 experienced tree felling instructors were examined during field training. Based on the hourly coefficient, which accounts for the number of course hours and the number of participants per instructor during field classes, the Polish standard was classified among the leading ones worldwide. The standard of tree felling instructor training implemented in Poland does not significantly differ from the standards applied in other analyzed countries. Good practices from foreign training institutions concerning instructor education could be introduced in Poland (e.g., a mentoring internship with an experienced tree felling instructor). The analysis of theoretical knowledge levels and learning rates at different stages of training showed a significant impact of participants demographic characteristics on achieved learning outcomes. Younger individuals, those with higher education, and those owning a chainsaw at home achieved significantly better theoretical test results. Furthermore, participants without a chainsaw in their household demonstrated a greater increase in theoretical knowledge during the first half of the training than those with prior experience using a chainsaw. Additionally, it was observed that individuals raised in small towns (up to 50,000 inhabitants) learned faster than those raised in rural areas. The analysis of practical training outcomes revealed a consistent reduction in tree felling and delimiting times across all age groups. A slight increase in task duration was observed on the fourth day of the course, possibly due to participant

fatigue. The average heart rate during eight-hour practical logger training sessions ranged from 103.0 to 118.9 bpm among participants and from 103.3 to 111.0 bpm among instructors (moderately heavy to heavy work). During the tree felling learning activity, the average net energy expenditure ranged from 24.3 to 34.5 kJ/min for trainees and from 14.0 to 17.8 kJ/min for instructors. The average heart rate for this task ranged from 127.0 to 152.8 bpm among participants and from 102.1 to 111.4 bpm among instructors (moderately heavy, heavy, and extremely heavy work - only among participants). The delimiting training was characterized by an average net energy expenditure ranging from 24.3 to 36.1 kJ/min for trainees and from 13.6 to 19.0 kJ/min for instructors. The average heart rate among trainees ranged from 127.0 to 156.6 bpm, and among tree felling instructors from 101.3 to 114.3 bpm (moderately heavy, heavy, and extremely heavy work - only among participants). The workload during the felling and delimiting of the first trees was also compared to that of the examination trees. The results indicated a higher physiological load during the felling of examination trees compared to the first trees felled during the course. In the case of delimiting, higher average heart rate values were recorded during the first trees than during the examination. The presented results fill the existing research gap concerning individuals preparing to work as loggers and tree felling instructors.

Keywords: logger, trainee, tree felling instructor, energy expenditure, workload, learning rate, training methodology