

Załącznik 2 (Autoreferat)

1. Imię i nazwisko

Jacek Brzózko

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

Uzyskany tytuł: Magister inżynier

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Techniki Rolniczej i Leśnej

Kierunek: Technika rolnicza i leśna

Specjalność: Mechanizacja leśnictwa

Temat pracy dyplomowej magisterskiej: Projekt konstrukcyjny głowicy okrzesującej do drzew pozyskiwanych z cięć pielęgnacyjnych

Uzyskany stopień: Doktor nauk leśnych

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Leśny

Dyscyplina naukowa: Leśnictwo

Temat pracy doktorskiej: Badania energetyczne leśnej glebofrezarki ślimakowej

Promotor: Prof. dr hab. inż. Jerzy Więsik

Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Czesław Waszkiewicz

Prof. dr hab. inż. Henryk Róžański

Data obrony: 9.03.2004

Praca wyróżniona uchwałą Rady Wydziału Leśnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Studia podyplomowe:

Podyplomowe Studium Doskonalenia Pedagogicznego, Wydział Ekonomiczno-Rolniczy, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (2005)

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1999-2004 - doktorant, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Techniki Rolniczej i Leśnej (obecnie Wydział Inżynierii Produkcji), Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych

2004-2005 - asystent, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych

2005-obecnie - adiunkt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

4.1. Określenie osiągnięcia

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

"Metoda prognozowania wydajności maszynowego pozyskiwania drewna pokłeskowego na podstawie cech uszkodzonej powierzchni leśnej" (załącznik 5)

b) autor: **Jacek Brzózko**

rok publikacji: 2014

nazwa wydawnictwa: Wydawnictwo SGGW

recenzenci wydawniczy: Prof. dr hab. inż. Józef Walczyk

Prof. dr hab. inż. Jerzy Więsik

c) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

1. Wstęp

Pozyskiwanie drewna na powierzchniach leśnych uszkodzonych przez wiatr lub śnieg jest trudniejsze niż praca w warunkach drzewostanu nieuszkodzonego. Złomy, wywroty, drzewa spiętrzone i pokrzyżowane zmieniają zasadniczo charakterystykę drzewostanu, który w skrajnych przypadkach przestaje już być lasem, a zaczyna być obszarem klęski żywiołowej. Uprzątnięcie go jest zazwyczaj konieczne do zachowania równowagi ekologicznej nie tylko obszaru uszkodzonego, ale także sąsiadującego z nim terenu wolnego od uszkodzeń. Podstawowym zabiegiem uprzątnięcia terenu pokłeskowego jest pozyskanie z niego całego uszkodzonego drewna. Należy to zrobić w sposób możliwie wydajny i bezpieczny dla ludzi. Ze względu jednak na trudne warunki terenowe większość autorów zajmujących się taką tematyką (Jewuła 1970, Stathers i inni 1994, Paschalis i Porter 1995, Becquey 2000, Suwała 2002, Zachara 2006, Zbrożek 2008) zwraca uwagę na liczne niebezpieczeństwa dla ludzi i maszyn pracujących na takich terenach.

Jeśli prace na zrębie prowadzone są przy zastosowaniu pilarek spalinowych to najistotniejszym problemem jest zawsze zapewnienie bezpieczeństwa pracującym tam robotnikom. Bywają jednak sytuacje, że zrealizowanie tego zadania jest niezwykle trudne, bądź też niemożliwe do osiągnięcia. Znaczna różnorodność rodzajów uszkodzeń drzew oraz ich wzajemne pokrzyżowanie a często także zaklinowanie, uniemożliwia pozyskiwanie drewna pilarkami spalinowymi przy stuprocentowej gwarancji bezpieczeństwa (Giefing i Korzeniewicz 1998). Ryzyko wypadku wynika w największym stopniu z bezpośredniej bliskości operatora pilarki i obrabianego przez niego drzewa. W drzewie tym mogą występować pewne naprężenia wewnętrzne, niewidoczne gołym okiem, jednak mogące ujawnić się podczas pewnych czynności np.: przy przerzynie, w formie nagłego odrzucenia fragmentu drzewa w kierunku pilarza. Może być to przyczyną bardzo ciężkich wypadków przy pracy z przypadkami śmiertelnymi włącznie. Sytuacja taka dotyczy zwłaszcza drzewostanów uszkodzonych przez wiatr. Odpowiednie szkolenie pilarzy i ich nadzór na powierzchni mogą przyczynić się do wielokrotnego zmniejszenia liczby wypadków, jednak ryzyko pozostaje zawsze.

O wiele większe bezpieczeństwo pracy zapewnia pozyskiwanie maszynowe. Operator maszyny chroniony jest nie tylko znaczną odległością od obiektu obrabianego, ale także odpowiednio zaprojektowaną kabiną. Obowiązujące obecnie normy, określające wymagania wytrzymałościowe kabin maszyn leśnych (FOPS, ROPS, OPS) uniemożliwiają wprowadzenie na rynek maszyn niezapewniających bezpieczeństwa ich operatorom. Należy także wspomnieć o znacznie większej wydajności pracy, co przy pozyskiwaniu drewna pokłeskowego może mieć w pewnych warunkach decydujące znaczenie przy wyborze sposobu pozyskiwania.

Maszynowe pozyskiwanie drewna z drzewostanu pokłeskowego jest obecnie bardzo często prowadzone analogicznie do warunków zrębu zupełnego. Wynika to z braku opracowanych algorytmów pracy na tego typu powierzchniach. Bardzo doświadczeni operatorzy są często w stanie pracować bardzo wydajnie bez ryzyka uszkodzenia maszyny, jednak większość operatorów maszyn nawet o stosunkowo dużym stażu często

nie osiąga satysfakcjonującej wydajności. Przyczyny tego należy upatrywać w dużej różnorodności uszkodzeń drzew, co zasadniczo zmienia warunki pracy. Próby uzyskania wydajności na poziomie drzewostanów rębnych często kończą się uszkodzeniem maszyny, co dodatkowo obniża wydajność pracy i generuje dodatkowe koszty naprawy.

Tylko w nielicznych przypadkach proces pozyskiwania drewna pokłeskowego może przebiegać analogicznie do warunków panujących w drzewostanie nieuszkodzonym. Najczęściej wymaga specyficznego podejścia, odpowiedniego do zaistniałych warunków. Analiza tych warunków i dostosowanie do nich techniki pracy maszyny może zwiększyć jej wydajność i ograniczyć przestoje wynikające z ewentualnych awarii.

2. Uzasadnienie podjęcia tematu i cel pracy

W dokonanym przeglądzie literatury nie znaleziono odpowiedzi na pytanie jak najefektywniej wykorzystać dostępne maszyny na konkretnej powierzchni pokłeskowej. Brak również szczegółowego opisu cech drzewostanu pokłeskowego, które mogą wpływać na efektywność pracy maszyn, bądź generować ich uszkodzenia lub awarie. Brakuje również analizy jakimi kryteriami należy kierować się przy planowaniu pozyskiwania drewna z obszaru pokłeskowego. Szczególne znaczenie będą miały cechy drzewostanowe powierzchni pokłeskowej, gdyż to one powodują odmiennność warunków pozyskiwania drewna. Dodatkowe czynniki zwiększające przerwy w pracy maszyny, a przez to zmniejszające jej wydajność, jak np.: usuwanie usterek technologicznych lub technicznych czy zwiększenie długości czasu przerw na odpoczynek operatorów maszyn, są tylko konsekwencją utrudnionych warunków pracy.

Celem pracy było zatem poznanie czynników mających wpływ na wydajność maszynowego pozyskiwania drewna z powierzchni pokłeskowych oraz opracowanie metody prognozowania efektywności pracy harwestera w takich warunkach. Czynniki wpływające na wydajność pracy w przypadku drzewostanów nieuszkodzonych zostały już określone i przebadane. Ich znaczenie w przypadku powierzchni pokłeskowych wymaga jednak nowego ustalenia stosownie do cech charakterystycznych obszaru pokłeskowego. Czynniki techniczne jak parametry zastosowanej maszyny również były analizowane w publikacjach (Więsik 1999, Moskalik 2004), i ich wpływ na wydajność pozyskiwania drewna jest znany. Został on uwzględniony w niniejszym opracowaniu jednak nie był analizowany w sposób szczegółowy.

3. Metoda opisu drzewostanu pokłeskowego

3.1. Rodzaje uszkodzeń drzew

Analiza procesu technologicznego pozyskiwania drewna z drzewostanu pokłeskowego wymagała dokładnego opisu powierzchni leśnej uszkodzonej przez czynniki kłeskowe. Największe zróżnicowanie rodzajów uszkodzeń występuje w przypadku powierzchni uszkodzonych przez wiatr, dlatego były one podstawą analizy. Zaproponowaną charakterystykę obszaru uszkodzonego można również z powodzeniem zastosować do powierzchni uszkodzonych przez inne czynniki przyrodnicze np. śnieg.

Podstawowy podział rodzajów uszkodzeń drzew leśnych obejmujący (Skatter i Kucera 2000; Deserts i inni 2002, Jackson i inni 2000, Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.. 2012): złomy, wywroty, drzewa zawieszane oraz inne formy uszkodzeń wraz z pewnymi wyróżnionymi grupami szczegółowymi tylko w części odpowiada zróżnicowaniu techniki pozyskiwania. Dlatego dokonano nowego podziału rodzajów uszkodzeń drzew ze względu na sposób ich obrabiania w procesie pozyskiwania drewna realizowanym zarówno systemem maszynowym jak i ręczno-maszynowym. Podział odpowiadający pozyskiwaniu maszynowemu został uwzględniony w przedstawionym opracowaniu, zaś przyjęcie go dla systemu ręczno-maszynowego pozwoli na zastosowanie opracowanego modelu w dowolnych warunkach drzewostanu poklęskowego.

Wyróżniono zatem pięć głównych grup uszkodzeń drzew opisanych pierwszą wielką literą symbolu i obejmujących:

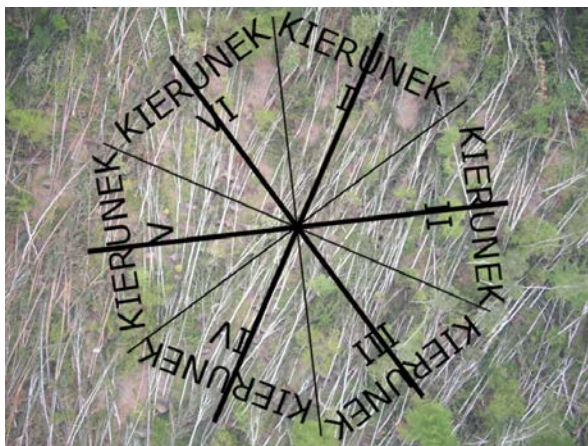
- D – drzewa stojące i inne o pniu połączonym z karpą sztywno złączoną z calizną (także fragmenty złomów całkowitych połączone z karpą),
- L – drzewa leżące bez karpki (fragmenty złomów całkowitych oderwane od pnia) obejmujące koronę i pień,
- S – drzewa połączone ze sobą np.: poprzez splątanie koron w sposób uniemożliwiający ich obróbkę jako drzewa pojedynczego przed ich rozciągnięciem,
- W – drzewa wywrócone z karpką: pochylone swobodnie, leżące lub podparte na różnych wysokościach w różnych wariantach podparcia, analogicznych do wariantów podparcia drzew zawieszonych (przednie, boczne, tylne, czołowe, widlaste)
- Z – drzewa złamane nierozzerwane w różnych konfiguracjach i na różnych wysokościach oraz w przypadku złomów bramowych w różnych wariantach podparcia.

Każda z przedstawionych głównych grup uszkodzeń dzieli się na rodzaje szczegółowe odmienne pod względem techniki pozyskiwania, opisane drugą wielką literą symbolu:

- DS – drzewo stojące z koroną (nieuszkodzone)
- DW – drzewo wygięte
- DC – drzewo pozbawione korony (stojąca część złomu całkowitego)
- LC – leżąca część złomu całkowitego
- LK – leżąca korona
- SŁ – drzewo spiętrzone gdzie istnieje możliwość pobierania go głowicą harwesterową z góry stosu (odziomki skierowane w tą samą bądź zbliżoną stronę)
- ST – drzewo spiętrzone gdzie występuje konieczność wyciągania go spod zwałowiska (odziomki ułożone w odmiennych kierunkach)
- WS – wywrót swobodny
- WP – wywrót podparty
- WL – wywrót leżący
- ZP – złom (prosty)
- ZB – złom bramowy

Dodatkowo wybrane rodzaje uszkodzeń podzielono ze względu na wysokość występowania dominującej formy uszkodzenia oznaczając to w symbolu małą literą odpowiednio: w – wysokie, n – niskie, bądź oznaczono wystąpienie rozłupania strzały (r) lub zawieszenia (z). W przypadku pewnych rodzajów uszkodzeń określono także sposób zawieszenia na innym drzewie oznaczając to zgodnie z instrukcją bezpieczeństwa (2012). Szczegóły wraz ze schematami graficznymi ułatwiającymi interpretację poszczególnych przypadków zawiera załącznik 5 (monografia, str. 36-38).

Drugą wyróżnioną cechą drzewostanu pokłęskowego jest kierunek ułożenia drzew. Jako podstawowy parametr określający go przyjęto tzw. „dominujący kierunek ułożenia drzew”. Określono go jako kierunek w którym ułożona jest największa liczba drzew na danej powierzchni lub jej fragmencie. Założono również główne kierunki ułożenia drzew jako umownie wyznaczone przez sześć kierunków odchylonych od siebie o 60°. Przyjęto, że kierunek dominujący jest jednym z kierunków głównych i oznaczono go jako I. Pozostałe główne kierunki ułożenia drzew oznaczono cyframi II - VI zgodnie z rys.1.



Rys. 1 Przykład oznaczenia kierunków ułożenia drzew powalonych na konkretnej powierzchni pokłęskowej

3.2. Wskaźniki opisujące stan lasu po wystąpieniu klęski

Aby możliwe było zastosowanie przedstawionego opisu do modelowania procesów pozyskiwania drewna, wyróżnione cechy opisano wskaźnikami dającymi możliwość porównywania powierzchni ze sobą. Analizując kierunek ułożenia każdego drzewa należy przypisać go do jednego z sześciu kierunków głównych a następnie policzyć drzewa „należące” do tego samego kierunku N_i . Suma drzew przypisanych do poszczególnych kierunków N_{du} stanowi całkowitą liczbę drzew uszkodzonych na analizowanym obszarze.

Na podstawie analizy kierunków ułożenia drzew można określić liczbę drzew szczegółowego podziału rodzaju uszkodzenia określonego jako drzewa spiętrzone (S). W większości przypadków drzewa rodzaju S zaliczone do kierunków I, II i VI powinny zostać przypisane do grupy spiętrzeń łatwych (SŁ), zaś należące do kierunków III, IV i V do spiętrzeń trudnych (ST).

Opierając się na tych samych zasadach, jak to miało miejsce w przypadku badania kierunków obalenia drzew, należy przeanalizować charakter uszkodzenia każdego drzewa na badanym obszarze oraz przypisać

go do jednego z pięciu głównych rodzajów uszkodzeń, a następnie policzyć drzewa „należące” do tego samego rodzaju każdego uszkodzenia N_j , gdzie: $j \in \{D, L, S, W, Z\}$

Aby dokładniej sprecyzować opis, można liczbę uszkodzonych drzew danego rodzaju uszkodzenia odnieść do każdego z kierunków opisanych wcześniej. Przy takim opisie udział drzew uszkodzonych danego rodzaju w danym kierunku będzie można wyznaczyć na podstawie wzoru ogólnego:

$$\omega_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_i} \quad (1)$$

Dążąc jednak do jak najbardziej syntetycznego sposobu opisu powierzchni pokłękowych zdecydowano się na zdefiniowanie jednego zintegrowanego oznaczenia, którego postać umożliwiłaby opisanie zarówno rodzajów uszkodzeń drzew na powierzchni pokłękowej jak i kierunku ich obalenia.

Oznaczenie to (α) ma postać macierzy i dla przypadku (uproszczonego) - obalenia wszystkich drzew w jednym kierunku ma wymiary 1x5.

$$\alpha = [\omega_D \ \omega_L \ \omega_S \ \omega_W \ \omega_Z]$$

Poszczególne elementy macierzy wyznaczane są jako iloraz liczby drzew uszkodzonych danego rodzaju uszkodzenia (N_j) i liczby wszystkich drzew na powierzchni (N_{du}).

$$\omega_j = \frac{N_j}{N_{du}}, j \in \{D, L, S, W, Z\} \quad (2)$$

Przy uwzględnieniu wszystkich kierunków ułożenia drzew macierz α ma wymiary 5x6.

$$\alpha = \begin{bmatrix} \omega_{ID} & \omega_{IL} & \omega_{IS} & \omega_{IW} & \omega_{IZ} \\ \omega_{IID} & \omega_{IIL} & \omega_{IIS} & \omega_{IIW} & \omega_{IIZ} \\ \omega_{IIDD} & \omega_{IIDL} & \omega_{IIDS} & \omega_{IIDW} & \omega_{IIDZ} \\ \omega_{IVD} & \omega_{IVL} & \omega_{IVS} & \omega_{IVW} & \omega_{IVZ} \\ \omega_{VD} & \omega_{VL} & \omega_{VS} & \omega_{VW} & \omega_{VZ} \\ \omega_{VID} & \omega_{VIL} & \omega_{VIS} & \omega_{VIW} & \omega_{VIZ} \end{bmatrix}$$

Kolumny zawierają udziały kolejnych kierunków ułożenia drzew wyróżnionych rodzajów uszkodzeń w sześciu wyróżnionych kierunkach, zaś wiersze wartości udziałów poszczególnych rodzajów uszkodzenia w tych kierunkach. Suma wskaźników zawartych w macierzy α , zawsze musi wynosić 1.

3.3. Cykl pracy maszyny

Pozyskiwanie drewna jest procesem technologicznym przebiegającym w sposób cykliczny. Dotyczy to zarówno pozyskiwania systemem ręczno-maszynowym jak i systemem maszynowym. Podstawą analizy wydajności pracy tak harwestera jak i pilarza jest określenie czasu cyklu pracy. Czas ten zawiera w sobie wszystkie operacje technologiczne wykonywane przez maszynę lub człowieka oraz czynności pomocnicze mogące występować we wszystkich lub tylko w niektórych cyklach pracy. Zmienność czasów cyklu pracy oraz udziału poszczególnych składowych w ich strukturze jest cechą charakterystyczną pracy w trudnych warunkach terenowych i może być przyczyną rozbieżności w wartościach wydajności pozyskiwania drewna.

W przypadku pozyskiwania drewna w drzewostanach nieuszkodzonych systemem maszynowym Więsik i inni (2005) zaproponowali aby czas cyklu pracy harwestera opisać wzorem:

$$t_c = t_s + t_o + t_p + t_d \quad [s] \quad (3)$$

gdzie:

t_s - czas ścinki drzewa, liczony od zakończenia obróbki poprzedniego lub ustawienia maszyny na nowym stanowisku do zatrzymania głowicy z nowym drzewem w miejscu jego obróbki;

t_o - czas okrzesywania strzały, liczony od chwili zatrzymania głowicy z drzewem w miejscu jego obróbki do zakończenia ostatniego rządu dzielącego strzałę na części pomniejszony o sumę czasów trwania wszystkich rzadów wykonanych na danej strzale;

t_p - czas wyrzynki sortymentów, będący sumą czasów wszystkich rzadów dzielących strzałę na części, gdzie czas trwania każdego rządu był liczony od chwili zatrzymania strzały w głowicy do chwili rozpoczęcia kolejnego etapu jej przemieszczania lub otwarcia chwyteków głowicy w przypadku ostatniego rządu;

t_d - czas przejazdów, przypadający na jedno drzewo, liczony od chwili zakończenia obróbki ostatniego na danym stanowisku drzewa do chwili zatrzymania maszyny na nowym miejscu.

Idea tego wzoru pozostaje słuszna także dla powierzchni pokłeskowych, jednak należy go odpowiednio zmodyfikować uwzględniając specyfikę uszkodzonych obszarów. Różnice w procesie maszynowego pozyskiwania drewna z drzewostanu nieuszkodzonego oraz pokłeskowego wynikają przede wszystkim z dodatkowych ruchów i czynności maszyny, które musi ona wykonać, a które nie występują przy pracy na zębach lub w trzebieżach w drzewostanach nieuszkodzonych. Czynności te obejmują:

- wykonanie określonej operacji obróbczej, np. przerzynki odcinającej miejsce złomu lub rozłupu pnia,
- przemieszczenie maszyny, jej elementu lub obrabianego drzewa, np. wyciągnięcie drzewa ze spiętrzenia.

Modyfikując zatem wzór (3) do warunków pokłeskowych, umożliwiając jednocześnie późniejsze łatwe porównywanie wyników z warunkami drzewostanów nieuszkodzonych założono dwa główne składniki czasu cyklu pracy harwestera na powierzchni pokłeskowej: składnik pierwszy – odpowiadający warunkom pozyskiwania rębego lub przedrębego oraz składnik drugi uwzględniający czynności dodatkowe charakterystyczne dla powierzchni pokłeskowych. Zaproponowano następujący wzór:

$$t_{ck} = t_c + t_u \quad (4)$$

gdzie:

t_{ck} - czas cyklu pozyskiwania drewna na powierzchni pokłeskowej odniesiony do pojedynczego drzewa,

t_c – czas cyklu pozyskiwania drewna odniesiony do pojedynczego drzewa, nie uwzględniający czasów trwania czynności specyficznych dla powierzchni pokłeskowych (odpowiadający warunkom drzewostanu nieuszkodzonego),

t_u - łączny czas wszystkich czynności charakterystycznych dla maszynowego pozyskiwania drewna w warunkach pokłeskowych odniesiony do pojedynczego drzewa, który dla badanych powierzchni obejmował:

$$t_u = t_{u1} + t_{u2} + t_{u3} + t_{u4} + t_{u5} \quad (5)$$

gdzie:

t_{u1} - czas potrzebny do przesunięcia głowicy od miejsca uchwycenia drzewa do miejsca jej zamocowania występujący w czasie ścinki,

t_{u2} - czas potrzebny do obrócenia głowicy i ponownego uchwycenia drzewa liczony od chwili uwolnienia drzewa do ponownego jego uchwycenia występujący przy operacjach okrzesywania lub przerzynki,

t_{u3} - czas potrzebny na przenoszenie całych drzew lub ich fragmentów, bądź karp z miejsc uniemożliwiających manewrowanie żurawiem lub poruszanie się maszyny występujący podczas ścinki, okrzesywania, przerzynki lub przejazdów maszyny,

t_{u4} - czas potrzebny na usunięcie spiętrzenia drzew polegający na wyciągnięciu drzewa spiętrzonego poprzez przejazd nośnika maszyny,

t_{u5} - czas potrzebny na inne czynności dodatkowe zaobserwowane podczas badań np.: układanie wywróconych karp w jamach, wyrywanie drzew przeszkadzających z korzeniami, itp. występujący w ciągu całego procesu.

Określenie czasów t_{u1-5} ma charakter umowny, obejmuje jednak czynności najbardziej charakterystyczne dla maszynowego pozyskiwania drewna pokłękowego. Niektóre z nich (t_{u1} , t_{u2} i t_{u4}) określono w sposób umożliwiający połączenie ich z operacjami typowymi dla maszynowego pozyskiwania drewna w drzewostanach nieuszkodzonych. I tak t_{u1} powoduje wydłużenie czasu ścinki (t_s), czas t_{u2} powoduje wydłużenie czasów okrzesywania lub przerzynki (t_o) i (t_p) w zależności od tego w którym z nich wystąpi, zaś czas t_{u4} powoduje wydłużenie czasu przejazdów (t_d). Czasy t_{u3} i t_{u5} nie mogą zostać odniesione do konkretnej operacji, gdyż mogą wystąpić w każdej z nich więc będą wydłużały całkowity czas cyklu t_c .

Aby możliwe było analizowanie wpływu rodzaju uszkodzenia drzewa na czas cyklu pozyskiwania drewna oraz porównywanie wyników z warunkami drzewostanów nieuszkodzonych postanowiono zapisać powyższe w sposób następujący:

$$t_{ckj} = (t_{sj} \cdot \vartheta_{sj} + (t_{oj} + t_{pj}) \cdot \vartheta_{oj} + t_{dj} \cdot \vartheta_{dj}) \cdot \vartheta_{uj} \quad (6)$$

gdzie:

t_{sj} - czas ścinki drzewa (jak t_s) dla j-tego rodzaju uszkodzenia,

ϑ_{sj} - współczynnik utrudnienia ścinki, którego wartość będzie funkcją czasu t_{u1j} , odniesiony dla j-tego rodzaju uszkodzenia, $\vartheta_{sj} = f(t_{u1j})$

$t_{oj} + t_{pj}$ - czas okrzesywania i przerzynki drzewa dla j-tego rodzaju uszkodzenia,

ϑ_{oj} - współczynnik utrudnienia okrzesywania i przerzynki, którego wartość będzie funkcją czasu t_{u2j} , odniesiony dla j-tego rodzaju uszkodzenia, $\vartheta_{oj} = f(t_{u2j})$

t_{dj} - czas przejazdów dla j-tego rodzaju uszkodzenia drzewa,

ϑ_{dj} - współczynnik utrudnienia przejazdów maszyny, którego wartość będzie funkcją czasu t_{u4j} , odniesiony dla j-tego rodzaju uszkodzenia, $\vartheta_{dj} = f(t_{u4j})$

ϑ_{uj} - współczynnik utrudnienia wynikający z innych czynności dodatkowych, którego wartość będzie funkcją czasów t_{u3j} i t_{u5j} , odniesiony dla j-tego rodzaju uszkodzenia, $\vartheta_{uj} = f(t_{u3j}, t_{u5j})$

Wartość współczynników ϑ_{xj} gdzie $x \in \{s, o, d, u\}$ będzie zależna od ich wpływu na czas trwania odpowiedniej składowej cyku pracy maszyny. Jeśli np.: czas trwania ścinki będzie w przypadku powierzchni pokłękowej i danego rodzaju uszkodzenia drzewa taki sam jak dla analogicznych warunków drzewostanowych bez uszkodzeń to wartość współczynnika ϑ_{sj} będzie wynosiła 1, jeśli zaś średnia wartość tego czasu będzie większa to wartość współczynnika ϑ_{sj} będzie zawierać się w przedziale $\vartheta_{sj} \in (1, \infty)$.

W taki sam sposób można określić wpływ kierunku obalenia drzewa na czas cyklu pozyskiwania drewna zmieniając we wzorze (6) indeks j na i. Jednak ze względu na charakterystyczną cechę maszynowego pozyskiwania drewna z drzewostanów pokłękowych, wyjaśnioną szczegółowo w załączniku 5 (str. 54 - 55), polegającą na takim ustawieniu harwestera w odniesieniu do pojedynczego drzewa, jakby należało ono do dominującego kierunku ułożenia postanowiono, w przypadku analizowania maszynowego sposobu pozyskiwania drewna, takiego zapisu nie stosować. Jednak ze względu na uniwersalność zaproponowanej metody należy mieć możliwość uwzględnienia również takich przypadków.

3.4. Wydajność pracy harwestera na powierzchni uszkodzonej

Wydajność pracy podczas pozyskiwania drewna najczęściej wyraża się stosunkiem miąższości pozyskiwanych sortymentów do czasu trwania procesu (Kuczewski i Majewski 1983, Botwin 1993).

Dla przedstawionego w pracy zakresu badań analizowana była wyłącznie wydajność operacyjna (W_{02}) obliczana dla poszczególnych rodzajów uszkodzeń ze wzoru:

$$W_{02j}(j = \{D, L, S, W, Z\}) = 3600 \cdot \frac{q_{0j}}{t_{ckj}} \quad [m^3 \cdot h^{-1}] \quad (7)$$

gdzie: q_{0j} - średnia miąższość grubizny drzew j-tego rodzaju uszkodzenia.

Wtedy:

$$W_{02} = \sum_{j=\{D,L,S,W,Z\}} W_{02j} \cdot \frac{n_j}{n} = \sum_{j=\{D,L,S,W,Z\}} 3600 \cdot \frac{q_{0j}}{t_{ckj}} \cdot \frac{n_j}{n} \quad [m^3 \cdot h^{-1}] \quad (8)$$

Określona we wzorze (8) wydajność operacyjna odnosi się do pozyskiwania drewna z drzewostanu uszkodzonego obalonego zgodnie z dominującym kierunkiem ułożenia drzew (I). W zaproponowanej metodzie istnieje oczywiście również możliwość obliczania w/w parametrów w warunkach ogólnych.

4. Metodyka badań

Możliwość analizy symulacyjnej wybranych układów technologicznych uwzględniających charakterystykę drzewostanów pokłękowych wymagała empirycznego określenia wartości współczynników zaproponowanych w modelu.

Badania zostały wykonane na powierzchniach rzeczywistych, w miejscach w których zdarzyły się klęski żywiołowe. Wybrano miejsca o znacznym obszarze uszkodzonym, gdzie była możliwość oznaczenia

mniejszych fragmentów drzewostanu pokłeskowego, a na nich obszarów reprezentatywnych charakteryzujących się odmiennymi dominującymi rodzajami drzew uszkodzonych, wiekiem drzewostanu oraz jego składem gatunkowym.

Badania empiryczne przeprowadzono na powierzchniach uszkodzonych przez wiatr w Nadleśnictwach Przedbórz (RDLP Łódź), Koszęcin (RDLP Katowice) i Legnica (RDLP Wrocław).

Ponieważ analizowane powierzchnie miały różne lokalizacje sprawdzono czy pod względem drzewostanowym można zaliczyć je do jednej populacji, czy też należało rozpatrywać je osobno. Parametrem porównywanym w drzewostanie nie mogły być miąższości drzew, jak było to realizowane w większości badań prowadzonych w drzewostanach nieuszkodzonych, gdyż badane drzewa posiadały różne długości zależne przede wszystkim od rodzaju uszkodzenia. Wydzielono cztery odrębne powierzchnie badawcze oznaczone jako I - IV. W ich zakresie wyodrębniono charakterystyczne fragmenty, a na nich obszary reprezentatywne, dla których analizowano szczegółowo parametry drzewostanu oraz rejestrowano pracę pozyskujących drewno maszyn.

Pracę maszyn rejestrowano kamerą filmową, co pozwoliło na wielokrotne odtwarzanie jej przebiegu i dokładną analizę poszczególnych fragmentów procesu.

W czasie badań rejestrowano także:

- średnicę dolną pozyskiwanego drzewa (w odziomku lub miejscu cięcia wyrównującego czoło strzały) na podstawie rejestracji wartości z komputera pokładowego harwestera lub w jednym przypadku (powierzchnia IV) ze względu na awarię wyświetlacza komputera na podstawie porównania ze znanymi wielkościami charakterystycznymi głowicy harwesterskiej (np.: średnicą walców posuwowych) przyjmując wtedy wartość z dokładnością do 5 cm.
- długość pozyskiwanych sortymentów określano bądź to na podstawie rejestracji wartości z komputera pokładowego harwestera bądź też (w podanym przypadku) na podstawie porównania ze znanymi wielkościami wyrabianych sortymentów przyjmując długości jako 6 m, 4 m, 2,5 m i 1,25 m,
- czasy składowych cyklu pracy określano z dokładnością do 1s i rejestrowano wraz z liczbą wyrobionych sortymentów. Długość sortymentów w dużej mierze zależała od rodzaju uszkodzenia drzewa i liczby występujących na nim złamań, zgnieceń bądź pęknięć wzdłużnych,
- czas przejazdów maszyny pomiędzy kolejnymi ustawieniami określano z dokładnością do 1s.

Badania weryfikacyjne zaproponowanego modelu w nadleśnictwach Starogard Gdański oraz Wipsowo (opisane szczegółowo w rozdziale 9 załącznika 5) wykonywano również przy zastosowaniu bezzałogowego statku powietrznego (drona) Microdrone MD4-200.

5. Wybrane wyniki badań

5.1. Wpływ rodzaju uszkodzenia drzewa na czas cyklu pracy harwestera

Aby wskazać rodzaje uszkodzeń dla których średni czas pozyskiwania różnił się istotnie od innych sprawdzono warunki stosowalności metod parametrycznych. Odrzucono hipotezę o jednorodności wariancji, a

test nieparametryczny Kruskala-Wallisa pozwolił ($p = 0,00$) odrzucić hipotezę o braku różnic w czasie cyklu t_{ckj} dla poszczególnych rodzajów uszkodzeń. Test porównań wielokrotnych wykazał istotne różnice dla większości przypadków należących do głównych grup uszkodzeń D, L, S, W i Z. Nie zaobserwowano natomiast istotnych różnic pomiędzy drzewami z rodzajów uszkodzeń LCn-LK, DCw-DS, SŁ-ST, WLn-WLw, ZPn-ZPw. Fakt, że podane pary należały do jednakowych głównych rodzajów uszkodzeń oznaczał, że w badanej próbie możliwe było rozpatrywanie szczegółowych rodzajów uszkodzeń po połączeniu ich w grupy główne dla drzew rodzajów D, L, S, W, Z.

Najważniejsze było jednak określenie które składowe całkowitego czasu cyklu pozyskiwania drewna miały największy wpływ na jego wartość oraz czy były to składowe charakterystyczne dla warunków pokłeskowych, niewystępujące przy pozyskiwaniu rębnym bądź przedrębnym (t_{u1-5}), czy też czynniki oddziałujące na proces w sposób pośredni poprzez wydłużenie czasów t_s , t_o+t_p lub t_d ? Uzyskano to analizując poszczególne składowe całkowitego czasu cyklu pozyskiwania drewna.

Średni czas ścinki drzewa (t_{sj}) różnił się istotnie dla grup D-Z i L-S-W. Nie uzyskano natomiast istotnej różnicy pomiędzy czasami dla drzew rodzajów D i Z oraz dla drzew rodzaju L, S i W. Średni czas ścinki dla drzew rodzaju D i Z wynosił odpowiednio 9,92 i 11,52 s. zaś dla drzew L, S, W odpowiednio 7,90, 8,89 i 8,41 s. Interesujący był fakt, że dłuższy czas ścinki zaobserwowano dla drzew stojących, które bardziej przypominały drzewa znane operatorom z drzewostanów rębnych bądź przedrębnych, niż w przypadku drzew leżących na ziemi (L) lub też wyrwconych z karpą (W) i spiętrzonych (S). Przepuszczalnym powodem mógł być np.: brak konieczności ustawiania głowicy w pozycji pionowej po zakończeniu okrzyszowania i przerzynki drzewa poprzedniego co miało wpływ na całkowity czas trwania operacji ścinki.

Średni czas okrzyszowania i przerzynki ($t_{oj+t_{pj}}$) był dłuższy dla drzew typu Z, niż dla innych rodzajów uszkodzeń (D – 17,28 s, L – 24,28 s, S – 27,3 s, W- 28,51 s, Z – 37, 54 s). Wynikało to z konieczności przejścia głowicy harvesterowej przez miejsce złomu, co wymagało dodatkowych cięć po jednej i drugiej jego stronie, a także dodatkowego uchwycenia złamanej części drzewa. Ciekawym był również fakt, że czasy okrzyszowania i przerzynki dla drzew D, charakteryzowały się najmniejszym rozrzutem, co można tłumaczyć ich największym podobieństwem do drzew nieuszkodzonych (rozumianym jako brak wygięcia lub odkształcenia strzał w wyniku ich silnego naprężenia).

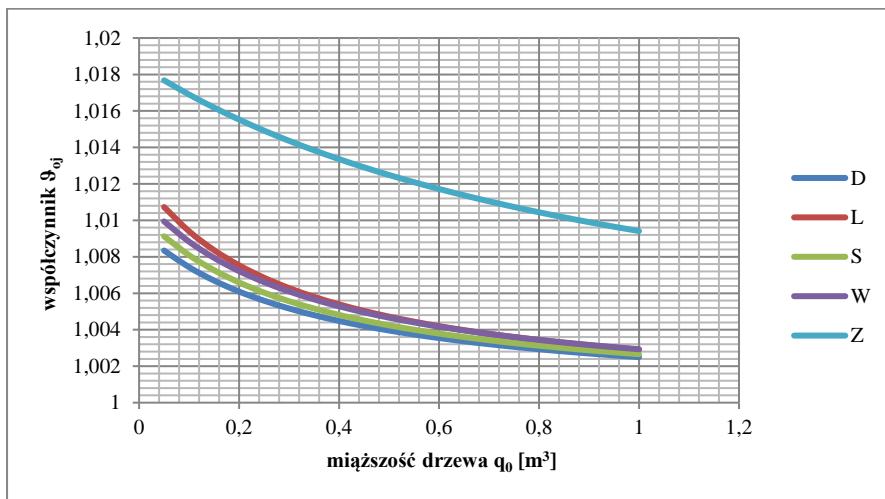
Średni czas t_{dj} , obejmujący przejazdy do następnego miejsca ustawienia maszyny wyznaczony dla wszystkich powierzchni wynosił od 9,09 do 11,59 s. Wykonany test Kruskala-Wallisa ($p = 0,0928$) nie dał podstaw do odrzucenia hipotezy o przynależności czasów uzyskanych dla różnych grup uszkodzeń do jednej grupy.

Średni czas t_{uj} dla drzew L wynosił 5,00 s., zaś dla drzew pozostałych rodzajów D – 7,91 s., S – 9,19 s., W – 8,70 s. i Z – 9,83 s. Istotne statystycznie różnice uzyskano wyłącznie dla drzew grupy L. Występowanie składowej czasu cyklu t_{uj} charakterystycznej dla obszarów pokłeskowych dotyczyło dla drzew rodzaju D 16,8% cykli pozyskiwania drewna, zaś dla pozostałych odpowiednio: L – 57,6%, S – 76,2%, W – 73,5% i Z – 79,4%.

5.2. Współczynniki utrudnienia procesu pozyskiwania drewna na powierzchniach pokłeskowych

Ponieważ dla operacji ścinki w żadnym przypadku uszkodzenia drzewa, nie uzyskano istotnej statystycznie zależności czasu ścinki od miąższości drzewa, do dalszych obliczeń przyjęto wartość uśrednioną $t_{sj\dot{s}r}$. Na jej podstawie określono współczynniki utrudnienia ścinki dla drzew j-tego rodzaju uszkodzenia jako: $\vartheta_{SD}=1,01$; $\vartheta_{SL}=1,13$; $\vartheta_{SS}=1,10$; $\vartheta_{SW}=1,16$; $\vartheta_{SZ}=1,00$. Operacja ścinki na powierzchniach pokłeskowych trwa zatem średnio w stosunku do drzew nieuszkodzonych o 10% dłużej dla drzew rodzaju uszkodzenia S i o 16% dłużej dla drzew rodzaju uszkodzenia W. Operacja wyrównywania czoła strzały dla rodzaju L trwa o 13% dłużej, niż odpowiadająca jej ścinka drzew bez uszkodzenia. Dla drzew rodzaju D zanotowano wzrost 1%, zaś dla Z wzrost poniżej 0,5%. Wartości te można pominąć, gdyż mieszczą się w granicach błędu.

Zmianę wartości współczynnika utrudnienia okrzesywania i przerzynki ϑ_{oj} gdzie $j = \{D, L, S, W, Z\}$, która dla wszystkich przypadków okazała się istotnie zależna od miąższości drzewa przedstawiono na rys. 2.

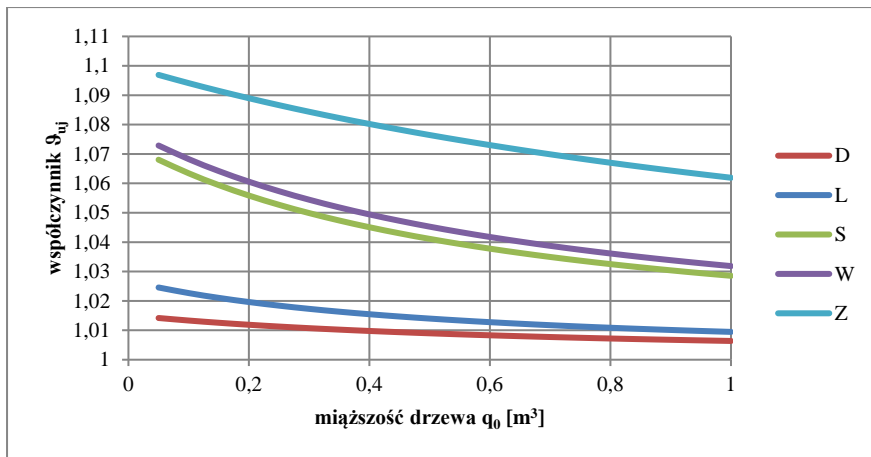


Rys. 2. Wartość współczynnika ϑ_{oj} w funkcji miąższości drzewa dla badanych głównych rodzajów uszkodzenia drzew

Operacje okrzesywania i przerzynki nie trwały zatem na powierzchniach pokłeskowych znacznie dłużej niż na obszarach nieuszkodzonych. Różnica wynosiła maksymalnie 1,8% dla drzew rodzaju uszkodzenia D, zaś dla pozostałych rodzajów uszkodzenia maksymalnie 1,1%. Różnica ta malała także wraz ze wzrostem miąższości drzew.

Przejazdy harwestera pomiędzy miejscami ustawienia zajmowały na powierzchniach pokłeskowych więcej czasu niż przypadku drzewostanów nieuszkodzonych. Wartości współczynnika utrudnienia przejazdów maszyny ϑ_{aj} wynosiły: $\vartheta_{aD}=1,32$; $\vartheta_{aL}=1,27$; $\vartheta_{aS}=2,62$; $\vartheta_{aW}=1,81$; $\vartheta_{aZ}=1,68$. Potwierdza to obserwacje w których zwłaszcza w przypadku drzew spiętrzonych dodatkowe czasy przejazdów zasadniczo wydłużały ogólny czas cyklu pracy.

Zmianę wartości współczynnika utrudnienia wynikającego z innych czynności dodatkowych ϑ_{uj} gdzie $j = \{D, L, S, W, Z\}$ przedstawiono na rys. 3.



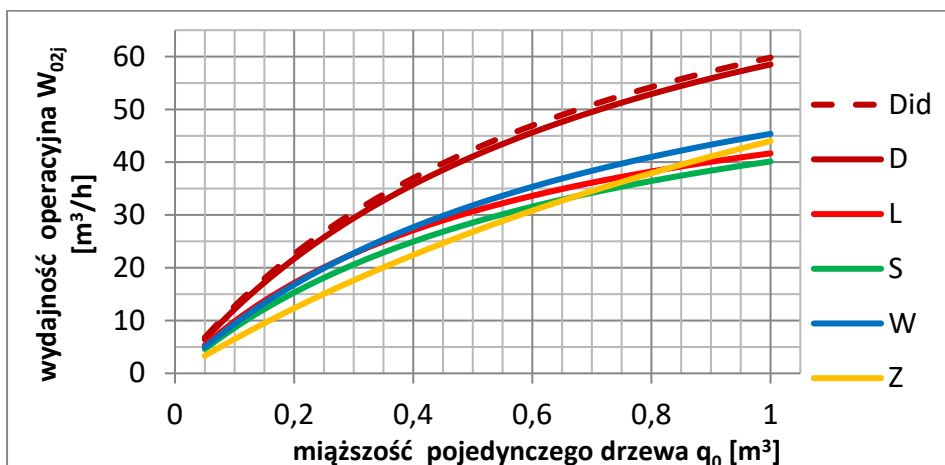
Rys. 3. Wartość współczynnika ϑ_{uj} w funkcji miąższości drzewa dla badanych głównych rodzajów uszkodzenia drzew

Wpływ czynności dodatkowych, zawierających się w czasach t_{u3j} i t_{u5j} na całość cyklu pozyskiwania drewna nie był duży i zawierał się w granicach 1% do 10%. Największy był dla rodzaju uszkodzeń Z, zaś najmniejszy dla rodzaju uszkodzeń D i L. Dla wszystkich rodzajów wpływ ten malał wraz ze wzrostem miąższości pozyskiwanych drzew.

6. Praktyczne zastosowanie metody

Podstawiając uzyskane wartości średnie czasów trwania operacji składowych procesu pozyskiwania drewna (t_{sj} , $t_{oj}+t_{pj}$, t_{dj}) oraz wartości współczynników ϑ_{xj} do wzoru (6) uzyskamy uśrednione czasy całkowitego cyklu pozyskiwania drewna dla warunków pokłeskowych i drzew j-tego rodzaju uszkodzenia. Podstawiając je następnie do wzoru (7), możemy określić wydajność operacyjną przy pozyskiwaniu drewna pokłeskowego j-tego rodzaju uszkodzenia. Wynik takiego podstawienia przedstawiono na rysunku 4.

Dla porównania, linią przerywaną oznaczono wydajność określoną z modelu dla warunków idealnych drzewostanu uszkodzonego gdy nie występują czynności dodatkowe opisane czasem t_u , a cykl pracy składa się wyłącznie z czasów t_s , t_o , t_p i t_d ($\vartheta_{xj} = 1$). Oznaczono to symbolem D_{id} .



Rys. 4. Uzyskana na podstawie opracowanego modelu, wydajność operacyjna godzinowa maszynowego pozyskiwania drewna dla poszczególnych głównych rodzajów uszkodzeń drzew oraz dla warunków idealnych drzewostanu uszkodzonego (D_{id})

Przedstawione na rysunku 4 zależności pozwalają prognozować średnią wydajność operacyjną pozyskiwania drewna z drzew konkretnych rodzajów uszkodzeń, dla warunków zbliżonych do występujących podczas przeprowadzonych badań. Opracowana metoda pozwala jednak prognozować wydajność maszynowego pozyskiwania drewna pokłeskowego także dla innych parametrów procesu. Zastosowanie w modelu wzorów pozwalających na określenie na ich podstawie średnich czasów operacji t_s , t_o , t_p i t_d (zaproponowanych np: przez Więsika i innych 2005) pozwala na modelowanie procesu uwzględniające czynniki istotne dla wydajności pracy w drzewostanie nieuszkodzonym, które będą miały znaczenie także na powierzchniach pokłeskowych. Dotyczy to np.: zastosowania maszyny o odmiennych od występujących w badaniach parametrach technicznych jak wysięg żurawia, czy prędkość przemieszczania drzewa przez walce posuwowe, innych parametrów drzewostanu jak np.: gęstość drzew, czy też zmodyfikowanej do konkretnych potrzeb technologii pracy np.: w postaci liczby wyrabianych ze strzały sortymentów. Wpływ warunków pokłeskowych będzie wtedy uwzględniony poprzez zastosowanie odpowiednich współczynników utrudnienia.

7. Podsumowanie wyników badań

Badania potwierdziły zależność wydajności pracy maszyny od rodzajów uszkodzeń drzew i ich procentowego udziału na powierzchni. Dla kierunków ułożenia drzew sposób pracy harwestera powoduje, że w większości przypadków nie mają one istotnego wpływu na całkowity czas cyklu pracy maszyny. Wyjątkiem może być przypadek gdy zróżnicowanie kierunków ułożenia drzew jest tak duże, że maszyna musi zmieniać kierunek ustawienia dla pojedynczych drzew, a nie dla ich grup. W takim przypadku kierunek ułożenia będzie miał wpływ tylko na czas przejazdów harwestera. Potwierdzeniem tego jest uzyskana z badań znaczna wartość współczynnika utrudnienia przejazdów dla drzew rodzaju uszkodzenia S ($\vartheta_{aS} = 2,62$).

Parametrem różnicującym istotnie warunki pracy maszyn i uzyskiwaną przez nie wydajność jest rodzaj występujących na powierzchni uszkodzeń drzew. Dla głównych grup uszkodzeń istotną różnicę uzyskano tylko dla rodzaju D – najbardziej zbliżonego do drzew nieuszkodzonych. Pozostałe rodzaje uszkodzeń (L, S, W, Z) nie różnią się istotnie od siebie. Występowanie ich jednak na powierzchni uszkodzonej znacznie utrudnia proces pozyskiwania drewna. Wydajność pracy w porównaniu do powierzchni z drzewami rodzaju uszkodzenia D może wtedy spaść nawet o 30%. Im więcej drzew uszkodzonych na powierzchni należy więc do rodzaju D, tym powierzchnia jest „łatwiejsza” do pozyskiwania drewna. Najprostszym zatem sposobem wstępnego szacowania „stopnia utrudnienia” pracy dla maszyn wysokowydajnych na powierzchni pokłeskowej jest określenie procentowego udziału drzew rodzaju D wśród wszystkich drzew uszkodzonych.

Wydajność maszynowego pozyskiwania drewna na powierzchniach pokłeskowych jest w większości przypadków niższa niż na obszarach nieuszkodzonych. Powodem tego jest nie tylko występowanie dodatkowych czynności, charakterystycznych dla obszarów uszkodzonych, które w większości przypadków znacząco wydłużają czas cyklu pracy maszyny. Istotnym czynnikiem jest także zwiększenie liczby koniecznych do wykonania przez maszynę cykli pracy przy tej samej (bądź mniejszej ze względu na uszkodzenia) miąższości pozyskiwanych drzew. Zwiększenie liczby cykli wynika z faktu rozdzielenia wybranych pojedynczych drzew

przez czynnik wywołujący klęskę np.: na stojącą część złomu (DC) i leżącą koronę (LK), które przez harvester są pozyskiwane jako osobne drzewa wymagające dwóch cykli pracy.

Przy maszynowym pozyskiwaniu drewna pokłeskowego z powierzchni gdzie wyraźnie określony jest dominujący kierunek ułożenia drzew wystarczającą dokładność opisu charakterystyki drzewostanu uzyskuje się przy zastosowaniu uproszczonej wersji macierzy uszkodzeń (α). Przy pozyskiwaniu drewna pokłeskowego na poziomie ręczno-maszynowym, gdzie pilarz zawsze musi podchodzić do drzewa z kilku stron oraz na szczególnie trudnych powierzchniach przy pozyskiwaniu na poziomie maszynowym, należy stosować macierz uszkodzeń w wersji szczegółowej.

Najważniejsze nowatorskie osiągnięcia przedstawione w rozprawie, stanowiące istotny wkład w rozwój nauki:

- osiągnięciem naukowym niniejszej pracy jest empiryczne określenie współczynników utrudnienia poszczególnych operacji dla terenów uszkodzonych przez wiatr. Stanowi to wkład w rozwój wiedzy o zagadnieniu, gdyż jak dotychczas brak było podobnych opracowań w literaturze. Umożliwiają one proste przeniesienie najczęściej prezentowanych w literaturze analiz odnoszących się do średnich wartości składowych czasu cyklu pozyskiwania drewna do warunków pokłeskowych,
- zaproponowany w pracy opis powierzchni pokłeskowej pozwala za pomocą jednego zintegrowanego wskaźnika macierzowego (α) scharakteryzować zarówno rodzaje uszkodzeń drzew występujących na powierzchni jak i ich przestrzenne ułożenie. Czynniki te opisują odmienność drzewostanu pokłeskowego od drzewostanu nieuszkodzonego i razem z parametrami wielkościowymi drzew pozwalają z wystarczającą dla potrzeb pozyskiwania drewna dokładnością opisać jego stan,
- opracowanie wskaźnika α jest pierwszą próbą syntetycznego opisu stanu powierzchni pokłeskowej pozwalającą na porównywanie charakteru leśnych obszarów uszkodzonych przez wiatr lub śnieg między sobą. Otwarty charakter opisu daje możliwość uzupełniania przedstawionej metody w miarę zdobywania kolejnych danych empirycznych. Pozwala także stosować różne jej warianty (szczegółowe lub uproszczone) w zależności od przyjętego poziomu mechanizacji prac pozyskaniowych.
- przedstawiona metoda pozwala przewidzieć operacyjną wydajność pracy maszyn, a przez to także w pewnym zakresie, czas uprzątnięcia uszkodzonej powierzchni. Oparcie charakterystyki drzewostanu pokłeskowego na rodzajach uszkodzenia drzew oraz kierunkach ich obalenia bądź wychylenia, pozwoliło na określenie „stanu” obszaru klęski w sposób szybki i bezpieczny dla ludzi (nie wymagający fizycznego wchodzenia wewnątrz drzewostanu uszkodzonego).

Literatura:

- BECQUEY J. 2000: Parcelles de chablis: quelles techniques de nettoyage? Forest Enterp. 135: 20-30.
BOTWIN M. 1993: Podstawy użytkowania maszyn leśnych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
DESERTS D.D., BIGOT M., CACOT E., STOQUEST G., COLLET F., ESTEVE L. 2002: Exploitation des chablis: attention danger. Rev For. Fr. 54: 69-88.
GIEFING D.F., KORZENIEWICZ R. 1998. Ergonomiczne aspekty pozyskiwania drewna w drzewostanach dotkniętych klęską śniegołomów. Zastosowanie ergonomii 2:197-205.

- Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu podstawowych prac z zakresu gospodarki leśnej. 2012. Załącznik do zarządzenia nr 36 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 20 kwietnia 2012 r. Warszawa: 1-70.
- JACKSON R.G., FOODY G.M., QUINE CH.P. 2000: Characterising windthrown gaps from fine spatial resolution remotely sensed data. *Forest Ecology and Management* 135(1-3): 253-260.
- JEWUŁA E. 1970: Pozyskiwanie drewna w drzewostanach uszkodzonych przez wiatry oraz okiść. *Sylwan* 11: 75-84.
- KUCZEWSKI J., MAJEWSKI Z. 1983: Eksploatacja maszyn rolniczych. PWRiL. Warszawa.
- MOSKALIK T. 2004: Model maszynowego pozyskiwania drewna w zrównoważonym leśnictwie polskim. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
- PASCHALIS P., PORTER B. 1995. Badania jakości technicznej surowca drzewnego oraz sposób jego pozyskiwania w drzewostanach objętych klęskami żywiołowymi. *Las Polski* 21: 4-6.
- SKATTER S., KUCERA B. 2000: Tree breakage from torsional wind loading due to crown asymmetry. *Forest Ecology and Management* 135: 97-103.
- STATHERS R.J., ROLLERSON T.P., MITCHELL S.J. 1994: Windthrow Handbook for British Columbia Forests. Ministry of Forest. Research Program Working Paper 9401.
- SUWAŁA M. 2002: Pozyskiwanie drewna ze złomów i wywrotów. *Głos lasu* 2: 5-9.
- WIĘSIK J. 1999: Efektywność wielooperacyjnej maszyny pozyskaniowej (harwestera) w różnych warunkach pracy. *Przegląd Techniki Rolniczej i Lesnej* 11: 17-21.
- WIĘSIK J., NUREK T., DYBCIO M. 2005: Model matematyczny pracy harwestera. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 9-10: 45-48.
- ZACHARA T. 2006: Problem szkód w lasach powodowany przez śnieg i wiatr oraz sposoby przeciwdziałania im. *Sylwan* 10: 56-64.
- ZBROŹEK P. 2008: Klęska huraganu w Puszczy Piskiej (4.07.2002) - ocena skutków po 6 latach. Klęski żywiołowe w lasach zagrożeniem dla wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa. Warszawa: 29-41.

d) omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych:

Moje zainteresowania naukowe zmieniały się w trakcie pracy w Zakładzie Mechanizacji Leśnictwa SGGW, można jednak wyróżnić dwa ich główne nurty:

- nowe maszyny leśne,
- pozyskiwanie drewna z leśnych obszarów pokłeskowych.

Nowe maszyny leśne

Zainteresowanie nowymi maszynami leśnymi przebiegało w moim przypadku dwoma drogami: pierwsza to badania i analizy maszyn dostępnych na rynku, zaś druga to konstrukcje nowych maszyn i urządzeń.

Badania i analizy maszyn obejmowały początkowo głównie maszyny aktywne do uprawy gleby, a w szczególności leśną glebofrezarkę ślimakową. Strumień mocy niezbędny do jej napędu był głównym tematem mojej pracy doktorskiej. Jego analizę wykonałem formułując oryginalny model matematyczny uwzględniający rozwiązania konstrukcyjne (np. zastosowanie frezów jedno lub dwuzwojowych), parametry konstrukcyjne maszyny (promień bębna frezującego, szerokość roboczą, kąty geometryczne ślimaka, promień zaostrenia freza i inne), parametry eksploatacyjne glebofrezarki (prędkość obwodową zespołu roboczego, prędkość agregatu, głębokość pracy) oraz czynniki charakteryzujące glebę (zwięzłość, opór jednostkowy, gęstość objętościową gleby i współczynnik tarcia bębna frezowego o glebę). Zaproponowany model pozwolił na analizę zmian wielkości momentu obrotowego w zależności od parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych ma-

szyny oraz warunków jej pracy. Istotną częścią pracy była także analiza części składowych momentu całkowitego: momentu dynamicznego, momentu skrawania i momentu tarcia, co pozwoliło na potwierdzenie słuszności hipotezy badawczej, że w warunkach leśnych o wartości oporów pracy glebofrezarki, a tym samym i momentu obrotowego decydują przede wszystkim opory tarcia bębna o glebę (moment tarcia) i opory skrawania gleby (moment skrawania). Wyniki i wnioski z badań opublikowano w:

- Brzózko J. 2004: Model matematyczny pracy leśnej glebofrezarki ślimakowej. Część I. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 7; str. 24-26
- Brzózko J. 2004: Model matematyczny pracy leśnej glebofrezarki ślimakowej. Część II. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 8; str. 24-26
- Brzózko J. 2005: Weryfikacja modelu matematycznego pracy leśnej glebofrezarki ślimakowej”. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 5, str. 20 – 24
- Brzózko J. 2007: Theoretical analysis of possibility of obtaining assumed working depth in the forest warm tilling machine FGL-70. Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW, Agriculture No 50, str. 79-85
- Brzózko J. 2007: Czynniki mające wpływ na efekty przygotowania gleby leśną glebofrezarką ślimakową. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 3, str. 2-4

Inne maszyny aktywne w badaniach których brałem udział to między innymi leśny talerzowy pług aktywny dla którego badane było zapotrzebowanie mocy do napędu, czy łopata mechaniczna Gramegna dla której analizowane były siły działające na trzonek elementu roboczego oraz zapotrzebowanie mocy do jej napędu. Wyniki tych badań zostały przedstawione na VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej "Problemy Techniki Rolniczej i Leśnej", która odbyła się w Warszawie w roku 2007 oraz opublikowane w:

- Więsik J., Brzózko J., Sobczyk P. 2006: Analiza zapotrzebowania mocy leśnego aktywnego pługa talerzowego przy uprawie gleby pod odnowienia lasu. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 7, str. 20-23
- Brzózko J., Murawski P. 2007: Effect of soil loosening depth on power requirement for driving the spading machine Gramegna. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture No 51 (Agricultural and Forest Engineering), str. 59-64

Analizy konstrukcji innych maszyn obejmujących między innymi: głowice ścinkowe, głowice harwestero-
rowe, żurawie hydrauliczne czy maszyny do rozdrabniania pniaków zostały opublikowane w:

- Brzózko J., Skarżyński J. 2006: Nowoczesne maszyny do rozdrabniania pniaków. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 9-10, str. 50-52
- Aniszewska M., Brzózko J. 2006: Współczesne maszyny wspomagające wytwarzanie kompostu. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 11, str. 22-23
- Brzózko J. 2007: Tendencje rozwojowe głowic ścinkowych. Część I. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 5, str. 5-7
- Brzózko J. 2007: Tendencje rozwojowe głowic ścinkowych. Część II. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 6, str.
- Brzózko J., Fronczek M. 2008: Tendencje rozwojowe głowic ścinkowych. Część III. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 2, str. 20-21
- Skarżyński J., Brzózko J. 2010: Harwestery do pozyskiwania drewna stosowane w polskich lasach. Cz. 1. Charakterystyka ogólna – nośniki. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 6, str. 11-14
- Aniszewska M., Brzózko J., Skarżyński J. 2011: Harwestery do pozyskiwania drewna stosowane w polskich lasach. Cz. 2. Głowice harwestero-
rowe. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 2, str. 4-7

W roku 2008 w większym stopniu zainteresowałem się wysokowydajnymi maszynami do pozyskiwania drewna (harwesterymi). W tym to roku na zlecenie Ośrodka Rozwojowo Wdrożeniowego Lasów Państwowych w Bedoniu byłem członkiem zespołu eksperckiego, którego zadaniem było opracowanie kart technolo-

gicznych określających parametry techniczne i eksploatacyjne maszyn wykorzystywanych w polskich lasach. W ramach projektu byłem odpowiedzialny za tę grupę maszyn.

Również w roku 2008 także na zlecenie ORWLP w Bedoniu byłem członkiem zespołu eksperckiego, którego zadaniem było opracowanie poradnika dla użytkowników maszyn leśnych agregatowanych z ciągnikami rolniczymi. W ramach projektu byłem odpowiedzialny za rozdział dotyczący układów: hydraulicznego i pneumatycznego ciągnika. W/w publikacja ukazała się jako materiał wewnętrzny Lasów Państwowych.

W latach 2013-2014 w ramach konsorcjum zawiązanego przez firmę INVENTOR - Mokobody, Wydział Inżynierii Produkcji SGGW oraz Państwowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu byłem uczestnikiem projektu pt. "Prace badawczo - rozwojowe i wdrożeniowe w firmie INVENTOR" (RPMA.01.02.00-14-007/12-00). Brałem udział w pracach konstrukcyjnych oraz badaniach z zakresu ergonomii, bezpieczeństwa użytkownika i funkcjonowania następujących maszyn:

- bijakowego rozdrabniacza biomasy BRB150 z zespołem zbierającym zrębki,
- lekkiej przyczepo - wywrotki REM150,
- jednotarczowej ścinarki roślin energetycznych z urządzeniem odkładczym JSR-710,
- nagrzewnicy powietrza opalanej zrębkami drewnianymi NP-1,
- zespołu podającego drewniane zrębki do kotłów grzewczych ZP-1,
- piło - łuparki zawieszanej na ciągniku PŁ-710.

W wyniku realizacji projektu 3 maszyny zostały wdrożone do produkcji seryjnej. Wyniki realizacji projektu przedstawiono na Targach Rolnych w Walencji (Feria Valencia) w dniach 2-4 października 2013r. oraz na XXI Międzynarodowych Targach Techniki Rolniczej AGROTECH 19-27 marca 2015r. w Kielcach, gdzie rozdrabniacz bijakowy BRB150 zdobył Złoty Medal. Wyniki opublikowano w:

- Aniszewska M., Brzózko J., Nurek T., Skarzyński J., Wójcik K., Zychowicz W. 2015: Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne maszyn do rozdrabniania biomasy w sadach i winnicach. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 2, str. 21-23
- Aniszewska M., Brzózko J., Nurek T., Skarzyński J., Wójcik K., Zychowicz W. 2015: Nowa ścinarka do roślin energetycznych. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna nr 3, str. 23-25

Od roku 2016 jestem wykonawcą w projekcie "Integralne systemy hodowli i uprawy pszenicy, kukurydzy i topoli dla zoptymalizowanej produkcji biomasy, biopaliw oraz zmodyfikowanego drewna" (BIOSTRATEG 2/298241/10/NCBR/2016). W ramach realizacji projektu jestem członkiem zespołu odpowiedzialnego za badania nad techniką i technologią produkcji topoli energetycznej.

Efektom prac nad konstrukcjami nowych maszyn leśnych są dwa uzyskane przeze mnie patenty na wynalazki. Pierwszy był efektem analiz procesu skrawania drewna piłą łańcuchową. Opracowałem koncepcję nowej konstrukcji piły łańcuchowej redukującej odchylenie się ogniw tnących w płaszczyźnie rzazu co ograniczy nieciągłość procesu skrawania i zwiększy wydajność skrawania. Rozwiązanie to zostało zgłoszone w Urzędzie Patentowym RP w roku 2011, a w roku 2014 uzyskałem na niego Patent RP nr 219846. W roku 2015 w ramach realizowanego na SGGW projektu "Inkubator innowacyjności" (DS/1559/9/W16/POIG/II/

2014) rozwiązanie to zostało uznane za jedno z "flagowych" (kluczowych) projektów innowacyjnych SGGW. Obecnie trwają prace nad komercjalizacją projektu.

Drugim jest projekt sadzarki do sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym przewidzianej do agregowania z pojazdami typu quad. Innowacyjnym rozwiązaniem zaproponowanym w sadzarce jest podajnik rurowy o złożonej trajektorii ruchu oraz system łopatek kształtujących jamkę w glebie. Projekt ten opracowałem wraz z mgr inż. J. Harasimikiem, którego byłem opiekunem naukowym. Rozwiązanie zostało zgłoszone w UPRP w roku 2015, a patent RP uzyskano w roku 2016 (decyzja nr DP.P.412172.5).

Pozyskiwanie drewna z leśnych obszarów pokłeskowych

Od roku 2007 moim głównym tematem badawczym było jednak pozyskiwanie drewna z leśnych obszarów pokłeskowych. W roku 2009 uzyskałem grant MNiSW na realizację zaproponowanego przeze mnie projektu pt. „Analiza czynników wpływających na wydajność, koszty jednostkowe oraz bezpieczeństwo pracy przy pozyskiwaniu drewna z obszarów pokłeskowych. (N309 093737). Jako kierownik projektu i jego główny wykonawca w latach 2009-2013 byłem odpowiedzialny za jego wykonanie.

Efektom naukowym projektu jest między innymi zaprezentowane powyżej osiągnięcie naukowe, jednak nie tylko. Bardzo obszerny materiał badawczy obejmujący zarówno zdjęcia lotnicze badanych leśnych obszarów pokłeskowych z dużych i małych wysokości, jak i zapis przebiegu pozyskiwania drewna pokłeskowego różnymi technologiami pozwolił analizować pracę na obszarach pokłeskowych nie tylko na poziomie maszynowym. Dla technologii realizowanych na poziomie ręczno-maszynowym analizowałem:

- strukturę czasu pozyskiwania drewna z drzew trudnych, wyniki opublikowano w:

- Brzózko J., Błaszczyk T. 2010: Investigations on logging process of wind damaged trees with the internal combustion chain saw. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture No 55 (Agricultural and Forest Engineering), str. 65-74

- bezpieczeństwo pracy pilarzy na powierzchniach pokłeskowych. Wyniki tych badań przedstawiłem na XII Konferencji Ergonomicznej "Ergonomia i Ochrona Pracy w Leśnictwie, Drzewnictwie i Produkcji Rolnej" Puszczykowo 10-11 września 2007 oraz Konferencji w ramach XI Targów Gospodarki Leśnej, Przemysłu Drzewnego i Ochrony Środowiska, Tuchola 4 września 2008. Wyniki opublikowano w:

- Brzózko J. 2007: Zagrożenia wynikające z pozyskiwania drewna w drzewostanach pokłeskowych. Prace z zakresu nauk rolniczych i leśnych. Wydawnictwo Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Tom 101, str. 81-90

- specyficzną technologię pozyskiwania drewna pokłeskowego polegającą na odcinaniu od karp pni drzew wywróconych i innych trudnych do uchwycenia głowicą harwesterową przez pilarza poruszającego się przed harwesterem. Jest to technologia budząca kontrowersje ze względu na duże ryzyko wypadków. Stosowana jest jednak powszechnie w przypadku powierzchni pokłeskowych z dużą liczbą wywrotów. Wyniki opublikowano w:

- Brzózko J., Kaluga T. 2010: Investigations of technological process of after-calamity site preparation to logging with the harvester. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture No 56 (Agricultural and Forest Engineering), str. 79-87

Wykorzystanie do badań zakupionego w ramach projektu drona pozwoliło na opracowanie szeregu wniosków metodologicznych dotyczących badań leśnych obszarów pokłeskowych: silnego efektu Hawthorne'a przy badaniach bezpieczeństwa pracy przy pozyskiwaniu drewna pokłeskowego pilarkami spalinowymi, ograniczeń stosowania bezzałogowego statku powietrznego do badań terenów trudnodostępnych i innych. Wyniki tych badań zostały przedstawione na V Międzynarodowej Konferencji Naukowej "Użytkowanie maszyn rolniczych i leśnych, badania naukowe i dydaktyka, Zakopane, 9-10 września 2010 i opublikowane w:

- Brzózko J. 2011: Possibilities and barriers of the MD4-200 drone helicopter use in observations of hardly accessible forest areas. Polish Academy of Art and Sciences. Commission on Agricultural, Forestry and Veterinary Sciences, Nr 15, str. 303-308
- Brzózko J., Skarżyński J., Łączyńska J., Paczek I. 2016: Selection of drone flight parameters for determination of post-disaster forest area profile based on aerial photographs. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture No 67 (Agricultural and Forest Engineering), str. 131-138

Osobną grupę stanowią badania wpływu warunków pokłeskowych na warunki i efekty pracy operatorów maszyn wysokowydajnych. Prowadziłem między innymi badania porównawcze operatorów doświadczonych i niedoświadczonych na tej samej powierzchni pokłeskowej i tej samej maszynie. Wyniki zostały przedstawione na 45th International Symposium on Forestry Mechanization FORMEC "Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment" 8-12 October, 2012, Dubrownik (Cavtat).

W roku 2009 na zlecenie ORWLP w Bedoniu wykonałem ekspertyzę, której celem było określenie wydajności maszynowego pozyskiwania drewna pokłeskowego. Stanowiła ona podstawę do określenia normy czasu dla prac leśnych tego rodzaju.

Analizy bezpieczeństwa pracy na powierzchniach pokłeskowych nasunęły mi pomysł wykorzystania metod sztucznej inteligencji do opracowania systemu wspomagającego bezpieczne pozyskiwanie drewna z drzew szczególnie trudnych. Założenia systemu i przykładowe algorytmy decyzyjne opublikowano w:

- Brzózko J., Skarżyński J. 2014: Proceeding algorithms for difficult trees as the basis for expert system to increase sawmen' safety on post-disaster sites. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture No 64 (Agricultural and Forest Engineering), str. 77-87

Realizacja projektu nasunęła mi także pomysł stworzenia unikalnego w skali światowej systemu szkoleniowego dla drwali pracujących na powierzchniach pokłeskowych opartego na stanowiskach dydaktycznych symulujących najczęściej spotykane przypadki drzew uszkodzonych. System taki mógłby znacznie podnieść poziom wyszkolenia drwali i zwiększyć bezpieczeństwo pracy w warunkach pokłeskowych zwłaszcza, że w warunkach polskich ciągle jeszcze znaczna część drzew uszkodzonych jest usuwana za pomocą pilarek spalinowych. Projekty takiego systemu były składane w latach 2011 i 2012 do konkursów ogłaszanych przez Dyrektora Generalnego LP.

e) działalność popularyzatorska i dydaktyczna

Podczas pracy w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego prowadziłem zajęcia ze studentami dwóch wydziałów: Wydziału Inżynierii Produkcji (wcześniej Techniki Rolniczej i Leśnej) oraz Wydziału Leśnego.

Na Wydziale Inżynierii Produkcji prowadziłem zajęcia z następujących przedmiotów:

- Maszynoznawstwo leśne;
- Teoria maszyn leśnych;
- Maszyny leśne - projekt,
- Napędy hydrauliczne;
- Sterowanie i urządzenia hydrauliczne;
- Użytkowanie maszyn leśnych;
- Procesy technologiczne w produkcji leśnej;
- Projektowanie innowacyjnych rozwiązań technicznych.

Na Wydziale Leśnym prowadziłem zajęcia z przedmiotu Maszynoznawstwo leśne jako ćwiczenia terenowe na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych.

Od uzyskania stopnia naukowego doktora byłem promotorem 16 prac magisterskich oraz 34 prac inżynierskich wykonanych przez studentów Wydziału Inżynierii Produkcji. Ponadto recenzowałem 3 prace magisterskie i 8 inżynierskich. Prace wykonane pod moim kierunkiem dotyczyły następujących zagadnień:

- nowych konstrukcji maszyn leśnych;
- nowych konstrukcji stanowisk badawczych i dydaktycznych;
- wydajności i kosztów pracy maszyn leśnych, zwłaszcza na terenach pokłeskowych;
- bezpieczeństwa pracy pilarzy i operatorów maszyn na terenach pokłeskowych;
- optymalizacji technologii pozyskiwania drewna w warunkach pokłeskowych;
- możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych (dronów) do badań obszarów leśnych;
- systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego w lasach polskich;
- możliwości pozyskiwania finansowania działalności naukowej lub gospodarczej ze środków krajowych i europejskich;
- rynku maszyn leśnych.

Prace pani mgr inż. M. Kobyłeckiej i inż. J. Harasimika wykonane pod moim kierunkiem, reprezentujące SGGW, zostały wyróżnione i nagrodzone odpowiednio na V Międzynarodowej Konferencji Studentów pt: „Problemy Inżynierii Rolniczej i Leśnej”, która odbyła się 26 maja 2010r. w Warszawie i Ogólnopolskim Studenckim Konkursie Projektowym Solidworks 2013.

Ważną częścią mojej działalności dydaktycznej były konstrukcje stanowisk naukowo-dydaktycznych. W roku 2014 opracowałem i wykonałem trenera pozwalający na naukę ścinki drzew w pomieszczeniu zamkniętym. Innowacyjnym rozwiązaniem zastosowanym w urządzeniu jest możliwość symulowania naprężenia wewnątrz pnia, co odpowiada warunkom naturalnym (np: nierównomiernie ukształtowanej ko-

ronie lub wychyleniu drzewa). Na urządzenie to uzyskałem w roku 2016 patent RP (nr decyzji DP.P.409139.5). Również w roku 2014 zaprojektowałem i wykonałem trenażer okrzesywania drzew iglastych umożliwiający płynną wymianę drzewców symulujących gałęzie. To urządzenie również zostało zgłoszone w Urzędzie Patentowym RP jako wynalazek (P.409319). Oba urządzenia zostały wystawione na Międzynarodowych Targach Eko-Las w Mostkach k. Świebodzina 4-6 września 2014 r. Liczne stanowiska zostały także zaprojektowane wraz ze studentami których byłem opiekunem naukowym. Obejmowały one między innymi:

- stanowisko do badań amortyzatorów pilarek spalinowych,
- stanowisko do symulowania przeszkód terenowych występujących na powierzchniach pokłeskowych,
- stanowisko do badania zużycia oleju w pile łańcuchowej,
- stanowisko do badania wytrzymałości kasków,
- stanowisko prezentujące zjawisko odbicia piły łańcuchowej.

Wybrane projekty jak: "Symulator pokonywania przeszkód terenowych, zwłaszcza kłody leżącej i pniaka" (P.411134) zostały zgłoszone jako wynalazki do Urzędu Patentowego RP. W przypadku innych trwa opracowanie zgłoszeń patentowych.

Moim ważnym osiągnięciem dydaktycznym jest również współautorstwo 3 rozdziałów podręcznika akademickiego pt. "Urządzenia techniczne w produkcji leśnej. Maszyny i urządzenia do pozyskiwania i transportu drewna", który ukazał się nakładem Wydawnictwa SGGW w roku 2015. Rozdziały dotyczyły ścinarek, procesorów i harwesterów.

f) działalność organizacyjna

W latach 2006 -2007 uczestniczyłem w przygotowaniach i organizacji Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Technika i Technologia w Leśnictwie Polskim” z okazji 50-lecia Zakładu Mechanizacji Leśnictwa SGGW.

W roku 2009 brałem udział w przygotowaniu Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Ekologiczne Aspekty Produkcji Rolniczej i Leśnej” zorganizowanej z okazji XX - lecia Katedry Maszyn Rolniczych i Leśnych SGGW.

W latach 2009-2012 byłem w składzie zespołu organizacyjnego lub Komisji Egzaminacyjnej "Ogólnopolskiego Młodzieżowego Konkursu Wiedzy o Ergonomii i Bezpieczeństwie Pracy w Rolnictwie" organizowanego przez Wydział Inżynierii Produkcji SGGW i miesięcznik AGROMECHANIKA.

W latach 2007-2011 byłem opiekunem roku studentów kierunków Zarządzanie i Inżynieria Produkcji oraz Technika Rolnicza i Leśna.

W roku 2011 byłem organizatorem Stoiska Wydziału Inżynierii Produkcji SGGW na Międzynarodowych Targach Leśnych Rogów 2011. W tym samym roku brałem udział w realizacji filmu promującego Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Na potrzeby tego filmu zrealizowałem materiał

video oraz serię zdjęć lotniczych kampusu SGGW w Warszawie i Rogowie przy wykorzystaniu drona Microdrone MD4-200.

W roku 2015 byłem jednym z organizatorów stoiska Wydziału Inżynierii Produkcji na Pikniku Naukowym w Warszawie.

W latach 2013-2016 byłem członkiem Wydziałowego Komitetu Obchodów 200-lecia SGGW. W roku 2016 byłem członkiem komitetu organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Naukowej "Problemy Gospodarki Energią i Środowiskiem w Rolnictwie, Leśnictwie i Przemysle Spożywcym" zorganizowanej z tej okazji w Warszawie w dniach 13-14 września, oraz prezentacji Wydziału Inżynierii Produkcji SGGW w Łazienkach Królewskich w Warszawie.

W roku 2016 byłem członkiem Wydziałowej Komisji Hospitacyjnej Wydziału Inżynierii Produkcji.

Od roku 2016 jestem członkiem Wydziałowej Komisji d/s Promocji Wydziału Inżynierii Produkcji.

Podsumowanie dorobku naukowego

Na osiągnięcia przedstawiające mój rozwój naukowo - badawczy składają się ogólnie 74 opracowania, przedstawione liczbowo w tabeli 1.

Osiągnięcia w pracy naukowo - badawczej obejmują 21 (w tym 2 przed doktoratem) oryginalnych prac o charakterze rozpraw naukowych, 1 monografię, 5 rozdziałów w monografiach (w tym 2 przed doktoratem), 9 prac o charakterze opisów przypadków, 1 pracę o charakterze poglądowym i 6 prac popularno-naukowych. Moją pracę naukową cechowała duża samodzielność. Tylko w jednym przypadku artykułu naukowego nie jestem jego głównym autorem, zaś w przypadku 15 prac (71%) jestem ich jedynym autorem.

Moje twórcze prace zawodowe obejmują 6 zgłoszeń do Urzędu Patentowego RP. W przypadku 3 jestem ich jedynym twórcą, w przypadku pozostałych głównym autorem. W przypadku 3 zgłoszeń uzyskałem patenty, pozostałe są w fazie rozpatrywania.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym było kierowanie krajowym projektem badawczym finansowanym przez MNISW (potem NCN) pt. " Analiza czynników wpływających na wydajność, koszty jednostkowe oraz bezpieczeństwo pracy przy pozyskiwaniu drewna z obszarów pokłęskowych" (N309 093737) wykonywanym w latach 2009-2013. W skład zespołu realizującego projekt od strony naukowej wchodziło oprócz mnie czterech pracowników naukowych Zakładu Mechanizacji Leśnictwa SGGW.

Aktualnie jestem wykonawcą w jednym projekcie finansowanym przez NCBiR pt. "Integralne systemy hodowli i uprawy pszenicy, kukurydzy i topoli dla zoptymalizowanej produkcji biomasy, biopaliw oraz zmodyfikowanego drewna" (BIOSTRATEG 2/298241/10/NCBR/2016).

Brałem czynny udział w 12 konferencjach naukowych (w tym 2 przed doktoratem) z których 8 było konferencjami międzynarodowymi i 2 konferencjach branżowych organizowanych przez producentów wysokowydajnych maszyn do pozyskiwania drewna.

Wykonałem również 2 recenzje artykułów naukowych dla czasopisma Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna.

Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego:

PUBLIKACJE ORAZ WSKAŹNIKI ROZWOJU NAUKOWEGO

Liczba punktów według wykazu czasopism ogłoszonego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, impact factor publikacji naukowej według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania:

- Liczba wszystkich publikacji (w tym 1 monografia): 51;
- Liczba publikacji w czasopismach recenzowanych (w tym 1 monografia): 37;
- Liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora (w tym 1 monografia): 47;
- Liczba publikacji w czasopismach recenzowanych po uzyskaniu stopnia doktora (w tym 1 monografia): 33;
- Liczba publikacji w czasopismach z bazy Journal Citation Reports: 2;
- Łączna liczba punktów za wszystkie publikacje i uzyskane patenty: 287;
- Łączna liczba punktów za publikacje i patenty po uzyskaniu stopnia doktora: 271;
- Łączna liczba punktów za publikacje w czasopismach z bazy JCR: 30;
- Impact Factor wszystkich publikacji: 0,820;
- Łączna liczba cytowań wg Web of Sciences (na dzień 20.12.2016): 0;
- Łączna liczba cytowań wg bazy Google Scholar (na dzień 20.12.2016): 20;
- Index Hirscha wg Web of Sciences (na dzień 20.12.2016): 0;
- Index Hirscha wg bazy Google Scholar (na dzień 20.12.2016): 2.

Tabela 1. Liczbowe zestawienie dorobku naukowego

	Przed uzyskaniem stopnia doktora (punkty)	Po uzyskaniu stopnia doktora (punkty)	Razem (punkty)
Publikacje w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports		2 (30)	2 (30)
Publikacje w czasopismach niebędących w bazie Journal Citation Reports	2 (8)	24 (115)	26 (123)
Rozdziały w monografiach (w tym w podręczniku akademickim)	2 (8)	6 (24)	8 (32)
Monografia*		1 (25)	1 (25)
Uzyskane patenty na podstawie decyzji Urzędu Patentowego RP		3 (65)	3 (65)
Przygotowane zgłoszenia do Urzędu Patentowego		6 (12)	6 (12)
Wynalazki wystawione na międzynarodowych targach i wystawach		2 (-)	2 (-)
Wykonane ekspertyzy		8 (-)	8 (-)
Prezentacja wyników badań na konferencjach międzynarodowych		8 (-)	8 (-)
Prezentacja wyników badań na konferencjach krajowych	2 (-)	2 (-)	4 (-)
Publikacje popularno-naukowe i inne		6 (-)	6 (-)
Razem	6 (16)	68 (271)	74 (287)

* monografia, osiągnięcie zgodne z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.

W-uc 30.01.2017r.

Jacek Brocho