

Załącznik nr 2A

Dr inż. Tomasz Ksawery Gnatowski

AUTOREFERAT

Warszawa, 25 sierpnia 2015 r.

Spis treści

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
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.).....	3
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	3
4.2. Autor, tytuł, rok wydania, nazwa wydawnictwa.....	3
4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	4
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych.....	10
5.1. Główne kierunki działalności naukowej.....	10
5.2. Udział w projektach badawczych.....	17
5.3. Staże w zagranicznych ośrodkach naukowych.....	19
5.4. Dorobek publikacyjny.....	20
5.5. Udział w konferencjach naukowych.....	21
5.6. Najważniejsze wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych.....	22
6. Ekspertyzy i opracowania wykonane na zamówienie.....	22
7. Osiągnięcia dydaktyczne.....	24
8. Działalność organizacyjna.....	25

1. Imię i nazwisko

Tomasz Ksawery Gnatowski

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

- tytuł i stopień zawodowy - **magister inżynier** na kierunku inżynieria środowiska Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 1994 r.
- stopień naukowy - **doktor nauk rolniczych** w zakresie **kształtowanie środowiska**, tytuł rozprawy *Ocena właściwości retencyjnych i hydraulicznych w utworach torfowych i murszowych z obszaru doliny Biebrzy*. Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2001 r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 1994 - 2001 r. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska, Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych (obecnie Katedra Kształtowania Środowiska) - stanowisko asystent
- 2001 r. - obecnie. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska - obecnie Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania Środowiska - stanowisko adiunkt

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.)

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest monografia o tytule wymienionym poniżej.

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Charakterystyki cieplne gleb pobagiennych w dolinie rzeki Biebrzy”

4.2. Autor, tytuł, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Tomasz Gnatowski, Charakterystyki cieplne gleb pobagiennych w dolinie rzeki Biebrzy, 2015, Wydawnictwo SGGW

Rozprawy Naukowe i Monografie, 457, 143 s.

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Andrzej Kędziora

prof. dr hab. inż. Edward Pierzgalski

4.3. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania:

Celem badań naukowych przedstawionych w monografii było poznanie i opis właściwości cieplnych utworów murszowych i torfowych, tj. ciepła właściwego (c_p), objętościowej pojemności cieplnej (C_V), przewodności cieplnej (λ) oraz dyfuzyjności cieplnej (K_T), w aspekcie możliwości ich zastosowania do prognozowania zmian temperatury gleby ekosystemów pobagiennych obszaru doliny rzeki Biebrzy. Problematyka badawcza wynikała z przeglądu literatury przedmiotu badań, w której stwierdza się, że w glebach pobagiennych na procesy przepływu ciepła oraz emisji gazów cieplarnianych (CO_2 , N_2O i CH_4) istotny wpływ mają wilgotność i temperatura gleby (Szanser 1991, Kluge i in. 2008, Mäkiranta i in. 2009, Turbiak i in. 2011, Turbiak i Miatkowski 2012).

Temperatura gleby jest kształtowana przez warunki meteorologiczne panujące na danym obszarze, ale jej rozkład w profilu glebowym może być różny, w zależności od właściwości cieplnych ośrodka glebowego. Parametry cieplne gleb organicznych są słabo rozpoznane, a jedyne kompleksowe opracowania tych zagadnień dotyczą torfowisk wysokich Japonii (Dissanayaka i in. 2012) i Kanady (O'Donnell i in. 2009). Mając na względzie fakt, iż różnorodność utworów torfowych i murszowych jest duża, to poznanie parametrów cieplnych utworów murszowych przeobrażonych w procesie mineralizacji oraz torfowych o różnym stopniu rozkładu substancji organicznej pozwoliłoby na możliwość bardziej precyzyjnej predykcji zasięgu zmian i rozkładu pionowego temperatury w glebach pobagiennych. W konsekwencji, uwzględniając prognozy zmian klimatycznych, uzyskana wiedza o właściwościach cieplnych ośrodka glebowego umożliwi bardziej dokładne przewidywanie wzrostu temperatury głębiej zalegających depozytów torfowych, które są potencjalnym źródłem emisji gazów cieplarnianych, ze względu na zawartość tzw. „świeżej substancji organicznej”. Ważnym czynnikiem poznawczym w tym procesie jest również wymiana energii na powierzchni czynnej i konieczność wyznaczenia strumienia ciepła w glebie, który ilościowo zależy od właściwości cieplnych danego ośrodka glebowego.

Do badań wybrano zmeliorowany, użytkowany łąkowo obszar torfowiska niskiego (Kuwasy) położony w dolinie środkowego biegu rzeki Biebrzy. Obszar ten wybrano ze względu na różnorodność przeobrażonych w procesie mineralizacji murszy (darniowych, próchnicznych i torfiastych) i złóż torfowych. Należy podkreślić, że dolina Biebrzy jest to obszar szczególnie ważny z punktu widzenia ochrony gleb, wody, siedlisk i zbiorowisk roślinnych północno - wschodniej Polski. Na obiekcie Kuwasy wytypowano 7 reprezentatywnych profili glebowych (obszary badań), o trzech stopniach zaawansowania procesu murszenia warstw wierzchnich, tj. MtI, MtII i MtIII wg Okruszko (1994). W warstwach podścielających badanych profili występują utwory torfowe o różnym składzie botanicznym (torfy turzycowo-mszyste, turzycowo-trzciniowe, trzciniowe oraz olchowe) oraz zróżnicowanym stopniu rozkładu substancji organicznej, od H_1 do H_7 wg skali von Posta (1922).

Istotą rozprawy było przeprowadzenie badań, pozwalających na analizę właściwości cieplnych gleb pobagiennych w zależności od stanu ich uwilgotnienia. Przyjęto hipotezę, że w zróżnicowanych botanicznie utworach torfowych oraz murszach o różnym stopniu zaawansowania procesów mineralizacji wilgotność gleby nie jest jedynym czynnikiem objaśniającym zmienność charakterystyk cieplnych, które zależą także od właściwości fizycznych i chemicznych tych gleb. Spodziewanym efektem pracy było określenie powiązań empirycznych między właściwościami fizycznymi i chemicznymi a parametrami cieplnymi utworów murszowych i torfowych, oraz opracowanie istotnych statystycznie zależności

empirycznych i modeli predykcyjnych pozwalających na prognozowanie właściwości cieplnych w zdegradowanych glebach organicznych torfowisk niskich.

Przeprowadzone badania obejmowały cztery następujące zagadnienia naukowe:

- syntetyczną ocenę ciepła właściwego (c_p) oraz parametrów cieplnych absolutnie suchej masy gleby (C_{Vdry} , λ_{dry}) i parametrów cieplnych gleby w stanie saturacji (C_{Vsat} , λ_{sat}),
- opracowanie charakterystyk przewodności cieplnej (λ) w funkcji stopnia wilgotności gleby (S_w),
- określenie właściwości cieplnych murszy darniowych (λ , C_V , K_T) w zależności od ich uwilgotnienia (θ_v),
- opracowanie modeli predykcyjnych określania charakterystyk przewodnictwa cieplnego (λ) w funkcji uwilgotnienia (S_w , θ_v) dla utworów torfowych i murszowych.

Syntetyczną ocenę właściwości cieplnych utworów glebowych przeprowadzono na podstawie badanych parametrów: tj. ciepła właściwego (c_p), objętościowej pojemności cieplnej suchej masy gleby (C_{Vdry}), przewodności cieplnej suchej masy gleby (λ_{dry}) oraz parametrów cieplnych gleby w stanie saturacji, tj. pojemności cieplnej (C_{Vsat}) i przewodności cieplnej (λ_{sat}). Badaniem objęto 24 warstwy utworów glebowych, z których pobrano próby glebowe w 5 powtórzeniach. Wykazano, że ciepło właściwe gleb pobagiennych z doliny rzeki Biebrzy jest zróżnicowane w zależności od rodzaju gleby (rodzaju murszu i gatunku torfu). Zakres zmian kształtował się od $1276 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ w utworze murszowym do $1944 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ w słabo rozłożonym torfie turzycowo - mszystym. Średnia wartość ciepła właściwego w badanych utworach wynosiła $1478,77 \pm 146,74 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem zawartości popiołu w glebie nieliniowo zmniejszała się wartość ciepła właściwego gleb pobagiennych. Pozostałe parametry cieplne suchej masy utworów glebowych, tj. przewodność i objętościowa pojemność cieplna, charakteryzowały się wartością średnią wynoszącą odpowiednio $0,11 \pm 0,028 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ i $0,781 \pm 0,220 \text{ MJ m}^{-3} \text{ K}^{-1}$. Współczynnik zmienności dla parametru λ_{dry} wynosił ok. 25,5%, a dla parametru C_{Vdry} ok. 28,0%. Zastosowanie analizy korelacji oraz analizy regresji prostej wykazało, że istotnym predyktorem parametrów λ_{dry} oraz C_{Vdry} gleb pobagiennych jest ich gęstość objętościowa (ρ_b). Wartość ρ_b badanych utworów glebowych, wyrażona w formie transformaty odwrotnej, objaśnia odpowiednio 54,5% i 67,2% zmienności cech λ_{dry} i C_{Vdry} . Zwiększenie dokładności określania omawianych parametrów cieplnych gleb pobagiennych uzyskano opracowując równania regresji wielokrotnej, które oprócz zmiennej objaśniającej reprezentowanej przez transformatę odwrotną parametru ρ_b , uwzględniają odczyn gleby (pH) oraz zawartość azotu ogólnego (N_{og}).

W stanie pełnego nasycenia parametry cieplne badanych gleb pobagiennych (mursze próchnicze i torfiaste oraz torfy turzycowo-mszyste, turzycowo-trzcinowe, trzcinowe oraz olchowe) były mało zróżnicowane. Wartość przewodności cieplnej utworów glebowych (λ_{sat}) wyniosła od $0,47$ do $0,63 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, a objętościowa pojemność cieplna (C_{Vsat}) od $3,200$ do $3,995 \text{ MJ m}^{-3} \text{ K}^{-1}$. Współczynniki zmienności tych cech cieplnych kształtowały się na poziomie ok. 5%. Uzyskane wyniki badań oraz analiza statystyczna danych pozwoliły stwierdzić, że znaczne zróżnicowanie składu botanicznego i stopnia rozkładu substancji organicznej utworów glebowych z doliny rzeki Biebrzy nie przekłada się na znaczące różnice w parametrach cieplnych gleby w stanie pełnego nasycenia. Z punktu widzenia statystycznego cechy te mogą być traktowane jako niezależne zmienne losowe. Wyniki przeprowadzonej analizy regresji wykazały, że parametry λ_{sat} i C_{Vsat} mogą być określane

pośrednio na podstawie uwilgotnienia gleby w stanie pełnego nasycenia. Jednak zdolności predykcyjne tych zależności były ograniczone, ze względu na niskie wartości współczynników determinacji (od 39,05% do 49,65%). Uwzględnienie dodatkowych zmiennych objaśniających, w tym głównie zawartości węgla organicznego, nieznacznie poprawiło możliwości predykcji, ale tylko parametru C_{Vsat} .

Charakterystyki przewodności cieplnej (λ) w funkcji stopnia wilgotności gleby (S_w) utworów murszowych (próchnicznych i torfiastych) oraz zróżnicowanych gatunkowo utworów torfowych przeprowadzono dla niezależnej próby gleb obejmujących łącznie 33 monolity glebowe. Stwierdzono, że bez względu na pochodzenie utworów organicznych zależności $\lambda(S_w)$ można opisać równaniami liniowymi w postaci $\lambda=a+b\cdot S_w$. Współczynniki (b) reprezentujące nachylenia dla zależności liniowych $\lambda(S_w)$ przyjmowały wartości w zakresie od 0,20 (dla murszu próchnicznego) do 0,55 (dla słabo rozłożonego torfu turzycowomyszystego). Dla opracowanych zależności liniowych wyznaczona wartość wyrazu wolnego (a) wyniosła od 0,05 do 0,33 $W\cdot m^{-1}\cdot K^{-1}$. Największe zróżnicowanie współczynników równań liniowych dla zależności $\lambda(S_w)$ wystąpiło w grupie utworów murszowych oraz utworach torfowych zdeponowanych na głębokościach od 10 do 30 cm. Uogólnione równanie opisujące charakterystyki przewodności cieplnej badanych gleb pobagiennych w funkcji stopnia wilgotności $\lambda(S_w)$ dla całej analizowanej próby gleb przyjmuje postać $\lambda=0,1501+0,4212\cdot S_w$. Przeprowadzone badania potwierdziły również, że wartość wyrazu wolnego dla przedstawionej zależności była zbliżona do wartości średniej przewodności cieplnej absolutnie suchej gleby (λ_{dry}), uzyskanej na podstawie pomiarów bezpośrednich ($\lambda_{dry} = 0,110\pm 0,028 W\cdot m^{-1}\cdot K^{-1}$). Należy jednak podkreślić, że w zakresie stopnia wilgotności gleby poniżej wartości 0,15 zależności liniowe mogą niezbyt dokładnie opisywać charakterystyki $\lambda(S_w)$.

Wartości wyrazu wolnego (a) oraz współczynnika (b) opisujących zależności liniowe $\lambda(S_w)$ były istotnie zależne od gęstości objętościowej gleby (ρ_b). W grupie utworów torfowych wzrost wartości ρ_b powodował liniowy przyrost wyrazu wolnego (a) oraz zmniejszanie się współczynnika (b). Odwrotne zależności wystąpiły w utworach murszowych. Wzrost gęstości objętościowej murszu powodował tendencję zmniejszania się wyrazu wolnego (a) oraz zwiększania się wartości współczynnika kierunkowego prostej (b). Opracowane za pomocą równań wielomianowych drugiego stopnia zależności $a(\rho_b)$ oraz $b(\rho_b)$ wskazują na istnienie wartości progowej gęstości gleby (ok. $280 kg\cdot m^{-3}$), przy której następuje zmiana tendencji w predykcji współczynników opisujących liniowe charakterystyki $\lambda(S_w)$. Jednocześnie analiza danych wskazała na konieczność wykonania badań uzupełniających, pozwalających na bardziej precyzyjne określenie zmienności charakterystyk cieplnych w funkcji stopnia wilgotności gleby w zakresie gęstości objętościowej od 200 do $300 kg\cdot m^{-3}$.

Uzyskane wyniki na etapie prowadzenia badań konsultowano i prezentowano na konferencjach krajowych w IMUZ (**III.B.18**) i w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie (**II.K.1**). Analiza porównawcza charakterystyk cieplnych w funkcji uwilgotnienia gleb mineralnych i organicznych była również przedmiotem publikacji **II.D.4**.

Właściwości cieplne murszy darniowych. Utwory glebowe warstw przypowierzchniowych (0-15 cm) stanowią najwyższe stadium przeobrażenia substancji organicznej poziomów glebowych w profilach gleb torfowo-murszowych i są klasyfikowane jako mursze darniowe (Okruszko 1976). Badania terenowe prowadzono w okresach wegetacji w latach 2008-2009 w pięciu odwodnionych profilach glebowych (MtII i MtIII) o zróżnicowanym sposobie użytkowania łąkowego. Kompleksowość badań polegała na

jednoczesnych pomiarach bezpośrednio w glebie następujących paramentów: przewodności cieplnej, wilgotności mierzonej grawimetrycznie, gęstości objętościowej oraz popielności. Uzyskane wyniki badań pozwalają na stwierdzenie, że przewodność cieplna (λ) murszy darniowych kształtuje się w przedziale od 0,13 do 0,56 $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Zakres zmienności tej cechy gleby uzyskano dla przedziału zmian uwilgotnienia gleby od 25 do 84%. Połowe dane pomiarowe dotyczące gęstości objętościowej oraz popielności gleby wykorzystano do określenia zależności objętościowej pojemności cieplnej (C_V) w funkcji uwilgotnienia gleby (θ_v) przy zastosowaniu równania Campbella i innych (1991). Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że w przypadku braku szczegółowych informacji opisujących właściwości chemiczne fazy stałej gleby wartość C_V wystarczająco dokładnie może być określona przy zastosowaniu uśrednionej wartości ciepła właściwego wynoszącej 1478,77 $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Zgromadzony materiał pomiarowy wykorzystano do określenia zależności zmian współczynnika dyfuzyjności cieplnej (K_T) w funkcji uwilgotnienia gleby. Wartość K_T określa się jako iloraz zmierzonych wartości λ i C_V (Kowalik 2001). Badania wykazały, że bez względu na rodzaj murszów darniowych wartości współczynników dyfuzyjności cieplnej nie różnią się istotnie, a zakres zmian wynosił od 2,6 do 5,5 $\text{cm}^2\cdot\text{h}^{-1}$. Uśredniona zależność między parametrem K_T a uwilgotnieniem murszy darniowych może być opisana równaniem liniowym $K_T(\theta_v)=3,305\theta_v+2,609$. Ze względu na stosunkowo niską wartość współczynnika determinacji (48%) dla omawianej zależności określono również 95% przedział predykcji parametru K_T .

Niezależnie od polowych badań bezpośrednich właściwości cieplnych w analizowanych profilach glebowych określono również tzw. jawny (*apparent* - określane na podstawie pomiarów zmian temperatury gleby) współczynnik dyfuzyjności cieplnej (K_{Ta}). Do oceny parametru K_{Ta} wykorzystano połowe pomiary rozkładu temperatury gleby. Badania prowadzono w profilu gleby torfowo - murszowej MtII w układzie poletek pomiarowych w wariancie z roślinnością łąkową i w wariancie czarnego ugoru glebowego. Na podstawie pomiarów temperatury gleby na głębokościach 3 i 10 cm w okresie wegetacji w 2009 roku dla obu wariantów określono wartości K_{Ta} przy zastosowaniu równania amplitudy (Evet 2002). Wyniki badań wykazały, że wartości K_{Ta} bez względu na sposób użytkowania gleby były porównywalne z wartościami K_T zmierzonymi w warunkach polowych w okresach, w których zmiana temperatury gleby nie zależała od wystąpienia opadów atmosferycznych a logarytm z ilorazów amplitud mieścił się w zakresie od 1,08 do 1,56.

W realizacji badań i opracowaniu tych zagadnień były pomocne doświadczenia zdobyte w ramach stażu naukowego w Rosji (**III.L.1**), gdzie byłem odpowiedzialny za określenie jawnego współczynnika dyfuzyjności cieplnej (K_{Ta}) dla torfu wysokiego na torfowisku Muhrino w Khanty - Mansijsku.

Wstępne wyniki badań dotyczące analizy współczynnika K_{Ta} opublikowano, jako element rozliczenia projektów **II.I.8** oraz **III.A.1** i w rozdziale monografii **II.D.33**. Analizę metod obliczeniowych stosowanych do określenia współczynnika K_{Ta} prezentowano na Międzynarodowym Kongresie Torfowym w Tullamore w Irlandii (**II.K.3**) oraz opublikowano (**II.D.8**), jako rezultat projektu MNiSzW (**II.I.1**).

Modele predykcyjne określania charakterystyk przewodnictwa cieplnego w funkcji stopnia wilgotności utworu glebowego opracowano w warunkach laboratoryjnych (mursze próchniczne, torfiaste oraz torfy olchowe, turzycowo-mszyste, turzycowo-trzciniowe i trzciniowe). Z kolei dla murszy darniowych (warstwy 0-15 cm) opracowano modele predykcyjne przewodnictwa cieplnego w funkcji uwilgotnienia wykorzystując wyniki badań polowych. W pierwszym etapie prac sformułowano 6 modeli liniowych regresji wielokrotnej i dokonano ich walidacji. Przyjęto założenie, że głównym predkatorem wartości

przewodności cieplnej (λ) był stopień wilgotności gleby (S_w), a zróżnicowanie charakterystyk cieplnych gleb wynika z dokładności oszacowania wyrazu wolnego, którego wartość zależy od właściwości fizycznych i chemicznych badanych gleb. Na podstawie zastosowania procedury rankingowej stwierdziłem, że najlepszym empirycznym modelem umożliwiającym pośrednie wyznaczenie przewodności cieplnej utworów glebowych było równanie uwzględniające oprócz stopnia wilgotności gleby (S_w), wartość gęstości objętościowej i transformatę kwadratową gęstości objętościowej gleby. Nieznacznie gorszym poziomem predykcji współczynnika λ charakteryzował się model, w którym oprócz wartości S_w uwzględniono zawartość węgla organicznego i transformatę kwadratową tej cechy gleby. Trzecim w rankingu modeli było liniowe równanie regresji wielokrotnej, w którym do predykcji parametru λ oprócz stopnia wilgotności gleby uwzględniono również zawartości popiołu, węgla organicznego, fosforu ogólnego i azotu ogólnego w glebie. Należy jednak podkreślić, że zastosowanie tego modelu wymaga znajomości szczegółowych informacji dotyczących właściwości chemicznych danej warstwy glebowej. W niektórych przypadkach uzyskanie dodatkowych informacji na temat systemu glebowego wiąże się z wykonywaniem uzupełniających, często kosztownych pomiarów. Opracowane modele liniowe, można rekomendować do stosowania przy stopniu wilgotności gleby wyższym niż 0,15 ze względu na sposób szacowania wyrazu wolnego. Nieprecyzyjne określanie wartości parametru λ_{dry} było główną przyczyną poszukiwania alternatywnego modelu przewodności cieplnej gleb pobagiennych. Szczegółowa analiza przebiegu charakterystyk pomiarowych $\lambda(S_w)$ wykazała, że bardziej uogólniony opis tych zależności uzyskuje się poprzez zastosowanie analizy regresji nieliniowej. Przyjęto, że do opisu przewodności cieplnej w funkcji stopnia wilgotności gleby z wystarczającą dokładnością można zastosować równanie w postaci:

$$\lambda(S_w) = \lambda_{dry} + \left(\frac{\lambda_{sat} - \lambda_{dry}}{S_{wsat}} \right) \cdot S_w^d$$

gdzie: S_{wsat} - wartość stopnia wilgotności gleby w stanie saturacji, d - parametr opisujący kształt zależności.

Przy wartości d równej 1 przedstawione równanie przyjmuje formę liniową. Zastosowanie tej zależności wymaga znajomości następujących parametrów, tj. (S_{wsat} , λ_{dry} , λ_{sat}) oraz parametr kształtu (d). Wartości λ_{dry} i λ_{sat} mogą być oszacowane na podstawie zależności empirycznych opisanych w punkcie dotyczącym „syntetycznej oceny parametrów cieplnych...”. Parametr S_{wsat} jest określany przez iloraz wilgotności stanu pełnego nasycenia gleby i porowatości. Jedynym niewiadomym parametrem wymaganym do opisu proponowanej zależności $\lambda(S_w)$ jest wartość wykładnika d , który został określony na podstawie procedur optymalizacyjnych przeprowadzonych dla danych pomiarowych oddzielnie dla każdego z 33 monolitów glebowych. Uzyskane w ten sposób estymatory parametrów kształtu d dla proponowanej zależności $\lambda(S_w)$ skorelowano z zawartością popiołu w glebie (A_c). Analiza tej zależności wykazała, że w utworach torfowych wraz ze wzrostem popielności (w przedziale od 4 do 15%) stopniowo zmniejszała się wartość parametru d w zakresie od około 1,1 do około 0,7. W glebach charakteryzujących się popielnością od 15 do 17% opis parametru d może być bardziej złożony, ze względu na fakt, że w tym przedziale zmienności popielności występowały, zarówno utwory murszowe, jak również torfy fibrowe o stopniu rozkładu H_3 . Utwory glebowe o zawartości popiołu większej niż 17% charakteryzowały się wzrostem wykładnika d w zakresie od około 0,5 do około 1.

W warunkach terenowych w poziomach murszy darniowych (0-15 cm) badanych profili glebowych, wartość przewodności cieplnej zmieniała się nieliniowo w funkcji uwilgotnienia gleby. Opracowane charakterystyki $\lambda(\theta_v)$ były podobne do tych określonych dla torfu turzycowo-mszystego o niskim stopniu rozkładu ($\leq H_2$). Opracowane modele predykcyjne przewodności cieplnej w funkcji uwilgotnienia dla murszy darniowych charakteryzowały się

brakiem znacznego zróżnicowania w zależności od głębokości pomiaru (5, 7,5 i 12,5 cm). Badania wykazały, że do określania zmian przewodnictwa cieplnego w funkcji uwilgotnienia w murszach darniowych można zastosować następujące równanie o uogólnionej postaci: $\lambda(\theta_v) = 0,064 + 0,637 \cdot \theta_v^{1,370}$.

Podsumowując, na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych i terenowych stwierdzam, że opracowane zależności statystyczne parametrów cieplnych gleb pobagiennych (C_p , $C_{v\text{dry}}$, λ_{dry} , $C_{v\text{sat}}$, λ_{sat}) jak również modele empiryczne przewodności cieplnej mogą mieć zastosowanie w parametryzacji ośrodka glebowego dla potrzeb oszacowania strumienia ciepła glebowego i mogą uszczegółowić prognozowanie emisji gazów cieplarnianych.

W świetle przeprowadzonych badań wydaje się jednak konieczne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego uściślenia charakterystyk cieplnych dla gleb pobagiennych cechujących się zawartością popiołu od 15 do 17% oraz gęstością objętościową gleby w zakresie 200-300 kg·m⁻³. Wykonanie badań uzupełniających dla tych gleb powinno pozwolić na dokładniejszą identyfikację ich parametrów cieplnych, a tym samym przyczynić się do opracowania scenariuszy optymalnego regulowania stosunków powietrzno-wodnych, w celu ograniczenia strat depozytu węgla z gleb organicznych.

Propozycja ewentualnego wykorzystania wyników

Przedstawione w rozprawie wartości parametrów cieplnych utworów murszowych oraz torfów o różnym stopniu rozkładu substancji organicznej uzupełniają dotychczasową wiedzę o stanie zasobów glebowych, szczególnie w zakresie prognozowania przepływu ciepła i zmian temperatury w profilach gleb torfowo-murszowych w dolinie rzeki Biebrzy. Wyniki badań mają charakter poznawczy i użyteczny, ważny z punktu widzenia realizacji celu 2 „Strategii ochrony różnorodności biologicznej UE do roku 2020” - Utrzymania i odbudowy ekosystemów i ich funkcji oraz wspieranie zielonej infrastruktury. Kluczowym elementem ochrony i kształtowania ekosystemów łąkowych jest analiza stanu odwodnionego torfowiska i zasobów substancji organicznej oraz ciągły ich monitoring. Opracowane zależności statystyczne i modele predykcyjne właściwości cieplnych utworów torfowych umożliwią precyzyjne prognozowanie zmian temperatury gleb, a w konsekwencji ocenę długoterminowych skutków jej wzrostu, w postaci emisji gazów cieplarnianych i przekształceń w strukturze przyrodniczej ekosystemów pobagiennych.

Uzyskane wyniki badań właściwości cieplnych gleb pobagiennych w połączeniu z osiągnięciami nauki z zakresu bilansowania zasobów wodnych oraz procesów zachodzących w glebach organicznych i stosunkach ekologicznych mogą być wykorzystane do opracowania precyzyjnych wytycznych zrównoważonego gospodarowania siedliskami przyrodniczymi w zależności od rodzaju złoża torfowego i stopnia zaawansowania procesu murszenia. Pozwoliłoby to na podjęcie przez instytucje zarządzające (RZGW, RDOŚ) działań mających na celu zwiększenie odporności siedlisk pobagiennych na utratę różnorodności biologicznej. Ostatecznie, opracowane w rozprawie charakterystyki cieplne gleb torfowo-murszowych, stanowiąc część wieloaspektowej wiedzy o glebach ekosystemów pobagiennych, powinny przyczynić się do utrzymania istniejących zasobów węgla organicznego, a tym samym wspierać działania na rzecz adaptacji i łagodzenia zmian klimatu.

LITERATURA

CAMPBELL G.S., CALISSENDORFF C., WILLIAMS J.H., 1991: Probe for measuring soil specific heat using a heat-pulse method. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55(1): 291-293.

- DISSANAYAKA S.H., HAMAMOTO S., KAWAMOTO K., KOMATSU T., MOLDRUP P., 2012: Thermal properties of peaty soils: Effects of liquid-phase impedance factor and shrinkage. *Vadose Zone Journal*, 11(1), 0-0.
- EVETT S.R., 2002: Water and energy balances at soil - plant - atmosphere interfaces. [In:] A.W. Warrick (ed.), *Soil Physics Companion*, CRC Press, Boca Raton, Florida (USA), p.: 127-183.
- KLUGE B., WESSOLEK G., FACKLAM M., LORENZ M., SCHWÄRZEL K., 2008: Long-term carbon loss and CO₂-C release of drained peatland soils in northeast Germany. *European Journal of Soil Science*, 59(6): 1076-1086.
- KOWALIK P., 2001: Ochrona środowiska glebowego. PWN, s.: 91-101.
- MÄKIRANTA P., LAIHO R., FRITZE H., HYTÖNEN J., LAINE J., MINKKINEN K., 2009: Indirect regulation of peat soil respiration by water level via microbial community structure and temperature sensitivity. *Soil Biology & Biochemistry*, 41: 695-703.
- O'DONNELL J.A., ROMANOVSKY V.E., HARDEN J.W., MCGUIRE A.D., 2009: The effect of moisture content on the thermal conductivity of moss and organic soil horizons from black spruce ecosystems in interior Alaska. *Soil Sci.* 174: 646-651.
- OKRUSZKO H., 1976: Zasady rozpoznawania i podziału gleb hydrogenicznych z punktu widzenia melioracyjnego. *Bibl. Wiad. IMUZ*, 52: 7-53.
- OKRUSZKO H., 1994: System of hydrogenic soil classification used in Poland. *Bibl. Wiad. IMUZ*, 84: 5-27.
- SZANSER M., 1991: CO₂ diffusion from peat-muck soils. I. Dependence of diffusion on temperature, moisture content and origin of soil. *Polish Ecological Studies*, 17: 85-99.
- TURBIAK J., MIATKOWSKI Z., 2012: Wpływ warunków siedliskowych na emisję metanu z gleby torfowo-murszowej w dolinie Noteci. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 12: 295-304.
- TURBIAK J., MIATKOWSKI Z., CHRZANOWSKI S., GAŚIEWSKA A., BURCZYK P., 2011: Emisja podtlenku azotu z gleby torfowo-murszowej w Dolinie Biebrzy w zależności od warunków wodnych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 11: 239-245.
- VON POST L., 1922: Swedish geological peat survey with the results obtained so far (in Swedish). *Svenska Mosskulturföreningens tidskrift* 36:1-27.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

5.1. Główne kierunki działalności naukowej

Moje zainteresowania naukowe były i są nadal skoncentrowane głównie na funkcjonowaniu ekosystemów pobagiennych w aspekcie ochrony i kształtowania zasobów wodnych gleb torfowo-murszowych, w tym zwłaszcza na opracowaniu kryteriów gospodarowania wodą w celu ochrony tych gleb przed dalszą degradacją i utratą zasobów węgla organicznego. Prowadzone badania miały na celu: szczegółowe poznanie procesów przepływu wody w glebach torfowo-murszowych, określenie parametrów umożliwiających prognozowanie zmian składowych bilansu wodnego oraz ocenę zmian właściwości fizycznych i wodnych w odwodnionych glebach ekosystemów bagiennych. Dodatkowym nurtem moich badań była ocena podstawowych właściwości gleb mineralnych (krzywa pF, przewodność wodna, zdolności infiltracyjne gleby) w aspekcie retencjonowania i przewodzenia wody w strefie nienasyconej gleby.

Początki mojej pracy naukowej były związane z oceną zmienności przestrzennej parametrów fizycznych i właściwości hydraulicznych, zwłaszcza współczynnika filtracji gleb pobagiennych użytkowanych łąkowo, w systemie dwustronnej regulacji stosunków wodnych. Zakres badań obejmował wykonanie pomiarów cech fizycznych w siatce pomiarowej, zawierającej 517 węzłów. Na podstawie geostatystycznej analizy danych stwierdziłem, że właściwości fizyczne i hydrauliczne gleb torfowo-murszowych mogą być interpolowane

przestrzennie, stosując teorię semiwariogramu (**II.D.39, II.D.40**). W ramach przeprowadzonych analiz geostatystycznych określono limity korelacji przestrzennej dla gęstości objętościowej gleby, wilgotności aktualnej oraz pełnej pojemności wodnej gleby. Wyniki tych analiz posłużyły do interpolacji przestrzennej map zmienności wspomnianych parametrów za pomocą metody krigingu. W wyniku prowadzonych badań stwierdzono również, że istnieje przestrzenna współzależność między niektórymi cechami gleb torfowo-murszowych, która może być przedstawiona w postaci tzw. krosvariogramów. Wykazano, że występuje kroskorelacja przestrzenna między gęstością objętościową gleby torfowej a jej pełną pojemnością wodną oraz między współczynnikiem filtracji zmierzonymi w laboratorium a gęstością objętościową gleby (**II.D.22**). Umiejętność posługiwania się technikami geostatystycznymi wykorzystałem we współautorskim opracowaniu wyników badań zmienności przestrzennej uwilgotnienia gleby hydrofobowej w warunkach przepływu preferencyjnego opublikowanych w czasopiśmie indeksowanym w Journal Citation Report (JCR) (**II.A.4**). Zdobyte doświadczenia naukowe w zakresie szacowania zmienności przestrzennej parametrów gleb torfowo-murszowych zostały wykorzystane również podczas realizacji projektów badawczych finansowanych przez MNiSzW (**II.I.3, II.I.4**). W badaniach tych określano między innymi korelację przestrzenną uwilgotnienia, elektorokonduktywności i gęstości powierzchniowej warstwy gleby gliniastej w skali działu drenarskiego. Obecnie jest przygotowywana publikacja wyników zmienności przestrzennej badanych parametrów glebowych w warunkach znacznej deniwelacji terenu.

Do osiągnięć z tego zakresu działalności naukowej zaliczam publikacje (załącznik 3A):

II.D.22, II.D.27, II.D.36, II.D.37, II.D.39, II.D.40.

Do najważniejszych prac w tej grupie zaliczam:

II.A.4.

Równoległe z zagadnieniem oceny zmienności przestrzennej parametrów glebowych rozpocząłem badania właściwości hydraulicznych utworów torfowych i murszowych w strefie nienasyconej gleby. Główną inspiracją do podjęcia tej problematyki badawczej była potrzeba określenia parametrów hydraulicznych gleb organicznych dla potrzeb modelowania przepływu wody w strefie aeracji gleby. Ze względu na zmianę sposobu użytkowania gleb torfowych po ich odwodnieniu, określenie właściwości hydraulicznych strefy nienasyconej ma istotne znaczenie w prognozowaniu bilansu wodnego tych gleb oraz w określaniu kryteriów optymalnego utrzymywania zwierciadła wody gruntowej w celu ochrony tych gleb przed dalszą degradacją i utratą zasobów węgla organicznego. Omawiane zadanie naukowe realizowałem w trzech etapach.

- Początkowo prowadziłem badania i dokonywałem analizy charakterystyk przewodności wodnej gleby w strefie aeracji przy zastosowaniu metod stanu nieustalonego (crust method, hot air method oraz Onestep i Multistep outflow methods). Badania te realizowałem w ramach stażu naukowego na Katolickim Uniwersytecie w Leuven (**III.L.7**). Zdobyte doświadczenie naukowe pozwoliło mi wytypować metody Onestep i Multistep do pomiarów nienasyconej przewodności wodnej pobagiennych gleb torfowych i murszowych z obszaru doliny rzeki Biebrzy. W metodach tych właściwości hydrauliczne i retencyjne gleb są określane optymalizacyjnie i opisane parametrycznie przy zastosowaniu modelu van Genuchtena (van Genuchten 1980¹). Szczegółowo metodykę badań i ich wyniki opisano we współautorskich artykułach (**II.D.19, II.D.37, II.D.38**).

¹ van Genuchten M.Th., 1980: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:892-898.

- W drugim etapie rozwiązywania problemu badawczego dokonałem walidacji metod Onestep i Multistep. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie, że parametry przewodności wodnej w strefie nienasyconej gleb murszowych mogą być określane metodą Onestep, przy jednoczesnym uwzględnieniu w procedurze optymalizacyjnej krzywej retencyjności wodnej (**II.D.19, II.D.37, II.D.38**). Natomiast w utworach torfowych charakterystyki przewodności wodnej gleby można określać przy pomocy metody Multistep. Zaletą obu metod jest uzyskanie parametrycznego opisu dwóch charakterystyk gleby, tj. przewodnictwa wodnego strefy nienasyconej gleby oraz krzywej retencji wodnej gleby. Procedura walidacji metod Onestep i Multistep dla utworów organicznych z obszaru doliny rzeki Biebrzy była prezentowana na Międzynarodowej Konferencji Naukowej w Belgii (**II.K.10**) nt: „Modelling of transport processes in soils”.

- Pozytywna weryfikacja wyżej opisanych metod była podstawą (trzeci etap badań) do przeprowadzenia badań dotyczących przewodnictwa wodnego i retencyjności wodnej zróżnicowanych gatunkowo torfów (mechowiskowego, olchowego, trzcinowego i turzycowo-trzcinowego) charakteryzujących się zróżnicowanym stopniem rozkładu substancji organicznej, jak również murszy (**II.I.11**). Uzyskane wyniki pozwoliły na opracowanie parametrów opisujących charakterystyki retencyjne i hydrauliczne gleby w funkcji ciśnienia ssącego dla 140 próbek glebowych. Problematyka określania parametrów hydraulicznych i retencyjnych gleb torfowo-murszowych była podstawą do opracowania rozprawy doktorskiej pt: „Ocena właściwości retencyjnych i hydraulicznych w utworach torfowych i murszowych z obszaru doliny Biebrzy”.

Możliwości zastosowania charakterystyk przewodności wodnej gleby do oceny zasięgu podsiąku kapilarnego gleb torfowo-murszowych o różnym stopniu zawansowania procesu murszenia prezentowałem na Międzynarodowej Konferencji Naukowej w Lublinie, poświęconej torfowiskom Polesia (**II.K.9**), a wyniki badań zostały opublikowane w czasopiśmie *International Agrophysics* (**II.D.15**). Umiejętność planowania doświadczeń naukowych, analizy i wnioskowania wyników z zakresu przewodnictwa wodnego i retencyjności wodnej gleb wykorzystałem przy realizacji badań w pięciu grantach krajowych (**II.I.1, II.I.4, II.I.6, II.I.7, II.I.8**) i w jednym projekcie międzynarodowym realizowanym w ramach V Ramowego Programu Badań Naukowych Unii Europejskiej - Europeat (**III.A.1**) we współpracy z partnerami z Holandii (Alterra), Anglii (Cranfield University), Niemiec (Kiel University), Szwecji (Uppsala University) i Norwegii (Bioforsk). W zespołach badawczych realizujących te projekty byłem odpowiedzialny za pomiar właściwości retencyjnych i hydraulicznych gleb przy zastosowaniu metody Multistep oraz dokonywałem analizy charakterystyk przewodnictwa wodnego gleby dla potrzeb modelowania przepływu wody w profilach gleb torfowo-murszowych, gytiowych i zwięzłych gleb mineralnych. Wyniki moich badań zawarto w opracowaniach zbiorowych dokumentujących wyniki prac badawczych (**II.E.1, II.E.2, II.E.4**). Wiedzę na temat właściwości hydraulicznych i retencyjnych gleby wykorzystałem również do oceny zasobów wodnych gleb bagiennych obszarów Natura 2000 położonych na obszarze Parku Narodowego „Ujście Warty” (**III.M.3**) oraz w ekspertyzie dotyczącej oceny stosunków wodnych gleb „Bagna Całowanie” (**III.M.4**).

Uzyskane wyniki badań w zakresie retencjonowania i przewodności wodnej gleb torfowych i murszowych użytkowanych łąkowo były podstawą do poszukiwania związku empirycznego między podstawowymi cechami tych utworów a ich bardziej złożonymi charakterystykami fizycznymi wyrażonymi w postaci krzywej retencji wodnej, krzywej przewodności wodnej i współczynnika filtracji. Opracowanie zależności empirycznych tzw. funkcji „pedotransfer” może mieć zastosowanie do oceny zasobów wodnych gleb torfowo-murszowych w skali obszarowej, co wynika z faktu braku możliwości wykonania czasochłonnych pomiarów bezpośrednich dla tak dużych powierzchniowo obszarów. Podstawowym założeniem w realizacji tego zadania naukowego była hipoteza o istotnym

wpływie właściwości fizycznych i chemicznych gleb organicznych na retencjonowanie i przewodzenie wody. Potwierdzenie takiej hipotezy umożliwiłoby określenie na podstawie łatwo mierzalnych cech glebowych map zmienności retencji wodnej i przewodności wodnej gleby w makroskali. Moje zainteresowania metodami pośrednimi określania właściwości retencyjnych i hydraulicznych zaczęły się od czasu przygotowania rozprawy doktorskiej i były rozwijane w ramach projektu badawczego, realizowanego we współpracy międzynarodowej (**III.A.1**). Badania realizowano w trzech grupach tematycznych, skoncentrowanych na: opracowaniu modeli predykcyjnych dla krzywych retencji wodnej, współczynnika filtracji oraz nienasyconej przewodności wodnej gleb torfowo-murszowych przy wykorzystaniu analiz statystycznych, w tym głównie analizy regresji wielokrotnej.

W badaniach retencyjności wodnej gleb torfowo-murszowych zastosowano dwa podejścia. W pierwszym z nich wykazano, że parametry retencyjne są zależne od składu botanicznego torfu oraz jego stopnia rozkładu i gęstości. Stwierdzono, że parametr kształtu funkcji van Genuchtena, opisujący, tzw. punkt wejścia powietrza, zależy istotnie od procentowej zawartości mchów, turzyc oraz części drzewnych. Z kolei nachylenie krzywej pF może być prognozowane na podstawie gęstości, stopnia rozkładu oraz zawartości procentowej turzyc w utworze torfowym. Ponadto wykazano, że wilgotność stanu pełnego nasycenia nie zależy od składu botanicznego torfu, a głównym predyktorem tego parametru retencyjnego jest gęstość torfu. Opracowane zależności mogą być stosowane do określania krzywych retencji torfowych gleb dolinowych, jako tzw. ciągle funkcje pedotransfer. Wyniki tych badań referowałem na Międzynarodowym Kongresie Torfowym w Tampere w Finlandii (**II.K.8**) oraz ukazały się w formie publikacji (**II.D.35**, **II.E.7**). W drugim zaproponowanym podejściu (na podstawie pomiarów krzywej retencji wodnej gleby) opracowano pedotransfer funkcje służące do określania wartości tzw. efektywnej (ERU) i potencjalnej retencji użytecznej (PRU). Stwierdzono, że zarówno wartości ERU jak i PRU zależą nieliniowo od zawartości procentowej fosforu organicznego w glebie. Wyniki badań z tego zakresu były referowane na Krajowej Konferencji Naukowej (**II.K.7**) i opublikowane w opracowaniu monograficznym (**II.D.29**).

Najważniejszym parametrem w badaniach przepływu wody w glebach jest współczynnik filtracji (K_s). Na podstawie badań realizowanych w ramach współpracy międzynarodowej (**III.A.1**) wykazano, że współczynnik filtracji utworów torfowych zmniejsza się nieliniowo wraz ze wzrostem ich gęstości objętościowej. Odwrotna tendencja została stwierdzona w utworach murszowych, gdzie wraz ze wzrostem gęstości występował wykładniczy wzrost wartości współczynnika filtracji. Opracowanie ogólnego modelu prognostycznego wymagało wprowadzenia do funkcji pedotransfer zmiennych jakościowych oraz uwzględnienia rodzaju substancji organicznej (murszu lub gatunku torfu). Przeprowadzone badania potwierdziły złożoność problemu w pośrednim określaniu współczynnika K_s utworów torfowych i murszowych. Stwierdzono, że opracowanie modelu prognostycznego dla współczynnika filtracji wymaga określenia wilgotności przy stanie pełnego nasycenia gleby i gęstości objętościowej gleby oraz wiedzy eksperckiej w zakresie rozpoznawania rodzaju utworów organicznych. Wyniki badań opublikowano w opracowaniach monograficznych (**II.D.12**, **II.D.26**).

W ramach badań z zakresu przewodnictwa wodnego strefy nienasyconej gleb pobagiennych opracowano tzw. klasowe funkcje pedotransfer. Wyniki prac opublikowano w czasopiśmie *Geoderma* indeksowanym w Journal Citation Report (**II.A.1**), posiadającym obecnie 19 cytowań w bazie Web of Science. Publikację tę uważam za bardzo ważną w moim dotychczasowym dorobku naukowym. Praca ta zawiera wyniki badań, które dowodzą, że stosując analizę aglomeracyjnych skupień hierarchicznych właściwości hydrauliczne torfów pochodzących doliny rzeki Biebrzy można podzielić na 5 grup funkcjonalnie powiązanych ze składem botanicznym torfu. Wykazano również, że w obrębie grupy słabo rozłożonych

utworów torfu mechowiskowego (stopnie rozkładu od H₁ do H₃) można wydzielić dwa aglomeracyjne skupienia o różnych parametrach hydraulicznych gleby. Metodologia oraz sposób postępowania przy opracowaniu funkcji pedotransfer dla gleb torfowo-murszowych prezentowałem na Konferencji Naukowej w ramach projektu Europeat (**III.A.1**) w Goniądzu (**II.K.6**).

Do osiągnięć z tego zakresu działalności naukowej zaliczam publikacje:

II.D.12, II.D.15, II.D.17, II.D.19, II.D.24, II.D.26, II.D.29, II.D.35, II.D.37.

Do najważniejszych prac w tej grupie zaliczam:

II.A.1, II.D.38.

W ramach prac realizowanych we współpracy międzynarodowej (**III.A.1**) brałem udział w prowadzeniu badań dotyczących monitorowania elementów bilansu wodnego w profilach gleb pobagiennych w dolinie rzeki Biebrzy. Monitorowanie stanu uwilgotnienia gleb prowadzono przy zastosowaniu metody TDR (reflektometria w domenie czasu) na trzech obiektach o zróżnicowanej intensywności użytkowania łąkowego oraz na jednej powierzchni porośniętej lasem brzoźowym. Profile glebowe na tych obiektach były zróżnicowane pod względem stopnia zaawansowania procesu murszenia warstw wierzchnich oraz charakteryzowały się różnymi gatunkami torfów podścielających. Głównym problemem w monitorowaniu uwilgotnienia gleby organicznej jest właściwe określenie krzywej kalibracji umożliwiającej konwersję wartości stałej dielektrycznej na wilgotność gleby. Inspiracją do opracowania uniwersalnego równania kalibracji były prace studyjne (przeładowe i koncepcyjne) oraz pomiary terenowe i laboratoryjne wilgotności gleb torfowo-murszowych. Studia literaturowe pozwoliły stwierdzić, że w zależności od zastosowania rodzaju równania kalibracji (liniowego i wielomianowego) dla metody TDR przy tej samej wartości stałej dielektrycznej uzyskiwano znaczne (nawet 15%) różnice wartości uwilgotnienia gleby. W ramach prowadzonych badań przyjęto standardowe założenie liniowości zmian pierwiastka stałej dielektrycznej w funkcji uwilgotnienia gleby. Badania dotyczące określenia związków liniowych między pierwiastkiem stałej dielektrycznej a wilgotnością prowadzono dla różnych utworów torfowych z obszaru doliny Biebrzy (torfy drzewne, mechowiskowe, turzycowe, trzcinowe i turzycowo - trzcinowe). Efektem końcowym badań było opracowanie równań kalibracji, przeliczających wyniki zmierzonych wartości stałych dielektrycznych utworów torfowych na wartość ich uwilgotnienia. Na podstawie badań stwierdzono statystycznie istotny nieliniowy wpływ gęstości torfu na parametry liniowych równań kalibracji ($Ka^{0.5}(\theta_v)$). Stanowiło to podstawę do opracowania uniwersalnego równania kalibracji, umożliwiającego określenie uwilgotnienia utworów torfowych przy wykorzystaniu pomiarów stałej dielektrycznej oraz gęstości torfu. Wyniki badań zostały opublikowane w 2004 r. w czasopiśmie *International Agrophysics* (**II.D.14**), które obecnie jest indeksowane w bazie Journal Citation Report.

Bardziej złożonym wyzwaniem naukowym było opracowanie równania kalibracji dla utworów murszowych. Trudność wynikała z faktu, iż na skutek różnego stopnia zaawansowania procesu murszenia w utworach przypowierzchniowych murszy darniowych, próchnicznych i torfiastych występuje znaczne zróżnicowanie jakości substancji organicznej. Stwierdzono, że precyzyjne określenie uwilgotnienia gleby torfowo-murszowej w warstwach przypowierzchniowych wymaga pomiaru stałej dielektrycznej oraz znajomości gęstości i popielności danego ośrodka. Opracowane, uogólnione równania kalibracji utworów murszowych zostały opublikowane jako rozdział w monografii indeksowanej w bazie Web of Science (**II.D.28**).

Opracowane równania kalibracji dla metody TDR wykorzystałem w badaniach szczegółowego bilansowania zasobów wodnych gleb pobagiennych w ramach czterech projektów badawczych (**II.I.1, II.I.2, II.I.6, II.I.9**), Wyniki tych badań zostały wykorzystane przy opracowaniu następujących publikacji (**II.D.1, II.D.3, II.D.7, II.D.25**).

Zdobyte doświadczenie naukowe w zakresie stosowania metody TDR do pomiaru uwilgotnienia gleb wykorzystałem w opracowaniach wykonanych na zlecenie Instytutu Geodezji i Kartografii (**III.M.1**) oraz Uniwersytetu Warszawskiego (**III.M.7**).

W celu poszerzenia możliwości zastosowań techniki reflektometrycznej wraz z pracownikami Katedry Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie przystąpiłem do Konsorcjum Naukowego **III.E.1** (Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie oraz Uniwersytet Rzeszowski), które podjęło się realizacji programu badawczego pt. „Sensory dielektryczne do oceny stanu środowiska oraz jakości materiałów i produktów rolniczych” (**III.E.1**). W ramach Konsorcjum Naukowego opracowałem koncepcję zadania pt. „Analiza możliwości zastosowania zespolonej stałej dielektrycznej do oceny stanu degradacji utworów pochodzenia organicznego”. Wspólny projekt badawczy był aplikowany do Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka w 2009 r., jednak nie uzyskano środków na jego realizację.

Do osiągnięć z tego zakresu działalności naukowej zaliczam publikacje:

II.D.1, II.D.3, II.D.7, II.D.10, II.D.25.

Do najważniejszych prac w tej grupie zaliczam:

II.D.14, II.D.28.

Wieloletnie badania właściwości fizycznych i hydraulicznych gleb pobagiennych oraz doskonalenie warsztatu naukowego pozwoliły mi na uczestnictwo w badaniach dotyczących oceny skutków odwodnienia gleb organicznych. Badania te skoncentrowane były na trzech problemach badawczych: wpływie zmian uwilgotnienia na zmiany objętości gleb organicznych, określenie wpływu hydrofobowości na rozkład uwilgotnienia gleb torfowo-murszowych oraz wpływie zmian położenia zwierciadła wody gruntowej na procesy murszenia i emisję gazów cieplarnianych.

W badaniach zmian objętości gleb torfowo-murszowych problemem wymagającym rozwiązania był opis parametryczny tzw. krzywych kurczenia oraz współczynnika zmian geometrii w funkcji uwilgotnienia gleby. W wyniku badań naukowych prowadzonych wspólnie z profesorem Klausem Bohne z Uniwersytetu w Rostoku stwierdzono, że w warunkach laboratoryjnych wartość współczynnika zmian geometrii gleb torfowo - murszowych wskazuje na izotropowy charakter zmian ich objętości. Stwierdzono również, że w warunkach polowych prognozowane zmiany geometryczne były zdominowane przez proces osiadania. Wyniki badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* (**II.A.6**). Podobna tematyka badawcza była również przedmiotem publikacji **II.D.32, II.D.36, II.D.5, II.D.9, II.D.11**. Badania dotyczące procesu kurczenia gleb organicznych były realizowane w projekcie finansowanym przez KBN (**II.I.6**).

Negatywne konsekwencje odwodnienia gleb torfowych wyrażone w postaci osiadania i zmian objętości utworów glebowych wskazały na potrzebę podjęcia badań dotyczących określenia wilgotności krytycznej gleby, jako kryterium oceny odwracalności procesu kurczenia. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych, w ramach projektu finansowanego przez JM Rektora SGGW w Warszawie (**II.I.5**), przez zespół badawczy Katedry Kształtowania Środowiska (KKŚ) stwierdzono, że w utworach torfowych nawet nieznaczne obniżenie uwilgotnienia (o 5-10%) może powodować nieodwracalne zmiany objętości tych gleb. Wyniki tych badań opublikowano w czasopiśmie *Acta Agrophysica*

(II.D.6). Zagadnienie wilgotności krytycznej było badane również w kontekście innego negatywnego procesu występującego w glebach torfowo-murszowych, tj. ich hydrofobowości. Wyniki badań laboratoryjnych prowadzonych przez zespół badawczy KKŚ dowiodły, że w utworach murszowych wartość krytyczna uwilgotnienia gleby klasyfikująca utwór, jako hydrofilny lub hydrofobowy mieści się w zakresie 41 do 46%. Z kolei analiza danych pomiarowych w utworach torfowych wykazała, że repelencja wodna występuje w tych glebach po nieznacznym obniżeniu się wilgotności w stosunku do stanu pełnego nasycenia gleby. Stwierdzono, że opracowanie wartości wilgotności krytycznej może być narzędziem do prognozowania wystąpienia przepływu preferencyjnego wody w profilach gleb torfowo-murszowych. Nowe podejście do prognozowania niestabilności frontu zwilżania zostało opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym *Land Degradation & Development* (**II.A.2**). Wyniki badań dotyczące relacji między wilgotnością a zmianami objętości gleby i hydrofobowością gleby torfowo-murszowej wytworzonej z torfu drzewnego były prezentowane na Międzynarodowej Konferencji Naukowej W3M nt. „Wetlands: Monitoring, Modelling, Management” (**II.K.5**). Zostały również opublikowane w rozdziale monografii indeksowanej w bazie Web of Science (**II.D.27**) oraz w kilku opracowaniach monograficznych **II.D.30** i **II.D.31**, **II.D.36**.

Zarówno zmiany objętości gleb organicznych, jak również przepływ preferencyjny wody w glebach torfowo-murszowych powodują zwiększenie zawartości powietrza w tych glebach, co prowadzi do wzrostu emisji CO₂ z tych gleb. W ramach badań prowadzonych we współpracy z partnerami z Cranfield University w Anglii (**III.A.1**) stwierdzono, że zmienność emisji CO₂ w warunkach użytkowania łąkowego na torfowisku West Moor Fen w Anglii ma charakter sezonowy. Ustalono, że precyzyjne regulowanie położenia zwierciadła wody gruntowej przyczynia się do ograniczania mineralizacji substancji organicznej. Stwierdzono ponadto, że zastosowanie modelowania matematycznego może być wystarczającym narzędziem do prognozowania bilansu wodnego i opracowaniu długoterminowych kryteriów zrównoważonego gospodarowania glebami pobagiennymi w kontekście ograniczenia mineralizacji substancji organicznej. Wyniki badań opublikowano w czasopiśmie branżowym *Soil Use and Management* (**II.A.3**). W ramach realizacji zadań, wynikających ze współpracy międzynarodowej (**III.A.1**), związanych z modelowaniem przepływu wody i prognozowaniem emisji gazów cieplarnianych w glebach pobagiennych odbyłem dwa krótkoterminowe staże naukowe w Instytucie Alterra Wageningen w Holandii (**III.L.2**, **III.L.3**). Doświadczenia zdobyte w modelowaniu przepływu wody w glebie wykorzystałem podczas kalibrowania modelu matematycznego, co było tematem referatu na Konferencji Naukowej w Uppsali (**II.K.4**) podsumowującej wyniki projektu Europeat (**III.A.1**).

Do osiągnięć z tego zakresu działalności naukowej zaliczam publikacje:

II.D.5, II.D.6, II.D.7, II.D.9, II.D.11, II.D.13, II.D.27, II.D.30, II.D.31, II.D.32, II.D.36 oraz prace dotyczące procesu kurczenia gleb mineralnych **II.D.20, II.D.21**.

Do najważniejszych prac w tej grupie zaliczam prace dotyczące odpowiednio zmian objętości gleby, przepływu preferencyjnego i emisji CO₂:

II.A.6, II.A.2, II.A.3.

Uzupełniającym nurtem moich zainteresowań naukowych są badania związane z retencjonowaniem i przepływem wody w glebach leśnych. W ramach współpracy z Instytutem Badawczym Leśnictwa w badaniach realizowanych pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Tomasza Brandyka uczestniczyłem w określeniu krzywych retencyjności oraz przewodności wodnej gleb leśnych nawadnianych ściekami na obszarze Leśnej Oczyszczalni Ścieków (LOŚ) w Ilawie. Głównym celem badań było określenie wpływu dawki nawodnienia ściekami pochodzącymi z przetwórstwa ziemniaków na właściwości retencyjne i hydrauliczne

gleby leśnej. Badania porównawcze realizowano w dwóch profilach gleby bielcowo-rdzawej w obrębie drzewostanu sosnowego. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że długoletnie zastosowanie ścieków z przemysłu ziemniaczanego skutkowało znacznym zwiększeniem zawartości substancji organicznej w glebie. W konsekwencji powierzchniowa warstwa nawadnianej ściekami gleby leśnej (0-20 cm) zwiększyła o około 20% porowatość ogólną w stosunku do gleby nienawadnianej. W warstwach położonych poniżej 20 cm, nie zaobserwowano wpływu nawodnienia na zdolności retencyjne gleby leśnej. Ze względu na sposób dostarczania ścieków (system zraszaczy) do gleby bardzo przydatne okazały się moje doświadczenia naukowe nabyte podczas stażu dotyczącego nawodnień, który odbyłem w Izraelu (**III.L.6**). Wyniki omawianych badań opublikowano w czasopiśmie branżowym *Sylwan* (**II.D.18**).

Analizę badań dotyczących krzywych retencyjności wodnej zróżnicowanych gleb leśnych pochodzących z 62 poziomów glebowych opublikowano w czasopiśmie *Polish Journal of Environmental Studies* (**II.A.5**). Podobne zagadnienia odnoszące się do retencjonowania wody w glebach mineralnych użytkowanych rolniczo były przedmiotem analiz statystycznych, których wyniki ukazały się w publikacji **II.D.2**.

W ramach badań przepływu wody w glebach leśnych (LOŚ w Iławie i w Nadleśnictwie Jedwabno) stwierdzono, że parametry infiltracji zatopionej w znacznym stopniu odbiegały od ogólnie przyjętej teorii. Prędkości wsiąkania po początkowym „standardowym” zmniejszaniu się wraz upływem czasu wzrastały. Stwierdzono, że przyczyną tego typu przebiegu infiltracji było występowanie w powierzchniowej warstwie słabo zwilżalnego hydrofobowego utworu piaszczystego. Wyniki tych badań zostały zamieszczone w dwóch publikacjach (**II.D.18** i **II.D.16**).

Do osiągnięć z tego zakresu działalności naukowej zaliczam publikacje:
II.D.2 **II.D.16** oraz **II.D.19**, **II.D.23**.

Do najważniejszych prac w tej grupie zaliczam
II.A.5, **II.D.18**.

5.2. Udział w projektach badawczych

W mojej dotychczasowej pracy zawodowej brałem udział w 13 grantach finansowanych ze środków publicznych oraz w 1 Międzynarodowym Programie Badań finansowanym przez Unię Europejską. Realizacja dwóch projektów finansowanych z funduszy Komitetu Badań Naukowych (KBN) oraz Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSzW) pozwoliła na przygotowanie monografii wyszczególnionej, jako osiągnięcie naukowe i będącej podstawą wszczęcia procedury habilitacyjnej. W projekcie finansowanym przez MNiSzW pełniłem rolę kierownika. Mój udział w pozostałych projektach badawczych pozwolił na rozwój naukowy w obszarze pozostałych osiągnięć naukowych wyszczególnionych w punkcie 5.1.

Projekty w ramach, których realizowałem osiągnięcie naukowe zgodnie z art. 16 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

Grant MNiSzW, N305 015 32/0954: „Ocena właściwości termicznych gleb torfowo-murszowych dla potrzeb modelowania obiegu ciepła i wody w ekosystemach pobagiennych”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2007÷2010) – **kierownik**.

Grant KBN SPUB, 117/E-385/SPB/5.PR UE/DWM 535/2003-2006: „Metody i scenariusze dla zrównoważonego gospodarowania zasobami europejskich gleb torfowych w celu ochrony ich wartości przyrodniczych i krajobrazowych w powiązaniu z produkcją rolniczą”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2003÷2006)
- **wykonawca.**

Pozostałe projekty badawcze

Grant NCN, 2012/05/B/NZ9/03467: „Intercepcja-transpiracja-parowanie; współzależność procesów hydrologicznych w ekosystemie mokradłowym na przykładzie szuwarów turzycowych”, Katedra Inżynierii Wodnej SGGW w Warszawie (2013÷2015) - **wykonawca.**

Grant MNiSzW, N N305 171840: „Ocena ilości i prędkości przepływu substancji rozpuszczonych z pól uprawnych do wód gruntowych i powierzchniowych w zdrenowanej glebie gliniasto-ilastej”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2011÷2014) - **wykonawca.**

Grant MNiSzW, N N305 039234: „Ocena wpływu drenowania gleb gliniastych na składniki bilansu wodnego gleby oraz migrację biogenów”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2008÷2011) - **wykonawca.**

Grant JM Rektora SGGW, 504-10-05270011: „Wilgotności krytyczne torfów niskich jako kryteria odwracalności procesów pęcznienia - kurczenia”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2008) - **wykonawca.**

Grant KBN, 2P06S 029 30: „Opracowanie i charakterystyka procesów pęcznienia - kurczenia do prognozowania uwilgotnienia gleb torfowo-murszowych z uwzględnieniem zmian ich geometrii”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2006÷2008) - **wykonawca.**

Grant KBN, 2P06S 024 28: „Ocena właściwości retencyjnych i hydraulicznych gleb gytiowych i gytiowo - murszowych dla potrzeb modelowania ruchu wody”, Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska SGGW w Warszawie (2005÷2007) - **wykonawca.**

Grant KBN, 3P06S 054 23: „Wpływ zjawiska hydrofobowości na właściwości fizyczne i stosunki wodne gleb torfowo-murszowych”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie, (2002÷2005) - **główny wykonawca.**

Grant JM Rektora SGGW 504-0527 0012: „Nowoczesne metody pomiaru zużycia wody przez lasy brzoźowe na glebach torfowo-murszowych”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (2004) - **wykonawca.**

Grant KBN, 5 P06H 033 16: „Ocena właściwości hydraulicznych i retencyjnych dla potrzeb modelowania ruchu wody w strefie aeracji w glebach torfowo-murszowych”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (1999÷2001) - **wykonawca.**

Grantu KBN 5 P06H 077 14: „Analiza stosunków wodnych w profilu gleby torfowo-murszowej z uwzględnieniem zjawisk pęcznienia i kurczenia”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (1998) - **wykonawca.**

Grant KBN 5 P06H 019 08: „Środowiskowe skutki preferencyjnego przepływu wody w glebach o zmiennej geometrii”, Katedra Kształtowania Środowiska i Melioracji SGGW w Warszawie (1995÷1997) - **wykonawca**.

Udział w Międzynarodowym Programie Badań finansowanym ze środków Unii Europejskiej

1. V Ramowy Program Badań Unii Europejskiej QLK5-CT-2002-01835 - EUROPEAT: „Tools and scenarios for sustainable management of European peat soils to protect associated landscapes and natural areas in relation to agricultural production”, Katedra Kształtowania Środowiska SGGW (2002 ÷ 2006) - **wykonawca**.

Koordynator projektu: Jan Van den Akker, Holandia

Kierownik projektu realizowanego przez Katedrę Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie: prof. dr hab. inż. Tomasz Brandyk

5.3. Staże w zagranicznych ośrodkach naukowych

W roku 1996, po rozpoczęciu pracy naukowej, odbyłem długoterminowy staż naukowy w Belgii - Institute for Land and Water Management. Pod kierunkiem prof. Jana Feyena uczestniczyłem w programie badawczym poświęconym zastosowaniu metod stanu nieustalonego do określania parametrów hydraulicznych i retencyjnych gleb mineralnych użytkowanych rolniczo. Głównym rezultatem wynikającym z odbytego stażu naukowego było opracowanie metodologii pomiaru parametrów hydraulicznych gleb pobagiennych torfowo - murszowych. Stanowiło to podstawę do przygotowania rozprawy doktorskiej pt „*Ocena właściwości retencyjnych i hydraulicznych w utworach torfowych i murszowych z obszaru doliny Biebrzy*”.

W roku 1997 odbyłem staż w Izraelu, który był poświęcony poznawaniu nowoczesnych technologii stosowanych w nawodnieniach ciśnieniowych oraz prognozowaniu cyklu nawodnień polowych roślin uprawnych w celu oszczędnego gospodarowania wodą. Zdobyte doświadczenia wykorzystałem, zarówno w pracy naukowej, jak również były one podstawą udoskonalenia procesu dydaktycznego w ramach przedmiotów realizowanych na kierunku Inżynieria Środowiska: Systemy nawodnień, Podstawy melioracji, Gospodarka wodna gleb oraz Modelowanie procesów środowiskowych.

W roku 1998 odbyłem krótkoterminowy staż naukowy na Uniwersytecie BOKU w Wiedniu, gdzie oprócz zagadnień związanych z wdrażaniem systemu oceny studentów ECTS odbywałem konsultacje w zakresie metod pomiaru i analizy właściwości fizycznych i hydraulicznych gleby.

W 2000 roku podczas pobytu w Szwecji na Politechnice w Sztokholmie uczestniczyłem w warsztatach prowadzonych przez profesora Per-Erika Janssona dotyczących modelowania przepływu wody i ciepła w glebie.

W latach 2005 - 2006 w trakcie realizacji zadań wynikających ze współpracy w ramach międzynarodowego programu badań (V Ramowy Program Badań Unii Europejskiej QLK5-CT-2002-01835 - EUROPEAT) uczestniczyłem w dwóch stażach naukowych w Holandii (Instytut naukowy Alterra w Wageningen). Podczas pierwszego z nich doskonalilem umiejętności w zakresie parametryzacji i możliwości wykorzystania deterministycznego modelu SWAP (Soil Water Atmosphere Plant) prognozującego przepływ wody systemie gleba - roślina - atmosfera. Drugi ze staży był poświęcony poszerzeniu wiedzy z zakresu doboru warunków brzegowych w modelowaniu przepływu wody w systemie gleba-roślina-atmosfera. Stosując badania numeryczne i opracowaną przeze mnie procedurę rankingową określiłem wartość optymalnego pionowego oporu czasowego (RIMLAY) kształtującego dopływ wody do kolumny glebowej z warstwy wodonośnej. Było to podstawą

kalibracji modelu SWAP w glebach torfowo-murszowych obszaru doliny rzeki Biebrzy. Wyniki obliczeń modelowych oraz procedurę rankingową określenia współczynnika RIMLAY prezentowałem na Konferencji Naukowej (**II.K.4**) na Uniwersytecie Rolniczym w Uppsali (Szwecja), podsumowującej wyniki badań prowadzonych w ramach międzynarodowej współpracy (**III.A.1**).

Kolejnym istotnym dla mojego rozwoju naukowego stażem był pobyt w 2012 r na Uniwersytecie Yugra w Khanty - Mansyjsku (Rosja), gdzie prowadziłem badania w zakresie przepływu ciepła na obszarze torfowiska wysokiego znanego pod nazwą Muhrino. W ramach badań koordynowanych przez profesor Elenę Lapshinę, wykonywałem pomiary rozkładu temperatury gleby, które wykorzystałem do określenia współczynnika dyfuzyjności termicznej torfów wysokich. Wiedza empiryczna dotycząca właściwości cieplnych gleb torfowisk wysokich była przydatna podczas opracowania monografii stanowiącej osiągnięcie naukowe, w części dotyczącej polowych pomiarów współczynnika dyfuzyjności cieplnej gleb pobagiennych doliny rzeki Biebrzy.

BELGIA - Catholic University Leuven, Institut for Land and Water Management - staż naukowy w ramach programu TEMPUS, 12 tygodni (5.03.1996-28.05.1996).

IZRAEL - Centre for International Agricultural Development Cooperation (CINADCO), Kurs „International Course on Irrigation and Extension” - staż w ramach doskonalenia przygotowania do prowadzenia dydaktyki z przedmiotów: Systemy nawodnień, Podstawy melioracji, Gospodarka wodna gleb oraz Modelowanie procesów środowiskowych, 8 tygodni (27.05.1997-24.07.1997 r.).

AUSTRIA - Univerität für Bodenkultur Wien - staż naukowo dydaktyczny w ramach programu TEMPUS PANSED, 1 tydzień (2.08.1998-9.08.1998 r.).

SZWECJA - Royal Institute of Technology, Sztokholm - staż naukowy w zakresie parametryzacji i bilansowaniu przepływu wody i ciepła w glebie, 1 tydzień (4-10.12.2000 r.).

HOLANDIA - Alterra, Wageningen - staż w zakresie modelowania matematycznego SWAP/ANIMO - EUROPEAT, 1 tydzień (4-11.04.2005 r.).

HOLANDIA – Alterra, Wageningen - staż naukowy - kalibrowanie modelu SWAP dla warunków gleb doliny Biebrzy - EUROPEAT, 1 tydzień (13-18.02.2006 r.).

ROSJA - Yugra State University Khanty-Mansyisk - staż naukowo-badawczy dotyczący pomiarów emisji gazów oraz właściwości gleb torfowisk strefy podbiegunowej w ramach projektu INTERACT TNA - ocena parametrów cieplnych gleb torfowiska wysokiego Muhrino, 2 tygodnie (4-18.09.2012 r.).

5.4. Dorobek publikacyjny

Mój dorobek publikacyjny obejmuje 69 publikacji naukowych i komunikatów konferencyjnych. Jestem autorem i współautorem 46 oryginalnych publikacji naukowych, w tym 6 artykułów (załącznik 3A **II.A.1-II.A.6**) w czasopiśmie ze współczynnikiem wpływu *Impact Factor* (IF) oraz trzy publikacje nieposiadające współczynnika (IF), które są indeksowane w bazie Web of Science (załącznik 3A **II.D.27, II.D.28, II.D.38**). Bardzo ważnym osiągnięciem publikacyjnym w moim dorobku naukowym jest artykuł opublikowany w czasopiśmie *Geoderma* (**II.A.1**), którego liczba cytowań wynosi 19. Mój całościowy dorobek naukowy wg punktacji MNiSzW wynosi 339 punktów, z czego 48 uzyskałem przed

obroną doktoratu. Sumaryczny *Impact Factor* opublikowanych przeze mnie artykułów wynosi 8,358. Liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 45 (40 bez autocytowań), a indeks Hirscha 3. Ponadto na uwagę zasługują 3 publikacje (**II.D.14**, **II.D.15** oraz **II.D.18**) w czasopismach *International Agrophysics* i *Sylwan*, które obecnie posiadają współczynnik IF. Wśród opublikowanych prac 20 ukazało się w języku angielskim. Jestem autorem 2 samodzielnych publikacji oraz 44 we współautorstwie (gdzie 20 razy byłem pierwszym lub drugim autorem). Publikacje z moim udziałem ukazały się w 20 recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym i krajowym. Szczegółowy wykaz publikacji i doniesień naukowych z uwzględnieniem nazwy czasopism przedstawiono w załączniku 3A (tabela 1).

5.5. Udział w konferencjach naukowych

W dotychczasowej pracy zawodowej uczestniczyłem w 24 Konferencjach i Kongresach Naukowych (szczegółowe zestawienie przedstawiono w załączniku 3A). Wygłoszone referaty na Konferencjach Naukowych:

GNATOWSKI T., 2009: Analiza przewodności termicznej wybranych utworów pochodzenia organicznego. Konferencja Naukowa nt: „Agrofizyka w badaniach środowiska przyrodniczego”, 15 września 2009 r., Lublin.

GNATOWSKI T., 2009: Assessment of thermal properties of the moorsh soil layer developed from alder peat. Red Bog Project International Workshop, 5th June 2009, Goniądz, Poland.

GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J., BRANDYK T., OLESZCZUK R., SZEJBA D., 2008: Thermal diffusivity of the peat soil surface layer. 13th International Peat Congress, 8-13 June 2008, Tullamore, Ireland.

GNATOWSKI T., 2006: Calibration and validation of SWAP model for water management and climate change scenarios on peat soils. Final workshop of Europeat project, 21-24 February 2006, Uppsala, Sweden.

GNATOWSKI T., 2005: Moisture content variability in drained fen soil: International conference W3M “Wetlands: Monitoring, Modelling, Management”, 22-25 September 2005, Wierzba, Poland.

GNATOWSKI T., 2005: Development of the pedotransfer functions for retention and hydraulic properties of degraded peat soils. Work Package 2: Database and development pedotransfer functions. International workshop in EUROPET project, 18-22 September 2005, Goniądz, Poland.

GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J., SZEJBA D., BRANDYK T., OLESZCZUK R., 2005: Dyfuzyjność termiczna utworu murszowego. Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. "Właściwości fizyczne i chemiczne gleb organicznych", 27-30 czerwca 2005 r., Rajgród-Biebrza.

GNATOWSKI T., SZEJBA D., SZATYŁOWICZ J., BRANDYK T., WANIEK E., 2004: The influence of peats botanical composition on their moisture retention. Wise Use of Peatlands, Proceedings of 12th International Peat Congress, 6-11 June 2004, Tampere, Finland.

GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J., BRANDYK T., 2002: Effect of peat decomposition on the capillary rise in peat-moorsh soils from the Biebrza River Valley – Polsko-Uraińsko-Białoruska Konferencja Naukowa nt. "Środowisko

przyrodnicze Polesia - stan aktualny i zmiany", 17-21 czerwiec 2002 r., Lublin - Szack - Brześć.

GNATOWSKI T., BRANDYK T., SZATYŁOWICZ J., OLESZCZUK R., 1999: Parameter estimation by one-step and multi-step outflow experiments for peat soils. International Workshop EurAgEng's Field of Interest on Soil and Water, 24-26 November 1999, Leuven, Belgium.

5.6. Najważniejsze wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych

- Nagroda indywidualna II stopnia JM Rektora SGGW - Warszawa 2002 - za osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych za wyróżnioną przez Radę Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska rozprawę doktorską.
- Nagroda zespołowa II stopnia JM Rektora SGGW - Warszawa 2005 r. - za osiągnięcia naukowe.
- Nagroda zespołowa I stopnia JM Rektora SGGW w Warszawie - Warszawa 2009 r. - za osiągnięcia naukowe.
- Nagroda zespołowa II stopnia JM Rektora SGGW w Warszawie - Warszawa 2011 r. - za osiągnięcia naukowe.

6. Ekspertyzy i opracowania wykonane na zamówienie

W czasie mojej pracy zawodowej byłem współautorem 13 opracowań, będących dokumentacją badań naukowych (załącznik 3A **II.E.1- II.E.13**).

Poniżej zestawiono opracowane ekspertyzy branżowe oraz raporty merytoryczne wykonane na zlecenie instytucji publicznych i firm komercyjnych. Prace te można przypisać do czterech wydzielonych kategorii:

Ocena parametrów cieplnych gleby dla potrzeb projektowania elektrycznych instalacji podziemnych.

GNATOWSKI T., 2013: Ekspertyza: Analiza rezystywności cieplnej utworów gruntowych i glebowych na dla potrzeb projektowanej przyłączeniowej dwutorowej linii napowietrzno-kablowej. Ekspertyza na zlecenie firmy ELBUD zgodnie z umową z dnia 11.04.2013, Maszynopis 12 s.

Poprawa bezpieczeństwa publicznego poprzez regulowanie czynnika wodnego

PIERZGALSKI E., (red.) 2010: Wstępna koncepcja nawadniania rejonu południowo-zachodnich Kujaw. [W:] Zapewnienie bezpieczeństwa publicznego w rejonie stopnia Włocławek przy wykorzystaniu energii wody oraz poprawie potencjału ekosystemów wodnych i wód zależnych Energa SA 2010, Udział w określaniu zmienności potrzeb wodnych roślin uprawnych, Maszynopis 73 s.

SZEJBA D., GNATOWSKI T., MICHAŁOWSKI R., 2010: Opracowanie ekspertyzy branży melioracyjnej dotyczącej zagrożenia powodzią dla budynku Sądu Okręgowego w Warszawie przy ul. Czerniakowskiej 100, Maszynopis 28 s.

SZEJBA D., GNATOWSKI T., OLESZCZUK R., 2003: Właściwości hydrauliczne i fizyczne gleb dla potrzeb odwodnienia obiektów sportowych SGGW. Ekspertyza wykonana na zlecenie SGGW, Warszawa, Maszynopis 23 s.

Charakterystyki hydrauliczne gleb w ekosystemach leśnych

GNATOWSKI T., OLESZCZUK R., 2002: Określenie metodą de Wita wartości współczynników filtracji oraz obliczenie krzywej pF i intensywności podsiąku kapilarnego w glebach na obiekcie Ościłowo. Opracowanie na zlecenie IBL Warszawa w ramach tematu 200/BLP-239, Maszynopis KKŚiM 19 s.

GNATOWSKI T., OLESZCZUK R., 2002: Określenie i analiza współczynnika filtracji utworów glebowych w leśnym kompleksie promocyjnym Puszcza Kozienicka. Opracowanie na zlecenie IBL, Warszawa, Maszynopis KKŚiM14 s.

OLESZCZUK R., GNATOWSKI T., 2000: Badanie przepuszczalności wodnej w wybranych profilach glebowych w zlewni potoku Czertusowa. Opracowanie na zlecenie IBL, Warszawa, Maszynopis KKŚiM 10 s.

BRANDYK T., SZATYŁOWICZ J., GNATOWSKI T., OLESZCZUK R., 1997: Właściwości retencyjne i hydrauliczne gleby leśnej z obiektu leśnej oczyszczalni ścieków w Iławie, opracowanie wykonane w ramach projektu celowego KBN Nr 5PO6H001/95C/2590 „Oczyszczanie i produkcyjne wykorzystanie ścieków na plantacjach drzewiastych” - Kierownik projektu: dr hab. inż. Andrzej Ciepiewski, Maszynopis KKŚiM 21 s.

Ochrona oraz zachowanie bioróżnorodności ekosystemów bagiennych i pobagiennych

OLESZCZUK R., GNATOWSKI T., SZATYŁOWICZ J., 2015: Opracowanie pt: „Analiza równań kalibracji sond pomiaru uwilgotnienia oraz wybranych właściwości fizycznych gleb pobagiennych”. Praca zlecona przez Instytut Geodezji i Kartografii w Warszawie - numer tematu BN-KZL-45/2015 - w trakcie sporządzania końcowej wersji raportu.

SIDŁO P., (red.) 2013: Monitoring efektów ekologicznych projektu: "Aktywna ochrona ptaków wodnych i błotnych na terenie Polderu Północnego w Parku Narodowym "Ujście Warty" poprzez poprawę warunków wodnych siedlisk łągowych oraz miejsc żerowania i odpoczynku w czasie migracji i zimowania. Bagna są Dobrze! Etap 2." LIFE09 NAT/PL/000257 umowa Nr: BD2/UD/06/06/2013 – opracowanie warunków wodno-glebowych obszaru monitorowania efektów ekologicznych-raport cząstkowy.

PIERZGALSKI E., PAWLUŚKIEWICZ B., GNATOWSKI T., BRANDYK A., 2011: Ekspertyza pt.: „Ocena wpływu konserwacji rowów melioracyjnych oraz kanałów Warszawicki i Wilga-Wisła na stosunki wodne terenu chronionego Bagna Całowanie”. Podstawą opracowania ekspertyzy jest umowa nr WPN/18/2011 zawarta w dniu 29.06. 2011 r. z Panią Anną Ronikier-Dolańską - Zastępcą Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Warszawie z siedzibą w Warszawie, Maszynopis 45 s.

GNATOWSKI T., 2009: Analiza porównawcza pomiarów uwilgotnienia gleby organicznej i mineralnej z wykorzystaniem techniki reflektometrycznej - wykonano w ramach Projektu Norweskiego, PL0268: „Opracowanie metod odtworzenia pierwotnych warunków wodnych KPN w celu powstrzymania degradacji

przyrodniczej i poprawienia stanu bioróżnorodności”, Narzędzi e1 pt. „Dynamiczny bilans wodny wód powierzchniowych”, 1.04.2009 – 30.06.2009, Maszynopis 9 s.

7. Osiągnięcia dydaktyczne

Moje zainteresowania naukowe są powiązane z realizacją procesu dydaktycznego głównie na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie. Zajęcia dydaktyczne prowadzę lub prowadziłem na trzech realizowanych kierunkach studiów stacjonarnych i niestacjonarnych: Inżynieria Środowiska, Ochrona Środowiska oraz Budownictwo.

Na kierunku studiów Inżynieria Środowiska podstawowe zagadnienia, które realizuję w procesie dydaktycznym studentów powiązane są z kształtowaniem przepływu wody w systemie gleba roślina atmosfera. Treści te są przekazywane między innymi podczas realizacji przedmiotów:

- „Podstawy melioracji”,
- „Kształtowanie terenów dolinowych”,
- „Systemy nawodnień”.

W ramach wymienionego kierunku kształcenia opracowałem program przedmiotu specjalizującego pt: „Transfer zanieczyszczeń w środowisku”, który jest realizowany w ramach specjalizacji Inżynieria Kształtowania i Ochrony Środowiska (**III.I.7**).

Na kierunku studiów Budownictwo podstawowym elementem procesu dydaktycznego studentów wynikającym z moich zainteresowań naukowych jest realizacja przedmiotu Fizyka ośrodków porowatych. W ramach tego kierunku jestem również autorem programu przedmiotu fakultatywnego pt: „Techniki pomiarowe parametrów fizycznych gleby” (**III.I.6**).

Na kierunku Ochrona Środowiska realizuję zajęcia dydaktyczne w ramach przedmiotów:

- „Modelowanie procesów środowiskowych”,
- „Przepływ zanieczyszczeń w środowisku”,
- „Hydrogenic soils” - przedmiot realizowany w języku angielskim.

Ponadto prowadzę zajęcia dla studentów na kierunku Technologie Energii Odnawialnej realizowanym na Wydziale Inżynierii Produkcji SGGW w Warszawie w zakresie przedmiotu Ocena oddziaływania na środowisko w tym projekt.

W latach 2010 ÷ 2012 byłem wykładowcą na studiach podyplomowych Zarządzanie obszarami Natura 2000, realizując zagadnienia związane z zastosowaniem wybranych technik prognostycznych do oceny stanu środowiska na obszarach Natura 2000.

W dotychczasowej pracy zawodowej byłem promotorem 16 prac dyplomowych w tym 8 prac magisterskich (**III.I.2**). Obecnie pod moim kierunkiem jest realizowanych 5 prac inżynierskich oraz 2 prace magisterskie (**III.I.3**). Od 2001 roku byłem również recenzentem 13 prac dyplomowych, w tym 12 inżynierskich i 1 magisterskiej na kierunku Inżynieria Środowiska oraz 1 pracy na studiach podyplomowych „Zarządzanie obszarami Natura 2000” (**III.I.4**). Podczas swojej pracy zawodowej uczestniczyłem również merytorycznie w przygotowaniu 4 prac magisterskich realizowanych w Katedrze Kształtowania Środowiska SGGW w Warszawie (**III.J.1**).

Do głównych osiągnięć dydaktycznych zaliczam udział we współautorskim opracowaniu podręcznika akademickiego pt: „Podstawy infrastruktury technicznej w przestrzeni rolniczej” (**III.I.1**). W opracowaniu tym byłem odpowiedzialny za opis metod pośrednich pomiaru krzywej retencyjności wodnej przy wykorzystaniu funkcji „pedotransfer” oraz opracowałem zagadnienia związane z określeniem potrzeb wodnych roślinności i bilansowaniem zasobów wodnych w profilach glebowych użytkowanych rolniczo.

8. Działalność organizacyjna

- Współorganizator 2 Konferencji Naukowych (**III.C.1** i **III.C.2**),
- Międzynarodowe Stowarzyszenie Torfowe (International Peat Society) - członek stowarzyszenia, od 1996 r. do aktualnie.
- Wydziałowa Komisja d/s dydaktyki na kierunku Ochrona środowiska w latach 2012 ÷ 2016 - sekretarz
- Wydziałowa Komisja d/s badań naukowych w latach 2012 ÷ 2016 - członek
- Wydziałowa Komisja d/s oceny pracowników w latach 2008 ÷ 2012 - sekretarz
- Współorganizator Seminarium nt. „Rola pracodawców kluczowych i ich wpływ na doskonalenie, jakości kształcenia” w ramach programu PO KL „Podnoszenie jakości zarządzania zasobami SGGW”, 2014 r.

Tomasz Gwałkowski