

# I. Życiorys naukowy

## 1.1 Wykształcenie

1976 – ukończone studia (magister inżynier zootechniki) Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

1985 – doktorat (doktor nauk rolniczych z zakresu zootechniki) Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy Wydział Zootechniczny, Zakład Fizjologii i Anatomii Zwierząt  
Tytuł rozprawy doktorskiej: **„Zmiany niektórych cech morfologicznych wybranych narządów wewnętrznych świni domowej (*Sus scrofa forma domestica L.*) i dzika (*Sus scrofa L.*) pod wpływem różnego żywienia”**

Promotor – Doc. dr hab. Tadeusz Roskosz

## 1.2 Doświadczenie zawodowe

1976 – 197	asystent stażysta Akademia Techniczno-Rolnicza, Wydział Zootechniczny
1977 – 1978	asystent - Akademia Techniczno-Rolnicza, Wydział Zootechniczny
1978-1986	starszy asystent – Akademia Techniczno-Rolnicza, Wydział Zootechniczny
1986 - obecni	adiunkt - Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Wydział Hodowli Biologii Zwierząt, Katedra Morfologii Zwierząt i Łowiectwa
1985/1986	staż półroczny w Ogrodzie Fauny Polskiej w Bydgoszczy
2002-2008	prodziekan d.s. Dydaktycznych i Studenckich
2012	kierownik Zakładu Morfologii Zwierząt i Łowiectwa

## II. Osiągnięcie naukowo badawcze w postaci jednolitego cyklu publikacji będącego podstawą do złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

Zgodnie z art. 16 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.) przedkładam osiągnięcia naukowe pt.

### „Badania porównawcze cech morfologicznych i morfometrycznych tętnic podstawy mózgowia u ssaków”

#### Objaśnienia do wykazu

Punktację prac wykonano w oparciu o wykazy MNiSW obowiązujące dla danego wydawnictwa w roku publikacji pracy i umieszczono je w tabelach na wykazie. Dla publikacji wydanych do roku 2000 przyjęto punktację z 2012 r.

Wartość IF podano także w roku publikacji pracy, dla publikacji wydanych do roku 2000 przyjęto punktację z 2012 r.

Udział własny – legenda: **a**-koncepcja tematu badawczego, **b**-opracowanie metodyki, **c**-przygotowanie materiału do badań, **d**-opracowanie materiału badawczego, **e**-opracowanie merytoryczne wyników, **f**-obliczenia statystyczne, **g**-przygotowanie pracy do druku

1. Gielecki J., **Brudnicki W.**, Nowaki M. 1996. Digital – image Analysis of the Brain - base Arteries in Chinchilla, *Chinchilla laniger* (Molina). Anat. Histol. Embryol.25: 117 - 119.

Wartość punktowa wg listy MNiSW w roku wydania publikacji	Wartość IF w roku wydania publikacji	Udział własny (%)	Rodzaj wykonywanej pracy wg legendy
20	0,554	45	<b>a,b,c,e,g</b>

2. **Brudnicki W.** 2000. Basilar arteries of the brain in domestic goat (*Capra hircus L.*). Electronic Journal of Polish Agricultural Univ. Vet. Med. Vol. 3, Issue:1-6.

Wartość punktowa wg listy MNiSW w roku wydania publikacji	Wartość IF w roku wydania publikacji	Udział własny (%)	Rodzaj wykonywanej pracy wg legendy
8	-	100	<b>a,b,c,d,e,g</b>

3. **Brudnicki W.** 2011. Morphometric analysis of the brain base arteries in fallow deer (*Dama dama*). Veterinarni Medicina, 56, (9): 462-468.

Wartość punktowa wg listy MNiSW w roku wydania publikacji	Wartość IF w roku wydania publikacji	Udział własny (%)	Rodzaj wykonywanej pracy wg legendy
27	0,748	100	<b>a,b,c,d,e,f,g</b>

4. **Brudnicki W.**, Nowicki W., Skoczylas B., Brudnicki A., Kirkiłło - Stacewicz K., Wach J. 2012. Arteries of the brain in Wild European Rabbit *Oryctolagus cuniculus* (*Linnaeus 1758*). *Folia Biologica* vol.60 No 3-4: 189-194.

Wartość punktowa wg listy MNiSW w roku wydania publikacji	Wartość IF w roku wydania publikacji	Udział własny (%)	Rodzaj wykonywanej pracy wg legendy
15	0,899	50	<b>a,b,d,e,g</b>

5. **Brudnicki W.** 2012. Brain base arteries pattern and variation in European otter (*Lutra lutra*) *Anat ., Embryol., Histol.* Vol. 41, Issue 5: 358-361.

Wartość punktowa wg listy MNiSW w roku wydania publikacji	Wartość IF w roku wydania publikacji	Udział własny (%)	Rodzaj wykonywanej pracy wg legendy
20	0,882	100	<b>a,b,c,d,e,g</b>

$\Sigma$  IF= **3,083**

$\Sigma$  punktów wg listy MN i SW = **90**

## **Opis szczególnych osiągnięć naukowych pod tytułem „Badania porównawcze cech morfologicznych i morfometrycznych tętnic podstawy mózgowia u ssaków”**

### **WSTĘP**

Pierwszą publikacją z zakresu unaczynienia mózgowia jest praca angielskiego badacza Thomasa Willisa pt. „Cerebri Anatome Nervorumque descriptio et usus” ogłoszona w 1664 r. Od daty tej minęło 350 lat, pomimo to temat jest nadal aktualny. System zespołów tętniczych podstawy mózgowia, na cześć badacza nazwano „kołem Willisa”. We współczesnej nam literaturze funkcjonuje pod nazwą koła tętniczego mózgu. Stanowi ono połączenie między układem tętnic szyjnych wewnętrznych a układem podstawno-kręgowym. Spełnia rolę regulatora przepływów dla przednich, środkowych i tylnych tętnic mózgowia oraz korektora krążenia dla prawej i lewej półkuli mózgu (Rogers 1947, Chao et Hawang 1972, Hillen et. al. 1991). Badając ukrwienie mózgowia różnych gatunków zwierząt poszukuje się zwykle odniesień do ukrwienia mózgu człowieka szukając różnic i podobieństw. Barone (1996) w podręczniku anatomii zwierząt, cały rozdział poświęcił ukrwieniu mózgowia, prezentując przebieg tętnic biegnących na podstawie mózgowia

u świni, bydła, psa, konia i królika, porównując je z tętnicami podstawy mózgowia u człowieka. Często tzw. odmiany naczyniowe spotykane u człowieka stanowią typowy sposób ukrwienia mózgowia u innych gatunków ssaków. Badania przeprowadzone na materiale zwierzęcym z teoretycznego punktu widzenia mogą być bardziej wielostronne. Materiał ludzki do rąk badacza trafia zwykle przypadkowo. Materiał zwierzęcy można odpowiednio dobrać, dlatego też interpretacja badań wykonanych na materiale zwierzęcym może być bardziej jednoznaczna.

Znaczenie tętnic podstawy mózgowia i ogromna zmienność w obrębie tego obszaru naczyniowego inspirowała do badania coraz to innych gatunków ssaków i badania zmienności tętnic podstawy mózgowia na dużych pod względem liczebności próbach. Z czasem obok typowych prac opisowych poświęconych ukrwieniu mózgowia jednego gatunku, prowadzono badania porównawcze analizując gatunki należące do jednej rodziny czy rzędu. Osobną grupę stanowiły publikacje, których autorzy porównywali budowę, przebieg i zmienność tętnic mózgowia u form dziko żyjących i hodowlanych tego samego gatunku, badając wpływ udomowienia na zakres zmienności w układzie tętnic mózgowia. W wielu publikacjach autorzy wskazują na większą częstotliwość występowania odmian naczyniowych i większy zakres zmienności, a nawet pojawianie się zmian patologicznych w układzie naczyniowym u hodowlanych zwierząt. Niewątpliwie pewne cechy budowy tętnic mózgowia są związane z cechami behawioralnymi, a szczególnie dynamiką ruchu. Przykładem może być wykształcenie sieci dziwnych w obrębie tętnic mózgowia, których znaczenie zdaniem Godynickiego i wsp.(1981) skupia się wokół dwóch funkcji. Jedna z nich polega na osłabianiu fali pulsu i ochronie przed ekstremalnie wysokim ciśnieniem krwi dopływającej do mózgowia oraz przyspieszeniem powrotu krwi żylniej. Druga polega na regulacji temperatury krwi dopływającej do mózgowia, chroniącej tę niezwykle ważną część układu nerwowego ośrodkowego przed przegrzaniem. Struktura ta nie przypadkowo u parzystokopytnych i gatunków z rodziny kotowatych wykazuje podobną budowę. Ważny jest także wpływ środowiska, w którym żyje określony gatunek, czego przykładem mogą być zwierzęta prowadzące ziemno-wodny tryb życia np. wydra.

Spośród zamieszczonych w spisie publikacjach za szczególne osiągnięcia uznano te, w których:

- opisano po raz pierwszy tętnice mózgowia u danego gatunku np. kozy domowej, wydry, dzikiego królika,

- zastosowano cyfrową analizę obrazu w celu określenia parametrów morfometrycznych i zależności między poszczególnymi elementami tętnic podstawy mózgowia u szynszyli i daniela.

### **Celem podjętych badań było:**

1. Opracowanie w aspekcie porównawczym budowy i zmienności tętnic podstawy mózgowia u nie zbadanych do tej pory gatunków ssaków.
2. Określenie zakresu zmienności koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej oraz ich głównych odgałęzień u badanych gatunków.
3. Określenie wzajemnych stosunków ilościowych pojemności koła tętniczego i jego poszczególnych elementów składowych i tętnicy podstawnej mózgu.
4. Zbadanie korelacji zachodzących między cechami metrycznymi koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej.
5. Określenie czy i w jakim stopniu proces domestyfikacji wpływa na zmiany w układzie tętnicznym mózgowia i jaki jest ewentualny zakres zmienności spowodowany tym procesem.

### **MATERIAŁ I METODY**

Badania przeprowadzono na mózgach szynszyli (50 osobników), kozy domowej (30 osobników), daniela europejskiego (30 osobników), dzikiego królika (43 osobniki) i wydry (30 osobników) obejmujących przedstawicieli rzędu: gryzoni, parzystokopytnych, zajęczaków i drapieżnych. Tętnice mózgowia wypełniono lateksem barwionym na kolor czarny barwnikiem pigmentowym, wprowadzonym przez tętnice szyjną wspólną, przy użyciu strzykawki automatycznej z trójstopniowym reduktorem ciśnienia według metodyki proponowanej przez Radka (1985,1990). Naczynia nastrzykiwano do momentu całkowitego ich wypełnienia. Efekt uzyskiwano przy zastosowaniu ciśnienia od 50 – 70 mm Hg (Bugge 1963).

U mniejszych zwierząt takich jak szynszyle i dziki królik, naczynia tętnicze wypełniano lateksem wprowadzonym przez strzykawkę do lewej komory serca. Głowy zwierząt z tętnicami wypełnionymi lateksem utrwalano w 10% roztworze formaliny przez okres 3 tygodni. Po utrwaleniu usuwano mięśnie głowy i odwapniano czaszki w 5% kwasie solnym, a następnie trepanowano czaszki i wyjmowano mózgowia. Tętnice podstawy mózgowia preparowano pod lupą stereoskopową i sporządzano dokumentację fotograficzną. Kolejnym

etapem badań było przygotowanie materiału do analizy komputerowej. Przed ważeniem mózgi osuszano z płynu konserwującego przez okres 1 godziny. Tętnice podstawy mózgowia preparowano pod lupą stereoskopową. Badany obiekt ustawiano prostopadle do osi urządzenia rejestrującego, wybierając dla określonego segmentu naczyniowego płaszczyznę ostrości. Następnie sporządzano dokumentację fotograficzną. Analizę tętnic podstawy mózgowia przeprowadzano przy zastosowaniu systemu analizy obrazu (m. in. Image Angio-Analyser, Image J, NIS Elements). Analizę cech metrycznych tętnic wykonano metodą podaną przez Gieleckiego (1989). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Określano średnie badanych parametrów, odchylenie standardowe, a także współczynniki korelacji pomiędzy poszczególnymi cechami.

### **Publikacja 1**

Gielecki J., **Brudnicki W.**, Nowaki M. 1996. Digital – image Analysis of the Brain - base Arteries in Chinchilla, *Chinchilla laniger* (Molina). Anat. Histol. Embryol.25: 117 - 119.

**Cel i wyniki.** Celem pracy było określenie cech morfometrycznych (długości, średnicy i pojemności) tętnic podstawy mózgowia szynszyli i określenie wzajemnych zależności pomiędzy tymi parametrami przy pomocy komputerowego systemu analizy obrazu.

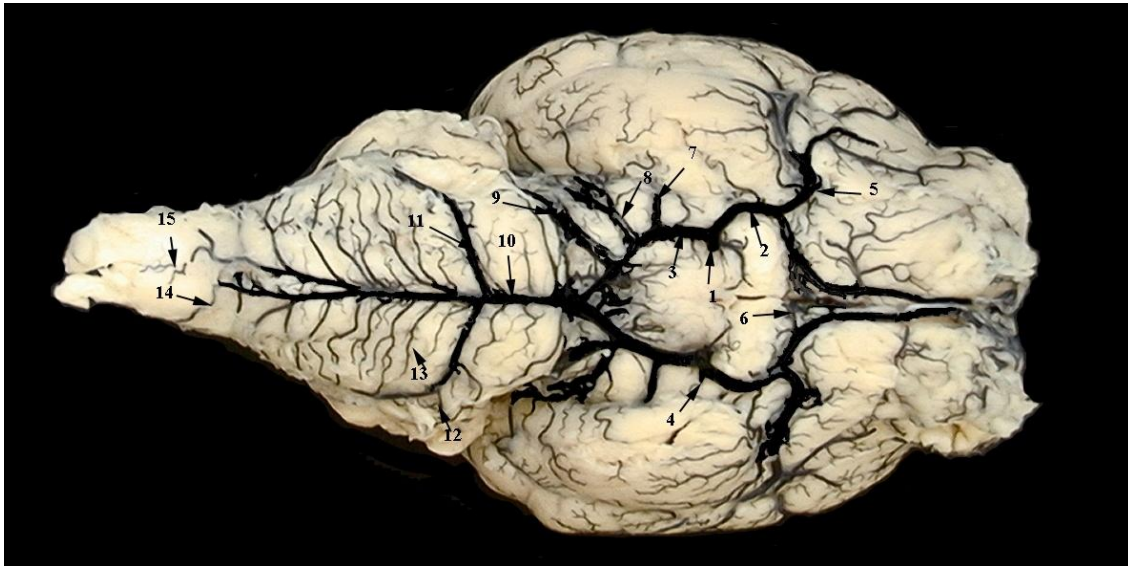
Analizę cech metrycznych tętnic wykonano na 50 mózgach szynszyli. Stwierdzono, że jedynym źródłem dopływu krwi do mózgu u tego gatunku są tętnice kręgowie i powstała w wyniku ich zespolenia tętnica podstawna. Tętnica podstawna rozdzwaja się budując koło tętnicze mózgu, które od strony donosowej było najczęściej otwarte. Tętnice doogonowe mózgu były zawsze naczyniami wielokrotnymi, a tętnica ciała modzelowatego, środkowa mózgu i donosowe mózdzku wykazywały jednolitą budowę.

Badając cechy metryczne tętnic podstawy mózgowia szynszyli, stwierdzono, że średnica i objętość tętnicy podstawnej była ponad dwukrotnie większa niż w kole tętnicznym mózgu. Całkowita długość tętnic tworzących koło tętnicze mózgu była w przybliżeniu dwa razy większa od długości tętnicy podstawnej. Silna korelacja między parametrami tętnicy podstawnej i kołem tętnicznym mózgu była charakterystyczna dla układu tętnic podstawy mózgowia spotykanych u przedstawicieli *Caviomorpha*. Wzajemne korelacje pomiędzy parametrami koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej wskazują, że przy zachowaniu odpowiednich parametrów geometrycznych tętnic, mózg może być odpowiednio ukrwiony nawet przy jednym źródle zaopatrzenia w krew.

## Publikacja 2

**Brudnicki W.** 2000. Basilar arteries of the brain in domestic goat (*Capra hircus L.*). Electronic Journal of Polish Agricultural Univ. Vet. Med. Vol. 3, Issue :1-6.

**Cel i wyniki.** Celem pracy było zbadanie przebiegu i zmienności tętnic podstawy mózgowia u kozy domowej i porównanie z innymi przedstawicielami parzystokopytnych.



Fot.1. Tętnice podstawy mózgowia kozy domowej.

1-tętnica szyjna wewnętrzna, 2-tętnica donosowa mózgu, 3-tętnica łącząca doogonowa, 4-tętnica naczyniówkowa donosowa, 5-tętnica środkowa mózgu, 6-tętnica łącząca donosowa, 7-tętnica doogonowa mózgu, 8-tętnica naczyniówkowa doogonowa, 9-tętnica donosowa mózdzku, 10-tętnica podstawna, 11-tętnica doogonowa mózdzku, 12-tętnica błędniaka, 13-gałęzie na most i rdzeń przedłużony, 14-tętnice kręgowy, 15-tętnica rdzeniowa do brzuszna

Mózgowie kozy podobnie jak innych przedstawicieli parzystokopytnych, zaopatrywane jest w krew tętnicami szyjnymi wewnętrznymi. Tętnice te poprzez system rozgałęzień i zespożeń tworzą na podstawie mózgowia koło tętnicze mózgu i tętnicę podstawną. Tętnica szyjna wewnętrzna, której odcinek wewnątrzczaszkowy odtwarza się wtórnie z sieci dziwnej nadoponowej donosowej, po przejściu przez oponę twardą dzieli się na tętnicę donosową mózgu i tętnicę łączącą doogonową. Tętnica donosowa mózgu tworzy przednio-boczną część koła tętniczego mózgu. W początkowym odcinku oddaje tętnicę naczyniówkową donosową. Na wysokości donosowej krawędzi skrzyżowania nerwów wzrokowych od tętnicy donosowej mózgu odchodzi tętnica środkowa mózgu. Jest to najsilniejsze odgałęzienie koła tętniczego mózgu. Naczynie to kieruje się w stronę szczeliny bocznej, gdzie ulega podziałowi na gałęzie korowe. Doczaszkowy odcinek tętnicy donosowej mózgu zmierza w stronę szczeliny podłużnej mózgu i przed jej osiągnięciem obustronne

tętnice donosowe mózgu zespala tętnica łącząca donosowa. Po oddaniu tętnic ciała modelowatego tętnice donosowe mózgu biegną dalej w stronę opuszek węchowych i na wysokości ich krawędzi doogonowej wnikają w szczelinę podłużną mózgu, gdzie dzielą się na przyśrodkowej powierzchni półkul na 2 gałęzie korowe wychodzące także na powierzchnię dogrzbietową półkul. Ten odcinek tętnicy donosowej mózgu niektórzy autorzy nazywają tętnicą brzeżną. Od tętnicy donosowej mózgu odchodzą ponadto tętnica oczna wewnętrzna, tętnica oponowa donosowa oraz tętnica sitowa wewnętrzna.

Tylną część koła tętniczego mózgu kozy tworzą tętnice łączące doogonowe. Naczynia te zakreślają łuk wokół ciał suteczkowatych, a następnie biegną przyśrodkowo od nerwu okoruchowego, by na wysokości bruzdy przedmostowej połączyć się i przejść w nieparzystą tętnicę podstawną.

Wzdłuż swego przebiegu tętnica łącząca doogonowa oddaje kolejno tętnicę doogonową mózgu, gałąź naczyniówkową doogonową oraz tętnicę donosową mózdzku.

Tętnica podstawna rozpoczyna się w tylnej części dołu międzykonarowego, po czym biegnie doogonowo przez most, a następnie w szczeliny pośrodkowej rdzenia przedłużonego. Średnica tętnicy podstawnej stopniowo zmniejsza się w kierunku doogonowym. W końcowym odcinku odchodzą od niej cienkie tętnice kręgowie i tętnica rdzeniowa do brzuszna.

Poniżej nerwu odwodzącego od tętnicy podstawnej odchodzą tętnice doogonowe mózdzku. Odgałęzieniem tętnic doogonowych mózdzku są tętnice błędnika i liczne gałęzie do rdzenia przedłużonego.

Tętnice układające się na podstawie mózgowia u kozy wykazują zmienność zarówno w przebiegu, jak i sposobie odejścia poszczególnych naczyń.

Koło tętnicze mózgu kozy w 23 (85,18%) przypadkach miało kształt ósemki, w pozostałych 4 (14,81%) przybierało kształt serca. U osobników tych, odległość obustronnych tętnic donosowych mózgu tworzących przednią część koła tętniczego mózgu była wyraźnie większa od odległości między obustronnymi tętnicami łączącymi doogonowymi.

Zmienność stwierdzono także w sposobie odejścia tętnic naczyniówkowych donosowych.

W 6 przypadkach (22,22%) odchodziły one obustronnie w miejscu podziału tętnicy szyjnej wewnętrznej na tętnicę donosową mózgu i tętnicę łączącą doogonową, stanowiąc trzecie odgałęzienie. W 8 (29,63%) przypadkach naczynia te odchodziły od tętnic łączących doogonowych. Na 10 (37,03%) mózgach tętnice naczyniówkowe donosowe stanowiły odgałęzienie tętnic donosowych mózgu. W pozostałych 3 przypadkach odejście tętnic



naczyniówkowych donosowych wykazywało asymetrię. Jedno z naczyń stanowiło odgałęzienie tętnicy donosowej mózgu, drugie odchodziło od tętnicy łączącej doogonowej.

Na 4 (14,81%) mózgowiach obustronne tętnice donosowe mózgu zespałała tętnica łącząca donosowa. W 2 (4,41%) przypadkach obustronne naczynia różniły się znacznie swą średnicą.

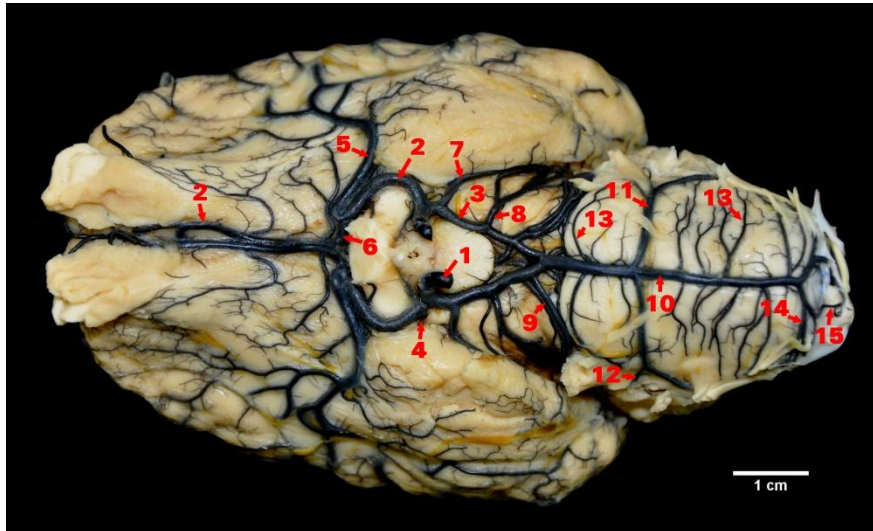
U jednego osobnika (2,20%) obserwowano podwójną tętnicę środkową mózgu. W jednym przypadku zaobserwowano także wyspę naczyniową w miejscu zespolenia lewostronnej tętnicy łączącej doogonowej z tętnicą podstawną. Tętnice doogonowe mózgu są najsilniejszymi odgałęzieniami tętnic łączących doogonowych. W sposobie ich odejścia u kozy obserwowano znaczną zmienność. W 12 (44,44%) przypadkach obserwowano asymetrię miejsca odejścia naczyń. Jedna z tętnic odchodziła w miejscu podziału tętnicy szyjnej wewnętrznej, drugostronna stanowiła odgałęzienie tętnicy łączącej doogonowej. U 6 (22,22%) osobników jednostronna tętnica doogonowa mózgu odchodziła od tętnicy donosowej mózgu. W trzech przypadkach w miejscu odejścia tętnicy doogonowej mózgu obserwowano wyspę naczyniową. Tętnice naczyniówkowe doogonowe, u 22 (81,48%) osobników oddzielały się pojedynczym pniem, by po krótkim przebiegu podzielić się. Docelowo biegły one jako parzyste naczynia. W 6 (22,22%) przypadkach po lewej stronie obserwowano odejście dwóch samodzielnych tętnic. U 3 osobników (11,11%) jednostronnie obserwowano trzy samodzielne gałęzie tętnicy naczyniówkowej doogonowej. Tętnice donosowe mózdzku, ostatnie z odgałęzień tętnicy łączącej doogonowej w 3 (11,11%) przypadkach oddzielały się od początkowego odcinka tętnicy podstawnej. Tętnice doogonowe mózdzku we wszystkich przypadkach wykazywały w sposobie odejścia niewielką asymetrię. W jednym przypadku tętnica podstawna w końcowym odcinku dzieliła się na dwa parzyste naczynia, biegnące równoległe wzdłuż szczeliny pośrodkowej rdzenia przedłużonego, a następnie przechodziły one bez wyraźnej granicy w tętnicę kręgową. Właściwy pień tętnicy podstawnej mózgu był wyraźnie krótszy.

### **Publikacja 3**

**Brudnicki W.** 2011. Morphometric analysis of the brain base arteries in fallow deer (*Dama dama*). *Veterinari Medicina*, 56, (9): 462-468.

**Cel i wyniki.** Celem pracy było zbadanie przebiegu i zmienności morfologicznej i morfometrycznej tętnic podstawy mózgowia daniela oraz porównanie budowy i zakresu zmienności ukrwienia podstawy mózgowia daniela z innymi przedstawicielami parzystokopytnych.

Mózgowie daniela zaopatrywane jest w krew przez tętnice szyjne wewnętrzne. Kształt koła tętniczego mózgu jest charakterystyczny dla jeleniowatych, jednak tylna jego część charakteryzowała się w porównaniu z sarną, czy jeleniem regularnym kształtem. Po przejściu przez oponę twardą tętnica szyjna wewnętrzna dzieliła się obustronnie na tętnicę donosową mózgu i tętnicę łączącą doogonową.



Fot.2 Tętnice podstawy mózgowia daniela.

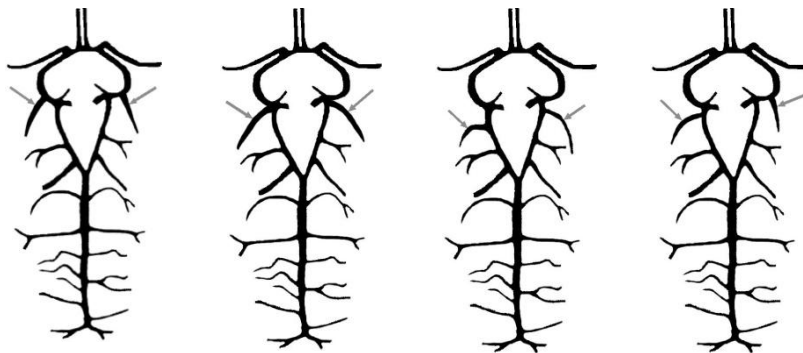
1-tętnica szyjna wewnętrzna, 2-tętnica donosowa mózgu, 3-tętnica łącząca doogonowa, 4-tętnica naczyniówkowa donosowa, 5-tętnica środkowa mózgu, 6-tętnica łącząca donosowa, 7-tętnica doogonowa mózgu, 8-tętnica naczyniówkowa doogonowa, 9-tętnica donosowa mózdzku, 10-tętnica podstawna, 11-tętnica doogonowa mózdzku, 12-tętnica błędniaka, 13-gałąź na most i rdzeń przedłużony, 14-tętnica kręgową, 15-tętnica rdzeniowa doobrzuszną

Tętnice donosowe mózgu u daniela zataczały szeroki łuk wokół nerwów wzrokowych, kierując się w stronę płata gruszkowatego. Od początkowego odcinka każdej z tętnic odchodziła tętnica naczyniówkowa donosowa. Na wysokości donosowej krawędzi skrzyżowania nerwów wzrokowych tętnica donosowa mózgu oddaje grube naczynie tętnicze - tętnicę środkową mózgu. Tętnica środkowa mózgu w początkowym odcinku biegnie równoległe do tętnicy donosowej mózgu lecz w przeciwnym kierunku, lub zatacza łuk, a następnie kieruje się w stronę szczeliny bocznej mózgu. Przed jej osiągnięciem lub w jej obrębie główny pień tętnicy środkowej mózgu dzieli się na liczne gałęzie korowe. Główny strumień krwi płynący tętnicą donosową mózgu odbiera tętnica środkowa mózgu, dlatego odcinek tętnicy donosowej mózgu powyżej jej odejścia jest wyraźnie cieńszy. Obustronne tętnice donosowe mózgu kierują się w stronę szczeliny podłużnej mózgu. Przed jej osiągnięciem obustronne tętnice donosowe mózgu zespala ze sobą tętnica łącząca donosowa. U daniela od tętnicy łączącej donosowej odchodzi często tętnica ciała modzelowatego, która może także odchodzić bezpośrednio od jednej z tętnic donosowych mózgu. Tylną część koła

tętniczego mózgu tworzą tętnice łączące doogonowe. Tętnice te biegną po odnogach mózgu, przyśrodkowo od nerwu okoruchowego, po czym zespalają się dając początek tętnicy podstawnej. Tętnice łączące doogonowe oddają obustronnie tętnicę doogonową mózgu, tętnicę naczyniówkową doogonową oraz tętnicę donosową mózdzku.

Tętnica podstawna rozpoczyna się w tylnej części dołu międzykonarowego, po czym biegnie doogonowo w szczeliny pośrodkowej rdzenia przedłużonego. Średnica tętnicy podstawnej stopniowo zmniejsza się w kierunku doogonowym. W początkowym odcinku tętnica podstawna oddaje szereg gałęzi na most. Poniżej nerwu odwodzącego od tętnicy podstawnej odchodzą tętnice doogonowe mózdzku, od których odchodzą tętnice błędnika. W końcowym odcinku tętnica podstawna rozdziela się na słabo wykształcone tętnice kręgowe.

Donosowa część koła tętniczego mózgu u daniela wykazywała zmienność polegającą na sposobie odejścia naczyń. Na 22 (73,3%) mózgów stwierdzono obecność tętnicy łączącej donosowej, od której odchodziła tętnica ciała modzelowatego. Na 2 (6,6%) mózgach końcowe odcinki tętnic donosowych mózgu krzyżowały się ze sobą przechodząc na przeciwległą półkulę. U pozostałych osobników odcinki te biegły wzdłuż krawędzi szczeliny pośrodkowej mózgu. Tylne części koła tętniczego mózgu przybierała kształt trójkąta równoramiennego, biorąc za podstawę linię przechodzącą w miejscu ujścia tętnic łączących doogonowych. Tętnice łączące doogonowe były dosyć dobrze wykształcone, nie obserwowano w ich przebiegu wyraźnej zmiany średnicy.



Ryc.1 Różne warianty odejścia tętnicy doogonowej mózgu.

Największą zmienność u opisywanego gatunku zaobserwowano w sposobie ujścia tętnic doogonowych mózgu. U 7 (23,3%) osobników odchodziły one już od tętnic donosowych mózgu. U 4 (13,3%) osobników naczynia te odchodziły w miejscu podziału tętnicy szyjnej wewnętrznej. W 14 (46,7%) przypadkach naczynia te odchodziły od tętnic

łączących doogonowych. U pozostałych 5 (16,7%) osobników odejście tętnic doogonowych mózgu było asymetryczne. We wszystkich przypadkach dalszy przebieg i podział naczyń był typowy dla przeżuwaczy.

Pojemność koła tętniczego mózgu daniela była zbliżona do pojemności tętnicy podstawnej. Na pojemność koła tętniczego daniela znaczący wpływ wywierała pojemność przedniej części koła, które tworzą tętnice donosowe mózgu. Całkowita pojemność koła tętniczego mózgu daniela wynosiła  $39,32 \text{ mm}^3 \pm 8,94$ . Zaobserwowano istotne różnice między pojemnością przedniej i tylnej części koła tętniczego. U badanego gatunku przednia część koła tętniczego mózgu utworzona przez tętnice donosowe mózgu i tętnicę łączącą donosową wykazywała większą pojemność od tylnej części, którą tworzyły tętnice łączące doogonowe. Podobnie istotne różnice obserwowano między pojemnością prawej i lewej części koła tętniczego mózgu. Tętnice tworzące prawą część koła tętniczego wykazywały istotnie większą pojemność. Zarówno długość jak i średnica tętnic tworzących prawą część koła tętniczego osiągały większe wartości, jednak różnice były statystycznie nieistotne. W przypadku długości tętnic tworzących koło tętnicze mózgu daniela nie stwierdzono istotnych różnic między przednią i tylną częścią koła tętniczego.

Na wysokości przedniej krawędzi mostu średnica tętnicy podstawnej wynosiła  $1,6 \text{ mm} \pm 0,07$ , na wysokości tylnej krawędzi mostu  $1,1 \text{ mm} \pm 0,11$  a w miejscu odejścia tętnic kręgowych  $0,9 \text{ mm} \pm 0,09$ . Pojemność tętnicy podstawnej osiągała wartość  $38,77 \text{ mm}^3$ . Średnia średnica tętnic części prawej i lewej koła różniły się w sposób istotny podobnie jak średnia średnica części przedniej i tylnej koła tętniczego mózgu.

Parametry tętnic koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej w niewielkim stopniu korelują z masą mózgowia. Średnica tętnicy podstawnej i długość części tylnej koła tętniczego mózgu są nawet skorelowane ujemnie z masą mózgowia. Pojemność całkowita koła tętniczego mózgu w najwyższym stopniu jest skorelowana z pojemnością poszczególnych segmentów koła i średnicą tętnic tworzących koło, natomiast w niewielkim stopniu z ich długością. Pojemność tętnicy podstawnej skorelowana jest z pojemnością tylnej części koła tętniczego mózgu. Wykazuje także korelacje ze średnią średnicą tętnicy podstawnej i jej długością.

Z analizy korelacji między poszczególnymi parametrami wynika, że pojemność tętnicy podstawnej jest wysoko skorelowana z pojemnością tylnej części koła tętniczego mózgu, a więc z pojemnością tętnic łączących doogonowych. Potwierdza to sugestię, że u przeżuwaczy głównym źródłem zaopatrzenia w krew tętnicy podstawnej są tętnice łączące doogonowe.

#### **Publikacja 4**

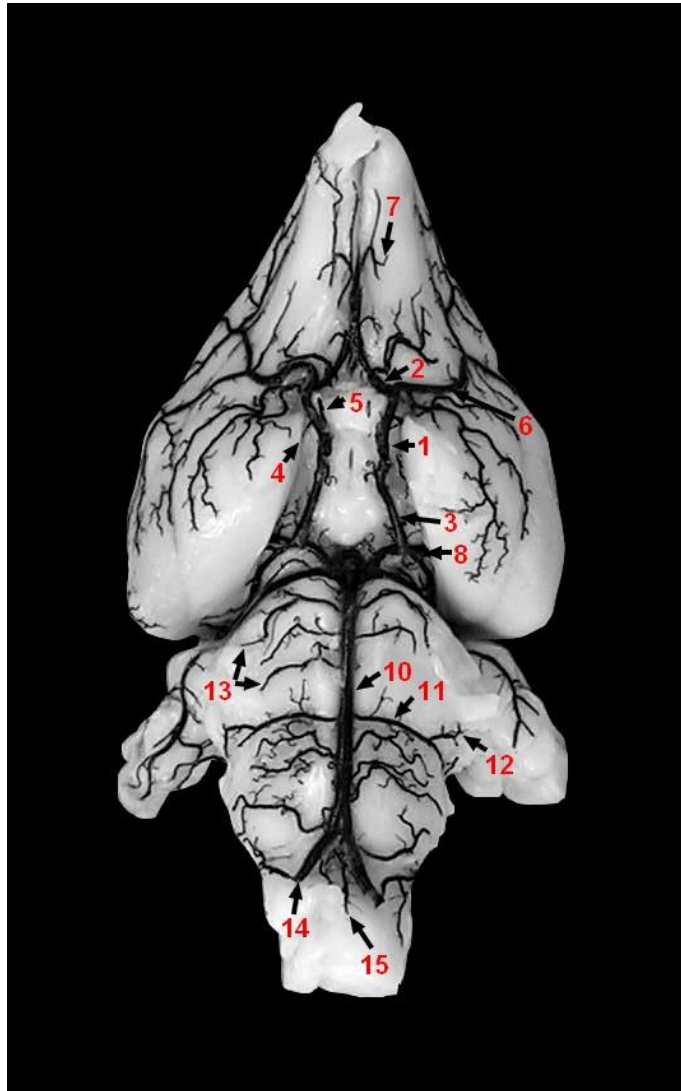
**Brudnicki W.**, Nowicki W., Skoczylas B., Brudnicki A., Kirkiłło-Stacewicz K., Wach J. 2012. Arteries of the brain in Wild European Rabbit *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus 1758). Folia Biologica vol. 60 No3-4:189-194.

**Cel i wyniki.** Celem niniejszej pracy było wykonanie badań nad przebiegiem oraz zmiennością tętnic mózgowia u dzikiego królika i porównanie z tętnicami mózgowia opisywanymi u królika domowego, a także z innymi zbadanymi do tej pory gatunkami ssaków.

Na podstawie mózgowia wyróżnić można dwa odrębne systemy zaopatrzenia mózgowia w krew. Pierwszy to naczynia tętnicze stanowiące odgałęzienia tętnicy szyjnej wewnętrznej, drugi to odgałęzienia tętnicy podstawnej powstałej w wyniku zespolenia tętnic kręgowych. Oba te główne systemy zespalają tętnice łączące doogonowe. U dzikiego królika podobnie jak u formy udomowionej najlepiej rozwiniętą tętnicą na podstawie mózgowia była tętnica podstawna, która u wszystkich osobników powstała w wyniku zespolenia symetrycznych, równie dobrze rozwiniętych tętnic kręgowych.

W odróżnieniu od formy udomowionej - kształt koła tętniczego mózgu charakteryzował się dużą regularnością podobnie jak sposób odejścia tętnic doogonowych mózgu. Tętnice podstawy mózgowia królika dzikiego, pomimo ogólnego podobieństwa układu tych tętnic u badanych do tej pory gatunków ssaków wykazywały swoiste i odrębne cechy budowy opisywanych naczyń.

Należy do nich niezwykle bogata sieć tętnic doprowadzających krew do pnia mózgu, obfita sieć naczyniowa doprowadzająca krew do kresomózgowia i proporcjonalnie słabiej wykształcone tętnice łączące doogonowe. Blokada tętnic szyjnych wspólnych pozwoliła w pewnym stopniu określić drogę zaopatrzenia w krew niektórych tętnic. Wynika z tego jednoznacznie, że u królika tętnice doogonowe mózgu otrzymują krew za pośrednictwem tętnicy podstawnej.



Fot.3 Tętnice podstawy mózgowia dzikiego królika.

1-tętnica szyjna wewnętrzna, 2-tętnica donosowa mózgu, tętnica 3-łącząca doogonowa, 4-tętnica naczyniówkowa donosowa, 5-tętnica oczna wewnętrzna, 6-tętnica środkowa mózgu, 7-tętnica sitowa wewnętrzna, 8-tętnica doogonowa mózgu, 9-tętnica donosowa mózdzku, 10-tętnica podstawna, 11-tętnica doogonowa mózdzku, 12-tętnica błędniaka, 13-gałęzie na most i rdzeń przedłużony, 14-tętnice kręgowce, 15-tętnica rdzeniowa doobrzusna

Stałe ciśnienie pod którym wypełniano przez lewą komorę serca naczynia pozwala na wypełnienie lateksem tętnicy podstawnej i jej odgałęzień i w niewielkim stopniu tętnic łączących doogonowych. Nie pozwala natomiast na wypełnienie przedniej części koła, a więc tętnic donosowych mózgu i tętnic środkowych mózgu. Potwierdza to również tezę o względnej odrębności obu układów zaopatrujących w krew mózg. Zbadanie ukrwienia mózgowia u dzikiego królika i porównanie z wcześniej zbadanym ukrwieniem mózgowia

u królika domowego pozwoliło na stwierdzenie mniejszej zmienności tętnic u formy dziko żyjącej w porównaniu z królikiem domowym.

Zdjęcie mózgowia królika zamieszczone w tej publikacji zostało uznane za „Zdjęcie roku 2012” czasopisma Folia Biologica.

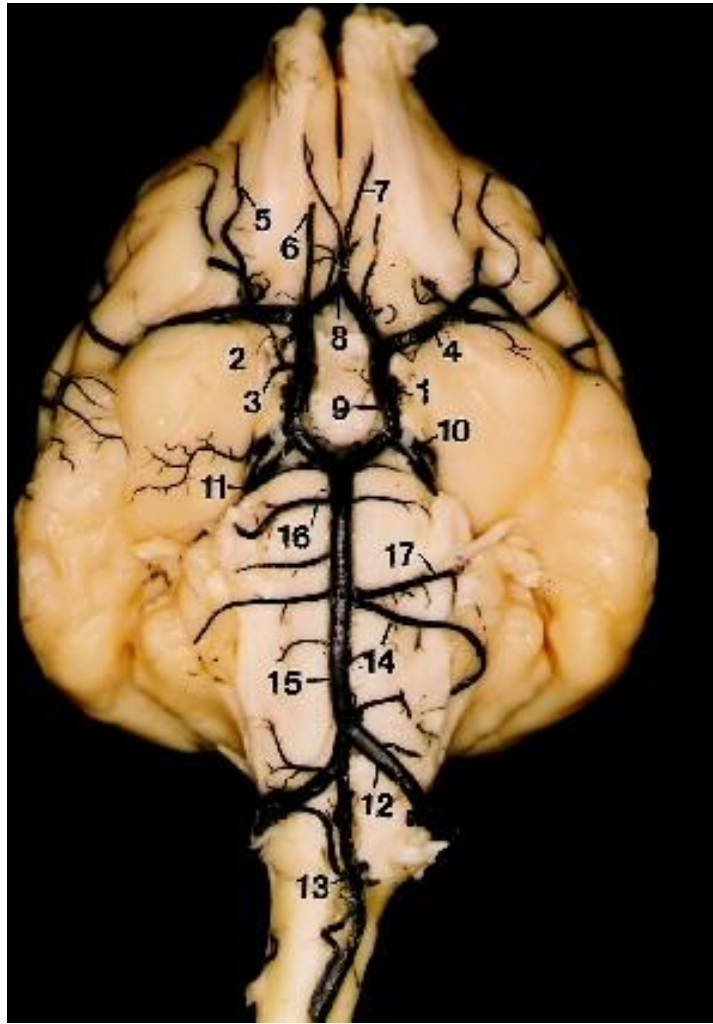
### **Publikacja 5**

**Brudnicki W.** 2012. Brain base arteries pattern and variation in European otter (*Lutra lutra*) Anat ., Embryol., Histol. Vol. 41, Issue 5: 358-361.

**Cel i wyniki.** Celem pracy było przebadanie przebiegu i zmienności tętnic podstawy mózgowia u wydry i porównanie uzyskanych wyników z budową i przebiegiem tętnic podstawy mózgowia u innych przebadanych do tej pory gatunków.

Gatunek ten należy do rodziny łasicowatych, w odróżnieniu od innych przedstawicieli tej rodziny i innych opisywanych do tej pory gatunków z rzędu drapieżnych prowadzi ziemno wodny tryb życia.

W ogólnej budowie tętnic podstawy mózgowia tego gatunku dominującym elementem była bardzo silnie wykształcona tętnica podstawna, która powstaje w wyniku zespolenia równie mocnych tętnic kręgowych i bardzo dobrze wykształconej tętnicy rdzeniowej doobrzusznej. Tętnice szyjne wewnętrzne wnikły do jamy mózgowej i po przebiciu opony twardej dzieliły się na tętnice donosowe mózgu i tętnice łączące doogonowe. Tętnice donosowe mózgu tworzyły przednio-boczną część koła tętniczego mózgu. Początkowo biegły wzdłuż przyśrodkowej krawędzi płatów gruszkowatych, a następnie wnikły pod skrzyżowanie nerwów wzrokowych, by przed osiągnięciem szczeliny pośrodkowej mózgu, połączyć się, zamykając w ten sposób koło tętnicze mózgu od strony donosowej. Pierwszym naczyniem odchodzącym od tętnicy donosowej mózgu była tętnica naczyniówkowa donosowa, która wkrótce po odejściu od macierzystego naczynia wnikła pod płat gruszkowaty.



Fot.4 Tętnice podstawy mózgowia wydry

1-tętnica szyjna wewnętrzna, 2-tętnica donosowa mózgu, 3-tętnica naczyniówkowa donosowa, 4-tętnica środkowa mózgu, 5-tętnica oponowa wewnętrzna, 6-tętnica oczna wewnętrzna, 7-tętnica sitowa wewnętrzna, 8-tętnica ciała modzelowatego, 9-tętnica łącząca doogonowa, 10-tętnica doogonowa mózgu, 11-tętnica donosowa mózdzku, 12-tętnica kręgową, 13-tętnica rdzeniowa doobrzuszną, 14-tętnica doogonowa mózdzku, 15-tętnica podstawna, 16-gałęzie na most i rdzeń przedłużony, 17- tętnica błędniaka

Na wysokości szczeliny bocznej odchodziły od każdej z tętnic doogonowych mózgu tętnice środkowe. Jest to dobrze wykształcone naczynie, które u wydry układa się wzdłuż szczeliny bocznej mózgu, a następnie dzieli na gałęzie korowe. Kolejnym odgałęzieniem tętnicy donosowej mózgu była tętnica oczna wewnętrzna. Naczynie to biegło wzdłuż zewnętrznej krawędzi nerwu wzrokowego. Kolejnym stałym odgałęzieniem tętnic donosowych mózgu były tętnice sitowe wewnętrzne. Naczynia te biegły obustronnie wzdłuż przyśrodkowej powierzchni szlaków węchowych. Tętnice donosowe mózgu łączyły się w szczelinie pośrodkowej mózgu w pojedyncze naczynie, tętnicę ciała modzelowatego.



Tylno – boczną część koła tętniczego mózgu u wydry, podobnie jak i u innych gatunków ssaków tworzyły tętnice łączące doogonowe.

Wzdłuż swego przebiegu tętnice łączące doogonowe oddawały kolejno tętnicę doogonową mózgu oraz tętnicę donosową mózdzku. Przyśrodkowo od każdej tętnicy łączącej doogonowej odchodziły krótkie tętniczki wnikające w głąb śródmózgowia.

Tętnica podstawna była u wydry najlepiej rozwiniętym, naczyniem tętnicznym leżącym na podstawie mózgowia. Powstała w wyniku zespolenia tętnic kręgowych mózgu. Biegła na dobrzuszej powierzchni rdzenia przedłużonego i mostu od miejsca zespolenia się tętnic kręgowych do okolicy bruzdy przedmostowej gdzie łączyła się z kołem tętnicznym.

Do jednej z tętnic kręgowych uchodziła tętnica rdzeniowa dobrzusza. W miejscu połączenia się obu naczyń występowała zwykle sieć drobnych naczyń tętnicznych. Wzdłuż swego przebiegu tętnica podstawna mózgu oddawała liczne gałęzie do rdzenia przedłużonego i mostu.

Poniżej nerwu odwodzącego od tętnicy podstawnej odchodziły obustronnie tętnice doogonowe mózdzku. Układały się one początkowo na podstawie mózgowia, a następnie kierowały bocznie i ku górze, aby po osiągnięciu mózdzku rozprzestrzenić się na jego doogonowej i dogrzebietowej powierzchni. U wydry, od tętnic doogonowych mózdzku odchodziły tętnice błędniaka.

Tętnice układające się na podstawie mózgowia u wydry wykazywały zmienność zarówno w przebiegu, jak i sposobie odejścia poszczególnych naczyń.

Pewną zmienność obserwowano już w kształcie koła tętniczego mózgu. U 18 osobników (60,0%) koło tętnicze wydry miało kształt sześciokąta, obustronne tętnice donosowe mózgu i tętnice łączące doogonowe zespały się pod tym samym kątem. U pozostałych 12 osobników (40,0%) tętnice łączące doogonowe tworzące tylną część koła tętniczego były łukowato wygięte. W takich przypadkach szerokość tylnej części koła tętniczego była wyraźnie większa. Zmienność odejścia, polegała głównie na asymetrii. Zaobserwowano ją w sposobie odejścia tętnic środkowych mózgu u 22 (73,3%) % badanych osobników. U pozostałych 8 (26,7%) % osobników odejście obustronnych tętnic środkowych mózgu było symetryczne. Asymetrię w miejscu zespolenia się tętnic kręgowych obserwowano u 15 (50,0%) osobników. U jednego osobnika (3,3%) po stronie prawej stwierdzono podwójną tętnicę środkową mózgu.

Tętnice donosowe mózgu łączyły się we wszystkich przypadkach tworząc tętnicę ciała modzelowatego. Tętnice doogonowe mózgu u wszystkich badanych osobników odchodziły jako pojedyncze naczynie. Jednak u 24 (80,0%) osobników główny pień wkrótce po odejściu

dzielił się wtórnie na dwa naczynia tętnicze. Tętnice donosowe mózdzku na wszystkich badanych mózgowiach stanowiły odgałęzienie tętnicy łączącej doogonowej. U 4 (13,3%) osobników były to tętnice obustronnie parzyste. W jednym przypadku od tętnicy podstawnej po stronie prawej na powierzchni mostu odchodziła silna tętnica, której gałęzie końcowe układały się podobnie jak właściwej tętnicy doogonowej mózdzku. Zmienność odejścia wykazywały także tętnice błędniaka. U 25 (83,3 %) badanych osobników odchodziły obustronnie od tętnic doogonowych mózdzku. W pozostałych przypadkach stanowiły samodzielne odgałęzienie tętnicy podstawnej. U jednego osobnika w miejscu zespolenia tętnic kręgowych obserwowano pierścień naczyniowy. W dwóch przypadkach (6,6%) obserwowano parzyste tętnice rdzeniowe do brzuszne.

## **PODSUMOWANIE**

Spośród licznych prac opisujących sposób ukrwienia, przebieg naczyń tętniczych i rodzaj zespożeń, za szczególne uznano publikacje, które pozwoliły poszerzyć obszerną wiedzę z zakresu ukrwienia tętniczego mózgowia ssaków o istotne elementy. Badanie cech morfometrycznych szynszyli pozwoliło określić wzajemne współzależności tętnic podstawy mózgowia u gatunku reprezentującego grupę ssaków z rodziny *Caviomorpha*, gdzie zasadniczym i jedynym źródłem zaopatrzenia mózgowia w krew są tętnice kręgowe. Zjawisko takie opisywano także u świnki morskiej, nutrii i kapibary. Badania te pozwoliły na określenie wzajemnych korelacji pomiędzy parametrami koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej, które wskazują, przy zachowaniu jakich parametrów geometrycznych tętnic, mózg może być odpowiednio ukrwiony nawet przy jednym źródle zaopatrzenia w krew.

Koza i daniel to gatunki reprezentujące podrząd przeżuwaczy, których tętnice mózgowia do tej pory nie doczekały się szczegółowego opracowania. Zaistniałe podobieństwo w sposobie ukrwienia mózgowia może być związane ze specyfiką dynamiki ruchu podobną u obu gatunków. Badania metryczne tętnic mózgowia daniela, a przede wszystkim zmniejszanie się średnicy tego naczynia w kierunku doogonowym tzn. w miarę oddalania się od koła tętniczego mózgu, a także wzajemne zależności pomiędzy kołem tętnicznym mózgu i tętnicą podstawną wskazują, że głównym źródłem zaopatrzenia mózgowia w krew są tętnice szyjne wewnętrzne odchodzące od sieci dziwnej nadoponowej, natomiast tętnice kręgowe w znikomym stopniu uczestniczą w zaopatrzeniu w krew mózgowia.

Inny wariant ukrwienia mózgowia występuje u królika. U zajęczaków podobnie jak u niektórych gatunków gryzoni i naczelnych łącznie z człowiekiem mózgowie jest zaopatrywane w krew przez dwa równoważne źródła dopływu, a mianowicie tętnice szyjne

wewnętrzne i tętnice kręgowie. Oba te źródła zaopatrują mózgowie, a przebieg i zasięg ich gałęzi końcowych jest ściśle określony. Przeprowadzony eksperyment blokady tętnic szyjnych wspólnych pozwolił określić ten zasięg i pozwolił potwierdzić hipotezę, że u tego gatunku tętnice tylne mózgu są zaopatrywane przez tętnicę podstawną. Badania potwierdziły także postawioną wcześniej przez innych autorów tezę, że osobniki dziko żyjące wykazują w porównaniu z osobnikami udomowionymi tego samego gatunku mniejszy zakres zmienności w przebiegu i sposobie odejścia tętnic podstawy mózgowia.

W bogatej literaturze na temat tętnic mózgowia nie spotkano żadnych informacji na temat tętnic wydry. Jest to przedstawiciel rodziny łasicowatych prowadzący ziemno wodny tryb życia i jako taki z założenia powinien charakteryzować się dużą sprawnością układu krwionośnego w tym sprawnością tętnic mózgowia.

Tętnice podstawy mózgowia posiadały podobny plan budowy i przebiegu naczyń do tego typu układu tętnic opisywanych u innych łasicowatych. Wyjątek stanowił pierścień tętnicy rdzeniowej dobrzuszej, który występował jedynie u dwóch osobników, podczas gdy jego obecność jest regułą u norki amerykańskiej i tchórzofretki. Tętnice podstawy mózgowia wydry charakteryzowały się regularnym przebiegiem tętnic tworzących koło i tętnicy podstawnej. Niewielki był także zakres zmienności naczyń przejawiający się jedynie asymetrią w przebiegu niektórych naczyń. Charakterystycznym elementem ukrwienia mózgowia wydry była niezwykle obfita i regularna sieć tętnic zaopatrujących pień mózgu.

### **III. Główne kierunki prowadzonych badań**

Tematyka naukowo badawcza jaką realizowałem była związana z morfologią zwierząt domowych i dziko żyjących głównie obejmowała ona następujące grupy tematyczne:

- zakres ukrwienia i zmienność różnych obszarów naczyniowych
- zastosowanie metod cyfrowej analizy obrazu w badaniach biometrycznych
- wpływ żywienia na cechy morfometryczne przewodu pokarmowego różnych gatunków zwierząt
- cechy biometryczne przewodu pokarmowego zwierząt domowych i dziko żyjących
- współzależność cech kraniometrycznych u różnych grup saków
- wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na zmienność tętnic mózgowia u ssaków

#### **IV. Pozostałe osiągnięcia w zakresie prowadzonych badań**

Wiodącym tematem moich wieloletnich badań jest zakres zmienności różnych obszarów naczyniowych u zwierząt hodowlanych i dziko żyjących. Szczególnie wiele uwagi poświęciłem ukrwieniu mózgowia.

Pierwszym obiektem moich badań były tętnice podstawy mózgowia u przedstawiciela naczelnych, koczkodana zielonego, które następnie rozszerzałem na inne gatunki ssaków. Przebadałem przebieg tętnic podstawy mózgowia i ich zmienność u 18 gatunków ssaków, na ponad 700 mózgowiach. Obszerny i zróżnicowany materiał badawczy pozwolił na poznanie sposobu zaopatrzenia mózgowia w krew i zmienności przebiegu oraz sposoby odejścia tętnic u poszczególnych gatunków.

Badania te pozwoliły także na stwierdzenie pewnych prawidłowości w zakresie ukrwienia mózgowia, wynikających zarówno z wpływu czynników genetycznych jak i oddziaływania pewnych czynników środowiskowych. Na podstawie mózgowia u wszystkich zbadanych gatunków ssaków stwierdzono występowanie koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej jako dwóch głównych struktur naczyniowych zaopatrujących mózgowie w krew. Tętnice łączące doogonowe mózgu, stanowiące tylną część koła tętniczego mózgu, zespalają niezależne źródła zaopatrzenia w krew, jakimi są tętnice szyjne wewnętrzne i tętnice kręgowie. Taki klasyczny układ tętnic podstawy mózgowia spotyka się u człowieka, innych naczelnych, niektórych gatunków gryzoni i zajęczaków. Charakterystyczną cechą tego układu są tętnice łączące doogonowe, których grubość jest znacząco mniejsza od naczyń tętnicznych które zespalają, a więc tętnic szyjnych wewnętrznych i tętnic doogonowych mózgu powstałych w wyniku podziału tętnicy podstawnej (1.1, 1.2; 1.3; 2.2.4; 2.2.8, 2.2.11).

W pewnym stopniu zmodyfikowany układ tętnic podstawy mózgowia spotyka się u drapieżnych, gdzie oba źródła zaopatrzenia mózgowia w krew są równoważne, a tętnice łączące doogonowe nie odbiegają grubością od tętnic, które zespalają (2.1.3).

Odmienny sposób zaopatrzenia mózgowia w krew występuje u parzystokopytnych (2.1.1; 2.2.14; 2.2.16), gdzie głównym źródłem zaopatrzenia w krew są tętnice szyjne wewnętrzne, a tętnica podstawna powstaje w wyniku zespolenia tętnic łączących doogonowych, jej średnica zmniejsza się w kierunku doogonowym. Tętnice kręgowie są niewielkimi naczyniami tętniczymi i ich rola w zaopatrzeniu mózgowia w krew jest znikoma.

Kolejny model w zakresie ukrwienia mózgowia występuje u gryzoni z rodziny *Caviomorpha*. U tej rodziny gryzoni głównym źródłem zaopatrzenia w krew, jak wykazały prowadzone badania (1.3) są tętnice kręgowie, z zespolenia których powstaje tętnica podstawna mózgu.

Tętnica podstawna zaopatruje następnie całe koło tętnicze mózgu. U przedstawicieli *Caviomorpha* tętnice szyjne wewnętrzne zwykle nie występują, a jeżeli są obecne to w postaci niewielkich naczyń o marginalnym znaczeniu w zaopatrzeniu mózgowia w krew.

Wśród gatunków, u których badałem ukrwienie mózgowia są zarówno gatunki zwierząt wolno żyjących jak i hodowlanych. Szereg obserwacji wskazuje na wpływ udomowienia na częstość występowania określonych odmian naczyniowych. Pozwoliło to na kompleksową analizę wpływu udomowienia na poziom i zakres zmienności, które w tym przypadku przejawiały się tworzeniem tzw. odmian naczyniowych.

Zbierane dane z zakresu anatomii porównawczej zwierząt domowych i dziko żyjących miały na celu określenie nie tylko rodzaju obserwowanej zmienności ale wykazanie przyczyn występowania tych zmienności, co w konsekwencji może pozwolić na wnioskowanie o przyczynach podobnej zmienności u człowieka.

Zestawienie wyników obserwacji pozwoliło na wyciągnięcie bardziej ogólnych wniosków. Występujące u jednego gatunku różnice opisane jako odmiany naczyniowe, u innego gatunku okazują się podstawowym sposobem budowy tych tętnic. W świetle tych badań, zmienność budowy tętnic u ssaków wykazuje ograniczenia. Najprawdopodobniej przyczyną tego ograniczenia jest pula informacji genetycznych jakimi dysponuje organizm w trakcie ontogenezy.

Innym mało zbadanym obszarem naczyniowym były odgałęzienia korowe tętnicy środkowej mózgu. Zagadnienie to dosyć szczegółowo opracowane u człowieka, u zwierząt jest jeszcze mało poznane. Głównym źródłem zaopatrzenia w krew kresomózgowia są obustronne tętnice środkowe mózgu wspomagane częściowo przez tętnice donosowe mózgu i tętnice doogonowe mózgu. Tętnica środkowa mózgu stanowi główne odgałęzienie tętnicy donosowej mózgu. Główny pień tętnicy środkowej mózgu dzieli się na powierzchni płaszcza na gałęzie korowe, które zaopatrują w krew odpowiednie płaty mózgu: czołowy, ciemieniowy, potyliczny i skroniowy. Podział tętnicy środkowej na gałęzie korowe, a także ich przebieg i zasięg wykazują dużą zmienność. Zależy ona od przynależności systematycznej, co wiąże się z budową mózgu specyficzną dla rzędów, rodzin i gatunków ssaków. Przejawia się to zwykle przebiegiem bruzd i kształtem zakrętów kory mózgu. W ramach badań własnych badałem przebieg i zmienność gałęzi korowych tętnicy środkowej mózgu u owcy, kozy, koczkodana, pawiana, daniela (2.2.16; 2.2.19; 2.2.20; 2.2.25; 2.2.45).

Możliwość zastosowania technik komputerowych w badaniach morfologicznych, a przede wszystkim cyfrowej analizy obrazu stwarzała nowe możliwości. Stosowane do tej pory w anatomii metody opisowe były poszerzane, uzupełniane, a nawet zastępowane metodami

biometrycznymi. Cyfrowa analiza obrazu pozwalała precyzyjnie określić długość naczyń krwionośnych, ich średnicę w dowolnym miejscu, średnią średnicę mierzoną wzdłuż całej długości, a nawet pojemność dowolnego naczynia. Analizę biometryczną tętnic podstawy mózgowia u piesaka wykonałem we współpracy z pracownikami Katedry Anatomii prawidłowej człowieka Akademii Medycznej w Bydgoszczy i była to pierwsza próba określenia stosunków ilościowych panujących w układzie naczyniowym (2.1.2). Zastosowanie systemu cyfrowej analizy obrazu pozwoliło na precyzyjne określenie wartości biometrycznych naczyń piesaka (*Alopex lagopus*). Stwierdzona niska korelacja między pojemnością koła tętniczego mózgu, a tętnicą podstawną wskazuje, że są to niezależne od siebie układy naczyniowe. Zaobserwowana duża zmienność pojemności tętnic łączących donosowych, jest niezwykle istotna ponieważ większość autorów przypisuje tym tętnicom podstawową rolę w występowaniu tzw. punktu zerowego przepływu. Zaobserwowano także większy zakres zmienności metrycznej lewej części koła tętniczego mózgu, co potwierdziło sugestię innych autorów o znacznych dysproporcjach w zakresie rozwoju prawej i lewej części koła tętniczego mózgu.

Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do zrozumienia pewnych zjawisk w przypadku nietypowego ukrwienia mózgu oraz wad układu naczyniowego występujących u ludzi, takich jak patologiczne zwężenie lub nawet całkowity brak przepływu w tętnicach szyjnych wewnętrznych lub tętnicach kręgowych.

Określenie pojemności tętnic koła tętniczego mózgu i tętnicy podstawnej dało wgląd w relacje ilościowe w układzie naczyniowym mózgu, a jest to najbardziej czułą miarą zmian zachodzących podczas ontogenezy.

W ramach badań nad układem krwionośnym zajmowałem się także zmiennością odejścia i przebiegiem tętnic łuku aorty oraz odgałęzień aorty brzusznej. Wyniki tych badań pozwoliły na usystematyzowanie różnych rodzajów zmienności badanych układów naczyniowych. Zmienność ta wyraża się w postaci zróżnicowania wzajemnych połączeń, występowaniem odmian, zmiennością odejścia poszczególnych naczyń oraz asymetryczną budową jednoimiennych tętnic (2.2.1; 2.2.2; 2.2.3; 2.2.13; 2.2.17; 2.2.23; 2.2.26; 2.2.35; 2.2.37; 2.2.38).

Kolejne zagadnienie, to wpływ żywienia na cechy morfometryczne przewodu pokarmowego. Realizowałem ten cykl badań we współpracy z Katedrą Anatomii Prawidłowej Wydziału Nauk Weterynaryjnych SGGW w Warszawie. Badania przeprowadzono na świniami domowymi pochodzących z gospodarstw indywidualnych i fermy przemysłowej oraz dzikach pozyskanych w wyniku polowania i pochodzących z Ogrodu Fauny

w Bydgoszczy. Celem badań było stwierdzenie w jakim stopniu żywienie wpływa na cechy morfometryczne przewodu pokarmowego. Badałem długość i pojemność jelita jako całości i poszczególnych jego odcinków oraz wzajemne korelacje poszczególnych parametrów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono znaczący wpływ sposobu żywienia i rodzaju paszy zarówno na cechy morfometryczne jak i budowę histologiczną narządów trawiennych świń i dzików. Wynikiem badań było 5 publikacji ( 2.2.5; 2.2.6; 2.2.9; 2.2.10; 2.2.12).

Cechy biometryczne przewodu pokarmowego u różnych gatunków ssaków były tematem kolejnego cyklu badań przeprowadzonych na jenocie, lisie pospolitym, lisie srebrzystym, borsuku i bobrze europejskim. Określiłem także cechy morfologiczne przewodu pokarmowego bażanta łownego. Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie cech biometrycznych przewodu pokarmowego poszczególnych gatunków ssaków i jednego gatunku ptaka. Pozwoliły także na określenie wzajemnych proporcji i korelacji między częściami składowymi przewodu pokarmowego. Porównując przewody pokarmowe zwierząt korzystających z różnego typu pokarmu, a także dziko żyjących i utrzymywanych w warunkach fermowych, można poznać nie tylko cechy metryczne przewodu pokarmowego każdego z gatunków, czy grup zwierząt ale również określić w jaki sposób dieta wpływa na cechy metryczne przewodu pokarmowego, a także na kształtowanie się wzajemnych proporcji poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego względem siebie jak i względem długości ciała (2.2.18; 2.2.29; 2.2.30; 2.2.31; 2.2.32; 2.2.36; 2.2.40; 2.2.42). Badania porównawcze cech czaszki wyrażonych pomiarami kraniometrycznymi oraz ich powiązanie z pojemnością jamy czaszkowej u świni domowej i dzika pozwoliły określić różne proporcje czaszki form udomowionej i dziko żyjącej, pozwoliły także na porównanie pojemności jamy czaszkowej odpowiadających sobie pod względem stopnia rozwoju i wieku grup zwierząt. Pojemność jamy czaszkowej dzika zarówno w wartościach bezwzględnych jak i pojemność względna mierzona w stosunku do całkowitej długości czaszki osiągała większe wartości. Pojemność jamy czaszkowej jest ściśle związana z objętością mózgu. Uzyskane wyniki pozwoliły potwierdzić tezę, że pojemność jamy czaszkowej i objętość mózgu form dziko żyjących osiąga większą wartość w porównaniu do form udomowionych tego samego gatunku (2.1.4). Obserwacje cech kraniometrycznych lisa rudego pozwoliły określić proporcje i wzajemne korelacje między poszczególnymi elementami czaszki. Badając wzajemne powiązania poszczególnych parametrów stwierdzono u samców, na 210 par pomiarów, 91 wykazujących wysoki poziom korelacji, natomiast u samic tylko 60. Wskazuje to na wyższe wzajemne współzależności, pomiędzy pomiarami kraniometrycznymi samców. Z przeprowadzonych badań wynika niski stopień korelacji pojemności jamy czaszkowej

z przeprowadzonymi pomiarami (2.2.33). Badania nad współzależnościami cech kraniometrycznych jenota wykazały, że pewne charakterystyczne cechy czaszki tego gatunku wskazują na przystosowanie się do diety zawierającej dużo składników roślinnych. Znalazło to swój wyraz w kształcie i proporcjach, a spowodowane było wpływem umięśnienia żwaczowego. Należy jeszcze zwrócić uwagę na fakt wyraźnego skrócenia trzewioczaszki w porównaniu z lisem srebrzystym i lisem pospolitym. Długość czaszki trzewiowej wykazywała wysoce istotną korelację z długością całkowitą czaszki natomiast ujemnie skorelowana była z długością czaszki mózgowiowej. W czaszkach samców jenota wzajemne korelacje zachodzące pomiędzy parametrami, występują w dużo większym stopniu niż w czaszkach samic (2.2.41)

Korzystając z dostępu do jednej z najlepiej zachowanych czaszek tura *Bos primigenius Bojanus 1827* opisałem szczególne cechy kraniologiczne i dokonałem porównawczej analizy kraniometrycznej czaszki tura z Borów Tucholskich z innymi znalezionymi na terenie Polski. Zachowane w większości uzębienie szczęki tura pozwoliło na scharakteryzowanie budowy zębów i określenie ich cech biometrycznych w oparciu o cyfrową analizę obrazu. Kompletna mózgowioczaszka umożliwiła szczegółowy opis okolicy potylicznej tura i otworu potylicznego wielkiego. W wyniku analizy tej części czaszki określono pojemność jamy czaszkowej i porównano ją z przedstawicielami innych gatunków *Bovidae*. Pojemność jamy czaszkowej tura była znacznie większa od pojemności jamy czaszkowej bydła. Długość jamy czaszkowej mierzona od krawędzi otworu potylicznego wielkiego do grzebienia koguciego osiągała 155 mm. Parametr ten jak wynika z literatury skorelowany jest z wysokością w kłębie różnych gatunków zwierząt, a do tej pory brak było informacji na temat wartości opisywanych powyżej parametrów. Zachowane zęby szczęki tura pozwoliły na opisanie ich budowy i przy wykorzystaniu cyfrowej analizy obrazu szczegółowej analizy odontometrycznej poszczególnych zębów. Na podstawie uzyskanych wyników możliwe było porównanie uzębienia tura z uzębieniem bydła i żubra. Kształt powierzchni żuciowej i wszystkich struktur występujących na niej wskazują, że tury miały uzębienie przystosowane do pobierania żeru składającego się głównie z traw i turzyc i pod względem kształtu zębów różniły się dosyć istotnie od żyjących w typowym środowisku leśnym żubrów (2.2.43; 2.2.44; 2.2.46).

Wykorzystując znajomość technik histologicznych uczestniczyłem we współpracy z Zakładem Anatomii Prawidłowej Wydziału Nauk Weterynaryjnych we Wrocławiu w badaniach nad gruczołem łzowym u sarny (2.1.6). Współpracowałem także w badaniach



nad określeniem gęstości włosów w skórze lisów polarnych różnych odmian i ich mieszańców (2.2.7).

Realizacja specjalności „Hodowla zwierząt wolno żyjących i gospodarka łowiecka” spowodowała zaangażowanie się w badania związane z gospodarowaniem populacjami zwierząt łownych (2.2.21; 2.2.22; 2.2.23; 2.2.24; 2.2.27; 2.2.28; 2.2.34; 2.2.39). W ramach tej tematyki realizowałem jako główny wykonawca temat „Wykorzystanie możliwości paszowych łowiska i terenów nieprzydatnych rolniczo dla hodowli zwierzyny dzikiej w rejonie bydgoskim”. Temat ten realizowany był w ramach Centralnego Programu Badawczo Rozwojowego 10.17. pt. „Metody intensyfikacji produkcji zwierzęcej w oparciu o regionalną bazę paszową”. Uzyskane efekty badań stworzyły w późniejszym czasie możliwości do powstania hodowli fermowej jeleniowatych.

Ze względu na gwałtowny spadek liczebności zająca szaraka i kuropatwy szarej rozpocząłem badania nad przyczynami tego zjawiska i możliwością poprawy sytuacji zwierzyny drobnej. W 1998 roku kierowałem tematem badawczym pt. „Badania populacyjne, morfologiczne i stanu zdrowotności zającego na terenie województwa bydgoskiego”.

Wobec niepokojących zmian morfologicznych u większości osobników i nie spotykanych do tej pory w skali kraju zmian chorobowych w organizmie zającego wskazywałem w opracowaniu końcowym na duże zagrożenie możliwością gwałtownego spadku liczebności zającego, co niestety miało miejsce w kilka lat później. Wyniki tych badań przedstawiałem na sesjach plenarnych cyklicznych konferencji poświęconych zwierzynie drobnej w 1998 i 2000 roku. Zostały one zamieszczone w formie publikacji recenzowanych w monografiach Włocławskiego Towarzystwa Naukowego pt. „Zwierzyna drobna jako element bioróżnorodności środowiska przyrodniczego”. opatrzonych numerami ISBN: 83-88115-00-6 oraz 83-88115-33-2 (2.3.4; 2.3.5; 2.3.6; 2.3.7; 2.3.8; 2.3.9; 2.3.10).

Jedną z przyczyn spadku liczebności zwierzyny drobnej jest znaczny wzrost liczebności lisa. W ramach tematu BS 11/2008 badań statutowych uczestniczyłem w badaniach nad zagęszczeniem lisa pospolitego w różnych okręgach łowieckich.

Na zamówienie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Kujawsko Pomorskiego kieruję aktualnie tematem pt. „Monitoring i ocena naukowa realizacji programu odbudowy zwierzyny drobnej w województwie kujawsko pomorskim”.

W ramach współpracy z przedsiębiorstwami uczestniczę w realizacji dwóch tematów zamawianych przez Nadleśnictwo Krzystkowice pt. „Program odbudowy populacji zająca w Nadleśnictwie Krzystkowice w oparciu o zwierzęta z kwaterowej hodowli w Nadleśnictwie

Świebodzin” i Nadleśnictwo Brodnica pt. „Program odbudowy populacji zająca szaraka i kuropatwy na terenie obwodu nr 79 OHZ Mszano Nadleśnictwa Brodnica”.

Aktualnie kieruję tematem badań statutowych pt. „Badania zmienności struktur morfologicznych pod wpływem czynników genetycznych i środowiskowych”.

**Sumaryczny *Impact Factor* publikacji naukowych wg listy *Journal citation Report* według roku publikowania: 8,308**

**Liczba cytowań publikacji według bazy *Web of Science*: 23**

**Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy *Web of Science*: 3**

**Liczba cytowań publikacji według bazy *Google Scholar*: 64**

**Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy *Google Scholar*: 5**



Dr inż. Witold Brudnicki