Załącznik 2

2. ZAŁĄCZNIK DO WNIOSKU

AUTOREFERAT

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych, w szczególności określonych w art. 16 ust. 2 ustawy

(w formie papierowej w języku polskim)

(w formie elektronicznej jako plik: „hab-2.pol.pdf")

Dr inż. Andrzej Aniszewski

AUTOREFERAT

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych, w szczególności określonych w art. 16 ust. 2 ustawy

Dr inż. Andrzej Aniszewski

Zakład Wodociągów i Kanalizacji
Katedra Inżynierii Sanitarnej
Wydział Budownictwa i Architektury
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Szczecin, sierpień, 2013r.

1. Imię i Nazwisko

Andrzej Aniszewski

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

26.10. 1974r. – uzyskanie stopnia **magistra inżyniera** w zakresie budownictwa wodnego, specjalność: budownictwo wodno – melioracyjne (z wynikiem: dobry) na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Szczecińskiej; opiekun naukowy: dr hab. inż. Andrzej Leźnicki (dr inż. Marek Stopa).

24.06.1981r. – uzyskanie stopnia **doktora nauk technicznych** w zakresie Inżynierii Środowiska na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Szczecińskiej za rozprawę pt. „**Dyspersja poprzeczna zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej**" (z wyróżnieniem); promotor rozprawy prof. dr hab. inż. Jerzy Boczar.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1974 – 1976 – na stanowisku asystenta stażysty w Zakładzie Budownictwa Wodnego Instytutu Inżynierii Wodnej Politechniki Szczecińskiej.

1977 – 1981 – na stanowisku asystenta w Zakładzie Mechaniki Płynów i Urządzeń Sanitarnych Instytutu Inżynierii Wodnej Politechniki Szczecińskiej.

1982 – na stanowisku adiunkta w Zakładzie Mechaniki Płynów i Urządzeń Sanitarnych Instytutu Inżynierii Wodnej Politechniki Szczecińskiej.

1998 – 2002 – na stanowisku adiunkta w Zakładzie Mechaniki Płynów, Inżynierii Sanitarnej i Wodnej Katedry Inżynierii Środowiska Wodnego Politechniki Szczecińskiej.

2003 – do chwili obecnej – na stanowisku adiunkta w Zakładzie Wodociągów i Kanalizacji Katedry Inżynierii Sanitarnej Politechniki Szczecińskiej (**do 2008r.**) a **po 2008r.** Katedry Inżynierii Sanitarnej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego (po połączeniu **w 2008r.** Politechniki Szczecińskiej z Akademią Rolniczą).

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

a) tytuł osiągnięcia naukowego:

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska określonym w art. 16. ust. 2 Ustawy, jest jednotematyczny cykl publikacji (związanych tematycznie z transportem zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej) pt.:

"Modelowanie matematyczne (numeryczne) transportu nieorganicznych oraz organicznych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej strefy saturacji wraz z praktyczną weryfikacją terenową modeli transportu"

Cykl jednotemtycznych publikacji tworzących wskazane powyżej osiągnięcie naukowe został podzielony przeze mnie według następującego podanego poniżej kryterium:

– **publikacje naukowe** znajdujące się w aktualnym (2012) i poprzednim (2010) wykazie **Zagranicznych i Krajowych Czasopism z listy filadelfijskiej** (**Journal Citation Reports – Thomson Scientific Master Journal List** – indeksowane w aktualnym (**2012**) i poprzednim (**2010**) wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego – traktowane jako prace stanowiące oryginalne osiągnięcie naukowe** (patrz **punkt 4b autoreferatu** oraz **dodatkowy załącznik 4** – jako plik: **„hab-4.pdf"**),

– **publikacje monograficzne** (**zagraniczne oraz ogólnopolskie**) – indeksowane w aktualnym (2012) i poprzednim (2010) wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego – traktowane jako prace stanowiące pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego** (patrz **punkt 4b autoreferatu**),

– **pozostałe publikacje monograficzne** – indeksowane w aktualnym (2012) i poprzednim (2010) wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego – traktowane jako uzupełniające prace stanowiące pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

Przy czym dostępność publikacji, przedstawionych w **punkcie 4b autoreferatu**, dla przyjętego powyżej kryterium, podałem w **załączniku 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**", w odniesieniu do analizowanych przeze mnie baz danych (**patrz punkty I B, II E, II L** oraz **III B** wykazu opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki oraz dla innych prac – w wersji elektronicznej lub papierowej).

b) (autor, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa):

1. **A. Aniszewski "Dyspersja poprzeczna zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej"**, **Archiwum Hydrotechniki**, (obecna nazwa Czasopisma: **Archives of Hydro – Engineering and Environmental Mechanics**), Instytut Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku, (**IBW PAN**), **t. XXXI**, **z. 4**, s. 405 – 419, Gdańsk, **1984r. – jako pozostała uzupełniająca publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

2. **A. Aniszewski "Uproszczony model rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej"**, **Człowiek i Środowisko, nr 9** (**3**), Warszawa, s. 339 – 356, **1985r.** (w ramach Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie) – od 1970r. Komitet Czasopisma pełni funkcję Komitetu Narodowego ds. Współpracy z Komitetem Naukowym Problemów Środowiska ICSU (ICSU – SCOPE) i Międzynarodowym Programem "Człowiek i Biosfera" UNESCO (UNESCO – MAB) (artykuł znajduje się w recenzowanym Czasopiśmie Krajowym Technicznym o zasięgu ogólnopolskim podanym w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego**) – **jako pozostała uzupełniająca publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

3. **A. Aniszewski "Wpływ składowiska fosfogipsów na wody gruntowe"**, **Gaz, Woda, Technika Sanitarna**, NOT, Warszawa, **Nr 7 – 8**, s. 170 – 173, **1987r.** (artykuł znajduje się w recenzowanym Czasopiśmie Krajowym Technicznym o zasięgu ogólnopolskim występujące w poprzednim wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako pozostała uzupełniająca publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

4. **A. Aniszewski** jako współautor naukowego skryptu uczelnianego "**Wybrane metody numeryczne i graficzne realizowane na komputerze**", autor publikacji pt.: „**Dyspersja poprzeczna zanieczyszczeń stabilnych w strumieniu wody gruntowej wraz dydaktycznym programem komputerowym (algorytmem) na obliczanie wartości stężeń zanieczyszczeń stabilnych w strumieniu wody gruntowej strefy saturacji (bez wpływu procesu adsorpcji)**", (**jako punkt 3.2 skryptu**), Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Pracownia Informatyczna, Wydział Budownictwa i Architektury PS, Szczecin, s. 59 – 65, **1991r.**, – **jako pozostała uzupełniająca publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

5. **A. Aniszewski „Modelowanie migracji zanieczyszczeń w gruncie z uwzględnieniem procesu adsorpcji"**, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej (Wydawnictwo Uczelniane) **nr 559**, Katedra Inżynierii Środowiska Wodnego **nr 2, Szczecin, 2001r.**, – **jako pozostała uzupełniająca publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

6. **A. Aniszewski "Incorporation of advection and adsorption in modeling ground water quality"**, (**in English**), („Uwzględnienie adwekcji i dyspersji w modelowaniu jakości wody gruntowej"), **Water Science and Technology**: **Water Supply**, (**WS&T**), **England, Vol. 1, No. 2, London, 2001**, pp. 231 – 235, (**IWA Publishing 2001**) – **jako publikacja z listy filadelfijskiej (2010) stanowiąca oryginalne osiągnięcie naukowe**.

7. **A. Aniszewski "Practical Model of Contaminant Transport in Ground Waters in Aspect of both Protection and Rational Exploitation of their Resources"**, **(in English)**, („Praktyczny model transportu zanieczyszczeń w wodach gruntowych w aspekcie zarówno ochrony jak i racjonalnej eksploatacji ich zasobami"), **Polish Journal of Environmental Studies, Olsztyn, 2004r.**, **Vol. 13**, Supplement III, pp. 130 – 132, (artykuł znajduje się w aktualnym wykazie **Czasopism z listy filadelfijskiej – Journal Citation Reports – Thomson Scientific Master Journal List** – indeksowany w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja z listy filadelfijskiej (2012) stanowiąca oryginalne osiągnięcie naukowe**.

8. **A. Aniszewski "Experimental Verification of the Contaminant Transport in the Aquifer Incorporating Advection, Dispersion and Sorption Processes"**, **(in English)**, ("Doświadczalna weryfikacja transportu zanieczyszczeń w warstwie wodonośnej przy uwzględnieniu procesów adwekcji, dyspersji i sorpcji"), **Archives of Hydro – Engineering and Environmental Mechanics**, Instytut Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku, **(IBW PAN)**, **Vol. 52** (2005), **No. 3**, pp. 195 – 212, Gdańsk, **2005r**. (jako ogólnopolskie Czasopismo występujące w poprzednim wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

9. **A. Aniszewski**, **"Expanded Transport Models of both Conservative and Organic Contaminants in Groundwater"**, **(in English)**, („Rozszerzone modele transportu zarówno stabilnych jak i organicznych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej"), **Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences**, Monographic Volume, **E – 6** (Water Resources) **(390)**, Warszawa, **2006 r.**, pp. 9 – 16, (obecna nazwa Czasopisma: **Series GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences**, Springer – Verlag – indeksowane w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

10. **A. Aniszewski "Modele transportu zanieczyszczeń w gruncie przy uwzględnieniu procesu fizycznej adsorpcji w aspekcie ochrony wód podziemnych"**, 2 – Miesięcznik Naukowo – Techniczny: **Inżynieria Morska i Geotechnika**, Gdańsk, **nr 2, 2007r.**, s. 69 – 71, (artykuł znajduje się w recenzowanym Czasopiśmie Krajowym Technicznym o zasięgu ogólnopolskim podanym w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako pozostała uzupełniająca publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

11. **A. Aniszewski "Mathematical modeling and practical verification of groundwater and contaminant transport in the chosen natural aquifer"**, **(in English)**, („Matematyczne modelowanie oraz praktyczna weryfikacja transportu wody gruntowej i zanieczyszczeń w wybranej naturalnej warstwie wodonośnej"), **Acta Geophysica, Springer – Verlag, Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, Warszawa, 57**, 2, pp. 435 – 453, **2009r.**, DOI: 10.2478/s11600-008-0080-4, (artykuł znajduje się w aktualnym wykazie **Czasopism z listy filadelfijskiej – Journal Citation Reports – Thomson Scientific Master Journal List** – indeksowany w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja z listy filadelfijskiej (2012) stanowiąca oryginalne osiągnięcie naukowe**.

12. **A. Aniszewski "Particular application of a mathematical transport model incorporating sub-surface reactive pollutants"**, (**in English**), („Praktyczne zastosowanie matematycznego modelu transportu przy uwzględnieniu podpowierzchniowo czynnych zanieczyszczeń"), **Acta Geophysica, Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, Warszawa, 59**, 1, pp. 110 – 123, **2011r.**, DOI: 10.2478/s11600-010-0040-7, (artykuł znajduje się w aktualnym wykazie **Czasopism z listy filadelfijskiej – Journal Citation Reports – Thomson Scientific Master Journal List** – indeksowany w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja z listy filadelfijskiej (2012) stanowiąca oryginalne osiągnięcie naukowe**.

13. **A. Aniszewski "Using of experimental research for analysis of sorption term in Groundwater contaminant transport equation"**, (**in English**), ("Zastosowanie badań doświadczalnych dla analizy członu sorpcyjnego w równaniu transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej"), **Series: GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg 2011, Earth and Environmental Science, Hardcover, Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, 2011r., Vol. 1**, pp. 133-139, DOI: 10.1007/978-3-642-17475-9_7, (artykuł znajduje się w Czasopiśmie indeksowanym w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

14. **A. Aniszewski "An analysis of the impact of most important processes on the concentration reduction values of chosen contaminants in a groundwater (based on computational solutions)"**, (**in English**), [„Analiza wpływu najważniejszych procesów na wartości redukcji stężeń wybranych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej (w oparciu o rozwiązania numeryczne)"], **Series: GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg 2013, Earth and Environmental Science, Hardcover, Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences 2013r., Vol. 1**, pp. 263 – 272, DOI: 10.1007/978-3-642-30209-1_18, (artykuł znajduje się w Czasopiśmie indeksowanym w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja monograficzna stanowiąca pewną oryginalną całość osiągnięcia naukowego**.

15. **A. Aniszewski, "Description and verification of the contaminant transport models in groundwater (theory and practice)"**, (**in English**), [„Opis i weryfikacja modeli transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej (teoria i praktyka)"], **Archives of Environmental Protection, Versita, Zabrze, Vol. 39, no. 3**, pp. 3 – 21, **2013r.**, DOI: 10.2478/aep-2013-0021 (artykuł znajduje się w Czasopiśmie indeksowanym w aktualnym wykazie **Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) – jako publikacja z listy filadelfijskiej (2012) stanowiąca oryginalne osiągnięcie naukowe**.

Chciałbym nadmienić, że wszystkie wymienione powyżej moje publikacje naukowe (**jako pozycje 1 – 15**), stanowiące cykl publikacji jednotemtycznych osiągnięcia naukowego, są pracami samodzielnymi (z moim **100% udziałem** w tych pracach).

Stąd, przy poszczególnych publikacjach nie podawałem już mojego procentowego udziału w tych pracach ani nie podawałem swojego wkładu w powstanie tych prac (zgodnie z wymogami podanymi **w punkcie I B** wykazu opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki).

Ten **100% wkład** podałem przy szczegółowej charakterystyce powyższych publikacji (**1 – 15**), w odniesieniu do przedstawianego w tych pracach celu naukowego, osiągniętych wyników oraz ich praktycznego wykorzystywania (**patrz punkt 4c autoreferatu**).

Z tego powodu nie dołączyłem również (jako oddzielny załącznik) oświadczeń odnośnie udziału w powyższych publikacjach ewentualnych współautorów tych prac.

Przy czym przyjęta przeze mnie numeracja publikacji (**jako pozycje 1 – 15**) jest zgodna z kolejnością ich prezentowania w autoreferacie (zgodnie z **punktem 4c**).

Zestawienie kopii tych publikacji (w wersji papierowej) wraz z podaniem na pierwszych stronach odpowiadających numerów (**jako pozycje od 1 do 15**) podałem oddzielnie w **załączonej teczce** (zgodnie z **dodatkowym załącznikiem** 7).

Natomiast w wersji elektronicznej kopie tych ponumerowanych publikacji (**od 1 – do 15**) podałem na **płytach CD** (jako pliki: od „**hab-7.1.pdf**" do „**hab-7.15.pdf**" – zgodnie z **dodatkowym załącznikiem** 7).

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

Ogólny cel naukowy badań wykonanych w pracach przedstawionych do oceny

Ogólnym celem naukowym ww. prac (**1 – 15**) (w wersji papierowej) lub („**hab-7.1.pdf**" – „**hab-7.15.pdf**") (w wersji elektronicznej) była prezentacja moich autorskich opracowywanych sukcesywnie modeli matematycznych (numerycznych), opisujących złożony proces transportu nieorganicznych i organicznych zanieczyszczeń płynących w strumieniu wody gruntowej strefy saturacji.

W opracowywanych przeze mnie modelach uwzględniałem kolejno najważniejsze procesy jakie mogą zachodzić podczas tego transportu w gruncie.

Procesy te w istotnym stopniu wpływają bowiem zarówno na wielkości stężeń płynących zanieczyszczeń jak i na wartości redukcji tych stężeń w poszczególnych przekrojach gruntowych.

Tym samym pozwalają na określanie stopnia zanieczyszczania wód gruntowych, które potencjalnie mogą być źródłem wody pobieranej na cele bytowo – gospodarcze (jako woda pitna).

Opracowywane modele odnosiłem do określonego regionu przepływu zanieczyszczeń (jako **Województwo Zachodniopomorskie**), charakteryzujące się określonymi dla tego regionu właściwościami (parametrami) gruntowo – klimatycznymi (temperaturowymi).

Rodzaj klimatu (temperatury) oraz rodzaj gruntów, występujących w danym klimacie, wpływają bowiem na stopień aktywności (natężenia) określonych procesów zachodzących podczas przepływu w gruncie różnego rodzaju zanieczyszczeń.

Szczegółowe cele naukowe przedstawiłem przy charakterystyce moich poszczególnych samodzielnych publikacji [patrz podane poniżej szczegółowe streszczenie prezentowanych w autoreferacie publikacji (**1 – 15**) (w wersji papierowej) lub („**hab-7.1.pdf**" – „**hab-7.15.pdf**") (w wersji elektronicznej) oraz główne wnioski końcowe wynikające z przedstawionego streszczenia].

Ogólne omówienie osiągniętych wyników badań

Osiągnięte wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań naukowych sprowadzają się generalnie do analitycznego (w początkowym okresie) i numerycznego (w późniejszym okresie) obliczania wartości stężeń oraz redukcji tych stężeń, dla zanieczyszczeń płynących w poszczególnych przekrojach gruntowych.

Wartości obliczanych stężeń (ich redukcji) odnosiłem zarówno do konkretnych i wspomnianych powyżej warunków klimatyczno – gruntowych jaki i do konkretnych procesów, wpływających w różny sposób na redukcję tych stężeń.

Uzyskane przeze mnie wyniki badań mogą stanowić oryginalny wkład w odniesieniu do matematycznej symulacji prognozowanych wartości stężeń (ich redukcji).

Wyniki te są więc korzystniejszą alternatywą w porównaniu do kosztownej i czasochłonnej symulacji uzyskiwanej na drodze rzeczywistych terenowych pomiarów wartości stężeń w wybranych obszarach gruntowych (piezometrach).

Szczegółowe omówienie osiągniętych wyników badań przedstawiłem przy charakterystyce moich poszczególnych samodzielnych publikacji [patrz podane poniżej szczegółowe streszczenie prezentowanych w autoreferacie publikacji (**1 – 15**) (w wersji papierowej) lub („**hab-7.1.pdf**" – „**hab-7.15.pdf**") (w wersji elektronicznej) oraz główne wnioski końcowe wynikające z przedstawionego streszczenia].

Ogólny sposób wykorzystania osiągniętych wyników badań

Najważniejszym sposobem wykorzystania opracowywanych przeze mnie modeli (równań) transportu zanieczyszczeń była ich praktyczna weryfikacja dla wybranych obszarów gruntowych, w odniesieniu do umiarkowanych warunków klimatycznych (temperaturowych).

Tym samym opracowane przeze mnie modele transportu można traktować jako praktyczne i gotowe do zastosowania inżynierskie narzędzia służące do określania pól stężeń zanieczyszczeń w określanych obszarach gruntowych strefy saturacji.

Praktyczne zastosowanie moich modeli transportu (jako narzędzi inżynierskich) jest szczególnie ważne, z uwagi na trudności w wykorzystywaniu istniejących już w krajowej i zagranicznej literaturze innych modeli (równań) transportu zanieczyszczeń.

Takie modele literaturowe są bowiem każdorazowo odnoszone do różnych warunków gruntowo – klimatycznych, a tym samym do różnych parametrów wykorzystywanych w tych modelach.

Szczegółowe omówienie sposobów wykorzystywania osiągniętych wyników badań przedstawiłem przy charakterystyce moich poszczególnych samodzielnych publikacji [patrz podane poniżej szczegółowe streszczenie prezentowanych w autoreferacie publikacji (**1 – 15**) (w wersji papierowej) lub („**hab-7.1.pdf**" – „**hab-7.15.pdf**") (w wersji elektronicznej) oraz główne wnioski końcowe wynikające z przedstawionego streszczenia].

Wprowadzenie do tematyki badań

Można powiedzieć, że proces transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej w strefie saturacji jest złożonym zagadnieniem z uwagi na konieczność uwzględniania w tym transporcie następujących zagadnień:

- zagadnienia związane z hydrauliką wód gruntowych (w aspekcie przepływu tych wód oraz zanieczyszczeń w ośrodkach porowatych),
- zagadnienia związane z rodzajami gruntów w których płyną zanieczyszczenia (w aspekcie różnych parametrów oraz właściwości tych gruntów),
- zagadnienia związane z chemizmem wód gruntowych (w aspekcie procesów jakie mogą zachodzić w tych wodach),
- zagadnienia związane z rodzajem warunków klimatycznych (w aspekcie wpływu klimatu/temperatury na intensywność oraz rodzaj procesów zachodzących w gruntach).

Z uwagi na konieczność racjonalnego wykorzystywania i ochrony zasobów wód podziemnych istnieje ciągła potrzeba doskonalenia matematycznych metod opisu zjawiska transportu zanieczyszczeń w tych wodach.

Szczególnie ważnym zagadnieniem przy opisie zjawiska transportu jest znajomość pól stężeń zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej.

Można powiedzieć, że bezpośredni sposób oceny wartości stężeń dla płynących zanieczyszczeń, w wyniku próbkowania wody z piezometrów w określonych punktach (przekrojach) naturalnego obszaru gruntowego, jest bardzo kosztowny i czasochłonny.

Stąd, coraz częściej stosuje się do tego celu metodę modelowania matematycznego procesów transportu zanieczyszczeń w gruncie (jako wygodne w zastosowaniu kryterium oceny jakości wód gruntowych).

Wyniki uzyskiwane metodami modelowania matematycznego pozwalają na określanie prognozowanych wartości stężeń (szczególnie stężeń maksymalnych) w wodzie gruntowej.

Wyniki te mogą być również traktowane jako uzupełnienie kosztownych bezpośrednich pomiarów stężeń zanieczyszczeń w gruncie, umożliwiając również ich interpretację przy ocenie stanu istniejącego.

Mogą więc być na przykład podstawą przy opracowywaniu różnorodnych prac badawczych (ekspertyz) i dokumentacji technicznych, takich jak operaty wodno – prawne czy inne specjalistyczne opracowania projektowe wymagające prognozy jakości wód gruntowych.

Wykaz moich ważniejszych prac badawczych (ekspertyz) został przedstawiony w **punkcie 5.1.2 autoreferatu**, w **punkcie II F – załącznik 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**" oraz w **dodatkowym załączniku 6** – jako plik: „**hab-6.pdf**".

Mając na względzie powyższe uwagi podjąłem i ciągle kontynuuję badania nad praktycznymi modelami (równaniami) transportu zarówno nieorganicznych (stabilnych) jak i organicznych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej (jako modele deterministyczne), które wynikają z ogólnych zasad zachowania masy, pędu i energii.

W modelach tych wykorzystywane są równania ruchu wody gruntowej i równanie ciągłości wynikające z zasady zachowania masy płynącej wody gruntowej oraz równanie ciągłości rozpuszczonych w tej wodzie zanieczyszczeń.

Dwa pierwsze równania prowadzą do równania filtracji (jako wektorowe pole prędkości przepływu), natomiast równanie wynikające z zasady zachowania masy substancji rozpuszczonej jest podstawą określenia skalarnego pola stężeń zanieczyszczeń w gruncie.

Generalnie można powiedzieć, że proces transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej opisują przedstawiane przeze mnie równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu typu parabolicznego (jako opis procesu fizycznego).

Od tych równań wymaga się istnienia rozwiązania oraz ciągłej jednoznaczności tego rozwiązania (w odniesieniu do odpowiednich warunków granicznych oraz odpowiednich warunków początkowo – brzegowych).

W opracowanych modelach wykorzystuję numeryczne metody rozwiązywania równań transportu, przy zastosowaniu metody różnic skończonych (MRS) (dla różnych schematów numerycznych przy jednoczesnym zachowaniu warunków zgodności, stabilności i zbieżności tych rozwiązań).

Do praktycznej weryfikacji terenowej opracowywanych modeli transportu zanieczyszczeń w gruncie wykorzystywane są również opracowane i cytowane przeze mnie oryginalne i ciągle modyfikowane programy obliczeniowe (algorytmy).

W tych programach obliczeniowych, podawanych konsekwentnie w dalszej części autoreferatu, uwzględniam zarówno wykorzystywane metody numerycznych rozwiązań jak i różne rodzaje procesów zachodzących w gruncie.

W przedstawionym autoreferacie zaprezentowałem jedynie krótki i ogólny przegląd własnych istniejących na obecną chwilę zweryfikowanych modeli transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej wraz z ich odniesieniem do cytowanych publikacji (**1 – 15**), w których były zamieszczone (jako podstawa osiągnięcia naukowego).

Szczegółowe opisy opracowanych przeze mnie modeli są przedstawione (w wersji papierowej) w **oddzielnej teczce** jako załączone kopie wybranych do autoreferatu publikacji (**1 – 15**) (patrz **dodatkowy załącznik 7** – w pliku: „**hab-wniosek.pdf**").

Natomiast w wersji elektronicznej szczegółowe opisy tych modeli są przedstawione na **płytach CD** (jako pliki: od „**hab-7.1.pdf**" do „**hab-7.15.pdf**" – patrz **dodatkowy załącznik 7** – w pliku: „**hab-wniosek.pdf**").

Na pierwszych stronach tych prac zaznaczyłem kolejne numery, które są zgodne z kolejnością ich prezentacji w niniejszym autoreferacie (zarówno w wersji papierowej jak i w wersji elektronicznej).

W prezentowanych i zweryfikowanych modelach (równaniach) uwzględniałem sukcesywnie najważniejsze procesy zachodzące wzajemnie w gruncie i wpływające w istotny sposób na wartości obliczanych stężeń oraz redukcji tych stężeń, odpowiednio jako procesy:

- **adwekcji**,
- **dwuwymiarowej dyfuzji (dyspersji)**,
- **odwracalnej fizycznej sorpcji (jako układ adsorpcja/desorpcja)**,
- **reakcji chemicznych i biologicznych (które często nazywane są procesami biologicznej biodegradacji/denitryfikacji)**,
- **rozpadu promieniotwórczego (jako istotny proces w przypadku przepływu w gruncie różnego rodzaju radionuklidów)**.

Przedstawiony autoreferat, w sensie merytorycznym, pokazuje przegląd opracowywanych przeze mnie kolejnych modeli transportu zanieczyszczeń w gruncie, w określonym okresie czasu (**1981 – 2013**) (po obronie pracy doktorskiej).

W pierwszej części przegląd obejmuje moje początkowe i najprostsze modele transportu zanieczyszczeń (uwzględniające stosunkowo małą liczbę procesów zachodzących w gruncie).

Stopniowo w autoreferacie analizowane są coraz bardziej złożone modele transportu zanieczyszczeń (uwzględniające coraz większą liczbę istotnych procesów jakie mogą zachodzić jednocześnie w gruncie).

Szczegółowe streszczenie prezentowanych w autoreferacie publikacji (1 – 15) (w wersji papierowej) lub („hab-7.1.pdf" – „hab-7.15.pdf") (w wersji elektronicznej)

W publikacji (**1**) przedstawiłem pierwsze stosunkowo proste modele transportu zanieczyszczeń w gruncie, uwzględniające jedynie procesy adwekcji oraz poprzecznej dyspersji wraz z analitycznymi rozwiązaniami tych modeli (równań).

W rozwiązaniach tych wykorzystałem między innymi metodą „obciętej krzywej rozkładu normalnego" (typu Gaussa z domknięciem rzędu pierwszego).

W publikacji tej przedstawiłem także opis, zaprojektowanego przeze mnie, laboratoryjnego modelu gruntowego wraz z opisem wykonanych na tym modelu badań doświadczalnych.

Na tym modelu określałem wartości współczynników poprzecznej dyspersji (D_y) oraz zależności tych współczynników od ważnych w praktyce parametrów hydraulicznych i fizycznych ośrodka gruntowego.

Między innymi od współczynnika filtracji (k), spadku zwierciadła wody gruntowej (I) oraz średnicy miarodajnej gruntu (d_{10}) (jako zależności doświadczalne).

Należy zauważyć, że w badaniach tych wykorzystywałem roztwory rodaminy o różnych stężeniach jako barwnika symulującego płynące w gruncie stabilne zanieczyszczenia.

Przedstawiłem także w tej pracy ogólne rozwiązania analityczne równań transportu dla „punktowego" oraz „liniowego" sposobu wypływu zanieczyszczeń do strumienia wody gruntowej. W przeprowadzonych również przykładowych obliczeniach wartości stężeń zanieczyszczeń w gruncie wykorzystałem pierwszą wersję mojego programu obliczeniowego (jako program „**ASKI**" – **część I** oraz **II**).

Zbliżoną tematykę, aczkolwiek różniącą się od tematyki przedstawionej w publikacji (**1**), podałem także w moich dwóch następnych publikacjach (**2**) oraz (**3**) o charakterze naukowo-technicznym.

Główny cel prezentacji opracowanych przeze mnie modeli rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w publikacjach (**2**) oraz (**3**) był związany z możliwością bezpośredniego i szerszego dotarcia zarówno do szeroko rozumianych środowisk inżynierskich jak i do konkretnych praktyków (inżynierów), zajmujących się badaniami symulacji jakości wód gruntowych.

Proponowane przeze mnie w tych publikacjach modele transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej, odnoszą się zarówno do różnych sposobów ich dopływu do strumienia wody gruntowej jak i do różnych rodzajów gruntów.

Modele te można traktować jako inżynierskie narzędzia (użytkowe programy obliczeniowe – algorytmy) służące do symulacji (prognozy) jakości wód gruntowych na skutek dopływu do nich różnego rodzaju zanieczyszczeń.

Przy czym w publikacji (**2**) dodatkowo wykorzystałem przedstawione w publikacji (**1**) analityczne modele transportu, zarówno do konkretnego przypadku wypływu wybranych zanieczyszczeń z hałdy fosfogipsów Zakładów Chemicznych „**Police**" koło Szczecina, jak i do obliczeń prognozowanych stężeń tych wskaźników w przekroju linii brzegowej rzeki Odry w rejonie tej hałdy.

Na podstawie tych obliczeń stwierdziłem znaczne przekroczenia wielkości stężeń w stosunku do obowiązujących w rozpatrywanym czasie wartości stężeń dopuszczalnych w analizowanym przekroju linii brzegowej rzeki Odry.

Natomiast w publikacji (**3**) dodatkowo rozszerzyłem model transportu zanieczyszczeń, uwzględniając także, występujący często w praktyce, tzw. „obszarowy" wypływ zanieczyszczeń do wody gruntowej.

Dodatkowo obliczyłem także ładunki wybranych wskaźników zanieczyszczeń dopływających do wody gruntowej i dalej do Rzeki Odry, w odniesieniu również do istniejącej hałdy fosfogipsów Zakładów Chemicznych „**Police**" koło Szczecina.

Między innymi w tym celu opracowałem praktyczne wytyczne (jako algorytmy obliczeniowe) symulacji jakości wód gruntowych w rejonie Zakładów Chemicznych „**Police**" koło Szczecina, w ramach pracy badawczej (ekspertyzy) zastosowanej w praktyce pod ogólnym tytułem:

„**Dobór rozwiązań inżynierskich zapewniających ograniczenie przenikania zanieczyszczeń w wodach podziemnych...**" [wykonywanej w latach (**1976 – 1980**) na zlecenie resortu przemysłu chemicznego (poprzez Biuro Ochrony Środowiska „PROAT" w Szczecinie)].

Szczegółowy opis tej pracy znajduje się w zestawieniu moich ważniejszych prac badawczych (ekspertyz) (**patrz punkt II F – załącznik 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**" oraz w **załączniku dodatkowym 6** (jako plik: „**hab-6.pdf**", **pozycja 2**).

W publikacji (**4**) przedstawiłem numeryczne rozwiązanie stosunkowo prostego adwekcyjno – dyspersyjnego modelu transportu zanieczyszczeń bez wpływu procesu adsorpcji (z wykorzystaniem między innymi metody „regula falsi" – jako metody kolejnych siecznych).

W artykule tym załączyłem także opracowaną przeze mnie kolejną wersję programu obliczeniowego „**ANI**", dla numerycznego obliczania wartości stężeń w poszczególnych przekrojach gruntowych.

Program ten był między innymi wykorzystywany, w rozpatrywanym okresie, przez studentów do obliczania wartości stężeń w wybranych przekrojach gruntowych i dla zadawanych danych wyjściowych.

Obliczenia takie były wykonywane w ramach przedmiotu „**Mechanika płynów i hydraulika**", w odniesieniu do tematyki związanej z przepływami wody gruntowej i zanieczyszczeń w ośrodkach porowatych.

W publikacji (**5**) na szczególną uwagę zasługuje szeroki i szczegółowy przegląd istniejących, w rozpatrywanym okresie, matematycznych modeli transportu zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej, w odniesieniu zarówno do krajowej jak i zagranicznej literatury.

W pracy tej przedstawiłem także szczegółowy opis przyjętych przeze mnie równań transportu zanieczyszczeń w gruncie (wraz z ogólnym wyprowadzeniem i szczegółowym opisem przyjętych rozwiązań numerycznych dla tych równań).

W opracowaniu (**5**) podałem również szczegółowy opis przyjętego obszaru gruntowego dla przeprowadzonej weryfikacji terenowej prezentowanych modeli, wraz z opisem istniejących i wybranych w tym obszarze piezometrów.

Przedstawiłem również pomierzone przez Instytut Ochrony Środowiska w Poznaniu wartości wybranych do weryfikacji stężeń wskaźników zanieczyszczeń w tych piezometrach.

W pracy (**5**) przedstawiłem także rozdział dotyczący opisu rzeczywistych parametrów gruntowych, hydraulicznych oraz dyspersji dla wybranego gruntu, które uwzględniałem w opracowanych modelach transportu (dla ich praktycznej weryfikacji).

Przedstawiłem również w tym opracowaniu nowy algorytm programu obliczeniowego „**PCCS – 1**" (jako wersja testowa), który został wykonany przeze mnie w oparciu o prezentowane w tej pracy modele (równania) transportu zanieczyszczeń w gruncie.

Przy czym ogólny skrót „**PCCS**", wykorzystany w powyższym i w następnych moich programach obliczeniowych, oznacza w pełnym rozwinięciu nazwę: „**Pollution Concentration Control in Soil**".

Program „**PCCS – 1**" był następnie modyfikowany przeze mnie w dalszych opracowywanych modelach (równaniach), przy uwzględnianiu kolejnych procesów związanych z transportem różnorodnych zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej.

W pracy (**5**) przeanalizowałem także liczbowe wartości członu podłużnej dyspersji ($D_x \partial^2 C / \partial x^2$) pod kątem możliwości jego pomijania w ogólnych równaniach transportu, jako znacznie mniejszego w porównaniu z liczbowymi wartościami członu podłużnej adwekcji ($u_x \partial C / \partial x$).

Tym niemniej z uwagi na zachodzący niezależnie w gruncie proces podłużnej dyspersji w dalszych, opracowywanych przeze mnie modelach (cytowanych między innymi w poniższych publikacjach), uwzględniałem także człon podłużnej dyspersji ($D_x \partial^2 C / \partial x^2$).

Ze względu na pewne niewłaściwe sformułowania dotyczące procesu adsorpcji zawarte w pracy (**5**), jako podstawy mojej poprzedniej rozprawy habilitacyjnej (w 2001r.), Centralna Komisja w Warszawie nie zatwierdziła mi w **2002**r. stopnia doktora habilitowanego.

Stąd, po **2002r**. prowadziłem dalsze prace badawcze dotyczące między innymi procesu adsorpcji w gruncie, z uwzględnieniem przedstawionych przez Centralną Komisję uwag.

Wynikiem tych prac były dalsze artykuły opublikowane przeze mnie **po 2002r**., między innymi:

– w **Publikacjach z aktualnej (2012) i poprzedniej (2010) listy filadelfijskiej – Journal Citation Reports** (między innymi w **Zagranicznych Czasopismach**: **Acta Geophysica** i **Water Science and Technology** czy w **Polskich Czasopismach**: **Polish Journal of Environmental Studies** oraz **Archives of Environmental Protection**),

– w **Publikacjach Monograficznych** (między innymi w **Zagranicznych Czasopismach Series**: **GeoPlanet**: **Earth and Planetary Sciences**, **International Journal of Environmental Protection (IJEP)** czy w **Krajowych Czasopismach**: **Archives of Hydro – Engineering and Environmental Mechanics** oraz **Publications of the Institute of Geophysics**),

– w **pozostałych Publikacjach Monograficznych** (między innymi jako uzupełniające publikacje krajowe o zasięgu ogólnopolskim).

Szczegółowa lista powyższych publikacji znajduje się w załączonym wykazie opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki w okresie (**1981 – 2013**) (**patrz punkty I B, II E, II L** oraz **III B w załączniku 3** – jako plik: "**hab-3.pol.pdf**").

W publikacjach wydanych po **2002r**. rozwinąłem analizę procesu adsorpcji zanieczyszczeń w gruncie, zarówno od strony jego matematycznego opisu (jako członu sorpcyjnego w równaniach transportu), jak i od strony badań laboratoryjnych nad tym procesem.

W publikacjach tych dokonałem także analizy, od strony praktycznej weryfikacji, wpływu procesu adsorpcji na wartości redukcji obliczanych stężeń dla zanieczyszczeń płynących w wodzie gruntowej.

Przeprowadzona analiza wiązała się bowiem ściśle z określaniem stopnia ważności procesu odwracalnej adsorpcji, jako członu źródłowego w prezentowanych modelach transportu, dla wybranych zanieczyszczeń płynących w warstwie wodonośnej.

Oprócz podanych powyżej prac (opublikowanych po **2002r**.), wykonałem także pracę badawczą (ekspertyzę) związaną z regionem szczecińskim pt.: „**Ogólna analiza wpływu oddziaływania wybranych zanieczyszczeń, składowanych w otoczeniu projektowanej hali produkcyjnej, na otaczające środowisko naturalne**" (jako operat wodno – prawny – **z moim 100% udziałem w tej pracy**).

Opis tej pracy znajduje się w zestawieniu moich ważniejszych prac badawczych (ekspertyz) (patrz **punkty II F, pozycja 7** oraz **II J, pozycja 1** wykazu – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**" oraz w **dodatkowym załączniku 6** – jako plik: „**hab-6.pdf**", **pozycja nr 7**).

Ta ważna dla regionu szczecińskiego praca została zlecona w **2003r**. przez Urząd Wojewódzki w Szczecinie (Wydział Ochrony Środowiska).

W ramach tej ekspertyzy wykonałem obliczenia rzeczywistego wpływu i zasięgu rozprzestrzeniania wybranych zanieczyszczeń, składowanych w otoczeniu projektowanej hali, które mogą infiltrować bezpośrednio do otaczającej wody gruntowej.

Dla zastosowanego modelu, który uwzględniał także poprawny matematyczny opis procesu odwracalnej adsorpcji, przeprowadziłem numeryczne obliczenia symulacji pól stężeń zanieczyszczeń w gruncie (jako praktyczna weryfikacja zastosowanego modelu).

Przedstawione obliczenia wykazały znaczne podwyższenie wartości dla wybranych stężeń zanieczyszczeń, jakie planuje się składować przy budynku hali, ponad wartości dopuszczalne w przypadku ich ewentualnej filtracji do gruntu.

Do obliczeń symulacji pola stężeń wykorzystałem własną testową wersję programu obliczeniowego „**PCCS – 1**" (z uwzględnieniem poprawionego opisu procesu adsorpcji).

W publikacji (**6**) przedstawiłem jedynie skrótowy opis zastosowanego przeze mnie schematu różnicowego, dla numerycznego rozwiązywania nieliniowych równań transportu zanieczyszczeń w gruncie (z nieliniowym członem odwracalnej fizycznej adsorpcji).

W pracy tej przedstawiłem także, przyjęte w rozwiązaniu numerycznym, warunki początkowo – brzegowe oraz szczegółowy rysunek przyjętego schematu węzłów obliczeniowych, wraz z przyjętą siatką tych węzłów w poszczególnych przekrojach gruntowych.

W publikacji (**7**) przedstawiłem jedynie ogólne równanie transportu nieorganicznych zanieczyszczeń w gruncie wraz z obliczonymi orientacyjnymi wartościami stężeń, w odniesieniu do wybranych dla tych obliczeń chlorków.

Przy czym w prezentowanych obliczeniach numerycznych wykorzystałem przedstawioną w publikacji (**5**) początkową wersję opracowanego programu obliczeniowego „**PCCS** – 1".

Należy zauważyć, że w publikacji (**7**) był podany przeze mnie jedynie uproszczony model transportu zanieczyszczeń w gruncie, a tym samym niepełne obliczenia numeryczne wielkości stężeń dla wybranego wskaźnika.

Stąd, w publikacji (**8**) przedstawiłem już szczegółowy opis równań transportu zanieczyszczeń na skutek procesów adwekcji, podłużnej i poprzecznej dyspersji oraz nieliniowej adsorpcji. W rozwiązaniu założyłem przypadek natychmiastowej równowagi stężeń dla fazy ciekłej i stałej – sorpcyjnej (*ang. instantaneous equilibrium – controlled state*).

W pracy tej przedstawiłem także szeroką analizę bezwymiarowego współczynnika retardacji (R), reprezentującego pewne zmniejszenie porowej prędkości filtracji wody gruntowej na skutek procesu sorpcji, wraz z opisem czynników wpływających na liczbowe wartości tego współczynnika.

Przy czym liczbowe wartości zmniejszonych porowych prędkości filtracji wody gruntowej na skutek procesu sorpcji, w odniesieniu do wybranego gruntu oraz wybranych zanieczyszczeń (jako chlorki i siarczany), przedstawiłem w prezentowanej w dalszej części autoreferatu publikacji (**11**).

Jak podałem w publikacji (**11**), wartości tego współczynnika opóźnienia (R) są stałe w czasie dla stałej porowatości gruntu, ale zależą jednocześnie od wartości stężeń zanieczyszczeń płynących w wodzie gruntowej.

W pracy (**8**) odniosłem się zarówno do analizy wartości tego współczynnika (R), w odniesieniu zarówno do różnych rodzajów gruntów, jak i do konkretnego gruntu wybranego przeze mnie dla weryfikacji terenowej.

Przy czym otrzymane przez mnie liczbowe wartości stężeń chlorków różnią się od wartości uzyskiwanych także przez innych autorów (dla różniących się znacznie warunków klimatyczno – gruntowych).

Tym niemniej wartości te są generalnie zbieżne z ogólną tendencją stosunkowo małej zdolności adsorpcyjnej chlorków, wykazywaną także w badaniach innych autorów.

W publikacji tej przedstawiłem także rozszerzone, w stosunku do cytowanej wcześniej publikacji (**7**), wyniki obliczeń numerycznych dla wybranych stężeń chlorków na podstawie zmodyfikowanej wersji stosowanego wcześniej programu obliczeniowego „**PCCS – 1**".

Uzyskane na podstawie tych obliczeń stosunkowo małe wartości maksymalnej redukcji stężeń chlorków w wybranych przekrojach gruntowych (ok. 10 %), przy uwzględnieniu i bez uwzględniania procesu adsorpcji, świadczą o stosunkowo małej ale występującej zdolności adsorpcyjnej chlorków, jako zanieczyszczeń nieorganicznych.

Tym samym, różniące się wyniki redukcji stężeń chlorków, wskazują na potrzebę prowadzenia dalszych obliczeń, zarówno w odniesieniu do chlorków jak i do innych zanieczyszczeń nieorganicznych.

Odnosi się to w szczególności do zanieczyszczeń, które charakteryzują się większymi od chlorków zdolnościami adsorpcyjnymi, przy ich przepływie w gruncie (patrz cytowana w dalszej części autoreferatu publikacja **11**).

W publikacji (**9**) przedstawiłem szczegółowe wyprowadzenie rozszerzonych wymiarowych i bezwymiarowych modeli (równań) transportu zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej.

W modelach tych uwzględniłem także opis matematyczny istotnego procesu rozpadu promieniotwórczego (w odniesieniu na przykład do płynących w gruncie radionuklidów).

Przy czym w opisie tym wykorzystałem, występujący w członie źródłowym równania transportu, współczynnik stałej nieodwracalnej szybkości reakcji pierwszego rzędu λ (patrz również cytowana w dalszej części autoreferatu publikacja **11**).

W prezentowanych modelach uwzględniłem także matematyczny opis liniowych i nieliniowych członów procesu adsorpcji zachodzącego w gruncie.

Opis ten odnosi się do wykorzystywanych najczęściej w praktyce liniowych (izoterma Henry'ego) oraz nieliniowych (izotermy Freundlicha i Langmuira) równań adsorpcji. Przy czym izotermy te opisują statykę procesu adsorpcji dla warunków natychmiastowej równowagi.

Jak podałem w pracy (**9**) wybór danej izotermy, opisującej proces statyki adsorpcji w modelach (równaniach) transportu, jest zależny w dużym stopniu od wartości stężeń zanieczyszczeń płynących w gruncie.

W publikacji (**10**) (o charakterze naukowo – technicznym) przedstawiłem jedynie końcowe praktyczne równania opisujące statykę fizycznej adsorpcji, w odniesieniu do cytowanych powyżej liniowych i nieliniowych izoterm.

Prezentowane równania (izotermy) mogą być bezpośrednio wykorzystywane w modelach transportu, w zależności od przyjmowanego w analizie matematycznego opisu procesu adsorpcji w gruncie (jako człony źródłowe tych modeli).

Podałem także w tej publikacji praktyczne wyprowadzenie i opis sposobu identyfikacji (otrzymywania) parametrów gruntowych, hydraulicznych oraz dyspersji występujących w modelach (równaniach) transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej.

Zbliżona, aczkolwiek różniąca się w stosunku do publikacji (**9**) tematyka zawarta w publikacji (**10**), wynikała również z możliwości bezpośredniego i szerszego dotarcia zarówno do szeroko rozumianych środowisk inżynierskich jak i do konkretnych praktyków (inżynierów) zajmujących się badaniami matematycznej symulacji jakości wód gruntowych.

Przedstawione bowiem w pracy (**10**) liniowe i nieliniowe równania statyki adsorpcji mogą stanowić gotowe do zastosowania przez praktyków (inżynierów) narzędzia, pozwalające na bezpośrednie określanie wartości redukcji stężeń zanieczyszczeń płynących w gruncie.

Podobna uwaga dotyczyła także mojej wcześniejszej publikacji (**1**) oraz jej odniesienie do praktycznych publikacji (**2**) oraz (**3**) (o charakterze naukowo-technicznym).

W cytowanej wcześniej publikacji (**11**) przeanalizowałem i porównałem między innymi wartości redukcji maksymalnych stężeń zanieczyszczeń dla chlorków (jako zanieczyszczeń o stosunkowo małej zdolności adsorpcyjnej) oraz dla siarczanów (jako zanieczyszczeń o znacznie większej zdolności adsorpcyjnej).

Wartości redukcji stężeń dla obu tych wskaźników były odnoszone w stosunku do ich pomierzonych (rzeczywistych) stężeń w wybranym gruncie. Przy czym wartości tych stężeń maksymalnych były traktowane w pracy (**11**) jako obliczone błędy standardowe.

W obliczeniach numerycznych, dla przyjętej metody różnic skończonych (**MRS**), wykorzystałem w rozwiązaniu tzw. schemat „**pod prąd**" (*ang.* „***upwind scheme***"), przy równoczesnym pominięciu w tych obliczeniach zjawiska tzw. „numerycznej" dyspersji oraz „numerycznej" oscylacji.

Oba wymienione powyżej zjawiska wiążą się bowiem z częstym występowaniem, w obliczeniach numerycznych, zróżnicowanego stopnia mechanizmu tzw. „sztucznej dyssypacji".

W przeprowadzonych obliczeniach numerycznych, dla zastosowanego schematu różnicowego, zachowałem jednocześnie dopuszczalne wartości tzw. bezwymiarowych liczb kryterialnych jako **liczby Couranta** ($C_a = u_x \cdot \Delta t / \Delta x$), ($C_a \leq 1$) oraz **liczby Pecleta** ($Pe = u_x \cdot \Delta x / D_x$), ($Pe \leq 2$).

Powyższe liczby wpływają bowiem w bezpośredni sposób na zachowanie w obliczeniach warunków zgodności, stabilności oraz zbieżności przyjętego rozwiązania.

Do obliczeń numerycznych wykorzystałem nową wersję programu obliczeniowego „**PCCS – 2**" (jako modyfikacja wcześniejszego programu „**PCCS – 1**").

Wersja ta umożliwiała także uwzględnianie w prowadzonych obliczeniach członu opisującego rozpad promieniotwórczy, dla przepływających w gruncie różnego rodzaju radionuklidów.

Uzyskane na podstawie tych obliczeń wartości maksymalnej redukcji stężeń, w stosunku do stężeń pomierzonych (dla chlorków ok. 10 % i dla siarczanów ok. 17 %), wskazują na znacznie większe zdolności adsorpcyjne siarczanów w porównaniu do chlorków.

Powyższa prawidłowość jest generalnie zbieżna z ogólną tendencją uzyskiwaną także w badaniach innych autorów (dla różniących się znacznie warunków klimatyczno – gruntowych).

Różnice w zdolnościach adsorpcyjnych wybranych przeze mnie wskaźników potwierdzają także przedstawione w tej pracy mniejsze wartości obliczonych izolinii stężeń dla siarczanów, w porównaniu do chlorków (w analogicznych przekrojach gruntowych).

Tym samym na podstawie przeprowadzonych obliczeń wykazałem w pracy (**11**) odpowiednio mniejsze dla siarczanów (w stosunku do chlorków) obszary rozprzestrzeniania (*ang. concentration plumes*), w kierunku poprzecznym (jako oś y) do głównego kierunku przepływu wody gruntowej (jako oś x).

W dalszej części tej publikacji przedstawiłem także obliczenia wartości redukcji stężeń przy równoczesnym uwzględnieniu zarówno procesu nieliniowej fizycznej adsorpcji jak i członu opisującego proces rozpadu promieniotwórczego.

Do obliczeń wykorzystałem liczbową wartość stałej nieodwracalnej szybkości reakcji pierwszego rzędu λ, w odniesieniu do wybranego radionuklidu płynącego w gruncie.

Przy czym o znaczeniu i ważności moich powyższych obliczeń świadczy mała ilość dostępnych wyników obliczeń literaturowych, uwzględniających równocześnie procesy nieliniowej adsorpcji oraz rozpadu promieniotwórczego (w oparciu o stosunkowo małą liczbę modeli transportu innych autorów).

Ta mała ilość modeli transportu innych autorów wynikała z faktu uwzględniania przez większość z nich procesu rozpadu promieniotwórczego, w połączeniu z prostszym w opisie matematycznym i łatwiejszym w obliczeniach procesem liniowej adsorpcji.

Przy czym należy także zauważyć, że proces liniowej adsorpcji może być odnoszony jedynie do stosunkowo małych wartości stężeń płynących w gruncie zanieczyszczeń.

W obliczeniach numerycznych przyjąłem, na podstawie szerokiej analizy literatury, optymalną wartość stałej szybkości rozpadu promieniotwórczego (λ), jako funkcji czasu połowicznego rozpadu ($t_{1/2}$).

Wartość tej stałej była tym samym najbardziej zbliżona do rozpatrywanego przeze mnie naturalnego gruntu wybranego do weryfikacji terenowej.

Jak wykazałem w obliczeniach maksymalna wartość redukcji stężeń, jedynie na skutek rozpadu promieniotwórczego, była stosunkowo mała i wyniosła ok. 4 % dla rozpatrywanego rzeczywistego obszaru gruntowego.

Tym niemniej, jak wykazałem w pracy, wielkość tej redukcji może ulegać zmianie w zależności od bardzo dużego zakresu liczbowych wartości czasów połowicznego rozpadu ($t_{1/2}$), dla płynących w gruncie radionuklidów.

Duży zakres czasów ($t_{1/2}$) wpływa jednocześnie na duży zakres liczbowych wartości stałych szybkości rozpadu promieniotwórczego (λ), wykorzystywanych w badaniach innych autorów.

Przy czym w pracy (**11**) wykazałem, na podstawie szerokiej analizy literatury, że zmiany liczbowych wartości redukcji stężeń będą miały jednak generalnie ograniczony i mały zakres (do kilku procent).

Ten mały zakres wartości redukcji stężeń wynika z różnych ale stosunkowo małych generalnie liczbowych wartości członów opisujących rozpad promieniotwórczy, w równaniach transportu zanieczyszczeń w gruncie.

Potwierdza to tym samym prawidłowość przeprowadzonych przeze mnie obliczeń redukcji stężeń jedynie na skutek procesu rozpadu promieniotwórczego, zachodzącego w wybranym do weryfikacji obszarze gruntowym.

Przedstawione w pracy wartości błędów obliczeń, dla maksymalnych stężeń wybranych wskaźników zanieczyszczeń (w stosunku do stężeń pomierzonych), potwierdziły także dostateczną dokładność przyjętego przeze mnie rozwiązania numerycznego w prezentowanym modelu transportu (jako weryfikacja terenowa tego modelu).

W publikacji (**12**) przedstawiłem 2D równanie transportu zanieczyszczeń w gruncie biorąc pod uwagę, oprócz procesu nieliniowej adsorpcji, także ważny człon biodegradacji (traktowany często w gruncie jako proces biologicznej denitryfikacji).

Człon ten został opisany przeze mnie w równaniu transportu jako mikrobowa reakcja pierwszego rzędu (przy udziale głównie heterotroficznych mikroorganizmów). Reakcja ta wykorzystuje jednocześnie współczynniki stałej szybkości pierwszego rzędu w odniesieniu do procesu biodegradacji.

Przy czym, jak wykazałem w tej pracy, proces biodegradacji (biologicznej denitryfikacji) płynących w gruncie zanieczyszczeń jest bardzo złożonym procesem zależnym od wielu występujących w gruncie fizyko – chemicznych parametrów.

Między innymi proces ten zależy od temperatury wody gruntowej, odczynu pH wody czy potencjału utleniająco – redukcyjnego Eh jako tzw. potencjału redox.

Do analizy wybrałem azotany (jako jony azotanowe NO_3^-) oraz wskaźnik BZT_5, który również, jak wynika z przeglądu literatury, może być wykorzystywany do pośredniego określania wartości stężeń dla substancji podatnych na proces biologicznej denitryfikacji w wodzie gruntowej.

W pracy (**12**) określiłem między innymi wartości redukcji maksymalnych stężeń zanieczyszczeń dla wybranych wskaźników w przekrojach gruntowych, na podstawie numerycznych obliczeń wielkości stężeń i przy wykorzystaniu zmodyfikowanego programu obliczeniowego „**PCCS – 2**".

Modyfikacja programu pozwoliła na uwzględnienie w tych obliczeniach członu opisującego złożony proces biodegradacji (z wykorzystaniem współczynników stałej szybkości reakcji pierwszego rzędu dla tego procesu).

Uzyskane, na podstawie obliczeń, wartości maksymalnej redukcji stężeń (dla azotanów ok. 1 $^{o}/_{oo}$ i dla wskaźnika BZT_5 ok. 2 $^{o}/_{oo}$) wskazują na znacznie mniejszy wpływ procesu biodegradacji (biologicznej denitryfikacji) na wielkości redukcji stężeń dla płynących w gruncie wybranych zanieczyszczeń.

Prawidłowość ta jest także generalnie zbieżna z ogólną tendencją dotyczącą małych wartości redukcji stężeń także dla innych zanieczyszczeń podatnych na proces biodegradacji/ denitryfikacji.

Podobne wartości były bowiem uzyskiwane także w badaniach innych autorów, dla różniących się znacznie warunków klimatyczno – gruntowych.

Tym niemniej w pracy (**12**) przedstawiłem także, na podstawie przeglądu literatury, istotną uwagę dotyczącą możliwości uzyskiwania nieco większych wartości redukcji stężeń w wyniku analizowanego procesu biodegradacji/biologicznej denitryfikacji.

Przy czym uwaga ta odnosi się do innych (od rozpatrywanych przeze mnie) związków azotowych płynących w wodzie gruntowej.

Można powiedzieć, że dla płynących w wodzie gruntowej kationów amonowych NH_4^+, redukcja stężeń w wyniku procesu biodegradacji może wzrastać do ok. 1 % (w stosunku do pomierzonych przez innych autorów stężeń dla różnych warunków klimatyczno – gruntowych).

Jak wynika również z przeglądu literatury, zamieszczonej między innymi w publikacji (**12**), większe od obliczonych przeze mnie wartości redukcji stężeń w wyniku procesu biodegradacji/biologicznej denitryfikacji mogą się również odnosić do zanieczyszczeń organicznych.

Między innymi, jak wynika z szerokiego przeglądu literatury, dla organicznych azotanów płynących w wodzie gruntowej redukcja stężeń może również wzrastać do ok. 1 %.

Przy czym, w odniesieniu do procesu biodegradacji/biologicznej denitryfikacji, stosunkowo małe liczbowe wartości redukcji tych stężeń są szczególnie związane zarówno z rodzajem płynących zanieczyszczeń jak i z różniącymi się warunkami gruntowo – klimatycznymi (temperaturowymi).

Tym niemniej można również generalnie powiedzieć, że liczbowe zakresy współczynników stałych szybkości reakcji pierwszego rzędu dla procesu biodegradacji mają stosunkowo małe i zbliżone do siebie wartości (do ok. 1%).

Przy czym wartości te odwieszą się zarówno do nieorganicznych jak i organicznych zanieczyszczeń płynących w gruncie, które są podatne na proces biodegradacji.

Stąd, uwzględniając tym samym małe generalnie liczbowe wartości członów opisujących proces biodegradacji, można powiedzieć równocześnie o bardzo małym wpływie procesu biologicznej denitryfikacji na wartości obliczanych redukcji stężeń.

Na podstawie przeprowadzonych przeze mnie badań można także stwierdzić, że proces biodegradacji (aż do w pełni mineralnych form) zachodzi stosunkowo szybko na odpowiednio krótkich długościach rozpatrywanych obszarów gruntowych.

Jak podałem w pracy (**12**) powyższa tendencja jest także generalnie zbieżna z badaniami innych autorów, dla różnych nieorganicznych i organicznych zanieczyszczeń, przy ich przepływie na znacznie różniących się długościach rozpatrywanych obszarów gruntowych.

W analizowanej pracy (**12**) przedstawiłem także obliczenia wartości redukcji stężeń dla wybranych wskaźników, przy uwzględnieniu jedynie procesu nieliniowej adsorpcji.

Wartości te wynosiły odpowiednio ok. 17 % dla azotanów i ok. 11 % dla wskaźnika BZT_5 (stosunku do stężeń pomierzonych).

Powyższe wyniki potwierdzają również fakt, że największy wpływ na wartości redukcji stężeń odgrywa proces adsorpcji, w odniesieniu także do płynących w gruncie i wybranych przeze mnie w tej pracy zanieczyszczeń, podatnych na proces biodegradacji.

Podobne (największe) wartości redukcji stężeń w wyniku jedynie procesu adsorpcji uzyskane zostały również wcześniej, dla rozpatrywanych przeze mnie chlorków oraz siarczanów (jako zanieczyszczeń nieorganicznych) (patrz obliczenia zawarte w publikacji **11**).

W pracy (**12**) przedstawiłem także poglądową mapkę rzeczywistego terenu przyjętego do weryfikacji wraz z zaznaczeniem wybranych do tej weryfikacji piezometrów, istniejących w tym terenie.

Przy czym uzyskane w publikacji (**12**) wyniki wartości stężeń jak również ich redukcji (w odniesieniu do stężeń pomierzonych) były odnoszone przeze mnie do wybranej serii pomiarowej: **listopad 1981**.

W publikacji (**13**) przedstawiłem próbę praktycznego określenia stałych szybkości liniowej i nieliniowej kinetyki sorpcji (k_1 oraz k_2), opisujących modele kinetyki (jako układu adsorpcji – desorpcji).

Te stałe szybkości (k_1 oraz k_2) uzależniłem od przyjętych parametrów liniowych i nieliniowych izoterm sorpcji, które opisują z kolei modele statyki tego procesu.

Przy czym, jak wykazałem w pracy, kinetyczne modele sorpcji są odnoszone w praktyce do ośrodków gruntowych z bardzo dużą zdolnością sorpcyjną.

Dla takich ośrodków można mówić bowiem o braku stanu natychmiastowej równowagi procesu sorpcji pomiędzy fazą ciekłą i fazą stałą (sorpcyjną) ($\partial S / \partial t \neq 0$).

W przypadku braku stanu natychmiastowej równowagi w gruncie ($\partial S / \partial t \neq 0$) można jednocześnie powiedzieć, że reakcja kinetyki procesu sorpcji zachodzi na tyle wolno, że czas dojścia do momentu równowagi jest bardzo długi (*ang. noninstantaneous kinetics of adsorption – desorption*).

Brak w dotychczasowej literaturze (zarówno krajowej jak i zagranicznej) takich praktycznych zależności parametrów kinetyki sorpcji od parametrów statyki tego procesu uzasadniał w pełni podjęcie przeze mnie takich badań.

W pracy (**13**) pokazałem jednocześnie przykładowe rozwiązania analityczne liniowego i nieliniowego członu sorpcyjnego przyjmowanego w modelach transportu zanieczyszczeń w gruncie.

W dalszej części tej pracy przedstawiłem także uzyskane, w wyniku tych rozwiązań, praktyczne zależności stałych szybkości liniowej i nieliniowej kinetyki sorpcji, od określonych wcześniej w badaniach laboratoryjnych parametrów liniowych i nieliniowych izoterm statyki procesu sorpcji.

Główna korzyść w wykorzystywaniu takich zależności jest związana ze stosunkowo prostymi i tanimi badaniami laboratoryjnymi, dla określania parametrów różnego rodzaju izoterm sorpcji (w warunkach statycznych bez przepływu wody gruntowej, *ang. immobile groundwater*).

Natomiast w warunkach dynamicznych, dla płynącej wody gruntowej (*ang. mobile groundwater*) badania laboratoryjne, dla określania stałych szybkości liniowej i nieliniowej kinetyki sorpcji, są badaniami złożonymi, długotrwałymi i kosztownymi (szczególnie w odniesieniu do badań terenowych).

Takie długotrwałe i kosztowne badania w warunkach dynamicznych (jako kinetyka sorpcji) są związane bowiem każdorazowo z koniecznością określania tzw. krzywych „przełamania" (*ang. breakthrough curves – BTCs*), w poszczególnych przekrojach gruntowych.

Przy czym, jak podałem w pracy (**13**), dla innych wartości nieliniowych wykładników występujących w nieliniowych izotermach sorpcji należy już zastosować bardziej złożone (nie analityczne) metody rozwiązywania równań opisujących człon sorpcyjny.

Między innymi można stosować w tym celu znane powszechnie rozwiązania numeryczne, przy wykorzystywaniu na przykład stosowanej przeze mnie metody różnic skończonych (**MRS**), czy metody elementów skończonych (**MES**) lub metody charakterystyk.

W publikacji (**13**) przedstawiłem także ogólny opis wykonanych przez siebie, w warunkach statycznych, stosunkowo prostych i krótkotrwałych badań laboratoryjnych (określanych często w literaturze jako tzw. badania „batch"), dla wybranych rodzajów zanieczyszczeń.

Na podstawie tych badań określiłem następnie liczbowe wartości parametrów liniowych i nieliniowych izoterm sorpcji dla tych zanieczyszczeń (jako parametry liniowej izotermy Henry'ego oraz nieliniowej izotermy Freundlicha).

W publikacji (**14**) przedstawiłem przegląd najważniejszych 2D modeli (równań) transportu zanieczyszczeń w gruncie, przy jednoczesnym uwzględnieniu w tych modelach istotnych procesów zachodzących w strumieniu wody gruntowej.

Między innymi uwzględniłem zachodzące jednocześnie w gruncie procesy adwekcji, dwuwymiarowej dyspersji a w szczególności odwracalnej nieliniowej adsorpcji, biodegradacji/biologicznej denitryfikacji oraz radioaktywnego rozpadu.

Wszystkie te, mniej lub bardziej złożone procesy, w różnym stopniu wpływają bowiem na wielkości redukcji nieorganicznych i organicznych stężeń zanieczyszczeń płynących w wodzie gruntowej.

Na bazie przyjętych modeli (równań), w publikacji tej przedstawiłem szczegółowe wyniki bezwymiarowych wartości stężeń w, rozpatrywanych przekrojach (piezometrach) naturalnej warstwy wodonośnej.

Przy czym wartości stężeń, w odniesieniu jedynie do obliczeń numerycznych, uwzględniały bądź pomijały przyjęte w tych modelach procesy.

W dalszej analizie obliczyłem także wartości redukcji stężeń (określane jako błędy standardowe), dla wybranych wskaźników zanieczyszczeń, także w odniesieniu jedynie do obliczonych numerycznie wartości stężeń (z uwzględnieniem bądź pominięciem przyjętych procesów).

Na podstawie przeprowadzonych w publikacji (**14**) obliczeń można przedstawić następujące wnioski:

- **proces adsorpcji** ma największy wpływ na wartości redukcji stężeń dla wybranych wskaźników zanieczyszczeń (szczególnie w odniesieniu do siarczanów z błędem standardowym ok. 15 %, w stosunku do stężeń obliczonych z procesem adsorpcji),

- **proces biodegradacji/biologicznej denitryfikacji** ma najmniejszy wpływ na wartości redukcji stężeń dla wybranych wskaźników zanieczyszczeń (szczególnie w odniesieniu do azotanów z błędem standardowym ok. 1,0 % oraz do wskaźnika BZT_5 z błędem standardowym ok. 0,5 %, w stosunku do stężeń obliczonych z procesem adsorpcji).

Stąd, dla potwierdzenia powyższych obliczeń oraz wynikających z nich wniosków, w publikacji (**15**) przedstawiłem wyniki bezwymiarowych stężeń (oraz ich redukcji jako błędy standardowe), w odniesieniu nie tylko do obliczeń numerycznych (patrz praca **14**), ale także w odniesieniu do wartości pomierzonych.

Przy czym pomierzone wartości stężeń odnosiły się także do nowej i nie publikowanej wcześniej przeze mnie serii pomiarowej: **maj 1982r**.

W pracy (**15**) przedstawiłem ogólne równanie transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej, jako równanie bilansu masy z członami adwekcji, dyspersji, adsorpcji, fizyko-chemicznych i biologicznych reakcji oraz rozpadu promieniotwórczego.

Po odpowiednich uproszczeniach tego równania, przedstawiłem następnie cząstkowe 2D równania transportu zanieczyszczeń, w odniesieniu do uwzględnianych procesów.

W pracy (**15**) uwzględniłem w prezentowanych równaniach transportu uaktualnione i rzeczywiste parametry gruntowo – wodne oraz parametry adsorpcji, w odniesieniu do analizowanej nowej serii pomiarowej: **maj 1982r**. (jako nowa parametryzacja tych równań).

Wszystkie obliczenia numeryczne zostały wykonane w publikacji (**15**) na podstawie najnowszej wersji mojego zmodyfikowanego programu obliczeniowego „**PCCS – 2.1**".

W pracy tej przedstawiłem także graficzną prezentację uzyskanych obliczeń bezwymiarowych wartości stężeń, zarówno dla wybranych zanieczyszczeń jak i dla procesów zachodzących w warstwie wodonośnej.

Otrzymane w tej publikacji liczbowe wartości redukcji stężeń wybranych zanieczyszczeń (jako błędy standardowe) wynoszą odpowiednio:

- **dla procesu adsorpcji**: od 1,3 do 6,1 % (w stosunku do stężeń pomierzonych) oraz od 2,9 do 8,8 % (w stosunku do stężeń obliczonych), w odniesieniu do chlorków,

- **dla procesu adsorpcji**: od 5,6 do 9,5 % (w stosunku do stężeń pomierzonych) oraz od 14,1 do 19,3 % (w stosunku do stężeń obliczonych), w odniesieniu do siarczanów,

- **dla procesu adsorpcji i biodegradacji**: od 0,8 do 10,8 $^{o}/_{oo}$ (w stosunku do stężeń obliczonych), w odniesieniu do azotanów oraz od 2,0 do 4,7 $^{o}/_{oo}$ (w stosunku do stężeń obliczonych), w odniesieniu do wskaźnika BZT_5,

- **dla procesu adsorpcji i rozpadu promieniotwórczego**: od 1,8 do 4,0 % (w stosunku do stężeń obliczonych), w odniesieniu do wybranego z literatury radionuklidu.

Przedstawione w tej publikacji główne wnioski (na podstawie otrzymanych wyników obliczeń) potwierdzają także hierarchię ważności wybranych procesów, w odniesieniu do wartości redukcji stężeń zanieczyszczeń na skutek tych procesów.

Taka hierarchia ważności była także zauważalna we wcześniejszych moich publikacjach (**7**), (**8**), (**11**), (**12**) oraz (**14**), cytowanych w tym autoreferacie, jak również w innych nie cytowanych tutaj artykułach.

Z publikacji (**15**) wynika, że dla wszystkich prezentowanych zanieczyszczeń pomierzone wartości stężeń, dla rozpatrywanej nowej serii pomiarowej **maj 1982r**., są mniejsze od stężeń obliczonych w poszczególnych wybranych piezometrach.

Stwarza to tym samym pewien margines bezpieczeństwa dla prognozy i symulacji wartości stężeń obliczanych, w oparciu o prezentowane modele (równania) transportu zanieczyszczeń.

W przeciwnym przypadku wykorzystywanie prezentowanych modeli (równań) transportu, traktowanych jako praktyczne narzędzia inżynierskie, mogłoby być wątpliwe do obliczania (symulacji) wartości stężeń w przekrojach gruntowych.

Dodatkowo należy także zauważyć, że wszystkie pomierzone wartości stężeń zanieczyszczeń z prezentowanej, w pracy (**15**), nowej serii pomiarowej: **maj 1982r**. są większe, w porównaniu do analogicznych pomierzonych stężeń z wcześniejszej serii pomiarowej: **listopad 1981r**. (patrz publikacje **11** i **12**).

Może to świadczyć o stopniowym wyczerpywaniu się w czasie zdolności adsorpcyjnej prezentowanej piaszczystej warstwy wodonośnej (jako piaski drobnoziarniste) w odniesieniu do procesu adsorpcji, który powoduje największą redukcję wartości stężeń.

Ten fakt jest związany równocześnie ze zmniejszającymi się w czasie liczbowymi wartościami współczynników retardacji (R), które zależą od wartości stężeń dla płynących w wodzie gruntowej zanieczyszczeń (patrz publikacje **11** oraz **15**).

Można powiedzieć, że obliczane liczbowe wartości współczynników retardacji (R) będą się zbliżać stopniowo w czasie do wartości jeden ($R \cong 1{,}00$), w odniesieniu do całkowitego wyczerpania zdolności adsorpcyjnych, w rozpatrywanych ośrodków porowatych (patrz **równanie 10** w publikacji **15**).

Oznacza to równocześnie, że wartości parametru (S) (traktowanego jako masa zaadsorbowanych zanieczyszczeń na ziarnach gruntu odniesiona do masy rozpatrywanej próbki gruntu ośrodka porowatego) będą się stopniowo zbliżać do wartości zero ($S \cong 0$) (patrz **równanie 10** w publikacji **15**).

Wykorzystując praktyczną weryfikację wszystkich zaprezentowanych przeze mnie modeli transportu można generalnie stwierdzić, że proces adsorpcji ma największy wpływ na redukcję wartości stężeń zanieczyszczeń, w porównaniu do wszystkich pozostałych wybranych procesów.

Przy czym uwaga ta odnosi się zarówno do nieorganicznych jak i organicznych zanieczyszczeń płynących w strumieniu wody gruntowej.

Ta prawidłowość jest także generalnie potwierdzona w badaniach innych autorów, biorąc jednocześnie pod uwagę dużą różnorodność prezentowanych przez tych autorów modeli transportu.

W modelach tych autorzy uwzględniali szeroki zakres parametrów, dla dużej jednocześnie różnorodności płynących w gruncie zanieczyszczeń oraz dużej różnorodności warunków klimatyczno – gruntowych (temperaturowych).

Stąd często można zauważyć znaczne różnice w obliczonych wartościach redukcji stężeń zanieczyszczeń uzyskiwanych z moich modeli oraz z modeli innych badaczy.

Należy także podkreślić fakt bieżącego wykorzystywania przez studentów moich zmodyfikowanych wersji programów obliczeniowych („**PCCS – 1**", „**PCCS – 2**" oraz „**PCCS – 2.1**") na zajęciach dydaktycznych, do obliczania wartości stężeń zanieczyszczeń w wodzie gruntowej.

Obliczenia takie są wykonywane dla zadawanych przeze mnie na wstępie różnych parametrów gruntowych, hydraulicznych, dyspersji oraz różnych parametrów opisujących procesy zachodzące w wodzie gruntowej (jako człony źródłowe równań transportu zanieczyszczeń).

Obliczenia takie są wykonywane obecnie przez studentów, między innymi na ćwiczeniach projektowych prowadzonych przeze mnie z przedmiotu: "**Modelowanie transportu zanieczyszczeń w wodach**" na kierunku: **Inżynieria Środowiska**, specjalność: **Wodociągi i Kanalizacja** na studiach stacjonarnych (I - go stopnia) i niestacjonarnych (II - go stopnia) (patrz **punkt 5.3 autoreferatu** oraz **punkt III I** wykazu – jako plik: "**hab-3.pol.pdf**").

Dodatkowo studenci wykorzystują moje wspomniane powyżej komputerowe programy obliczeniowe w odniesieniu do fizycznego procesu adsorpcji zanieczyszczeń na złożach filtrów, wykorzystywanych w procesie uzdatniania wody pitnej. Między innymi obliczane są parametry procesu adsorpcji dla różnych złóż filtracyjnych oraz dla różnych zanieczyszczeń płynących przez te złoża.

Obliczenia takie są wykonywane obecnie przez studentów, między innymi na ćwiczeniach projektowych prowadzonych przeze mnie z przedmiotów: „**Ujęcia i urządzenia do uzdatniania wody**", „**Urządzenia do uzdatniania wody**" oraz „**Zaawansowane metody uzdatniania wody**" na kierunku: **Inżynieria Środowiska**, specjalność: **Wodociągi i Kanalizacja** na studiach stacjonarnych (I - go stopnia) oraz niestacjonarnych (II - go stopnia) (patrz **punkt 5.3 autoreferatu** oraz **punkt III I** wykazu – jako plik: "**hab-3.pol.pdf**").

Powyższe fakty można traktować także jako swoistą formę popularyzacji nauki, w odniesieniu do studentów jako przyszłych inżynierów (praktyków), którzy w przyszłości będą się zajmować zagadnieniami transportu zanieczyszczeń w wodach gruntowych w aspekcie określania ich czystości.

Główne wnioski końcowe wynikające z przedstawionego szczegółowego streszczenia prezentowanych w autoreferacie publikacji (1 – 15) (w wersji papierowej) lub („hab-7.1.pdf" – „hab-7.15.pdf") (w wersji elektronicznej)

Podsumowując powyższą charakterystykę wszystkich moich prezentowanych publikacji (**1 – 15**) (w wersji papierowej) lub („**hab-7.1.pdf**" – „**hab-7.15.pdf**") (w wersji elektronicznej) można stwierdzić, że przedstawiłem w nich własne oryginalne modele (równania) transportu nieorganicznych i organicznych zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej.

Co istotne modele te odnosiłem zarówno do wybranych ośrodków gruntowych strefy saturacji jak i do polskich (umiarkowanych) warunków klimatycznych (temperaturowych).

W modelach tych uwzględniałem także najważniejsze procesy jakie mogą zachodzić przy przepływie zanieczyszczeń w gruncie (jako odpowiednie człony równań transportu).

Procesy te w istotny, ale jednocześnie w różny sposób, decydują o wielkości redukcji stężeń tych zanieczyszczeń w poszczególnych przekrojach gruntowych.

Tym samym prezentowane modele mogą być podstawą dla określania (symulacji) przede wszystkim jakości (czystości) istniejących zasobów wód podziemnych strefy saturacji.

Stosowanie prezentowanych modeli nie powoduje jednocześnie konieczności wykorzystywania stosunkowo dużych nakładów finansowych (szczególnie w odniesieniu do kosztownych bezpośrednich badań terenowych jakości tych wód).

Ma to w szczególności praktyczne znaczenie dla obliczania na przykład zasięgu granic stref ochronnych zakładów przemysłowych, składowisk odpadów, zbiorników ścieków i osadów bytowo – gospodarczych z produkcji przemysłowej i rolniczej lub zasięgu projektowanych pośrednich stref ochronnych ujęć wód gruntowych.

Tym niemniej na podstawie prezentowanych modeli (równań) transportu zanieczyszczeń w wodzie gruntowej mogę stwierdzić, że istnieje ciągła potrzeba dalszego rozwijania badań w tym zakresie.

Odnosi się to szczególnie do aspektu tworzenia dalszych praktycznych modeli matematycznych, które przybliżają sukcesywnie złożony opis przepływu zanieczyszczeń w gruncie do warunków rzeczywistych.

Z jednej strony powyższa uwaga odnosi się do uwzględniania w tych modelach różnego rodzaju płynących w gruncie zanieczyszczeń (jako zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych) czy płynących w gruncie radionuklidów.

Z drugiej strony uwaga ta odnosi się również do uwzględniania w tych modelach różnego rodzaju gruntów (parametrów gruntowych), w powiązaniu jednocześnie z różnymi warunkami klimatycznymi (temperaturowymi), w których te grunty się znajdują.

Różne warunki klimatyczne (zależne od temperatury) wpływają bowiem każdorazowo na różne właściwości fizyko – chemiczne wody gruntowej oraz samego gruntu.

Wiąże się to jednocześnie z występowaniem (bądź nawet pomijaniem) różnych procesów oraz różnych parametrów opisujących te procesy, przy przepływie zanieczyszczeń w wodzie gruntowej.

Odmienne warunki klimatyczno – gruntowe decydują tym samym o różnym stopniu intensyfikacji występujących w gruncie procesów, w odniesieniu także do różnych rodzajów płynących zanieczyszczeń.

Przy czym, jak wykazałem w swoich badaniach, zmiana właściwości fizyko – chemicznych wody gruntowej odnosi się w szczególności do występującego w gruncie procesu biodegradacji/biologicznej denitryfikacji (patrz publikacja **12**).

Należy zauważyć, że dla różnych warunków klimatyczno – gruntowych możemy mieć do czynienia z tzw. „ujemnym" lub „dodatnim" naładowaniem naturalnych gruntów (*ang. „negative" or „positive" charging*) (jako tzw. faza stała – *ang. solid phase*).

Skutkuje to następnie „anionową" bądź „kationową" wymianą na styku grunt – płynące w wodzie gruntowej różnego rodzaju zanieczyszczenia (*ang. „anionic" or „cationic" exchange*) (patrz publikacje **11** oraz **12**).

Wpływa to tym samym w istotny sposób na obliczane wartości redukcji stężeń płynących zanieczyszczeń w rozpatrywanych obszarach gruntowych (zarówno na podstawie moich jak i licznych modeli literaturowych innych autorów).

Stąd wynika także trudność bezpośredniego porównywania otrzymywanych wartości stężeń zanieczyszczeń z moich modeli ze stężeniami otrzymywanymi z bardziej lub mniej podobnych modeli literaturowych.

Wszystkie te modele odnoszą się bowiem każdorazowo do innych specyficznych warunków klimatycznych (temperaturowych) oraz gruntowych.

Wiąże się to także z odnoszeniem tych wszystkich moich oraz literaturowych modeli do różnej, rozpatrywanej każdorazowo skali (długości) rozprzestrzeniania zanieczyszczeń.

Dla tych różnych skal (długości) rozprzestrzeniania mogą występować bowiem różne zmieniające się mikro lub makroskopowe niejednorodności gruntów (*ang. micro and macroscopic groundwater heterogeneities*).

Różne skale (długości) przyjmowanych obszarów rozprzestrzeniania płynących zanieczyszczeń powodują także każdorazowo konieczność określania tzw. geometrycznego podobieństwa zależnego od tych skal (długości).

Określenie tego podobieństwa pozwala dopiero na mniej lub bardzie dokładne porównywanie wyników badań, dla analizowanych w modelach obszarów rozprzestrzeniania (*ang. concentration plumes*).

Na trudności w bezpośrednim porównywaniu obliczanych wartości stężeń (z moich oraz z modeli literaturowych) mają także wpływ różniące się znacznie wartości liczbowe dużej ilości parametrów wchodzących do tych modeli (równań) transportu.

Parametry te oznaczane generalnie jako: **parametry gruntowe, adwekcji – dyspersji, sorpcji, reakcji chemicznych i biologicznych – biodegradacji/biologicznej denitryfikacji** czy **rozpadu promieniotwórczego** są także określane każdorazowo różnymi sposobami.

Sposoby te odnoszą się bowiem za każdym razem do różnorodnego i specyficznego przepływu zanieczyszczeń w warunkach laboratoryjnych (na modelach gruntowych) bądź w naturalnych obszarach gruntowych.

Pomijanie bądź uwzględnianie różnego rodzaju dodatnich lub ujemnych źródeł i upustów w analizowanych modelach (równaniach) na drodze przepływu zanieczyszczeń wpływa także na wartości obliczanych stężeń (patrz publikacja **15**).

Ten fakt wpływa również na trudności w bezpośrednim porównywaniu wyników badań na podstawie istniejących dotychczas modeli transportu, zarówno w krajowej jak i zagranicznej literaturze (cytowanej szeroko w moich publikacjach).

Stąd tym bardziej należy także podkreślić fakt, że wszystkie prezentowane przeze mnie modele transportu zanieczyszczeń zostały opracowane z myślą ich weryfikacji, a tym samym ich praktycznego zastosowania.

Ta weryfikacja odnosi się zarówno do konkretnych polskich umiarkowanych warunków klimatycznych (temperaturowych) jak i do powiązanych z klimatem odpowiednich warunków gruntowych.

Przeprowadzona weryfikacja terenowa opracowanych przeze mnie modeli (równań) decyduje o możliwości ich praktycznego stosowania jako użytkowe (inżynierskie) narzędzia.

Wykorzystywanie tych narzędzi służy i będzie służyć przede wszystkim do kontroli, a tym samym do ewentualnej konieczności poprawy jakości zasobów wód podziemnych (w odniesieniu głównie do już istniejących bądź potencjalnych źródeł ujmowania wody pitnej).

Tym samym opracowane przeze mnie modele, jako matematyczne narzędzia służące do obliczania wartości stężeń, mogą się przyczyniać w istotny sposób do ochrony naturalnego środowiska wodnego w Polsce.

Przy czym godne podkreślenia jest to, że zgodnie z zalecaną ostatnio przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego tendencją, wszystkie opracowane przeze mnie modele odnosiłem w praktyce do lokalnych wód gruntowych, występujących w regionie **szczecińskim** i **koszalińskim** (jako **Województwo Zachodniopomorskie**).

Odnosi się to tym samym do specyficznych właściwości (parametrów) fizyko – chemicznych tych wód, w analizowanych regionach, wynikających głównie z uwarunkowań klimatycznych (temperaturowych).

Na podkreślenie zasługują również sprawdzone, na podstawie weryfikacji terenowej, moje własne oryginalne i modyfikowane w dalszym ciągu programy obliczeniowe (pod ogólną nazwą „**PCCS**"), dla określania wartości stężeń oraz ich redukcji.

Programy te pozwalają na uwzględnianie (bądź pomijanie) w modelach transportu różnych rodzajów procesów (parametrów opisujących te procesy), jakie mogą zachodzić przy przepływie zanieczyszczeń w strumieniu wody gruntowej.

Ważny jest również mój udział w licznych pracach badawczych (ekspertyzach) zastosowanych w praktyce, w których wykorzystywałem opracowane modele (programy obliczeniowe).

Prace te znajdują się w zestawieniu ważniejszych prac badawczych (ekspertyz) habilitanta (**patrz punkt II F** wykazu – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**") oraz w **dodatkowym załączniku 6** (jako plik: „**hab-6.pdf**", **pozycje 1 – 7**).

Stąd w posumowaniu końcowym można powiedzieć, że wszystkie opracowane przeze mnie modele (równania), prezentowane w cytowanych publikacjach autoreferatu, mogą stanowić pewien wkład i praktyczne uzupełnienie w odniesieniu do innych istniejących dotychczasowych modeli literaturowych.

Opracowane przeze mnie modele mogą być wykorzystywane do obliczania wartości stężeń oraz ich redukcji dla zanieczyszczeń płynących w wodach gruntowych.

Można także powiedzieć, że modele te mogą być odnoszone do dziedziny **Nauki Techniczne** oraz do dyscypliny naukowej **Inżynieria Środowiska**, ze szczególnym ich odnoszeniem do szeroko pojętych **nauk hydrogeologicznych**.

Na podkreślenie zasługują również moje badania naukowe obejmujące także zależne od czasu modele (równania) transportu zanieczyszczeń (z kinetycznym opisem członu sorpcyjnego $\partial S / \partial t$ w tych modelach) wraz z ich praktycznymi rozwiązaniami.

Modele takie umożliwiają między innymi określanie tzw. czaso – przestrzennych profili stężeń zanieczyszczeń w poszczególnych przekrojach, dla analizowanych obszarów gruntowych.

Jak podałem wcześniej takie profile stężeń, jako funkcje $C = f(t)$ dla poszczególnych przekrojów gruntowych (po osi x), nazywane są w literaturze krzywymi „przełamania" (*ang. breakthrough curves – BTCs*).

Krzywe te są określane w praktyce najczęściej na podstawie złożonych, długotrwałych oraz czasochłonnych badań laboratoryjnych, szczególnie w odniesieniu do badań terenowych.

Generalnie można powiedzieć, że takie długotrwałe badania utrudniają szybkość określania niezbędnych parametrów występujących w modelach transportu z uwzględnieniem kinetyki sorpcji.

Tym samym takie długotrwałe badania utrudniają szybkość obliczeń stężeń zanieczyszczeń, na podstawie takich modeli (w porównaniu do modeli uwzględniających statykę procesu sorpcji).

Przykładem takiego modelu transportu zanieczyszczeń w gruncie z kinetycznym opisem członu sorpcyjnego ($\partial S / \partial t \neq 0$) jest przedstawiona i cytowana w powyższym autoreferacie moja publikacja **13**.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

5.1 Działalność naukowo – badawcza prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych (1974 – 1981)

Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych w latach (**1974 – 1976**) byłem zatrudniony początkowo jako asystent stażysta (**1974r.**) a następnie jako asystent (**1976r.**) w Zakładzie Budownictwa Wodnego Instytutu Inżynierii Wodnej na Wydziale Budownictwa i Architektury ówczesnej Politechniki Szczecińskiej.

W latach (**1977 – 1981**) zostałem zatrudniony jako asystent w Zakładzie Mechaniki Płynów i Urządzeń Sanitarnych Instytutu Inżynierii Wodnej.

Stąd, biorąc pod uwagę odmienną tematykę badań naukowych oraz naukowo – badawczych prowadzonych w wymienionych powyżej Zakładach moje zainteresowania naukowe były ukierunkowane również w tym okresie (**1974 – 1981**) na dwie odmienne grupy zagadnień, odpowiednio jako:

– badania hydrauliczne związane z przepływami różnego rodzaju zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych, ze szczególnym uwzględnieniem modeli matematycznych opisujących procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne, które kształtują jakość wód w rzekach i zbiornikach,

– badania hydrauliczne związane z problemami rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodach podziemnych w strefie saturacji, ze szczególnym uwzględnieniem modeli matematycznych opisujących to rozprzestrzenianie oraz przy uwzględnianiu w tych modelach procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych jakie mogą zachodzić w gruncie.

W moich początkowych badaniach naukowych, w obu wymienionych powyżej grupach zagadnień, wiodący udział brał prof. dr hab. inż. Jerzy Boczar, który był także osobą udzielającą mi cennych pierwszych wskazówek merytorycznych (szczególnie odnośnie zagadnień z drugiej grupy dotyczących wód podziemnych).

5.1.1 Działalność naukowa

Wynikiem moich badań naukowych w omawianym okresie (**1974 – 1981**) były moje dwie samodzielne publikacje naukowe oraz udział w ważnych dla regionu szczecińskiego pracach badawczych (ekspertyzach) prowadzonych i kierowanych przez prof. dr hab. inż. Jerzego Boczara.

W omawianym okresie (**1974 – 1981**) (przed doktoratem) byłem autorem następujących samodzielnych publikacji naukowych:

- **A. Aniszewski**: „**Analiza rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w wodzie gruntowej**". Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, Instytut Inżynierii Wodnej. Hydrauliczne i Geotechniczne Aspekty Ochrony Środowiska, Nr 103, 1978r., s. 5 – 17,

- **A. Aniszewski**: „**Analiza rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w wodzie gruntowej cz. 2**". Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, Instytut Inżynierii Wodnej. Badania Hydrauliczne (3), Nr 136, Szczecin, 1980r., s. 27 – 45.

5.1.2 Działalność badawcza

W omawianym okresie (**1974 – 1981**) (przed doktoratem) uczestniczyłem także w następujących pracach badawczych (ekspertyzach), w ramach wymienionych w **punkcie 5.1** dwóch grup zagadnień:

– J. Boczar, **A. Aniszewski**: „**Badania nad zmianą rozdziału wód w Dolnej Odrze i odkładaniem się rumowiska**" (z moim **35%** udziałem w tej pracy) [jako praca regionalna wykonywana w okresie (**1974 – 1975**), która została zakończona wdrożeniem przez Zarząd Gospodarki Wodnej i Melioracji w Szczecinie].

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na szczegółowym opracowywaniu koncepcji oraz założeń do modelu matematycznego rozdziału wód Odry a także udział w badaniach terenowych.

– J. Boczar, **A. Aniszewski**: „**Dobór rozwiązań inżynierskich zapewniających ograniczenia przenikania zanieczyszczeń wód podziemnych przez teren strefy ochronnej**" (z moim **60%** udziałem w tej pracy) [jako praca resortowa wykonywana w okresie (**1976 – 1980**), która została zakończona wdrożeniem przez resort przemysłu chemicznego]. Za pracę tą otrzymałem w **1981r**. nagrodę zespołową II-go stopnia Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki – patrz **punkt II K** wykazu – **załącznik 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**".

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowywaniu praktycznych wytycznych (algorytmów obliczeniowych) dotyczących stosunkowo prostych modeli matematycznych rozprzestrzeniania zanieczyszczeń stabilnych w wodach gruntowych (bez procesu adsorpcji).

– J. Boczar, **A. Aniszewski**: „**Modele matematyczne procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych kształtujących jakość wód w rzekach i zbiornikach**" (z moim **30%** udziałem w tej pracy) [praca rządowa w ramach programu: **PR-7.01.04** wykonywana w okresie (**1981 – 1985**), która została zakończona wdrożeniem przez **resort przemysłu chemicznego**]. Pracę tą kontynuowałem także po obronie pracy doktorskiej w **1981r**.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w badaniach terenowych na rzekach: Noteć, Wisła, Odra i Płonia oraz w zbiorniku Miedwie dla estymacji parametrów fizycznych, chemicznych i biologicznych modeli transportu zanieczyszczeń.

Zbiorcze zestawienie powyższych prac badawczych (ekspertyz) podałem w **punkcie II F** wykazu – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**" oraz w **dodatkowym załączniku 6** – jako plik: „**hab-6.pdf**", **pozycje 1 – 3**.

5.2 Działalność naukowo – badawcza prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w okresie (1981 – 2013)

5.2.1 Działalność naukowa

Po obronie pracy doktorskiej (**1981r.**) moje badania naukowe skoncentrowałem głównie na badaniach związanych z tematyką matematycznego modelowania transportu zanieczyszczeń w wodach gruntowych, przy uwzględnianiu różnorodnych procesów jakie mogą zachodzić przy tym transporcie.

Szczegółowy opis mojej działalności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora (**1981r.**) został przedstawiony w **autoreferacie – w punkcie 4c** – jako plik: „**hab-2.pol.pdf**" oraz w **punktach II E, II L** oraz **III B** wykazu opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki – **załącznik 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**".

5.2.2 Działalność badawcza

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych (**1981r.**) uczestniczyłem również w wielu pracach badawczych (ekspertyzach) ukierunkowanych, podobnie jak przed doktoratem, na dwie odmienne grupy zagadnień, odpowiednio jako:

– badania hydrauliczne związane z przepływami różnego rodzaju zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych ze szczególnym uwzględnieniem modeli matematycznych opisujących procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne, które kształtują jakość wód w rzekach i zbiornikach,

– badania hydrauliczne związane z problemami rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodach podziemnych w strefie saturacji ze szczególnym uwzględnieniem modeli matematycznych opisujących to rozprzestrzeniania oraz przy uwzględnianiu w tych modelach procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych jakie mogą zachodzić w gruncie.

Szczegółowy opis mojej działalności badawczej został przedstawiony w **punkcie II F** wykazu opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki – **załącznik 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**" oraz w **dodatkowym załączniku 6** – jako plik: „**hab-6.pdf**", **pozycje 3 – 7**.

5.3. Osiągnięcia dydaktyczne po obronie pracy doktorskiej w okresie (1981 – 2013)

Jeśli chodzi o moją działalność dydaktyczną to jest ona związana głównie z prowadzeniem przeze mnie wykładów oraz ćwiczeń projektowych na stacjonarnych i niestacjonarnych kierunkach studiów: **Budownictwo** (specjalność Urządzenia Sanitarne i Budownictwo Wodne) oraz **Inżynieria Środowiska** (specjalność Inżynieria Środowiska Wód i Gruntów oraz Wodociągi i Kanalizacje).

Między innymi prowadzę zajęcia z przedmiotów:

- „**Ujęcia i urządzenia do uzdatniania wody**",
- „**Urządzenia do uzdatniania wody**",
- „**Instalacje wodociągowo – kanalizacyjne, ciepłej wody i gazu**",
- „**Podstawy uzdatniania wody i oczyszczania ścieków**",
- „**Sieci i instalacje wodociągowo – kanalizacyjne, ciepłej wody i gazu**",
- „**Projektowanie instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych**",
- „**Zaawansowane metody uzdatniania wody**",
- „**Podstawy wodociągów i kanalizacji**",
- „**Modelowanie zanieczyszczeń w wodach**".

W ramach ćwiczeń projektowych na przedmiocie „**Modelowanie zanieczyszczeń w wodach**" studenci wykorzystują moje oryginalne wersje programów obliczeniowych do numerycznego obliczania wartości stężeń zanieczyszczeń w wodzie gruntowej.

Do tych obliczeń zadawane są różnorodne parametry gruntowe, hydrauliczne, dyspersji oraz parametry opisujące procesy jakie mogą zachodzić w gruncie (patrz **punkt III I** wykazu – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**").

Dodatkowo w ramach ćwiczeń projektowych na przedmiotach: „**Ujęcia i urządzenia do uzdatniania wody**", „**Urządzenia do uzdatniania wody**" oraz „**Zaawansowane metody uzdatniania wody**" studenci wykorzystują moje komputerowe programy w odniesieniu do fizycznego procesu adsorpcji zanieczyszczeń na złożach filtrów wykorzystywanych w uzdatnianiu wody pitnej. Między innymi obliczane są parametry procesu adsorpcji dla różnych złóż filtracyjnych oraz dla różnych zanieczyszczeń płynących przez te złoża (patrz **punkt III I** wykazu – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**").

W **2007 roku** współuczestniczyłem także przy opracowywaniu w **Katedrze Inżynierii Sanitarnej** zatwierdzonego programu nowych siatek na kierunku: **Inżynieria Środowiska** rozpoczynającego się od roku akademickiego **2008/2009** na **Wydziale Budownictwa i Architektury** dla studiów inżynierskich, dziennych (dla wybranych przedmiotów kierunkowych technicznych oraz wybranych przedmiotów specjalnościowych, obieralnych dla kierunku dyplomowania: **Wodociągi i Kanalizacja**) oraz dla studiów stacjonarnych II - go stopnia (dla wybranych przedmiotów specjalnościowych, obowiązkowych oraz wybranych przedmiotów specjalnościowych, obieralnych).

Dla tych przedmiotów opracowałem także, zatwierdzone przez **Radę Wydziału Budownictwa i Architektury ZUT**, szczegółowe programy wykładów oraz ćwiczeń audytoryjnych i projektowych.

W **2012 roku** współuczestniczyłem także w opracowaniu nowych planów studiów i programów kształcenia, w **Katedrze Inżynierii Sanitarnej ZUT**, wynikających z **Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego** na kierunku: **Inżynieria Środowiska** rozpoczynających się od roku akademickiego **2012/2013** na **Wydziale Budownictwa i Architektury** dla studiów inżynierskich, dziennych (dla wybranych przedmiotów kierunkowych technicznych oraz wybranych przedmiotów specjalnościowych, obieralnych dla kierunku dyplomowania: **Wodociągi i Kanalizacja**) oraz dla studiów stacjonarnych II - go stopnia (dla wybranych przedmiotów specjalnościowych, obowiązkowych oraz wybranych przedmiotów specjalnościowych, obieralnych).

Oprócz tego byłem w rozpatrywanym okresie (**1981 – 2013**) promotorem ponad **90 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich** na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych (eksternistycznych) na kierunkach: **Budownictwo** oraz **Inżynieria Środowiska**, specjalności: Urządzenia Sanitarne, Budownictwo Wodne, Instalacje Sanitarne oraz Inżynieria Środowiska Wód i Gruntów.

Przy czym **4 prace magisterskie miały charakter naukowo – badawczy** (pod kątem ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami zarówno od strony modelowania matematycznego, badań laboratoryjnych jak i od strony praktycznych rozwiązań – jako dobór urządzeń inżynierskich dla poprawy jakości analizowanych naturalnych wód gruntowych).

Jedna kierowana przeze mnie praca dyplomowa inżynierska o charakterze naukowo – badawczym została także obroniona na **College University w Århus** w Danii (w języku angielskim).

Opracowałem również w analizowanym okresie wiele koreferatów (recenzji) prac dyplomowych **inżynierskich** i **magisterskich** na podanych powyżej specjalnościach a także uczestniczyłem w wielu komisjach egzaminów prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich na **Wydziale Budownictwa i Architektury ZUT**.

5.4. Działalność organizacyjna po obronie pracy doktorskiej w okresie (1981 – 2013)

Jeśli chodzi o moją działalność organizacyjną w omawianym okresie to jest ona związana głównie z moim udziałem w wielu różnorodnych **komisjach** działających na **Wydziale Budownictwa i Architektury ZUT**.

Jestem między innymi:

- członkiem **Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej** na I rok studiów niestacjonarnych inżynierskich na kierunku: **Budownictwo**,
- członkiem **Komisji Wydziałowej ds. Ankietyzacji studentów** na kierunku: **Budownictwo** oraz **Inżynieria Środowiska**,
- wyznaczony przez Dziekana jako jeden z przedstawicieli na **Wydziale Budownictwa i Architektury** do kontaktów z grupami zagranicznych studentów z krajów zachodnich odwiedzających nasz Wydział (odnośnie prezentacji i promocji na kierunku: **Inżynieria Środowiska**).

Do roku **2011** byłem wyznaczony do obsady kadrowej na kierunku: **Inżynieria Środowiska** (studia stacjonarne i niestacjonarne) a obecnie jestem wyznaczony (od roku akad. **2012/2013**) do obsady kadrowej na kierunku: **Budownictwo** (studia stacjonarne i niestacjonarne).

5.5 Pozostałe osiągnięcia habilitanta

Pozostałe moje osiągnięcia zostały przedstawione szczegółowo w wykazie opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki [patrz odpowiednie punkty w **załączniku 3** – jako plik: „**hab-3.pol.pdf**" oraz w **dodatkowych załącznikach**: **4** (jako plik: „**hab-4.pdf**"), **5** (jako plik: „**hab-5.pdf**"), **6** (jako plik: „**hab-6.pdf**") i **7** (jako pliki: od „**hab-7.1.pdf**" do „**hab-7.15.pdf**")].

.....
Dr inż. Andrzej Aniszewski