

Kraków, 26 lipca 2024 r.

dr hab. inż. Bartłomiej Rzonca, prof. UJ

Zakład Hydrologii, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
Uniwersytet Jagielloński

ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków
tel.: +48-12-664-52-73, e-mail: b.rzonca@uj.edu.pl

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ

PANI MGR INŻ. ALEKSANDRY CZUCHAJ

**p.t. „UWARUNKOWANIA DYNAMIKI SPŁYWU POWIERZCHNIOWEGO
W ŚWIETLE TERENOWYCH BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH”**

Przedstawiona do recenzji praca Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj pt. *Uwarunkowania dynamiki spływu powierzchniowego w świetle terenowych badań eksperymentalnych* wykonana pod opieką naukową Pana prof. dr. hab. Marka Marciniaka i Pana dr. Mikołaja Majewskiego jest oparta na hydrologicznym eksperymencie polowym. Badania spływu powierzchniowego mają ogromne znaczenie – i to ich znaczenie wraz ze zmianami klimatu stale rośnie, zwłaszcza w kontekście zagrożeń na obszarach zurbanizowanych. Dlatego eksperymentalnych badań spływu prowadzonych jest na świecie bardzo wiele, nawet w szeregu ośrodków w Polsce prowadzone były lub są takie badania. Tematami tymi interesują się głównie hydrologi i geomorfolodzy. Wpisująca się w ten nurt badawczy analizowana praca oparta jest na ambitnym i ciekawie zaprojektowanym eksperymencie polowym. Jego przygotowanie i przeprowadzenie niewątpliwie kosztowało dużo wysiłku. Niestety moja ocena przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej jest negatywna, ale **moje zastrzeżenia i poważne wątpliwości dotyczą w przeważającej mierze właśnie samej pracy doktorskiej, a w zdecydowanie mniejszym stopniu eksperymentu, na którym została oparta.**

Uzasadniając negatywną ocenę rozprawy doktorskiej, skupiam się w poniższym tekście na zauważonych jej wadach.

Analizowana praca nie jest skonstruowana według typowego układu „wstęp–dane i metody–wyniki–dyskusja–wnioski”. Oczywiście, samo odstępstwo od tego układu nie musi być problemem, można pracę skonstruować inaczej. Jednak pewne elementy w pracy

naukowej są absolutnie niezbędne. W analizowanej pracy praktycznie brak jest opisu metod. Brak jest rozdziału poświęconego metodom, a mający go zastąpić opis poligonu badawczego i jego infrastruktury (*Projekt i wykonanie stanowiska do badań spływu powierzchniowego*), składają całkiem dobry, wielu spraw metodycznych nie wyjaśnia. Przykładowo w pracy nie wspomniano jak były mierzone wilgotność gleby czy wielkość infiltracji, a wyniki tych pomiarów – lub obliczeń, bo tego nie wiadomo – pojawiają się w pracy jako uzyskane wyniki. Jednak najbardziej w analizowanej pracy razi niemal całkowity brak dyskusji wyników, nawet nie w sensie braku osobnego rozdziału, ale w ogóle braku tych treści. Praca kończy się na opisie wyników, które podane są bez komentarzy dotyczących dokładności uzyskanych wyników i błędów zastosowanych metod, tak pomiarowych jak i obliczeniowych. Nie omówiono krytycznie reprezentatywności uzyskanych wyników. Nawet w niewielkim stopniu nie porównano uzyskanych wyników z wynikami innych autorów. Nie pokazano też żadnych konsekwencji uzyskanych wyników, nie przedstawiono żadnej interpretacji, żadnych spekulacji czy prognoz.

Za obszar badań w pracy przyjęto całą aglomerację poznańską, z uszczegółowieniem na miasto Poznań oraz z kolejnym uszczegółowieniem na zlewnię Różanego Potoku w północnej części miasta. Towarzyszy temu szczegółowy i rozbudowany opis i charakterystyka fizjograficzna tak rozumianego obszaru badań (18 stron plus 14 stron charakterystyki opadowej). Już samo zdefiniowanie obszaru badań w taki potrójny sposób musi budzić zdziwienie, ale oczywiście jest dopuszczalne, gdy na przykład jest potrzebne do jakichś rozbudowanych interpretacji wyników, na przykład modelowych, wykonanych w takich trzech skalach przestrzennych. (Tak się jednak nie dzieje.) Podstawowym pytaniem, jakie się nasuwa przy lekturze pracy jest, dlaczego w ogóle obszar badań został zdefiniowany w taki sposób. Dla czytelnika w miarę lektury staje się oczywiste, że prawdziwym obszarem badań, poligonem badawczym, jest zestaw poletek badawczych o nieznacznej powierzchni, położonych w północnej części Poznania, a wyniki tam uzyskane są rozpatrywane bez jakiegokolwiek przestrzennie szerszego kontekstu. Jasno wynika to na przykład z rozdziału *Wyniki badań*.

Na samym początku opisu obszaru badań (s. 22) Autorka deklaruje, że nachylenie stoku na stanowisku eksperymentalnym wynosi 6 stopni, i że jest to nachylenie reprezentatywne dla każdej skali uszczegółowienia obszaru badań. W żaden sposób nie wyjaśniono, co to znaczy, że jeden wybrany kąt nachylenia stoku jest akurat reprezentatywny dla całego obszaru miasta. W jaki sposób Autorka doszła do tego wniosku?

W *Posumowaniu* Autorka wraca do tej kwestii (s. 117), ale ponownie w żaden sposób nie uzasadnia swojej opinii o reprezentatywności wybranego nachylenia stoku, natomiast pojawia się nieco zaskakujące określenie *wystarczająco reprezentatywny*. Tym przytoczonym wzmiankom nie towarzyszy żadna próba odniesienia własnych obserwacji i wyników z poligonu badawczego do obszaru miasta. W pracy nie zawarto żadnych analizy i dyskusji, prognoz czy interpretacji, na przykład jak uzyskane w eksperymencie wyniki wpływają na zagrożenie obszaru miasta sływem wód opadowych i w konsekwencji powodziąmi miejskimi. Przypuszczam, że nie byłoby trudno to pokazać z rozbiciem na dzielnice np. w zależności od rzeźby terenu czy bardziej i mniej „zielonych” części miasta. Zatem jeśli celem przeprowadzonego eksperymentu miało być odniesienie uzyskanych wyników i ich interpretacja w skali obszaru miasta, to kwestia ta nie została w żaden sposób w pracy wyjaśniona ani zinterpretowana, praca nie została w ogóle poprowadzona w tym kierunku. Dlatego pozostaje zupełnie niezrozumiałe, dlaczego to cały Poznań został określony jako obszar badań, i w dodatku dlaczego ten obszar jest rozpatrywany aż w trzech różnych skalach przestrzennych. W efekcie cała duża część pracy doktorskiej, dotycząca obszaru badań, została w mojej ocenie napisana nie na temat.

W rozdziale *Projekt i wykonanie stanowiska do badań sływu powierzchniowego*, przy uzasadnieniu wyboru powierzchni pokrycia poletek doświadczalnych Autorka pisze (s. 54), że jako jedno z pokryć wybrano tak zwany czarny ugór (czyli powierzchnię gleby pozostawioną bez roślinności), który jest standardem w takich badaniach i że wyniki będą dzięki temu możliwe do porównania z wynikami innych autorów (z czym się zgadzam). Tymczasem porównań takich w pracy nie zawarto, a w rozdziale *Podsumowanie* pojawia się z kolei stwierdzenie, że tego typu porównania są trudne, bo uwzględnić by trzeba oprócz czasu trwania i natężenia opadu także wilgotność i uziarnienie gruntu, nachylenie stoku, długość i szerokość poletek eksperymentalnych, a także warunki topoklimatyczne (s. 119) i że żadnych publikacji ze zgodnością tych czynników w literaturze nie znaleziono. W efekcie Autorka nie zamieszcza w pracy porównań uzyskanych przez siebie wyników z wartościami literaturowymi. Jeśli uzyskane wyniki są nieporównywalne do wartości literaturowych i nie są w żaden sposób odnoszone do obszaru miasta, to trzeba zadać pytanie, w jakim właściwie celu był przeprowadzany eksperyment. Nawet jeśli przyjąć, że porównania sływu dla różnych warunków glebowych były zbyt skomplikowane, to dlaczego nawet sływ po asfalcie i kostce brukowej nie został w pracy porównany do danych literaturowych. Takich badań jest prowadzonych na świecie wiele i wiele jest publikacji na ten temat. W

publikacjach tych zresztą można zobaczyć, jak autorzy radzą sobie z problemem porównywania własnych wyników z wynikami eksperymentów prowadzonych w nieco odmiennych warunkach przez innych badaczy; nie jest to przecież nowy problem. Główną częścią pracy naukowej na te tematy jest właśnie silnie rozbudowana dyskusja takich spraw. Sam opis eksperymentu i jego wyników nie ma, moim zdaniem, cech pracy naukowej. Jest to raczej raport techniczny. (Podobnie wygląda to w przypadku każdych innych badań, nie tylko eksperymentalnych, ale terenowych czy laboratoryjnych.) Właśnie dopiero dyskusja pokazująca uzyskane wyniki w odpowiednim kontekście, naświetlająca ich wiarygodność oraz niepewność i błędy, pokazująca rozrzut populacji wyników cząstkowych i cechy ich rozkładu, drobiazgowo i krytycznie analizująca reprezentatywność uzyskanych wyników, ich zgodność lub niezgodność z wynikami innych autorów oraz, wreszcie, pokazująca możliwe interpretacje i konsekwencje tych wyników, wnosi do pracy walor naukowości. Dlatego właśnie całkowity brak jakiegokolwiek warstwy dyskusyjnej i interpretacyjnej uważam za dyskwalifikujący dla analizowanej pracy.

Jak wspomniałem powyżej, całkowitemu niemal brakowi dyskusji towarzyszy bardzo niejasne i nieprecyzyjne określenie znacznej części metod badawczych. To także jest moim zdaniem bardzo istotnym, trudnym do zaakceptowania, mankamentem analizowanej pracy. Szczególnie w przypadku pracy eksperymentalnej jest ważne, aby uzyskane wyniki miały walor powtarzalności i sprawdzalności, a więc wszystkie metody badawcze i obliczeniowe powinny być opisane w bardzo klarowny sposób, z bogatymi odwołaniami do literatury.

Mam też szereg innych poważnych, aczkolwiek bardziej szczegółowych zastrzeżeń.

Spływ powierzchniowy wód opadowych tylko z pozoru jest procesem prostym do zrozumienia i opisu matematycznego. W rzeczywistości wpływa na niego między innymi charakter, czas trwania i suma opadu, nachylenie, długość i morfologia stoku, wilgotność początkowa zlewni, wypełnienie pojemności detencyjnej terenu oraz pokrycie i użytkowanie terenu. Wiele czynników wpływa na to, że część wody odparowuje (zarówno przed jak i po zetknięciu się z powierzchnią terenu), część zostaje pobrana przez rośliny (co wliczamy do parowania), część infiltruje, część zostaje zretencjonowana w różnych formach umownie podzielonych na intercepcję i detencję (z czego później część odparowuje, a część może

spływać po powierzchni lub infiltrować) i dopiero pozostała część przekształca się w spływ powierzchniowy. Oczywiście prowadząc badania eksperymentalne na odpowiednio urządzonych poletkach można wyłączyć wpływ części czynników. Jednak to wyłączenie polega na ustaleniu niezmiennej wartości tych czynników, a nie na wyeliminowaniu ich wpływu, co jest niemożliwe. Dlaczego więc w pracy nie zawarto żadnej analizy czynników wpływających na wynik, nawet tak podstawowych, jak nachylenie stoku i długość stoku (poletek)? Nie zawarto żadnych rozważań, jak przyjęte wytyczne do konstrukcji poletek wpływają na uzyskane wyniki – ani w momencie opisywania założeń do konstrukcji poligonu badawczego, ani przy omawianiu samych wyników. Koniecznie należało się zastanowić choćby nad tym, jak na wyniki wpłynęła arbitralnie przecież ustalona długość poletek. Skąd było wiadomo, że należy zbudować poletka 20. metrowe, a nie na przykład 30. metrowe. Przecież tego właśnie nie wiadomo. W znanych mi eksperymentach tego typu niemal zawsze urządzano poletka o kilku długościach, aby od razu pokazać wpływ czynnika długości stoku, na którym formuje się spływ powierzchniowy (na przykład 4 rodzaje pokrycia terenu razy 3 długości poletek). Oczywiście, można z tego zrezygnować, ale wtedy tym bardziej trzeba dokładnie się zastanowić jaką długość poletek zastosować i szczegółowo uzasadnić swoją decyzję w tekście rozprawy.

To, co napisała Autorka uzasadniając nieporównywalność własnych wyników z wynikami innych autorów, iż „*Na spływ powierzchniowy wpływa nie tylko czas trwania i natężenie opadu, ale też wilgotność gruntu i jego uziarnienie, a także nachylenie stoku, długość i szerokość poletek testowych, a nawet warunki topoklimatyczne stanowisk badawczych*” (s. 119) jest właściwie gotową listą czynników wpływających na wynik eksperymentu, w większości niezbadanych ani nieprzedyskutowanych przez Autorkę.

Słaby i nieprecyzyjny opis metod badawczych powoduje, że czytelnik nie wie, co to w istocie są „warunki wilgotne” w eksperymencie. Z tekstu (s. 64) oraz tabel 6.1 i 6.2 wynika, że eksperymenty przeprowadzano parami, symulując warunki wilgotne zawsze po suchych. Nie jest to jednoznacznie określone, ale prawdopodobnie oznacza, że poletko było uznawane za „wilgotne” wskutek wcześniejszego eksperymentu w warunkach suchych (zwykle eksperymenty z danej pary prowadzono w tym samym dniu, ale w jednym przypadku w dniach następujących po sobie). Oznaczałoby to, że w zależności od eksperymentu, warunki „wilgotne” były skutkiem wcześniejszego nawilżania opadem o sumie od 24 do 70 mm, i to opadem zadawanym w różnym czasie i z różną intensywnością. Byłby to poważny mankament metodyczny, bo zupełnie inaczej będzie funkcjonować

powierzchnia, na którą wcześniej spadło 24 mm deszczu, a inaczej, gdy tego opadu było prawie trzykrotnie więcej (70 mm). Warunki te byłyby zupełnie nieporównywalne, a jednak w pracy są określane po prostu jako warunki „wilgotne”, bez dalszych informacji. W efekcie, o ile moje domysły są słuszne, wyniki wszystkich eksperymentów w warunkach wilgotnych powinny być odrzucone jako nieporównywalne czyli wadliwe (lub powinny być powtórzone). Dodatkowym istotnym mankamentem pracy jest to, że czytelnik tak naprawdę nie wie jak przeprowadzono ten eksperyment, i czy powyższe zastrzeżenia są w ogóle zasadne.

Każdy eksperyment był wykonywany tylko jeden raz, bez powtórzeń. Trudno tu zatem o kontrolę błędów przypadkowych, a ponieważ nie ma dyskusji wyników, czytelnik nie wie, czy Autorka w ogóle rozważyła możliwość ich występowania, i jak się ewentualnie zabezpieczyła przed nimi. Błędy odczytu urządzeń, błędy zapisu (np. błędy literowe, czy tzw. „czeski błąd”), lub nagłe sytuacje terenowe mogą się zdarzyć każdemu, i dlatego wskazany jest tu krytycyzm i kontrola. Nawet zbytnio nie fantazując potrafię sobie wyobrazić, że podczas jednego eksperymentu powiał nagle krótkotrwały wiatr i „zdmuchnął” chmurę rozpylonej wody znad poletek, czego prowadzący eksperyment nie zauważył, bo akurat w tym czasie przebywał w toalecie. To tylko prosty przykład (oczywiście wymyślony) możliwości powstania błędu przypadkowego silnie wpływającego na wynik eksperymentu. Jednorazowe przeprowadzanie jakiegokolwiek pomiaru czy eksperymentu jest ryzykowne. Gdyby na przykład każdy pomiar/eksperyment powtórzono 3 razy, to elementarna analiza rozrzutu wyników (np. przez obliczenie błędów względnych) pomogłaby wyeliminować wyniki (przypadki) obciążone błędami przypadkowymi, a do dalszych rozważań można byłoby użyć na przykład średnich arytmetycznych obliczonych z pozostałych wyników cząstkowych.

Wydaje mi się, że Autorka zbyt optymistycznie przyjęła, że ilość wody wpompowanej do zraszaczy może być bezpośrednio przeliczana na sumę opadu. Na rycinie 6.4 (s. 75), fotografia B, widać mokry chodnik po lewej stronie fotografii, poza obszarem poligonu badawczego, co bezpośrednio wynika z działania zraszaczy. Na dalszym planie (po lewej stronie) wyraźnie widać granicę chodnika mokrego i suchego. Zresztą dziwne byłoby, gdyby rozpylana w powietrze woda trafiała idealnie tylko na obszar poletek, a nie była częściowo przenoszona na otoczenie. Opad mierzony deszczomierzem różni się od opadu obliczonego ze zużycia wody (s. 82 oraz tab. 7.1 na s. 83), co Autorka zauważa, ale nie

analizuje bliżej przyczyn tego problemu. Jeśli opad obserwowany jest niższy, Autorka uważa, że jest to skutkiem parowania kropel wody między zraszaczem a deszczomierzem (co niewątpliwie jest jedną z przyczyn), ale jednocześnie Autorka nawet nie wspomina o możliwości zraszania terenu otaczającego jako o kolejnym źródle błędu. W wielu przypadkach opad obserwowany był wyższy niż obliczony ze zużycia wody (tab. 7.1), i to pomimo wspomnianych strat na rozpylanie wody poza obszar poletek badawczych. Może problem tkwi w reprezentatywności pomiarów deszczomierzem, co zresztą Autorka wydaje się sugerować wtrącając do tekstu uwagę o równomierności zadeszczania poletek (s. 82). Dziwi tu fakt, że opad był kontrolowany tylko jednym deszczomierzem, i to standardowym, umieszczonym 1 m nad gruntem, co widać na fotografii na s. 72. Chyba o wiele lepiej byłoby zastosować przynajmniej kilka deszczomierzy, i to z powierzchniami chwytymi umieszczonymi tuż nad powierzchnią gruntu. W każdym razie do dalszych rozważań bilansowych Autorka przyjęła sumy opadu obliczone na podstawie zużycia wody (s. 82), a więc, moim zdaniem, wartości obciążone znaczącym błędem wynikającym choćby z rozrzutu wody poza poletka eksperymentalne. Kontrolne wartości z deszczomierza zostały, jak rozumiem, pominięte w dalszej części pracy.

Nieprzekonujące jest dla mnie wyznaczenie części elementów bilansu wodnego. Moje wątpliwości zaczynają się od uproszczonego równania bilansu poletek doświadczalnych (równanie 5.2 na s. 57), z którego wyeliminowano zmianę retencji. W efekcie po stronie przychodu mamy opad, a po stronie rozchodu parowanie, spływ powierzchniowy i infiltrację. Tymczasem nawet w eksperymentach poletkowych konieczne wydaje się uwzględnienie retencji na powierzchni poletek, w formie intercepcji na roślinach i na powierzchni bruku i asfaltu, i w formie detencji (która na pewno wystąpiła co najmniej na poletku pokrytym trawą). Przecież gołym okiem widać, że po eksperymencie trawa pozostawała mokra, mokre były bruk i asfalt. Zwilżenie tych powierzchni to wymierne straty wody opadowej, całkowicie odrębne od parowania, infiltracji czy spływu. Nieuwzględnienie tych strat stawia pod znakiem zapytania wiarygodność późniejszych dalszych rozważań.

W zakresie składowych bilansu wodnego największe zastrzeżenia, oprócz wielkości opadu, mam do wyznaczenia sum parowania oraz wielkości infiltracji.

Proces parowania został umownie podzielony na E1 – parowanie kropel na drodze do powierzchni terenu i E2 – parowanie z poletek testowych. Dla wszystkich eksperymentów i dla wszystkich poletek te wartości zostały określone przez analogie: E1 do parowania znad powierzchni asfaltowej i E2 – do parowania znad powierzchni trawiastej

(tekst na s. 84 oraz tab. 7.2). Tak określono parowanie z czterech zupełnie różnych powierzchni testowych (asfalt, kostka brukowa, trawa, ugór) – na podstawie (E1) parowania nad powierzchnią asfaltową oraz (E2) parowania wody spływającej po powierzchni trawiastej. Uzasadnienie jest krótkie, mało przekonujące i całkowicie pozbawione odwołań do literatury naukowej. W pracy przyjęto zatem raczej oszacowanie parowania oparte na dość daleko idących założeniach o występowaniu analogii – założeniach nie wiadomo na ile prawdziwych. Szczególnie założenie, że parowanie wody spływającej po trawiastej łące można uznać za identyczne np. z parowaniem wody spływającej po asfalcie, jest, moim zdaniem, znacznym nadużyciem. Ponadto, jak wynika z niejasnego dla mnie wyjaśnienia, wielkość parowania E2 przyjęto za automatyczną stacją pogodową, która podaje ekwiwalent dla trawiastego stoku. Przynajmniej tak zrozumiałem sformułowanie „jako wskazówką posłużono się”, s. 84, ale nie wiem czy to oznacza ściśle przyjęcie do dalszych rozważań konkretnych wartości generowanych przez automat? W każdym razie trudno przyjąć te dane za wiarygodne dane ilościowe. Nie rozumiem także skąd uzyskano wartości E1, czy są one obliczone z własnego eksperymentu, z bilansu wodnego dla asfaltu? Jeśli tak, to te dane „ukrywają w sobie” wszystkie inne straty, m.in. te, o których wspomniano powyżej. Zawodzi opis metody uzyskania jednych z najważniejszych danych w pracy, dla mnie przynajmniej jest niezrozumiały. Kolejne pytanie: jeśli wartości E1 są obliczone z bilansu wodnego (nie wiem czy tak jest), to jak można używać tych danych jako składowych bilansu do dalszego obliczania innych wielkości (np. infiltracji). Autorka nie wyjaśniła czytelnikowi tej wielopiętrowej konstrukcji logicznej, która być może ma sens. Moim zdaniem używanie w tym przypadku konkretnych wartości parowania, wyrażonych w mm (różnych dla każdego eksperymentu), wprowadza czytelnika w błąd, bo wprost sugeruje, że są to wielkości precyzyjnie pomierzone czy wyliczone osobno dla każdego typu pokrycia terenu. Jeszcze bardziej niewłaściwe wydaje mi się używanie następnie tych wartości liczbowych (jako danych ilościowych) do jakichkolwiek dalszych obliczeń.

Problemów z określeniem parowania w pracy jest zresztą więcej, większych i mniejszych. Na przykład na s. 84 znalazło się stwierdzenie *Parowanie kropeł wody w powietrzu E1 jest stałe na całym stanowisku, ponieważ nie zależy od typu pokrycia powierzchni poletka testowego. Z całą pewnością parowanie nie jest „stałe”, skoro dysze są na różnych wysokościach nad terenem, od 0,50 do 2,50 m (ryc. 5.1), a więc różnice odległości dysz od powierzchni terenu i tym samym różnice drogi jaką mają do przebycia krople sięgają 500%; naprawdę nie wierzę, że nie przekłada się to na różnice w wielkości parowania. Być może Autorka miała tutaj na myśli, że parowanie E1 jest takie samo na*

każdym z poletek, niezależnie od pokrycia. To też wzbudza mój sprzeciw, bo jest to absolutnie gołosłowne stwierdzenie, niepoparte żadnymi argumentami ani – przede wszystkim – literaturą naukową. A jest to ważne założenie, na którym opiera się określenie wielkości parowania w eksperymencie.

Zupełnie nie rozumiem, dlaczego w tabelach 7.4 i 7.5 przyjęto stałe parowanie całkowite takie samo dla powierzchni asfaltowej, jak dla powierzchni trawiastej, dla powierzchni pokrytej kostką i dla ugoru, aby następnie podać wartości parowania uśrednione (nie wiadomo jak uśrednione) inne dla każdej z tych powierzchni (tabela 7.6).

W sekcji poświęconej parowaniu wydaje się także konieczne dodanie ogólnego zastrzeżenia (dyskusji), że parowanie podczas badań eksperymentalnych polegających na rozpylaniu wody nad niewielkim obszarem testowym w suchym, rozgrzanym powietrzu zasadniczo się różni od parowania kropel naturalnego deszczu podczas np. wielkoskalowych opadów, gdy wilgotność powietrza jest bliska 100%. (Nawiasem mówiąc nigdzie nie znalazłem informacji o wilgotności powietrza w dniach prowadzenia eksperymentu, brak jest tej superważnej informacji, np. w tab. 6.1.) Podczas naturalnych opadów prawdopodobnie wielkość składowej parowania E1 jest znikomo mała. Wartość E2 też jest niewątpliwie inna niż przy generowanym sztucznie opadzie. Ustalony eksperymentalnie bilans wodny nie odpowiada więc (co najmniej w zakresie wielkości parowania) warunkom naturalnym, co szczególnie zasługuje na dyskusję czy komentarz jeśli wynik eksperymentu miałby mieć praktyczne znaczenie.

W rozdziale *Wyniki* Autorka pisze, że wilgotność gruntu była mierzona na różnych głębokościach (s. 85–86); ale nie jest podana metoda tych pomiarów. Z lakonicznej wzmianki zawartej w pracy czytelnik nie dowie się, jak mierzono wilgotność gleby, czy był to stały monitoring, czy doraźny pomiar, czy za każdym razem wykopywano nową odkrywkę, czy mierzono w jednej stałej odkrywce, a może mierzono sprzętem bez wykonywania odkrywki. Czytelnik nie wie ile było pomiarów i jak ich wyniki porównywano i uśredniano (bo przecież chyba nie były to pojedyncze jednorazowe pomiary?). Nie wiemy jakie urządzenie pomiarowe zastosowano, a to też może mieć znaczenie dla interpretacji wyników. Wreszcie sprawa banalna, a przy tym najbardziej podstawowa: ponieważ naprawdę nic o tych pomiarach nie wiadomo, czytelnik nie może się zorientować w jakich jednostkach podany jest wynik (a nie jest to napisane). Wyrażona w procentach „wilgotność gleby” może bowiem oznaczać co najmniej trzy całkiem różne rzeczy. (1) Może oznaczać masę wody zawartej w glebie podzieloną przez masę świeżej (wilgotnej) próbki. (2)

Alternatywnie może wyrażać masę wody zawartej w glebie, ale podzieloną przez masę suchej gleby; jest to standardowy sposób wyrażania wilgotności gleby przez gleboznawców; łatwo tu uzyskać wartości znacznie powyżej 100%, co w pierwszej chwili budzi zdziwienie. (3) Wreszcie wilgotność gleby jest też często podawana w odniesieniu do wysycenia porowatości gleby – jaka część przestrzeni porowej gleby jest nasycona wodą; innymi słowy wilgotność gleby jest tu podawana jako procent wilgotności maksymalnej danej próbki. Ten ostatni, wydawałoby się dziwny sposób definiowania procentowej wilgotności gleby jest standardem w wielu badaniach, na przykład osobiście używam urządzeń monitorujących wilgotność gleby, które są właśnie wykalibrowane w tej jednostce. Dlatego wynik typu „20% wilgotności gleby” naprawdę jest niejednoznaczny bez definicji, a zwłaszcza bez opisu metody i podania wzoru.

Do pomiarów wilgotności gleby mam też inne zastrzeżenie. Za warunki suche uznawano grunt bez opadu sztucznego ani naturalnego przez 24 godziny (s. 64). Czy 24 godziny bez opadu wystarczy dla osuszenia gruntu na głębokości 50 cm? Moim zdaniem nie wystarczy. Mam wątpliwości czy nawet powierzchniowa warstwa gruntu ulega osuszeniu w takim czasie. A więc uznanie, że okres 24 godzin bez opadu oznacza coś w rodzaju standaryzacji warunków i uzyskanie warunków suchych glebowo jest mało wiarygodny. Właściwości gleby, która 25 godzin wcześniej przyjęła duży opad będą inne niż gleby pozbawionej opadu od 15 dni. Tymczasem w ocenianej pracy obie te sytuacje są takie same, bo spełniają 24. godzinne kryterium warunków suchych. (A co z osadami atmosferycznymi – czy uwzględniono np. zjawisko rosy?). Ponadto w pracy nie zdefiniowano, co właściwie znaczą te „warunki suche” dla gleby, jaka jest definicja tego stanu, bo moim zdaniem na głębokości 50 cm trudno w ogóle mówić o całkowitym wysuszeniu gleby (chyba że jest to piasek luźny na wydmię).

Lektura sekcji poświęconej określeniu wielkości infiltracji także przynosi elementarne problemy. Sekcja ta jest zupełnie pozbawiona opisu metodycznego. Nie wiadomo, skąd Autorka bierze wartości liczbowe (dane ilościowe), oraz szereg obserwacji jakościowych. Poczynając od podstawowej kwestii: nie wiadomo skąd pochodzą dane o wielkości infiltracji. Czy są to wielkości obliczane z bilansu wodnego jako różnica opadu i spływu i parowania? Jeśli wartość opadu obarczona jest znaczną niepewnością, a wielkość parowania przyjęto na podstawie pewnego oszacowania (obie te kwestie rozwinąłem powyżej), a do tego dochodzą inne, znaczące straty wody (np. rozbryzg kropel poza poletko, intercepcja, być może detencja) najprawdopodobniej nieuwzględnione przez Autorkę, to ile

są warte informacje podawane przez Autorkę, że na przykład infiltracja wynosi w pewnym przypadku 4,4 mm? Czy oznacza to, że do tej podanej infiltracji wliczono inne straty, np. wodę uwięzioną w zakamarkach źdźbeł trawy (czyli podlegającą intercepcji)? Takie wyznaczenie infiltracji uważam za ogromnie niedokładne, zwłaszcza, gdy nie towarzyszy temu ani opis metody ani żadna dyskusja. Może zresztą te wartości infiltracji uzyskano inaczej, bardziej wiarygodnie? Niestety czytelnik także tutaj jest skazany na domysły.

Nie wiadomo także, jaką metodą sprawdzano wystąpienie procesu infiltracji. Czy stwierdzenia w rodzaju „*infiltracji nie obserwowano*” (s. 87) są oparte na pomiarach lub obserwacjach (i jaką metodą prowadzonych), czy są to jedynie domysły? Skąd wiadomo, że czasem „*dochodzi do wysycenia pojemności infiltracyjnej [...] podłoża*” (s. 87) pod kostką brukową? To chyba tylko domysł Autorki, podany jednak jak potwierdzona prawda – chyba że zostało to dokładnie zbadane, ale tego czytelnik nie wie. Czytelnik ma prawo też wątpić, czy infiltracja przez kostkę brukową może być tak duża, żeby faktycznie doszło do wysycenia wodą piaszczystego podłoża tej kostki. Naprawdę trudno w to uwierzyć – ale jeśli tak jest i jeśli zostało to udokumentowane, to jest to ciekawa obserwacja, a nawet cenne osiągnięcie, więc dlaczego Autorka tego nie opisuje?

Na s. 103 opisany jest „*moment inicjacji spływu powierzchniowego*” rozumianego jako czas, wyrażony w minutach. Analiza jest dość szczegółowa, ale utrzymana cały czas na poziomie analizy czasu. A przecież ten czas jest najprawdopodobniej tylko funkcją sumy progowej opadu, po przekroczeniu której dochodzi do wystąpienia spływu. Symulacja opadu o stałym natężeniu daje możliwość bardzo łatwego pokazania interpretacji właśnie tej sumy progowej – ale w pracy czytelnik tego nie odnajduje. Byłoby to bardzo cenne z praktycznego punktu widzenia (choć raczej nie nowe; jest szereg prac na ten temat, nawet z naszego ośrodka, np. liczne prace Jolanty Święchowicz).

Wobec opisanych powyżej poważnych wątpliwości niestety nie mogę pozytywnie ocenić rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj.

Na koniec chciałbym dodać, że analizowana praca prezentuje naprawdę bardzo wysoki poziom językowy. Nie zauważyłem żadnego błędu stylistycznego ani nawet niezręczności językowej, co jest absolutną rzadkością. Także graficzna strona rozprawy zasługuje na pochwałę.

Konkluzja. Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj, jak każda recenzja, wymaga odpowiedzi na ustawowe pytania:

1. Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie lub dyscyplinach?

Moim zdaniem nie. Interpretacja przeprowadzonego eksperymentu polowego i prezentacja tych wyników w pracy doktorskiej posiada szereg poważnych mankamentów, omówionych w powyższym tekście recenzji.

2. Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora?

W mojej ocenie nie wykazuje. W zakres prowadzenia pracy naukowej wchodzi umiejętność stworzenia pisemnej pracy naukowej o odpowiednich elementach, a tego waloru w znacznym stopniu brakuje przedstawionej do oceny pracy doktorskiej.

3. Czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne?

Moim zdaniem nie. Sam eksperyment naukowy oceniam dość wysoko, aczkolwiek też z pewnymi zastrzeżeniami. Natomiast rozprawa doktorska nie ma, moim zdaniem, cech pracy naukowej, ma raczej formę raportu technicznego z eksperymentu. Recenzowana praca doktorska jest, w mojej ocenie, pozbawiona szeregu niezbędnych elementów pracy naukowej: dokładnego zdefiniowania użytych metod badawczych oraz krytycznej naukowej dyskusji uzyskanych wyników.

Recenzowaną pracę doktorską Pani mgr inż. Aleksandry Czuchaj oceniam negatywnie. Na podstawie art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2021 r. poz. 478 z późn. zmianami) wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu o prowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego zgodnie z obowiązującą procedurą.

Kraków, 29.07.2024 r.

Bartłomiej Krancz