

Bogdan BLECHERT
Wojciech LILL

INSTYTUT KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA
KATOWICE

WYZNACZENIE JAKOŚCI ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH ODPIĘTAJĄCYCH ZE ZLEWNI ZURBANIZOWANYCH

Streszczenie. W Instytucie Kształtowania Środowiska w Katowicach wyznaczano stężenia zanieczyszczeń ścieków deszczowych odpływających ze zlewni zurbanizowanych metodą bezpośrednią oraz przy użyciu matematycznych modeli symulujących przepływ ścieków deszczowych oraz wymywania i transportu zanieczyszczeń po powierzchni zlewni, oraz przepływu ścieków i transportu zanieczyszczeń w sieci kanalizacji.

W Instytucie Kształtowania Środowiska w Katowicach prowadzi się od 1976 roku badania jakości ścieków opadowych. Początkowo wyznaczano jakość ścieków metodą bezpośrednią mierząc ich natężenia przepływu i stężenia zanieczyszczeń w przekroju końcowym kolektora zbiorczego. Pomiaru posłużyły do określenia zależności pomiędzy mierzonymi, w kolejnych przedziałach czasowych, wielkościami. Na podstawie tych badań można było wyznaczyć stężenie danego rodzaju zanieczyszczenia, gdy znane było natężenie przepływu względnie stężenie innego wskaźnika, gdy zależność między nimi była dobrze skorelowana. Analiza częstotliwości dawała podstawę do określenia natężeń przepływów występujących z określonym prawdopodobieństwem. Następnie z zależności regresyjnej wyznaczano stężenia ścieków odpowiadających obliczonym przepływom.

Kolejnym etapem było opracowanie matematycznego modelu odpływu ścieków deszczowych ze zlewni. W modelu wyodrębniono przepływ po powierzchni zlewni oraz przepływ w sieci kanalizacji deszczowej. Na powierzchni zlewni wyróżniono: jezdnie, dachy oraz place i chodniki ignorując powierzchnie przepuszczalne. Symulowanie procesów hydrologicznych zachodzących na powierzchni obejmowało procesy tworzenia się oraz transportu ścieków deszczowych do sieci zakończone utworzeniem hydrogramów przepływu w studzienkach rewizyjnych, będących punktami ciążenia poszczególnych podzlewni. Symulowanie procesu tworzenia się ścieków deszczowych przebiegało poprzez:

- redukcowanie wysokości opadu na początku jego trwania o stałą wartość potrzebną do zapełnienia retencji powierzchniowej,
- zmniejszanie lub zwiększanie wysokości opadu w kolejnych przedziałach czasowych o określoną część tak, aby zrównały się wysokości wyznaczonego

jak wyżej opadu efektywnego na powierzchnię szczelną i obserwowanej objętości ścieków deszczowych odpływających ze zlewni, wyrażonej wysokością słupa wody.

Utworzony w powyższy sposób histogram opadu efektywnego transformowano za pomocą modelu trzech równoległych zbiorników liniowych w hydrogram ścieków deszczowych odpływających z powierzchni podzlewni do kanalizacji. Symulację przepływu ścieków deszczowych w sieci kanalizacji prowadzono za pomocą równań fali kinematycznej. Transport symulowano przy uwzględnieniu warunku, że natężenie przepływu nie może być większe od wydatku przewodów.

Jakość ścieków deszczowych tworzących się w zlewni wyznaczano przy założeniu, że reakcja wymywania zanieczyszczeń z powierzchni szczelnych jest reakcją I-rzędową. Masę poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń, jakie mogą zostać wymyte oraz współczynniki szybkości wymywania wyznaczano doświadczalnie. W dalszym etapie uwzględniono również emisję zanieczyszczeń z powierzchni przepuszczalnych, przy czym założono, że stężenie ścieków odpływających z tych powierzchni ma stałą wartość.

W opracowanym modelu przepływu występuje współczynnik opóźnienia odpływu charakterystyczny dla danej zlewni.

Dla uniknięcia kłopotliwego wyznaczania współczynnika opóźnienia utworzono nowy model tworzenia się i przepływu ścieków deszczowych na powierzchni zlewni, symulujący zachodzenie podstawowych procesów hydrologicznych: zapełnianie retencji powierzchniowej, infiltracji przepływu po powierzchni i w rynsztokach.

Zachodzenie procesu infiltracji wyrażono równaniem Hortona, a przepływ po powierzchni i w rynsztokach za pomocą równania fali kinematycznej. W procedurze opisującej transport zanieczyszczeń po powierzchni uwzględniono możliwość zróżnicowania szybkości przepływu ścieków oraz substancji w nich zawartych.

W przypadku wskaźników takich jak: BZT, ChZT, utlenialność zastosowano procedurę wymywania zanieczyszczeń z osadników wpustów deszczowych. W nowej wersji modelu wprowadzono również procedurę retencionowania ścieków deszczowych, gdy natężenie przepływu przekracza wydatek przewodu oraz ich rozładowywanie.

Opracowany model skalibrowano i zweryfikowano w Tychach, w zlewni o powierzchni całkowitej 33 ha i powierzchni szczelnej 11 ha. Wyniki obliczeń posłużyły w tej zlewni do wyznaczenia wpływu ścieków deszczowych na jakość wód odbiornika, -potoku Tyskiego.

Opracowany model skalibrowano również w trzech gospodarstwach hodowlanych i w SKR pełniącym usługi dla rolnictwa. Wyniki obliczeń uzyskane za pomocą modelu posłużyły w pracach przy projektowaniu dla tych obiektów oczyszczalni ścieków deszczowych.

W dalszych etapach prac zamierza się wprowadzić do modelu procedury wyrażające zachodzenie procesów uwalniania i transportu cząstek stałych na powierzchniach przepuszczalnych oraz uwzględnienie wpływu zachodzenia cofek na transport cząstek w sieci i ewentualnie w rynsztokach.

Obliczenia prowadzono na maszynie cyfrowej ODRA 1305. Programy są napisane w języku FORTRAN 1900:

Determination of urban runoff quality

The quality of urban runoff has been determined by a direct method. Moreover, mathematical models have been developed for simulation of surface runoff, pollutants washoff as well as surface washload transport and washload transport in sewer systems. The presented models have been experimentally calibrated and verified.

Определение содержания загрязнений в дождевых стоках с урбанизированных территорий.

В работе представлено определение содержания загрязнений в дождевых стоках с урбанизированных территорий непосредственным методом и при использовании математических моделей симулирующих процесс стекания дождевых вод, вымывания и транспортировки загрязнений по поверхности площади стока, а также, прохождение дождевых стоков и транспортировка загрязнений в канализационной сети.