MODELOVÁNÍ JAKOSTI VODY V IVANOVICKÉM POTOKU

Jiří Sázel [1]

Příspěvek se zabývá vytváření modelu jakosti a simulaci případových situací v Ivanovickém potoku, ležícím jižně od Brna. Příspěvek vznikl za podpory projektu Komplexní přístup k revitalizacím malých vodních toků v příměstské krajině. Projekt má za úkol poukázat na znečištěné potoky v příměstské krajině, popsat znečištění, doporučit postupy pro revitalizaci. Modelu bude použit pro účely tohoto projektu.

Klíčová slova:
Modelování jakosti vody, jakost vody, revitalizace, příměstské toky, vytvoření modelu, kalibrace modelu.

Annotation:
Article is aimed on creation of model of water quality and simulation of case studies in Ivanovický potok, which take place near Brno city. Article was created with support of project Complex approach to revitalization of small streams at suburb land. Project is taking task point out on polluted streams at suburb areas, describe pollution and recommend methods for revitalization.
Key words:
Modeling, water quality, revitalization, suburb streams, model creation, calibration

1. Úvod

Příspěvek vznikl v rámci projektu Komplexní přístup k revitalizacím malých vodních toků v příměstské krajině. Projekt má za úkol poukázat na znečištěné potoky v příměstské krajině, popsat znečištění, doporučit postupy pro revitalizaci. Projekt je multioborový. To znamená, že současný stav potoků je posuzován z více hledisek. Jsou to hydrotechnické, hydromorfologické, hydrochemické, hydrobiologické, ekotoxikologické a ekologické hledisko. Konkrétně je projekt zaměřen na potoky Leskava, Troubský, Ivanovický a Černovický potok.

Příspěvek popisuje vytvoření modelu jakosti vody na Ivanovickém potoku. Potok leží jižně od Brna, pramení v Ivanovicích a vlévá se do Svratky v Rajhradicích. Jeho přítoky jsou Černovický potok, závlahový kanál K1, Tuřanský potok, Dvorský potok. Samotný model je vytvořen v délce 6,3 km a začíná v místě, kde se vlévá do Ivanovického potoka závlahový kanál K1. Na obr.1 je modelovaný úsek zobrazen tučnou a ostatní přítoky tenkou červenou. Tento úsek potoka slouží jako zdroj vody pro závlahové stanice, potřebný průtok je do něj dodáván závlahovým kanálem ze Svratky. Jeho koryto je napřímené, opevněné betonovými tvárnicemi bez vegetačního doprovodu.

Cílem modelování je:

- Vytvoření modelu jakosti vody
- Simulaci případových situací

Například vliv revitalizačních opatření na změnu kvality vody, zlepšení kvality vody po odstranění zdrojů nečištění atd.

[1] Jiří Sázel, Ing., VUT Brno, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny, Veveří 331/95, jiri.sazel@seznam.cz



Obr. 1 - Poloha potoka

2. Vytvoření modelu jakosti vody

Jako program pro modelování je použitý QUAL2K. Je to program poskytovaný Americkou vládou, úřadem ochrany životního prostředí [1]. Byl vytvořen v roce 1987 autory Brown and Barnwell a je do dnes „updatován“. Jako uživatelské prostředí používá Excel, pro zpracování vstupů a výstupů pro výpočet používá Visual Basic a výpočet je zpracován programem Fortran.

Vytvoření modelu spočívalo ve shromáždění a zpracování vstupů do modelu, sestavení modelu a následné kalibrace. Potom bylo možné vypočítat průběh současného znečištění. Model mapuje biologické znečištění, cyklus dusíku a fosforu. Podrobně je to biologická spotřeba kyslíku, rozpuštěný kyslík, amoniak, dusičnany, dusitany a fosforečnany.

Vstup do modelu

- Mapové podklady – mapové podklady sloužily pro vytvoření staničení toku, odečtení podélných sklonů, lokalizaci a velikosti stupňů
- Geometrie příčných profilů – geometrie příčných profilů byla odhadnuta v terénu
- Měření jakosti vody – data byla měřena ústavem chemie[2] a byla poskytnuta jako vstup pro práci
- Měření průtoku – přibližné hodnoty průtoků v tocích jsem si změřil

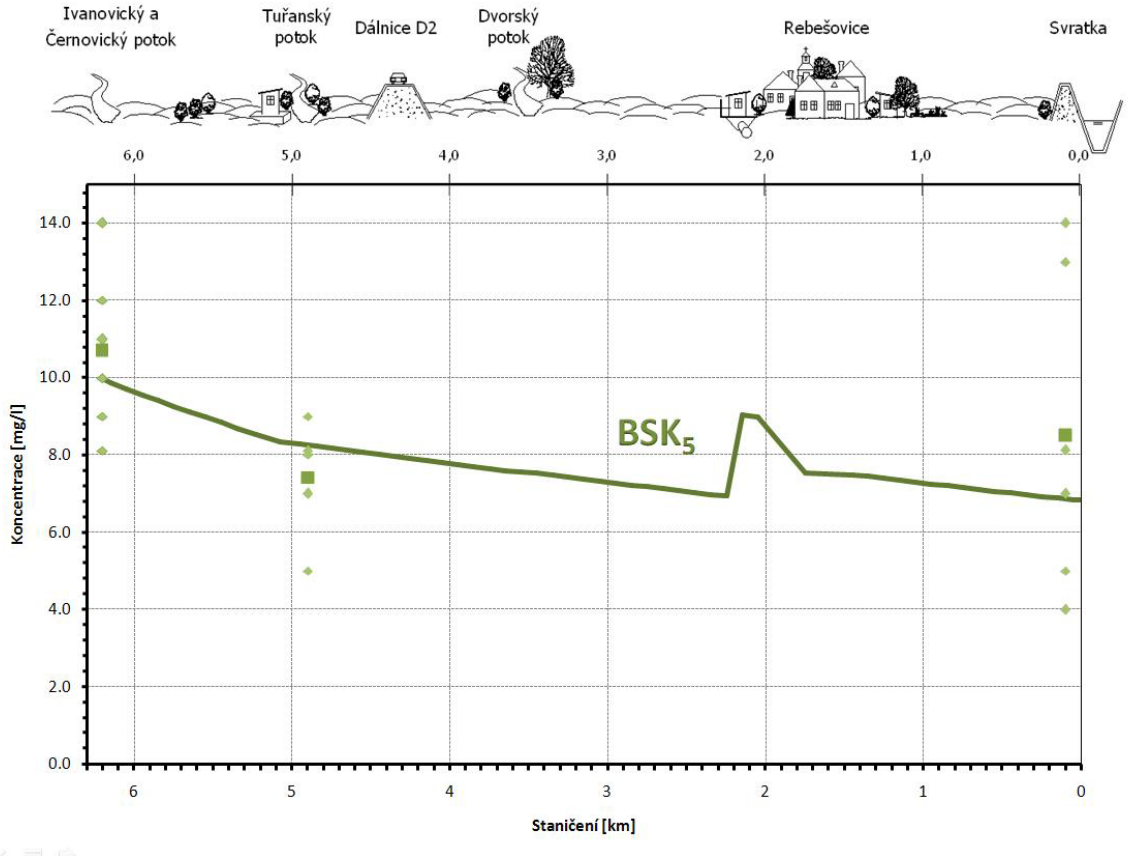
Sestavení a kalibrace modelu

- Sestavení modelu – Sestavení spočívalo v nadělení toku na výpočtové úseky a zadání zpracovaných vstupů modelu
- Kalibrace modelu – kalibrace spočívala ve volbě rychlosti odbourávání znečišťujících látek, v rychlosti reaerace vody atd.

[2] VUT Brno, fakulta stavební, Ústav chemie, Žižkova 17, 602 00 Brno, http://www.fce.vutbr.cz/che

3. Modelování současného stavu

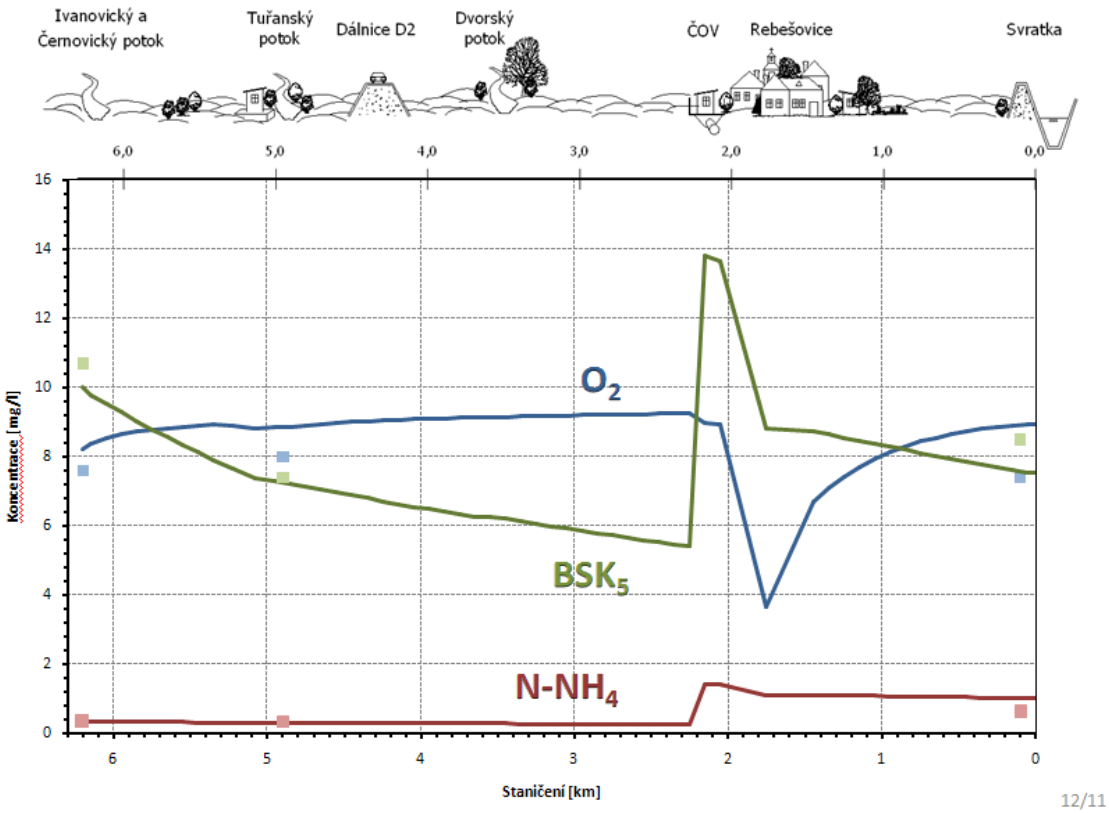
Po sestavení a kalibraci modelu vyšel průběh současného znečištění, který je znázorněn na obr. 2. V horní části obrázku je znázorněno okolí toku, pod ním je průběh znečištění BSK_5 po délce potoka. Tlustá plná čára značí vypočtený průběh znečištění, tmavě zelené čtvercové body značí průměrnou hodnotu vypočtenou z měření provedených na toku a světle zelené body jsou jednotlivá měření, která ilustrují rozptyl vyskytujících se koncentrací v měřeném profilu. V průběhu sestavování modelu se podařilo lokalizovat zdroj znečištění, který při získávání vstupních dat nebyl známý. Z toho důvodu byla doměřena jakost vody zdroje a byl získán průměrný průtok. Po zakomponování zdroje do modelu byl jeho výskyt potvrzen výpočtem, který bez zdroje nevycházel reálně. Zvýšení znečištění v důsledku bodového zdroje můžete vidět na obrázku 2 ve staničení 2,1 km. V dalším úseku dochází ke vzdutí vodní hladiny díky stavidlu napájející rybník na boční straně toku a tím dochází ke strmému snížení BSK_5, které se tím pádem nešíří tak daleko po toku.



Obr. 2 - Průběh BSK_5 při současném stavu

4. Simulace případových situací

Po úspěšné simulaci současného stavu je model schopen počítat průběh znečištění po změně okrajových podmínek. Například můžeme simulovat případovou situaci zimního režimu v potoku. Závlahový kanál dodávající vodu do Ivanovického potoka má dva režimy. V letním období je průtok v kanálu přibližně 0,2 m^3/s, v zimním období je přibližně 0,05 m^3/s. To způsobí, že znečištění vstupující do potoka bude mít větší účinky na jakost vody v Ivanovickém potoce.



Obr. 3 - Průběh BSK_5, O_2, $N\text{-}NH_4$ při zmenšení průtoku v zimě

5. Závěr

V práci byl vytvořen model znečištění, který popisuje současný stav a umožňuje simulaci různých stavů na potoku. Při sestavování modelu se podařilo objevit zdroj znečištění, který v průběhu získávání vstupních dat a sestavování modelu nebyl znám a jeho výskyt byl potvrzen výpočtem. Znečištění potoku není extrémní (oproti jiným malým vodním tokům v příměstské krajině ležících v okolí Brna) v letním období, ale situace se zhoršuje v zimním období. Model je schopen vytvářet další případové situace, jako například průběh koncentrace v důsledku změny teploty, zastínění, obecně jakékoliv změny počasí, je schopen vytvářet denní výkyvy koncentrace znečištění, může simulovat vliv revitalizačních opatření na kvalitu vody. Počítá se s další použitím modelu v projektu Komplexní přístup k revitalizacím malých vodních toků v příměstské krajině.

Příspěvek vznikl za podpory GAČR, projektu číslo: 103/07/0580 „Komplexní přístup k revitalizacím malých vodních toků v příměstské krajině“ pod vedením prof. Ing. Miloš Starý, CSc. a doc. Ing. Helena Králová, CSc., VUT Brno, fakulta stavební, ústav vodního hospodářství krajiny

Reference:

[1] http://www.epa.gov/Athens/wwqtsc/html/qual2k.html
[2] Starý M., Doležal P., Milersky R., Uživatelská příručka pro modelování šíření znečištění za použití programu QUALE2E, VUT Fast říjen 1994
[3] Láníček J., Diplomová práce – Modelování koncentrace rozpuštěného kyslíku pod městskou čistírnou odpadních vod za použití programu QUALE2E se zřetelem k samočisticí schopností toku, VUT Fast Květen 1994
[4] Nařízení vlády 229/2007 sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod,náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, 58 s.

Abstract:
Article was created with support of project Complex approach to revitalization of small streams at suburb land. Project is taking task point out on polluted streams at suburb areas, describe pollution and recommend methods for revitalization. Project is multi departmental. It means that current state of streams is judged from more views. It is hydro technical, hydromorfological, hydrotechnical, hydrobiological, ecotoxicological, ecological view. Concretely is project aimed on stream Leskava, Troubský potok, Ivanovický a Černovický.
Article describes creation of model of water quality at Ivanovický potok. Stream is situated southward from Brno, raise at Ivannovice and issues to Svratka River at Rajhradice. Its tributaries are Černovický potok, irrigation canal K1, Tuřanský potok, Dvorský potok. Model of water quality is created in length 6,3km and starts at crossing Ivanovický potok and irrigation canal K1. From this crossing is stream using for irrigation purposes. Necessary flow is donated from Svratka River. Its bad is straighten, fortify by concrete blocks and without vegetation accompaniment.
For modeling program is used QUAL2K. This program is purveyed by United States Environmental Protection Agency. It's origins go back to 1987 and till now is updated. User interface of program is mediate by Microsoft Excel, for data processing for inputs and outputs is used Visual basic and computation is accomplished by Fortran.
Model creation is consist from collect and process of model inputs, model assemble and model calibration. Then it is possible compute shape current pollution. Model describes biological pollution, phosphor and ammonia cycle. Model inputs are:

- Map documentation – describe shape of bed, longitudinal slope, planimetry and hypsography.
- Measuring of water quality – it was processed average value of water quality
- Measuring stream flow – it was used for describe "average" level flow and flowing condition.

Creation of model is considered from division of modeled stream on computation reaches and assigns processed properties for data inputs. Calibration is consist from selection of pollution degradation speed, coefficient of reaeration and others.
During model creation was successfully founded point source of pollution, which wasn't cowered during collecting input data. After creating of model (without source) was decided explore part of stream terrain, where was consequently founded and measured amount of pollution. After acquiring amount of flow and inclusion of point source was presence of source confirmed by computation.
Current pollution of stream and situation which can arise with current condition is not so extreme like at others suburb streams around Brno city, but water quality is not comply government's orders 229/2007 for water quality of surface watercourses. Model is able create others simulation cases like changes of concentration shape due to temperature changes, shade changes; generally whichever weather changes. Model is capable describe daily deviations water quality and impact of revitalization remedies. Model will be use for purposes of project Complex approach to revitalization of small streams at suburb land.