



# ZRÁŽKOVO-ODTOKOVÝ MODEL – KARLOVA VES

Ing. Zuzana Hudeková, PhD., Miestny úrad mestskej časti Bratislava-Karlova Ves

**V súčasnosti sa zmena klímy a jej negatívne dosahy dostávajú do popredia záujmu médií. Medzi najvýraznejšie negatívne dosahy, ktoré sa už začínajú prejavovať aj na území Bratislavy, patrí hlavne zvýšenie počtu a intenzity vln horúčav v lete, zníženie počtu dní so snehovou pokrývkou, a tým zníženie množstva vody v pôde v jarnom období, zvýšenie výskytu prívalových a intenzívnych dlhotrvajúcich zrážok s prejavmi silného vetra, výbojov bleskov, krupobitia a prívalových dažďov.**

Manažment odtoku vody pri silných dažďoch patrí k vysoko aktuálnym problémom mnohých dnešných miest a obcí pri ich snahe o adaptáciu na zmenu klímy. Aby bolo možné navrhnuť správne a účinné opatrenia v tejto oblasti, je potrebné poznať množstvo dažďovej vody, jej odtokové trasy, vývoj odtoku v priestore a čase a zraniteľné miesta. Aj z tohto dôvodu si MČ Bratislava-Karlova Ves dala spracovať v rámci projektu DELIVER (<http://odolnesidliska.sk/>) modelovanie pluviálnej povodne v dôsledku prívalových dažďov a zistila smery a trasy koncentrovaného odtoku, ako aj mieru zaplavenia územia v dôsledku intenzívneho dažďa.

## MODELOVANÝ DÁŽĎ

Základným údajom pre modelovanie zrážkovo-odtokového procesu bol údaj o intenzite modelového dažďa.

Parametre modelového dažďa pre analýzu odtoku zo sídliska v Karlovej Vsi dodal SHMÚ po konzultáciách s MČ Karlova Ves aj s DHI. Na základe výsledkov testovacích výpočtov bol zvolený dažďový scenár s úhrnom 31 mm, trvaním 30 min. a s konštantnou intenzitou počas trvania dažďa.

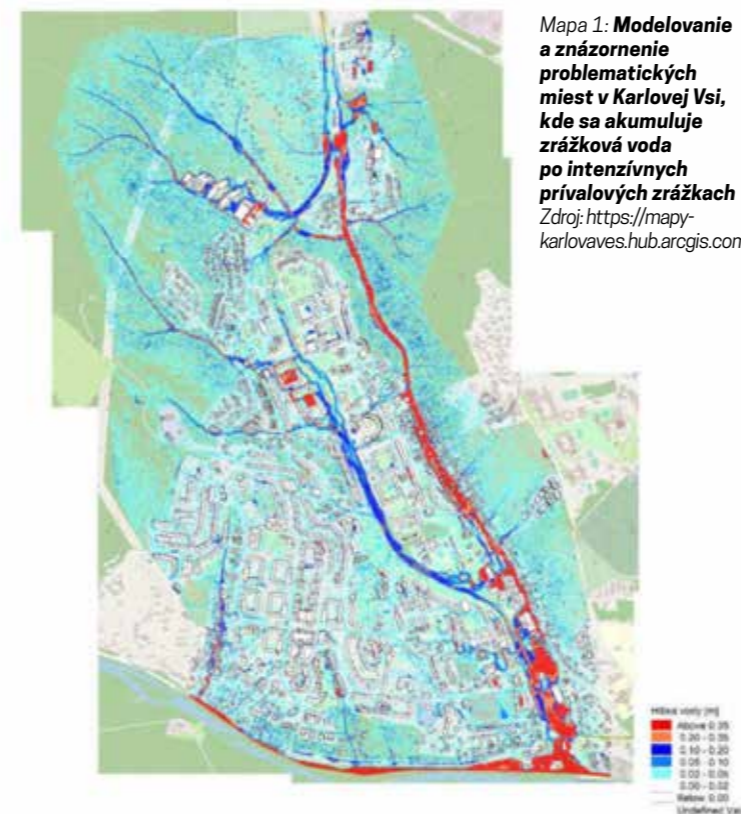
Zámerom tejto štúdie bolo priniesť informáciu o odtoku zo sídliska pri silnej búrke, akú možno reálne očakávať v najbližších rokoch. Základom bol údaj reálne zaznamenaného dažďa 6. júna 2018 na zrážkomernej stanici SHMÚ v Bratislave na Kolibe (v približne rovnakej nadmorskej výške, ako má sídlisko Dlhé diely), keď počas 30 minút spadlo 27 mm zrážok. Tento polhodinový úhrn bol zvýšený o 15 % ako zohľadnenie očakávaného vplyvu klimatickej zmeny v budúcnosti.  $27 \text{ mm} \times 1,15 = 31 \text{ mm}$ . Čas trvania dažďa 30 minút, pre modelované územie približne čas koncentrácie, bol zvolený na základe výsledkov testovacích modelových výpočtov.

## ANALÝZA TRÁS POVRCHOVÉHO ODTOKU A ŠPECIFIKÁ HYDRODYNAMICKÉHO MODELOVANIA ZRÁŽKOVO-ODTOKOVÉHO PROCESU A PRÚDENIA PO POVRCHU NA ÚZEMÍ KARLOVEJ VSI

Trasy koncentrovaného odtoku spracovateľ štúdie (DHI) zisťoval analýzou pomocou nástroja DHI Flood Screener. Na základe výsledkov testovacích výpočtov sa zistilo, že pre modelované územie je kritický dažď s trvaním 30 až 40 minút. Pri daždi kratšieho trvania sa odtok na celom území nestihne plne koncentrovať a z nižšie po-

ložných území voda odtečie skôr, než tam pritečie voda z vyššie ležiacich území. Pri dlhšom trvaní dažďa s konštantnou intenzitou už prietok odtekajúcej vody a rozsah zaplaveného územia nerastie.

Budovy boli vyňaté z modelovej domény (ako ostrovy), takže voda v modeli ich obtekala (nemohla sa dostať do budov), a dažď na ne nepadal, respektíve voda zo striech budov sa nemohla dostať do okolitého modelovaného územia. Aby voda, ktorá padne na strechy budov, v celkovej bilancii nechýbala, zvýšili sme úhrn modelového dažďa úmerne s pomerom plochy všetkých budov k celkovej ploche modelovaného územia. Pri pomerne rovnomernom rozdelení budov na riešenom sídlisku je takáto úvaha prijateľná. Plocha budov z celkovej plochy modelovaného územia predstavovala 17 %. Rovnako sa môže prijať zjednodušujúci konzervatívny predpoklad, (zohľadňujúci najnebezpečnejšiu situáciu), že celý dažď sa premení na povrchový odtok, ostatné zložky prirodzeného dažďa (intercepcia, výpar, infiltrácia, odtok do kanalizácie), ktoré znižujú povrchový odtok, sú vo výpočtoch zanedbané. Podobná úvaha je vhodná v prípade, že podložie je už nasýtené predchá-



**Znázornenie odtokových trás, ako aj miest, kde sa zrážková voda akumuluje** (celý dokument sa dá voľne stiahnuť na [http://www.odolnesidliska.sk/wp-content/uploads/2019/03/Dihe\\_Diely\\_daždova\\_studia\\_DHI\\_odovzdanie\\_marec2019.pdf](http://www.odolnesidliska.sk/wp-content/uploads/2019/03/Dihe_Diely_daždova_studia_DHI_odovzdanie_marec2019.pdf) Zdoj: <http://odolnesidliska.sk/>)

dzajúcim výdatným dažďom, na modelovanom území prevládajú nezalesnené a spevnené plochy, kanalizácia je preťažená či upchatá, územie má výrazný sklon a dažď je intenzívny, takže povrchový odtok výrazne dominuje nad vsakovaním.

## OVERENIE HYDRODYNAMICKÉHO MODELOVANIA ZRÁŽKOVO-ODTOKOVÉHO PROCESU

Ukazuje sa, ako optimálne výsledky modelovania preveriť prieskumom priamo v teréne, na základe ktorého sa overia kritické či najviac problematické lokality zistené modelovaním. V rámci modelovania nie je totiž vždy možné zahrnúť niektoré faktory, napríklad existujúce priechody a podchody v rámci plochy zastavanej budovami, ktoré v pôdorysnom priemete nie sú badateľné, ale v praxi môžu zabezpečiť priestor pre žiaduci odtok zrážkovej vody, ktorá by sa inak v danej lokalite mohla nepriaznivo akumulovať. Rovnako nie je možné pri modelovaní vziať do úvahy nevhodné spádovanie terénu a iné defekty v rámci spevnených plôch, alebo napríklad zle vybudované, prípadne časom vzniknuté depresie, kde sa môže akumulovať pomerne veľké množstvo zrážkovej vody, ktorá spôsobuje problém nielen pri pešej, ale aj inej doprave.

Na získanie komplexnejšieho prehľadu je preto veľmi vhodné zapojiť aj miestnych obyvateľov, ktorí za pomoci tzv. pocitových máp môžu zaznačiť problematické miesta vznikajúce v danej lokalite po prívalových zrážkach (napr. akumulácia veľkého objemu vody).

## ZÁVER

Výsledky modelu sú podkladom na vyhodnotenie zraniteľnosti, aj pre ďalšie riešenie a manažment odtoku dažďových vôd v MČ Karlova Ves. Odtokové trasy sú zaujímavé z hľadiska územného plánovania, ale aj vzhľadom na návrh na umiestnenie adaptačného opatrenia (napríklad umiestnenie zasakovacieho rigolu alebo dažďovej záhrady), alebo pri prednostnom čistení kanálových vpustí. Rovnako umožňuje identifikovať lokality, ktoré sú najviac ohrozené prívalovými zrážkami.

Na základe výsledkov sa pripravil návrh opatrení na využívanie zrážkovej vody vo vytypovaných lokalitách. Vodozádržné opatrenia v podobe ozdobných dažďových záhrad sa napríklad plánujú v parku Kaskády medzi ulicami Hany Meličkovej a Kresánkovej. Všetky opatrenia sú zahrnuté do schváleného Akčného klimatického plánu pre MČ Karlova Ves a mestská časť bude hľadať zdroje na ich postupnú realizáciu. ■

Článok bol pripravený v rámci projektu LIFE17 CCA/SK/000126 – LIFE DELIVER (Odolné sídliská), ktorý je financovaný zo zdrojov Európskej komisie, z finančného nástroja pre životné prostredie: program LIFE, z podprogramu „Ochrana klímy“.

**RESUME: PRECIPITATION-RUNOFF MODEL\_KARLOVA VES** Water runoff management during heavy rains is one of the most current problems of many cities and villages today in their efforts to adapt to a climate change. In order to design the right and effective measures in this area, it is necessary to know the amount of rainwater, its drainage routes, the evolution of drainage in space and time and vulnerabilities. This will be helped by modelling of pluvial floods due to torrential rains, where the directions and routes of concentrated runoff as well as the degree of flooding of the area due to heavy rain are also determined. The paper deals with a description of the hydrodynamic modelling of the precipitation-runoff process as a verification of the results. The results of the model are the basis for an evaluation of vulnerability, as well as for further solutions and management of rainwater drainage in the Karlova Ves city district. Drainage routes are interesting from the point of view of spatial planning, but also to the proposal for the location of an adaptation measure (for example, the location of a seepage trench or a rain garden), or for the priority canals cleaning. It also makes it possible to identify the places that are most at risk of torrential rains. Based on the results, a proposal of measures for the use of rainwater in selected localities was prepared. Water retention measures in the form of decorative rain gardens are, for example, planned in the Kaskády park between Hany Meličkovej and Kresánkova streets. All measures are included in the approved Climate Action Plan for the Karlova Ves city district and the city district will look for resources for their gradual implementation.