



Štúdia tvorby, odvedenia a zadržania zrážkových a povrchových vôd z lokality Čierna Voda so zohľadnením súčasného stavu zastavanosti a realizovaných vodozadržných prvkov v susedných zastavaných územiach.

Expertízna štúdia

Zodpovedný riešiteľ:

RNDr. Stanislav Klaučo

konzultácie SHMÚ:

RNDr. Peter Škoda (povrchové vody)

RNDr. Pavol Faško (klimatológia)

Objednávateľ:

Starland Holding a.s.
Dvořákovo nábrežie 8
811 02 Bratislava
IČO: 35 683 015

Dodávateľ:

SKOV, s.r.o.
Púpavová 45
841 04 Bratislava
IČO: 31378102

Bratislava, január 2016

OBSAH:

1.	Úvod	1
2.	Aktualizácia hydrogeologických, hydrologických 3 a klimatologických pomerov	
2.1	Výška hladiny podzemnej vody	
2.2	Extrémne zrážky, ich výskyt a trvanie	
2.3	Extrémne prietoky na toku Čierna voda	
3.	Odtok extrémnych zrážok zo zastavaných území	9
3.1	Charakteristika skutočnej miery zastavanosti a povrchový odtok zo susedných území	
3.2	Jestvujúci systém odvedenia a retencie prívalových zrážkových vôd	
4.	Odvedenie a retencia prívalových zrážkových vôd z územia PARK CITY	13
4.1	Rozdelenie územia na odtokové zóny	
4.2	Návrh odvedenia a retencie prívalových dažďových vôd	
4.2.1	Retenčná nádrž Mokrade	
4.2.2	Retenčná nádrž RN 1	
4.2.3	Etapizácia výstavby na území PARK CITY	
5.	Záver	23
5.1	Aktualizácia hydrologických a meteorologických pozorovaní	
5.2	Vplyv zastavaného územia v okolí na hodnotené územie PARK CITY	
5.3	Návrh odvedenia extrémnych dažďových vôd z územia PARK CITY	
6.	Literatúra	27

1. Úvod

Cieľom štúdie je zistiť vplyv už realizovanej zástavby na lokalite Čierna Voda na hodnotené územie z hľadiska tvorby povrchového odtoku pri extrémnych zrážkach a navrhnúť spôsob odvedenia a zadržania prívalových zrážkových vôd v hodnotenom území. Posledné podobné hodnotenie sa uskutočnilo v r. 2006 [3].

Od tej doby sa v okolitom území realizovala zástavba, a teda v súčasnosti možno vychádzať z reálnych vplyvov tejto zástavby na tvorbu a odvádzanie povrchového odtoku, ktorý sa tvorí z intenzívnych zrážok. Okrem nových drenážnych prvkov a úprav kanalizačnej siete vznikli aj nové retenčné nádrže, ktoré slúžia na zadržanie prebytočných dažďových vôd.

Návrhy na situovanie kanalizačných a retenčných prvkov zohľadňujú praktické poznatky o odtoku zrážkových vôd v tomto území. Tieto poznatky boli komplexne spracované v štúdii J. Heribana "Čierna voda - Chorvátsky Grob, návrh odvedenia dažďových vôd z jestvujúcich a už vyprojektovaných území" z r. 2010 [2]. Tu bola aj predložená koncepcia odvedenia a retencie dažďových vôd, ktorá je v súčasnosti premietnutá aj do projektovej dokumentácie. Predložená koncepcia vychádza z projektového návrhu z r. 2008 [1]. Koncepcia štúdie z r. 2010 zodpovedá novým poznatkom a zmenám pri plánovaní výstavby v ešte nezastavaných častiach územia.

Predkladaná štúdia si okrem vyššie uvedených cieľov kladie za cieľ priniesť alternatívne riešenia, ktoré by akceptovali nové pohľady investora na využitie územia. Niektoré nové prvky, s ktorými koncepcia z r. 2010 [2] nemohla počítať, už investor realizoval (napr. navýšenie terénu územia v priestore plánovanej školy, odvodňovacie prvky v okolí detského ihriska, retenčné jazierko, nové trasovanie komunikácií a pod.).

Hodnotené územie je tvorené plochami určenými na zástavbu, ktoré sú vo vlastníctve zadávateľa tejto štúdie - Starland Holding a.s., Bratislava. V okolí tohto územia sa nachádzajú už zastavané a obývané alebo v súčasnosti rozostavané plochy iných investorských spoločností.

Vymedzenie hodnoteného územia je zobrazené na obr. 1. Okrem samotného záujmového územia je tu zobrazené aj okolité územie, kde tvorba povrchového odtoku zo zrážkových vôd môže ovplyvňovať samotné hodnotené územie.

Na obr. 1a je uvedené pomenovanie a označenie jednotlivých častí územia a prvkov ovplyvňujúcich odtok vody z územia.



Obr. 1 Vymedzenie hodnoteného územia PARK CITY - Starland Holding a.s., Bratislava (zvýraznené svetlé plochy) a jeho okolia, ktoré toto územie ovplyvňuje (žltá prerušovaná čiara).

Obr. 1a Označenie častí územia a prvkov ovplyvňujúcich odtok z územia - súčasný stav.

2. Aktualizácia hydrogeologických, hydrologických a klimatologických pomerov

2.1 Výška hladiny podzemnej vody

Podzemné vody v hodnotenom území sa tvoria podzemným prestupom podzemných vôd z prolúviálnych sedimentov južných svahov Malých Karpát do nižšie položených deluviálnych sedimentov a následne do dejekčných kužeľov, ktoré siahajú až k Šúrskej neogénnej depresii vyplnenej rašelinou. Podzemné vody ďalej prúdia hlinitými piesčitými sedimentmi, resp. zaílovanými štrkami, ktoré sú súčasťou holocénnych netriedených povodňových sedimentov. Medzi pôdnym krytom a zvodnenou piesčitou vrstvou sa nachádza vrstva slabo priepustných až nepriepustných stredne plastických ílov. Ich mocnosť je rôzna a pohybuje sa od cca 1,5 m v centrálnej časti hodnoteného územia až do 3,5 - 4,5 m po okrajoch, na severnej časti bola táto vrstva overená až do 5,7 m. Práve táto ílová kvartérna vrstva vyvoláva napätosť hladiny podzemnej vody, ktorá prúdi v podložnej piesčitej vrstve povodňových sedimentov. Pod touto vodonosnou piesčitou vrstvou sa v hĺbke 6 až 8 m nachádzajú podložné neogénne íly. Podzemná voda teda prúdi pod tlakom v uzavretej vrstve a v prípade narušenia nadložných ílov dochádza k jej ustaľovaniu až 0,7 resp. 0,8 m pod terénom. Jej maximálna hladina preto závisí od lokálnych úložných geologických podmienok, ale aj od stupňa nasýtenia tejto vodonosnej vrstvy, ktorá sa v priebehu roka mení v závislosti od jej dotácie zo zrážok spadnutých na južných svahoch Malých Karpát.

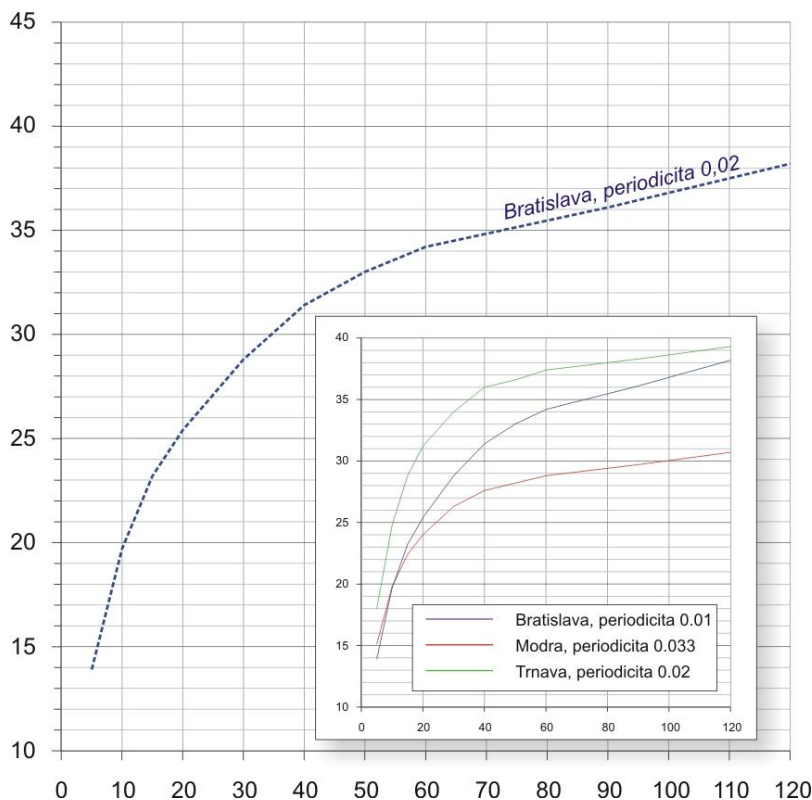
Vzhľadom na tieto geologické pomery, ako aj skutočnosť, že priamo v hodnotenom území ani jeho bezprostrednom okolí sa nenachádza žiadna pozorovacia sonda SHMÚ s dlhodobým pozorovaním hladiny podzemnej vody, nie je možné jednoznačne určiť maximálnu hladinu podzemných vôd. Vychádzajúc z vyššie opísaných hydrogeologických pomerov je potrebné za maximálnu výšku hladiny podzemnej vody považovať strop zvodneného prostredia. V prípade jeho narušenia je ale potrebné počítať s vystúpením hladiny vody približne o 1 až 2 m, v závislosti na momentálnom stupni nasýtenia zvodneného prostredia.

Iné faktory ako kolísanie hladiny vody v Dunaji, či regionálne ovplyvnenie hladín podzemných vôd Hrušovskou zdržou VDG, majú v hodnotenom území len obmedzený a veľmi oneskorený vplyv. Ten je spôsobený druhotne a závisí od intenzity zvodnenia dunajských štrkov a ostatných aluviálnych náplavov v širšom okolí južne od hodnoteného územia.

Spomínaná ílová vrstva, ktorá sa nachádza medzi pôdnym horizontom a zvodnenými pieskami, spôsobuje, že povrchové vody tvorené zo zrážok nemôžu vsakovať do vodonosnej vrstvy a tak byť odvádzané z územia podzemným odtokom. Po nasýtení pôdneho krytu dôjde preto k ich hromadeniu na povrchu v terénnych depresiách a zníženiach.

2.2 Extrémne zrážky, ich výskyt a trvanie

Za extrémnu zrážku sa považuje každá súvislá zrážka ktorá presiahla úhrn 40 mm. V klimatických podmienkach južného Slovenska to predstavuje viac ako 2-hodinovú zrážku, ktorá sa vyskytne s pravdepodobnosťou raz za 50 rokov. Na obr. 2 je uvedená intenzita súvislého dažďa pre okolie Bratislavy, vypočítané na základe pozorovaní SHMÚ. Intenzity zrážok namerané za obdobie od r. 2006 neovplyvnili tento výpočet.

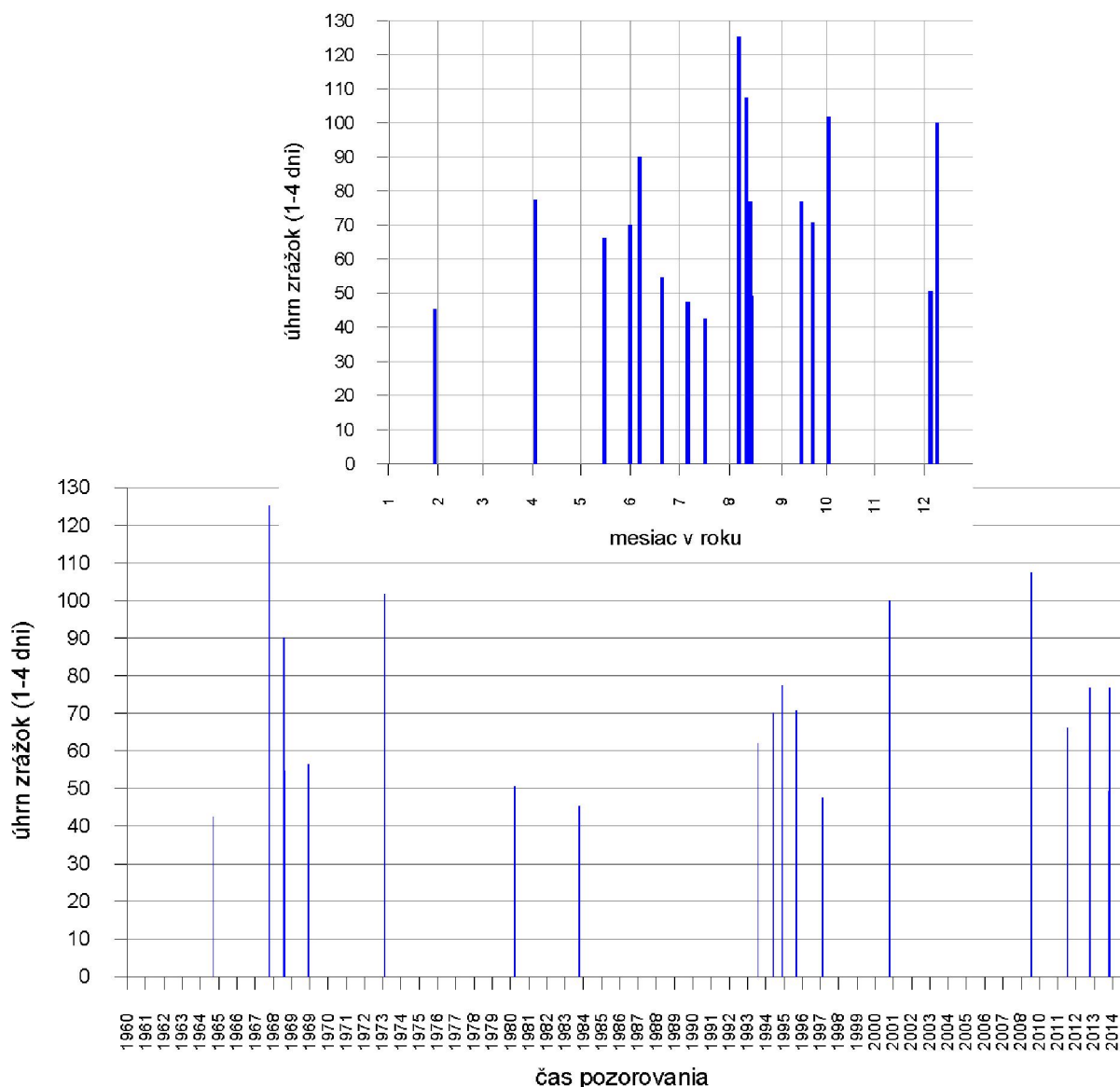


stanica Bratislava (periodicita 0,02), pozorovania SHMÚ										
trvanie dažďa (min.)	5	10	15	20	30	40	50	60	90	120
úhrn (mm)	14.3	20.3	24.2	26.6	28.8	31.4	33.0	34.2	36.1	38.2

Obr. 2 Maximálny úhrn súvislého dažďa v najbližšom okolí hodnoteného územia s periodicitou 1x za 50 rokov (stanica Bratislava).

Okrem zrážkových extrémov v podobe súvislého dažďa boli do hodnotenia zahrnuté aj zrážky, ktoré presiahli úhrn 40 mm a viac, hoci spadli za jednodenné resp. viacdenné obdobie. Z hľadiska odtoku predstavujú väčšie nebezpečenstvo, keďže rýchlosť odtoku je vzhľadom na rovinný charakter povrchu územia v hodnotenom území veľmi malá.

Výskyt jedno a viacdenných extrémnych zrážok presahujúcich úhrn 40 mm za obdobie od r. 1960 je znázornený na obr. 3.



Obr. 3 Výskyt extrémnych zrážok v priebehu kalendárneho roka - hore, a tých istých zrážok počas celého pozorovacieho obdobia od r. 1960 - dole (meteorologické stanice SHMÚ Letisko Vajnory a Bratislava).

Spoločným znakom extrémnych zrážkových udalostí zaznamenaných za posledných 55 rokov (stanice SHMÚ letisko Vajnory, letisko Bratislava) je, že sa vyskytli spravidla v období mesiacov apríl až september, teda v jarnom až jesennom období (obr. 3, hore).

Ďalším charakteristickým znakom je, že frekvencia výskytu extrémnych zrážkových udalostí postupne narastá. V poslednej dekáde, sa dokonca vyskytli 2 extrémne zrážky len s mesačným odstupom, a to v auguste a septembri r. 2014. Tento jav spájame s prejavmi globálneho otepľovania, kedy vplyvom zvyšovania teploty atmosféry dochádza k zvyšovaniu obsahu vodných pár v ovzduší a teda po ich kondenzácii aj k častejšiemu výskytu intenzívnych zrážok.

Je preto potrebné do budúcnosti počítať s možnosťou opakovania sa výskytu extrémnych zrážkových udalostí aj v kratšom časovom intervale ako to bolo v minulosti, kedy

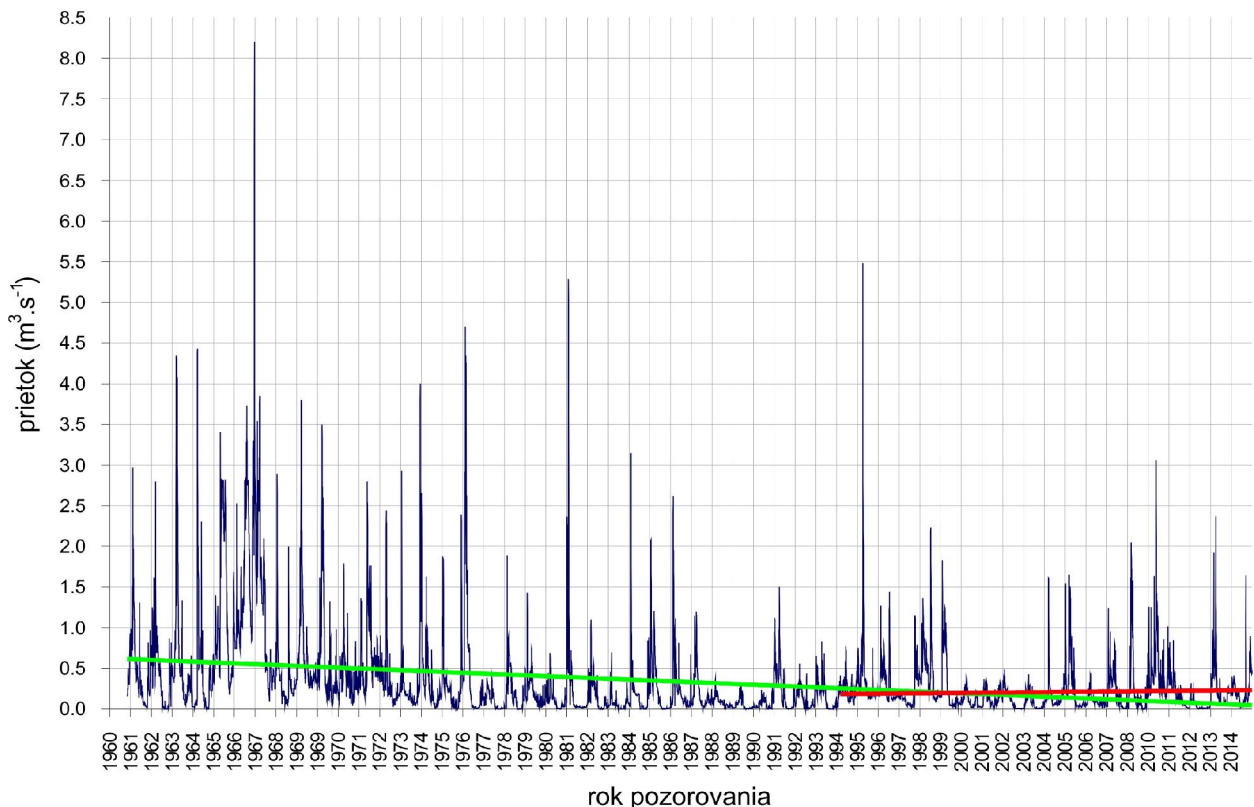
medzi dvoma extrémnymi zrážkami uplynulo neraz aj 5 až 8 rokov. V súvislosti s klimatickými zmenami je tiež potrebné do budúcnosti počítať so zvyšujúcim sa úhrnom extrémnych zrážok. Predpokladá sa, že v prípade stúpnutia priemerných teplôt do konca 21. storočia o 2 až 4 °C vzrastú rekordne vysoké úhrny o 20 až 40 %. To by znamenalo, že extrémne zrážky v zastavanom území by sa mohli v budúcnosti pohybovať až v intervale 140 až 160 mm/deň.

Denný úhrn 100-ročnej zrážky je v súčasnosti pre Bratislavu určený na 83,7 mm [5]. V okolí Malých Karpát však už v súčasnosti jestvuje riziko zrážok s úhrnom presahujúcim 150 mm [5]. Pre porovnanie možno uviesť, že najvyšší úhrn zrážok na Slovensku bol doposiaľ nameraný v Skalke pri Ipli, kde v lete r. 1957 spadlo v priebehu 65 minút 228,5 mm zrážok.

Pravdepodobnosť zvyšovania frekvencie a úhrnu extrémnych zrážkových udalostí bude preto klásť v budúcnosti zvýšené nároky na odvedenie resp. prívalovej zadržanie zrážkovej vody.

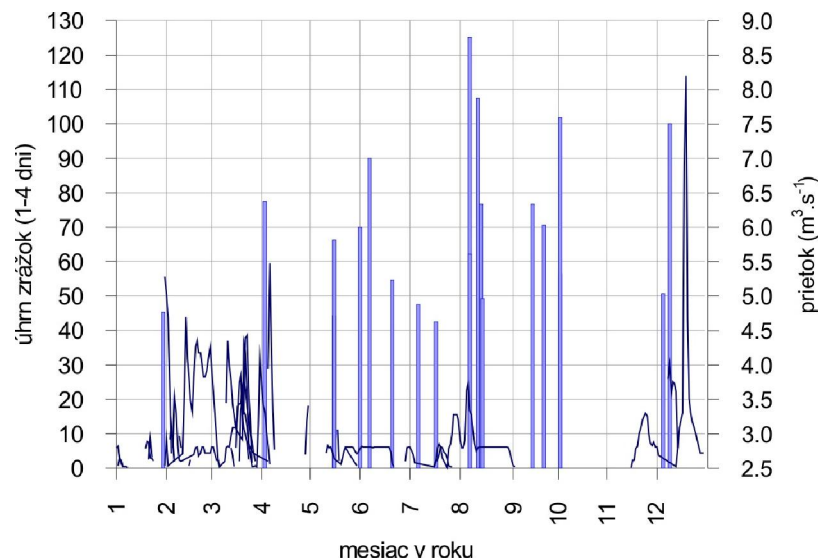
2.3 Extrémne prietoky na toku Čierna voda

Po doplnení pozorovaní zvýšených prietokov do celkového hydrogramu Čiernej vody od r. 2006 možno konštatovať, že charakteristika hydrologického režimu tohto toku sa nemení. Neboli zaznamenané žiadne extrémne prietoky, resp. ich časový výskyt alebo priebeh, ktorý by nekorešpondoval s predchádzajúcim obdobím. Doplnený hydrogram Čiernej vody je zobrazený na obr. 4. Prietok na toku Čierna voda má v dlhodobom meradle mierne klesajúci trend (zelená čiara, obr. 4). Za posledných 20 rokov ja však trend prietoku ustálený a vykazuje len nepatrný nárast. Tieto zmeny nemajú praktický žiaden vplyv na prirodzený odtok vody z územia.

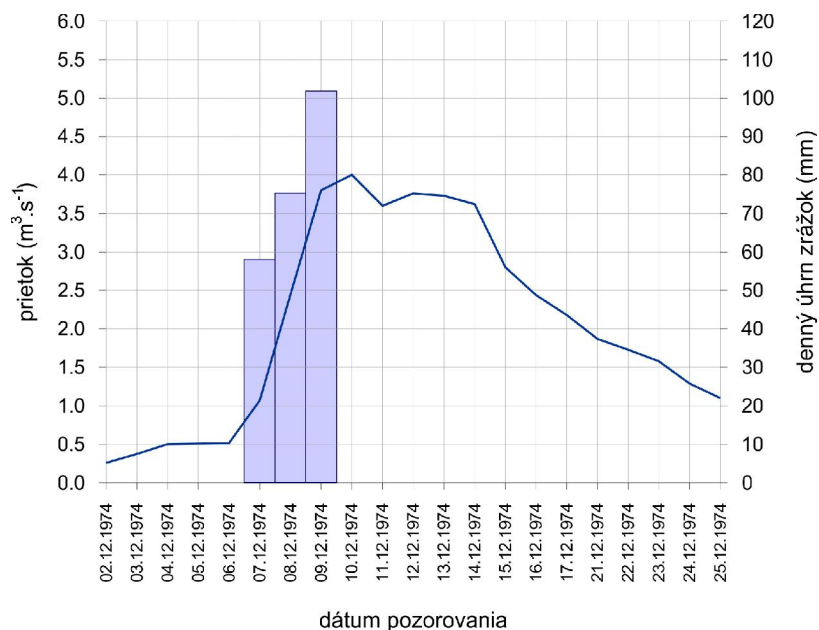


Obr. 4 Hydrogram prietokov Čiernej vody doplnený o pozorovania od r. 2006.

Trvanie prietokovej vlny počas maximálneho ročného resp. počas extrémneho prietoku sa pohybuje najčastejšie v intervale 3 - 5 dní (S. Klaučo a kol., 2006 [3]).



Obr. 5 Výskyt extrémnych prietokov a extrémnych zrážok v priebehu roka od r. 1960



Obr. 6 Príklad zrážkovo-odtokovej situácie vyvolanej extrémnou zrážkou v zime r. 1974.

Ak porovnáme chod maximálnych resp. extrémnych prietokov (nad $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) v čase, ich výskyt sa sústreďuje najmä do začiatku jarného obdobia - február až marec. Extrémne zrážky sa naproti tomu vyskytujú častejšie v letnom období. Prívalové dažde a extrémne prietoky sa teda časovo spravidla neprekrývajú (obr. 5). Intenzívne dažde sa vyskytujú najmä v jarnom až jesennom období, kým extrémne prietoky na Čiernej vode sa vyskytujú najmä na konci

zimného obdobia, spravidla po oteplení, kedy dochádza k masívnemu roztápaniu snehovej pokrývky. Doposiaľ nameraný maximálny prietok na Čiernej vode bol zaznamenaný práve v zimnom období (20.12.1966) počas roztápania snehu. Išlo pritom o prietok zodpovedajúci 20 až 50 ročnej vode ($8,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Hodnota 100 ročného prietoku činí podľa SHMÚ $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a hodnota 1000 ročného prietoku $13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (in S. Klaučo, 2013 [4]).

To, že viacdenná intenzívna zrážka sa môže vyskytnúť, i keď ojedinele, aj v zimnom období a môže vyvolať extrémny prietok s viacdennou kulmináciou, dokumentuje priebeh takejto udalosti z decembra r. 1974 na obr. 6.

Vyššie popísaný chod zrážok a prietokov zodpovedá prírodným podmienkam a meraniam počas cca 55 ročného obdobia. Aj napriek prevažujúcej časovej nezhode medzi extrémnymi zrážkami a extrémnymi prietokmi nemožno úplne vylúčiť možnosť ich súčasného výskytu (obr. 6). Takáto situácia môže predstavovať mimoriadne sťažené podmienky pre odtok povrchovej vody tvorenej z nevsiaknutých zrážok, ktoré sa budú v území hromadiť najmä zo striech a komunikácií. Objem takejto extrémnej zrážky bude potrebné zadržať, kým neopadne prietoková vlna na Čiernej vode, čo môže trvať aj niekoľko dní.

3. Odtok extrémnych zrážok zo zastavaných území

3.1 Charakteristika skutočnej miery zastavanosti a povrchový odtok zo susedných území

Pri navrhovaní retenčných prvkov pre zadržanie prítalovej zrážkovej vody štúdiu z r. 2006 bola výstavba obytných komplexov len v počiatkoch. Za posledných 9 rokov došlo k podstatnému zastavaniu okolitých častí hodnoteného územia. Vzhľadom na tento vývoj je v súčasnosti možné stanoviť reálny koeficient zastavanosti a to podľa ortofotomapy (pre potreby tejto štúdie zabezpečil objednávateľ). Všetky identifikované stavebné objekty v území, ktoré majú podstatný vplyv na tvorbu povrchového odtoku boli rozdelené na dve skupiny:

- strechy domov a budov občianskej vybavenosti,
- ulice a ich príjazdové časti k rodinným domom, parkoviská.

Obrysy týchto objektov boli digitalizované do polygónov tak, aby bolo možné určiť ich plochu. Digitalizácia jednotlivých objektov je uvedená na obr. 7. Okrem už realizovanej zástavby bol do výpočtu koeficientu zastavanosti zaradený aj odhad zastavania územia v miestach, ktoré sú v súčasnosti nezastavené, ale pre výstavbu už rozparcelované a pripravené. Každý takejto parcele bol priradený plošný objekt zodpovedajúci priemernému menšiemu rodinnému domu (cca 125 m^2).

Zastavané územia boli rozčlenené podľa stavebných celkov a podľa hustoty zástavby. Následne bol pre jednotlivé časti územia určený pomer skutočne zastavaných plôch k celkovej

ploche čiastkového územia - koeficient zastavanosti. Hodnoty koeficientu zastavanosti sú pre jednotlivé časti okolitého územia uvedené v tab. 1, kde je uskutočnený aj výpočet odtoku zo zastavaných plôch počas 50 ročného 2 hodinového súvislého dažďa a počas celodenného/viacdenného dažďa s úhrnom 100 mm, ktorý predstavuje najnepriaznivejšiu modelovú zrážkovú situáciu. Tu treba pripomenúť aj možnosť stretu extrémnej zrážky s extrémnym prietokom na Čiernej vode. Ako bolo už spomenuté, prechod prietokovej vlny a teda aj stav zvýšenej hladiny vody v toku trvá aj niekoľko dní. To je práve časový úsek počas ktorého je potrebné zdržať vody tvorené z extrémnej zrážky, aby ich odtok nenavýšil prietok v Čiernej vode.

Tab. 1a Tvorba odtoku počas extrémnych zrážok z okolia územia PARK CITY.

číslo územia	plocha* (m)	koef. zast.	max. úhrn (mm)	zast. plocha ** (ha)	koef. odtoku (cesty, strechy)	odtok zo zastavaných plôch (m ³)
6	117000	0.26	100	30420	0.90	2738
8	141000	0.32		45120		4061
10	89000	0.37		32930		2964
11	91500	0.31		28365		2553
12	108700	0.37		40219		3620
13	99000	0.22		21780		1960
14	67500	0.25		16875		1519
17	371600	0		0		0
Spolu	1085300					19414

Poznámka:

* plocha zaokrúhlená na celé stovky

** plocha zastavaná domami (strechy) a cestami

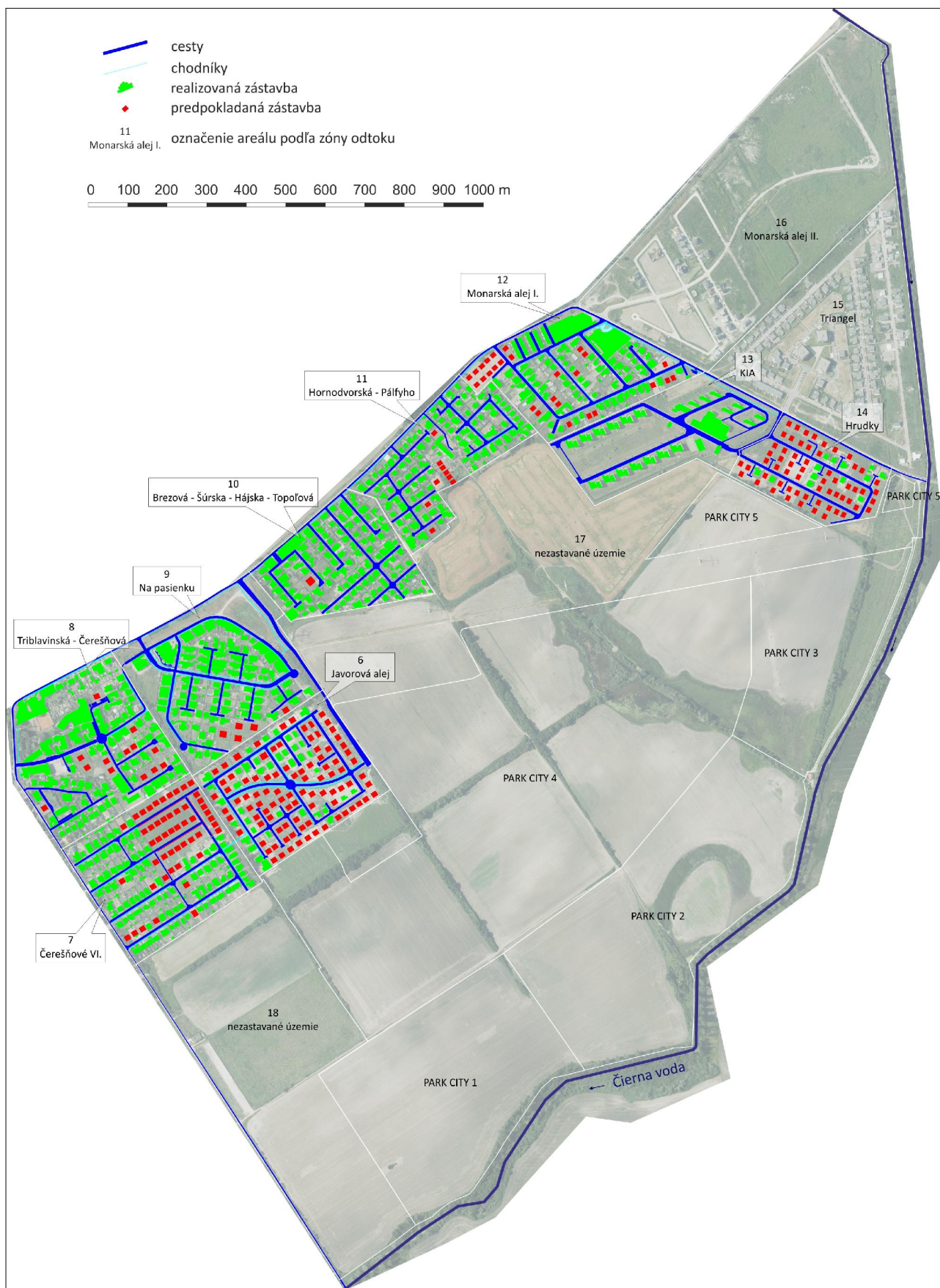
Tab. 1 b Objem jestvujúcich retenčných nádrží v okolí územia PARK CITY.

nádrž	plocha * (m)	hĺbka** (m)	objem (m ³)
KIA	1010	0.8	808
Hrudky	2360	0.2	472
rigol Javor. alej	979	1.2	1175
Spolu			2455

Poznámka:

* plocha určená podľa realizácie (ortofotomapa)

** odhad priemernej aktívnej hĺbky podľa merania v teréne



Obr. 7 Digitalizácia novej zástavby v okolí PARK CITY pre výpočet koeficientu zastavanosti.

3.2 Jestvujúci systém odvedenia a retencie prívalových zrážkových vôd

Okolité zastavané územia možno z hľadiska odvedenia zrážkových vôd a vplyvu na hodnotené územie PARK CITY rozdeliť do 4 oblastí (farebne odlíšené plochy na obr. 1a):

A. Zastavené areály západne a severozápadne od hodnoteného územia, v okolí Triblavinskej a Čerešňovej ulice vrátane pôvodnej zástavby na Čiernej vode, sú odvádzané do Blahutovho kanála prostredníctvom Triblavinského kanála. Blahutov kanál je zaústený do Čiernej vody mimo hodnoteného územia. Časť tohto územia, kde chýba odtokový systém je počas veľkých zrážok zatápaná a vody z týchto miest neodtekajú. V budúcnosti je možné ich odvodnenie, podobne ako je to v ostatnej časti tohto územia, smerom do Blahutovho kanála cez Triblavinský kanál. Tieto zastavané areály preto neovplyvňujú ani v budúcnosti nebudú ovplyvňovať hodnotené územie PARK CITY.

B. Územie ležiace na severozápad, sever a severovýchod, tvorené areálmi Javorová alej, Na pasienku, Brezová, Šúrska, Hájska, Topoľová, Hornodvorská a Pálfyho ulica sú odvádzané z menšej časti do bezodtokového cestného rigola pri Pezinskej ceste, z väčšej časti do čiastočne vybudovaného zberača D5, ktorý je v súčasnosti zaústený do historického odvodňovacieho Hlavného rigolu. Hlavný rigol preteká hodnoteným územím PARK CITY. V mieste, kde sa v okolí rigolu nachádzajú mokrade (znížený terén), dochádza k zaplavovaniu časti územia PARK CITY po oboch stranách Hlavného rigolu (obr. 1a).

C. Zastavané územie KIA a areál Hrudky sú odvádzané obnovenou časťou historického odvodňovacieho bočného rigolu R7, ktorý je zaústený cez novovybudovanú časť do Čiernej vody. Súčasťou odvodnenia týchto areálov je aj cestný rigol pri ceste Čierna Voda - Chorvátsky Grob, do ktorého je odvádzaná východná časť územia Monarská alej I. Cestný rigol je zaústený do fragmentu rigola R6 a ním napojený na obnovenú časť rigola R7. Všetky vody z tohto územia sú zaústené cez obnovenú časť rigola R7 do Čiernej vody (výúst č. 3) a neovplyvňujú územie PARK CITY.

D. Územie severovýchodne od hodnoteného územia, ktoré sa nachádza za štátnou cestou Čierna Voda - Chorvátsky Grob, je tvorené areálom Monarská alej II. a areálom Triangel. Dažďové vody sú z týchto území čiastočne odvádzané v severovýchodnej časti priamo do Čiernej vody (Monarský rigol) a čiastočne spolu s areálom Triangel povrchovým retenčným rigolom "A", "B" a "C" do Čiernej cez výpustný objekt pri moste štátnej cesty. Tieto rigoly sú však v mieste ich spojenia prepojené cestným priepustom na fragment historického odvodňovacieho rigolu R6. Týmto úsekom sa voda dostáva až do pokračovania rigolu R7, na ktorý je napojený a ktorým ďalej odteká do Čiernej vody.

V celom okolitom území, ktoré priamo ovplyvňuje územie PARK CITY sa v súčasnosti nachádzajú len tri retenčné prvky, ktoré vznikli počas výstavby rodinných domov (obr. 1a):

- retenčný odvodňovací rigol pri Javorovej aleji,
- retenčná nádrž pri areáli KIA.
- retenčná nádrž v južnej časti areálu Hrudky.

Objem týchto retenčných prvkov je približne 2 400 m³. Je zrejmé, že vzhľadom na množstvo povrchového odtoku pri extrémnom zrážkovom úhrne 100 mm, pri ktorom vznikne

v tomto území cca 19 500 m³ odtekajúcej zrážkovej vody zo zástavby území (tab. 1) nemôžu jestvujúce retenčné prvky toto množstvo zachytiť. Rovnaká situácia je aj pri 2-hodinovom súvislom daždi, kedy vznikne približne 7 700 m³, čo je viac ako 3-násobný objem odtekajúcej dažďovej vody, aký poskytujú súčasné retenčné prvky v okolí územia PARK CITY. Dažďové vody preto pritekajú do územia PARK CITY historickými Hlavným odvodňovacími rigolom a podieľajú sa tak na jeho zaplavovaní.

4. Odvedenie a retencia prívalových zrážkových vôd z územia PARK CITY

Návrh systému odvedenia prívalových zrážkových vôd v území PARK CITY nadväzuje na doterajšie riešenia v okolitom území. Ide najmä o koncepciu odvedenia a zadržania zrážkových vôd uvedenú v projektovej štúdii spoločnosti PROJVODA s.r.o., Bratislava z r. 2010 [2].

Podľa tejto koncepcie by sa mali v okolitom území PARK CITY dobudovať nové retenčné nádrže (RN2, RN3 a RN4) a povrchový zberač dažďových vôd D5.

Celkový objem retenčných nádrží umiestnených mimo územia PARK CITY by tak dosiahol objem cca 22 000 m³. Tento retenčný objem môže pri vhodnej regulácii naplňovania retenčných nádrží zachytiť všetku prívalovú dažďovú vodu, ktorá by odtekala z okolitého územia PARK CITY a to aj z jeho časti označenej ako PARK CITY 5.

Po dobudovaní povrchového zberača D5 a jeho zaústení do Čiernej vody dôjde k podstatnej zmene v súčasnom odtoku dažďových vôd - všetky vody z areálu KIA a Hrudky ako aj z areálu Monarská alej I., budú zaústené do Čiernej vody ešte mimo územia PARK CITY a nebudú ho preto nijako ovplyvňovať. Dobudovaním zberača D5 sa rovnako zamedzí prenikaniu vôd do územia PARK CITY cez cestný priepust z oblasti Monarská alej II. a Triangel.

Dobudovanie zberača D5 však bude znamenať ešte jednu podstatnú pozitívnu zmenu v odvedení prívalových dažďových vôd a to, že vody, ktoré z neho v súčasnosti vytekajú do historického odvodňovacieho Hlavného rigolu už nebudú doň zaústené, a teda nebudú zaplavovať znížený terén v jeho okolí na území PARK CITY. Tento priestor tak bude možné využiť na retenciu dažďových vôd zo samotného územia PARK CITY.

Ak sa dobudujú vyššie uvedené odvodňovacie a retenčné prvky v koncepcii z r. 2010 nebude jadrové územie PARK CITY 1-4 ovplyvňované okolím. Ich dobudovanie v zmysle návrhu uvedeného v prácach J. Heribana [1], [2] má preto pre nakladanie s prívalovými zrážkovými vodami v území PARK CITY zásadný význam.

4.1 Rozdelenie územia na odtokové zóny

Územie PARK CITY sa nachádza na rovinatom teréne. Aj napriek tejto skutočnosti je povrch mierne zvlnený. I keď s veľmi malými prevýšením, predsa tento mierny sklon povrchu resp. terénne depresie predurčujú oblasti s prevládajúcim smerom prirodzeného povrchového odtoku a prípadnej akumulácie vody na povrchu terénu (obr. 8). Charakteristickou terénnou depresiou, hoci veľmi plytkou, je oblasť mokradí na pravobrežnej strane historického Hlavného rigolu a polkruhovite tvarovaná zníženina na južnom zakončení

historického bočného rigolu R1, ktorá je pozostatkom niekdajšieho meandru koryta Čiernej vody (obr. 1a).

Prirodzená konfigurácia terénu bola zohľadnená pri navrhovaní systému odtoku dažďových vôd z územia PARK CITY. Územie je možné z tohto hľadiska rozčleniť na 4 odtokové zóny, v rámci ktorých bude dochádzať ku prirodzenému povrchovému odtoku v rôznych smeroch.

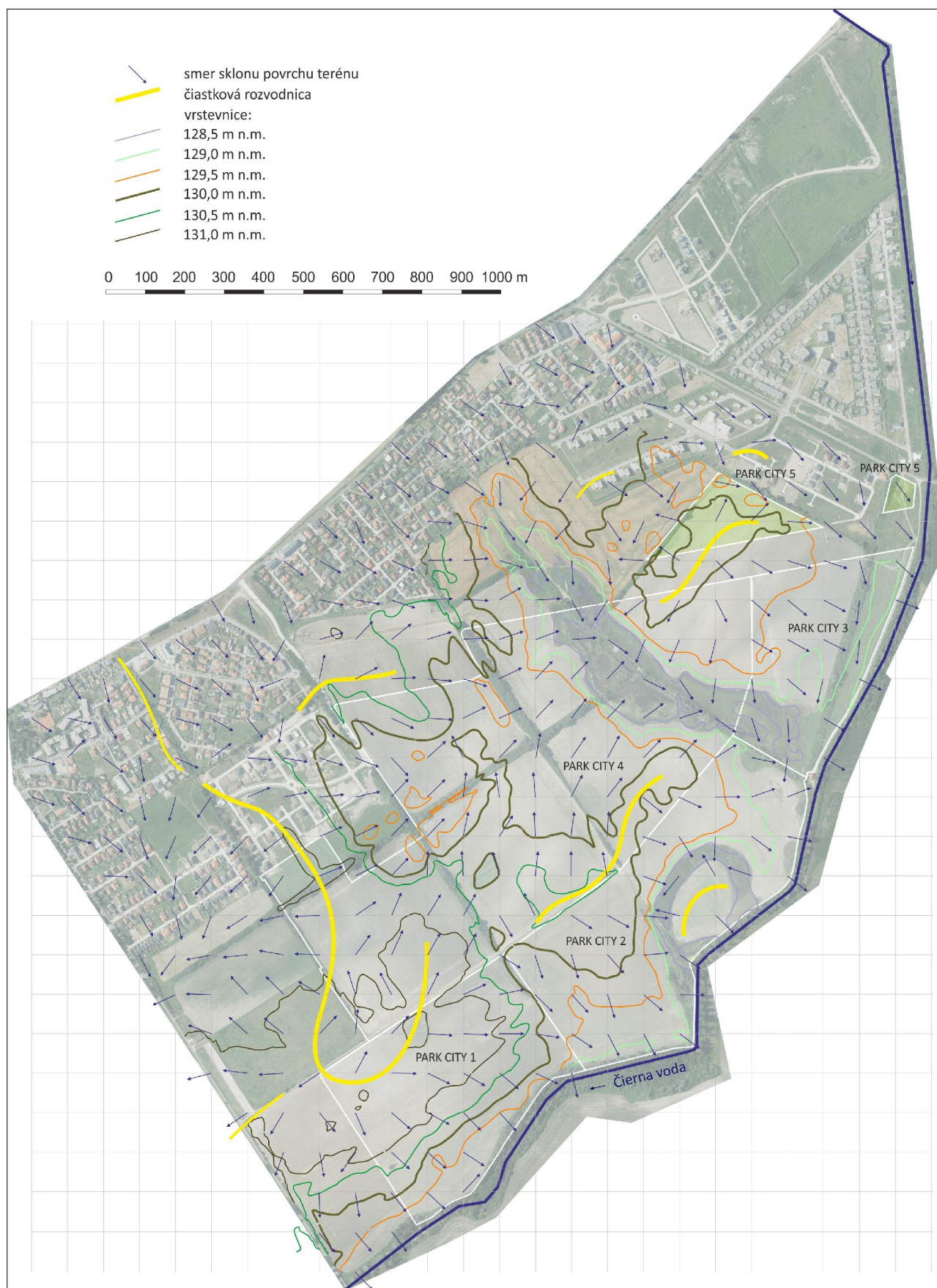
Odtoková zóna PARK CITY 1 je najvyššia v strednej a severozápadnej časti, a je tvorená širokým plochým chrbtom. Z neho terén mierne upadá na sever do odtokovej zóny PARK CITY 4 a na juhovýchod cez celú odtokovú zónu PARK CITY 1 až ku korytu Čiernej vody. Prevýšenie tejto zóny smerom k Čiernej vode je 1,5 až 1,8 m.

V časti územia PARK CITY 2 je prevládajúci smer sklonu terénu odtoku na juh k Čiernej vode. Vo východnej časti tohto územia sa nachádza plytká polkruhová depresia terénu - pozostatok niekdajšieho meandra Čiernej vody. Tento útvar lokálne mení smer povrchového odtoku do tejto depresie. Plytké dno depresie však upadá smerom na juh k Čiernej vode a prechádza cez pozostatok historického odtokového rigolu R1 (dnes je tu zriadená poľná cesta), kde pokračuje až ku korytu Čiernej vody. Tento malý úsek ja často podmáčaný a vytvára menšie mokrade v porastoch stromov. Celkové prevýšenie terénu v tejto časti územia PARK CITY je 1,5 až 2 m.

Územie označené ako PARK CITY 3 leží na vo východnej časti a prevažuje v ňom sklon terénu na juhovýchod. Sklon terénu tu smeruje na juhovýchod až k Čiernej vode. Prekážkou odtoku je tu historický bočný odvodňovací rigol R6 ako aj príjazdová cesta k prečerpávacej stanici. Prevýšenie terénu v tejto časti územia je najmenšie a dosahuje len 0,3 až 0,5 m.

Časť označená ako PARK CITY 4 je najväčšou odtokovou zónou s vlastným plytkým údolím (na obr. 8 ho ohraničuje zvýraznená vrstevnica 130 m n. m.) Hlavná os tohto nevýrazného zníženia upadá severovýchodným smerom ku korytu Čiernej vody a je v ňom situovaný historický odvodňovací Hlavný rigol. Po jeho stranách, v znížennom teréne sa vytvárajú zátopy, na pravej strane trvalého charakteru s mokradným spoločenstvom. Povrch terénu upadá k osi depresie - plytkého údolia rôznymi smermi, prevažuje severovýchod a juhozápad. Prevýšenie terénu tu dosahuje 2 až 2,5 m.

Návrh odvedenia povrchového odtoku zohľadňuje tieto vlastnosti terénu a prispôbuje sa mu aj situovanie hlavných línií odvedenia dažďových vôd a situovanie retenčných nádrží.



Obr. 8 Rozdelenie územia PATK CITY na odtokové zóny podľa sklonu terénu.

4.2 Návrh odvedenia a retencie prívalových dažďových vôd

Odvedenie zrážkových vôd je možné realizovať hlavnými líniami v jednotlivých odtokových zónach. Jedná sa o možné trasy, ktoré smerujú k osiam hlavných odvodňovacích línii a k navrhovaným retenčným prvkom v území. Odtokové línie predstavujú kostrový systém zberačov dažďových vôd. Ich presné vedenie terénom vyplynie z návrhov urbanistického riešenia. Ich smerovanie by však malo zostať zachované, keďže korešponduje so sklonom terénu. Odtokové línie a odtokové zóny vymedzujú najmä situovanie a smerovanie uličných dažďových zberačov, ktoré sa budú napájať na uvedené odtokové línie a ktoré budú navrhované vo vyšších stupňoch projektovej dokumentácie podľa konkrétneho rozmiestnenia stavieb a ulíc. Odtokové línie nie je teda možné považovať za definitívny projektový návrh.

Situácia odtokových a retenčných prvkov je znázornená na obr. 9, predpokladané objemy sú uvedené v tab. 2.

4.2.1 Retenčná nádrž Mokrade

Jedná sa o hlavnú retenčnú nádrž pre územie s najväčším odtokom dažďových vôd - PARK CITY 4. Nádrž je tvorená miernou terénnou depresiou, ktorá sa rozprestiera v okolí Hlavného rigolu. Jej hlbšie časti sa nachádzajú po jeho pravej strane a hladina vody sa v nich, najmä v severnej časti, udržiava dlhodobo. To sa odrazilo aj vo vzniku trvalého mokradového biotopu (foto príloha). Dlhodobú existenciu tohto mokradového územia potvrdzuje aj letecké snímkovanie z r. 1950. Dlhodobé opakované zaplavovanie tohto územia spôsobilo, že sa prestalo poľnohospodársky využívať. Vzhľadom na porasty stromov a mokradové spoločenstvá tvorí toto územie malé biocentrum, ktoré by mohlo v budúcnosti slúžiť ako oddychová a rekreačná zóna. Jeho zatápanie počas prívalových dažďov by toto územie nijako nepoškodzovalo. Akumulačný priestor vymedzuje vrstevnica 128,5 m n.m. a je už prakticky vytvorený. Pre jeho využívanie stačia minimálne terénne úpravy. Jedná sa najmä o výškovú úpravu brehov Hlavného rigola tak, aby voda z jeho okolia mohla bez prekážok odtekať do rigolu a zbytočne nestagnovala v jeho okolí. Rovnako bude treba v dvoch krátkych úsekoch, vyznačených na obr. 9 mierne, zvýšiť terén, aby sa akumulovaná voda neroztekala do okolitého terénu po ľavej strane Hlavného rigolu.

Objem takto vymedzenej retenčnej nádrže bez prehlbovania je v súčasnosti približne 23 400 m³ (pri odhadovanej priemernej hĺbke 0,5 m a ploche cca 4,68 ha). Jej poslaním bude zadržať objem vody zo 100 mm zrážky, ktorá spadne na územie PARK CITY 4. Ten pri predpokladanom koeficiente zastavanosti 0,3 bude tvoriť objem približne 18 000 m³ vody. Objem nádrže je však väčší, ako je požiadavka na zadržanie vody z územia PARK CITY . Je to dané potrebou zadržať v tejto nádrži aj dažďové vody z okolitých zastavaných území, pokiaľ sa pre ne vybudujú retenčné nádrže RN 2, RN 3 a RN 4 za súčasného zastavovania územia PARK CITY 4. S dostatočnou rezervou sa v retenčnej nádrži Mokrade zachytí aj objem vody vyprodukovaný pri 2-hodinovej súvislej extrémnej zrážke s výskytom raz za 50 rokov, ktorý činí z plochy PARK CITY 4 objem vody cca 7 200 m³ a z okolitých území 5000 m³.

Voda z retenčnej nádrže Mokrade bude odtekať do Čiernej vody cez regulačný objekt odtokovým kanálom, ktorý je možné realizovať v trase súčasného historického odvodňovacieho Hlavného rigolu.

4.2.2 Retenčná nádrž RN 1

Návrh tejto retenčnej nádrže vychádza z jej pôvodného návrhu v projektovej štúdii spoločnosti PROJVODA s.r.o. Bratislava z r. 2010 , [2].

Pôvodne jedna nádrž, ktorá lemuje pravý breh koryta Čiernej vody, bola rozdelená na 2 časti, jej ohraničenie bolo prispôbené morfológii terénu. Význam rozdelenia spočíva v prispôbení jej čiastkových objemov produkcií odtekajúcej prívalovej dažďovej vody z vymedzených zón odtoku PARK CITY 1 až 3.

Prvá časť retenčnej nádrže je označená ako RN 1 juh a budú do nej zaústené dažďové kanalizácie z odtokovej zóny PARK CITY 1. Miesta vyústenia do nádrže môžu byť rozmiestnené po celej jej dĺžke, podľa urbanistického riešenia tejto časti územia. Pre vybudovanie nádrže bude potrebné zvýšiť v určitých úsekoch úroveň terénu zo strany koryta Čiernej vody. V tomto území sa už nachádzajú prirodzené zátopové územia (stekanie vody z polí), ktoré sú striedané lesným porastom. Lesný porast nevytvára prekážku pre terénne úpravy pri budovaní nádrže ani pre samotné občasné zatápanie územia.

Objem takto vymedzenej retenčnej nádrže, s úpravou dna a zvýšením brehov na úroveň cca 129 m n. m. bude približne 6 500 m³ (pri odhadovanej priemernej hĺbke 0,7 m a ploche cca 0,93 ha). Jej poslaním bude zadržať objem vody zo 100 mm zrážky, ktorá spadne na územie PARK CITY 1. Objem zrážkovej vody pri predpokladanom koeficiente zastavanosti 0,3 bude približne 6 000 m³. S dostatočnou rezervou sa v nej zachytí aj objem vody vyprodukovaný pri 2-hodinovej súvislej extrémnej zrážke s výskytom raz za 50 rokov, ktorý činí z plochy PARK CITY 4 objem vody cca 2 400 m³.

Druhá časť retenčnej nádrže je označená ako RN 1 sever. Jedná sa vlastne o pokračovanie južnej časti retenčnej nádrže. Severná nádrž bude vzhľadom na konfiguráciu terénu situovaná o niečo vyššie, podľa geodetického zamerania o cca 0,2 - 0,3 m. Podobne ako v prípade južnej nádrže aj tu bude potrebné zvýšiť terén zo strany koryta Čiernej vody a tiež aj v niektorých častiach zo strany poľa, aby sa vytvoril retenčný priestor. Toto územie je už v súčasnosti čiastočne zaplavované dažďami stekajúcimi z polí. Aj keď sa tu vyskytuje lesný porast, nebude vytvárať prekážku pre vybudovanie dočasne zatápaného územia.

Objem tejto časti retenčnej nádrže je podstatne väčší ako jej južná časť. Po úprave dna a zvýšení brehov na úroveň cca 129,2 m n. m. bude jej objem približne 13 100 m³ (pri odhadovanej priemernej hĺbke 0,8 m a ploche cca 1,64 ha). Jej poslaním bude zadržať odtekajúcu dažďovú vodu z územia PARK CITY 2 a 3. Kanalizačné zberače z územia PARK CITY 2 budú do tejto retenčnej nádrže vyústené priamo podľa urbanistického návrhu. Vyústenie kanalizačného zberača do retenčnej nádrže z územia PARK CITY 3 bude realizované pomocou zhybky/akvaduktu cez odtokový kanál retenčnej nádrže Mokrade - súčasný historický Hlavný rigol. Typ prevedenia dažďovej vody z územia PARK CITY 3 cez Hlavný rigol do RN 1 sever bude závisieť od konkrétneho technického riešenia odtokového kanálu z RN Mokrade.

Územia PARK CITY 2 a 3 budú pri predpokladanom koeficiente zastavanosti 0,3 tvoriť objem približne 12 500 m³ dažďovej vody z extrémneho 100 mm úhrnu. S dostatočnou rezervou sa tu zadrží aj objem vody vyprodukovaný pri 2 hodinovej súvislej extrémnej zrážke s výskytom raz za 50 rokov, ktorý činí z plochy PARK CITY 2 a 3 objem vody cca 5 000 m³.

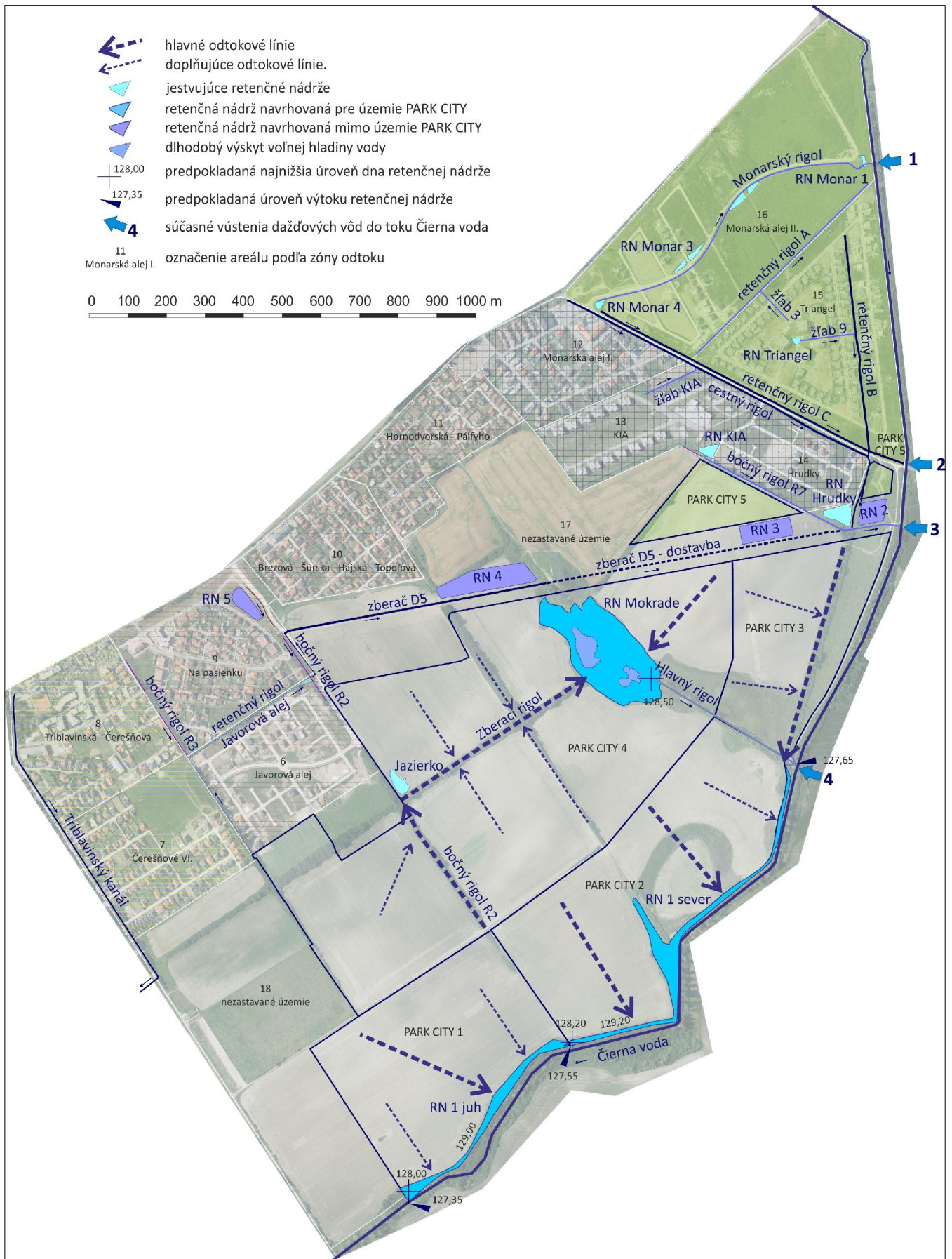
Odtok vody z oboch retenčných nádrží do Čiernej vody je možné riešiť regulovaným priepustom cez pravostranné zvýšenie brehov Čiernej vody.

Tab. 2a Tvorba odtoku z extrémnych zrážok z územia PARK CITY.

PARK CITY	plocha (m ²)	koef. zastav.	uhrn zrážok (mm)	zast. plocha (m ²)	koef. odtoku	odtok zo zastavaných plôch (m ³)
1	220600	0.3	100	66180	0.90	5956
2	309600	0.3		92880		8359
3	153100	0.3		45930		4134
4	667500	0.3		200250		18023
Spolu						36472

Tab. 2b Objem navrhovaných retenčných nádrží v území PARK CITY.

nádrž	plocha (m)	predpokladaná priem. hĺbka (m)	objem (m ³)
RN 1 juh	9290	0.7	6503
RN 1 sever	16400	0.8	13120
RN Mokrade	37500	0.5	18750
Spolu			38373



Obr. 9 Návrh odvedenia a retencie prítalových zrážkových vôd z územia PARK CITY.

Obr. 9a Porovnanie pôvodného a súčasného návrhu odvedenia zrážkových vôd z územia PARK CITY.

4.2.3 Etapizácia výstavby na území PARK CITY

Zástavba v území PARK CITY bude prebiehať postupne. Zriadenie retenčných nádrží v okolí územia PARK CITY a dobudovanie zberača dažďových vôd D5 však budú prebiehať v inom časovom slede. Aby sa zabezpečilo zadržanie prívalových zrážkových vôd počas tohto obdobia, bude retenčná nádrž Mokrade dočasne slúžiť okrem zadržania dažďovej vody z územia PARK CITY aj na zadržanie prívalovej dažďovej vody z okolitého územia - z častí označených na obr. 1a číslami 6 (Javorová alej), 9 (Na pasienku), 10 (Brezová, Šúrska, Hájska, Topoľová) a 11 (Hornodvorská, Pálffyho), ktoré do oblasti Mokrade - Hlavný rigol v súčasnosti privádza nedokončený dažďový zberač D5.

Podľa predpokladov zadávateľa štúdie treba počítať s postupnou zástavbou v prvých dvoch etapách, ktoré sú znázornené na obr. 10. Jedná sa o zastavenie východnej časti čiastkového územia PARK CITY 4, ktorá je na obr. 10 označená ako "etapa 1", a oblasti v šírke cca 300 m na styku čiastkového územia PARK CITY 1 a 2, ktorá je označená ako "etapa 2".

Ako bolo uvedené vyššie, výstavbou v území PARK CITY a zároveň nedostavaním zrážkovo-odtokových prvkov v okolí tohto územia vznikla potreba súčasne zadržať zrážkové vody z územia PARK CITY - etapa 1 a vody z okolitého už zastavaného územia. Preto bola retenčná nádrž Mokrade navrhnutá tak, aby bol jej objem pri minimálnych terénnych úpravách dostatočne veľký pre zadržanie všetkej prívalovej dažďovej vody počas obdobia dokončovania zrážkovo-odtokových prvkov v okolí a postupnej výstavby v území PARK CITY (etapa 1).

Územie PARK CITY 4 - etapa 1 bude pri predpokladanom koeficiente zastavanosti 0,3 tvoriť objem približne 11 200 m³ dažďovej vody z extrémneho 100 mm úhrnu. Zároveň bude v okolitom území (obr. 10) vznikať približne 12 300 m³ dažďovej vody. Spolu teda bude potrebné zadržať až približne 23 500 m³ dažďovej vody (tab. 3a). Na ich zadržanie bude slúžiť retenčný rigol Javorová alej, Jazierko a retenčná nádrž Mokrade. Ich celkový objem možno odhadnúť na 26 800 m³. S dostatočnou rezervou sa tu zadrží aj objem vody vyprodukovaný pri 2-hodinovej súvislej extrémnej zrážke s výskytom raz za 50 rokov, ktorý činí pre všetky územia cca 9 400 m³.

V prípade zástavby v území "etapa 2" na rozhraní odtokových zón PARK CITY 1 a 2 bude pre zachytenie zrážkových vôd zriadená retenčná nádrž RN 1 juh, ktorá pri objeme približne 6 500 m³ zachytí s veľkou rezervou vyprodukovaný objem zrážkových vôd 2 900 m³. Retenčná nádrž bude do budúcnosti slúžiť aj na zachytenie zrážkových vôd z ostatného územia PARK CITY 1 po jeho zastavaní.

Postupy v zástavbe v etape 1 a etape 2 vo vzťahu k zrážkovo-odtokovým pomeroch navzájom nesúvisia, každé územie má navrhovaný svoj vlastný retenčný objem.

V súvislosti s etapizáciou zástavby a budovania potrebných retenčných objemov treba uviesť, že po dobudovaní etapy 1 bude potrebné pred pokračovaním výstavby v území PARK CITY 4 zriadiť retenčné nádrže RN 2, RN 3, RN 4 a RN 5, ako aj dobudovať zberač dažďových vôd D5 a tým odkloniť dažďové vody z okolia územia PARK CITY tak, aby vtekali priamo do toku Čiernej vody cez výpusť č.3 a nezaťažovali retenčnú nádrž Mokrade.

Tab. 3a Tvorba odtoku z extrémnych zrážok z územia PARK CITY 4 - etapa 1 a okolitých zastavaných území odvádzaných dažďovým zberačom D5 do územia PARK CITY.

označenie územia	označenie územia	plocha (m ²)	koef. odtoku	uhrn zrážok (m)	zast. plocha (m ²)	koef. odtoku	odtok zo zastavaných plôch (m ³)
okolie	6	117068	0.26	0.1	30438	0.90	2739
	9	141054	0.32	0.1	45137	0.90	4062
	10	88996	0.37	0.1	32929	0.90	2964
	11	91448	0.31	0.1	28349	0.90	2551
	spolu						12317
PARK CITY 4	etapa 1	414261	0.3	0.1	124278	0.90	11185
	spolu						23502

Tab. 3b Objem retenčných nádrží v území PARK CITY a jeho okolí.

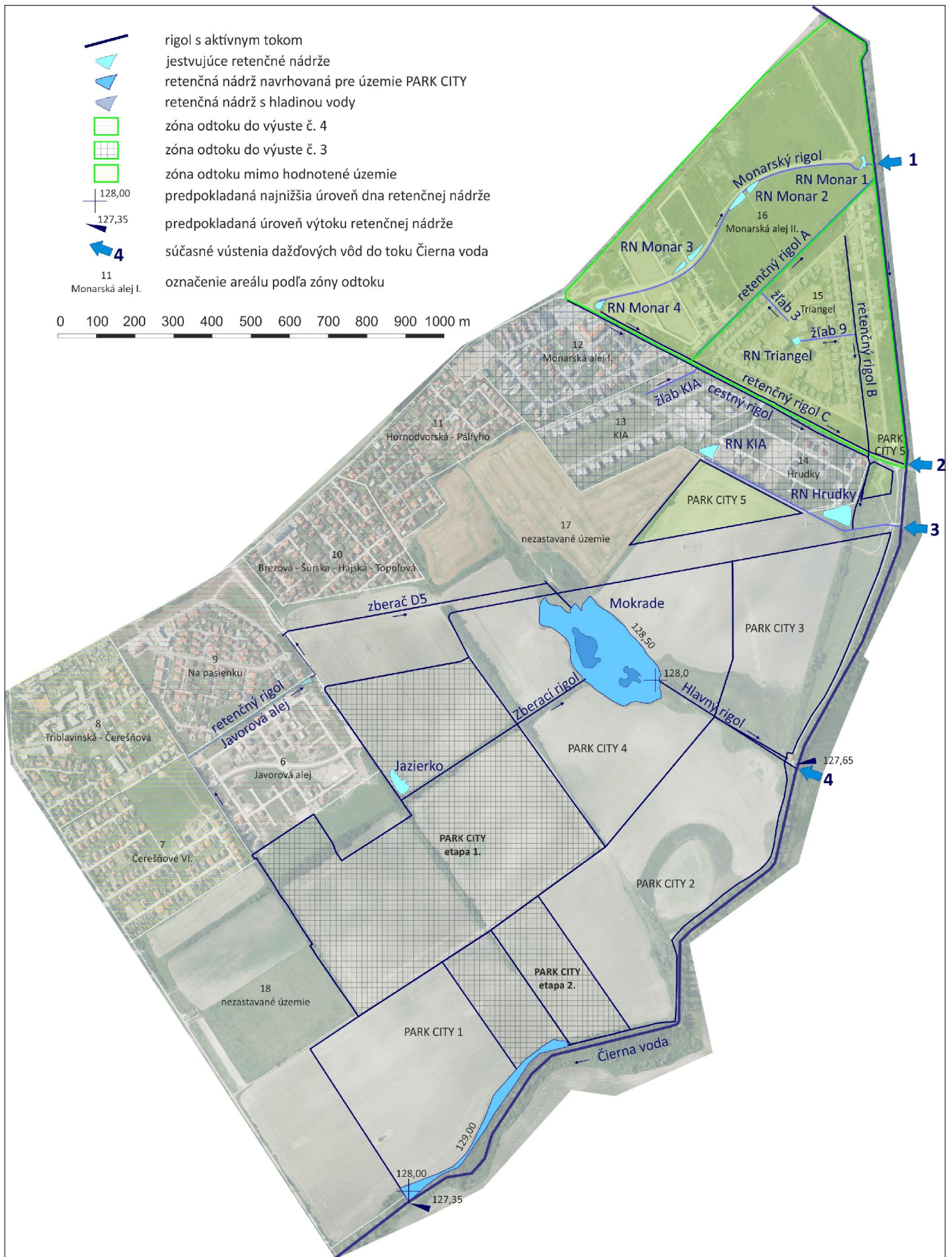
nádrž	plocha (m)	predpokladaná priem. hĺbka (m)	objem (m ³)
ret. rigol Javor. alej	979	1.2	1175
Jazierko PARK CITY	1495	1.5	2243
RN Mokrade	46809	0.5	23405
spolu			26822

Tab. 4a Tvorba odtoku z extrémnych zrážok z územia PARK CITY 1 a 2 - etapa 2.

označenie územia	označenie územia	plocha (m ²)	koef. odtoku	uhrn zrážok (m)	zast. plocha (m ²)	koef. odtoku	odtok zo zastavaných plôch (m ³)
PARK CITY 4	etapa 2	106546	0.31	0.1	33029	0.90	2973
	spolu						2973

Tab. 4b Objem retenčnej nádrže RN 1 juh.

nádrž	plocha (m)	predpokladaná priem. hĺbka (m)	objem (m ³)
RN1 juh	9290	0.7	6503
Spolu			6503



Obr. 10 Návrh odvedenia a retencie príválových zrážkových vôd z územia PARK CITY so zohľadnením etapizácie výstavby a postupnej výstavby retenčných prvkov v okolí.

5. Záver

5.1 Aktualizácia hydrologických a meteorologických pozorovaní

Na základe doplnenia hydrologických a meteorologických údajov od roku 2006, kedy bola spracovaná štúdia o možnostiach odvedenia zrážkových vôd [3], možno konštatovať, že za toto obdobie nedošlo k podstatným zmenám v zrážkovej činnosti ani v hydrologickom režime toku Čierna voda. Všetky kritické parametre zostávajú zachované (hodnota 2-hodinového súvislého dažďa s periodicitou 50 rokov - 38,2 mm pre Bratislavu ako aj 100-ročný prietok Čiernej vody - $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Nemení sa ani doba výskytu extrémnych zrážok, ktoré sa vyskytujú najmä v letnom resp. jesennom období, ani výskyt extrémnych prietokov na Čiernej vode, ktoré sa vyskytujú najmä v zimnom a jarnom období.

5.2 Vplyv zastavaného územia v okolí na hodnotené územie PARK CITY

Zastavané územia v okolí, ktoré majú zásadný vplyv na hodnotené územie možno rozdeliť na 3 oblasti:

1. Dažďové vody zo stavebných zón označených na obr. 1a ako 6, 9, 10, 11 sú odvádzané dažďovým zberačom D5, ktorý je zaústený do Hlavného rigolu. Tento rigol ich priamo privádza do územia PARK CITY. Hlavným rigolom sa potom dostávajú cez vyústenie č. 4 do toku Čierna voda.

2. Dažďové vody zo stavebných zón č. 12, 13, 14 sú odvádzané do prečisteného historického rigolu R7, či už priamo alebo cez cestný rigol pri ceste Čierna Voda - Chorvátsky Grob do toku Čierna voda cez výpusť č. 3. Úsek medzi historickým rigolom R7 a výpusťou je prepojený cez novovybudovaný rigol. Do tejto novej časti rigolu R7 má byť v budúcnosti napojený zberač dažďových vôd D5.

3. Územie, ktoré leží za cestou Čierna Voda - Chorvátsky Grob má samostatný systém odvedenia dažďových vôd, a to cez výpuste č. 1 a č. 2. Výpusť č. 2 jej však situovaná vyššie ako sútok akumulčných rigolov B a C, preto kým dôjde k dostatočnému zvýšeniu hladiny vody v týchto rigoloch voda odteká cez cestný priepust fragmentom rigolu 6 k do rigolu R7, a ním preteká do Čiernej vody cez výpusť č. 3.

Zastavané územia č. 7 a 8 majú dažďové vody odvedené cez Triblavinský kanál do Blahutovho kanálu a územie PARK CITY neovplyvňujú.

5.3 Návrh odvedenia extrémnych dažďových vôd z územia PARK CITY

Prívalové dažďové vody je možné pred ich vypustením do Čiernej vody zadržať bez toho, aby sa ovplyvnili prirodzený odtok na Čiernej vode.

Vzhľadom na etapizáciu výstavby na území PARK CITY a navrhované retenčné a odtokové prvky v jeho okolí bude potrebné zriadiť pre čiastkové území PARK CITY 4 retenčnú nádrž Mokrade a pre zástavbu čiastkového územia PARK CITY 1 a 2 retenčnú nádrž RN 1 juh. Oba zastavované územia (etapa 1 a etapa 2, obr. 10) je možné realizovať nezávisle na sebe, keďže navrhovaný smer odtoku dažďových vôd a ich zadržanie v retenčných nádržiach nie sú navzájom prepojené.

Navrhovaný systém zadržania a retencie prívalových dažďových vôd je založený na jej odvedení zo zastavaného územia do veľkoobjemových retenčných nádrží. Nebude sa teda vytvárať množstvo malých retenčných nádrží priamo v zastavanom území, čo by značne komplikovalo a predražovalo samotnú výstavbu (porovnanie oboch systémov odvedenie je uvedené na obr. 9a). Voda bude dočasne zadržiavaná vo veľkých retenčných nádržiach, ktoré sú v predloženom návrhu situované do tých častí územia, ktoré by boli pre zástavbu využiteľné len so zvýšenými nákladmi na ich predbežnú úpravu. Navrhované nádrže sú zároveň situované tak, aby sa na prevedenie vody využil prirodzený sklon územia a aby nádrže samotné čo najviac využili terénne depresie a neboli potrebné náročné zemné práce.

Zároveň sa takto koncipovaným návrhom minimalizujú zemné práce potrebné na prípravu územia pred zástavbou. Jedinou časťou územia, kde sa predpokladá navýšenie súčasného terénu, je priestor niekdajšieho ramena Čiernej vody v južnej časti územia PARK CITY 2. Aj v tomto prípade však navýšovanie úrovne terénu bude závisieť od využitia územia. V prípade jeho využitia pre vytvorenie oddychovej zóny bude možné ja toto územie gravitačne odvodniť do retenčnej nádrže RN1 sever.

5.3.1 PARK CITY 4 - etapa 1

Počas výstavby prvej etapy na území PARK CITY a za súčasného nedostavania navrhovaných retenčných a odtokových prvkov v okolí podľa návrhu spoločnosti PROJVODA s.r.o. [2], bude navrhovaná retenčná nádrž Mokrade spolu s jestvujúcimi retenčnými prvkami - retenčným rigolom Javorová alej a Jazierko PARK CITY s celkovým objemom cca 26 800 m³ schopná zadržať objem cca 23 500 m³ dažďovej vody, ktorý vznikne pri extrémnej dlhodobej zrážke s úhrnom 100 mm. Tento objem bude možné zadržať aj počas niekoľkodňovej kulminácie extrémnych prietokov na Čiernej vode, pokiaľ by sa v tom čase vyskytli.

Pre zriadenie retenčnej nádrže Mokrade bude potrebné zrealizovať nasledovné práce:

1. Sfunkčnenie Zberacieho rigolu

Sfunkčnením Zberacieho rigolu sa bude povrchovo odvádzať všetka dažďová voda z územia výstavby etapy 1 v čiastkovom území PARK CITY 4 do retenčnej nádrže Mokrade. Rigol bude zaplavovaný len počas prívalových zrážok. V bezzrážkovom období môže slúžiť na rekreačno-športové aktivity.

Pre sfunkčnenie rigolu bude potrebné upraviť jeho profil a odstrániť náletové porasty, ktoré sa v ňom v súčasnosti nachádzajú. Okolité porasty je možné ponechať. Pre jeho budúcu

údržbu bude potrebné vytvoriť v okolitých porastoch preluky, cez ktoré bude možný vjazd malých mechanizmov na čistenie dna rigolu.

2. Vytvorenie retenčnej nádrže Mokrade

Záplavové územie retenčnej nádrže je navrhnuté tak, aby sa využila konfigurácia súčasného terénu a tým sa minimalizovali zemné práce. Návrh retenčnej nádrže vychádza z geodetického zamerania terénu. Záplavovú plochu retenčnej nádrže nie je potrebné prehlbovať ani nijak upravovať.

Navrhovaná výška záplavy je 128,5 m n.m. Aby nedochádzalo k zaplavovaniu celého územia, ktoré sa nachádza pod touto výškovou úrovňou, bude potrebné zvýšiť okolie Hlavného rigolu na jeho severnej aj južnej strane o cca 0,5 až 1 m v celkovej dĺžke cca 30 - 50 m. Presný objem zemných prác bude možné určiť po podrobnom zameraní v týchto častiach územia.

Súčasne bude potrebné znížiť brehy Hlavného rigolu v úseku, kde prechádza cez záplavové územie retenčnej nádrže, aby pri vytekaní vody z nádrže došlo k jej úplnému vyprázdneniu a voda nezostávala mimo línie Hlavného rigola.

3. Úprava Hlavného rigolu

Aby sa zabezpečil bezproblémový odtok zo záplavového územia bude potrebné upraviť brehy a dno Hlavného rigola v úseku medzi nádržou a jeho vyústením do toku Čiernej vody. Zároveň bude potrebné na výtoku nádrže do rigolu zriadiť škrtiaci výpust, ktorý bude obmedzovať výtok vody z nádrže.

5.3.1 PARK CITY 1 a 2 - etapa 2

Pre výstavbu 2. etapy na území PARK CITY bude potrebné zriadiť retenčnú nádrž RN 1 juh. Objem tejto nádrže (cca 6 500 m³) prevyšuje požiadavku na zadržanie vody z extrémnej zrážky z predpokladaného územia 2. etapy (2 900 m³), avšak v budúcnosti bude jej objem využitý po dostavaní zvyšnej časti územia PARK CITY 1.

Pre zriadenie retenčnej nádrže RN1 juh bude potrebné zrealizovať nasledovné práce:

1. Zriadenie retenčnej nádrže

Návrh retenčnej nádrže využíva súčasnú konfiguráciu terénu, hlavne pokles úrovne terénu, ktorý sa tiahne pozdĺž rozhrania polí a záplavového územia toku Čierna voda. V súčasnosti sa v tomto území nachádzajú občasné mokrade, ktoré sa striedajú s riedkym lesným porastom. Pre vytvorenie retencie bude potrebná vytvoriť nízku hrádzu medzi brehom Čiernej vody a terénnym skokom na strane polí. Hrádzou sa uzavrie časť zníženého územia, ktoré bude slúžiť ako retenčná nádrž. Hrádza bude zároveň slúžiť na zadržanie vody v Čiernej vode pri veľkých vodných stavoch aby nedošlo k zaplaveniu retenčnej nádrže.

Stromový porast v priestore retenčnej nádrže nebude tvoriť prekážku pre zadržiavanie prívlovej vody a nebude preto potrebný jeho výrub. Priestor nádrže bude vhodné povrchovo upraviť tak, aby sa dalo do nej vstupovať a aby ju bolo možné využívať na rekreačno-športové aktivity (napr. cyklochodník a pod.).

2. Privedenie dažďovej vody do retenčnej nádrže

Pre privedenie dažďových vôd do retenčnej nádrže bude možné realizovať sieť odtokových rigolov, ktoré môžu byť vzhľadom na pozdĺžny tvar retenčnej nádrže zaústené podľa aktuálneho urbanistického riešenia v ľubovoľnom mieste. Retenčná nádrž je situovaná tak, aby sa pri budovaní odtokových rigolov čo najviac využil sklon terénu a nebolo potrebné realizovať osobitné zemné práce pre úpravu odtoku.

Pre privedenie dažďovej vody z časti priľahlého územia PARK CITY 2 bude potrebné realizovať na východnom ohraničení nádrže dočasný vtokový objekt - priepust, ktorý umožní prevedenie vody popod cestu, ktorá je v tejto časti už plánovaná. Po dostavbe retenčnej nádrže RN1 sever, bude priepust znefunkčnený a voda z privádzačov z územia PARK CITY 2 priamo zaústená do nádrže RN1 sever.

3. Vyústenie retenčnej nádrže

Vyústenie retenčnej nádrže do Čiernej vody bude potrebné realizovať cez škrtiaci priepust, ktorý bude umiestnený na jej západnom ohraničení. Samotná výpusť do Čiernej vody bude riešená krátkym odtokovým rigolom (dĺžka cca 10 - 15 m).

5.3.3 Pokračovanie výstavby na území PARK CITY

Pre ďalšiu výstavbu na území PARK CITY 4 bude potrebné dobudovať všetky navrhované retenčné prvky a odtokové prvky v okolí (v zmysle štúdie spoločnosti PROJVODA s.r.o., [2]), čím sa odklonia dažďové vody z celého okolia do výpuste č. 3 do Čiernej vody. Uvoľnený retenčný objem nádrže Mokrade bude potom môcť využívať celé územie PARK CITY 4.

Pre pokračovanie výstavby v územiach PARK CITY 2 a 3 bude potrebné dobudovať retenčnú nádrž RN1 sever.

Literatúra

- [1] Heriban Ján: Technická infraštruktúra zóny PARK CITY Chorvátsky Grob - Čierna Voda Triblavina, projekt pre územné rozhodnutie, AS projekt - Ing, s.r.o., Bratislava, 2008
- [2] Heriban Ján: Čierna voda - Chorvátsky Grob, návrh odvedenia dažďových vôd z jestvujúcich a už vyprojektovaných území, projektová štúdia, PROJVODA s.r.o., Bratislava, 2010
- [3] Klaučo Stanislav a kol.: Možnosti odvedenia prívalových dažďových vôd z územia Čierna voda, expertízna štúdia, SKOV, s.r.o., Bratislava, 2006
- [4] Klaučo Stanislav: Vedeckovýskumné centrum Triblavina - manažment zrážkových, podzemných a prívalových vôd, štúdia, SKOV, s.r.o., Bratislava, 2013

Odborný posudok

- [5] Zborník prác SHMÚ 24, 1985
-