

# VYUŽITIE MATEMATICKO-POČÍTAČOVÉHO MODELOVANIA PRE NÁVRH A POSUDZOVANIE STOKOVÝCH SIETÍ A OBJEKTOV NA STOKOVÝCH SIETĎACH

Branislav Štefanec

## Anotácia

Príspevok opisuje posúdenie stokovej siete mesta Pezinok s 13 odľahčovacími komorami. Príspevok opisuje použitie matematicko-počítačového modelovania na simuláciu procesov na povodí, dažďov a posúdenie odľahčovacích objektov.

**Kľúčové slová** Stoková sieť, dažď, odľahčovacia komora

## Annotation

This paper discusses an assessment of a sewer network of town Pezinok with 13 weir facilities. It describes using of computer-mathematical rainfall-runoff model for simulations of processes in the catchment basin, rains and assessment of weir facilities.

**Keywords:** Sewer system, Rain, Combined sewer overflows

## 1 ÚVOD

Svet v súčasnej dobe zažíva nepríjemné extrémne prírodných javov. Čoraz viac pociťujeme koncentráciu dažďových javov do extrémnych dažďov a následné dlhé bezdažďové obdobia. Ekonomika a technológia prevádzky jednotných stokových sietí sa potrebuje rovnako s týmto fenoménom vysporiadať. Súčasne sa stupňuje tlak na ochranu recipientov pred ich nadmerným znečisťovaním. V minulosti používané postupy sú nevyhovujúce vzhľadom na súčasný stav poznania problematiky. Efektívnym prostriedkom pre simuláciu možných javov a procesov na stokovej sieti môže byť matematicko-počítačové modelovanie. Výpočtová technika a digitálny svet v súčasnosti integruje podklady pre vstupy do takýchto modelov a stávajú sa tak veľmi efektívnym nástrojom. Konkrétny príklad možno ilustrovať na stokovej sieti Pezinku.

## 2 OPIS OBJEKTOV A STOKOVEJ SIETE MESTA PEZINOK

### Opis územia a stokovej siete

Mesto Pezinok je okresné mesto rozkladajúce sa na katastrálnych územiach Grinava a Pezinok. Riečnu sieť mesta Pezinok tvoria lokálne potoky a bystriny stekajúce z Malých Karpát. Vodné toky vykazujú značnú rozkolísanosť prietokov v priebehu roka. Priemerný ročný zrážkový úhrn je 700 – 750 mm. rok<sup>-1</sup>. Tok Blatina pod sídlom Pezinok patrí do III. až IV. triedy čistoty. V toku boli podľa meraní v roku 2006 zistené zvýšené hodnoty fekálnych koliformných baktérií a výskyt patogénnych mikroorganizmov. Vyskytli sa toxické ťažké kovy antimón a arzén, baktérie rodu Salmonella denteridis. Tento tok slúžil ako recipient pre ČOV Pezinok a tiež pre výuste odľahčovacích komôr.

Urbanizovaná časť mesta Pezinok je odkanalizovaná stokovou sieťou jednotnej stokovej sústavy, a to systémom piatich zberačov A, B, C, E, F, pričom väčšia časť povodia je odvodnená zberačmi A, B, C, zberače E a F odvodňujú severnú časť mesta vrátane sídliska Sever, nemocnice a rekreačného zariadenia pri rybníku v Kučišdorfskej doline nad mestom. Zberač D odvádza odpadové vody z priemyselného areálu a napája sa v južnej časti mesta čerpacou stanicou. Stoková sieť v Pezinku bola budovaná etapovite od roku 1970 do roku 1974. Kruhové profily sa vyskytujú od DN 300 mm do DN 1200 mm, väčšie profily sú riešené ako tlamové, s maximálnymi rozmermi na Bratislavskej ulici (zberač C) 2200/1400 mm. Materiál stokovej siete je betón a železobetón, rekonštrukcie menších profilov sú z materiálu PVC a ojedinele sa ako materiál použila kamenina. V súčasnosti má stoková sieť podľa prevádzkového poriadku BVS a.s. Bratislava z decembra 2006 cca 43.0 km.

Na stokovej sieti sa nachádza 13 odľahčovacích komôr, z toho 11 reálne plní svoju funkciu.

**Tabuľka 2-1:** Prehľad údajov o odľahčovacích komorách.

Názov OK	Výška priepadovej hrany [m n. m.]	Dĺžka priepadovej hrany [m]	Typ priepadu	Typ priepadovej hrany
OK1A	146,10	6,5	bočný- jednostranný	ostrohranný
OK2A	150,40	13	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK4A	152,10	1,5	čelný	zaoblený
OK1E	164,60	7	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK2E	172,80	6	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK3E	178,90	9	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK4E	190,35	7	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK1F	164,65	8	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK2F	172,45	8,4	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK3F	178,55	9	bočný- obojstranný	ostrohranný
OK4F	190,45	8	bočný- obojstranný	ostrohranný

### Koncepcia nakladania z odpadovými vodami

V minulosti bola koncepcia nakladania s odpadovými vodami nastavená na zber a čistenie odpadových vôd v miestnych čistiarniach odpadových vôd. Uvedené mestá a obce mali budované menšie čistiarne odpadových vôd na mechanicko– biologickom princípe odbúravania znečisťujúcich látok. Tieto čistiarne boli látkovo a hydraulicky preťažené a ich technológia bola zastaraná. Ďalším problémom územia boli málo vodnaté recipienty. BVS a.s. preto pristúpila na projekt odkanalizovania malokarpatského regiónu vypracovaný spoločnosťou HYDROCOOP s r.o. Projekt predpokladá odvádzanie odpadových vôd z celého regiónu na ústrednú čistiareň odpadových vôd vo Vrakuni, ktorá je naopak predimenzovaná a málo zaťažená. Odpadová voda je odvádzaná pomocou výtlačného potrubia a čerpacích staníc, ktoré sa vybudujú na miestach súčasných čistiarní odpadových vôd. Niektoré objekty na čistiarniach odpadových vôd sa využijú ako dažďové a havarijné nádrže a ostatné objekty budú asanované. V súčasnosti je zrealizovaná prvá etapa projektu a odpadové vody z mesta Pezinok sú odvádzané na ÚČOV Vrankuňa. ČOV Pezinok bola prebudovaná na čerpaciu stanicu.

### Meranie nočných prietokov a obhliadka siete

V rámci riešenia problematiky bolo dňa 07.05.2010 od 01:00-4:00 uskutočnená obhliadka siete, spojená s meraním nočných prietokov. Obhliadka začínala v areáli ČS, kde sme skontrolovali vizuálne prítok na ČS a odčítali hodnotu nočného prietoku. V mieste merania ultrazvukovým prietokomerom v Parshallovom žľabe bolo o 1:35 nameraných neuveriteľných  $134,4 \text{ l.s}^{-1}$  bezdažďových vôd. Počas celého dňa pred meraním t.j. 06.05.2010 neboli na území mesta Pezinok zaznamenané žiadne zrážky. Na obhajobu zisteného stavu možno konštatovať, že v období medzi 3-5.05.2010 boli pomerne intenzívne zrážky a mohla byť zvýšená hladina podzemných vôd. Možné zvýšenie hladiny podzemných vôd však netreba bagatelizovať a je nutné porovnať realitu a projekt odkanalizovania malokarpatského regiónu. V projekte prestavby čistiarne odpadových vôd v Pezinku na čerpaciu stanicu sa predpokladalo s maximálnym denným prietokom odpadových vôd  $130 \text{ l.s}^{-1}$ . Nameraný nočný prietok okolo  $130 \text{ l.s}^{-1}$  je preto na hrane a to v tom prípade platí doslova, pretože priepadová hrana rozdeľujúca dažďové prietoky na čerpaciu stanicu a prepád do dažďových nádrží bola plánovaná práve na  $130 \text{ l.s}^{-1}$ . V čerpacej stanici sú osadené tri čerpadlá v zostave 2+1 o návrhovom prietoku  $130 \text{ l.s}^{-1}$ . Za predpokladu napojenia výtlačnej čerpacej stanice Modra a zvýšení bezdažďového prietoku o ďalších  $70 \text{ l.s}^{-1}$  je namieste otázka funkčnosti celého systému.

Obhliadka siete pokračovala proti smeru prítoku po vybraných častiach siete. Voda v kontrolovaných šachtách bola veľmi čistá a bolo možné vidieť dno stoky. Počas obhliadky siete sme sa

snažili nájsť bodový prítok infiltrácie. Výsledkom obhliadky je tabuľka (Tabuľka 2-2) odhadovaných nočných prietokov v jednotlivých zberačoch s konštatovaním, že sme nenašli výraznejší bodový prítok.

**Tabuľka 2-2:** Rozdelenie infiltrácie v jednotlivých zberačoch.

Zberač	Infiltrácia
[-]	[l.s-1]
A	40
B	20
C	20
E	20
F	10
Celkovo	110

### 3 VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Ako dažde boli použité blokové dažde rôznej periodicity a doby trvania v rozsahu  $p = 0,1, 0,2$  a  $0,5$  v čase trvania  $t = 15, 30, 60, 120$  a  $180$ . Po skončení výpočtov sme z výsledkov zostavili prehľad o preťažených úsekoch a zaplavených šachtách.

#### Posúdenie stokovej siete

##### Zaplavené šachty

Ako zaplavené sme považovali šachty, v ktorých hladina (tlaková čiara) vystúpila nad úroveň terénu. Podľa STN- EN 752 je odporúčaná periodicitu zaplavenia stokovej siete pre mestské centrá a priemyselné oblasti  $0.033$ , resp.  $1 \times$  za 30 rokov. Sieť bola projektovaná a budovaná podľa starších noriem, a preto sme posúdenie vykonali pre periodicitu náhradného blokového dažďa  $p = 0,1$ , t.j. dažď, ktorý sa štatisticky vyskytne  $1 \times$  za 10 rokov. Posúdenie bolo vykonané pre porovnanie aj s periodicitou náhradného blokového dažďa  $p = 0,2$  a  $p = 0,5$ .

**Tabuľka 3-1:** Počet zaplavených šacht pre rôzne doby trvania dažďa a periodicitu opakovania

p=0,1		p=0,2		p=0,5	
t [min]	[-]	[min]	[-]	t [min]	[-]
15	1	15	10	15	3
30	7	30	3	30	1
60	0	60	0	60	0
120	0	120	0	120	0
180	0	180	0	180	0

**Tabuľka 3-2:** Percento zaplavených šacht pre rôzne doby trvania dažďa a periodicitu opakovania

p=0,1		p=0,2		p=0,5	
t [min]	[%]	t [min]	[%]	t [min]	[%]
15	1.73	15	0.82	15	0.25
30	0.58	30	0.25	30	0.08
60	0	60	0	60	0
120	0	120	0	120	0
180	0	180	0	180	0

Grafické znázornenie zaplavených šacht je uvedené v prílohe ako obrázok (Obr. 7-2). V tabuľke (Tabuľka 3-1) a (Tabuľka 3-2) uvádzame stručný prehľad výsledkov.

## Pret'azené úseky

Posudzovanie stokovej siete iba podľa zatopenia šácht na sieti nie je celkom objektívne, a preto vyberáme z výsledkov simulácie údaje o pret'azených úsekoch. Za pret'azený úsek považujeme ten, v ktorom vzniklo tlakové prúdenie, t.j. ak je maximálna výška hladiny vzťahnutá k priemeru stoky väčšia ako 1,0. Pri vzniku tlakového prúdenia potom môže dôjsť k 10 – 15 násobnému prekročeniu kapacitného prietoku.

**Tabuľka 3-3:** Počet pret'azených úsekov pre rôzne doby trvania dažďa a periodicitu opakovania

p=0,1		p=0,2		p=0,5	
t [min]	[-]	t [min]	[-]	t [min]	[-]
15	326	15	254	15	160
30	173	30	133	30	94
60	72	60	67	60	50
120	40	120	28	120	21
180	18	180	17	180	17

**Tabuľka 3-4:** Percento pret'azených úsekov pre rôzne doby trvania dažďa a periodicitu opakovania

p=0,1		p=0,2		p=0,5	
t [min]	%	t [min]	%	t [min]	%
15	26,9	15	21	15	13,2
30	14,3	30	11	30	7,8
60	5,9	60	5,5	60	4,1
120	3,3	120	2,3	120	1,7
180	1,5	180	1,4	180	1,4

Grafické znázornenie pret'azených úsekov stôk je uvedené v prílohe, obrázok (Obr. 7-3). V tabuľke (Tabuľka 3-3) a (Tabuľka 3-4) uvádzame stručný prehľad výsledkov.

## 4 Zhodnotenie výsledkov

Celkový počet šácht na sieti je 1210. Na stokovej sieti mesta Pezinok je pri daždi periodicity  $p=0,1$  o trvaní 15 minút zaplavených 21 šácht čo je približne 1,7 % všetkých šácht. Najväčší výskyt zaplavených šácht je v začiatkových úsekoch siete s minimálnym priemerom potrubia, kde sa mení sklon z väčšieho na menší.

Z celkového počtu 1210 úsekov na stokovej sieti mesta Pezinok je pri daždi periodicity  $p=0,1$  o trvaní 15 minút pret'azených 326 úsekov. V percentuálnom vyjadrení môžeme povedať, že takmer 29 % úsekov je pret'azených. Pri daždi periodicity  $p=0,5$  o trvaní 15 minút je pret'azených 160 úsekov. V percentuálnom vyjadrení je to zhruba 13 %. Návrh siete by mal odvieť dažďový prietok z dažďa periodicity  $p=0,5$  o trvaní 15 minút bez vzniku tlakového prúdenia. Súčasný stav je preto z tohto pohľadu nevyhovujúci. Zaplavenie šácht nemusí priamo znamenať nevyhovujúci prevádzkový stav a ohrozenie majetku. Zaplavenie nehnuteľností závisí aj od morfológie terénu, spôsobu napojenia kanalizačných, stavebných úprav,... Dôležitým faktorom je aj odvádzanie resp. neodvádzanie vôd zo suterénu a pivníc domov a ochrana nehnuteľností pred zaplavením spätnými klapkami, osadenými na domových prípojkách.

Pre definitívne potvrdenie týchto predbežných záverov by však bolo potrebné vykonať podrobnejšiu štúdiu s kalibráciou a verifikáciou modelu, pretože na povodí je viacero faktorov, pri ktorých mohlo dôjsť k chybám (najmä pri určení plôch, pripojených na stokovú sieť, odtoku z ciest a pod.).

## 5 Posúdenie odľahčovacích komôr

Posúdenie odľahčovacích komôr sme vykonali v zmysle Nariadenia vlády SR zo dňa 21. júna 2005 č. 296/2005 Z.z., ktorým sa ustanovujú kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd. V modeli sme spustili simuláciu bez dažďa, na základe ktorej sú určené bezdažďové prietoky. Výpočtom pomocou zried'ovacieho pomeru dostávame prietok  $Q_{\xi}$  potrebný

odviesť na čistiareň odpadových vôd. Následne sme spustili model zaťažený dažďami rôznej periodicity a trvania. Odčítané hodnoty odvádzaného prietoku počas dažďa sme porovnali s predpisom riediaceho pomeru. V tabuľke (Tabuľka 5-2) uvádzame prehľad výsledných zriedovacích pomerov. V tabuľke (Tabuľka 5-1) uvádzam hodnoty predpísaného riediaceho pomeru a predpísaného prietoku na čistiareň odpadových vôd.

**Tabuľka 5-1:** Riediaci pomer a prietok odvádzaný na čistiareň odpadových vôd

Názov OK	$Q_{s,24}$	$m_r$	$Q_{\xi}$
[-]	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	[1:x]	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
OK4E	0,001	8	0,008
OK3E	0,002	8	0,016
OK2E	0,002	8	0,016
OK1E	0,007	8	0,056
OK4F	0,001	8	0,008
OK3F	0,001	8	0,008
OK2F	0,001	8	0,008
OK1F	0,007	8	0,056

**Tabuľka 5-2:** Veľkosť zmiešavacieho pomeru pre rôzne doby trvania dažďa a periodicitu opakovania

p		0,1					Posúdenie
t [min]	OK	15	30	60	120	180	
$m_r$	OK4E	76	65	51	40	36	vyhovuje
	OK3E	56	48	34	25	21	vyhovuje
	OK2E	67	48	42	42	33	vyhovuje
	OK1E	17	17	16	14	12	vyhovuje
	OK4F	27	27	20	15	12	vyhovuje
	OK3F	7	27	20	15	12	vyhovuje
	OK2F	239	169	101	59	43	vyhovuje
	OK1F	36	86	49	28	19	vyhovuje
	<b>OK4A</b>	<b>1,07</b>	<b>1,12</b>	<b>1,11</b>	<b>1,08</b>	<b>1,07</b>	<b>nevyhovuje</b>
	OK2A	31	31	31	28	19	vyhovuje
<b>OK1A</b>	<b>0,91</b>	<b>0,86</b>	<b>0,82</b>	<b>0,77</b>	<b>0,74</b>	<b>nevyhovuje</b>	
p		0,2					Posúdenie
t [min]	OK	15	30	60	120	180	
$m_r$	OK4E	72	61	48	39	34	vyhovuje
	OK3E	49	44	32	24	20	vyhovuje
	OK2E	54	44	42	38	31	vyhovuje
	OK1E	16	16	15	13	12	vyhovuje
	OK4F	27	26	19	14	12	vyhovuje
	OK3F	27	26	19	14	12	vyhovuje
	OK2F	209	150	89	53	40	vyhovuje
	OK1F	118	75	43	24	18	vyhovuje
	<b>OK4A</b>	<b>1,01</b>	<b>1,11</b>	<b>1,09</b>	<b>1,08</b>	<b>1,05</b>	<b>nevyhovuje</b>
	OK2A	32	31	30	24	17	vyhovuje
<b>OK1A</b>	<b>0,9</b>	<b>0,85</b>	<b>0,81</b>	<b>0,76</b>	<b>0,74</b>	<b>nevyhovuje</b>	

p		0,5					Posúdenie
t [min]	OK	15	30	60	120	180	
m <sub>r</sub>	OK4E	66	56	45	37	33	vyhovuje
	OK3E	39	39	29	22	19	vyhovuje
	OK2E	55	42	44	35	28	vyhovuje
	OK1E	16	16	15	13	12	vyhovuje
	OK4F	27	24	17	13	11	vyhovuje
	OK3F	27	24	17	13	11	vyhovuje
	OK2F	171	126	76	47	36	vyhovuje
	OK1F	96	61	36	21	16	vyhovuje
	<b>OK4A</b>	<b>1,11</b>	<b>1,11</b>	<b>1,09</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>nevyhovuje</b>
	OK2A	31	31	30	21	15	vyhovuje
	<b>OK1A</b>	<b>0,88</b>	<b>0,84</b>	<b>0,79</b>	<b>0,75</b>	<b>0,73</b>	<b>nevyhovuje</b>

Nariadenie vlády SR zo dňa 21. júna 2005 č. 296/2005 Z.z. § 5 odsek 5 stanovuje:

Podkladom na preukázanie počtu prípadov odľahčovania v priebehu roka pri rozsiahlych stokových sieťach, s počtom odľahčovacích objektov väčším ako 10, je odborné posúdenie zrážkových a odtokových pomerov. Pri čase dotoku stokovou sieťou k odľahčovaciemu objektu rovnajúcom sa alebo dlhšom ako 15 minút, počet prípadov odľahčovania môže byť najviac 15 za rok v dlhodobom priemere. Pri čase dotoku stokovou sieťou k odľahčovaciemu objektu kratšom ako 15 minút, počet prípadov odľahčovania môže byť najviac 20 za rok v dlhodobom priemere.

Posúdenie počtu prípadov odľahčenia sme vykonali v programovom module SAMBA. Vzhľadom k nedostatku údajov o historických dažďoch v lokalite mesta Pezinok, sme použili historické dažde z ombrografickej stanice Sliač, ktoré sme mali k dispozícii. Podklady o historickom daždi v ombrografickej stanici majú 28 ročný rad pozorovaní. Samotné posúdenie je vykonávané výpočtom kapacitného prietoku odvádzaného na čistiareň a jeho porovnaním s prietokom prichádzajúceho do odľahčovacej komory. Výsledkom sú grafické a tabuľkové výstupy počtu prípadov odľahčenia, trvania odľahčenia a odľahčeného objemu. Výpočet sa štatisticky spracuje a výsledky sú uvádzané ako dlhodobý priemer vypočítaných veličín. V tabuľke (Tabuľka 5-3) uvádzame výsledky posúdenia jednotlivých objektov. Objekty, ktoré nie sú uvedené v tabuľke, neboli zapojené do procesu odľahčovania, preto ich výsledky nie sú uvádzané.

**Tabuľka 5-3:** Výsledky posúdenia odľahčovacích objektov v programe SAMBA

Názov OK	Objem odľahčených vôd	Počet odľahčení	Trvanie odľahčenia	Čas dotoku	Posúdenie
[-]	[m <sup>3</sup> ]	[-]	[min]	[min]	[-]
OK2A	544,8	1	0,4	40	VYHOVUJE
OK2E	61,1	1,1	0,3	5	VYHOVUJE
OK1E	4235,6	13	12,3	25	VYHOVUJE
OK4F	27,1	1,1	0,2	8	VYHOVUJE
OK1F	205,6	1,8	0,4	9	VYHOVUJE
<b>OK4A</b>	<b>26172,2</b>	<b>26,7</b>	<b>58,7</b>	<b>40</b>	<b>NEVYHOVUJE</b>
OK1A	9106,6	8,6	6,1	40	VYHOVUJE

Posúdeniu podľa zmiešavacieho pomeru nevyhovujú odľahčovacie komory OK1A a OK4A. Posúdeniu podľa počtu prípadov odľahčenia nevyhovuje odľahčovacia komora OK4A. Z hľadiska posúdenia zachytávania plávajúcich látok nevyhovuje posúdeniu ani jedna odľahčovacia komora, nakoľko ani jedna nemá na to určené zariadenie.

## Kalibrácia a verifikácia modelu

Kalibrácia a verifikácia vyžaduje merania zrážok a ním zodpovedajúcich prietokov, čo je časovo a finančne pomerne náročná úloha. Pre účely tejto štúdie nebola vykonaná kalibrácia ani verifikácia zrážkovo - odtokového modelu. Kalibrácia a verifikácia by si vyžiadala dlhší čas na vypracovanie tejto štúdie a financie na meranie prietokov a zrážok. Takéto podrobné vypracovanie prekračuje časový a finančný rozsah, ktorý sme mali pri vypracovaní tejto práce k dispozícii.. Získané výsledky je preto potrebné prekonzultovať s pracovníkmi prevádzky a konfrontovať výsledky modelu a ich poznatky o sieti.

## 6 NÁVRH OPATRENÍ

Celé fungovanie systému ovplyvňujú infiltrované vody v stokovej sieti. **Výrazná infiltrácia cca 110 l.s<sup>-1</sup>** nepomáha funkčnosti systému.

**Stoková sieť** je preťažená prevažne v menších zberačoch, v oblasti severozápadnej sídliskovej časti mesta

Prvým navrhovaným opatrením je zníženie množstva infiltrovaných vôd. Podľa nočného merania prietokov možno skonštatovať, že infiltrácia v stokovej sieti je plošného a nie bodového charakteru. Pre konkrétny návrh rekonštrukcie siete je potrebný komplexnejší prieskum siete.

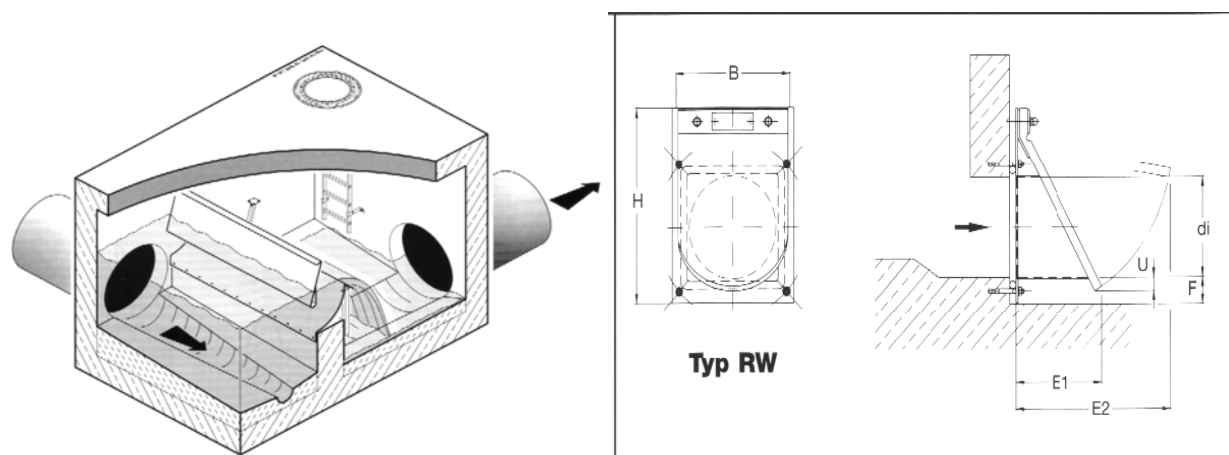
Druhou alternatívou môže byť redukcia množstva dažďových vôd privádzaných do kanalizácie, vybudovania vsakovacích zariadení, dažďových nádrží, reguláciou odtoku,....

Voľba najvhodnejšieho spôsobu odstránenia problému vyžaduje komplexnejšie posúdenie jednotlivých alternatív, spolu s posúdením investičných a prevádzkových nákladov pred a po realizácii jednotlivých opatrení.

**Odl'ahčovacie komory** vyhovovali posúdeniu podľa zmiešavacieho pomeru z hydraulického hľadiska v 9 prípadoch a nevyhovovali v 2 prípadoch. Nariadenie vlády 296/2005 Z.z. ukladá povinnosť odl'ahčovací objekt vybaviť zariadením na zachytávanie plávajúcich látok. Navrhujem preto umiestniť v každej odl'ahčovacej komore nornú stenu FluidDrop od spoločnosti PFT pozri obrázok (Obr. 6-1). Pri nočnom meraní prietokov sme mali možnosť vidieť hladinu vody v recipiente, ktorej vzdušie siahalo až do odl'ahčovacej stoky. Navrhujem preto taktiež vybaviť každý výust odl'ahčovacej stoky spätnou klapkou od spoločnosti PFT pozri obrázok (Obr. 6-1).

V prípade odl'ahčovacej komory OK1A prichádza do úvahy niekoľko riešení. Prvou a najrozumnejšou alternatívou je už spomínané zníženie množstva infiltrovaných vôd. V prípade zníženia prítoku zo 100 l.s<sup>-1</sup> na 10 l.s<sup>-1</sup> klesne prietok odvádzaný na čistiareň o **810 l.s<sup>-1</sup>**. Takéto zníženie prietoku infiltrovaných vôd zabezpečí riadiaci pomer bez nutnosti stavebných úprav na samotnom objekte odl'ahčovacej komory.

Pri odl'ahčovacej komore OK4A, ktorá nevyhovuje posúdeniu zmiešavacieho pomeru a ani počtu odl'ahčení v dlhodobom priemere, navrhujem zväčšenie profilu škrtiacej stoky na DN 600 5‰ v dĺžke 13 metrov. Za škrtiacou stokou navrhujem vymeniť celý úsek až po sútok zo zberačom C za DN 1000 v minimálnom sklone. Výmena úseku za škrtiacou stokou vylepší aj preťaženie úsekov siete.



Obr. 6.1 Norná stena FluidDrop a spätná klapka FluidSwing od spoločnosti PFT(zdroj <http://www.pft-uf.cz/nabidka/prospekty/fluiddrop.pdf>)

## 7 ZÁVER

Aplikáciou teoretických poznatkov a použitím matematicko-počítačového modelu na konkrétnom príklade, sme dosiahli nasledovné výsledky posúdenia stokovej siete:

**Stoková sieť** je hydraulicky preťažená. Pri daždi periodicity  $p=0,1$  o trvaní 15 minút je preťažených 326 úsekov. V percentuálnom vyjadrení môžeme povedať, že takmer 29 % úsekov je preťažených.. Vyriešenie problému vysokého podielu infiltrovaných vôd zlepši tak stav celej stokovej siete ako aj objektov na nej.

**Odl'ahčovacie komory** v 9 z 11 prípadoch vyhovujú posúdeniu podľa platnej legislatívy (296/2005 Z.z.), ktorá stanovuje posúdenie OK pomocou metódy zried'ovacieho pomeru. Po odstránení časti infiltrovaných vôd bude potrebné vyriešiť problém OK4A. Riešenie zväčšením priemeru škrtiacej stoky na DN 600 a zväčšenie profilu stoky za škrtiacou stokou až po sútok so zberačom C na DN 1000, odstráni problém posúdenia na počet odl'ahčení a zlepši aj hydraulické preťaženie siete. Na všetkých odl'ahčovacích komorách je potrebné osadiť zariadenia na zachytenie plávajúcich nečistôt. Odporúčaním pre prevádzkovateľa je aj osadenie spätných klapiek na výustné objekty odl'ahčovacích komôr.

Pre definitívne potvrdenie týchto predbežných záverov by však bolo potrebné vykonať podrobnejšiu štúdiu s kalibráciou a verifikáciou modelu.

### Abstract

Waste water management is currently undergoing a fundamental change in perspective on the issue. Previously used procedures based on the principle of emission are receding into the background and are replaced by the principle of imission. Government order 296/2005 should also help to improve the state of water. This order also tackles an issue of professional assessment of precipitation and runoff ratios for the number of weirs larger than 10.

Aim of this paper was to make a study of hydraulic assessment of capacity of town's Pezinok sewer network using legislative, technical norms, mathematical apparatus and computer in force. The paper deals with the assessment of the endurance of weir facilities in terms of legislation. The assessment of sewer network was done by computer-mathematical rainfall-runoff model Mouse (DHI).

This paper begins with the description of the area, and then continues with a conception of waste water management.

Next part of this work is an inspection of a sewer network during night. During this inspection were found significant defects with huge impact on the Sewer network system. The core this work contains an assessment of the sewer network and related objects

The last chapter is dedicated to proposals and determination of hydraulic conditions of reconstruction of weir facilities and describes alternative ways of lowering the amount of weir waters.

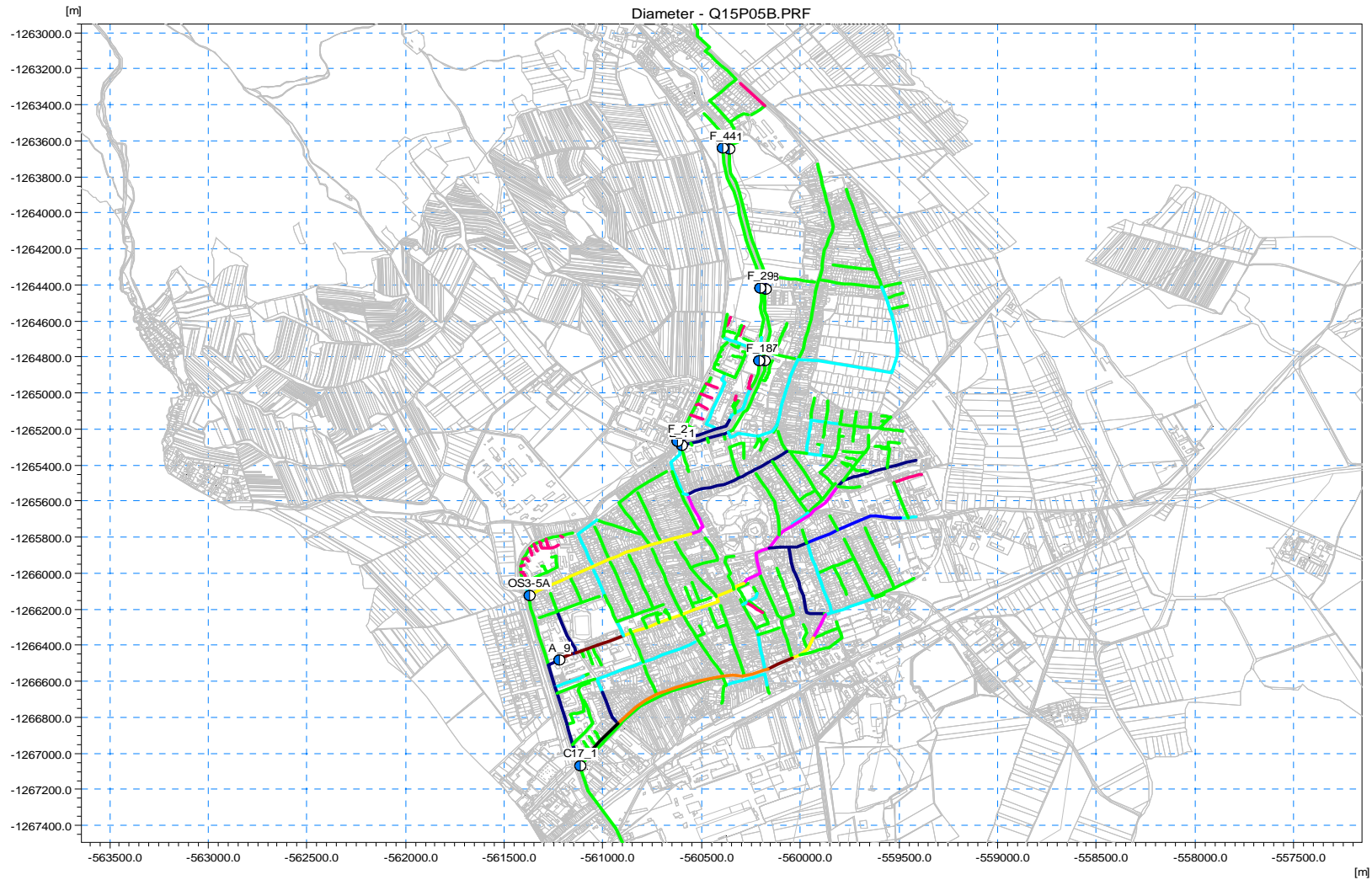
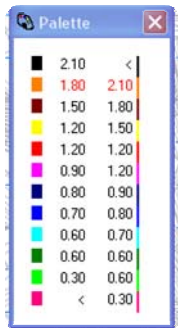
Conclusion consists of series of recommendations to bring the present situation in sync with legislation in force. This paper brings attention to the current state of operated facilities on the sewer network and addresses ways to improve the functionality of the system. Optimizing the current state may reduce the amount of pollution discharged into receiving waters and drawn amount of wastewater.

---

**Ing. Branislav Štefanec**

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta, Slovenská Technická Univerzita  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava  
[xstefanec@is.stuba.sk](mailto:xstefanec@is.stuba.sk)

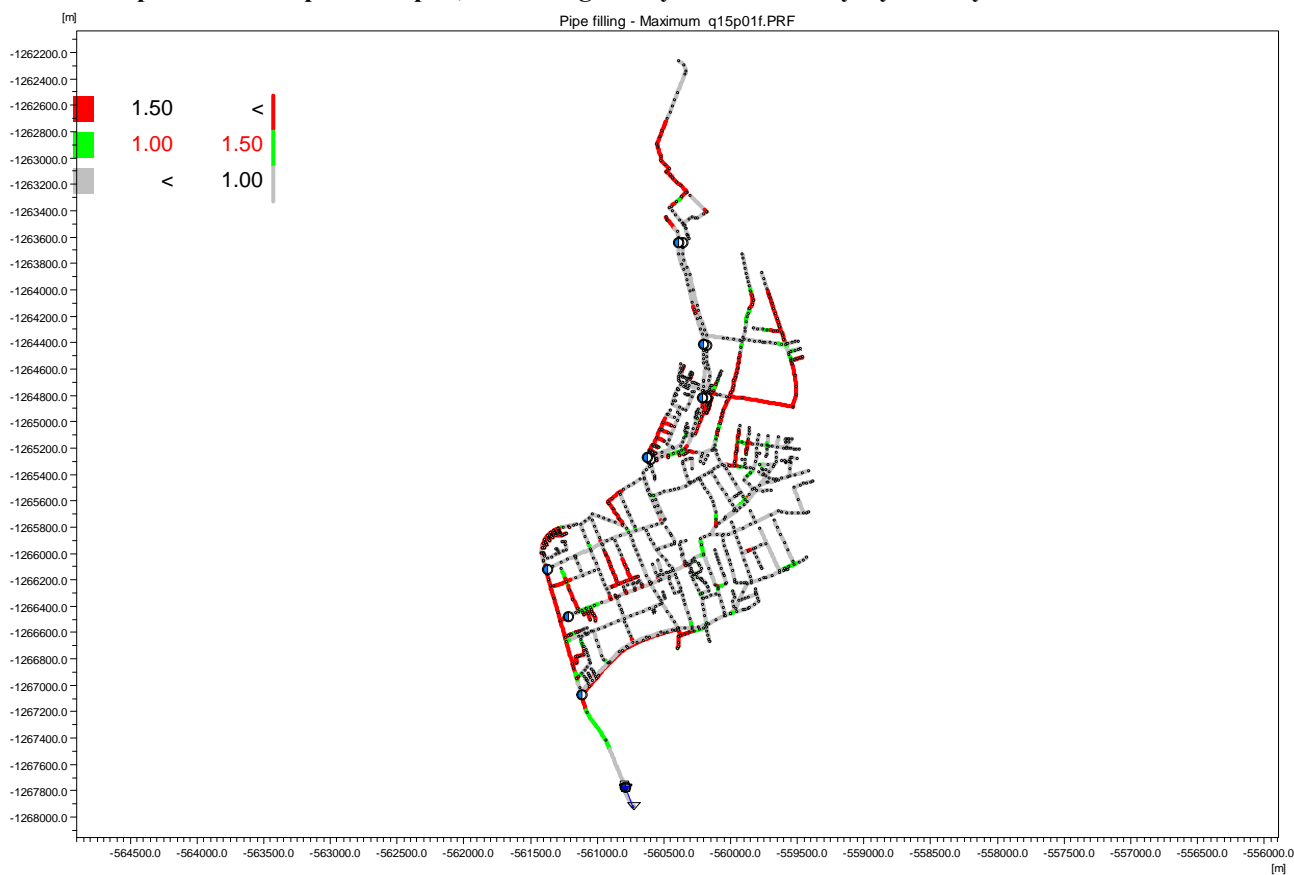




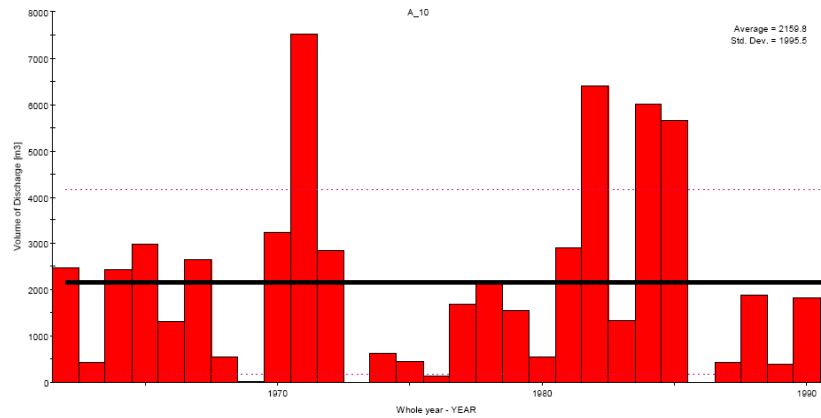
**Obr. 7.1 Schéma stokovej siete s grafickým odlišením priemeru potrubí (údaje sú v metroch)**



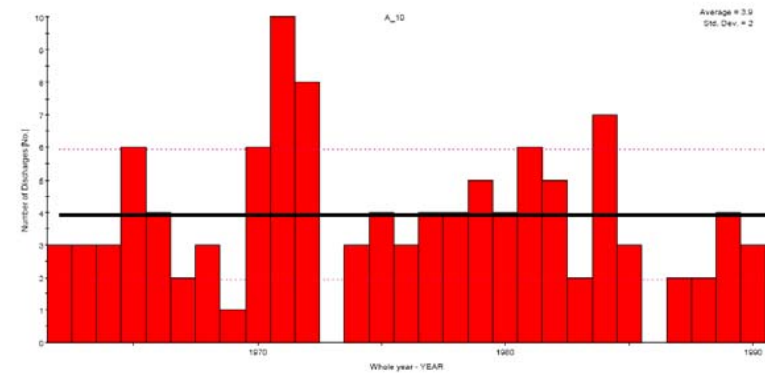
Obr. 7.2 Zaplavenie šácht pri daždi  $p=0,1$  a  $t=15$  s grafickým rozlíšením výšky hladiny v šachte vzhľadom k terénu



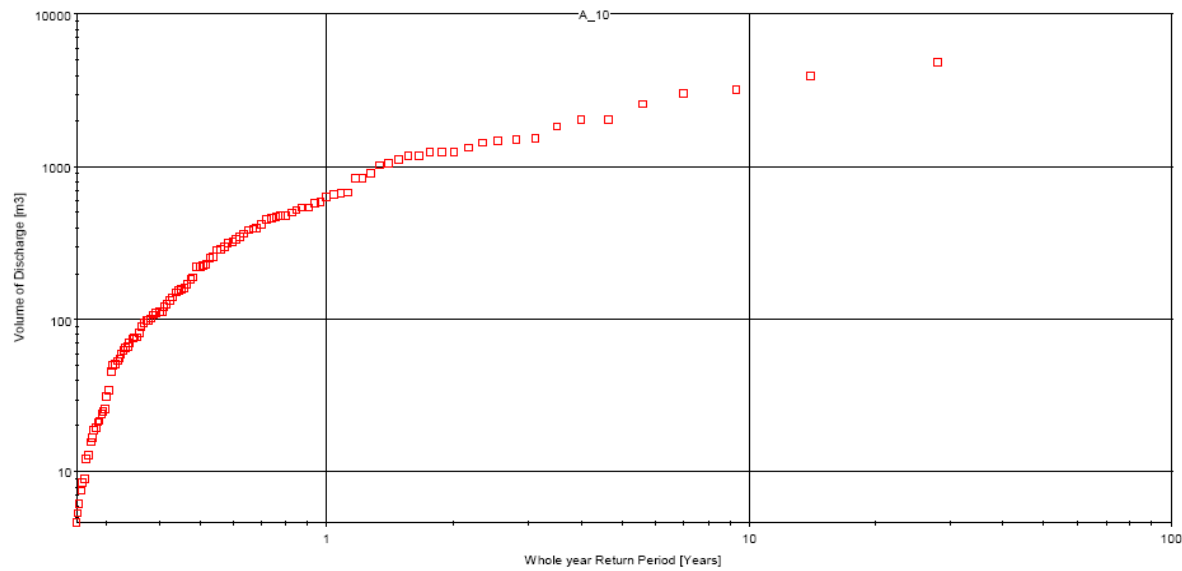
Obr. 7.3 Preťažené úseky pri daždi  $p=0,1$  a  $t=15$  s grafickým rozlíšením pomeru kapacitného a skutočného prietoku. Hodnoty  $> 1$  predstavujú tlakové prúdenie.



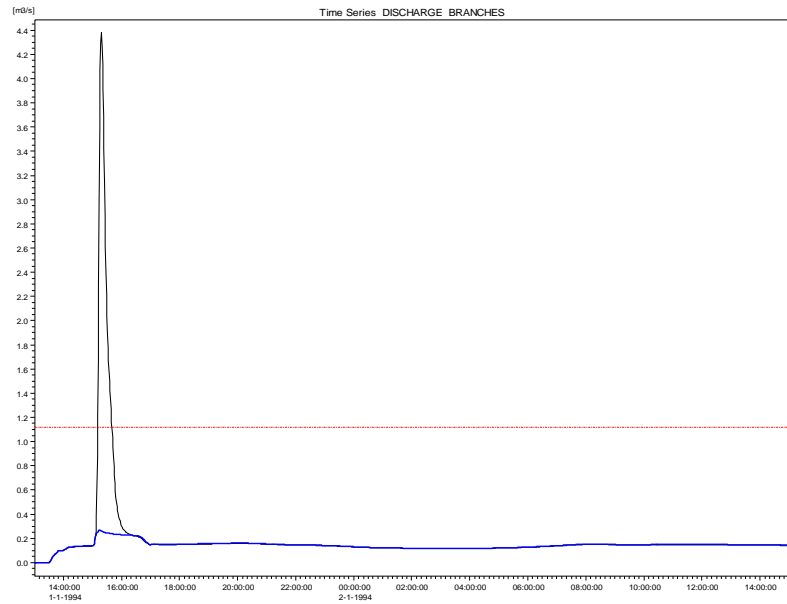
Obr. 7.4 Objem odľahčených vôd v dlhodobom priemere pre OK2A



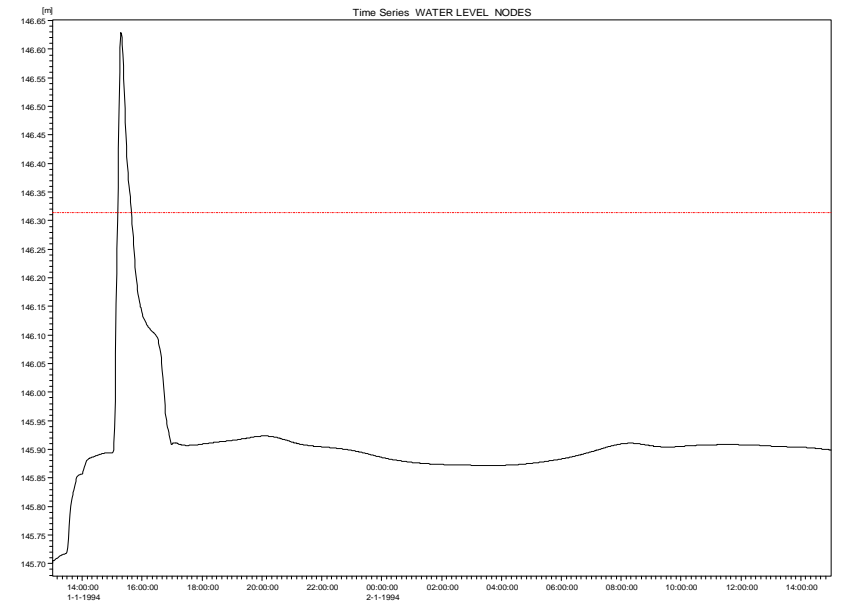
Obr. 7.5 Počet odľahčení v dlhodobom priemere pre OK2A



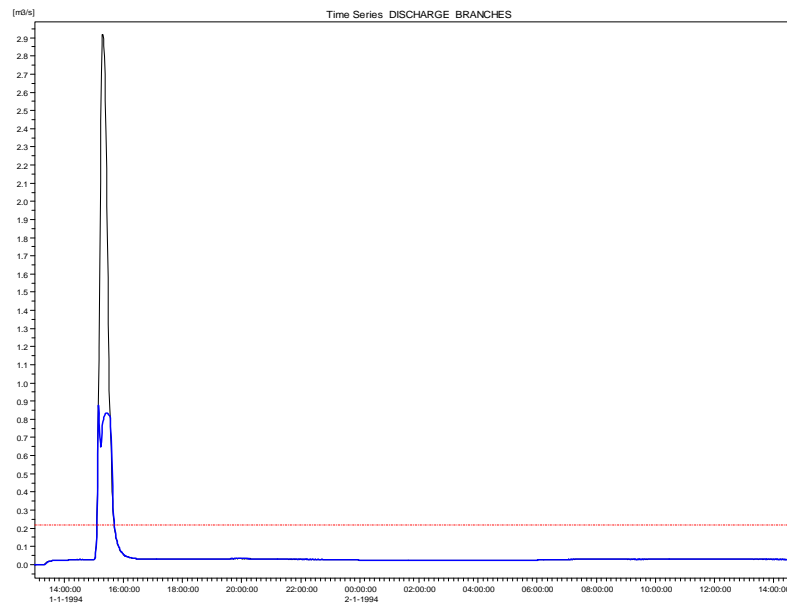
Obr. 7.6 Závislosť periodicity odľahčenia a objemu odľahčených vôd pre OK2A



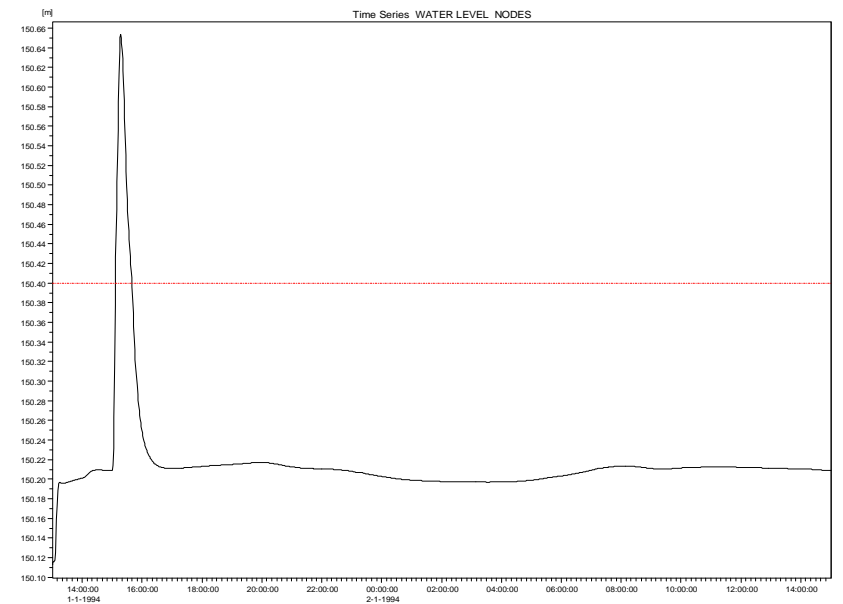
Obr. 7.7 Prietoky cez OK1A



Obr. 7.8 Priebek výšky hladiny v OK1A



Obr. 7.9 Prietoky cez OK2A



Obr. 7.10 Priebek výšky hladiny v OK2A