

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO
INŽINIERSTVA**

124974

**Analýza odtokových pomerov z hľadiska riešenia
protipovodňovej ochrany v obci Veľké Zálužie**

2010

Eva Konečná

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO
INŽINIERSTVA**

**ANALÝZA ODTOKOVÝCH POMEROV Z HĽADISKA
RIEŠENIA PROTIPOVODŇOVEJ OCHRANY V OBCI
VEĽKÉ ZÁLUŽIE**

Bakalárska práca

Študijný program : Krajinné inžinierstvo
Študijný odbor : Krajinnárstvo
Školiace pracovisko : Katedra krajinného inžinierstva
Školiteľ : doc. Ing. Peter Halaj, CSc.

Nitra, 2010

Eva Konečná

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaná Eva Konečná, vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Analýza odtokových pomerov z hľadiska riešenia protipovodňovej ochrany v obci Veľké Zálužie“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry. Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 25. 05. 2010

.....

POĎAKOVANIE

Touto cestou vyslovujem poďakovanie doc. Ing. Petrovi Halajovi, CSc. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

V Nitre 25. 05. 2010

.....

Abstrakt

Cieľom tejto bakalárskej práce je zhrnutie informácií a poznatkov o protipovodňových ochrane v SR a vypracovanie predbežnej analýzy odtokových pomerov v lokalite Veľké Zálužie v okrese Nitra. Práca je zameraná aj na oboznámenie sa so základnými protipovodňovými a protieróznymi opatreniami, akými sú biologické a agrotechnické opatrenia a povrchové odvodnenie územia. Medzi opatrenia na ochranu pred povodňami patria povodňové prehliadky, povodňové plány, hliadková služba, povodňové zabezpečovacie práce, povodňové záchranné práce atď. Na analýzu odtokových pomerov a výpočet charakteristík povrchového odtoku sme použili *metódu čísel odtokových kriviek*, nazývaná tzv. *CN – metóda*, ktorá sa odporúča používať na určenie odtokových charakteristík pre povodia s plochou do 5 až 10 km². CN – metóda bola odvodená z mnohoročných pozorovaní odtokov z poľnohospodársky využívaných povodí. Na základe výpočtov boli stanovené základné odtokové charakteristiky vybraných čiastkových povodí záujmového územia a vytypované a kritické plochy, na ktorých by sa mali sústrediť protipovodňové a protierózne opatrenia.

Kľúčové slová : protipovodňové ochrana, protipovodňové opatrenia, povrchový odtok, CN - metóda

Abstract

The aim of the bachelor thesis is a summary of information and knowledge about flood protection in the SR and the development of a preliminary analysis of conditions in the drainage area of Veľké Zálužie in the district of Nitra. The work aims to familiarize themselves with basic flood control and soil erosion control measures, such as biological and agro-technical measures and surface drainage of the areas. The measures include flood protection flood inspections, flood plans, patrol service, security flood work, flood rescue operations etc. The analysis of the drainage situation and surface drainage characteristics of the calculation we used the method of curves numbers, so called CN that is recommended for use to determine the image characteristics for drainage basins in the area of 50-10 square kilometers. CN - method was derived from observations of runoff from the agricultural basins. Based on calculations of runoff were the essential characteristics of the selected sub-basins of the investigated area and a critical subbasins were defined where flood and erosion control measures should be applied.

Key words : flood protection, flood control measures, surface runoff , CN - method

Obsah

Úvod.....	7
1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	8
1.1 Legislatívna úprava riešenej problematiky z oblasti vodného hospodárstva...8	
1.1.1 Zákon č. 364/ 2004 Z. z. o vodách.....	8
1.1.2 Zákon č. 7/2010 Z.z. o ochrane pred povodňami.....	9
1.2 Legislatívna úprava riešenej problematiky z oblasti ochrany pôdneho fondu hospodárstva.....	13
1.2.1 Starostlivosť o poľnohospodársku pôdu.....	13
1.2.2 Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred eróziou.....	14
1.2.3 Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred zhutnením.....	14
1.2.4 Zásady ochrany pôdy pred vodnou eróziou.....	14
1.3 Teória povrchového odtoku.....	15
1.3.1 Povrchový odtok.....	15
1.4 CN – metóda výpočtu charakteristík povrchového odtoku.....	16
1.5 Štrukturálne, investične menej náročné protipovodňové opatrenia.....	19
1.5.1 Biologické protierózne opatrenia.....	19
2 CIEĽ PRÁCE.....	22
3 MATERIÁL A METODIKA.....	23
3.1 Rozbor a popis záujmového územia.....	23
3.1.1 Prvotná krajinná štruktúra.....	24
3.1.2 Súčasná krajinná štruktúra.....	24
3.1.3 Terciárna krajinná štruktúra.....	24
3.2 Výpočet priameho odtoku.....	25
4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA.....	33
4.1 Stanovenie hydrologickej skupiny pôd na základe údajov o BPEJ v záujmovom území.....	33
4.2 Výpočet priameho odtoku.....	40
4.2.1 Výpočet hodnoty CN.....	40
4.3 Stanovenie doby koncentrácie.....	41
4.4 Stanovenie odtokových charakteristík pre návrhový dážď.....	42
5 ZÁVER.....	43
6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	44
7 PRÍLOHY.....	45

Úvod

Povodeň predstavuje zaplavenie územia spôsobené stúpaním hladiny vody nad brehy. Je to spravidla prírodná katastrofa, ku ktorej dochádza vplyvom neočakávaných a náhlych zmien v meteorologickej situácii. Otázka povodní sa v posledných rokoch stala jednou z často skloňovaných otázok. Súvisí priamo s činnosťou človeka, ktorá ovplyvňuje podnebie. Povodne sa veľmi ťažko predpovedajú a vyskytujú sa na miestach, kde to najmenej očakávame. Vzniku povodní sa nedá zabrániť, dá sa len zmierniť dopad povodní na život a majetok obyvateľstva. Vzhľadom k búrlivému rozvoju miest a obcí pozdĺž vodných tokov došlo v 19. a 20. storočí k zvyšovaniu potenciálneho ohrozenia povodňových škôd a ohrozenia majetku. Výskyt povodní na území Slovenska je prírodný jav zosilnený ľudskou činnosťou. Priemerne sa vyskytuje 5 až 12 povodní do roka. Ľudská činnosť a zásahy do rovnováhy prírody zmenili situáciu v celých povodiach riek. Náhodný výskyt povodne v čase a priestore sťažuje možnosť jej dlhodobej predpovede. Človek nevie ovplyvniť časový priebeh a veľkosť povodní. S vedomím, že povodne boli, sú a budú sa musíme usilovať o zníženie povodňových rizík na čo možno najnižšiu mieru. Preto je potrebné zvýšiť starostlivosť o krajinu a komplexne riešiť problematiku ochrany pred povodňami.

1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Legislatívna úprava riešenej problematiky z oblasti vodného hospodárstva

1.1.1 Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách

Podľa Zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách sa vody rozdeľujú na:

- povrchové vody,
- podzemné vody.

Povrchové vody sú vody, ktoré sa prirodzene vyskytujú na zemskom povrchu ako :

- a) rieky, potoky a ostatné vodné toky,
- b) jazerá a iné stojaté povrchové sústredenia vody,
- c) občasne tečúce nesústredené vody,
- d) vody vyskytujúce sa na území chránenom pred zaplavením pri povodni a ktoré nemôžu odtekať prirodzeným spôsobom pri zvýšenom vodnom stave vo vodnom toku (Zákona č. 364/2004 Z. z.).

Podzemné vody sú všetky vody, ktoré sa nachádzajú pod zemským povrchom v pásme nasýtenia a v bezprostrednom kontakte s pôdou alebo s pôdnym podložím vrátane podzemných vôd, ktoré slúžia ako médium na akumuláciu, exploataciu a transport zemského tepla z horninového prostredia. Podzemné vody zostávajú podzemnými vodami aj po ich odkrytí prirodzeným prepadosť nadložia, banskou činnosťou alebo vykonaním inej obdobnej činnosti. (Zákona č. 364/2004 Z. z.).

Plánovanie v povodiach a v oblastiach povodí je sústavná koncepcná činnosť vykonávaná najmä na účely :

- všestrannej ochrany vôd a dosiahnutia environmentálnych cieľov,
- vytvárania podmienok pre trvalo udržateľné využívanie vodných zdrojov,
- poskytovania vodohospodárskych služieb,
- ochrany pred škodlivými účinkami vôd.

V rámci vodného plánovania sa vyhotovujú Vodný plán Slovenska a plány manažmentu povodí (Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách).

1.1.2 Zákon č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami

Podľa Zákona č. 7/2010 Z.z. o ochrane pred povodňami definuje niektoré základné pojmy, ktoré sú potrebné pri riešení predmetnej problematiky:

Inundačné územie

Inundačné územie je územie, ktoré je priľahlé k vodnému toku, zaplavované vyliatím vody z koryta a vymedzené záplavovou čiarou najväčšej známej alebo navrhovanej úrovne vodného stavu. Rozsah inundačného územia určuje orgán štátnej vodnej správy na návrh správcu vodného toku. Ak inundačné územie nie je určené, vychádza sa z dostupných podkladov o pravdepodobnej hranici územia ohrozeného povodňami.

Podľa nebezpečnosti povodňových prietokov sa inundačné územie člení na :

- a) aktívnu zónu, ktorou preteká povodňový prietok,
- b) pasívnu zónu tvorenú zostávajúcou nechránenou časťou inundačného územia zasahovanou rozlievaním vôd mimo koryta vodného toku alebo vzduťím pri povodňovom prietoku,
- c) potenciálnu zónu, ktorou je územie ohrozené plavením pri prekročení projektovaných parametrov ochranných opatrení alebo pri poruche vodnej stavby.

Povodeň

Povodňou je:

- prechodné výrazné zvýšenie hladiny vodného toku, pri ktorom sa voda z vodného toku už vylieva alebo bezprostredne hrozí vyliatie vody z koryta,
- stav, pri ktorom je dočasne zamedzený prirodzený odtok vody zo zrážok do recipienta a dochádza k zaplaveniu územia vnútornými vodami,
- stav, pri ktorom z dôvodu odchodu ľadovcov, vzniku ľadovej zápchy, ľadových zátarás a iných prekážok v koryte vodného toku hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku už vylieva,
- stav, pri ktorom z dôvodu extrémnej zrážkovej činnosti dochádza k zaplavovaniu územia,
- stav, pri ktorom z dôvodu poruchy alebo havárie vodnej stavby hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku vylieva (Zákon č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami).

Nebezpečenstvo povodne

Nebezpečenstvo povodne je situácia charakterizovaná :

- varovnou meteorologickou predpoveďou extrémnych zrážok,
- dlhotrvajúcimi výdatnými atmosférickými zrážkami a ich rýchlym a ich rýchlym odtokom do vodných tokov,
- rýchlym vzostupom hladiny vodného toku s predpokladom dosiahnutia stupňov povodňovej aktivity,
- zvýšeným odtokom z topiaceho sa snehu a nebezpečným odchodom ľadovcov,
- vznikom mimoriadnej udalosti na vodnej stavbe (Zákon č. 666/2004 Z. z. o ochrane pred povodňami).

Povodňová situácia

Povodňová situácia je stav, kedy hrozí nebezpečenstvo vzniku povodne, alebo povodeň už vznikla. Je charakterizovaná dosiahnutím jednotlivých stupňov povodňovej aktivity na vodných stavbách alebo na vodných tokoch. Za povodňovú situáciu sa považuje stav, pri ktorom je ohrozená alebo narušená bezpečnosť a stabilita vodnej stavby.

Zabezpečenie ochrany pred povodňami

Ochrana pred povodňami predstavuje súbor organizačných a technických opatrení orgánov štátnej správy a obcí, správcu vodohospodársky významných vodných tokov a správcov drobných vodných tokov, vlastníkov a správcov vodných stavieb, povodňových komisií a iných fyzických a právnických osôb na predchádzanie vzniku povodne a na zmiernenie jej následkov.

Opatrenia na ochranu pred povodňami

Opatreniami na ochranu pred povodňami sú :

- povodňové prehliadky,
- povodňové plány,
- hliadková služba,
- predpovedná povodňová služba a hlásna a varovná povodňová služba,
- povodňové zabezpečovacie práce,
- povodňové záchranné práce.

Opatrenia na ochranu pred povodňami sa vykonávajú preventívne, v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni. Preventívnymi opatreniami sú najmä technické a biotechnické opatrenia v povodí, ktoré spomaľujú odtok vôd z povodia do vodných tokov, výstavba retenčných nádrží, ochranných hrádzí, protipovodňových línií a zariadení na prečerpávanie vnútorných vôd, úprava vodných tokov a ich nevyhnutná údržba a oprava, ako aj budovanie poldrov (Zákon č. 666/2004 Z. z. o ochrane pred povodňami).

Stupne povodňovej aktivity

Stupne povodňovej aktivity charakterizujú mieru nebezpečenstva povodne, ktorá je viazaná na stanovené vodné stavy alebo prietoky na vodných stavbách a na vodných tokoch pri povodňovej situácii.

V povodňových plánoch sa určujú tri stupne povodňovej aktivity :

- I. stupeň stav bdelosti,
- II. stupeň..... stav pohotovosti,
- III. stupeň stav ohrozenia.

Stav bdelosti nastáva:

- pri dosiahnutí vodného stavu alebo prietoku určeného v povodňovom pláne a pri stúpajúcej tendencii hladiny vody na vodnom toku. Je to stav, kedy voda vystúpi z koryta vodného toku a dosiahne päť hrádze,
- očakávaním zvýšeného odtoku z topiaceho sa snehu,
- pri výskyte vnútorných vôd, ak je hladina v priľahlých vodných tokoch vyššia ako hladina vnútorných vôd.

Stav pohotovosti sa vyhlasuje:

- pri dosiahnutí vodného stavu alebo prietoku určeného v povodňovom pláne a pri stúpajúcej tendencii hladiny vody na vodnom toku,
- na začiatku topenia snehu, ak podľa predpovednej povodňovej služby možno očakávať rýchle stúpanie hladín vodných tokov alebo pri očakávanom odchode ľadovcov,
- pri výskyte vnútorných vôd, ak sa intenzívnym prečerpávaním vody dodrží maximálna hladina vnútorných vôd určená manipulačným poriadkom vodnej stavby.

Stav ohrozenia sa vyhlasuje pri:

- dosiahnutí vodného stavu alebo prietoku určeného v povodňovom pláne, pri nižšom vodnom stave, ak na ohrádzovanom vodnom toku trvá stav pohotovosti 20 dní alebo ak začne premokať hrádza, prípadne nastanú iné neočakávané okolnosti,
- výskyte vnútorných vôd, ak voda stúpa nad maximálnu hladinu určenú manipulačným poriadkom vodnej stavby,
- odchode ľadovcov, ak sa ľadové zátarasy začali tvoriť alebo ak je priame nebezpečenstvo tvorby ľadových zátarás,
- prívalových vodách spôsobených extrémnou zrážkovou činnosťou a pri očakávanom postupe povodňovej vlny,
- záplave územia pod vodnou stavbou, ktorú spôsobila porucha alebo havária zariadení vodnej stavby.

Plán manažmentu povodia

Plán manažmentu povodia je základným nástrojom na dosiahnutie cieľov vodného plánovania v oblastiach povodí, ktorý ustanovuje environmentálne ciele a programy opatrení na ich dosiahnutie vrátane finančného zabezpečenia. Povinne sa využíva v krajinnom plánovaní alebo môže byť krajinným plánom. Návrh plánu manažmentu povodia vypracúva ministerstvo v spolupráci s orgánmi štátnej vodnej správy, samosprávnymi krajinami a s ostatnými orgánmi štátnej správy. Návrh plánu manažmentu povodia schváli ministerstvo a jeho záväznú časť, ktorá obsahuje program opatrení, vydá orgán štátnej vodnej správy všeobecne záväznou vyhláškou. Schválený plán manažmentu povodia sa aktualizuje každých šesť rokov (Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách).

Ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov

Ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov sa zabezpečuje na poľnohospodársky využívaných územiach hlavne vykonaním potrebných opatrení pri manipulácii, aplikácii, skladovaní prírodných a priemyselných hnojív a vhodnými spôsobmi obrábania pôdy. Zabezpečenie prijateľnej úrovne ochrany vôd pred znečisťovaním dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov upravuje Kódex správnej poľnohospodárskej praxe, ktorý vypracúva ministerstvo pôdohospodárstva.

Orgány štátnej správy ochrany pred povodňami

Orgány štátnej správy ochrany pred povodňami zabezpečujú a riadia ochranu pred povodňami v období prípravy na povodňové situácie, organizujú a kontrolujú činnosť subjektov, ktoré sú zapojené do ochrany pred povodňami, počas povodne a v období po zániku povodne. Kontrolujú plnenie opatrení na odstránenie následkov spôsobených povodňami. Orgánmi štátnej správy ochrany pred povodňami sú :

- ministerstvo,
- krajské úrady životného prostredia,
- obvodné úrady životného prostredia
- obce.

1.2 Legislatívna úprava riešenej problematiky z oblasti ochrany pôdneho fondu hospodárstva

Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy

1.2.1 Starostlivosť o poľnohospodársku pôdu

Každý vlastník poľnohospodárskej pôdy alebo správca a nájomca poľnohospodárskej pôdy je podľa Zákona č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy povinný

- vykonávať agrotechnické opatrenia zamerané na ochranu a zachovanie kvalitatívnych vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy a na ochranu pred jej degradáciou a poškodením,
- predchádzať výskytu a šíreniu burín na neobrábaných pozemkoch,
- zabezpečiť využívanie poľnohospodárskej pôdy tak, aby nebola ohrozená ekologická stabilita územia a bola zachovaná funkčná spätosť prírodných procesov v krajinnom prostredí,
- usporiadať a zosúladiť poľnohospodársky druh pozemku s jeho evidenciou v katastri.

1.2.2 Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred eróziou

Erózia poľnohospodárskej pôdy predstavuje úbytok povrchovej najúrodnejšej vrstvy poľnohospodárskej pôdy, úbytok humusu, organickej hmoty, živín, stratu funkcií pôdy a zníženie mikrobiologického života.

Vlastník alebo užívateľ je povinný vykonávať trvalú a účinnú protieróznu ochranu poľnohospodárskej pôdy ochrannými agrotechnickými opatreniami, ktorými sú :

- výsadba účelovej poľnohospodárskej a ochrannej zelene,
- striedanie plodín s ochranným účinkom,
- vrstevnicová agrotechnika,
- bezorbová agrotechnika,
- mulčovací medziplodina kombinovaná s bezorbovou agrotechnikou,
- usporiadanie honov v smere prevládajúcich vetrov,
- oševné postupy so striedaním plodín s ochranným účinkom,
- iné opatrenia, ktoré určí pôdna služba podľa stupňa erózie poľnohospodárskej pôdy.

1.2.3 Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred zhutnením

Zhutnenie poľnohospodárskej pôdy je nepriaznivý stav poľnohospodárskej pôdy spôsobený zvýšením objemovej hmotnosti. Zhutnenie vzniká v dôsledku nesprávnych osevných postupov a postupov hnojenia, nesprávneho používania poľnohospodárskej techniky a nedostatočného vápnenia. Vlastník alebo užívateľ pôdy je povinný pri využívaní poľnohospodárskej pôdy na poľnohospodársku výrobu vykonávať agrotechnické opatrenia, ktoré predchádzajú hrozbe zhutnenia poľnohospodárskej pôdy a zhutneniu poľnohospodárskej pôdy, a to najmä správnu voľbou plodín, osevných postupov a technológií obhospodarovania (Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy).

1.2.4 Zásady ochrany pôdy pred vodnou eróziou

Hlavné zásady ochrany poľnohospodárskej pôdy pred vodnou eróziou sú :

- ochrana povrchu pôdy pred pôsobením kinetickej energie dažďových kvapiek a povrchovo odtekajúcej vody,
- zvýšenie akumuláčnej a retenčnej kapacity povrchu pôdy,,
- zvýšenie drsnosti (nerovnosti) povrchu pôdy,
- zvýšenie infiltračnej schopnosti pôdy,

- zachytenie a bezpečné odvedenie erózne účinného povrchového odtoku vody (Antal, 2006).

Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred vodnou eróziou je potrebná, keď :

- a) vypočítaná rýchlosť, alebo tangenciálne napätie povrchovo odtekajúcej vody prekročí ich kritické hodnoty,
- b) vypočítaná intenzita vodnej erózie prekročí hodnotu prípustnej intenzity erózie,
- c) množstvo erodovaného materiálu z poľnohospodárskej pôdy ohrozí funkčnosť chráneného objektu.

1.3 Teória povrchového odtoku

1.3.1 *Povrchový odtok*

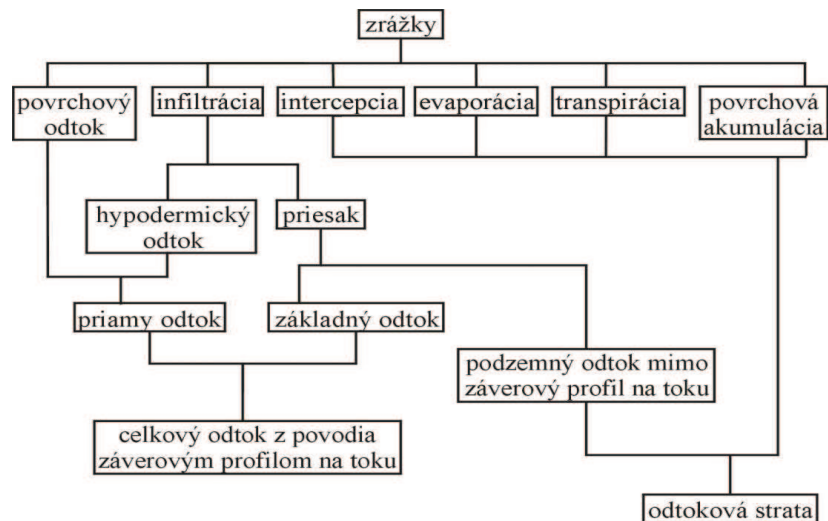
Povrchový odtok predstavuje tú časť zrážkovej vody, ktorá odteká po povrchu terénu. Je hlavnou príčinou povodní, t.j. prechodného výrazného zvýšenia hladiny vodného toku vyvolaného náhlym zväčšením prietoku (Antal, 1999).

Povrchový odtok rozdeľujeme podľa formy na :

- a) *sústredný povrchový odtok*, ktorý prebieha v dočasnej alebo trvalej hydrografickej sieti,
- b) *rozptýlený (plošný) povrchový odtok*, ktorý prebieha neorganizovane po plochách svahov v podobe ronu. Po dosiahnutí hydrografickej siete sa mení na sústredný povrchový odtok (Antal, 1999).

Činitele ovplyvňujúce povrchový odtok sú :

- klimatické podmienky,
- geografické podmienky,
- technické zásahy v povodí (Antal, 1999).



Obr. 1 Schéma zrážkovo-odtokového procesu (STN 73 6530)

1.4 CN – metóda výpočtu charakteristík povrchového odtoku

Metóda, ktorú možno použiť pri nedostatku priamych pozorovaní na výpočet charakteristík povrchového odtoku je *metóda čísel odtokových kriviek*, nazývaná tzv. *CN – metóda*. Pomocou CN-metódy prognózujeme objem povrchového odtoku a veľkosť kulminačného prietoku pre povodia s plochou do 5 až 10 km².

CN – metóda bola odvodená z mnohoročných pozorovaní odtokov z poľnohospodársky využívaných povodí. Vstupné údaje pre výpočet povrchového odtoku podľa CN – metódy charakterizujú okrem hydrologických pomerov aj spôsob poľnohospodárskeho využívania a protieróznú ochranu ornej pôdy v povodí. Na základe týchto charakteristík sa určuje hodnota CN v rozpätí od 0 – 100. Hodnota CN = 0 znamená, že všetka zrážková voda vsiakne. Hodnota CN = 100 znamená, že všetka zrážková voda, ktorá dopadne na povodie, alebo jeho časť, odtéče ako povrchový odtok (Antal,1996).

Základnou charakteristikou povrchového odtoku nevyhnutnou pre určovanie ostatných agrohydrologických charakteristík povrchového odtoku je :

- objem povrchového (priameho) odtoku zrážkovej (závlahovej) vody – $O_{o,p}$, resp.
- výška povrchového (priameho) odtoku zrážkovej (závlahovej) vody – $H_{o,p}$ (Antal,1996).

Objem celkového odtoku môžeme vyjadriť vzťahom :

$$O_c = O_p + O_h + O_z$$

kde :

- O_p - povrchový odtok, m^3
- O_h - hypodermický (podpovrchový) odtok, m^3
- O_z - podzemný odtok, m^3

Pre použitie CN – metódy potrebujeme poznať :

- hydrologickú charakteristiku vlastností pôd v povodí,
- hydrologickú charakteristiku pôdneho krytu,
- hydrologickú charakteristiku spôsobov obrábania pôdy,
- hydrologickú charakteristiku vlhkostného stavu pôdy.

Charakteristiky odtoku závisia najmä od množstva spadnutých zrážok, množstva vody infiltrovanej do pôdneho profilu a od množstva dažďovej vody zachytenej na povrchu pôdy, ktorú tvoria povrchová akumulácia dažďovej vody a množstvo vody zachytenej povrchom rastlín . Hodnota a doba výskytu kulminačného prietoku meraná od začiatku dažďa je ovplyvnená vlastnosťami povrchu, sklonom a dĺžkou trasy odtoku a výškou vrstvy odtekajúcej vody. Výsledná hodnota kulminačného prietoku v riešenom povodí je založená na vzťahu týchto parametrov k celkovej ploche povodia, časového a priestorového rozloženia zrážok, účinnosti protieróznych opatrení a objektov protipovodňovej ochrany, ako aj vplyvu prirodzených a umelých prvkov akumulácie povrchového odtoku (Antal, 1996).

Základnou vstupnou hodnotou CN-metódy je výška zrážok skutočného alebo návrhového dažďa, pre ktorý predpokladáme rovnomerné priestorové rozloženie na ploche povodia. Výška zrážok návrhového dažďa je transformovaná na výšku povrchového odtoku (priamy odtok) pomocou čísiel odtokových kriviek CN. Hodnota CN závisí od vegetačného krytu, od vlastností pôd, spôsobu obrábania pôdy a vlhkostného stavu pôdy (Antal,1999).

K odhadu návrhového objemu priameho odtoku pre povodia na území Slovenska môžeme využiť maximálne denné zrážkové úhrny s dobou opakovania 1 - krát za 10, 50 a 100 rokov. (Brázdil, Šamaj, Valovič, 1985). CN-metóda vychádza zo stanovenia hodnoty CN skúmaného povodia a jeho hodnota sa pohybuje v intervale od 0 do 100. Priamy odtok sa však formuje až po určitej, počiatkovej akumulácii zrážok, ktorú môžeme vyjadriť tzv. výškou odtokovej straty, v literatúre označovanej symbolom I_a . Výška odtokovej straty je súčtom intercepcie, veľkosti infiltrácie a povrchovej akumulácie do momentu vzniku priameho odtoku. Na základe experimentálnych meraní bola odhadnutá na 20 % z hodnoty potenciálnej retencie povodia A .

Základné údaje, ktoré sú potrebné pri návrhu protieróznych opatrení reprezentuje hodnota kulminačného prietoku Q_{max} a hodnota objemu priameho odtoku z riešeného povodia $W_{O,p}$. Ich výpočet podmieňuje návrh priečného profilu povrchových hydrolínií.

Priamy odtok zahŕňa povrchový odtok a časť hypodermického odtoku.

Podiel týchto dvoch zložiek priameho odtoku sa odhaduje pomocou čísel odtokových kriviek - CN. Hypodermický odtok sa vytvára v situácii, keď infiltrovaná voda odteká do pôdy po plytko uloženej, málo priepustnej vrstve a v určitom mieste sa opäť dostáva na povrch. Pri základnom odtoku, na tvorbe ktorého sa zúčastňuje voda, ktorá sa dostane až k hladine podzemnej vody odteká do korýt tokov. Základný odtok sa prejaví však neskôr, zvyčajne až po skončení privalového dažďa a preto jeho vplyv na formovanie povodňovej vlny pri privalových dažďoch zanedbávame.

Čísla odtokových kriviek CN sú spracovávané obyčajne vo forme tabuliek, ktoré ako kritériá výberu hodnôt CN používajú hydrologické vlastnosti pôd, ktoré sú rozdelené na základe minimálnych rýchlostí infiltrácie vody do pôdy bez vegetačného krytu po dlhodobom nasycovaní do 4 skupín: A, B, C, D (tabuľka) vlastností pôd, spôsobu obrábania pôdy resp. uplatnenia protieróznych opatrení, vegetačného krytu a vlhkostného stavu pôdy.

CN - metóda je vhodným spôsobom vyčlenenia rizikových oblastí z hľadiska možného výskytu záplav vyvolaných zvolenými návrhovými dažďami. Výhodou navrhnutého postupu na vyčlenenie rizikových oblastí pre vznik záplav je

skutočnosť, že vstupné údaje pre tento postup existujú a sú všeobecne dostupné pre celé územie Slovenska (Antal, 1996).

1.5 Štrukturálne, investične menej náročné protipovodňové opatrenia

1.5.1 Biologické protierózne opatrenia

Biologické protierózne opatrenia využívajú protierózny účinok vegetačného krytu pôdy, najmä na ochranu povrchu pôdy pred eroziou vody, na zvýšenie protieróznej odolnosti pôdy a na zvýšenie infiltračnej schopnosti pôdy.

Patria sem nasledujúce opatrenia :

Protierózne oševné postupy

Protierózne oševné postupy predstavujú časovú postupnosť striedania plodín na tom istom honu, pričom je dodržaná podmienka

$$C_{op} \leq C_{príp.}$$

C_{op} – je faktor vegetačného krytu a obrábania pôdy pre navrhnutý protierózny oševný postup,

$C_{príp.}$ – je prípustná hodnota faktora vegetačného krytu a obrábania pôdy pre dané územie.

Pásové pestovanie plodín

Pásové pestovanie plodín je spôsob pestovania plodín, kde medzi pásy plodín s nízkou protieróznou účinnosťou sa vkladajú pásy plodín s vyššou protieróznou účinnosťou tzv. vsakovacie ochranné pásy. Vsakovacie ochranné pásy môžu, ale nemusia byť súčasťou oševného postupu.

Ochranné zatrávňovanie a zalesňovanie

Zatrávňujú a zalesňujú sa najmä plochy výrazne ohrozené vodnou eróziou a lineárne svahové depresie s veľkou zbernou plochou ako napr. úžľabiny a údolnice (Antal, Fidler, 1989).

1.5.2 Povrchové odvodnenie územia

Povrchové odvodnenie územia slúži na zachytenie a neškodné odvedenie povrchových vôd a splavenín. Na povrchové odvodnenie sa používajú rôzne samostatné prvky alebo hydrotechnické systémy.

Do povrchového odvodnenia patria :

Záchytné priekopy

Záchytné priekopy zachytávajú a odvádzajú vonkajšie vody vnikajúce do záujmového územia. Navrhujú sa spravidla nad hornou hranicou riešeného územia. Priečny profil záchytných priekop má zvyčajne tvar lichobežníka so šírkou dna minimálne 0,5 m so sklonom bočných svahov 1:1,25 – 1:3. Osová hĺbka sa pohybuje v rozmedzí od 0,4 m do 0,5 m.

Zvodné priekopy

Zvodné priekopy odvádzajú prebytočné vody povrchového odtoku z prívalových dažďov do recipientov. Priečny profil priekop je zväčša tvaru lichobežníka, ktorý má šírku dna od 0,5 m – 1,0 m a osovú hĺbku od 0,7m – 1,5m. Sklon bočných svahov je od 1:1 do 1:1,5.

Zberné priekopy

Zberné priekopy zachytávajú, odvádzajú, akumulujú vnútorné vody príslušnej produkčnej plochy. Priečny profil majú zvyčajne tvaru lichobežníka s minimálnou šírkou dna 0,5 m. Bočné svahy majú sklon od 1:1,25 – 1:3. Osová hĺbka je pri zberných priekopách od 0,4 m – 0,5 m

Cestné priekopy

Cestné priekopy slúžia na zachytávanie a odvádzanie zrážkovej vody z koruny cestného telesa. Môžu plniť aj funkciu zberných priekop.

Prielohy

Prielohy sa navrhujú na zachytávanie, infiltráciu a odvádzanie povrchového odtoku zrážkovej vody do recipientov. Predstavujú široké, plytké a prejazdne priekopy. Ich priečny profil má tvar širokého a plytkého trojuholníka, lichobežníka alebo paraboly so sklonom bočných svahov od 1:5 do 1:10 s osovou hĺbkou od 0,25 m do 0,5 m. Prielohy môžu byť bezpečne realizované na svahoch so sklonom do 10 % .

Zatrávnené údolnice

Zatrávnené údolnice alebo lineárne svahové depresie sú plytké, široké a zatrávnené priehlbiny v trasách prirodzených hydrolínií. Plnia funkciu zvodných priekop vo vnútri pozemkov. Priečny profil môže zostať prirodzený, alebo sa upravuje podľa potreby do tvaru plytkej paraboly, alebo zriedkavo do tvaru lichobežníka, ktorý je plytký so šírkou dna 10 m a hĺbkou od 0,2 m – 0,4 m (STN 75 4501).

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom bakalárskej práce je spracovanie literárneho prehľadu z problematiky riešenia protipovodňovej ochrany v Slovenskej republike. Rozbor problematiky bude zameraný hlavne na opatrenia, ktoré sú aplikovateľné pri ochrane sídiel vo vidieckej krajine. V práci načrtneme základné východiská posúdenia odtokových pomerov záujmového územia, ktoré sú okrem zrážkových pomerov primárnym faktorom ovplyvňujúcim vytváranie povodňových situácií v povodiach malých vodných tokov.

3 MATERIÁL A METODIKA PRÁCE

3.1 Rozbor a popis záujmového územia

3.1.1 Prvotná krajinná štruktúra

Obec Veľké Zálužie sa rozprestiera v južnej časti Nitrianskej pahorkatiny a na hornom toku Dlhého kanála, ktorý sa neďaleko Nových Zámkov vlieva do rieky Nitry. Najbližšie okolie ďalej na juh, západ i východ sa radí k Podunajskej nížine. Odlesnený pahorkatinový povrch tvoria mladotret'ohorné usadeniny pokryté sprašou a černozemné pôdy.

Klimaticky patrí územie do teplej oblasti s podoblasťou suchou, mierne suchou a mierne vlhkou. Priemerná minimálna teplota je $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a priemerná maximálna teplota je $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, priemerná ročná teplota je $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ročný úhrn zrážok dosahuje výšku $550 - 650\text{ mm}$. Územie od severu na juh pretína Dlhý kanál s drobnými prítokmi. Nadmorská výška stredu obce je asi 155 m.n.m. , najnižší bod má 150 m a najvyšší bod má 229 m.n.m (Bédi, 1993).

Zrážkové pomery

Sledované záujmové územie celkovo patrí medzi deficitné územia okrem vyšších častí pohoria Tribeč. Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje okolo 561 mm , pričom najviac zrážok spadne v mesiacoch máj až august, najmenej v mesiacoch január až marec.

Obdobie s priemernou teplotou menšou ako 0°C je 60 dní a trvanie obdobia so snehovou pokrývkou je priemerne $30 - 40\text{ dní}$ do roka. Priemerná výška snehovej pokrývky je okolo 150 mm .

Tab. 1 Priemerný mesačný úhrn atmosférických zrážok v Nitre za obdobie rokov 1951 - 2000 (mm) (Špánik, Šiška 2004)

Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Zrážky	29,1	30,1	31,6	41,6	56,0	66,2	59,3	54,2	43,1	41,0	52,2	43,2	547,6

Tab. 2 Periodicita p a výdatnosť náhradných privalových dažďov $q_{d,N}$ - stanica Nitra, $H = 145$ m n.m. (Heinige et al., 1995)

Periodicita	Doba opakovania	Trvanie zrážok [min.]					
		15	20	30	40	50	60
0,20	5	197	160	120	96	80	69
0,10	10	225	183	136	108	90	77
0,05	20	242	199	148	120	99	86
0,01	100	307	253	188	151	126	109
		Výdatnosť náhradného privalového dažďa					

3.1.2 Súčasná krajinná štruktúra

Zásahmi človeka za účelom neustáleho rozširovania pôdneho fondu pre pestovanie kultúrnych plodín boli postupne redukované lesné porasty a močaristé lúky, čo sa prejavilo i v ochudobnení bohatstva v oblasti fauny. Kultivácia krajiny znížila počet živočíšnych druhov. Umožnila udržať sa iba druhom so značnými adaptačnými schopnosťami a so širokým rozšírením ako sú divé kačice, zajac poľný, bažant, jarabica, niektoré druhy hlodavcov, srny a vtáctvo.

Obec patrí do obilninárskeho – repárskeho regiónu. Najčastejšie pestovanými plodinami okrem cukrovej repy a obilnín sú repka olejná, kukurica a zelenina. Na sprašových pôdach sa darí viniču. V okolí sa najviac vyskytujú dubové lesy. Z pôvodných lužných lesov zostali len ojedinelé zvyšky (Bédi, 1993).

3.1.3 Terciárna krajinná štruktúra

Administratívne je obec začlenená do okresu Nitra a do Západoslovenského regiónu. Počtom obyvateľov sa zaraďuje medzi nadpriemerné obce (sčítanie v r. 1993 3682 obyvateľov (Bédi, 1993).

3.2 Výpočet priameho odtoku

Odporúčaný postup podľa (Muchová et al, 2009) :

1. *Príprava podkladov*

- Základná mapa v mierke 1: 10 000 resp. jej ekvivalent v digitálnej podobe.
- Mapa BPEJ.
- Mapa aktuálneho rozmiestnenia jednotlivých druhov pozemkov prípadne aktuálne ortofotomapy. Podklady zahŕňujú nielen riešené katastrálne územie, ale aj komplexné územie v nadväznosti na rozsah riešeného povodia.

2. *Stanovenie náhradného prívalového dažďa definovaného intenzitou $i_{d,N}$, dobou trvania $t_{d,N}$ a periodicitou výskytu p .*

Pre stanovenie parametrov maximálnych denných zrážkových úhrnov s dobou opakovania 1-krát za 10, 50 a 100 rokov pre územie Slovenska použijeme údaje z publikácie Brázdil, Šamaj, Valovič, (1985). Pre stanovenie periodicity a trvania návrhového dažďa pri návrhu protieróznych opatrení zohľadňujeme faktory uvedené v tabuľke . Pokiaľ je cieľom výpočtu návrh protipovodňových opatrení, môžeme použiť doby opakovania uvádzané v tabuľke .

3. *Plošné vymedzenie čiastkových povodí v záujmovom území resp. k stanovenému uzatvárajúcemu profilu.*

V rámci vymedzeného povodia sa z mapových podkladov (s využitím máp BPEJ) stanovujú hydrologické skupiny pôd (A,B,C,D) a zastúpenie jednotlivých druhov pozemkov (lesy, TTP, orná pôda, zastavané územie aj.), vrátane údajov o spôsobe ich využívania.

4. *Plošné vymedzenie a stanovenie: hydrologickej skupiny pôd, jednotlivých druhov pozemkov (kultúr) a spôsob ich využívania.*

5. *Určenie plošného zastúpenia jednotlivých druhov pozemkov v riešenom povodí vrátane plošného zastúpenia hydrologických skupín pôd.*

6. *Stanovenie priemernej hodnoty CN pre riešené povodie.*

S využitím predchádzajúcich údajov (body 3 až 5) sa stanovujú CN hodnoty pre jednotlivé druhy pozemkov vrátane hydrologických skupín pôd a dosadením hodnôt do tabuľky sa stanoví priemerná hodnota CN.

7. Výpočet objemu povrchového (priameho) odtoku $W_{O,p}$

Na základe návrhového dažďa, stanovenej CN hodnoty pri zohľadnení potenciálnej retencie povodia A [mm] vypočítame výšku povrchového (priameho) odtoku z riešeného povodia H_o [mm]. Po jeho vynásobení plochou povodia S_p [km²] stanovíme objem povrchového (priameho) odtoku z riešeného povodia odtoku $W_{O,p}$ [m³].

Potenciálna retencia riešeného povodia (ANTAL a IGAZ, 2006):

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad [\text{mm}]$$

Výška povrchového odtoku z riešeného povodia:

$$H_{O,p} = \frac{(H_z - 0,2 \cdot A)^2}{(H_z + 0,8 \cdot A)} \quad [\text{mm}] \quad \text{pre } H_z \geq 0,2A$$

Objem povrchového (priameho) odtoku z riešeného povodia odtoku $W_{O,p}$:

$$W_{O,p} = 1000 \cdot S_p \cdot H_{O,p} \quad [\text{m}^3]$$

Výpočet dôb dobehu a doby koncentrácie (Muchová et al, 2009):

Dobu koncentrácie odtoku určíme zo vzťahu

$$\tau_{max} = t_{sv} + t_{ú} + t_{ko}$$

kde

t_{sv} - doba povrchového odtoku po svahu územia [hod.],

$t_{ú}$ - doba sústredeného odtoku údolnicou bez vyvinutého koryta [hod.],

t_{ko} - doba odtoku prirodzeným alebo umelým korytom [hod.].

a) Plošný povrchový odtok - doba dobehu t_{sv}

Pre plošný povrchový odtok použijeme Manningovu rovnicu v tvare:

$$t_{sv} = \frac{0,0916(n.L_{sv})^{0,8}}{H_{Z,2,1d}^{0,5} \cdot I_{sv}^{0,4}} \quad [\text{hod.}]$$

kde

n - Manningov súčiniteľ drsnosti povrchu na dráhe odtoku, podľa tabuľky
(Muchova et al., 2009),

L_{sv} - dĺžka svahu (odporúča sa uvažovať s dĺžkou 100 m) [m],

I_{sv} - priemerný sklon svahu [%],

$H_{Z,2,1d}$ - výška náhradného privalového dažďa resp. maximálny denný zrážkový úhrn s dobou opakovania 1 krát za 2 roky [mm],

Tab. 3 Manningov súčiniteľ drsnosti n pre plošný povrchový odtok (Muchová et al., 2009)

Popis povrchu		n
Hladký povrch (betón, asfalt, štrk, holá pôda)		0,011
Úhor bez pozberových zvyškov		0,050
Obrábaná pôda s pozberovými zvyškami	na menej ako 20% povrchu	0,060
	na viac ako 20% povrchu	0,170
Trávnatý porast:	nízky, riedky	0,150
	stredný	0,240
	vysoký, hustý	0,410
Povrchový odtok do 3 cm v lese s bylinným porastom:	riedkym	0,400
	hustým	0,800

b) Sústredený odtok údolnicou - doba dobehu t_i

Pre fázu sústredného povrchového odtoku údolnicou, ktorá prebieha o malej hĺbke je doba dobehu t_i podielom dĺžky pretečeného úseku údolnice a rýchlosti prúdenia:

$$t_{ii} = \frac{L_{ii}}{3600 \cdot v_{ii}} \quad [\text{hod.}]$$

kde

t_{ii} - doba dobehu [hod.],

L_{ii} - dĺžka pretečeného úseku údolnice [m],

v_{ii} - priemerná rýchlosť prúdenia údolnicou [m.s⁻¹].

Priemernú rýchlosť v_{ii} pre dláždené a nedláždené povrchy, s hodnotami sklonu dna údolnice i_{ii} väčšie ako 0,005, môžeme stanoviť pomocou vzťahov založených na riešení Manningovej rovnice.

Pre nedláždený povrch: $v_{ii} = 4,9178 I_{ii}^{0,5} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

kde

v - priemerná rýchlosť prúdenia [m.s⁻¹],

I_{ii} - je sklon údolnice [-].

c) Odtok v koryte toku - doba dobehu t_{ko}

Tab. 4 Približné hodnoty rýchlosti sústreďeného odtoku v_{ko} údolnicou s vyvinutým korytom

Sklon koryta [%]	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Priemerná rýchlosť odtoku korytom v_{ko} [m s ⁻¹]	0,21	0,32	0,49	0,62	0,74	0,85	0,94	1,03	1,12	1,20
Sklon koryta [%]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Priemerná rýchlosť odtoku korytom v_{ko} [m s ⁻¹]	1,25	1,93	2,45	2,90	3,30	3,70	4,05	4,40	4,70	5,00

Tab. 5 Charakteristiky návrhových dažďov na protieróznú ochranu pôdy podľa STN 75 4501

Odvetvie poľnohospodárskej výroby	Situovanie produkčných plôch Sklonitosť pôdneho povrchu	Periodicita návrhového dažďa p	Doba opakovania návrhového dažďa N	Trvanie návrhového dažďa $t_{d,N}$ [min]
Rastlinná výroba	vzdialené od intravilánu	0,20	5	30
	v dotyku s intravilánom, resp. s objektom vyššieho rádu	0,10	10	30
Lúčna (pasienková) výroba	bez špecifikácie	0,20	5	30
Špeciálna výroba (vinohrady, ovocné sady)	I. kategória sklonitosti svahov (0% - 10%), resp.(0° - 5,7°)	0,20	5	15
	II. a III. kategória sklonitosti svahov(10% - 45%), resp. (5,7° - 24,2°)	0,10	10	15
	II. a III. kategória sklonitosti svahov v dotyku s intravilánom, resp. s objektom vyššieho rádu	0,05	20	15

Tab. 6 Odporúčané hodnoty periodicity výskytu a dôb opakovania maximálnych prietokov pre návrh kapacity koryta (upravené podľa STN 75 2102)

	Periodicita výskytu maximálneho prietoku p	Doba opakovania maximálneho prietoku
Historické centrá miest, historická zástavba	$p < 0,01$	>100
Súvislá zástavba, priemyselný areál, významné líniové stavby a objekty	$p < 0,01$	>100
Rozptýlená bytová a priemyselná, súvislá chatová zástavba	od $p = 0,02$ do $p = 0,05$	od 20 do 50
Veľmi cenná pôda, ako sady, vinice, chmeľnice a pod.	od $p = 0,02$ do $p = 0,05$	od 20 do 50
Orná pôda (podľa jej bonity)	od $p = 0,05$ do $p = 0,20$	od 5 do 20
Lúky a lesy	od $p = 1,00$ do $p = 0,50$	od 1 do 2

Tab. 7 Hydrologické kategórie pôd pre CN-metódu (Ven Te Chow, 1964 In: ANTAL et al., 2006)

Kategórie pôd	Vsakovacie a drenážne vlastnosti pôd	Charakteristické pôdne druhy	Zastúpenie zŕn I. kat. % hm.
A	Pôdy s vysokou infiltračnou schopnosťou i pri ich úplnom nasýtení vodou	Hlboké piesky a štrky	< 10
B	Pôdy so strednou schopnosťou vsakovania i pri ich úplnom nasýtení vodou s dobrou drenážou	Stredné hlboké až hlboké piesočnaté a hlinito-piesočnaté pôdy	10 - 45
C	Pôdy s malou schopnosťou vsakovania pri ich úplnom nasýtení a s nízkou drenážou	Ľovito-hlinité až ílovité plytké pôdy	45 - 75
D	Pôdy s veľmi malou infiltračnou schopnosťou a bez drenáže	Íly alebo pôdy s inak obmedzenou drenážou a infiltračnou schopnosťou	> 75

Tab. 8 Priemerné ročné hodnoty CN pre IPZ - II (Ven Te Chow, 1964)

Využívanie pôdy	Hydrologické charakteristiky					
	Obrábanie pôdy	Kvalita pôdneho krytu	Vsakovacie a drenážne vlastnosti pôdy (hydrologická skupina pôd)			
			A	B	C	D
			CN			
Úhor			77	86	91	94
Širokoriadkové plodiny	v priamych riadkoch	zlá	72	81	88	91
	v priamych riadkoch	dobrá	67	78	85	89
	po vrstevnici	zlá	70	79	84	88
	po vrstevnici	dobrá	65	75	82	86
	terasovanie	zlá	66	74	80	82
	terasovanie	dobrá	62	71	78	81
Úzkoriadkové plodiny	v priamych riadkoch	zlá	65	76	84	88
	v priamych riadkoch	dobrá	63	75	83	87
	po vrstevnici	zlá	63	74	82	85
	po vrstevnici	dobrá	61	73	81	84
	terasovanie	zlá	61	72	79	82
	terasovanie	dobrá	59	70	78	81
Krmoviny na ornej pôde, dočasné lúky	v priamych riadkoch	zlá	66	77	85	89
	v priamych riadkoch	dobrá	58	72	81	85
	po vrstevnici	zlá	64	75	83	85
	po vrstevnici	dobrá	55	69	78	83

	terasovanie	zlá	63	73	80	83
	terasovanie	dobrá	51	67	76	80
Pasienky	nedefinované	zlá	68	79	66	89
		priemerná	49	69	79	84
		dobrá	39	61	74	80
	po vrstevnici	zlá	47	67	81	88
Pasienky	po vrstevnici	priemerná	25	59	75	83
	po vrstevnici	dobrá	6	35	70	79
Lúky, TTP		dobrá	30	58	71	78
Les		zlá	45	66	77	83
		priemerná	36	60	73	79
		dobrá	25	55	70	77
Intravilán		nedefinovaná	59	74	82	86
Nespevnení cesty		nedefinovaná	72	82	87	89
Spevnené cesty		nedefinovaná	74	84	90	92

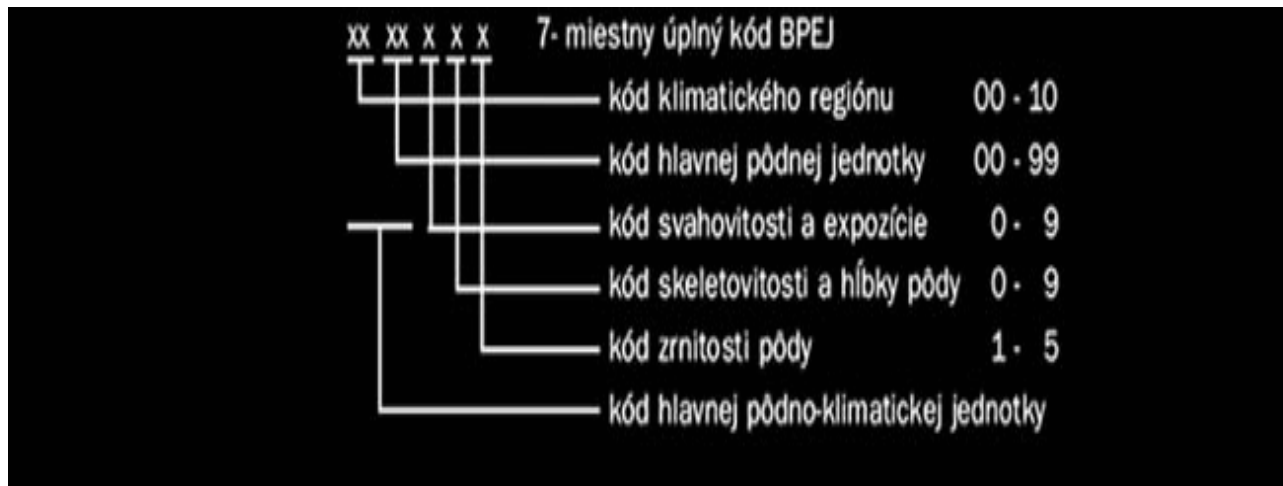
Tab. 9 Index predchádzajúcich zrážok - IPZ (Ven Te Chow, 1964)

IPZ	Celkový úhrn predchádzajúcich zrážok za 5 dní [mm]	
	V období vegetačného kľudu *	vo vegetačnom období
I	< 13	< 36
II	13-21	36 – 53
III	> 28	> 53

* Pokiaľ pôda nie je zamrznutá alebo pokrytá snehom.

4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

4.1 Stanovenie hydrologickej skupiny pôd na základe údajov o BPEJ v záujmovom území



Obr. 1 Štruktúra kódu BPEJ

Na základe ortofotomáp s údajmi o skladbe BPEJ pôd v záujmovom území z pôdneho portálu sme určili pomocou rozkódovania jednotlivých kódov BPEJ hydrologické kategórie pôd pre CN – metódu. Výsledky sú znázornené na obrázku č. 2

BPEJ 0138202

01 – teplý, veľmi suchý, nížinný región

38 – RM, ČMe – regozeme a černozeme erodované v komplexoch na sprašiach.

ČM erodovaný humusový horizont je ornica s charakterom černozemného horizontu. Regozeme sú pôdy, ktoré vznikli orbou spraše, z ktorej boli pôvodné ČM úplne zmyté. V tomto komplexe plošne prevládajú regozeme stredne ťažké.

S – 2 mierny svah 3 ° - 7 °

E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0,6 m pod 10 %)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0037202

- 00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región
- 37 – ČMm^c – černozeme typické, karbonátové na sprašiach, stredne ťažké
- S – 2 mierny svah 3° - 7°
- E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia
- K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0,6 m pod 10 %)
- H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)
- 2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0039002

- 00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región
- 39 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na sprašiach, stredne ťažké.
- S – 0, 1 rovina bez prejavu plošnej vodnej erózie 0° - 1° , rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie 1° - 3°
- E – 0 rovina
- K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)
- H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)
- 2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0139202

- 01 – teplý, veľmi suchý, nížinný región
- 39 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na sprašiach, stredne ťažké.
- S – 2 mierny svah 3° - 7°
- E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia
- K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0,6 m pod 10 %)
- H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)
- 2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0139002

01 – teplý, veľmi suchý, nížinný región

39 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na sprašiach, stredne ťažké.

S – 0, 1 rovina bez prejavu plošnej vodnej erózie 0° - 1° , rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie 1° - 3°

E – 0 rovina

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0138402

01 – teplý, veľmi suchý, nížinný región

38 – RM, ČMe – regozeme a černozeme erodované v komplexoch na sprašiach.

ČM erodovaný humusový horizont je ornica s charakterom černozemného horizontu. Regozeme sú pôdy, ktoré vznikli orbou spraše, z ktorej boli pôvodné ČM úplne zmyté. V tomto komplexe plošne prevládajú regozeme stredne ťažké.

S – 3 stredný svah 7° - 12°

E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0037002

00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región

37 – ČMm*c – černozeme typické, karbonátové na sprašiach, stredne ťažké

S – 0, 1 rovina bez prejavu plošnej vodnej erózie 0° - 1° , rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie 1° - 3°

E – 0 rovina

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0027003

00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región

27 – čiernice glejové, ťažké, karbonátové aj nekarbonátové

S – 0, 1 rovina bez prejavu plošnej vodnej erózie 0° - 1° , rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie 1° - 3°

E – 0 rovina

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

3 – ťažké pôdy (ílovitohlinité)

BPEJ 0040001

00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región

40 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na piesočnatých substrátoch, ľahké, vysychavé

S – 0, 1 rovina bez prejavu plošnej vodnej erózie 0° - 1° , rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie 1° - 3°

E – 0 rovina

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

1 – ľahké pôdy

BPEJ 0140201

01 – teplý, veľmi suchý, nížinný región

40 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na piesočnatých substrátoch, ľahké, vysychavé

S – 2 mierny svah 3° - 7°

E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

1 – ľahké pôdy

BPEJ 0139402

01 – teplý, veľmi suchý, nížinný región

39 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na sprašiach, stredne ťažké.

S – 3 stredný svah 7° - 12°

E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0047202

00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región

47 – RM, HMe – regozeme a hnedozeme erodované na sprašiach. Ornica je u HMe vytvorená zo zvyšku B horizontu, u regozemí je ornica vytvorená zo spraší po úplnom zmytí profilu HM. V komplexe prevládajú regozeme stredne ťažké.

S – 2 mierny svah 3° - 7°

E – 1, 2 južná expozícia, východná a západná expozícia

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0,6 m pod 10 %)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

2 – stredne ťažké pôdy (hlinité)

BPEJ 0040001

00 – veľmi teplý, veľmi suchý, nížinný región

40 – ČMm, ČMh – černozeme typické a černozeme hnedozemné na piesočnatých substrátoch, ľahké, vysychavé

S – 0, 1 rovina bez prejavu plošnej vodnej erózie 0° - 1° , rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie 1° - 3°

E – 0 rovina

K – 0 pôdy bez skeletu (obsah skeletu do hĺbky 0, 6 m pod 10%)

H – 0 hlboké pôdy (60 cm a viac)

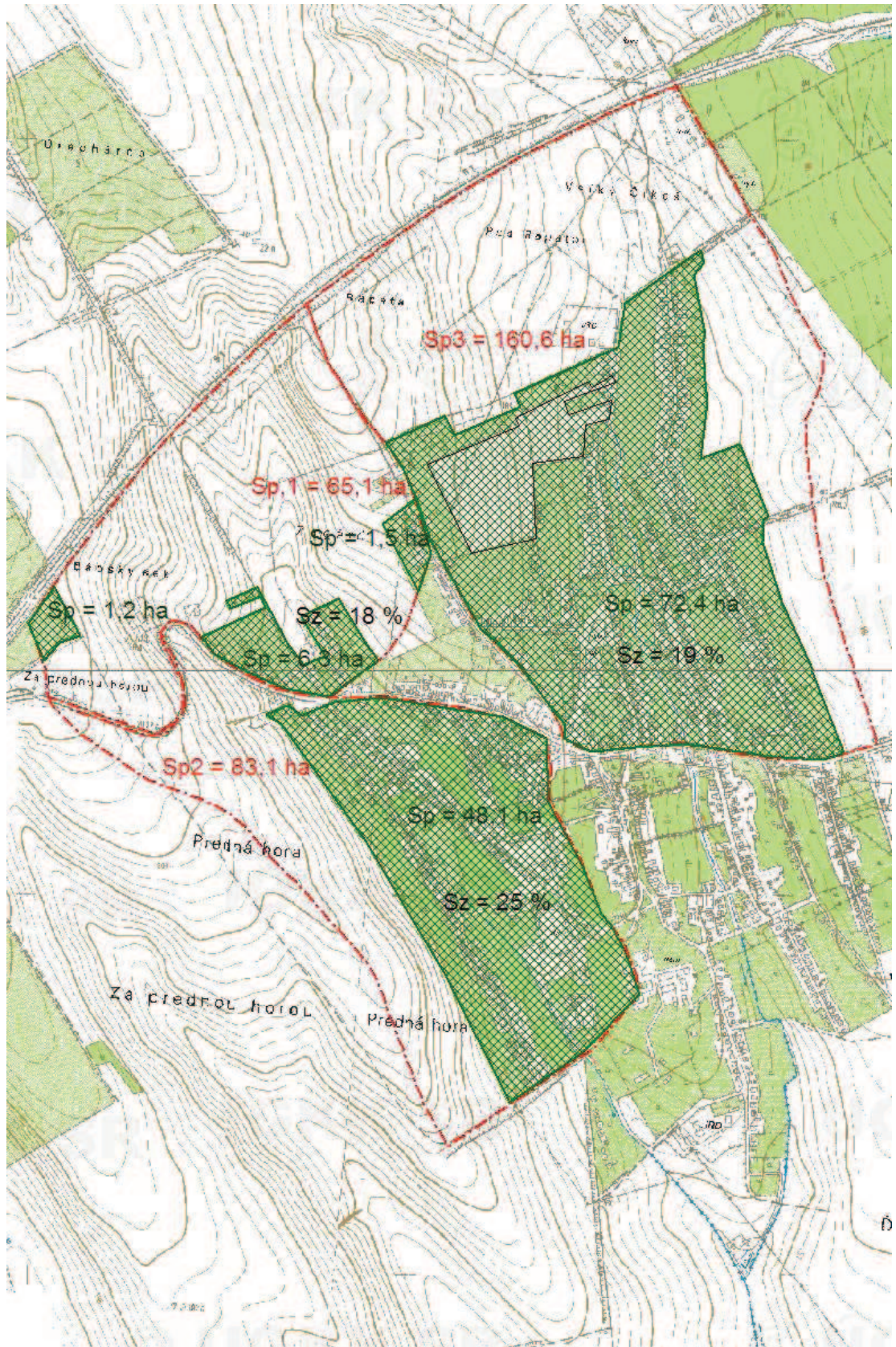
1 – ľahké pôdy



Obr. 2 Mapa hydrologických kategórií pôd pre CN – metódu

LEGENDA :

- | | |
|----------|---------------------------------|
| A | - hydrologická kategória pôdy A |
| B | - hydrologická kategória pôdy B |
| C | - hydrologická kategória pôdy C |



Obr. 3 Prehľadná situácia s vyznačenými čiastkovými povodiami v blízkosti zastavaného územia (mapový podklad ZM 1: 10 000, zdroj: <http://www.geoortal.sk>)

4.2 Výpočet priameho odtoku

4.2.1 Výpočet hodnoty CN

Na základe analýzy skladby pôd v záujmovom území sme zatriedili pôdy vo vybraných čiastkových povodiach podľa hydrologickej kategorizácie pôd pre CN metódu do jednotlivých kategórií. Prevažná časť pôd bola zatriedená do B kategórie t.j. pôdy so strednou schopnosťou vsakovania i pri ich úplnom nasýtení vodou s dobrou drenážou. Na mapovom podklade základnej mapy mierky 1: 10 000 (mapový list 45-12-04, 45-12-05, 45-12-09 a 45-12-10) sme vymedzenie čiastkové povodia, ktoré vyvárajú najväčšiu plochu, z ktorej povrchovo odtekajúca voda vteká do centrálnej časti obce a ohrozuje v nej sa nachádzajúce pozemky a budovy. V tabuľke 10 sú výsledky výpočtu hodnôt CN pre čiastkové povodia riešeného záujmového územia. Pre výpočet sme uvažovali s najnepriaznivejším stavom ornej pôdy t.j. využívanie pôdy - využívanie pôdy = širokoriadkové plodiny a obrábanie pôdy v priamych riadkoch.

Tab. 10 Výpočet hodnoty CN pre čiastkové povodia v záujmovom území

Číslo čiastk. povodia	Plocha povodia S_p [km ²]	Využívanie pôdy	Obrábanie pôdy	Kvalita pôdneho krytu	Hydrologická skupina pôd	CN	$S_p \cdot CN$
1	0,561	Širokoriadkové plodiny	v priamych riadkoch	zlá	B	81	45,44
	0,078	intravilán	nedefin.	nedefin.	B	74	5,77
	0,012	les	nedefin.	priemerná	B	60	0,72
Celkom	0,651	Výsledné CN= 51,93/0,651 = 80				51,93	
2	0,350	Širokoriadkové plodiny	v priamych riadkoch	zlá	B	60	21,00
	0,481	intravilán	nedefin.	nedefin.	B	74	35,60
Celkom	0,831	Výsledné CN= 56,6/0,831 = 68				56,60	
3	0,971	Širokoriadkové plodiny	v priamych riadkoch	zlá	B	60	58,26
	0,635	intravilán	nedefin.	nedefin.	B	74	46,99
Celkom	1,606	Výsledné CN= 105,25/1,606 = 65				105,25	
CN pre celé povodie: CN = (80*0,651+68*0,831+65*1,606)/3,088 =213,78/70,5 \cong 71							

Výsledná hodnota CN pre celé územie je 71. Najvyššia hodnota CN je na plochách čiastkového povodia č.1 z dôvodu vysokého zastúpenia ornej pôdy.

4.3 Stanovenie doby koncentrácie $t_{max} = t_{sv} + t_u$:

Na základe vzorcov uvádzaných v metodike v kapitole 3.2 sme stanovili dobu koncentrácie odtoku podľa Manningovej rovnice. Podľa tabuľky č. 3 určíme Manningov súčiniteľ drsnosti povrchu na dráhe odtoku.

1. Plošný povrchový odtok - doba dobehu t_{sv} (význam symbolov je vysvetlený v metodike)

- $H_{Z,2,1D}$ je 24,7 mm
- n je 0,10
- L_{sv} je 100 m
- I_{sv} je 3,2 %

$$t_{sv} = \frac{0,0916(n \cdot L_{sv})^{0,8}}{H_{Z,2,1d}^{0,5} \cdot I_{sv}^{0,4}} = \frac{0,0916(0,06 \cdot 100)^{0,8}}{24,7^{0,5} \cdot 3,2^{0,4}} = 0,048 \text{ hod.}$$

2. Sústredený odtok údolnicou - doba dobehu t_u :

$$t_u = \frac{L_u}{3600 \cdot v_u}$$

Pre nedláždený povrch: $v_u = 4,9178 I_u^{0,5}$ [m . s⁻¹]

- L_u je 819 m
- I_{sv} je 2,8 %

$$v_u = 4,9178 \cdot 0,028^{0,5} = 0,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t_u = \frac{L_u}{3600 \cdot v_u} = \frac{819}{3600 \cdot 0,82} = 0,277 \text{ hod.}$$

$$t_{max} = t_{sv} + t_u = 0,048 + 0,277 = 0,325 \text{ hod.} \approx 20 \text{ min}$$

4.4 Stanovenie odtokových charakteristík pre návrhový dážď

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{71} - 10 \right) = 103,74 \text{ mm}$$

Výdatnosť návrhového dažďa s periodicitou $p=0,01$ a dobou trvania 20 min pre stanicu Nitra je $253 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ t.j. $1,52 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

Výška povrchového odtoku z riešeného povodia $H_{O,p}$ pre dážď s periodicitou $p = 0,01$ a dobou trvania 20 min pre stanicu Nitra t.j. $H_z = 30,4 \text{ mm}$:

$$H_{O,p} = \frac{(H_z - 0,2 \cdot A)^2}{(H_z + 0,8 \cdot A)} = \frac{(32,7 - 0,2 \cdot 103,7)^2}{(32,7 + 0,8 \cdot 103,7)} = \frac{143,04}{115,66} = 1,236 \cong 1,2 \text{ mm} \quad [\text{mm}]$$

Objem povrchového (priameho) odtoku z riešeného povodia $W_{O,p}$ pre $H_z = 30,4 \text{ mm}$:

$$W_{O,p} = 1000 \cdot S_p \cdot H_{O,p} = 1000 \cdot 1,606 \cdot 1,2 = 1\,927 \text{ m}^3$$

Výška povrchového odtoku z riešeného povodia $H_{O,p}$ pre $H_{z,100,1d} = 85 \text{ mm}$:

$$H_{O,p} = \frac{(H_z - 0,2 \cdot A)^2}{(H_z + 0,8 \cdot A)} = \frac{(85 - 0,2 \cdot 103,7)^2}{(85 + 0,8 \cdot 103,7)} = \frac{4129}{167,96} = 24,6 \text{ mm}$$

Objem povrchového (priameho) odtoku z riešeného povodia $W_{O,p}$ pre $H_{z,100,1d} = 85 \text{ mm}$:

$$W_{O,p} = 1000 \cdot S_p \cdot H_{O,p} = 1000 \cdot 1,606 \cdot 24,6 = 39\,508 \text{ m}^3$$

Na základe výpočtov môžeme konštatovať, že návrhový dážď s periodicitou $p=0,01$ a dobou trvania 20 min s výdatnosťou $253 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ resp. s intenzitou $1,52 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ešte nepredstavuje dážď, ktorý by vytváral podmienky pre formovanie povrchového odtoku s vysokými hodnotami odtokovej výšky ($H_o = 1,2 \text{ mm}$).

Výška povrchového odtoku z riešeného povodia $H_{O,p}$ pre $H_{z,100,1d} = 85 \text{ mm}$ však predstavuje už hodnotu $24,6 \text{ mm}$.

5 Záver

Práca bola vytvorená na základe informácií získaných štúdiom odbornej literatúry, materiálov a podkladov. Rozbor danej problematiky je zameraný najmä na opatrenia aplikovateľné pri ochrane sídel vidieckej krajiny.

Práca znázorňuje základné východiská posúdenia odtokových pomerov záujmového územia, ktoré sú okrem zrážkových pomerov primárnym faktorom ovplyvňujúcim vytváranie povodní a povodňových situácií v povodiach malých vodných tokov. Ďalej poukazuje na možné riešenia protipovodňovej ochrany v rámci riešeného územia. Znázorňuje kritické lokality z hľadiska výšky a rýchlosti tvorby povrchového odtoku v riešenej lokalite obce, čo umožňuje lepšie predchádzať povodňovým situáciám a poskytuje následné efektívnejšie riešenie vzniknutých kritických situácií.

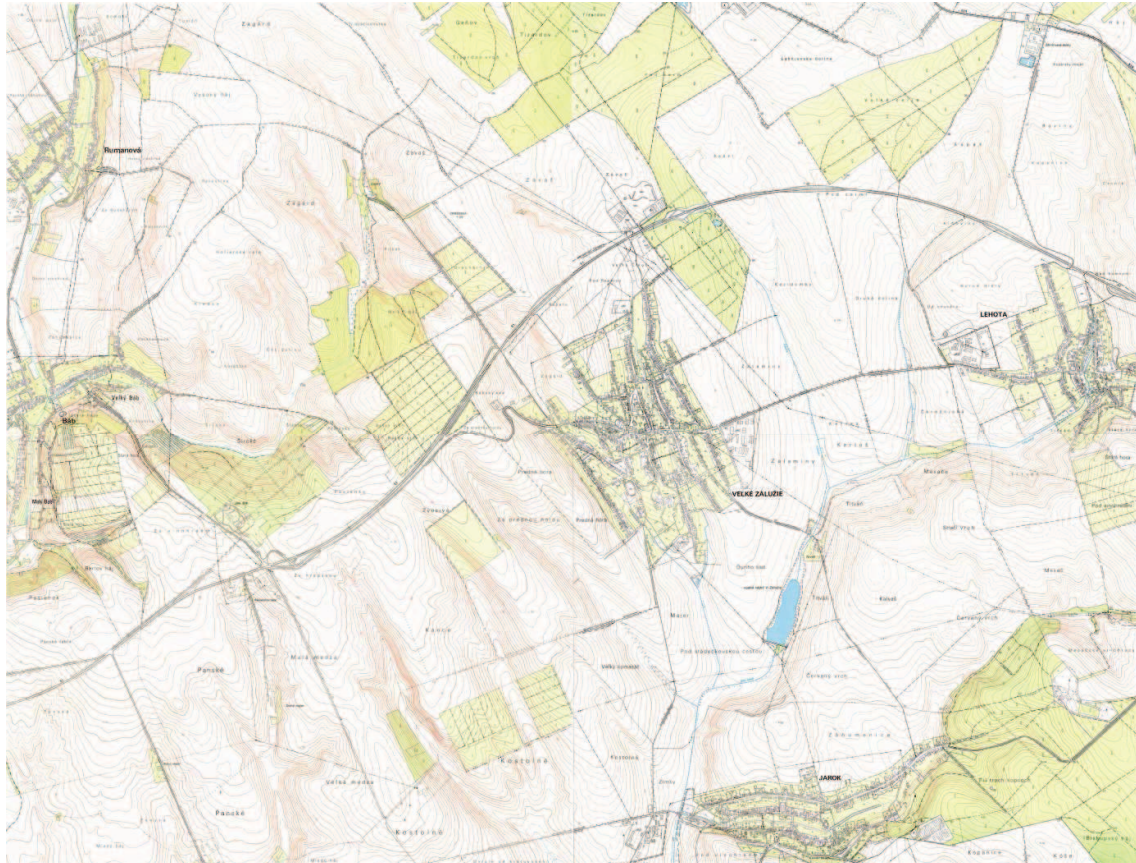
6 Zoznam použitej literatúry :

1. ANTAL, Jaroslav. 1993. *Hydrológia*. Nitra : VŠP, 1993. 217 s.
ISBN 80 – 7137 – 108 – 4
2. ANTAL, Jaroslav – ŠPÁNIK, František. a kol. 2004. 2. nezmenené vydanie. *Hydrológia poľnohospodárskej krajiny*. Nitra : SPU, 2004. 250 s.
ISBN 80 – 8069 – 428 – 1
3. ANTAL, Jaroslav. 1996. *Agrohydrológia*. Nitra : SPU, 1996. 162 s.
ISBN 80 – 7137 – 321 – 4
4. ANTAL, Jaroslav. 1996. *Aplikovaná agrohydrológia*. Nitra : SPU, 1996. 153 s.
ISBN 80 – 7137 – 363 – X
5. ANTAL, Jaroslav – FÍDLER, Jiří a kol. 1989. *Poľnohospodárske meliorácie*. Bratislava : PRÍRODA, 1989. 457 s. ISBN 80 – 07 – 00011 – 9
6. BÉDI, Dušan. 1993. *Dejiny obce Veľké Zálužie*. Bratislava : NEUMAHN , 1993. 212 s.
7. HEINIGE, V., HLAVČOVÁ, K., BACÚRIK, I.: *Ochrana a organizácia povodia*. Stavebná fakulta STU, Bratislava 1995.
8. MUCHOVÁ, Zlatica – VANEK, Jozef. 2009. 1. vydanie. *Metodické štandardy projektovania pozemkových úprav*. Nitra : SPU, 2009. 160 s.
ISBN 978 – 80 – 552 – 0267 – 9
9. STN 75 4501 : 2000 *Hydromeliorácie. Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy. Základné ustanovenia*.
10. ŠPÁNIK, František – ŠIŠKA, Bernard a kol. 2004. *Biometeorológia*. Nitra : SPU, 2004. 227 s. ISBN 80 – 8069 – 315 – 3
11. VEN TE CHOW. 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. Mc Graw Hill, New York 1964
12. Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách (www.zbierka.sk)
13. Zákon č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami (www.zbierka.sk)
14. Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy (www.zbierka.sk)

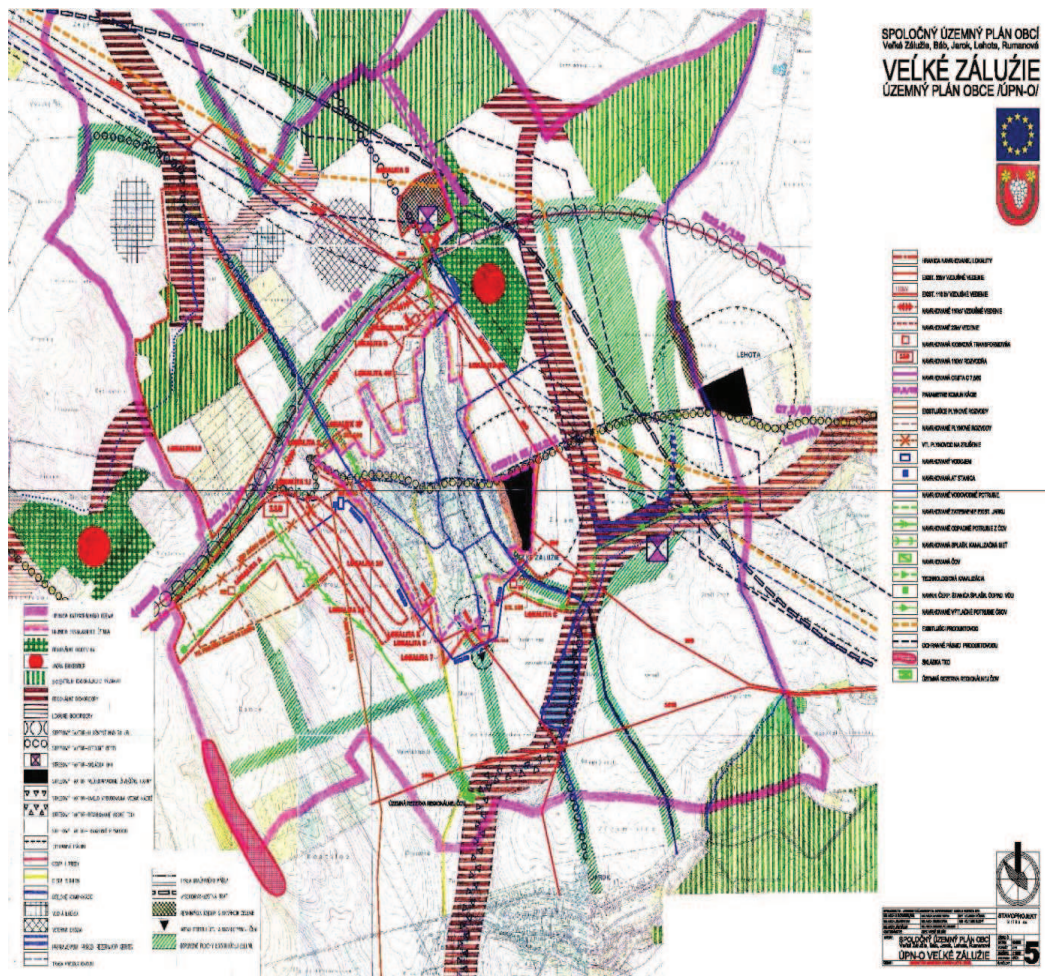
Prílohy:

Zoznam príloh:

1. Mapa obce Veľké Zálužie
2. Územný plán obce Veľké Zálužie



Príloha č. 1 : Mapa obce Veľké Zálužie



Príloha č. 2 : Územný plán obce Velké Zálužie