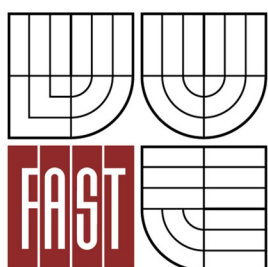




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

STANOVENÍ KRITICKÝCH BODŮ A VYHODNOCENÍ STAVU JEJICH PŘÍSPÍVAJÍCÍCH PLOCH

DETERMINATION OF CRITICAL POINTS AND THE EVALUATION OF THEIR CONTRIBUTING
AREAS STATE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VOJTĚCH ŘÍDKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Vojtěch Řídký

Název Stanovení kritických bodů a vyhodnocení stavu jejich přispívajících ploch

Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2015

Datum odevzdání bakalářské práce 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček M, a kol. : Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika ČZU Praha, 2012
3. Dumbrovský M, - Mezera J, Štřítecký L.: Metodický návod pro projektování pozemkových úprav, metodika ČMKPU 2005
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997

Zásady pro vypracování

Na základě GIS analýz s využitím DMT, provede student v zadaném území stanovení kritických bodů a vyhodnocení stavu jejich přispívajících ploch. Pro stanovení odtokových poměrů bude použita metoda čísel odtokových křivek a hydrologický model DeSQ.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Povodně z přívalových dešťů jsou stále častějším problémem a nelze je dopředu předpovídat. Jedinou ochranou proti nim jsou komplexní opatření v ploše povodí. Tato práce je zaměřena na identifikaci kritických bodů a zhodnocení stavu jejich přispívajících ploch v katastrálním území Šatov a Hnanice.

Klíčová slova

Eroze, povrchový odtok, dráha soustředného povrchového odtoku, kritický bod

Abstract

Torrential rainfall floods are more frequent problem and it can not be predicted in advance. The only protection is a complex of measures in the catchment area. The aim of this thesis is identification of critical points and rating of the state of their contributing areas in cadastre unit Šatov and Hnanice.

Keywords

Erosion, surface runoff, pathway of concentrated surface runoff, critical point

Bibliografická citace VŠKP

Vojtěch Řídký *Stanovení kritických bodů a vyhodnocení stavu jejich přispívajících ploch*. Brno, 2016. 80 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2016

.....
podpis autora
Vojtěch Řídký

Poděkování:

Rád bych poděkoval prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

OBSAH

1.	ÚVOD	10
1.1.	VZNIK SOUSTŘEDĚNÉHO POVRCHOVÉHO ODTOKU	10
1.2.	KRITICKÉ BODY	10
2.	EROZE	11
2.1.	VODNÍ EROZE	11
2.2.	VĚTRNÁ EROZE	12
3.	POPIS PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK.....	13
3.1.	KLIMATICKÉ POMĚRY	13
3.2.	HYDROLOGICKÉ POMĚRY	14
3.3.	GEOLOGICKÉ POMĚRY	15
3.4.	MORFOLOGIE ÚZEMÍ.....	17
3.5.	PEDOLOGICKÉ A HYDROPEDOLOGICKÉ POMĚRY	17
3.6.	VEGETAČNÍ POKRYV	19
4.	POPIS POUŽÍVANÝCH METOD.....	20
4.1.	ARCGIS.....	20
4.1.1.	<i>TVORBA DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU.....</i>	<i>20</i>
4.1.2.	<i>SMĚRY ODTOKŮ.....</i>	<i>20</i>
4.1.3.	<i>AKUMULACE ODTOKU.....</i>	<i>20</i>
4.2.	USLE	21
4.2.1.	<i>FAKTOR EROZNÍ ÚČINNOSTI DEŠTĚ (R)</i>	<i>21</i>
4.2.2.	<i>FAKTOR ERODOVATELNOSTI PŮDY (K).....</i>	<i>22</i>
4.2.3.	<i>FAKTOR DÉLKY A SKLONU SVAHU (L, S)</i>	<i>23</i>
4.2.4.	<i>FAKTOR OCHRANNÉHO VLIVU VEGETAČNÍHO POKRYVU (C).....</i>	<i>23</i>
4.2.5.	<i>FAKTOR ÚČINNOSTI PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ (P)</i>	<i>24</i>
4.2.6.	<i>PŘÍPUSTNÁ ZTRÁTA PŮDY VODNÍ EROZÍ</i>	<i>24</i>
4.3.	DESQ – MAXQ.....	25
5.	APLIKACE TEORETICKÝCH POSTUPŮ.....	26
5.1.	VÝPOČET EROZNÍHO SMYVU PŮDY	26
5.1.1.	<i>URČENÍ LS – FAKTROU</i>	<i>26</i>

5.1.2. URČENÍ K – FAKTROU.....	26
5.1.3. URČENÍ C – FAKTROU.....	26
5.1.4. URČENÍ R – FAKTROU.....	27
5.1.6. VÝPOČET USLE.....	27
5.2. ZTRÁTA PŮDY PLOŠNOU EROZÍ.....	28
5.3. URČENÍ PRŮMĚRNÝCH ČÍSEL CN KŘIVKY.....	29
5.4. VÝPOČET V PROGRAMU DESQ - MAXQ	30
5.5. IDENTIFIKACE KB	31
6. POPIS KRITICKÝCH BODŮ A JEJICH PŘÍSPÍVAJÍCÍCH PLOCH	33
6.1. KRITICKÝ BOD 1	33
6.2. KRITICKÝ BOD 2	38
6.3. KRITICKÝ PROFIL 3.....	43
6.4. KRITICKÝ PROFIL 4.....	48
6.5. KRITICKÝ BOD 5	52
6.6. KRITICKÝ BOD 6.....	59
6.7. KRITICKÝ BOD 7	64
7. OHROŽENOST POZEMKŮ VĚTRNOU EROZÍ.....	70
8. POROVNÁNÍ IDENTIFIKOVANÝCH KB S METODIKOU VÚV T. G. M., V. V. I.	71
9. ZÁVĚR.....	74
10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	75
11. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	77
12. SEZNAM TABULEK	79
13. SEZNAM ZKRATEK.....	80
14. SEZNAM PŘÍLOH NA CD.....	81

1. ÚVOD

Povodně z přívalových srážek jsou zapříčiněny intenzivními, krátkodobými srážkami zasahujícími malá území. Jedná se o lokální povodně, které ale mohou mít za následek katastrofální škody na zasaženém území. Tyto povodně ohrožují intravilán a projevují se v místech, kde díky morfologii terénu přirozeně vzniká plošný povrchový odtok, který je soustředěn do dráhy soustředěného odtoku (DSO). Místo, kde DSO vniká do intravilánu, je nazýváno kritickým bodem (KB).

Maximální povrchový odtok je dán vlastnostmi přispívajících ploch. Zejména se jedná o velikost plochy, sklonitost, vegetační pokryv, hydrologickou skupinu půd a retenční schopnost krajiny. Některé tyto parametry výrazně ovlivňuje eroze.

Tato bakalářská práce má za cíl stanovit kritické body v katastrálním území obcí Hnanice a Šatov a určit stav jejich přispívajících ploch.

1.1. VZNIK SOUSTŘEDĚNÉHO POVRCHOVÉHO ODTOKU

Povrchový odtok vzniká vyčerpáním retenčních schopností krajiny při srážkovém úhrnu. Vlivem morfologii terénu je povrchový odtok soustředěn do DSO. Ty jsou u velkých přispívajících ploch reprezentovány vodním tokem. V případě, že DSO vznikají na nezpevněné půdě, mají za následek vznik erozních rýh, jejichž velikost je závislá na průtoku a vlastnostech zeminy.

1.2. KRITICKÉ BODY

Kritickými body jsou nazývána místa, kde DSO pronikají do intravilánu obcí a mohou způsobovat škody na majetku. Pro určení maximálního průtoku v těchto bodech je nutné znát stav jejich přispívajících ploch a další základní charakteristiky území.

Metody a kritéria pro výběr KB jsou popsány v kapitole 5.5.

2. EROZE

Půda v našich podmínkách nejvíce narušována vodou a větrem. Tyto narušující procesy se nazývají eroze. Eroze vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční schopnost půd např. ochuzuje půdy o nejurodnější část ornice, zhoršuje fyzikálně – chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Eroze také vyvolává škody v intravilánu obcí.

Mechanismus eroze je postupný proces. V první fázi tohoto procesu jsou uvolňovány jemné částice půdy, v dalších fázích jsou transportovány a ukládány. V přírodních podmínkách je eroze postupný proces a díky tomu nedochází k porušování přírodní rovnováhy. Působení člověka v krajině narušuje přírodní rovnováhu, a proto dochází ke zrychlené erozi půd. Odnos půdy je větší než tvorba nových částic.

Chránit půdu proti erozi lze optimálním prostorovým a funkčním uspořádáním protierozních opatření s navázáním na územní systém ekologické stability (ÚSES). [1]

2.1. VODNÍ EROZE

Vodní eroze se projevuje na povrchu půdy s větším sklonem vytvářením drah soustředěného odtoku (DSO) v podobě různých rýžek, rýh, výmolů a v extrémních případech až strží. Naopak u mírnějších sklonů dochází ke zmenšení unášecí síly vody a usazování částic půdy. Pokud se částice dostanou do toků, vytváří splaveniny, které pak sedimentují v rybnících, nádržích nebo v tocích, kde způsobují eutrofizaci a zanášení nádrží.

Nejvýznamnějším objemovým zdrojem splavenin je smyv z orné půdy. Dalšími zdroji jsou lesy, kde probíhá intenzivní těžba dřeva, a dále břehová a dnová abraze.

Vodní eroze vzniká působením antropogenních a přírodních procesů. Nejvíce se na ni podílí:

- srážky a následný povrchový odtok,
- erodovatelnost půdy,
- morfologie území,
- vegetační pokryv půdy.

Vodní eroze může být způsobena i odtokem z tajícího sněhu, kterou ovlivňuje:

- rychlost tání sněhu,
- výška vody vzniklá táním sněhu během dvacetidenního období,
- faktor odtoku vody závislý na promrznutí půdy,
- topografie území,
- vegetační pokryv půdy,
- protierozní opatření,
- erodovatelnosti půdy. [1]

Je důležité kromě vodní eroze zmínit erozi větrnou, ta na jižní Moravě ohrožuje téměř polovinu zemědělsky obhospodařované půdy.

2.2. VĚTRNÁ EROZE

Důsledkem větrné eroze je zmenšení mocnosti půdního profilu, změna fyzikálních a chemických vlastností půd a s tím souvisí ztráta úrodnosti půdy. Větrná eroze v porovnání s erozí vodní nezpůsobuje zanášení vodních toků, na druhé straně ale zvyšuje prašnost ovzduší.

Větrná eroze vzniká působením větru a je závislá na:

- délce pozemků,
- erodovatelnosti půdy,
- drsnosti půdního povrchu (nerovnost terénu),
- rychlosti, směru a vlhkosti větru,
- vegetačnímu pokryvu půdy.

Na Moravě, především v její jižní části, je větrnou erozí ohroženo 45% zemědělsky využívané půdy. [2,3]

3. POPIS PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK

Řešené území se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Znojmo. Jedná se katastrální území obcí Hnanice a Šatov. Obě tato území leží na hranicích s Rakouskem. Do severozápadní části řešeného území částečně zasahuje Národní park Podyjí.



Obr. 1 Zájmové území

3.1. KLIMATICKÉ POMĚRY

Podle čísla bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) oblast spadá do velmi teplého, suchého klimatického regionu. Průměrná roční teplota je 9 - 10°C a průměrný roční úhrn srážek 500 - 600 mm.

Nejbližší meteorologická stanice leží cca 11 km severovýchodním směrem v obci Kuchařovice. Průměrná roční teplota za období pozorování je 8,5°C, průměrný roční úhrn srážek 486 mm a největší srážkový úhrn během jednoho dne 68,8 mm. [4]

3.2. HYDROLOGICKÉ POMĚRY

V zájmovém území se nachází vodní tok Daníž. Číslo hydrologického povodí je 4-14-02-080. Celková plocha jeho povodí 117,50 km² a délka 25,48 km. Řešené území se nachází v horní části povodí Daníže.

Vodní tok Daníž má v uzavřevém profilu dlouhodobý průměrný průtok (Q_a) 0,147 m³ · s⁻¹ a stoletý maximální průtok (Q_{100}) 52,0 m³ · s⁻¹. Koryto vodního toku je nedostatečné už pro dvacetiletý maximální průtok (Q_{20}) a dochází k ohrožení intravilánu obcí Hnanice a Šatov. Na Obrázku 3 je světle modrou šrafovou označeno záplavové území pro Q_{20} . V levé horní části obrázku se nachází obec Hnanice a v pravé dolní části obec Šatov. [5]



Obr. 2 Hydrologické poměry [6]



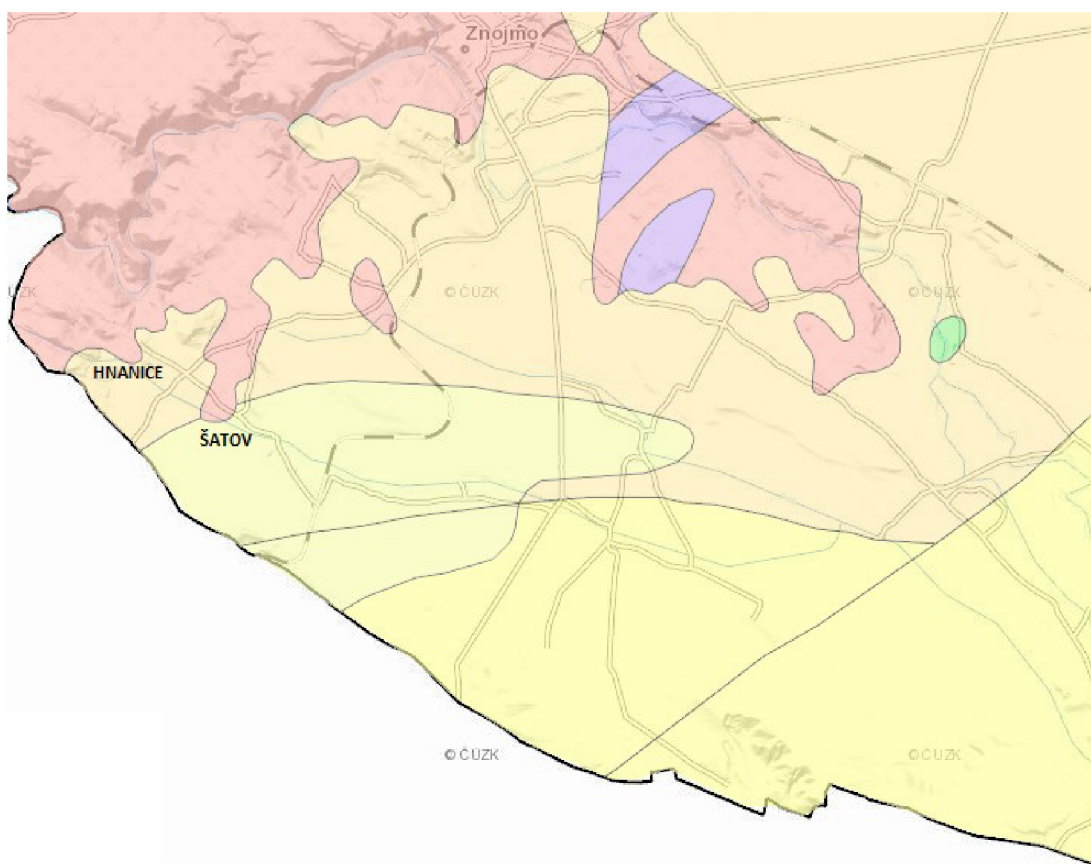
Obr. 3 Mapa záplavového území pro Q_{20} [6]

3.3. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Určení geologických poměrů v dané oblasti je složité. Nachází se v regionech českého masivu, alpsko – karpatské čelní pánve a vnitrohorské pánve.

Český masiv se nachází na severozápadní části území a typickými horninami jsou biotitické a dvojslídité granity a granodiority, které jsou místy deformované a metamorfované.

Zbytek území zaujímá alpsko – karpatská čelní pánev a vnitrohorská pánev. Pro ně typické horniny jsou jíly, vápnité jíly, slíny, podřízeně písky, štěrky, tufity a řasové vápence. [7]



Český masív, Karpaty

MIOCÉN (nerozlišený)

písky, štěrky, jíly, lignitové sloje

Alpsko-karpatské čelní pánve a vnitrohorské pánve

STŘEDNÍ MIOCÉN (spodní baden)

jíly, vápnité jíly ("těgl"), podřízeně písky, štěrky a řasové vápence

SPODNÍ MIOCÉN (eggenburg - ottnang), marinní vývoj

jíly, slíny, podřízeně písky, štěrky a tufity

Český masív

předvariská intruziva a neznámého stáří

muskovit-chloritické, muskovit-chlorit-biotitické, dvojslídne, a biotitické metagranity až metagranodiority a ortoruly

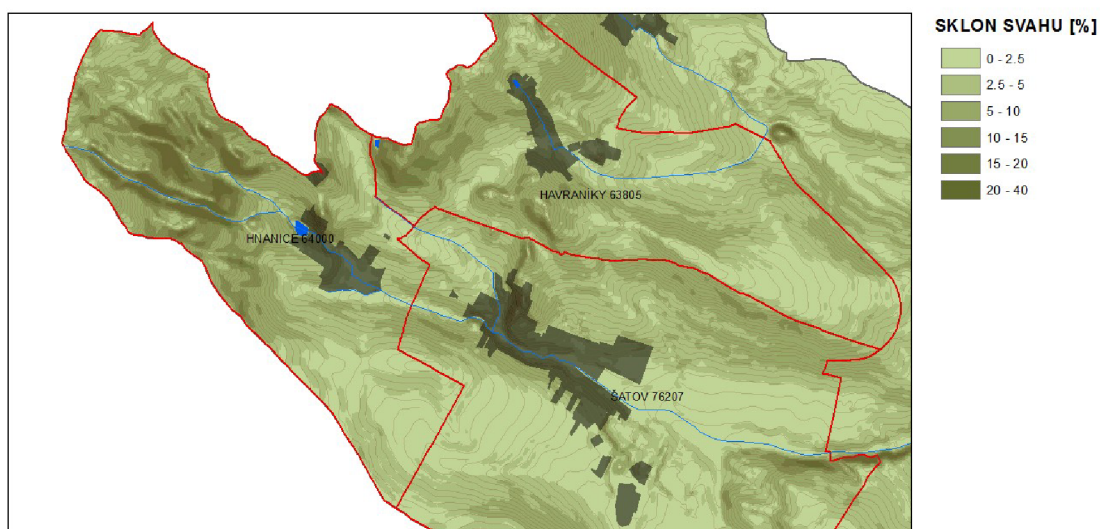
biotitické a dvojslídne granity a granodiority, místy deformované a metamorfované

biotit-amfibolické tonality, místy deformované a metamorfované

Obr. 4 Mapa geologických poměrů [7]

3.4. MORFOLOGIE ÚZEMÍ

Nadmořská výška zájmového území se pohybuje od 250 m n. m. do 400 m n. m. Nadmořská výška klesá od severozápadu k jihovýchodu ve směru toku Daníže. Nejvyšší místo a zároveň oblast s největší sklonitostí je tedy v severozápadní části území, kam zasahuje NP Podyjí. Průměrná sklonitost území je kolem 5%.

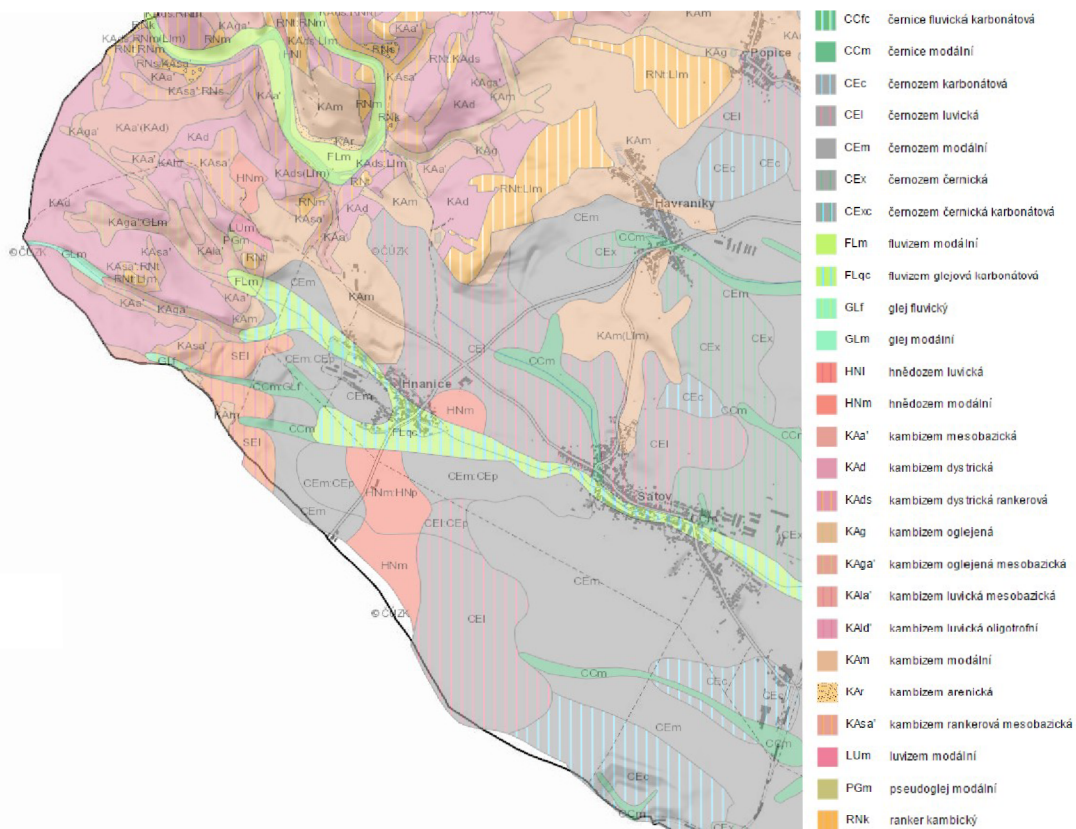


Obr. 5 Mapa sklonitosti území

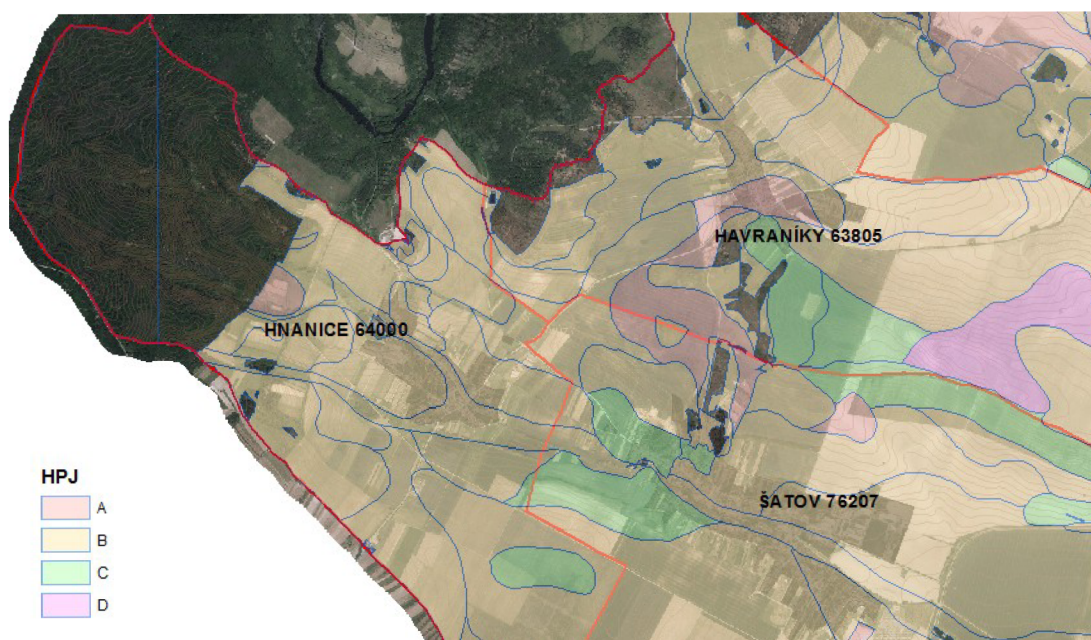
3.5. PEDOLOGICKÉ A HYDROPEDOLOGICKÉ POMĚRY

Podle čísla BPEJ je převážná část zájmového území podle svých hydrologických vlastností klasifikována ve skupině B. Tyto půdy jsou charakteristické střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení. Hloubka půdy je klasifikována jako hluboká až středně hluboká a středně až dobře odvodněná. Převažují zde hlinitopísčité až jílovité půdy. Podle čísla BPEJ zde má částečné zastoupení i skupina A, která je charakteristická větší rychlostí infiltrace a je zastoupena písky nebo štěrky. Zřídka se vyskytuje také skupina C, pro kterou je pak typická nižší schopnost infiltrace a jíly až jílohlinité půdy. Nepropustné zeminy (skupina D) se v řešeném území nevyskytují.

Z půdních typů mají největší zastoupení hnědozem, černozem a kambizem.



Obr. 6 Půdní mapa [7]



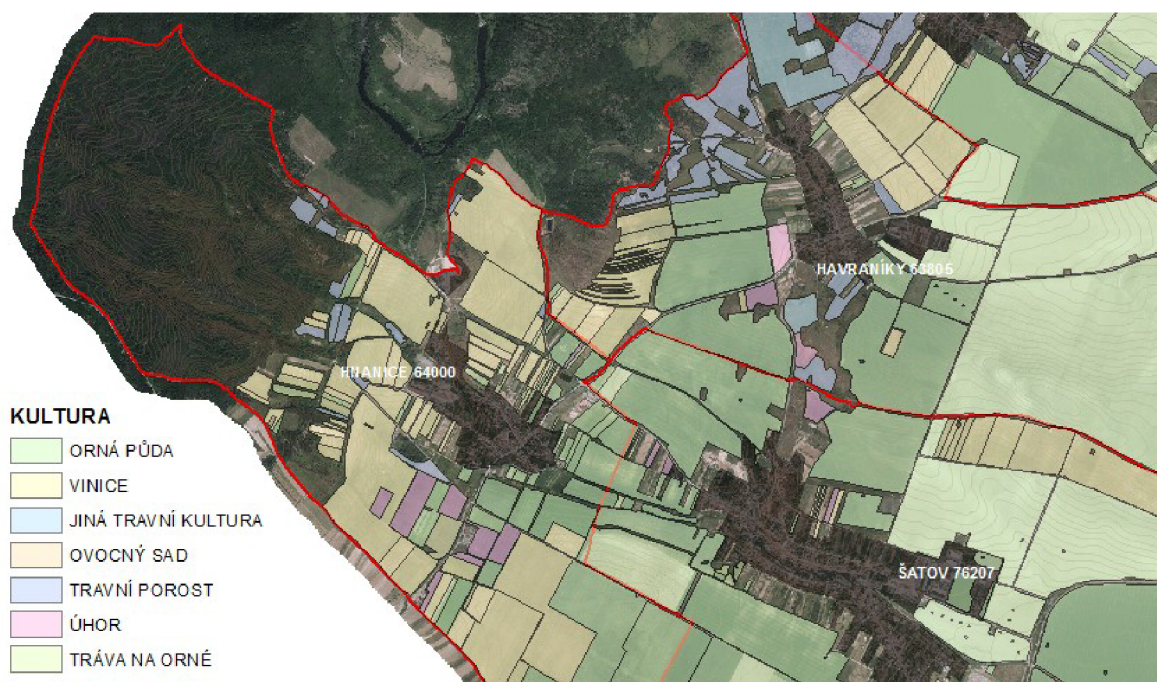
Obr. 7 Mapa prostorové lokalizace HPJ

3.6. VEGETAČNÍ POKRYV

V severozápadní části území se nachází NP Podyjí, kde je největší zastoupení lesních porostů. Ve střední část území se nacházejí především vinice a zbývající část je využívána jako orná půda popřípadě jako travní porosty (Obrázek 8).

V katastrálním území (KÚ) Šatov zaujímá zemědělsky využívaná půda přes 88% celkové plochy. Z toho více jak 80% tvoří orná půda. Necelé 4% pokryvu pak zastupují travní a lesní porosty. Na zbývající části území se nacházejí vodní plochy, toky a ostatní plochy. [8]

KÚ Hnanice pokrývá zemědělská půda z 47% a lesní pozemky jsou zastoupeny na 41% plochy. Zbývající část zaujímají vodní plochy, toky, zatravněné území a ostatní plochy. [9]



Obr. 8 Mapa vegetačního pokryvu

4. POPIS POUŽÍVANÝCH METOD

4.1. ARCGIS

ArcGIS je geografický informační systém vytvořený pro práci s mapami a geografickými informacemi. Používá se k tvorbě map a jejich následnému používání v celé řadě aplikací. Slouží také ke shromažďování geografických dat, analyzování mapových informací a sdílení a hledání geografických informací. Mapy lze vytvořit jako vektorové nebo rastrové a dále je lze exportovat do jiných formátů např. do textových souborů nebo formátu pro CAD.

4.1.1. TVORBA DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU

Pro vytvoření rastrové mapy digitálního modelu terénu (DMT) jsou potřebná zdrojová data vrstevnic, hranice zájmového území, vodní toky a nádrže. Pro vytvoření DMT slouží funkce Topo to raster z nadstavby Spatial Analyst. Velikost buňky výstupního rastru byla zvolena 10x10.

Vzniklý DMT je nutné vyhladit pomocí funkce Fill kvůli možným nepřesnostem, které vznikly při interpolaci výšek.

4.1.2. SMĚRY ODTOKŮ

K tvorbě mapy směru odtoků slouží funkce Flow direction a jako podklad rastrová mapa DMT. Podstatou funkce je určení směru proudění ven z každé buňky na základě výšky sousedních buněk. Program uvažuje s osmi možnostmi odtoku, které jsou orientované dle světových stran.

Směr proudění je dán směrem nejstrmějšího sestupu podle rovnice 1. [10]

$$\text{Maximální pokles} = \text{rozdíl výšek} / \text{vzdálenost} \cdot 100 \quad /1/$$

4.1.3. AKUMULACE ODTOKU

Pro určení akumulace odtoku je určena funkce Flow Accumulation a jako podklad slouží rastrová mapa směru odtoků. Výpočet probíhá na základě postupného přičítání všech buněk, kde směr odtoku ústí do počítané buňky.

4.2. USLE

K určení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí se používá Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE. Rovnice byla experimentálně odvozena roku 1978 ve Spojených státech amerických ministerstvem zemědělství podle Wischmeiera a Smithe.

Ztráta půdy vodní erozí se stanoví podle rovnice 2.

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad /2/$$

- Kde: G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
R faktor erozní účinnosti deště, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitně erozně nebezpečných dešťů,
K faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu,
L faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí,
S faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí,
C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,
P faktor účinnosti protierozních opatření. [1]

4.2.1. FAKTOR EROZNÍ ÚČINNOSTI DEŠTĚ (R)

Erozní účinnost dešťových kapek je nejvýraznější ze začátku erozního procesu, kdy dopadající kapky na zemský povrch rozrušují půdní vrstvu. Následkem změny kinetické energie kapek dochází k deformaci půdy, proto je kinetická energie hlavní charakteristikou pro určení erozní účinnosti deště.

Faktor erozní účinnosti deště (R) se určí na základě celkové energie deště a maximální 30 minutové intenzitě deště podle rovnice 3.

$$R = \frac{E \cdot i_{30}}{100} \quad /3/$$

Kde: R faktor erozní účinnosti deště [$\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$]
 E celková kinetická energie deště [$\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$]
 i_{30} maximální 30 minutová intenzita deště [$\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$]

Pro určení erozní účinnosti deště jsou nutná dlouhodobá pozorování, která ve většině případů ovšem chybí. Pro Českou republiku byla určena průměrná hodnota $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$, která vychází z dlouhodobých řad ombrografických záznamů ze stanic ČHMÚ. [1]

4.2.2. FAKTOR ERODOVATELNOSTI PŮDY (K)

Infiltrační schopnost půdy a odolnost jejích agregátů proti účinku dešťových kapek ovlivňují vlastnosti půdy.

Faktor erodovatelnosti půdy je definován jako ztráta půdy z pozemku v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a lze jej stanovit:

1. výpočtem podle odvozeného,
2. podle nomogramu,
3. přibližně podle HPJ bonitační soustavy půd nebo podle půdních typů, subtypů a variet Taxonomického klasifikačního systému půd ČR. [1]

Tab. 1 Vybrané hodnoty K – faktoru [1]

HPJ	K - faktor	HPJ	K - faktor
1	0.41	29	0.32
3	0.35	32	0.19
4	0.16	37	0.16
5	0.28	40	0.24
6	0.32	41	0.33
7	0.26	58	0.42
8	0.49	60	0.31
21	0.15	61	0.32
22	0.24	62	0.35
24	0.38	67	0.44

4.2.3. FAKTOR DÉLKY A SKLONU SVAHU (L, S)

Faktor délky a sklonu svahu je vyjádřen kombinací dvou faktorů, souhrnně se nazývá topografickým faktorem. L – faktor určuje délku nepřerušného svahu a S - faktor určuje sklonitost.

Faktor délky svahu (L) se vypočte pomocí rovnice 4.

$$L = \left(\frac{l}{22,13} \right)^m \quad /4/$$

kde: 22,13 je délka standartního pozemku (m)
l horizontální projekce délky svahu
m exponent sklonu svahu vyjadřující náhylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze podle metodiky [1].

Faktor sklonu svahu (S) se určí pomocí rovnic 5 a 6.

$$s = 10,8 \sin \theta + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9\% \quad /5/$$

$$s = 16,8 \sin \theta - 0,50 \quad \text{pro sklon} \geq 9\% \quad /6/$$

kde θ je úhel sklonu svahu (rad nebo m/m). [1]

4.2.4. FAKTOR OCHRANNÉHO VLIVU VEGETAČNÍHO POKRYVU (C)

Smyv půdy je přímo ovlivněn vegetačním pokryvem, který půdu chrání před destruktivní účinností kapek deště a zároveň zpomaluje rychlost povrchového odtoku. Ochranný vliv vegetace závisí na hustotě porostu v období přívalových dešťů, které se vyskytují v našich podmínkách v období dubna až září. Nejlepší ochranu zajišťují travní porosty a jeteloviny. Naopak klasickým způsobem pěstované širokořádkové plodiny jsou pro ochranu půdy nedostatečné.

Hodnota C – faktoru je poměrem smyvu na měřeném pozemku vůči smyvu standardního pozemku udržovaného jako úhor a po každém dešti kypřeném.

Pro určení dlouhodobé erozní ohroženosti pozemku se C – faktor vypočítá podle postupu střídání plodin na pozemcích, včetně doby mezi střídáním plodin. Pěstební fáze je rozdělena dle metodiky [1] do pěti období:

1. období podmínky a hrubé brázdy,
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo zasazení,

3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.,
4. období od konce třetího období do sklizně,
5. období strniště.

Hodnota C – faktoru v této práci byla přiřazena podle klimatického regionu z tabulky příručky [11]. Pro klimatický region 0 činí hodnota C = 0,291.

4.2.5. FAKTOR ÚČINNOSTI PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ (P)

Hodnota tohoto faktoru je závislá na sklonu svahu a ovlivňována protierozními opatřeními, která lze rozdělit na organizační, agrotechnická a technická.

Organizační opatření zahrnují úpravu tvaru a velikosti pozemku. Určuje jeho prostorové a funkční uspořádání, využití a protierozní rozmístování a pásové střídání plodin.

Agrotechnická opatření mají za cíl, aby půda byla co možná nejkratší dobu bez vegetačního pokryvu.

Technická opatření zahrnují budování průlehů, příkopů, hrázek, mezí, nádrží a také terasování.

4.2.6. PŘÍPUSTNÁ ZTRÁTA PŮDY VODNÍ EROZÍ

V případě že hodnota průměrné roční ztráty půdy vodní erozí překročí limity (Tabulka 2), dochází ke zrychlené vodní erozi a k dalším negativním vlivům s ní spojených.

Tab. 2 Přípustná průměrná roční ztráta půdy G podle hloubky půdy [12]

Hloubka půdy	Kód kombinace skeletovitosti a hloubky půdy (5. Číslice kódu BPEJ)	Přípustná průměrná roční ztráta půdy erozí [t · ha ⁻¹ · rok ⁻¹]
mělká (< 30 cm)	5, 6	doporučeno převést do TTP
Středně hluboká (30-60 cm) a hluboká (> 60 cm)	0, 1, 2, 3, 4, 7	4,0

4.3. DESQ – MAXQ

Model DesQ – MaxQ slouží k určení maximálních objemů, průtoků a časových průběhů povodňových vln, které jsou vyvolávány přívalovými dešti o kritické době trvání nebo dešti zvolené doby trvání a intenzity.

Model lze použít u povodí o velikosti do 10 km². [13]

5. APLIKACE TEORETICKÝCH POSTUPŮ

5.1. VÝPOČET EROZNÍHO SMYVU PŮDY

Plošná eroze je počítaná na erozně ohrožených celcích z databáze Systému evidence užívání půdy pro zemědělské dotace (LPIS). Pro výpočet erozního smyvu půdy se využívá rovnice USLE. Výpočet byl proveden v programu ArcGIS podle následujícího postupu.

5.1.1. URČENÍ LS – FAKTROU

Pro určení LS – faktoru byl použit program USLE 2D, který pracuje s daty ve formátu Idrisi (*.rst). K převodu dat z programu ArcGIS do formátu Idrisi a zpět slouží program LS Converter. Potřebná data pro výpočet jsou: DMT a mapa s erozně ohroženými celky.

Program USLE 2D počítá LS – faktor zvlášť pro každý rastrový element. Délka odtokové linie byla nahrazena zdrojovou plochou rastrového elementu.

Soubor s hodnotami LS – faktoru ve formátu Idrisi byl převeden programem LS Converter a následně převeden v programu ArcGIS do rastru. [11]

5.1.2. URČENÍ K – FAKTROU

V atributové tabulce vrstvy BPEJ byl vytvořen nový sloupec. Podle hlavní půdní jednotky (HPJ) se do nového sloupce zapíše hodnoty K – faktoru podle Tabulky 1. Hodnota HPJ je druhé a třetí číslo v kódu BPEJ.

5.1.3. URČENÍ C – FAKTROU

Ve vrstvě vegetačního pokryvu byl přidán do atributové tabulky sloupec pro určení hodnoty C – faktoru. Ten byl přiřazen podle klimatického regionu, který je určen hodnotou prvního místa kódu BPEJ podle dané metodiky [1]. Pozemkům využitým jiným způsobem než jako orná půda (travní porosty) byla přiřazena hodnota $C = 0,001$. Hodnota $C = 0,44$ pak byla přiřazena ovocným sadům a vinicím.

5.1.4. URČENÍ R – FAKTROU

Hodnota R – faktoru, která je $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$, byla určena podle dané metodiky [1].

4.1.5. URČENÍ P – FAKTROU

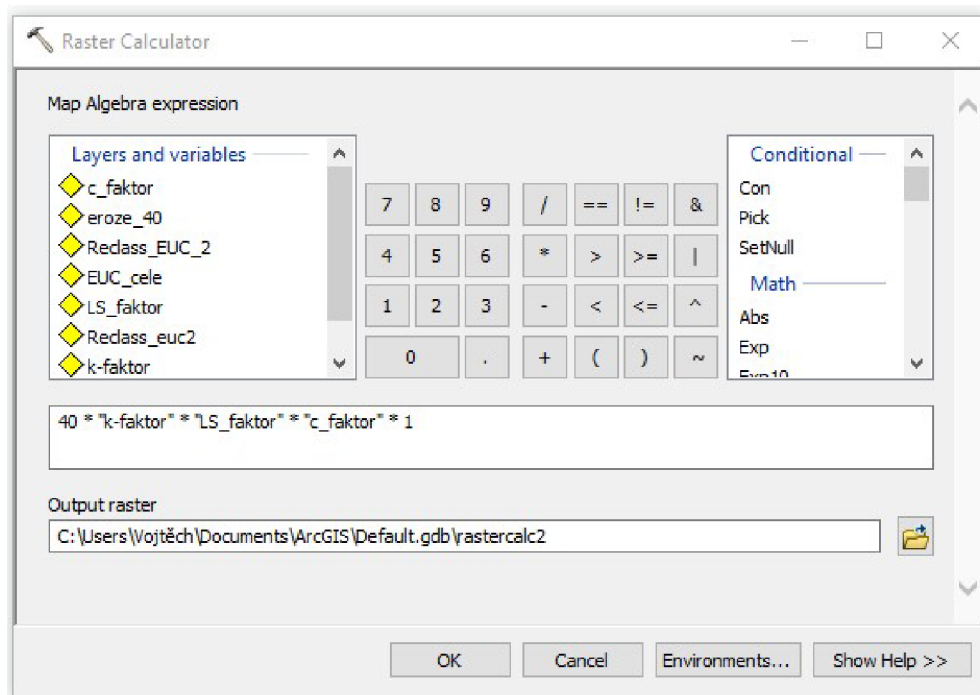
V řešeném území nejsou žádná protierozní opatření. Z toho důvodu je hodnota P – faktoru rovna jedné.

5.1.6. VÝPOČET USLE

Pro výpočet je nutné převést všechny vektorové vrstvy do rastru. Erozní smyv se vypočte podle rovnice 7 pomocí rastrového kalkulátoru (nástroj Raster Calculator), ve kterém se vynásobí mezi sebou vytvořené rastrové vrstvy jednotlivých faktorů s konstantami.

$$G = 40 \cdot \text{"k-faktor"} \cdot \text{"LS_faktor"} \cdot \text{"c_faktor"} \cdot 1 \quad /7/$$

Kde:	40	je konstanta R – faktoru
	k-faktor	je rastrová vrstva K – faktoru
	LS_faktor	je rastrová vrstva LS – faktoru
	c_faktor	je rastrová vrstva C – faktoru
	1	je konstanta P – faktoru [11]



Obr. 9 Zadání rovnice USLE do Raster Calculator

Ve výsledné vrstvě byla upravena klasifikace a barevné rozlišení (Obrázek 10).

5.2. ZTRÁTA PŮDY PLOŠNOU EROZÍ

Ztráta půdy plošnou erozí byla vypočtena pro erozně uzavřené celky. Následně byla použita funkce Zonal Statistics as Table v programu ArcGIS pro výpočet plošné eroze jednotlivých přispívajících ploch KB.

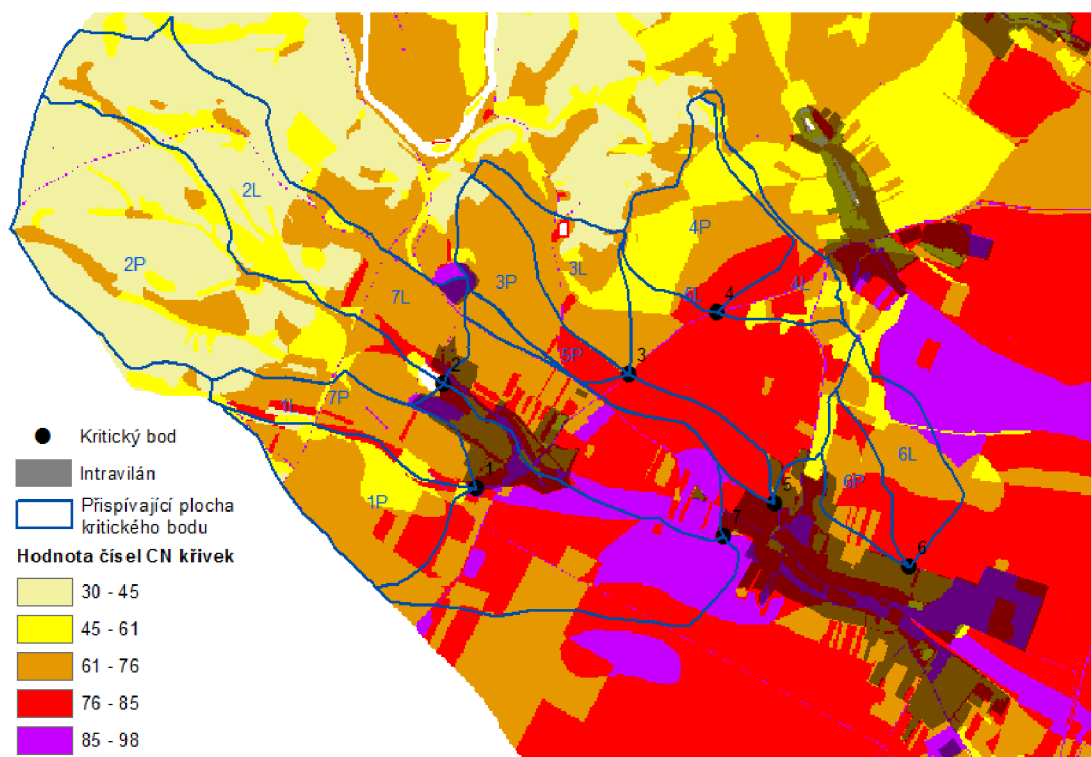
Tab. 3 Průměrná dlouhodobá ztráta půdy

Označení přispívající plochy KB	Průměrná dlouhodobá ztráta půdy – G [t · ha ⁻¹ · rok ⁻¹]
1	7.42
2	13.32
3	15.60
4	8.22
5	10.95
6	10.49
7	19.93

Přípustná dlouhodobá ztráta půd plošnou erozí je pro středně hluboké a hluboké půdy maximálně $G = 4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Tato hodnota byla překročena u všech subpovodí (Tabulka 3). Zavedením protierozních opatření v ploše povodí je možno docílit snížení přípustné ztráty půdy vodní erozí.

5.3. URČENÍ PRŮMĚRNÝCH ČÍSEL CN KŘIVKY

Výpočet průměrných hodnot čísel CN křivek byl proveden v programu ArcGIS funkcí Zonal Statistics as Table na základě mapy s čísly CN křivek.



Obr. 10 Mapa hodnot čísel CN křivek

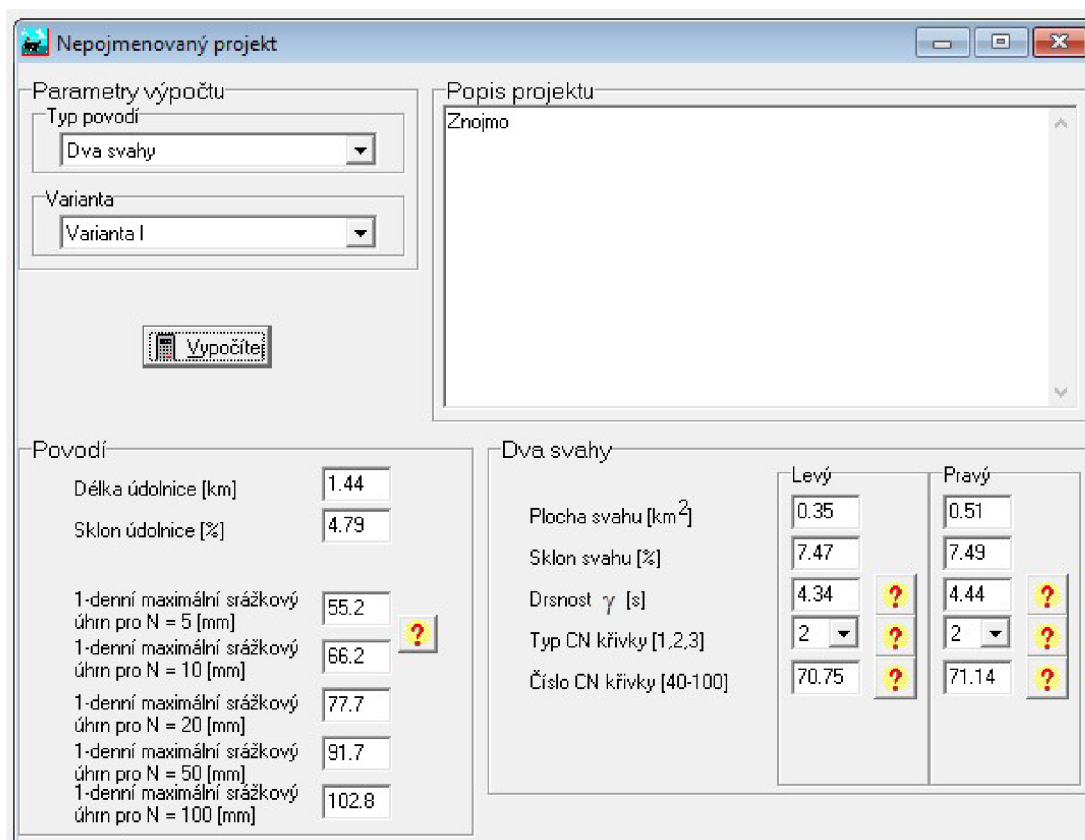
Tab. 4 Hodnota čísel CN křivek

	Označení	Hodnota čísla CN křivky
1	levá strana	70.8
	pravá strana	71.1
2	levá strana	52.5
	pravá strana	46.0
3	levá strana	66.9
	pravá strana	73.1
4	levá strana	63.0
	pravá strana	65.3
5	levá strana	72.8
	pravá strana	79.6
6	levá strana	74.9
	pravá strana	76.5
7	levá strana	63,4
	pravá strana	62,8

5.4. VÝPOČET V PROGRAMU DESQ - MAXQ

Vstupními parametry výpočtu byly zvoleny za typ povodí dva svahy a varianta výpočtu I. Charakteristiky povodí byly zvoleny na základě výpočtů z programu ArcGIS. Srážkový úhrn byl zvolen z nejbližší meteorologické stanice – Znojmo.

Výsledné tabulky a grafy výpočtu jsou popsány v kapitole 6.



Obr. 11 Prostředí programu DesQ – MaxQ

5.5. IDENTIFIKACE KB

KB je místo, kde DSO vniká do zastavěného území. Z pohledu rozsahu přívalových srážek a především lokálních následků vzniklých povodní se uvažuje s body, jejichž přispívající plocha je menší než 10 km^2 . [14]

Podkladem pro určení KB je rastrová mapa akumulace odtoku. Vytvořená rastrová mapa byla překlasifikována na základě velikosti buněk při vytváření DMT (10×10) a minimální přispívající plochy $0,5 \text{ ha}$.

Kritický profil je místo, kde povrchový odtok ohrožuje silniční komunikaci. Postup pro jejich určení je stejný jako pro KB.

V zájmovém území bylo tímto postupem určeno 5 kritických bodů a 2 kritické profily (Obrázek 12) a následně určena jejich přispívající plocha.



Obr. 12 Mapa KB

6. POPIS KRITICKÝCH BODŮ A JEJICH PŘÍSPÍVAJÍCÍCH PLOCH

6.1. KRITICKÝ BOD 1

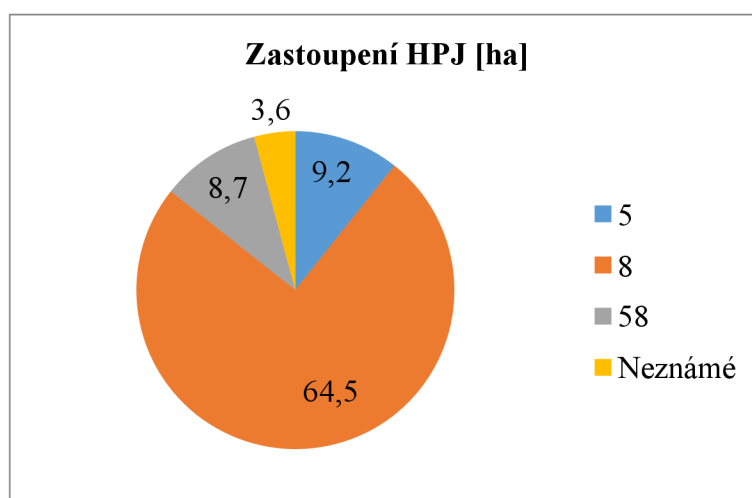
KB 1 se nachází v nejzápadnější části řešeného území. Jeho přispívající plocha zasahuje částečně do Rakouska, pro jehož území chybí data a přesnost výsledků je tímto zkreslena. Přesto přispívající plocha tohoto bodu činí 86 ha (její část v České republice) a většina je zemědělsky využívána. Malé zastoupení zde mají travní a lesní porosty.

Maximální průtok je $6,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 6). Průběh časové řady je znázorněn grafem v Obrázku 15.

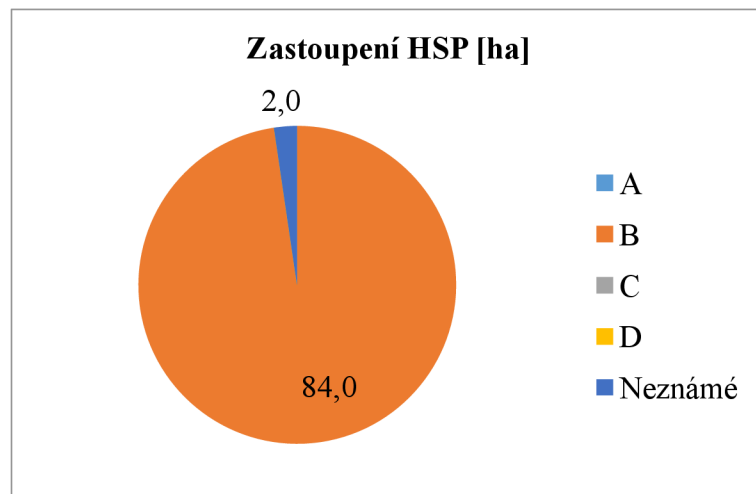
Průměrná dlouhodobá ztráta půdy $G = 7,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

Tab. 5 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 1

Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	31.3
Orná půda	3.2
Vinice	42.8
Jiná travní kultura	0.0
Ovocný sad	0.1
Travní porost	2.1
Úhor	5.3
Tráva na orné	1.0



Obr. 13 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 1



Obr. 14 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 1

Dráha soustředěného odtoku vniká do intravilánu obce Hnanice v místě, kde je vytvořeno a udržováno koryto vodního toku (Obrázek 17).



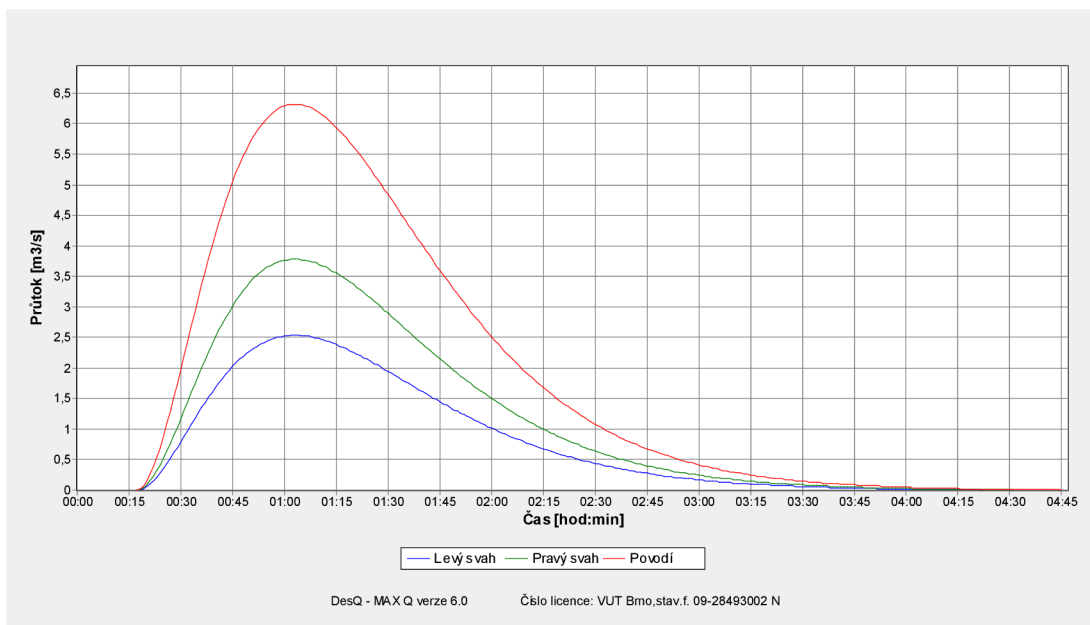
Obr. 15 Mapa KB 1

Tab. 6 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 1

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0.86			[km ²]
F _s	plocha svahu		0.35	0.51	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		6.6	11.7	[%]
g	drsnostní charakteristika		4.34	4.44	[sec]
L _u	délka údolnice	1.44			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4.79			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		70.8	71.1	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 7 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 1

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		70.8	71.1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		105	103	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.24	0.35	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.28	0.38	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		63	63	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1.236	1.236	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		77.9	77.9	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		17	17	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		46	46	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.435	0.445	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		20	20.5	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	63			[min]
i _d	intenzita deště	1.236			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	77.9			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	17	17	17	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		46	46	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.435	0.445	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		20	20.5	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		46	46	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.431	0.444	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		20	20.5	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.435	0.445	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	6.34	2.54	3.78	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	17.4	7	10.4	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	46	46	46	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	101	97	101	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	147	143	147	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	31.1	12.5	18.6	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	46	46	46	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	225	216	225	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	271	262	271	[min]



Obr. 16 KB 1 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 17 KB 1 – ústí DSO do intravilánu

6.2. KRITICKÝ BOD 2

KB 2 se nachází v severozápadní části řešeného území a většinu jeho plochy zaujímá NP Podyjí. To se projevuje ve vegetačním pokryvu, který je z velké části tvořen lesními porosty. Stejně jako u KB 1, i zde přispívající plocha zasahuje do Rakouska. Z důvodu chybějících dat pro území Rakouska jsou však výsledky zkreslené. Tato plocha tvoří zhruba jednu polovinu celkové přispívající plochy. Přispívající plocha v České republice činí 270 ha. Vegetační pokryv v rakouské části podle satelitních map tvoří lesní porosty a pramení zde vodní tok Daniž.

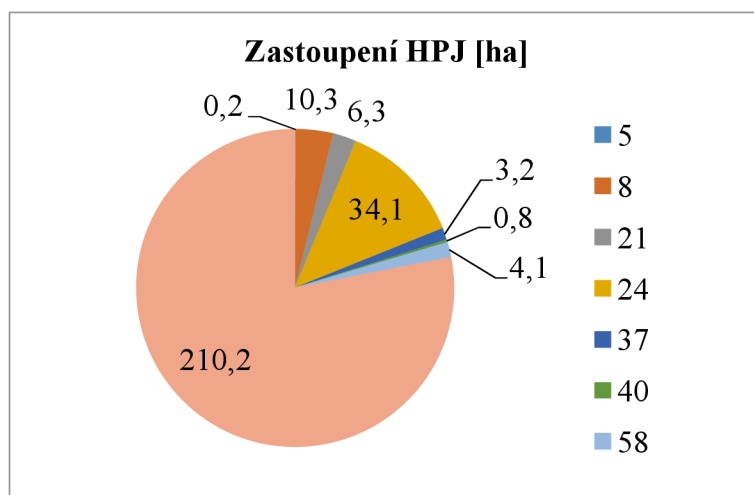
Dráha soustředěného odtoku ústí do rybníka nad obcí Hnanice, který má rozlohu 1,4 ha a hloubku od 1 m u přítoku do 3 m u hráze. V roce 1990 prošla jeho hráz celkovou rekonstrukcí a současně byl rybník odbahněn. Rybník zde plní významnou vodohospodářskou úlohu při ochraně před povodněmi. [15]

Pro tento KB je hodnota maximálního průtoku $0,916 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 10). Průběh časové řady je znázorněn grafem v Obrázku 21.

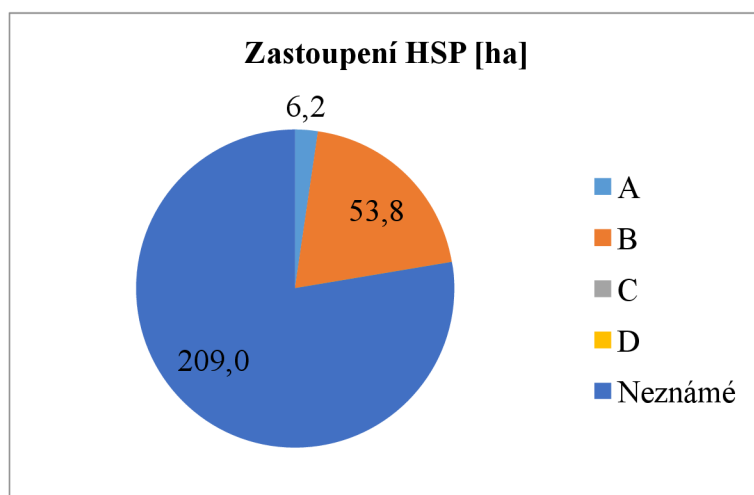
Průměrná dlouhodobá ztráta půdy je rovna $G = 13,32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

Tab. 8 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 2

Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	234.7
Orná půda	1.2
Vínice	26.4
Jiná travní kultura	0.0
Ovocný sad	0.0
Travní porost	7.2
Úhor	0.0
Tráva na orné	0.0

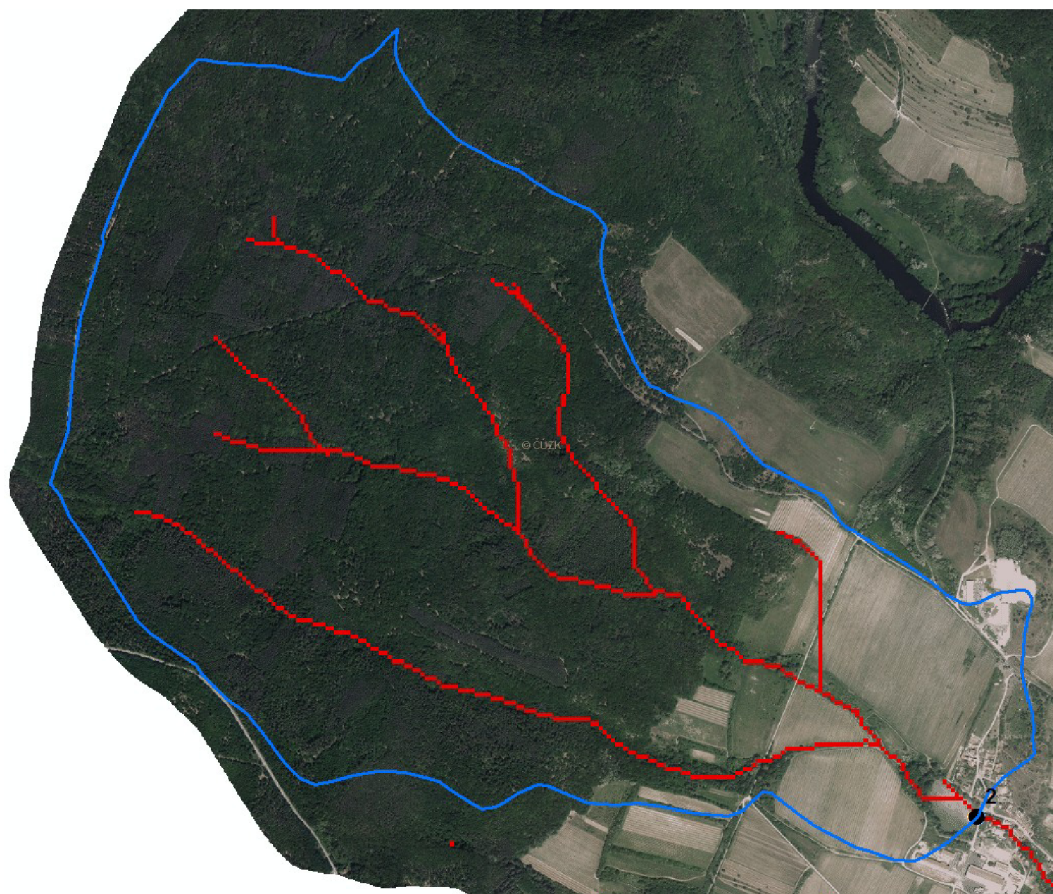


Obr. 18 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 2



Obr. 19 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 2

Koryto vodního toku Daníž je před ústím do rybníční nádrže překlenuté mostem zpevněné polní cesty. Koryto je v těchto místech neudržované a jeho kapacita je proto značně zmenšena (Obrázek 22).



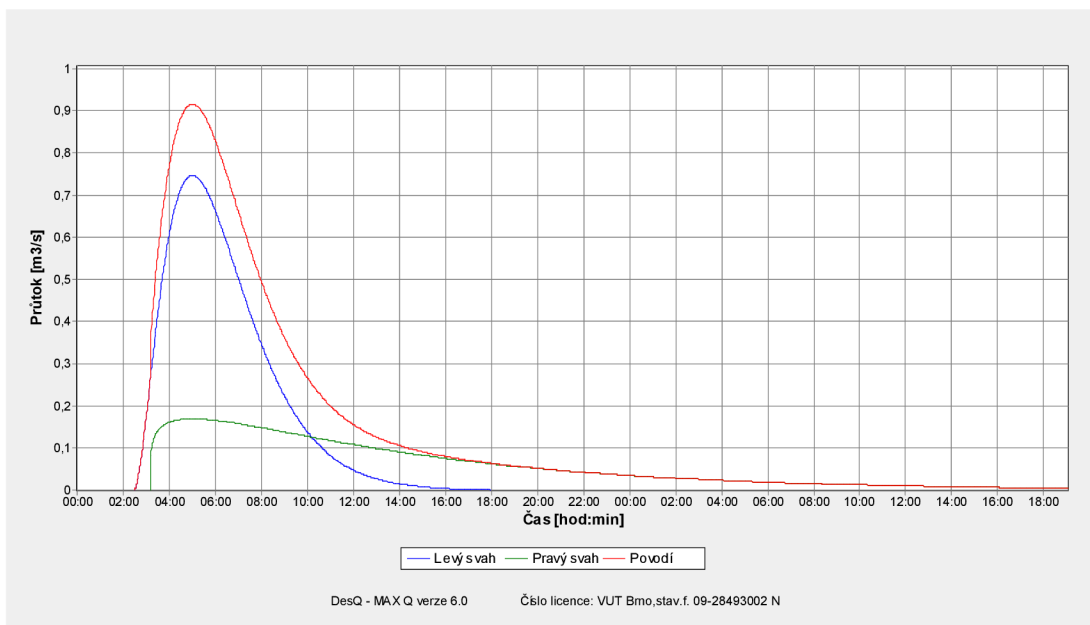
Obr. 20 Mapa KB 2

Tab. 9 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 2

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	2.7			[km ²]
F _s	plocha svahu		1.14	1.56	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		8.2	11.3	[%]
g	drsnotní charakteristika		5.54	5.31	[sec]
L _u	délka údolnice	2.77			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4.55			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		52.5	46	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 10 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 2

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		52.5	46	[...]
R _p	potenciální retence povodí		229.5	298.3	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.41	0.56	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.46	0.6	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		383	929	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0.248	0.108	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		94.9	100.1	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		185	553	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		198	376	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.043	0.013	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		8.6	4.8	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	300			[min]
i _d	intenzita deště	0.312			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	93.5			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	147	147	191	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		153	109	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.053	0.032	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		8.2	3.4	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		178	240	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.054	0.031	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		8.2	3.4	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.039	0.007	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.916	0.746	0.17	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	14.7	9.3	5.37	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	153	153	109	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	1283	417	1283	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	1436	570	1392	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	21.4	12.9	8.5	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	153	153	109	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	2286	652	2286	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	2439	805	2395	[min]



Obr. 21 KB 2 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 22 KB 2 – most zpevněné polní nad rybníční nádrží



Obr. 23 KB 2 – Hnanický rybník

6.3. KRITICKÝ PROFIL 3

Dráha soustředěného odtoku ústí na silniční komunikaci. Jedná se o silniční komunikaci III. třídy spojující obce Havraníky, Hnanice, která následně vede směrem k hraničnímu přechodu Hnanice/Mittelretzbach. Toto místo bylo označeno jako kritický profil 3. Při nedostatečně kapacitním propustku může povrchový odtok zaplavit komunikaci a způsobit dopravní problémy.

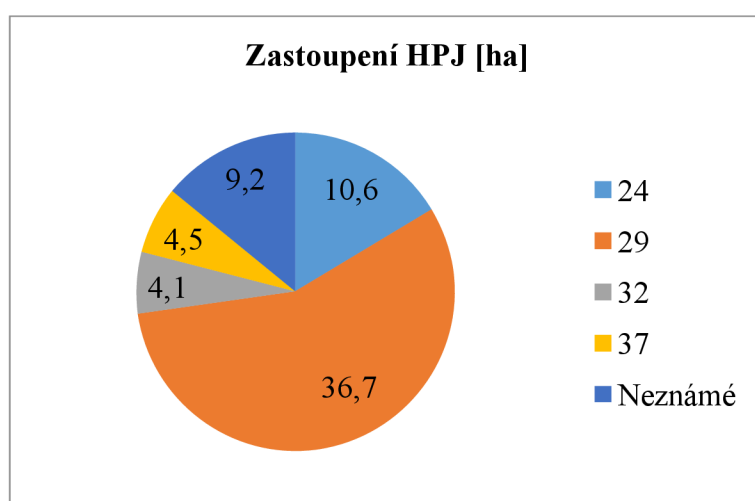
Příspěvkající plocha tohoto profilu je 65 ha. Půda zde je především zemědělsky využívaná a zastoupení lesních nebo travních porostů je menší.

Pro tento kritický profil činí hodnota maximálního průtoku $3,82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 13). Průběh časové řady je znázorněn grafem v Obrázku 27.

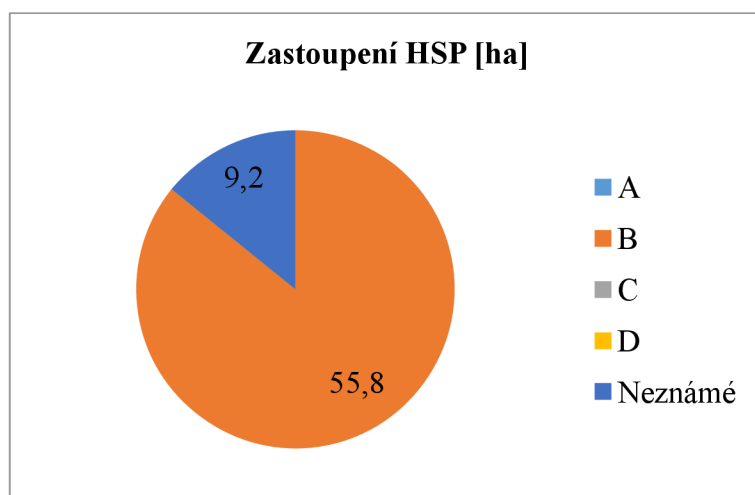
Průměrná dlouhodobá ztráta půdy je rovna $G = 15,60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

Tab. 11 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše kritického profilu 3

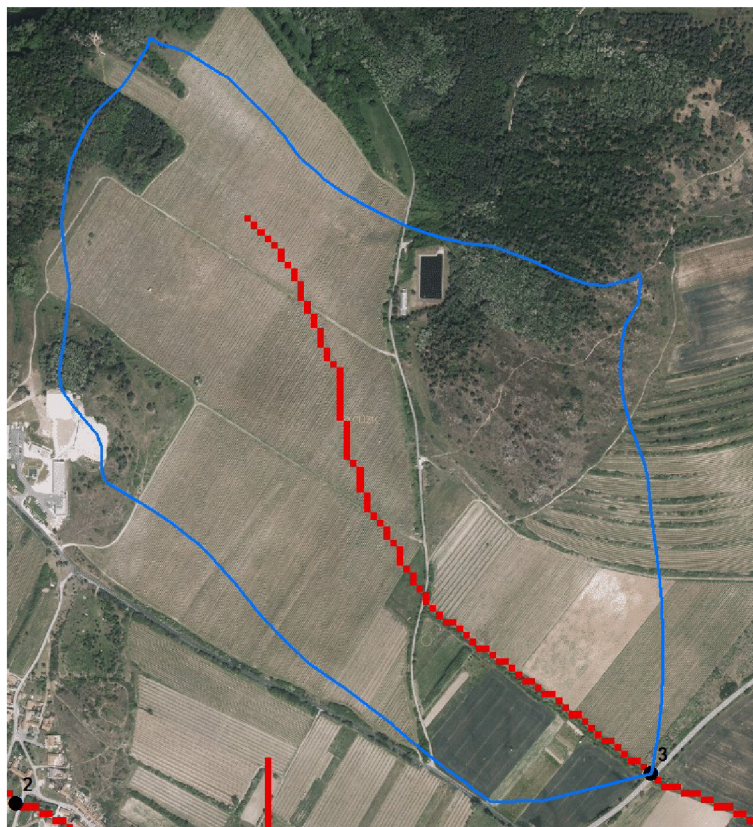
Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	21.5
Orná půda	3.6
Vinice	39.0
Jiná travní kultura	0.0
Ovocný sad	0.0
Travní porost	0.7
Úhor	0.3
Tráva na orné	0.0



Obr. 24 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše kritického profilu 3



Obr. 25 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše kritického profilu 3



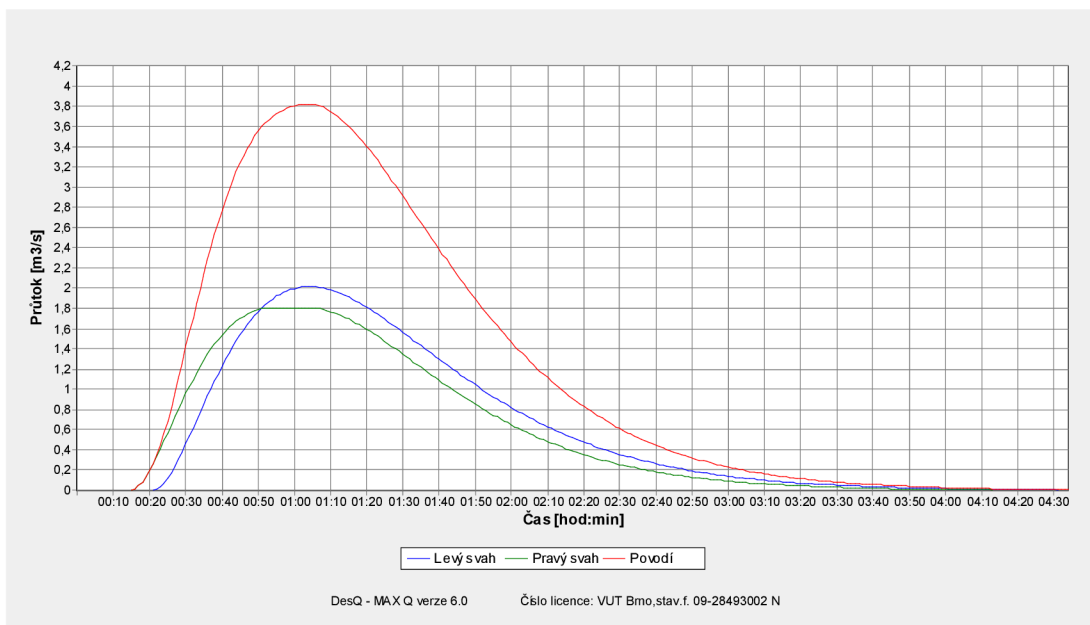
Obr. 26 Mapa kritického profilu 3

Tab. 12 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 3

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0.56			[km ²]
F _s	plocha svahu		0.33	0.23	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		9.3	5	[%]
g	drsnostní charakteristika		4.37	4.75	[sec]
L _u	délka údolnice	1.36			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	1.73			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		66.9	73.1	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 13 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 3

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		66.9	73.1	[...]
R _p	potenciální retence povodí		125.4	93.6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.24	0.17	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.25	0.18	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		64	48	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1.221	1.538	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		78.1	73.8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		21	12	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		43	36	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.367	0.567	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		15.8	20.4	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	64			[min]
i _d	intenzita deště	1.221			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	78.1			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	15	21	15	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		43	49	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.367	0.471	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		15.8	23.1	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		43	39	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.366	0.474	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		15.8	23.1	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.367	0.471	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	3.82	2.02	1.81	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	10.5	5.2	5.31	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	43	43	39	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	88	88	79	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	10	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	131	131	128	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	19	9.81	9.15	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	43	43	39	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	211	211	192	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	10	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	254	254	241	[min]



Obr. 27 Kritický profil 3 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 28 Kritický profil profil 3 – pohled na připínající plochu a propustek pod silniční komunikací [16]

6.4. KRITICKÝ PROFIL 4

Dráha soustředěného odtoku tohoto kritického profilu ústí na silniční komunikaci stejně jako v předchozím případě.

Toto místo bylo označeno jako kritický profil 4. Při nedostatečně kapacitním propustku může povrchový odtok zaplavit komunikaci a způsobit dopravní problémy.

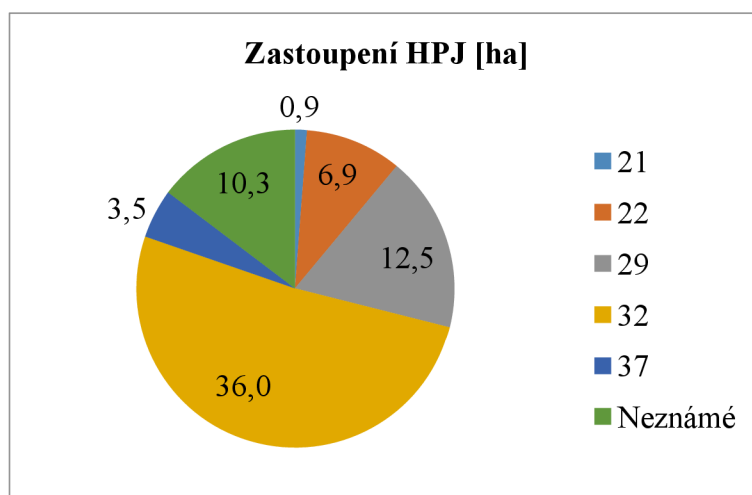
Přispívající plocha kritického profilu 4 je 70 ha. Půda je zde především zemědělsky využívaná a zastoupení lesních nebo travních porostů je menší.

Pro tento kritický profil činí hodnota maximálního průtoku $2,77 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 16). Průběh časové řady je znázorněn grafem v obrázku 32.

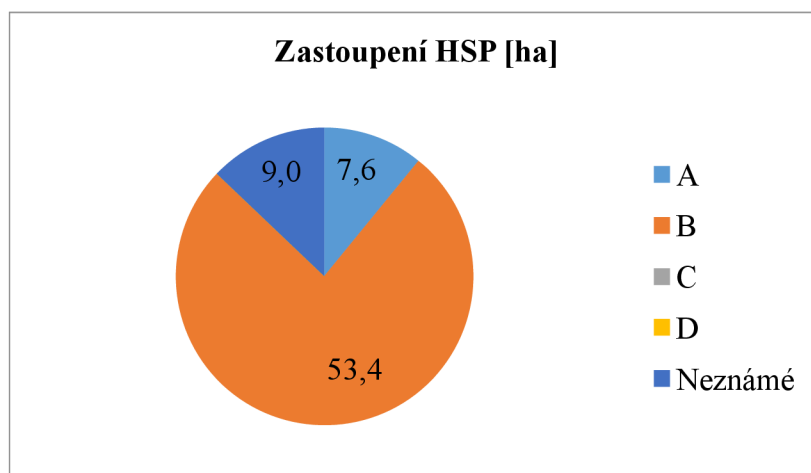
Průměrná dlouhodobá ztráta půdy je pak $G = 8,22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

Tab. 14 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše kritického profilu 4

Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	19.3
Orná půda	27.4
Vinice	9.5
Jiná travní kultura	1.1
Ovocný sad	0.0
Travní porost	8.9
Úhor	3.7
Tráva na orné	0.0



Obr. 29 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše kritického profilu 3



Obr. 30 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše kritického profilu 3



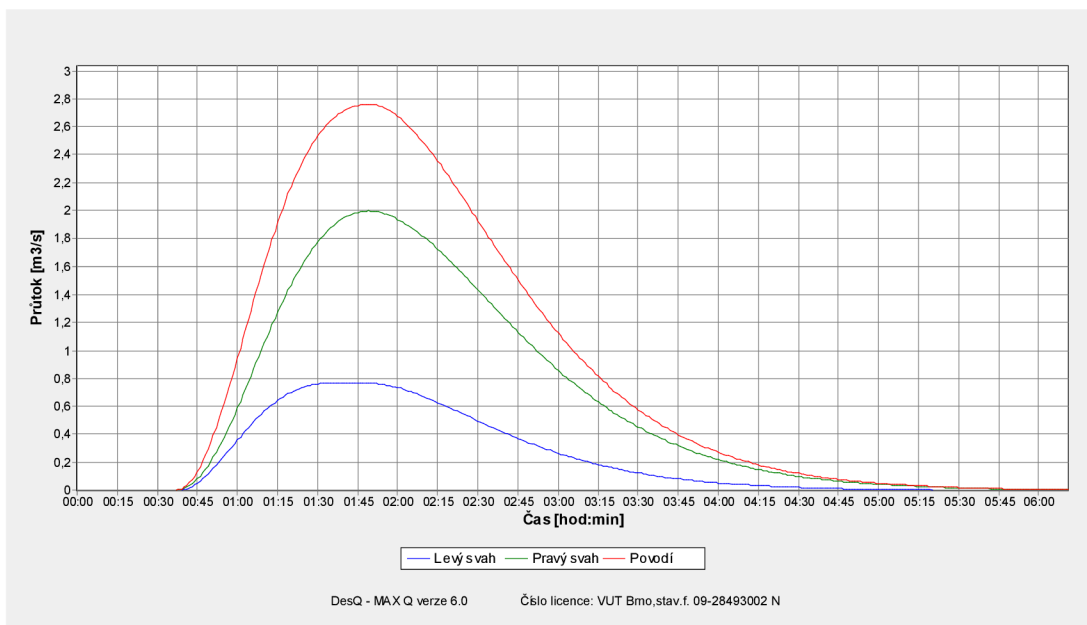
Obr. 31 Mapa kritického profilu 4

Tab. 15 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku
kritického profilu 4

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0.7			[km ²]
F _s	plocha svahu		0.21	0.49	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		5.3	6.7	[%]
g	drsnotní charakteristika		5.29	5.08	[sec]
L _u	délka údolnice	1.5			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	3.79			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		63	65.3	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 16 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 4

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		63	65.3	[...]
R _p	potenciální retence povodí		149.2	135.1	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.14	0.33	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.16	0.36	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		83	109	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0.991	0.796	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		82.2	86.8	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		30	34	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		53	75	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.257	0.244	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		13.6	18.3	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	109			[min]
i _d	intenzita deště	0.796			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	86.8			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	34	37	34	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		72	75	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.218	0.244	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		15.7	18.3	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		57	75	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.218	0.243	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		15.7	18.3	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.218	0.244	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	2.77	0.765	2	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	12.3	3.3	8.98	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	75	57	75	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	154	104	154	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	15	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	229	176	229	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	18.4	5.03	13.3	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	75	57	75	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	263	205	263	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	15	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	338	277	338	[min]



Obr. 32 Kritický profil 4 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 33 Kritický profil 4 [16]

6.5. KRITICKÝ BOD 5

Přispívající plocha KB 5 je 223 ha a její součástí jsou také KB 3 a 4. Vegetační pokryv tvoří z největší části orná půda a vinice, menší zastoupení pak mají zatravněné nebo zalesněné plochy.

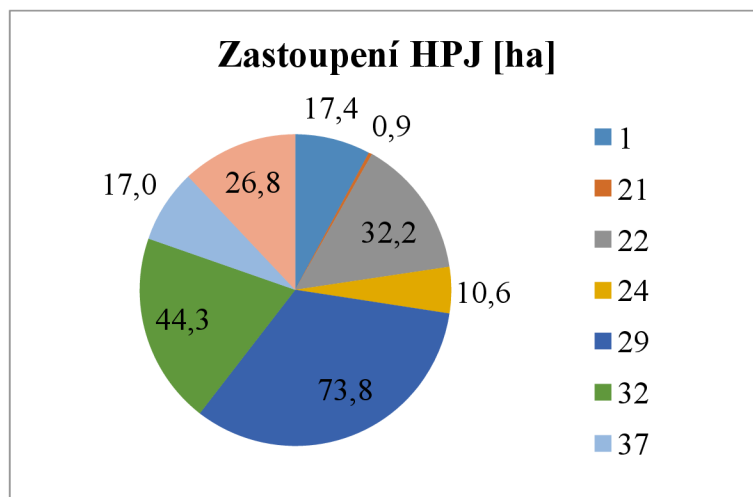
Dráha soustředěného odtoku ústí do intravilánu obce Šatov. Několik set metrů před intravilánem je dráha soustředěného odtoku vedena v upraveném, avšak neudržován korytě. Pravý svah koryta převyšuje okolní terén a část povrchového odtoku tak ústí na silniční komunikaci (Obrázek 39).

Pro tento kritický bod je hodnota maximálního průtoku $9,09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 19). Průběh časové řady je znázorněn grafem v Obrázku 37.

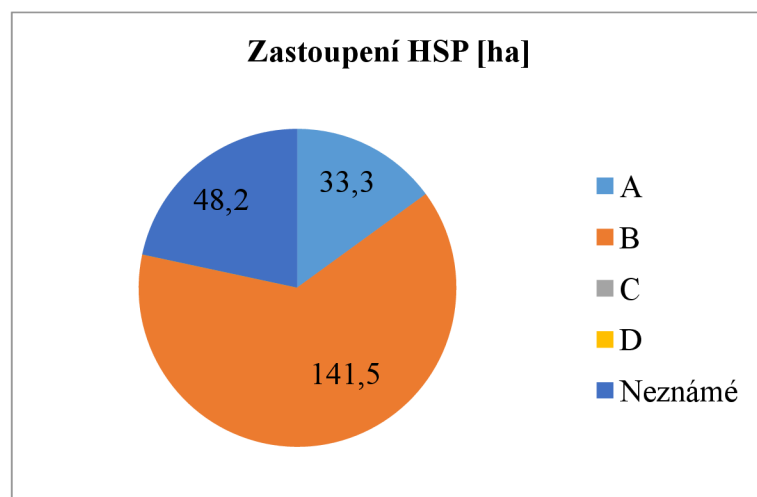
Průměrná dlouhodobá ztráta půdy je $G = 10,95 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

Tab. 17 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 5

Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	57.3
Orná půda	90.0
Vínice	58.3
Jiná travní kultura	2.7
Ovocný sad	0.0
Travní porost	10.0
Úhor	5.3
Tráva na orné	0.0



Obr. 34 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 5



Obr. 35 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 5



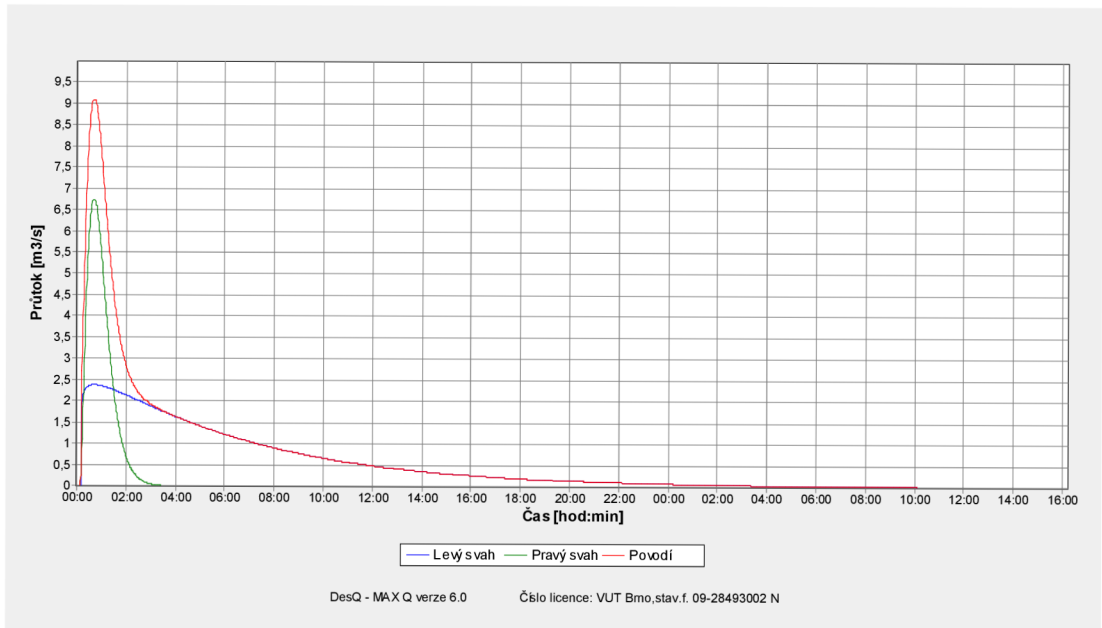
Obr. 36 Mapa KB 5

Tab. 18 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 5

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	2.18			[km ²]
F _s	plocha svahu		1.69	0.49	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		3	6.2	[%]
g	drsnotní charakteristika		4.99	4.98	[sec]
L _u	délka údolnice	2.45			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	1.79			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		72.8	79.6	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 19 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 5

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		72.8	79.6	[...]
R _p	potenciální retence povodí		94.9	65.2	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.69	0.2	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.77	0.21	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		176	38	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0.514	1.831	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		90.5	69.6	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		37	7	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		139	31	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.221	0.847	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		30.7	26.3	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	42			[min]
i _d	intenzita deště	1.712			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	71.9			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	8	11	8	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		31	34	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.611	0.822	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		19	27.9	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		83	31	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.618	0.83	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		19	27.9	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.084	0.822	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	9.09	2.38	6.71	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	45.7	32	13.7	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	31	31	31	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	985	985	72	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	3	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	1016	1016	106	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	91.9	66.4	25.5	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	31	31	31	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	2373	2373	183	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	3	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	2404	2404	217	[min]



Obr. 37 KB 5 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 38 KB 5 – ústí DSO do intravilánu



Obr. 39 KB 5 – intravilán

6.6. KRITICKÝ BOD 6

Přispívající plocha KB 6 činí 51 ha a většinu jeho území tvoří orná půda. Travní porosty zde mají nízké zastoupení.

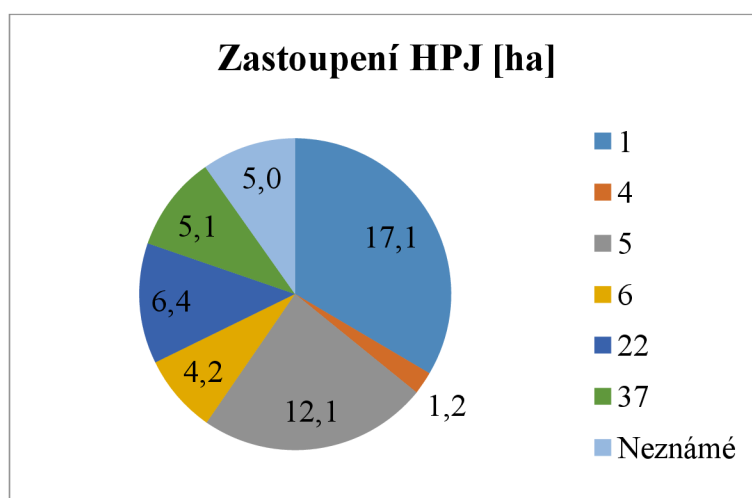
Dráha soustředěného odtoku je před intravilánem obce Šatov přerušena zpevněnou polní cestou a povrchový odtok je zde sveden do potrubí. Další opatření se pak nachází přímo v intravilánu obce a to jako příčné odvodnění komunikace betonovým žlabem s ocelovým roštem.

Pro tento kritický bod je hodnota maximálního průtoku $4,27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 22). Průběh časové řady je znázorněn grafem v Obrázku 43.

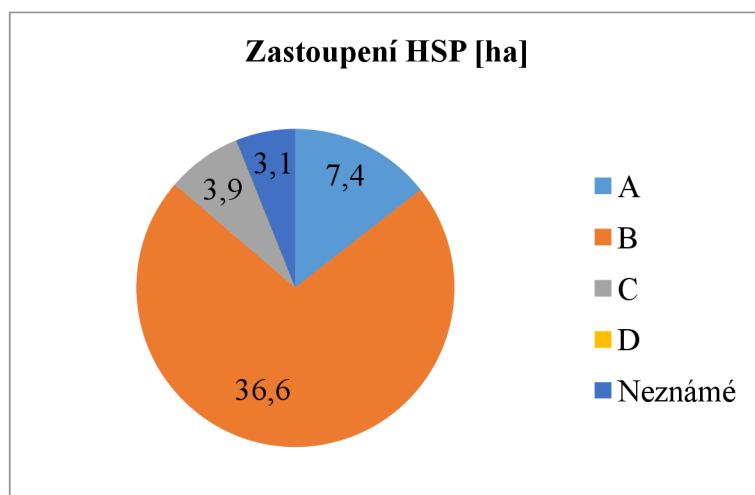
Průměrná dlouhodobá ztráta půdy je pak $G = 10,49 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

Tab. 20 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 6

Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	16,9
Orná půda	29,0
Vinice	0,4
Jiná travní kultura	0,0
Ovocný sad	0,1
Travní porost	2,1
Úhor	2,3
Tráva na orné	0,0



Obr. 40 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 6



Obr. 41 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 6



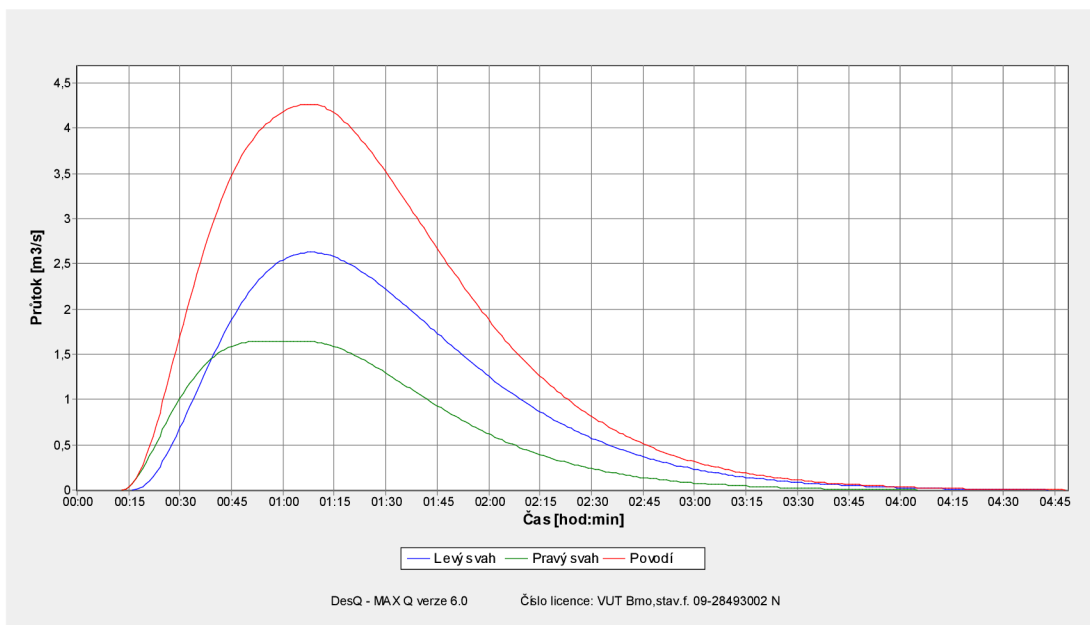
Obr. 42 Mapa KB 6

Tab. 21 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 6

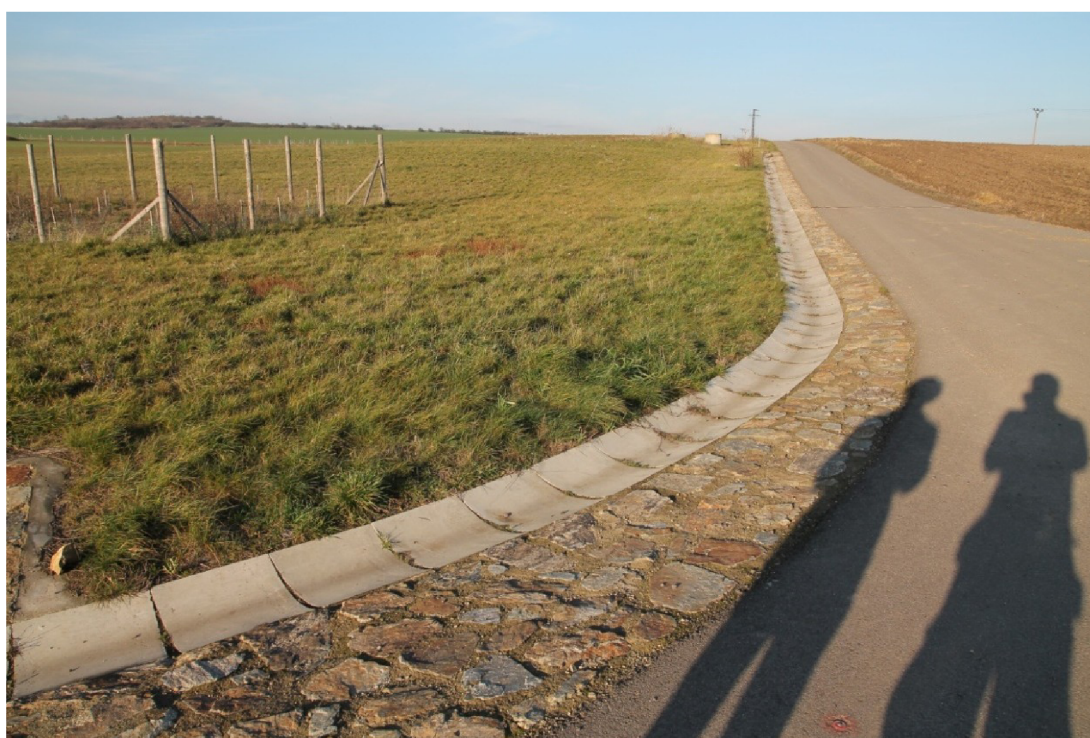
VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0.51			[km ²]
F _s	plocha svahu		0.32	0.19	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		6.2	5.9	[%]
g	drsnostní charakteristika		5.27	4.56	[sec]
L _u	délka údolnice	1.04			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	3.32			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		74.9	76.5	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 22 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 6

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		74.9	76.5	[...]
R _p	potenciální retence povodí		85.3	78.2	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.31	0.18	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.34	0.2	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		68	41	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1.163	1.746	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		79.1	71.6	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		15	9	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		53	32	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.493	0.729	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		26.1	23.3	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	68			[min]
i _d	intenzita deště	1.163			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	79.1			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	13	15	13	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		53	55	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.493	0.517	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		26.1	28.4	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		53	38	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.493	0.505	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		26.1	28.4	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.493	0.517	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	4.27	2.63	1.64	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	13.8	8.36	5.4	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	53	53	38	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	112	112	76	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	17	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	165	165	131	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	22.5	13.8	8.73	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	53	53	38	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	222	222	182	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	17	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	275	275	237	[min]



Obr. 43 KB 6 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 44 KB 6 – levá strana sběrné plochy



Obr. 45 KB 6 – pravá strana sběrné plochy

6.7. KRITICKÝ BOD 7

KB 7 se nachází ve střední části řešeného území. Jeho přispívající plocha sahá až k severozápadní hranici území a zahrnuje také přispívající plochy KB 1 a 2. Přispívající plocha KB 7, podobně jako u KB 1 a 2, zasahuje také částečně do Rakouska, pro jehož území, jak už bylo řečeno, chybí data a přesnost výsledků je tímto zkreslena. Přestože chybí data, přispívající plocha KB má 533,3 ha (její část v České republice) a zhruba polovina je zemědělsky využívána. Zbývající část sahá do NP Podyjí, proto zde mají hlavní zastoupení lesní porosty. V přispívající ploše leží také obec Hnanice.

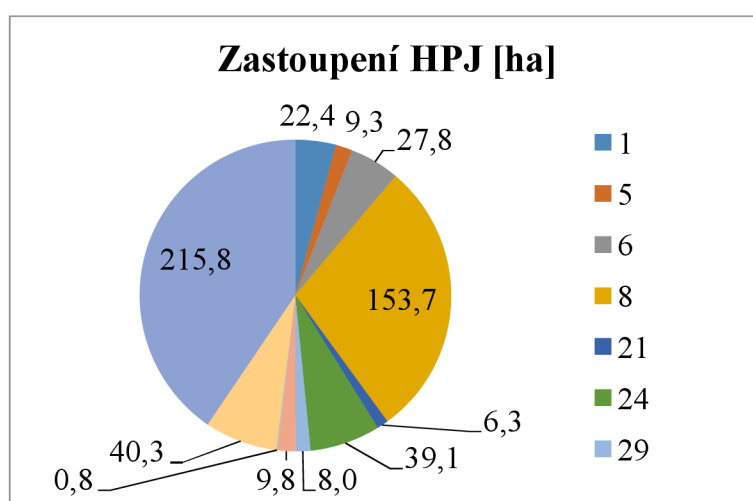
Pro tento kritický bod je hodnota maximálního průtoku $11,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Tabulka 25). Průběh časové řady je znázorněn grafem v Obrázku 49.

Průměrná dlouhodobá ztráta půdy činí $G = 19,93 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Tabulka 3).

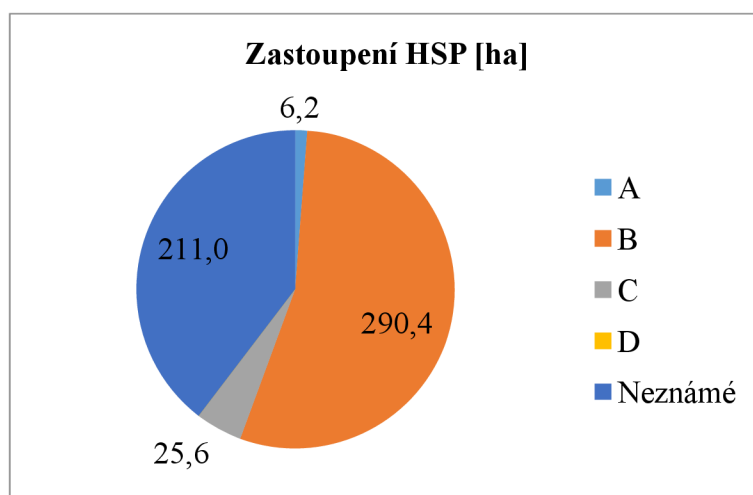
Dráha soustředěného odtoku vniká do intravilánu obce Šatov v korytě vodního toku Daníž. Koryto je udržované pouze částečně. Níže po proudu vniká tok do souvislé zástavby a překlenuje ho několik silničních mostů.

Tab. 23 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 7

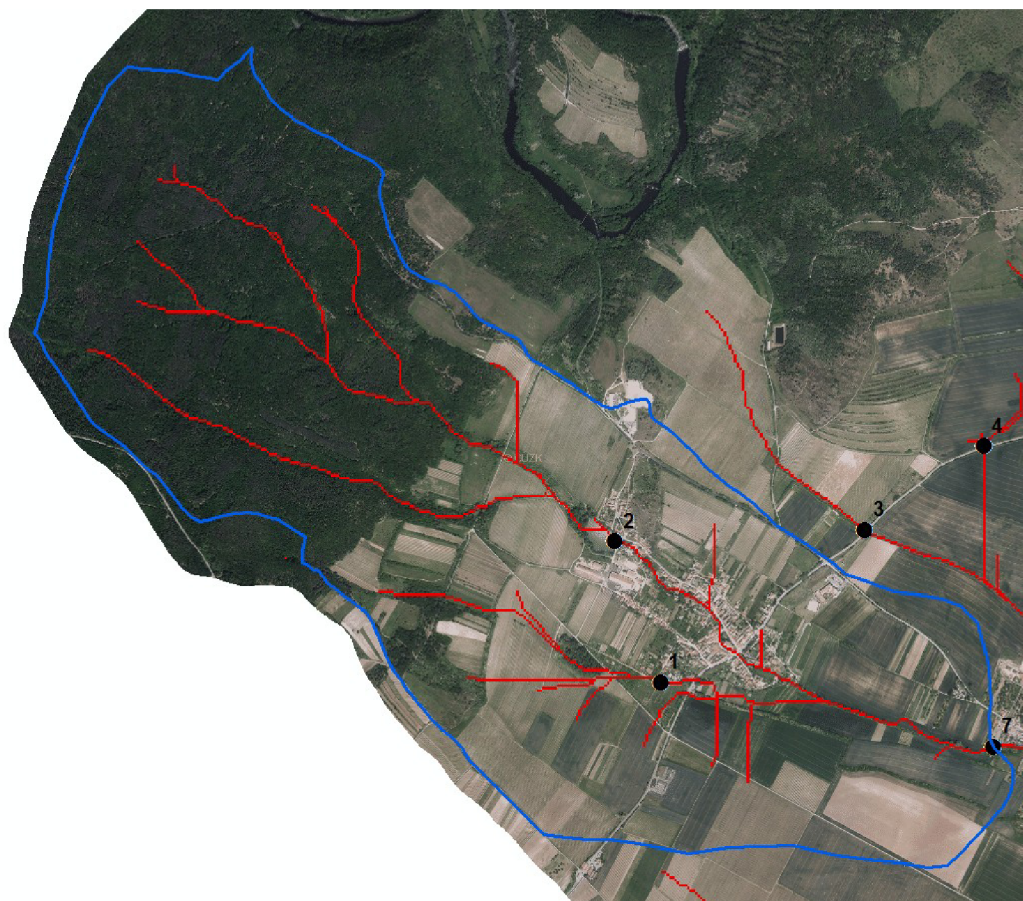
Druh pozemku	Plocha [ha]
Zemědělsky nevyužívaná půda	322.7
Orná půda	80.6
Vinice	99.4
Jiná travní kultura	0.0
Ovocný sad	0.1
Travní porost	9.3
Úhor	19.9
Tráva na orné	1.3



Obr. 46 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 7



Obr. 47 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 7



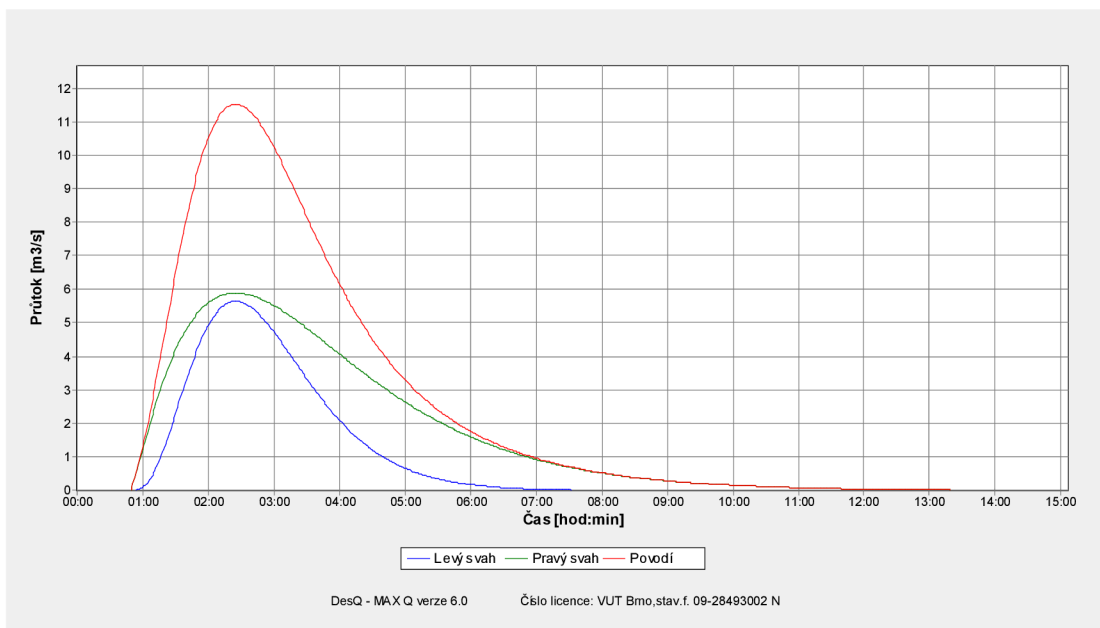
Obr. 48 Mapa KB 7

Tab. 24 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 7

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	5.33			[km ²]
F _s	plocha svahu		1.88	3.45	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		7	8.3	[%]
g	drsnostní charakteristika		5.26	5.19	[sec]
L _u	délka údolnice	4.57			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	3.09			[%]
CN	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN		číslo odtokové křivky	63.4	62.8	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	55.2			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	66.2			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	77.7			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	91.7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	102.8			[mm]

Tab. 25 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 7

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		63.4	62.8	[...]
R _p	potenciální retence povodí		146.7	150.2	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.41	0.75	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.44	0.8	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		145	228	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0.617	0.403	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		89.4	91.9	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		48	75	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		97	153	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.18	0.118	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		17.5	18	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	145			[min]
i _d	intenzita deště	0.617			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	89.4			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	48	48	49	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		97	96	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.18	0.175	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		17.5	16.8	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		97	126	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.18	0.174	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		17.5	16.8	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.18	0.102	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	11.5	5.64	5.89	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	90.8	32.8	58	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	97	97	96	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	464	221	464	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	561	318	560	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	128	46.1	81.9	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	97	97	96	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	763	353	763	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	860	450	859	[min]



Obr. 49 KB 7 - průběh časové řady pro $N = 100$ let



Obr. 50 KB 7 – intravilán



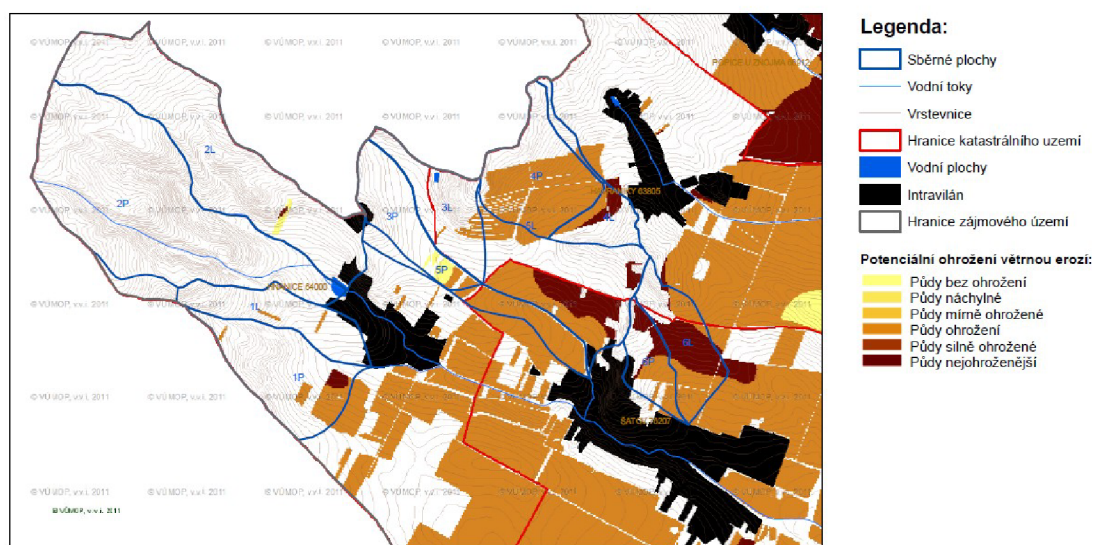
Obr. 51 KB 7 – silniční most v Šatově

7. OHROŽENOST POZEMKŮ VĚTRNOU EROZÍ

Z Obrázku 52 je patné, že většina zemědělsky obdělávané půdy v řešeném území je ohrožená větrnou erozí, především z důvodu velkých ploch pozemků bez rozdělení krajinnou zelení.

Ochrannou proti větrné erozi jsou větrolamy, jejichž cílené vysazování začalo v České republice po druhé světové válce. V první fázi byly vysazeny rychle rostoucí dřeviny a postupně je měly nahradit dřeviny kosterní. Větrolamy však dnes neplní svou funkci dle zamýšleného plánu. Největším problémem je údržba, jež postupem času připadla Správě lesů ČR, která jim bohužel nevěnuje velkou pozornost. Dalším z problémů jsou majetkoprávní vztahy, jelikož nedošlo k dohodě se soukromými vlastníky některých území.

Vhodným nástrojem pro obnovu těchto a jiných opatření jsou komplexní pozemkové úpravy. [17]



Obr. 52 Mapa ohroženosti větrnou erozí [18]

8. POROVNÁNÍ IDENTIFIKOVANÝCH KB S METODIKOU VÚV T. G. M., V. V. I.

VÚV T. G. M., v. v. i. vydalo v roce 2009 Metodiku mapování povodňového rizika [14]. Postup podle této metodiky je stejný jako postup popsáný v této práci, ale navíc jsou přidány upřesňující kritéria pro vybrání KB. Ty vychází z analýzy vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území ČR.

Kritéria pro výběr KB:

K 1. Velikost přispívající plochy	0,3 – 10,0 km ²
K 2. Průměrný sklon přispívající plochy	≥ 3,5 %
K 3. Podíl plochy orné půdy v povodí	≥ 40 %
K 4. Ukazatel kritických podmínek	≥ 1,85 %

Ukazatel kritických podmínek vyjadřuje vztah mezi velikostí přispívající plochy, sklonitostí území, podíl orné půdy, hodnoty CNII a srážkového úhrnu podle rovnice 8.

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (a_1 \cdot I_p + a_2 \cdot ORP + a_3 \cdot CNII) \quad /8/$$

Kde: F ukazatel kritických podmínek [-],
a vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171],
P_{p,r} relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max.10 km²) [-],
I_p hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%],
ORP podíl plochy orné půdy [%],
CNII hodnoty CNII pro území ČR,
H_{m,r} relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-].

Na základě podrobnějšího průzkumu povodí, ve kterých vznikly škody, přestože nesplňovala kombinaci výše vypsanych kritérií, byla přidána další kritéria:

K 1A.	Velikost přispívající plochy	1,0 – 10,0 km ²
K 2A.	Průměrný sklon přispívající plochy	≥ 5 %

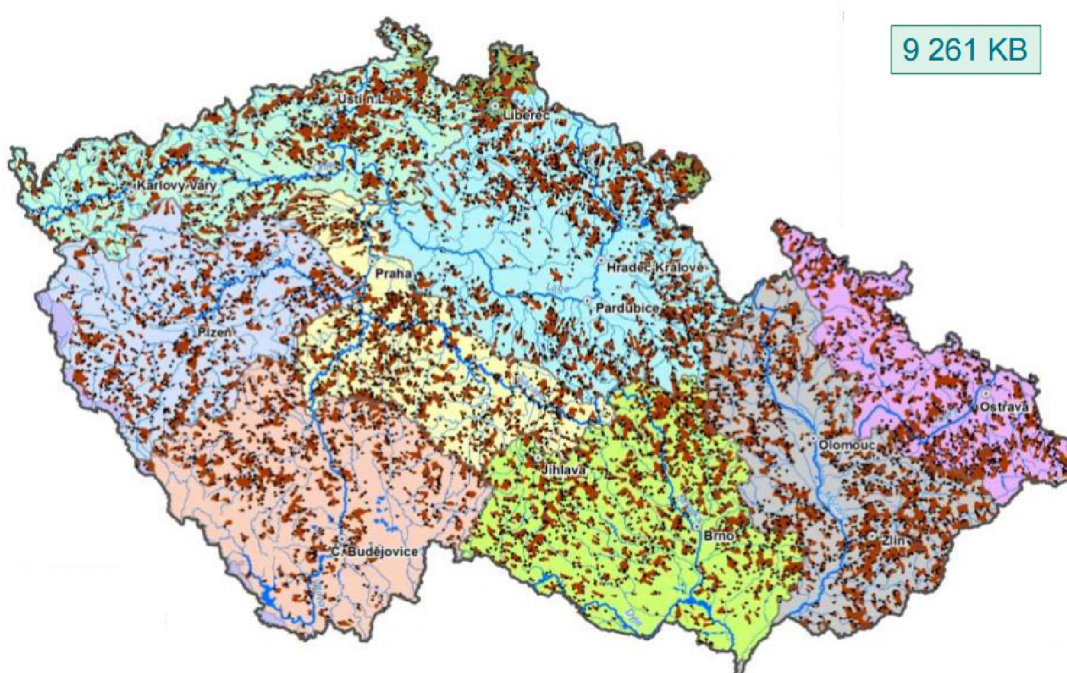
[14]

Všechna tato kritéria splňuje v České republice 9261 KB [19] z toho tři se nacházejí v řešeném území této bakalářské práce (Obrázek 54).

V této práci však bylo identifikováno pět KB. Charakteristiky přispívajících ploch jsou popsány v Tabulce 26. Všechny pět přispívajících ploch splňuje kritéria K1 až K3, případně K1A a K2A.

Tab. 26 Charakteristika přispívajících ploch KB

Přispívající plocha KB	Plocha [km ²]	Průměrný sklon [%]	Podíl orné plochy [%]
1	0.86	7.51	59.9
2	2.69	10.03	10.3
5	2.23	6.47	19.2
6	0.51	6.12	62.4
7	5.33	7.82	41.1



Obr. 53 Vymezení kritických bodů a jejich sběrných ploch v ČR [19]



Obr. 54 Mapa KB v zájmové oblasti podle VÚV [6]

9. ZÁVĚR

V katastrálních územích obcí Hnanice a Šatov byly identifikovány KB a byl vyhodnocen stav jejich přispívajících ploch. V rámci vyhodnocení stavu přispívajících ploch byla také určena plošná eroze pro tyto plochy a ohroženost zemědělské půdy erozí větrnou.

Dlouhodobá ztráta půdy plošnou erozí byla ve všech případech překročena. Zavedením protierozních opatření v ploše povodí je možno docílit snížení dlouhodobé přípustné ztráty půdy vodní erozí.

DSO je vhodné stabilizovat pomocí zatravnění a případného přerušení průlehy nebo příkopy.

Větrnou erozí jsou ohroženy téměř všechny zemědělsky obdělávané půdy v řešeném území. Jedním z vhodných opatření proti tomuto druhu eroze je výsadba větrolamů.

Řešení ohrožení půdy oběma typy eroze vyžadují komplexní opatření v celém území. Vhodným nástrojem pro vytvoření těchto opatření jsou komplexní pozemkové úpravy. Ty mají za úkol scelovat nebo rozdělovat pozemky, upřesňovat vlastnické vztahy, upravovat tvary pozemků a zajišťovat jejich zpřístupnění. Zahrnují také realizaci prvků společných zařízení, zlepšení ekologické stability krajiny a životního prostředí a ochranu a zúrodnění půdního fondu. Pozemkové úpravy jsou významné i pro katastrální úřad, protože díky nim vzniká nová digitální katastrální mapa a je obnoveno polohového bodového pole.

Při výzkumu VÚV T. G. M., v. v. i. byly identifikovány v zájmovém území tři KB. V této práci jich bylo určeno pět. Ve všech případech je povrchový odtok zachycen pomocí příkopů, průleहů a dalších opatření. Nebylo zjišťováno, na jaké průtoky jsou tyto opatření dimenzovány, a jejich účinnost tedy nelze stanovit.

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 1. vyd. Praha: ISV, 2002, 201 s., ISBN 85866-85-8.
- [2] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. *Studie zabývající se základní problematikou eroze půdy a jejím současným stavem v Ústeckém a Jihomoravském kraji České republiky* [online]. Praha: SOWAC, s. r. o., 2013 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/file/278296/Studie_zabyvajici_se_zakladni_problematikou_eroze_pudy_a_jejim_soucasnymstavem_v_Usteckem_a_Jihomoravskem_kraji_CR.pdf
- [3] PODHRÁZSKÁ, Jana. *Optimalizace funkcí větrořad v zemědělské krajině: metodika*. Praha: VÚMOP, 2008. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-904027-1-3.
- [4] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Meteorologická stanice Kuchařovice* [online]. ČHMÚ [cit. 2016-05-06]. Dostupné z:
<http://pr-asv.chmi.cz/opssapp/stanice.php?ukazatel=kucharovice>
- [5] POVODÍ MORAVY, státní podnik. *Průvodní list útvaru povrchových vod Plánu oblasti povodí Dyje 2010 – 2015*, Povodí Moravy, s.p., Brno [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/inf_listy/prilohy/D018.pdf
- [6] VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, veřejná výzkumná instituce. *Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/>
- [7] ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Mapové aplikace, Česká geologická služba* [online]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>
- [8] OBEC ŠATOV. *Územní plán Šatov – odůvodnění* [online]. Obec Šatov [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: http://www.iri.cz/obce/up_satov/pdf/od.pdf
- [9] OBEC HNANICE. *Územní plán obce Hnanice* [online]. Obec Hnanice [cit. 2016-05-12]. Dostupné z:
http://gis.muznojmo.cz:8080/mapserv/znojmo/vyhlasky/hnanice_text_n_zm4_v.pdf
- [10] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, Inc. *ArcGIS* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z:
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/>

- [11] M, DUMBROVSKÝ, SOBOTKOVÁ V, PAVLÍK F a UHROVÁ J. Základní topografické a hydrologické nástroje a výpočet erozního smyvu v prostředí ArcGIS. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny, 2012.
- [12] NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.
- [13] ČESKO. *Program DesQ - MaxQ* [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.desq-maxq.cz/>
- [14] VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, veřejná výzkumná instituce. *Metodika mapování povodňového rizika* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., v.v.i., 2009, 75 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/pov09/doc/12.pdf>
- [15] OBEC HNANICE. *Hnanice: Místní rybářský spolek Hnanice* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.obechnanice.cz/rybasky-spolek>
- [16] GOOGLE. *Mapy Google* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <https://www.google.cz/>
- [17] PODHRÁZSKÁ, Jana. *Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině: metodika*. Praha: VÚMOP, 2008. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-904027-1-3.
- [18] VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, v.v.i. *Vodní a větrná eroze půd ČR*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
- [19] ŠTĚPÁNKOVÁ, Pavla. Jak jsou plněny požadavky Povodňové směrnice EU v ČR? *Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.* [online]. 2014, , 43 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: http://www.vuv.cz/files/pdf/aktuality/2014-06-11_mapy_povodnoveho_nebezpeci_a_povodnovych_rizik/prednasky/1.pdf

11. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Zájmové území	13
Obr. 2 Hydrologické poměry [6].....	14
Obr. 3 Mapa záplavového území pro Q_{20} [6].....	15
Obr. 4 Mapa geologických poměrů [7]	16
Obr. 5 Mapa sklonitosti území	17
Obr. 6 Půdní mapa [7]	18
Obr. 7 Mapa prostorové lokalizace HPJ	18
Obr. 8 Mapa vegetačního pokryvu	19
Obr. 9 Zadání rovnice USLE do Raster Calculator.....	28
Obr. 10 Mapa hodnot čísel CN křivek	29
Obr. 11 Prostředí programu DesQ – MaxQ.....	31
Obr. 12 Mapa KB	32
Obr. 13 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 1	33
Obr. 14 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 1	34
Obr. 15 Mapa KB 1	34
Obr. 16 KB 1 - průběh časové řady pro $N = 100$ let	37
Obr. 17 KB 1 – ústí DSO do intravilánu	37
Obr. 18 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 2.....	39
Obr. 19 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 2	39
Obr. 20 Mapa KB 2 Tab. 9 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 2	40
Obr. 21 KB 2 - průběh časové řady pro $N = 100$ let	42
Obr. 22 KB 2 – most zpevněné polní nad rybníční nádrží	42
Obr. 23 KB 2 – Hnanický rybník	43
Obr. 24 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše kritického profilu 3	44
Obr. 25 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše kritického profilu 3	44
Obr. 26 Mapa kritického profilu 3 Tab. 12 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 3	45
Obr. 27 Kritický profil 3 - průběh časové řady pro $N = 100$ let	47
Obr. 28 Kritický profil profil 3 – pohled na přispívající plochu a propustek pod silniční komunikací [16]	47
Obr. 29 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše kritického profilu 3	48

Obr. 30 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše kritického profilu 3	49
Obr. 31 Mapa kritického profilu 4	49
Obr. 32 Kritický profil 4 - průběh časové řady pro N = 100 let	52
Obr. 33 Kritický profil 4 [16]	52
Obr. 34 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 5	53
Obr. 35 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 5	54
Obr. 36 Mapa KB 5	54
Obr. 37 KB 5 - průběh časové řady pro N = 100 let	57
Obr. 38 KB 5 – ústí DSO do intravilánu	57
Obr. 39 KB 5 – intravilán	58
Obr. 40 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 6	59
Obr. 41 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 6	60
Obr. 42 Mapa KB 6	60
Obr. 43 KB 6 - průběh časové řady pro N = 100 let	63
Obr. 44 KB 6 – levá strana sběrné plochy	63
Obr. 45 KB 6 – pravá strana sběrné plochy	64
Obr. 46 Graf zastoupení HPJ v přispívající ploše KB 7	65
Obr. 47 Graf zastoupení HSP v přispívající ploše KB 7	65
Obr. 48 Mapa KB 7	66
Obr. 49 KB 7 - průběh časové řady pro N = 100 let	68
Obr. 50 KB 7 – intravilán	68
Obr. 51 KB 7 – silniční most v Šatově	69
Obr. 52 Mapa ohroženosti větrnou erozí [18]	70
Obr. 53 Vymezení kritických bodů a jejich sběrných ploch v ČR [19]	72
Obr. 54 Mapa KB v zájmové oblasti podle VÚV [6]	73

12. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vybrané hodnoty K – faktoru [1].....	22
Tab. 2 Přípustná průměrná roční ztráta půdy G podle hloubky půdy [12].....	24
Tab. 3 Průměrná dlouhodobá ztráta půdy.....	28
Tab. 4 Hodnota čísel CN křivek.....	30
Tab. 5 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 1	33
Tab. 6 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 1 ..	35
Tab. 7 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 1	36
Tab. 8 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 2	38
Obr. 20 Mapa KB 2 Tab. 9 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 2	40
Tab. 10 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 2.....	41
Tab. 11 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše kritického profilu 3	44
Obr. 26 Mapa kritického profilu 3 Tab. 12 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 3	45
Tab. 13 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 3	46
Tab. 14 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše kritického profilu 4.....	48
Tab. 15 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 4.....	50
Tab. 16 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku kritického profilu 4	51
Tab. 17 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 5	53
Tab. 18 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 5.....	55
Tab. 19 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 5.....	56
Tab. 20 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 6	59
Tab. 21 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 6.....	61
Tab. 22 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 6.....	62
Tab. 23 Zastoupení druhů pozemků v přispívající ploše KB 7	65
Tab. 24 Vstupní hodnoty pro výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 7.....	66
Tab. 25 Výpočet základních charakteristik přímého odtoku KB 7.....	67
Tab. 26 Charakteristika přispívajících ploch KB	72

13. SEZNAM ZKRATEK

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	Curve Numer – číslo odtokové křivky
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	digitální model terénu
DSO	dráha soustředěného odtoku
GIS	geografický informační systém
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
KB	kritický bod
LPIS	Land Parcel Identification System - Systém evidence užívání půdy pro zemědělské dotace
NP	národní park
TTP	trvale travní poros
ÚSES	územní systém ekologické stability
USLE	Universal Soil Loss Equation – Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí

14. SEZNAM PŘÍLOH NA CD

- | | |
|-----------|--|
| Příloha 1 | Zastoupení druhů pozemků |
| Příloha 2 | Ohroženost zemědělské půdy vodní erozí |
| Příloha 3 | Kritické body a jejich přispívající plochy |
| Příloha 4 | Porovnání kritických bodů s VÚV T. G. M., v. v. i. |