

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**Zemědělská fakulta**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2009**

**Ondřej Pitner**

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

Zemědělská fakulta

Katedra pozemkových úprav

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Vyhodnocení srážkových úhrnů ovlivňujících erozní splachy  
v lokalitě Jenín

Vedoucí diplomové práce

Ing. Pavel Ondr, CSc.

Vypracoval

Ondřej Pitner

2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Katedra pozemkových úprav  
Akademický rok: 2006/2007

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ondřej PITNER

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Název tématu: Vyhodnocení srážkových úhrnů ovlivňujících erozní splachy v lokalitě Jenín.

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je posoudit a vyhodnotit přívalové deště s erozními dopady naměřené pro modelové povodí Jenín.

Provést průzkum povodí z hlediska pedologického, hydrogeologického a klimatologického.

Vyhodnotit srážkové úhrny pro meteorologické stanice Vyšší Brod a Dolní Dvořiště.

Vyhodnotit a propočítat erozní účinnost přívalových dešťů - stanovit R faktor - podle platné metodiky.

Posoudit ovlivnění průtoků ve vodoteči vlivem přívalových dešťů .

Navrhnout zobecnění a upřesnění R faktoru pro řešenou oblast .

Rozsah grafických prací: Mapové podklady  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Forman, R.T., Godron, M.: Landscape ecology. J.Wily and sons, New York, 1986

Sklenička, P.: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 2003

Dumbrovský, M.: Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace. VÚMP Praha, 2000.

Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978

Časopis Pozemkové úpravy.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Ondr, CSc.  
Katedra pozemkových úprav

Datum zadání diplomové práce: 28. března 2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

prof. Ing. Martin Křížek, CSc.  
děkan

L.S.

doc. Ing. Tomáš Kvitek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. března 2007

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vyhodnocení srážkových úhrnů ovlivňujících erozní splachy v lokalitě Jenín vypracoval samostatně s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb. v plném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě / v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách. Dostupné na internetu: [http://www.jcu.cz/education/zverej\\_kvalif\\_praci](http://www.jcu.cz/education/zverej_kvalif_praci). Opatření rektora o zveřejňování disertačních, diplomových, bakalářských a rigorózních prací studentů JU (R 83 z 20.4.2007)

V Českých Budějovicích 14.4.2009

Ondřej Pitner

## Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

Současně děkuji celému kolektivu katedry pozemkových úprav, zvláště pak Ing. Pavlu Žlábkovi za pomoc s grafickým zpracováním a Ing. Václavu Bystřickému za pomoc se získáváním dat.

## OBSAH

<b>1 Úvod</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Literární přehled</b> .....	<b>4</b>
2.1 Voda .....	4
2.1.1 Oběh vody na Zemi .....	5
2.1.2 Rozdělení zásob vody ve světě .....	6
2.2 Hydrologický režim .....	6
2.2.1 Hydrologická bilance .....	7
2.2.2 Povodí .....	7
2.3 Srážky .....	9
2.3.1 Plošné a časové rozdělení srážek .....	11
2.3.2 Měření srážek .....	12
2.3.3 Charakteristika srážek .....	12
2.4 Povrchové vody .....	13
2.4.1 Povrchový odtok vod .....	13
2.4.2 Pozorování vodních stavů .....	13
2.4.3 Průtoky .....	14
2.5 Porovnání srážek a průtoků .....	15
2.5.1 Minimální a maximální průtoky .....	15
2.5.2 Faktory ovlivňující srážky a průtok a jejich vliv .....	16
2.5.3 Teplota drenážní vody .....	19
2.6 Eroze .....	19
2.6.1 Druhy a projevy eroze .....	20
2.6.2 Faktory ovlivňující erozi .....	30
<b>3 Charakteristika zkoumaného území</b> .....	<b>36</b>
3.1 Popis území .....	36
<b>4 Cíl a metodika diplomové práce</b> .....	<b>43</b>
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>45</b>
5.1 Vyhodnocení srážek na povodí Jenín .....	45
5.2 Porovnání průtoků na mikropovodí Jenín 1 a Jenín 2 .....	47
5.3 Vyhodnocení srážkových úhrnů v lokalitě Jenín .....	48
5.3.1 Období 1 ( 1. 11. 2007 – 31. 12. 2007) .....	49
5.3.2 Období 2 (1. 1. 2008 – 20.2. 2008) .....	51
5.3.3 Období 3 ( 21. 2. 2008 – 9.5. 2008) .....	52
5.3.4 Období 4 ( 10. 5. 2008 – 30. 6. 2008) .....	53
5.3.5 Období 5 (1. 7. 2008 – 31. 8. 2008) .....	55
5.3.6 Období 6 ( 1. 9. 2008 – 31. 10. 2008) .....	56
5.4 Přehled povodňových vln .....	57
<b>6 Závěr</b> .....	<b>58</b>
<b>7 Summary</b>	
<b>8 Seznam použité literatury</b>	
<b>9 Přílohy</b>	

# 1 Úvod

Voda je důležitá pro veškerý život na Zemi. Dostatečné množství čisté povrchové a podpovrchové vody je předpokladem pro zachování a další vývoj života na naší planetě. Může se zdát, že je voda nevyčerpatelným zdrojem, ale není tomu tak. Vlivem klimatických změn na naší planetě se budou zásoby vody zmenšovat, zároveň se bude zhoršovat kvalita vody. Na druhou stranu se spotřeba vody lidmi, jejichž počet na Zemi se neustále zvyšuje, stoupá. Toto se projevuje na životním prostředí.

Člověk se musí učit s vodou hospodařit a udržovat její čisté zdroje. Avšak zabezpečení tohoto je s postupem času stále komplikovanější. Hlavně se zde jedná o celoglobální problém, protože zanedbání ochrany vody na jednom místě planety se projeví na místě jiném.

Území české republiky je zásobováno pouze srážkovou vodou, protože jsme uprostřed Evropy a žádné moře zde nemáme. Povrchová voda, která vznikne po dopadu srážky, se infiltuje do půdy v určité oblasti. Touto oblastí může být například povodí. Voda, která infiltuje v povodí sestupuje půdním fondem a puklinami v podložních horninách a tam se hromadí jako podzemní voda. Sledováním procesů, které se v těchto infiltračních oblastech dějí, nám prozradí, jaké vlivy pozitivně nebo negativně ovlivňují složení a kvalitu vody a jakým způsobem těmto vlivům předcházet nebo jim pomáhat.

V nedávné minulosti si na našem území člověk myslel, že může obejít přírodní zákonitosti. Negativními zásahy v období 50. – 80. let minulého století docházelo k rozsáhlému odvodňování zemědělské půdy, zvětšování zemědělsky využívaných ploch, k hnojení velkými dávkami hnojiv apod. Všechny tyto negativní zásahy do krajiny se odráželi v kvalitě vod a režimu povodí.

Každý kus krajiny podléhá vývojovým změnám, které lze pozorovat zpravidla až po delší době. Začne-li člověk hospodařit v krajině, projeví se změny, které v krajině udělal, zřetelněji a během kratšího časového horizontu. Na základě prováděných pozorování a jejich zobecnění je možné vytvořit určitý předpoklad dalšího vývoje a poukázat na možná rizika a ohrožení.

V některých oblastech proto vznikají výzkumy vlivu činností člověka v krajině. Zkoumá se například vliv zemědělské činnosti v povodí, vliv lesního hospodářství atd.



Souhrnem výsledků daných výzkumů se získává komplexní pohled na problém. To vše ale závisí na metodě výzkumu. Nejdříve jde o experimentování, později z toho plynou různé metodiky. Vznikají i celá experimentální povodí, kde se v určitém časovém intervalu hodnotí výzkum a navrhují se opatření.

Mezi takováto experimentální povodí patří i povodí Jenínského potoka. V nedávné minulosti zde probíhaly výzkumy VÚMOP Praha, s přelomem tisíciletí toto povodí převzala JČU v Českých Budějovicích. V mé práci bych chtěl navázat na výzkumy, které zde probíhají už od 80. let minulého století dodnes. V této oblasti se výzkum specializuje na zkoumání vlivu zemědělství a na porovnání jakosti vod před a po provedeném odvodnění. Zkoumá se, jakými vlivy člověk působí na vodní režim, průtoky a celé povodí. Doufám, že má práce napomůže k dalšímu výzkumu a bude pro výzkum přínosná.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Voda

Voda je jediná látka, která se vyskytuje v atmosféře ve všech třech termodynamických fázích (skupenstvích), jako kapalná voda, vodní pára a led. V obvyklé laické představě se pod pojmem „pára“ rozumí jev, který je ve skutečnosti mlhou nebo oblakem, tedy zkondenzované kapičky vody. Vodní pára je ve skutečnosti neviditelný plyn, který vzniká vypařováním z kapalné vody nebo ledu. Obsah vodních par v atmosférickém vzduchu silně kolísá a může dosahovat až 4%. (LICHKE, FRANK 1988)

Podle HLAVÍNKA, ŘÍHY (2004) je voda nezbytnou podmínkou života, hospodářského a civilizačního vývoje. Přestože s úspěchem umíme nahradit celou řadu přírodních materiálů syntetickými, voda zůstává jednou z nenahraditelných surovin. Význam vody v přírodě nespočívá jen v jejím množství a jakosti, ale také v přenosu energie a látek v jejím oběhovém cyklu. Voda se v přírodě účastní všech podstatných biologických procesů, fyzikálních a chemických pochodů a tvorby klimatu.

Činnost vody v přírodním prostředí je mnohostranná, projevuje se účinkem a působením na neživou přírodu. Tyto vlivy je možno po kvalitativní stránce rozdělit na velmi užitečné a nebo naopak na škodlivé až katastrofální. Toto různorodé působení vody v krajině vyplývá ze specifických fyzikálních a chemických vlastností, z časově a prostorově proměnných množství a forem výskytu a rozmanitostí interakčních vztahů k dalším složkám přírody. (ZACHAR, JÚVA, 1987)

Voda je v krajině a tudíž i zemědělském ekosystému prakticky všudypřítomná. Ve směru hydraulického spádu prostupuje půdním a horninovým prostředím, doslova omývá i nejjemnější půdní substance minerálního a organického původu, proniká zdánlivě nepropustným horninovým podložím a zprostředkovává vzájemné kontakty a výměnu energetických toků mezi živými a neživými organickými a anorganickými složkami v půdě. (GERGEL, 1994)

NYPL (1996) uvádí, že se v současné době stále zřetelněji ukazuje, že povrchové a podzemní zdroje vody, tvoří významnou část přírodního bohatství země. Dostatek kvalitní vody je nezbytným předpokladem dalšího rozvoje lidské společnosti, je základní složkou životního a přírodního prostředí.

### **2.1.1 Oběh vody na Zemi**

Veškerá voda a to bez ohledu na skupenství na Zemi a v atmosféře se nazývá hydrosféra. Vlivem Slunce, které je iniciátorem a regulátorem pohybu vody v přírodě, dochází k výparu vody z povrchu rostlin, z vodní hladiny, z půdy apod. Voda se tak dostává do atmosféry, ve které je prouděním vzdušných hmot přenesena na jiné místo, které je mnohdy velmi vzdálené a tam, za určitých podmínek, může po kondenzaci vypadnout v podobě srážek na zemský povrch. Část vody se zachytí na povrchu těles a rostlin, doplňuje objemy v rybnících, jezerech či nádržích. V případě deště s intenzitou přesahující intenzitu infiltrace voda odtéká po terénu povrchově a tak může zásobovat přímo vodní toky. Část vypadlé vody obohacuje půdní profil a rozhojňuje zásoby podzemních vod. Tyto zásoby dotují řeky, jezera, nádrže apod. Z nich se pak voda opět vypařuje do atmosféry. Tomuto jevu říkáme oběh vody na Zemi.

Pro vodu na Zemi je charakteristický její neustálý oběh, a to ve všech termodynamických fázích. Oběh vody je uzavřený a nazýváme jej nebo koloběhem vody hydrologickým cyklem. Zdrojem energie potřebné k oběhu vody v přírodě jsou Země a Slunce. Gravitace je příčinou pohybu vody v kapalném i pevném skupenství. Sluneční energie umožňuje výpar a pohyb vlhkosti v atmosféře. (ŠILAR, 1983)

Z geografického hlediska rozlišujeme dva oběhy: oběh malý, jenž je výměnou vláhy jen nad plochami moří a velký oběh, který je oběhem vody mezi pevninou a mořem. (KEMEL, 1996)

Voda na Zemi se vyskytuje v omezeném množství, které je navíc nerovnoměrně rozprostřeno v prostoru i čase. . V reprodukčním procesu nedochází k její fyzické

spotřebě, ale k tzv. spotřebě ekonomické ( změna vlastností, chemického složení, barvy, teploty atd.). Pohyb vody v rámci koloběhu v přírodě je absolutní tzn., že je prakticky nezničitelný, ale také neobnovitelný. (TLAPÁK, KRATOCHVÍL, 1982)

### **2.1.2 Rozdělení zásob vody ve světě**

KEMEL (1996) uvádí, že voda v kapalném stavu pokrývá zhruba 70,5% z celkového povrchu Země, přičemž plocha světového oceánu je asi 361 000 000 km<sup>2</sup>.

Hydrosféra, tzn. souhrn veškeré vody v oceánech, mořích, řekách, jezerech, ledovcích, půdách a ovzduší činí asi 1,4 mil. km<sup>3</sup>. Z toho asi 1,36 mil. km<sup>3</sup> připadá na vodu v oceánech a mořích, což představuje asi 97%. Na vodu ve věčném sněhu a v ledovcích připadá zhruba 32 mil. km<sup>3</sup>, 8 mil. km<sup>3</sup> je v půdě ve formě vody podpovrchové, 240 000 km<sup>3</sup> je obsahem nádrží a jezer, 13 000 km<sup>3</sup> v ovzduší, 1 250 km<sup>3</sup> je zásoba vody ve vodních tocích, 6000 km<sup>3</sup> je v bažinách. Pochopitelně ne všechna právě bilancovaná voda je voda v kapalném skupenství. Vyskytuje se v závislosti na prostředí v různých skupenských formách a má různé vlastnosti i účinky. (TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992)

TLAPÁK, KRATOCHVÍL (1992) uvádějí, že voda v ovzduší je na Zemi rozložena nestejně nejen co do místa, času, ale i do množství. Průměrný obsah vody v ovzduší činí přibližně 12 500 km<sup>3</sup>, což v přepočtu na rozlohu zemského povrchu činí 24,2 mm výšky vodního sloupce. Na zemský povrch spadne ročně průměrně 884 mm ovzdušných srážek, takže se voda v ovzduší obnoví vždy asi za 10 dní.

## **2.2 Hydrologický režim**

Hydrologický režim nás informuje o zákonitostech změn hydrologických jevů v čase a prostoru způsobených fyzicko-geografickými činiteli. Vztahy mezi jednotlivými složkami hydrologického cyklu lze vyjádřit kvantitativně tzv. hydrologickou bilancí jako množství vody, které těmito složkami prochází.

Hydrologická bilance se vyjadřuje hydrologickou bilanční rovnicí, která je v podstatě rovnicí kontinuity a podle které rozdíl přírůstku (přítoku)  $P$  a úbytku (odtoku)  $O$  vody v uvažovaném prostoru a čase se rovná změně objemu vody  $\Delta V$ .

V přírůstku množství vody jsou zahrnuty:

- srážky
- povrchový přítok
- podzemní přítok a přírůstek vody přiváděné z jiného území

V úbytku vody jsou zahrnuty:

- evapotranspirace
- povrchový odtok a úbytek vody, pokud se již nevrací zpět do území (ŠILÁR, 1983)

### **2.2.1 Hydrologická bilance**

Hydrologická bilance se stanoví pro určitý prostor a čas. Prostorem, k němuž vztahujeme hydrologickou bilanci, může být jakékoliv území, ale nejčastěji se hydrologická bilance stanovuje pro orografické povodí. Výhodou je, že území je hydrologicky uzavřeným celkem, v němž lze snadněji vyřešit poměry mezi srážkami a odtokem. (ŠILÁR, 1996)

### **2.2.2 Povodí**

Povodí je podle zákona č. 254/2001 Sb. charakterizováno jako území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků k určitému místu vodního toku ( může jím být vyústění vodního toku do jiného vodního útvaru nebo soutok s jiným tokem). Povodí je ohraničeno rozvodnicí, kterou je myšlena hranice geomorfologického rozhraní mezi sousedními povodími. Plocha povodí zahrnuje také plochy povrchových vodních útvarů v povodí.

Území tvořené nepropustnými horninami je ohraničeno rozvodnicí, která probíhá po hřebtech a vyvýšeninách, jež oddělují povodí od povodí sousedního. Takové povodí se nazývá povodím orografickým nebo také geografickým. V územích s propustným povrchem zahrnuje skutečné povodí toku za hranice orografického povodí, jelikož voda srážek se dostává do vodního toku i z území ležícího za rozvodnicí a to infiltrací a podzemními vodními cestami. Takové území se nazývá povodím geologickým nebo také hydrogeologickým. V hydrologických výpočtech se však většinou vychází z povodí orografického (ŠILAR, 1983)

Podle TLAPÁKA (1992) je povodí toku území, ze kterého přitéká povrchově i podzemně odtékající srážková voda do koryta toku. Je ohraničeno čarou nazvanou rozvodnice, která spojuje nejvyšší místa povodí v protisměru sklonu. Dál se povodí dělí podle velikosti, členitosti, sklonu terénu, tvaru, vegetačního krytu a vlastností půdy.

Hydrologické úlohy se řeší pro oblasti, z nichž srážková voda stéká do určitého profilu na vodním toku, pro který lze kvantitativně vyjádřit složky vodní bilance. Taková plocha území se nazývá povodí. Čára, která je ohraničuje, je rozvodnicí. Povodí je základní přirozenou geografickou a bilanční jednotkou území, ve kterém lze řešit všechny vodohospodářské problémy komplexně. (TLAPÁK, 1992)

Na vodohospodářskou bilanci povodí působí kromě toho vzdušné srážky, vlhkost půdy, lesnatost, půdní pokryv, druhová skladba, umístění a stáří porostů, způsob obhospodařování apod. (TLAPÁK, KRATOCHVÍL, 1982)

Z veličin, které charakterizují povodí, je významná zejména jeho plocha  $F$ , kterou uvádíme v  $\text{km}^2$ . Z dalších veličin povodí a vodních toků jsou důležité:

- délka toku  $L$ , střední šířka povodí  $b$
- absolutní spád povodí = rozdíl nejvyššího a nejnižšího bodu v povodí, uvádíme jej v procentech

- hustota říční sítě, tj. poměr mezi celkovou délkou všech toků v uvažovaném povodí a plochou povodí
- absolutní spád toku, tj. rozdíl mezi nadmořskou výškou pramene a uzávěrového profilu
- sklon vodního toku, tj. poměr výškového rozdílu  $h$  mezi dvěma průtočnými profily a jejich vzdáleností  $l$ . Sklon vodních toků uvádíme v promilách
- průměrný sklon povodí, tj. sklon plochy povodí v procentech
- sklon údolnice
- vegetační pokryv
- geologické poměry

(ŠILÁR, 1983)

### 2.3 Srážky

Voda vypadávající z oblaků na zemský povrch, jak v kapalném nebo tuhém stavu, označujeme jako atmosférické srážky. Kapky vody či krystalky vypadávají z atmosféry pokud mají takové rozměry, že se nemohou udržet a vznášet se v atmosféře. (LISCHE, FRANK, 1988)

Podle skupenství rozlišujeme srážky na kapalné (např. déšť) a pevné (např. sníh). Podle místa a způsobu vzniku lze srážky dělit na horizontální, jež se tvoří kondenzací par bezprostředně na aktivním povrchu země či předmětech, rostlinách apod. (jinovatka, ledovka, rosa atd.) a vertikální, které vznikají ve volné atmosféře a vypadávají z ní, podle právě aktuálních meteorologických podmínek, ve formě deště, krup, sněhu apod. (KEMEL, 1996)

Atmosféra je nepřetržitě zásobována vodní parou z hladin oceánů, moří, řek, jezer, rybníků z povrchu půd a sublimací z ledovců a sněhu. Množství vody se dostává do atmosféry prostřednictvím rostlinných organismů. V atmosféře obsažená vodní pára se vlivem kondenzace dostává zpět na povrch zemský ve formě atmosférických

vertikálních srážek v kapalném i pevném skupenství. Naproti tomu se bezprostředně na aktivním povrchu tvoří srážky horizontální. Horizontální srážky však není v našich geografických podmínkách z kvantitativního hlediska příliš významný. (KŘÍŽ, 1988)

Za období hydrologického roku je množství horizontálně na zem vypadlých srážek je v porovnání s množstvím vertikálních srážek zpravidla malé. Hrají však významnou roli např. v zemědělství, neboť jsou schopny pokrýt minimální množství vody potřebné pro zachování života rostlin v období, kdy je vertikálních srážek nedostatek. (KEMEL, 1996)

Srážky rozlišujeme podle množství spadlé vody na běžné a extrémní. Pro orientaci lze užít Hoppova třídění:

- slabý déšť	úhrn do 1,0mm	
- mírný déšť	úhrn do 5,0mm	
- silný déšť	úhrn do 10,0mm	
- velmi silný déšť	úhrn od 10,0mm	(KREŠL, 2001)

Velmi vydatné krátkodobé deště, které zasahují poměrně malé území nazýváme srážkami přivalovými. Tyto srážky proto způsobují prudké rozvodnění malých toků a projevuje se u nich nejsilnější splavování ornice. Pozorováním dešťů byly prokázány některé závislosti. Především, že intenzita bývá největší na začátku deště a následně klesá. Čím větší je intenzita lijáku, tím menší je zasažená plocha, tudíž můžeme podle rozlohy lijáku odhadnout i intenzitu deště, který může určitou plochu zasáhnout. Nejdůležitějším poznatkem je, že intenzita přivalového deště klesá s jeho trváním. (JANDORA, STARA, STARÝ, 2002)

Z rozdělení a dalšího osudu atmosférických srážek po jejich dopadu na zemský povrch vychází i tzv. Třetinové pravidlo, které vyslovil roku 1797 J. C. Métherie: třetina spadlé vody z atmosférických srážek se vsákne do půdy, třetina odteče po povrchu a třetina se odpaří. Toto pravidlo má však pouze regionální platnost. Bilance rozdělení



vody ze srážek závisí na mnoha činitelích ( např. teplota půdy i vzduchu, vegetačním pokryvu, vlhkosti, reliéfu, propustnosti půdního pokryvu horninového podkladu, na úrovni hladiny podzemní vody) a mění se s místem i časem. (TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992)

### 2.3.1 Plošné a časové rozdělení srážek

Plošné rozdělení srážek v určité oblasti lze názorně zobrazit izohyetami. To jsou čáry, které spojují na mapě místa se stejnými srážkovými úhrny. Izohyety mohou udávat hodnoty za různě dlouhá období – za rok, měsíc či jednotlivý déšť. Srážková výška je tloušťka srážkové vody, rozprostřená na půdorysný průmět povodí. (KEMEL, 1996)

Rozložení srážek na území ČR odpovídá těmto hodnotám:

-na 16% plochy státu činí průměrný roční úhrn srážek	více než 800 mm
-na 59% plochy státu činí průměrný roční úhrn srážek	600 – 800 mm
-na 25% plochy státu činí průměrný roční úhrn srážek	méně než 600 mm

(DUBA, NĚMEC, 1968)

Rozdělení srážek na určité dny v roce je v podstatě náhodné. Největší pravděpodobnost výskytu připadá na ranní a odpolední hodiny, méně prší v noci a před polednem. Rozdělení srážek je charakteristické pro celé oblasti našeho území a závisí na geografické poloze. V ČR se pohybuje průměrný roční úhrn v rozpětí od 450 do 2 000 mm. Z celkového ročního úhrnu srážek připadá na období léta 45%, na zimu průměrně 20% a na zbylá období 35%. (NYPL, 1986)

ROŽNOVSKÝ, LITSCHMANN (2002) uvádějí, že srážky jsou rozloženy v průběhu roku rovnoměrně. Nejvíce srážek spadne v létě, nejméně v zimě. Množství letních srážek v průběhu posledního století mírně narůstá, v zimě je naopak pozorován za posledních 50 let slabý pokles.

Na srážky je nejbohatší červenec, ostatní letní měsíce jsou také bohaté. Minimum srážek připadá na únor, dále březen a leden. Pro naše území platí v zásadě rozdělení s převahou srážek v letním období, od dubna do září vypadne přibližně 2/3 celoročního úhrnu srážek. Množství srážek je ovlivňováno geografickou polohou, orientací vůči světovým stranám a nadmořskou výškou.

### 2.3.2 Měření srážek

Základním přístrojem pro měření srážek je srážkoměr. Skládá se z válcové srážkoměrné nádoby, nálevky a konvice. Srážkoměrná nádoba je vysoká asi 50 cm se záchytnou plochou 500 cm<sup>2</sup>. Nálevka se na ni nasazuje profilovým spojovacím prstencem, který je připojen k plášti nálevky. Plechová konvice se umísťuje na dno nádoby pod ústí nálevky, kterou do konvice stéká voda ze zachycených srážek. Odměrkou zjistíme objem nahromaděných srážek v konvici. Aby bylo zabráněno odpařování nashromážděné vody, je na hladině vrstvička oleje. (KŘÍŽ, 1988)

Srážkové úhrny měříme v síti srážkoměrných stanic, ve kterých jsou instalovány měřicí přístroje, jako jsou srážkoměr, dešťoměr (zapisuje hodnoty) nebo totalizátor. Tuto síť u nás zřizuje, udržuje a srážkové jevy pozoruje a vyhodnocuje Český hydrometeorologický ústav. Ve velmi členitém terénu je vyžadována hustší síť srážkoměrných stanic, protože jsou zde srážky rozděleny nerovnoměrně. U nás připadá jedna srážkoměrná stanice na 79 km<sup>2</sup>. (KEMEL, 1996)

### 2.3.3 Charakteristika srážek

Při pozorování na meteorologických stanicích se zjišťuje druh srážek, množství srážek, průběh a intenzita srážek a také doba trvání. Druh srážek se označuje mezinárodně dohodnutými značkami. Množství srážek se vyjadřuje výškou vrstvy vody v mm, která vznikla při kapalných srážkách na vodorovném povrchu bez zasakování, odpaření či odtoku. 1 mm srážek představuje 1 litr na 1 m<sup>2</sup>. Intenzita srážek ( $i$ ) je množství srážek v mm ( $h$ ) za 1 hodinu ( $t$ ) a platí:  $i = h / t$ . Doba trvání srážek se poznamenává s přesností na 5 minut v minutách nebo hodinách.

## **2.4 Povrchové vody**

Dle zákona č. 20/2004 Sb. o vodách, povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu. Tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. (HLAVÍNEK, ŘÍHA, 2004)

### **2.4.1 Povrchový odtok vod**

Srážky, které nezasákly do půdy, nezadržely se v prohlubních terénu, nevypařily se, nezadržely se na rostlinách, odtékají povrchově do koryta toku. Spolu s infiltrovanou podzemní vodou tvoří průtok. (NYPL, KURÁŽ, 1992)

ZACHAR, JŮVA (1987) poukazují na to, že se na našem území podíl povrchového odtoku pohybuje od 1 do 40% a to v závislosti na reliéfu, propustnosti půd a druhu vegetace. Nejnížší hodnoty byly zaznamenány v lesích, protože les zachycuje v korunách největší část dopadajících látek na povrch, navíc značný podíl vody, která dopadne na podloží lesa, je transformován do půdy.

Povrchový odtok značí část srážkové vody, která se nevsákla ani nevypařila a stéká nejprve v souvislé vrstvě jako nesoustředěný odtok, posléze se rozděluje erozivními rýhami a stružkami do koryt toků jako soustředěný odtok. Odtok vody tvoří podíl povrchově i podzemně odtékající srážkové vody, který v našich podmínkách činí průměrně 30% celkového úhrnu srážek (TLAPÁK, KRATOCHVÍL, 1982)

### **2.4.2 Pozorování vodních stavů**

Pro kontinuální sledování hladiny je používán limnigraf, který samočinně zapisuje hodnoty vodočtů. Nejpoužívanější limnigrafy jsou plovákové. Přístroj se umísťuje na břeh vodního toku, plovák se pohybuje na hladině vody ve svislé šachtě, která je spojená s vodním tokem a je naspodu vyplněná kamením nebo filtrem, která zabraňuje vlivu vln. (ŠILÁR, 1996)

Pro neustálé pozorování hladin se stavějí vodočetné stanice. Pro soustavné sledování stavů na hlavních tocích se měří na základních stanicích. Sít' sekundárních stanic doplňuje sít' základní na menších tocích sít' účelová, která poskytuje podklady pro technické záměry. Vodní stav se určuje jednoduchým přístrojem tzv. vodočtem. Vodní stav je svislá hladina od nuly vodočtu, relativní výška hladiny, udává se v cm. Stupnice vodočtu je umístěna na např. svislé zdi a je dělena tak, aby šlo hladinu přímo odečíst. Nulový bod musí být umístěn pod nejnižší hladinou toku, aby všechna měření byla kladná. Ke každému vodočtu se vztahuje staničení, plocha povodí, nadmořská nebo relativní výška nuly vodočtu. (NYPL, 1986)

### 2.4.3 Průtoky

Pod pojmem průtok rozumíme v hydrologii objem vody, který proteče za jednotku času, tj. za sekundu, daným průřezem koryta. Průtok značíme  $Q$  a vyjadřujeme jej v  $m^3/s$  nebo  $l/s$ . Objem vody, který proteče průtočným průřezem za dobu delší (měsíc, rok) zveme proleklým množstvím vody a vyjadřujeme v  $m^3$ . Odtok vyjadřuje též objem vody oteklé z povodí. Kromě objemové míry může být vyjádřen také odtokovou výškou  $H_0$ . Specifický odtok ( $q$ ) je objemem vody, který v průběhu odeče z plošné jednotky povodí za jednotku času, např.  $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ . (KEMEL, 1996)

Měření hydrologických průtoků je spolu s měřením vodních stavů velmi důležitým základem dalších hydrologických výpočtů. Průtok lze měřit:

- přímo zjišťováním množství vody vtékající za časovou jednotku do nádoby známého objemu
- nepřímo zjišťováním rychlosti proudění plovákem nebo vodoměrnou vrtulí v korytě, velikosti zředění silně koncentrovaného roztoku snadno zjištělné látky, který přivádíme do vodního toku, venturimetrem apod.

(ŠILAR, 1996)

## 2.5 Porovnání srážek a průtoků

### 2.5.1 Minimální a maximální průtoky

Nejmenší průtoky vznikají v období, kdy na delší dobu přestává povrchový odtok, takže zásoby podzemní vody jsou značně vyčerpány. Na horských tocích je to u nás na konci zimního období, kdy srážky zůstávají ležet v oblasti jako sníh. V nížinách se projevují koncem suchého léta nebo na podzim, kdy bývají dlouhá období bez srážek nebo se menší srážka při vysoké teplotě zcela vypaří. (JANDORA, 2002)

Během silných srážek nemůže vodou nasycená půda zadržet všechnu dešťovou vodu. Podstatná část spadlé vody tedy odtéká přímo do vodních toků a jejich hladina se zvyšuje. Přívaly, které jsou obvykle velice prudké, působí velké škody zejména v oblastech s proměnlivým klimatem a nezapojeným vegetačním krytem. Vodní režim je pak zcela rozvrácen, protože v oblasti povodí neexistují přírodní regulátory. Tyto změny v toku mohou způsobovat povodně v nivách či větších částech povodí a ovlivňují i režim podzemních vod. (DORST, 1985)

Nejmenší průtoky vznikají v době, kdy na delší období ustává povrchový odtok, tudíž jsou zásoby podzemní vody vyčerpány. Na horských tocích je to v rámci našeho území na konci zimního období, kdy srážky zůstávají ležet v povodí v pevném stavu. V nížinách se projevují koncem suchého léta nebo na podzim, kdy bývají delší období beze srážek a menší srážky se za poměrně vysokých teplot zcela vypaří. (JANDORA, 2002)

V zimním období, kdy se vyskytují největší mrazy pozorujeme na tocích velmi nízké průtoky, protože značná část vody je vázána i tvorbou ledu v korytech toků. (KEMEL, 1996)

## 2.5.2 Faktory ovlivňující srážky a průtok a jejich vliv

Na srážkovou činnost a následné hodnoty průtoku ve vodním toku mají vliv také velmi důležité faktory a činitele. Tyto faktory a činitele působí na území stále, současně a komplexně.

Fyzicko-geografické faktory ovlivňují jak samotné množství povrchově odtékající vody, tak i jeho časové rozdělení. Mezi nejdůležitější fyzicko-geografické faktory patří reliéf (morfologické vlastnosti povodí i koryta), geologické a pedologické poměry a charakteristika vegetačního pokryvu. Působením těchto faktorů je určeno jaký podíl srážek odeče povrchově, kdy a v jakém sledu se jednotlivé části srážek dostanou do koryta, zda se voda vsákne do půdy a rozmnoží zásoby podzemních vod apod. (KEMEL, 1996)

Na průtocích v toku má vliv i roční období, teplota a relativní vlhkost vzduchu. V letním období při vyšší teplotě vzduchu se odpaří více vody než na konci podzimu či v zimě. Velký vliv má terén, na který srážky dopadají. Na rovinných polích se velká část spadlé vody může vsáknout do půdy. Ve městech voda stéká po střechách domů a komunikacích do kanalizace. V lese se značná část vody zachytí na listech stromů, odkud se později odpaří. Ta část, která dopadne na zem, se postupně vsákne do půdy. Poněkud odlišné poměry nastávají v zimě, kdy srážky, alespoň ve vyšších polohách, zůstávají ve formě sněhu ležet na zemi, malá část se odpaří (tzv. sublimuje). Teprve při jarním tání se voda může vsáknout do země nebo povrchově odtéci. (LITSCHMANN, ROŽNOVSKÝ, 2002)

### Faktor reliéfu

Reliéf je charakterizován sklonitostmi území povodí. Čím větší je sklon, tím jsou rychlosti stékání spadlé vody větší a tím se zmenšuje možnost vsaku vod do půdy. Tam, kde je plošší reliéf, zůstává voda déle a v prohlubních se může uplatnit výpar a však. Množství vody v prohlubních se nemůže účastnit procesu odtoku, tvorby povodňové vlny. Ve vyšších nadmořských výškách je sklonitost obvykle větší, takže velkým dynamickým účinkem rychle proudící vody jsou produkty zvětrávání

uvolňovány a odnášeny níže. Toto má za následek, že povrch výše položených území je tvořen pevnými horninami, které jsou překryty jen nepatrnou vrstvou půdy. Z toho plyne všeobecná zákonitost poklesu specifických odtoků s nárůstem plochy povodí. (KEMEL, 1996)

### **Faktor fyzikálních vlastností půd**

Fyzikální vlastnosti půd zásadně ovlivňují měrnou intenzitu vsaku vody do půdy. Intenzita vsaku roste s množstvím nekapilárních pórů v půdě. Změna struktury půdy vyvolává změnu intenzity vsaku a pohybu vody v půdě. Ke změnám vodního režimu půd dojde, pokud způsobíme radikálnější změny vlastností půd.

V území, kde je povodí tvořeno propustnými půdami, se srážková voda vsakuje do nižších horizontů, kde rozmnožuje zásoby podzemní vody. Tyto zásoby jsou hlavním zdrojem vodnosti toků v daném území. Tyto toky se projevují vyrovnaným režimem s poměrně nízkými povodňovými průtoky a dostatkem vody i v období sucha. V případě, že je na podzim půda dostatečně nasáklá a v zimě zamrzá, chová se v jarním období tání jako prakticky neprostupná. Za těchto podmínek mohou vznikat velmi nebezpečné povodně, zvláště když tání sněhu doprovázejí srážky. (KEMEL, 1996)

Do suché půdy se voda vsakuje nejvíce až po tzv. navlhnutí půdy. Méně intenzivní deště se mohou vsáknout do půdy téměř úplně, při velké intenzitě odtéká podstatná část vody po povrchu. Značný vliv má i počáteční vlhkost půdy. Z počátku nejvyšší infiltrace v čase klesá. (JANDORA, STARA, STARÝ, 2002)

### **Faktor velikosti a tvaru povodí**

Velikost a tvar povodí rozhoduje o době, za kterou voda, která vypadne ve formě srážek v různých částech povodí, doteče do uzávěrového profilu. Rychlost stékání vody rovněž ovlivňuje ztráty způsobené vsakem a výparem. Velikost a tvar povodí ovlivňuje tvorbu povodňových vln. Velikost plochy povodí, kritická doba deště a maximální doba doběhu spolu velmi úzce souvisí, což plyne z metody izochron. Specifický odtok průtoků rychle klesá s prodlužováním doby dotoku. (KEMEL, 1996)

### **Faktor geologických poměrů**

Geologické poměry také mají významný vliv na hydrologické děje v povodí. Klimatické podmínky spolu s geologickou stavbou území ovlivňují proces zvětrávání a skutečnost, zda se vytvoří dobře propustné nebo nepropustné půdní vrstvy. Toky, které odvodňují území z nepropustných hornin, jsou chudé na podzemní vody a extrémně náchylné k tvorbě povodní. Toky odvádějící vodu z oblastí propustných hornin mají značně vyrovnanější charakter, protože podzemní vody jsou významným regulátorem odtoku v řekách. (KEMEL, 1996)

Geologické podloží a jeho propustnost má význam pro utváření odtoku v období sucha. Nepropustné vrstvy (ruly, slíny, břidlice) s malou mocností půdního překryvu snižují celkovou retenční kapacitu povodí a podílejí se na prudkém vzestupu průtoků při vydatnějších deštích. (KERŠL, 2001)

### **Faktor vegetačního pokryvu**

Vegetační pokryv na povodí je velmi významným činitelem ovlivňujícím hydrologický režim toků. Tlumící vliv vegetačního pokryvu na kulminační průtoky je jednoznačně uznáván. Povodí pokryté hustou vegetací se obvykle vyznačuje nízkými kulminačními průtoky. Za významný vegetační činitel je považován les. Na tělech rostlin a v korunách stromů se srážky zachycují – tzv. intercepce. Rostliny také odebírají pomocí svého kořenového systému z půdy značné množství vody, což má mnohdy za následek, že nezbyvá na tvorbu odtoku. Akumulace vody v horních vrstvách půdy je mnohdy zvýrazněna, zvláště v lese, tvorbou hrabanky a humusu. Tato vrstva nejdříve vodu zadrží a postupně ji předává spodnějším vrstvám půdy. Vegetační pokryv také značně snižuje kulminační průtoky a tím snižuje množství odneseného erodovatelného materiálu z povodí. (KEMEL, 1996)

Výzkum malého povodí v USA v Apalačském pohoří ukazuje, že činnost lesní správy, tak jako druhové složení lesa může dramaticky ovlivnit odtok vody. Změny v druhovém složení lesů, listnaté stromy byly nahrazeny jehličnany, vedly ke snížení



odtoku už po 10 letech po výsadbě. Po 15 letech se snížil odtok o 20 % než na území listnatých lesů. (SWANK, DOUGLAS, 1974)

### **Faktor odvodnění**

Na odvodněných pozemcích byla zjištěna větší infiltrace srážkové vody než na půdě neodvodněné. Na odvodněném území se snižuje povrchový odtok a zvyšuje se podzemní odtok. (TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992)

### **Faktor výparu**

Výpar je obecně ovlivněn teplotou vzduchu. Hodnota dlouhodobé roční hodnoty výparu z povodí se mění v závislosti na zeměpisných souřadnicích. S růstem nadmořské výšky vzrůstá srážkový úhrn, klesá teplota vzduchu a tudíž klesá i velikost výparu. (KEMEL, 1996)

### **2.5.3 Teplota drenážní vody**

Podle ZAJÍČKA, KVÍTKA, KAPLICKÉ (2008) má teplota drenážní vody vliv na rychlost odtoku vody v drenáži v povodí. Při výzkumu na drenážním systému v povodí rybníka Dechtáře, který se nachází na českomoravském pomezí, bylo zjištěno, že existuje silná závislost teploty vody na odvodnění drenážního odtoku. Tato závislost je různá (pozitivní nebo negativní) v závislosti na ročním období. V chladném období voda z drenáže odtéká pomaleji než v teplém období.

### **2.6 Eroze**

Eroze (z latinského slova erodere, tj. rozhlodávat) značí činnost vody, větru a ledu, která spočívá v rozrušování a odnosu (denudaci) půdní hmoty zemského povrchu a v jejím rozmístování do jiných poloh, kde se tyto hmoty ukládají (akumulace) ve formě nánosů. Erozní činnost, kterou se neustále přetváří územní reliéf, probíhá za neporušených přírodních podmínek, hlavně vegetačních, celkem pozvolna, z hlediska lidské generace téměř nepozorovaně a často i zcela neškodně. Proto se označuje jako eroze normální, neboť k eroznímu odnosu ve větších rozměrech zpravidla nedochází (CÁBLÍK - JÚVA, 1963).

Naproti tomu se eroze může stát velmi výraznou a nebezpečnou v zemědělsky a lesnický intenzivně využívané krajině, v níž přirozený průběh erozních pochodů je škodlivě porušen a mnohonásobně zrychlen. Vzniká pak eroze abnormální neboli zrychlená, při níž se splavuje značné a často až katastrofální množství svrchní, humusem obohacené půdní vrstvy a obnažují se spodnější vrstvy, což velmi zhoršuje půdní úrodnost a znehodnocuje půdu pro zemědělství, lesní těžbu i jiné kulturní užívání. Takto probíhající eroze může vést až k úplnému zpuštění půdy, jak ukazují kraje kdysi úrodné a kulturní, dnes však přeměněné v pouště a holé skály.

Podmínky pro výskyt erozních procesů jsou v naší republice specifické. Při přechodu na velkovýrobní způsob hospodaření a při vysoké intenzifikaci zemědělské výroby byl problém eroze u nás značně podceněn a následky zrychlené eroze zemědělských půd vážně poškozují její úrodnost. Eroze půdy má největší podíl na destrukci půd. Znamená degradaci půdy jak z hlediska fyzikálních vlastností (struktura, textura), tak i biologických (utlumení činnosti mikroorganismů). Současně eroze představuje nenávratnou ztrátu zeminy, humusu a živin, které následně znečišťují vodní zdroje, akumulací prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků aj.

### **2.6.1 Druhy a projevy eroze**

CABLÍK, JÚVA (1963) rozdělují erozi podle příčiny, která ji vyvolala, na erozi:

- A. eroze vodní (fluviální)
- B. eroze větrná (eolitická)
- C. eroze ledovcová (glaciální)

Podrobnější rozdělení eroze podle činitelů, kteří ji způsobují, používá HOLÝ (1978): eroze vodní, ledovcová, sněhová, větrná, zemní a antropogenní.

Tyto druhy eroze se mohou vyskytovat buď jednotlivě, nebo v určité kombinaci a mohou mít též různý vznik, průběh i škodlivost. Poněvadž také rozhodují o způsobech protierozní ochrany půdy, je jejich rozbor základní otázkou při celkovém studiu eroze a ochrany proti ní.

### 2.6.1.1 Eroze vodní (fluviální)

Vodní eroze je velmi složitý jev, na jehož vzniku a průběhu se podílí celá řada faktorů. Po stránce kvalitativní je jí možno charakterizovat úbytkem půdní hmoty na plošné jednotce povrchu půdy za určité časově vymezené období (TOMAN, SANETNÍK, FILIP, 1994).

Vodní eroze je vyvolána hlavně mechanickou silou povrchově tekoucí vody, a to buď jen občasných vodních proudů, jež vznikají po prudších deštích a sněhovém tání, nebo vodou tekoucí trvale a soustředěně v bystřinách, potocích a řekách. Stojaté vody (rybníky, jezera, moře) způsobují erozi jenom za vlnobití, při němž vlny hnané větrem - a u moře také přílivem - erodují pobřeží. Podzemní voda může vyvolat výraznou erozi chemickou, v krasových útvarech také mechanickou, jestliže se vytvoří soustředěné podzemní proudy. Bývá dále příčinou půdního sesouvání, které často provázejí erozní jevy.

Hlavním znakem vodní eroze je, že tekoucí voda splachuje, vymílá a odnáší půdu a přemísťuje ji na jiná místa, kde se takto erodované hmoty usazují (sedimentace) a hromadí (akumulace). Tento erozní jev vzniká nejčastěji v oblastech, v nichž občasné deště přívalového charakteru nebo náhlá tání sněhu vyvolávají prudké povrchové odtoky, které pak erodují sklonité a náležitě nechráněné polohy. Při vzniku a během vodní eroze se ovšem uplatňují různé podmínky, jako jsou vzdušné srážky, územní reliéf, druhy a typy půdy, její vegetační kryt aj., jež pak rozhodují o jejím druhu, působnosti a účincích.

Povrchový odtok též rozpouští a odplavuje soli, a tím půda ztrácí rostlinné živiny, ať už vzniklé přirozeně, nebo dodané jako průmyslová hnojiva. Škodí tedy i slabý povrchový odtok, který ještě nemůže odnášet půdní zrna. Kromě toho povrchový odtok nepříznivě zasahuje do rovnoměrného rozložení vláhy, neboť svahy ochuzuje a údolí obohacuje o vodu. Ochrana před erozí je proto vždy též ochranou půdní vláhy (CABLÍK, JÚVA, 1963).

Druhy vodní eroze bývají označovány především podle toho, jak erodující voda působí. Jde-li jen o činnost mechanickou, mluvíme o korazi. Působí-li voda chemicky při rozpouštění hornin, hlavně vápenců, jde o korozi. Jestliže voda vymílá horninu

krouživým pohybem, nastává evorze. Obrušuje-li se při pohybu vody skalní podklad, například na dně bystřiny, řečiště nebo na mořském pobřeží, vzniká abraze.

Přihlížíme-li k účinkům na půdu, může eroze působit jako:

- A) eroze plošná (vrstevnatá), při níž dešťový odtok splachuje zemité částice v tenké vrstvě z celého půdního profilu
- B) eroze rýhová (brázdová), jestliže stékající vody vytváří v napadené ploše postupně se zvětšující rýžky a brázdy
- C) eroze výmolová (stržová), vymílá-li dešťový odtok již hluboké brázdy, výmoly a strže
- D) eroze bystřinná a říční, jestliže soustředěné dešťové odtoky a vodní proudy vymílají ve stržích, úžlabinách a údolích trvalá říční koryta.

Uvedené erozní formy nebývají v přírodě zpravidla ostře rozlišeny, nýbrž navzájem navazují, a to často bez zjevného přechodu. Vždy však erozní forma méně škodlivá přechází za příhodných podmínek ve formu erozně významnější a v účincích nebezpečnější. Přitom se nemusí vytvořit všechny erozní druhy, jak je ve vzestupné intenzitě vyznačuje již uvedené pořadí.

V méně nebezpečných poměrech nebo na počátku erozního pochodu dešťová vody, stékající po svahu plošně nebo tzv. ronem, vyvolává erozi plošnou, která se projevuje méně výrazným, často vůbec nezatelným splachem půdní prstí. Postupně soustředování dešťového ronů ve vodní brázdíčky a stružky vytváří však již podmínky pro vznik eroze rýhové, po které pak může následovat jako další vývojový stupeň eroze výmolová a ve vrcholném stádiu eroze bystřinná.

#### **2.6.1.1.1 a) Vodní eroze plošná**

Plošná neboli též vrstevnatá eroze záleží v plošném mělnění půdních drobtů na jednotlivé půdní částice a ve splachování jemnozeme do nejbližších nižších poloh mikroreliefu. Poněvadž eroznímu splachu podléhají snáze jemnozrné částice, zvyšují takto erodované půdy hrubozrnnost, kdežto půdy obohacované nánosem se stávají jemnozrnějšími. Tuto erozi proto nazývá CABLÍK a JÚVA (1963) selektivní (výběrovou). Selektivnost je kritériem plošné eroze, která v pravé

formě nastává pouze při dopadu větších dešťových kapek na půdu, jejíž drobtý a hrudky rozrušuje.

Ojedinelá půdní zrna jako produkt plošné eroze jsou odnášena, teprve až se dostanou do jednotlivých drobných vodních proudů, hledají si cestu v prohlubních půdního mikroreliefu, aniž si ryjí vlastní stružku. Plošný splach je doprovodným jevem málo vydatných mírných dešťů. U dešťů větší vydatností i intenzity se odtok brzy koncentruje do stružek a rýh, jejichž koryto si voda vyerodovala vlastní silou, jak je tomu u eroze rýhové. Plošný splach podstatně neochuzuje pole o minerální hmotu, avšak nepříznivě mění její chemizmus. V půdě klesá obsah dusíku a jiných živin, neboť stékající voda vyvolává rozpuštění těchto látek a jejich vyluhování.

Dalším důsledkem plošné eroze je vznik vodního škraloupu a následný pokles vsaku. Zmenšená vodní jímavost zvyšuje pak povrchový odtok, a tím ještě erozi zesiluje. Průběh a intenzita plošné eroze závisí na různých činitelích, hlavně však na intenzitě deště, mikroreliefu a povaze erodované půdy, zvláště na její zrnitosti, slohu a obsahu ústrojných látek.

Nejintenzivněji působí plošná eroze tehdy, když prudký déšť dopadá na silně vyschlou půdu a tříští její nechráněný povrch. Poněvadž suchá a dobře provzdušněná půda se provlhuje zpočátku jen velmi nesnadno, hromadí se voda rychle na povrchu a zvyšuje plošný ron, který pak strhuje a splachuje zemité částice orníční vrstvy.

Plošná eroze pokračuje zpravidla zvolna a nezanechává trvale viditelné stopy, neboť ty se zahlazují orbou a jinými obdělávacími úkony. Proto člověk často ani nepozoruje její škodlivé účinky a nevěnuje jí patřičnou pozornost. Poněvadž půda je splachována plošně a většinou stejnoměrně, nenastávají ani zjevné změny v územním reliéfu, nýbrž dočasné drobné vyvýšeniny se pozvolna snižují a naopak prohlubeniny se zanášejí. Při této nenápadnosti je však plošná eroze velmi škodlivá, neboť soustavně zhoršuje půdní strukturu a ochuzuje svahové polohy o jemnozem.

#### **2.6.1.1.2 b) Vodní eroze rýhová**

Rýhová, též brázdová je charakterizována tím, že voda stékající po svahu vytváří v napadeném půdním povrchu malé, avšak zřetelně patrné rýžky a brázdičky, které se

postupně spojují a prohlubují ve větší zářezy hloubky 5 - 20 cm, výjimečně i více. Tyto erozní útvary, probíhající délkovým rozměrem ve směru územního sklonu, jsou přibližně přímočaré a souběžné, často však vlivem orby tvoří různosměrnou síť. Příčinou zvýšeného odnosu půdy není při rýhové erozi plošný splach, nýbrž hlavně vymílání vodou, jež postupně rozrušuje původně rovný povrch půdy rýhami a brázdami. Tato vymílací působnost se zpravidla neprojevuje přímo na rozvodí, nýbrž stékající voda nejprve splachuje zemité částice plošně. Teprve když ronová vrstva vody v určité vzdálenosti od rozvodí zvětší svůj objem, soustředí se do stružek a zvětší odtokovou rychlost i unášecí sílu, začne voda v půdě prohlubovat rýžky, brázdičky a stružky, jimiž pak odnáší splavené částice. Původně plošný ron se takto rozděluje v nesčetné raménky a nabývá povahy soustředěného odtoku se stále větší vymílací schopností. Odnos je tím větší, čím vzdálenější je erodovaná plocha od rozvodí, neboť s touto vzdáleností se zvětšuje množství a rychlost odtoku a stupňuje se jeho erozní působnost.

Erozně spláchnutá půda se pak usazuje na úpatí svahu nebo v přilehlém údolí, jakmile srážkový odtok ztratí při zmenšujícím se sklonu území potřebnou unášecí sílu. Částečně je však také odplavována vodou do přirozených toků.

Vzdálenost svahové polohy od rozvodí, ve kterém přichází plošná eroze ve vývojový stupeň eroze rýhové, závisí na různých podmínkách a je tedy hodnotou velmi proměnlivou. Zkracuje se při prudším sklonu svahu, při rostoucí intenzitě srážkového odtoku, při menší protierozní odolnosti půdy apod., kdežto za opačných podmínek se prodlužuje. Za zvláště prudkých dešťů se oblast rýhové eroze rozšíří až k rozvodí, pokud je půdní povrch bez vegetace.

Rýhová eroze je častá v krajích s intenzivními dešti nebo s náhlým táním sněhu v jarním období a na půdách s malou vsakovací způsobilostí, takže se vytváří prudký povrchový odtok. Tvorbu brázdiček může vyvolat již i méně vydatný déšť, rýhy se však začnou vymílat za přívalových dešťů nebo při často opakované erozi. Náchylné k tvorbě rýh jsou zejména půdy méně hutné a nesoudržné, dále půdy holé nebo chráněné nesouvislým porostem, jako jsou pole zoraná teprve na jaře apod. Rýhová eroze je na pohled patrnější než plošná, avšak i její účinek se zpočátku přehlíží, neboť upravováním půdního povrchu hospodářským nářadím, a zvláště pluhem, se rýhy snadno zahladí.

### 2.6.1.1.3 c) Vodní eroze výmolová

Eroze výmolová neboli stržová nastává, jestliže srážkový odtok, soustředěný ve větší a rychle tekoucí proudy, vymílá na svahových polohách hluboké brázdy, výmoly a strže. Obyčejně následuje po erozi rýhové jako další vývojový stupeň, zanedbá-li se včasné odstranění vznikajících rýh. V četných případech však eroze počíná ihned výmolovou formou. Příčinou toho mohou být přirozené územní průlehy v polích, do kterých se soustřeďují dešťové a sněhové vody, dále nevhodně založené svahové cesty a příkopy, po spádu vedené pozemkové hranice, nesprávně umístěné ochranné lesní pásy, vozové koleje, lesní smyky apod. Také brázdy, vytvořené orbou po svahu, a meze nevhodného směru způsobují výmolovou erozi (SCHNEIDER, 2002).

Podnětem ke vzniku výmolové eroze je soustředění dešťového odtoku, a to zejména ve zhlaví vznikajícího výmolového zářezu, v němž se vějířovitě sbíhají a spojují erozní brázdíčky. Soustředěný vodní proud pak postupně vymílá, vyrývá a prohlubuje dno výmolového zářezu ve směru územního sklonu a současně se zařezává a posunuje jeho záhlaví do svahu zpětným posunem proti proudu (tzv. zpětná neboli regresivní eroze).

Podle povahy erodované půdy a horninového podkladu i podle vývojového stupně eroze vznikají různé tvary výmolových zářezů. Zpočátku výmolové brázdy bývají hluboké nejvýše 1-2 m. Jejich další vývojovou formou jsou pak buď kratší a často pánovitě vytvořené výmoly (zmoly), nebo prodloužené strže (rokliny), jež mohou být značně hluboké a dlouhé i několik kilometrů.

Rovněž příčný profil výmolových zářezů je různý. V aluviálních hlínách nebo v mocných sprašových navátinách se tvoří průrvy s příkrými až svislými stěnami typického tvaru písmene "U". V tomto případě mluvíme o erozi tunelové. Jsou-li podomíční půdní vrstvy odolnější, a zejména je-li geologický podklad pevnější než svrchní vrstvy, vznikají výmoly a strže ve tvaru písmene "V" se svahy více či méně sklonitými. Zvláštním případem jsou zemní kulisy, které se vytvářejí v sybkých nebo málo pevných, drobných horninách působením svislé výmolové eroze. U nás takto vznikla známá pískovcová „skalní města“ u Prachova, Adršpachu, v Českém Švýcarsku aj.

Výmolvé zářezy, které již nelze zahladit obvyklým zpracováním půdy, poškozují velmi citelně kulturně používané půdy, neboť často ničí rozsáhlé plochy polí, pastvin a lesů a znemožňují také řádné obhospodařování okolních pozemků. Jsou rovněž škodlivé tím, že dešťová voda rychle stéká do jejich prostorů, aniž zavlažila půdu (CABLÍK, JÚVA 1963).

#### **2.6.1.1.4 Eroze bystřinná a říční**

Nejzřetelnějším stupněm erozního vymílání zemského povrchu je bystřinná eroze, která vzniká v horských polohách s příkrými svahy, jež jsou jen nedostatečně chráněny vegetačním krytem nebo jsou zcela holé. Tím dochází k rychlému soustředování a prudkému odtoku dešťových a sněhových vod, které pak silně erodují půdu a tvoří četné erozní brázdy, výmoly a strže.

Konečným výtvozem této činnosti jsou bystřiny, tj. poměrně krátké horské toky, zaříznuté ve dně hlubokých a úzkých strží, s velkým a nepravidelným podélným spádem (až 50% i více), kterými periodicky – zejména po prudších deštích a tání sněhu – odtékají velká množství vody. Vodní stavy bystřin vykazují proto velká a náhlá kolísání, při nichž se krátkodobé a téměř vždy neočekávané povodňové přívaly střídají až i s úplným vyschnutím koryta. Pouze bystřiny napájené věčným sněhem nebo ledovci mají celoroční průtok ustálenější.

Odtok velkých vod v bystřinách je vždy spojen se silným odnosem zemin a horninových zvětralin, tzv. drolin, které jsou přemísťovány z horských poloh do nížin, kde se ukládají jako nánosy v bystřinných neboli nánosových kuželích, nebo jsou odnášeny až do toku vyššího řádu. Druh a množství těchto bystřinných hmot se různí podle povahy bystřiny a podle půdy a horniny jejího sběrného území. Takzvané suťové bystřiny jsou zásobeny hmotami, jež vznikly zvětráváním a erozním odnosem ve sběrném území bystřiny. Naproti tomu bystřiny vymílavé odnášejí hmoty, vyerodované z bystřinného koryta jednak postupným vymíláním dna, jednak sesuvem podemletých břehů a strání. Zpravidla je však původ bystřinných drolin kombinovaný.

Rovněž způsob a stupeň nasycení odtékající vody erozními hmotami může být různý, obecně trojího typu:

1. odtékající vody je téměř čistá s malým podílem splavenin;



2. odtékající voda je zakalena s menším obsahem jemnozeme, hlavně však promíšena štěrkem a kamením;
3. odtékající vody je nepatrné množství, takže rozředí jen směs jemnozeme, kamenité drti a balvanů.

Bystřiny prvních dvou typů, jež jsou u nás obvyklé, vedou za povodní kalnou, jinak však téměř čistou vodu a tečou velmi rychle pro velký spád. Naproti tomu bystřinami třetího typu, tzv. štěrkovými nebo suťovými proudy, nazývanými v Evropě „mury“ a v Asii „sely“, občas protéká hlinitokamenitá směs prosycená vodou nadlehčující jednotlivé balvany, takže konzistence připomíná řídký beton.

Obdobou bystřinné eroze je u údolních toků (řek, potoků) eroze říční, zvaná též proudová. Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Je-li rozrušováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové. Dnová eroze je formou podélné eroze, prohlubující podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze, probíhající směrem kolmo na osu toku. Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin (SCHNEIDER, 2002).

Zvláštním případem proudové eroze je vlnobití, působené tím, že větrem rozvlněná vodní hladina řeky, rybníka, jezera nebo moře eroduje pobřeží.

#### **2.6.1.2 Eroze větrná (eolitická)**

Větrná eroze je působena mechanickou silou větru a záleží v rozrušování půdní hmoty a v odnosu (deflaci) uvolněných částic z původní polohy do polohy jiné, kde pak vznikají navátiny. Tato rušivá činnost větru je velmi škodlivá a nebezpečná, zejména v oblastech suchého klimatu a na výsušných půdách prašné struktury.

V zásadě se může větrná eroze vyskytovat po celý rok, nejškodlivější však bývá na jaře, které následuje po suché, sněhem chudé zimě. Z holých nebo vegetací málo pokrytých polí strhne silný vítr vyschlou ornici, jemný písek i hnojiva, přenáší je do značné vzdálenosti a ukládá v závětrí na sousedních polích, v územních propadlinách, v příkopech apod. Prst' bývá odvívána zvláště silně na stepních, původně zatravněných územích, jež byla později zorána a přeměněna na pole (CABLÍK, JÚVA, 1963).

PIVCOVÁ (2000) uvádí, že větrnou erozí je v Čechách ohroženo cca 23% orné půdy, na Moravě, zejména jihovýchodní, dokonce až 40% orné půdy. Vlivem působení větrné eroze dochází ke dvěma typům škod:

1. Škody a jevy viditelné, které je možno okamžitě popsat a vyhodnotit (odnos jemných půdních částic větrem, často spolu s hnojivy a osivy, následné ukládání těchto částic nejen na polích, ale často i na komunikacích, vodních tocích a obydlích a poškozování polních plodin zanášením a obrušováním).
2. Dlouhodobě trvající proces větrné eroze způsobuje také změny, které nejsou na první pohled patrné a jednoduše zjištělné. Vlivem větrné eroze dochází totiž ke kvalitativním změnám v půdě, které jsou způsobeny na jedné straně odnosem půdních částic a zeslabování orniční vrstvy, na druhé straně sedimentací těchto částic v závětrných polohách. Tím se také mění některé fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy.

Větrnou erozi ovlivňují zejména faktory meteorologické a půdní; které mohou být zesilovány či zeslabovány faktory dalšími, většinou ovlivňovanými činnostmi člověka, jako je drsnost půdního povrchu, půdní krusta, vegetační kryt půdy a délka nechráněného pozemku.

Z meteorologických faktorů jsou to především rychlost a směr větru, srážky a výpar. Rychlost větru, při které nastává proces větrné eroze nad přípustnou mez se nazývá kritická rychlost. Tato rychlost je různá pro různé druhy půd a pohybuje se od 3,3 do 22,0 m.s<sup>-1</sup>. Závisí též na vlhkosti půdy, která je ovlivněna množstvím a rozložením srážek na straně jedné a výparem na straně druhé.

Z půdních faktorů ovlivňující vznik větrné eroze je to především zrnitostní složení půdy, které je dáno procentickým zastoupením různých velikostních frakcí půdních částic. Podle velikosti dělíme půdní částice na skelet (> 2,0 mm) a jemnozem (< 2,0 mm). Odnosu větrem nejvíce podléhají částice půdy o velikosti 0,25 - 0,4 mm. Čím je vyšší obsah jílnatých částic (< 0,01 mm) v půdě, tím je vyšší odolnost těchto půd vůči erozi, neboť tyto částice se shlukují do agregátů, které odolávají náporu větru. Horní hranice erodovaných částic se udává 0,8 mm.

### 2.6.1.3 Eroze ledovcová (glaciální)

Ledovcovou erozi působí ledovce, které se posunují vlastní tíží z hor do údolí a přitom strhují a unášejí velká množství horninových zvětralin. Pohyb ledovců je v mnohém podobný pohybu tekoucí vody, avšak mnohonásobně pomalejší, podle měření na alpských ledovcích obecně 5 – 110 m za rok, za vteřinu nejvýše asi 0,003 mm. Rychlost tohoto pohybu se mění hlavně podle sklonu podloží, také však podle ročních období a let. Je největší uprostřed a při povrchu ledovcového koryta, kdežto při dně a okrajích klesá pro velké tření na skalnatém povrchu.

Stejně jako toky má i každý ledovec svou sběrnou oblast (povodí) a lze v něm rozeznat také klikatou proudnici, jež sleduje křivku koryta. Dosáhne-li ledovec nižších a teplejších poloh, roztaje a zásobuje vodou bystřiny.

Erozní schopnost ledovců je značná – podle odborných názorů 2,5 až 10krát větší než u eroze říční – a projevuje se různými způsoby. Ledovce především vybrušují a ohlazují skalní podloží, přičemž je drtí a mělní a také rýhují valouny, zamrzlými v ledu. Tím vzniká velmi mnoho jemného písku a bahna, což pak zvyšuje vybrušovací účinek ledovce. Kromě této mělníčí činnosti ledovce erozně působí vymílavě na méně odolné partie hornin.

Celkové činnosti ledovců, která závisí na spádu terénu a rychlosti ledovcového pohybu, na klimatu, tloušťce ledovce i váze jeho celkové hmoty, napomáhá také mráz, který fyzikálně rozrušuje skály na ledovcovém okraji, kde teplota často kolísá kolem bodu mrazu. Touto tzv. tříštivou erozí vznikají v ledovcovém podkladu vždy nové nerovnosti a vyvýšeniny, jež jsou při silnějším pohybu ledovce opět postiženy a zbroušeny. Takto postup ledovcové eroze působí do hloubky. Vytvořenou suť dopravuje ledovec do nižších poloh a tvoří jejich ukládáním nánosy, zvané morény.

Ledovcová eroze se v současné době omezuje na velehorské polohy nad sněžnou hranicí, a je proto jevem u nás bezvýznamným a dnes se prakticky nevyskytujícím. Jejimi zřetelnými stopami z dob čtvrtohorního zalednění jsou však místní morénové sedimenty, např. v Krkonoších, a bludné (eratické) balvany, které byly ledovci sneseny z hor (CABLÍK, JŮVA, 1963).

## 2.6.2 Faktory ovlivňující erozi

Mechanismus erozních procesů se řídí působením a vzájemnou interakcí faktorů, které je vyvolávají a ovlivňují. Za nejvýznamnější se považují tyto faktory:

1. klimatický a hydrologický
2. morfologický
3. geologický a půdní
4. vegetační
5. hospodářsko-technický
6. sociálně-ekonomický

### **Faktor klimatický a hydrologický**

Největší vliv na půdní povrch mají přivalové srážky, jejichž střední doba trvání je podle CABLÍKA a JÚVY (1963) 15 až 20, výjimečně déle než 30 minut a horní hranice velikosti kapek je 5 mm. Vyskytují se převážně v letních měsících, kdy je velká část půdy po sklizni bez vegetace, a tudíž k erozi velmi citlivá. Velký význam pro erozní proces má kinetická energie vodní kapky, která má za následek rozbití půdních agregátů a uvolnění půdních částic. Ty jsou pak rozplavovány a unášeny vlivem kinetické energie odtoku.

SINGER a WALKER (1983) se zbývali erozním působením dopadajících dešťových kapek a plošného odtoku. Podle jejich pozorování měl samotný déšť jen malý podíl na transportu půdy. K největšímu transportu docházelo, probíhal-li déšť současně s plošnou zátopou, kdy dešťové kapky dopadaly s vysokou energií přes tenkou vrstvu odtékající vody.

Povrchový odtok se projeví tehdy, když intenzita deště překročí vsakovací schopnost půdy, což je v momentě, kdy infiltrující voda zaplní půdní póry. Pro stanovení odtoku se používá součinitel odtoku, který vyjadřuje poměr celkové vydatnosti deště a odtokového množství srážkové vody. V úvahu musíme brát ještě základní činitele působící na odtok, mezi něž náleží sklonitost, vlastnosti půdy a vegetační kryt.

Větrná eroze je rovněž vyvolána kinetickou energií, která uvádí do pohyb půdní částice a chemické látky na ně vázané. Částice do 0,1 mm se pohybují jako suspenze; působením turbulence větru jsou rozptýleny ve vzduchu a přenášeny na velké vzdálenosti. Částice od 0,05 do 0,5 mm se pohybují skokem; jsou dostatečně lehké, aby se zdvihly, ale příliš těžké, aby se dostaly do suspenze. Sunutím se pohybují částice o průměru 0,5 až 2,0 mm (Pasák 1970).

Možnost pohybu zrn závisí hlavně na rychlosti větru, jeho směru, délce trvání a četnosti. Vliv mají také srážky, jejichž působením se vyplavují z půdy jemné stmelující částice, které po oschnutí spojují jednotlivé strukturální jednotky a vzniklé hroudy se tak stávají vůči větru odolnější. Částice působící cementaci hrud jsou tvořeny slínem, jílem a dalšími jemnými materiály organického či anorganického původu (HOLÝ 1978).

### **Faktor morfologický**

Morfologický faktor je charakterizován především sklonem a délkou svahu, jeho tvarem a expozicí (HOLÝ, 1978).

Sklon je jedním z rozhodujících erozních činitelů. Jeho vliv může být jinými činiteli zeslaben (půdními vlastnostmi, vegetačním krytem apod.), ale nikdy úplně odstraněn. Podle průběhů erozních procesů byl stanoven kritický sklon svahu, což je sklon, při kterém se mění plošný povrchový odtok v soustředěný a plošná eroze přechází ve výmollovou.

Kolektiv dospěl k závěrům, že orná půda se sklonem do 7° je považována za neohroženou nebo jen slabě ohroženou, od 4° do 10° za mírně ohroženou, od 8° do 15° za středně ohroženou a od 12° do 17° za silně ohroženou (HOLÝ, 1978). Stejně jako roste intenzita eroze se zvětšujícím se sklonem, roste i s větší délkou svahu. Vzájemné působení délky a sklonu svahu vedlo při návrzích protierozních úprav k určení maximální přípustné délky svahu, což je hranice, kdy se opět mění plošný odtok v soustředěný (CABLÍK, JÚVA, 1963).

Délka svahu je významným činitelem i u větrné eroze, přičemž musíme přihlížet i k tvaru terénu. Pohyb větru nad plochou bez překážek je laminární, to znamená ve vrstvách nad sebou. Vrstva nejbližší zemi se nazývá mezní vrstvou. Vložíme-li do této

vrstvy proudnicový předmět – oblý kopec, vrstva ho kopíruje. Vložíme-li nárazníkový předmět – kopec se strmým svahem v závětrří nebo návětrří, mezní vrstva se rozdělí, vzroste rozdíl tlaků mezi sousedními vrstvami a bezprostředně v závětrří se vytvoří turbulence. V obou případech na vrcholu kopce vzroste oproti rovině rychlost větru asi o 20%. Obojí může být příčinou většího odnosu půdy. (FORMAN, GORDON; 1993)

PASÁK (1970) zjistil, jde-li o zvlnění mikroreliefu v rovinném území, jako jsou např. brázdy po orbě, je toto území méně náchylné k erozi než hladký povrch.

### **Faktor geologický a půdní**

Geologické poměry území a vlastnosti půdy mají vliv na odolnost vůči erozi, a tím i na intenzitu erozních procesů. Projevují se přímo (např. vystupuje-li snadno zvětrávající hornina těsně k povrchu půdy, má eroze rychlejší průběh), jednak nepřímo (vliv geologického podkladu se projevuje na vlastnostech půdotvorného substrátu, který podmiňuje vlastnosti půd), jak uvádí kolektiv (Vědeckotechnický rozvoj v zemědělství, 1986).

HOLÝ (1978) dokazuje na příkladu vědecké práce V. Kozlíka, že poměrně příznivé podmínky pro tvorbu půd vzhledem k protierozní odolnosti jsou v územích vápencových a dolomitických, méně odolné v oblastech vyvřelin (hlavně starších) a nejméně příznivé podmínky jsou na různých sedimentech (hlavně písčítých, hlinitých, jílovitých a křídových slínech).

Půdní poměry, které jsou souhrnem jednotlivých vlastností půdy, se projevují působením na velikost a časový průběh infiltrace srážkové vody do půdy a působením na odolnost půdy proti destruktivním účinkům dešťových kapek, povrchově stékající vody a působení větru (HOLÝ, 1978).

Při posuzování půdní odolnosti proti erozi musíme přihlížet především k druhu půdy, určovanému mechanickou skladbou neboli zrnitostí (texturou). Obecně můžeme říci, že hrubě zrnité písčité a hlinitopísčité zeminy jsou dosti odolné vůči erozi, neboť při vyšší propustnosti snižují velikost erozně působivého povrchového odtoku a svou hrubozrnností také čelí vodnímu splachu a větrnému odvívání. Rovněž dobrou erozní

odolností se vyznačují soudržné a koloidy bohaté vazné jíly a mírně vlhké jílovité zeminy.

CABLÍK a JÚVA (1963) dále říkají, že nejenom zrnitostním složením zeminy můžeme určit míru jejího ohrožení erozí, ale důležité pro posouzení náchylnosti půd k erozi je také zjistit střídání vrstev různé zrnitosti. Například písčité vrstvy, uložené nad těžko propustnými vrstvami jílovitými, se poměrně rychle prosytí vodou, která však nemůže přes nepropustnou vrstvu dále pronikat a pak se svrchní vrstva snadno stává předmětem eroze. Obdobný případ také nastává u hnědozemí nebo podzolů, u nichž kypřejší a pórovitý svrchní A-horizont leží na stmelenějším a ulehlém B-horizontu. Erozní účinnost vody zde často končí spláchnutím celé rozbředlé svrchní vrstvy půdy.

Neméně důležitým faktorem než zrnitost je podle CABLÍKA a JÚVY (1963) půdní struktura (sloh), tj. stav půdní agregace neboli shlukování zemitéch částic. Jelikož půdy s dobře vyvinutou drobtovitou strukturou dovolují snazší vsakování dešťové vody a hlubší zakořeňování rostlin, což působí odolněji proti erozi. Na druhou stranu velmi nepříznivou je prašná struktura, které půdy nabývají hlavně při holomrazech nebo v létě po dlouhém suchu, ale také vlivem přílišného mechanického zpracování půdy (hlavně vláčení). Suchá a prašná půda se stává větrem pohyblivou a snadno vznikají větrné bouře, které nejen zbavují půdu prsti, ale také ohrožují okolní pozemky navátinami.

O větší či menší náchylnosti půdy k erozi rozhoduje také půdní typ, jak byl vytvořen půdotvornými činiteli. Černozemě vzniklé v sušších krajích, dobře zásobené humusem a s drobtovitou strukturou nepodporují erozi. Přesto jí však podléhají, jsou-li na svahu nebo dočasně zbaveny vegetačního krytu. Hnědozemě značně usnadňují erozní činnost vody, nastane-li přesycení svrchní vrstvy vodou nebo po rozbřednutí nesoudržné zeminy v podloží.

### **Faktor vegetační**

Protierozní funkce vegetace spočívá v ochraně půdního povrchu před přímým dopadem dešťových kapek, v zastínění povrchu půdy, v udržení půdy v příznivějším vlhkostním a mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem. Ochranný vliv vegetace je tím větší, čím je porost hustší a čím déle během roku trvá (PASÁK, 1983).

Ochrana půdního povrchu před přímým dopadem dešťových kapek spočívá v jejich zachycení nadzemními částmi vegetace. Dochází k utlumení kinetické energie vodních kapek, která dosahuje značných hodnot zejména u přívalových dešťů, tím se zmenšuje nebezpečí rozrušování půdních agregátů (HOLÝ, 1978). Vegetace také zlepšuje vsakování vody do půdy, a tím zmenšuje množství, rychlost a účinnost povrchově stékající vody. Mimo jiné také mírní vítr a chrání půdu před odvíváním, a tím, že ji zastíňuje také před intenzivním vysoušením. V neposlední řadě obohacuje půdu odumřelými rostlinnými zbytky o humus, čímž zlepšuje strukturu, vláhový režim i protierozní odolnost půdy (CABLÍK, JÚVA, 1963).

Uspořádání kultur podle erozní ohroženosti ve vzestupné řadě (HOLÝ, 1978):

2.6.1.1 Les

2.6.1.2 Travní porost

a) trvalý

b) dočasný

2.6.1.3 Obiloviny

2.6.1.4 Okopaniny

### **Faktor hospodářsko-technický**

Hospodářsko-technické poměry záleží především na způsobu užívání a obhospodařování půdy, na volbě a polohovém rozmístění kultur, na jejichž zařazení do vhodného osevního postupu a na provedení různých technických zásahů; jsou důležitým činitelem, který může v kladném i záporném smyslu ovlivnit intenzitu erozních procesů. Eroze má největší intenzitu na půdách na nichž byl rozrušen původní porost, tedy hlavně na zemědělských půdách zbavených porostu z různých důvodů. Každý zásah do přirozeného vegetačního krytu půdního povrchu je nutno posuzovat z hlediska možných důsledků (HOLÝ, 1978).

CABLÍK, JÚVA (1963) uvádějí, že při užívání zemědělské půdy rozhoduje o účincích eroze již pouhé polohové a tvarové umístění pozemků, zejména na svazích. Pozemky umístěné délkovým rozměrem po svahu a v tomto směru také obhospodařované (hlavně orba) jsou několikanásobně více postižené vodní erozí neboť po spádu vedené brázdy a řádky soustřeďují a zrychlují srážkový odtok..



### **Faktor sociálně ekonomický**

Způsob využití přírodních zdrojů je určen stupněm rozvoje a uspořádáním společnosti; nejefektivnější využití vyžaduje, aby se veškeré zásahy do přírody prováděly v souladu s potřebou společnosti a s hlubokou znalostí přírodních zákonů. V příznivých sociálně ekonomických podmínkách s vysokou vzdělaností společnosti lze úspěšně řešit společenské vztahy k základním přírodním zdrojům – vodě a půdě, lze řídit organizaci půdního fondu a zemědělskou politiku i plánování a realizaci investiční výstavby tak, aby změny přinesly minimum nepříznivých důsledků, projevujících se ve zhoršení podmínek rozvoje společnosti ve vztahu k půdě a vodě, v rozšíření eroze a znečištění vodních zdrojů (HOLÝ, 1978).

## 3 Charakteristika zkoumaného území

### 3.1 Popis území

Povodí Jenín se nachází v podhůří Jihočeské části Šumavy v Jihočeském kraji ve jihovýchodní části bývalého okresu Český Krumlov. Sledované povodí se nachází západně od obce Jenín v katastrálním území Vyšší Brod v nadmořské výšce 655 až 820 m.

Toto území si k pozorování vybral pražský VÚMOP začátkem 80. let. Dříve tvořily toto území dvě zemědělsky využívané plochy, které byly zpravidla zatravněny. VÚMOP zde začal sledovat jakost a průtoky vody a to na dvou případech- Jenín I a Jenín II. Pozorování zde skončila roku 1990, ale v roce 2004 bylo obnoveno a garantem výzkumného programu se stala Zemědělská fakulta Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích.

Jenín I. – nachází se u obce Jenín, rozloha území je 0,545 km<sup>2</sup>, procento zalesnění je 13,2%. Je zde provedeno odvodnění sporadickou drenáží, které je realizováno v rozsahu 0,396 km<sup>2</sup>.

Jenín II. – nachází se u obce Jenín, rozloha území je 0,501 km<sup>2</sup>, procento zalesnění je 12,1%. Je zde provedeno odvodnění systematickou drenáží, která je realizováno v rozsahu 0,354 km<sup>2</sup>.

Tyto mikropovodí jsou v uzávěru osazena měrnými přepady a jsou zde měřeny průtoky. Z hlediska eroze jsou podrobněji prozkoumána a jednotlivé odtokové dráhy byly lokalizovány z mapy a zpřesněny geodetickým měřením.

#### **Geologické a biogeografické poměry**

Z hlediska geomorfologického členění území ČR (DEMEK, 1987) náleží řešené území do:

- \* provincie: **Česká vysočina**
- \* subprovincie: **I Šumavská soustava**
- \* oblast: **IB Šumavská hornatina**
- \* celek: **IB-2 Šumavské podhůří**

### **Půdní poměry**

Z pedologického hlediska lze lokalitu charakterizovat půdami HPa, Hpa(g), Hpag, HPG, OG, GL. Mateční horninou jsou svory až svorové ruly, z nichž zvětráním vznikly půdní druhy s vysokým obsahem slídy. Takto vzniklé půdy vykazují v podsvahových partiích a depresích velmi nízkou propustnost a náchylnost k degradaci propustnosti vlivem vyšší filtrační zátěže. Průměrnou propustnost, charakterizovanou součinitelem filtrace na zemědělsky obhospodařované ploše je možné uvést v rozmezí  $k_f$  0,1 – 0,5 m . d<sup>-1</sup>. Tato hodnota je obdobná na obou sledovaných povodích a byla stanovena před odvodňovacím zásahem.

### **Hydrologické poměry**

Většina území Jihočeského kraje, do něhož spadá i povodí Jenín, hydrologicky náleží do povodí Vltavy, příslušnost k toku prvního řádu Labe. Jako povodí V. řádu Jenínský potok spadá pod toku IV. Řádu Rybnický potok dílčího povodí č. 1-06-01-138, příslušné toku III. řádu Vltava po Malši.

Podle fyzicko geografické regionalizace ČSR je sledované povodí charakterizováno kódem IV-B-3-d, což značí, že se jedná o povodí dosti vodné, v kategorii 6-10l/s/km<sup>2</sup> specifického odtoku, s nejvodnějším měsícem březnem, s retenční schopností dobrou, s koeficientem odtoku dosti vysokým a stupněm rozkolísanosti odtoku středním.

Převážná část vodoteče je neupravená, vede údolím, které je většinou doprovázeno stromovou a keřovou zelení. Tato niva se většinou nesklízí, vzhledem k zamokřenosti půdy. Travní porost tvoří většinou mokřadní byliny a dřeviny

*Tab. 1: Fyzicko – geografické charakteristiky*

Název toku	Jenínský potok
Délka toku	2250 m
Plocha povodí	4,65 km <sup>2</sup>
Výšková poloha prameniště	691 m.n.m
Výšková poloha ústí	637 m.n.m.
Spád	23,8 ‰
Délka údolí	410 m
Zalesněnost	10 %
Absolutní spád povodí	233,3 m
Sklon údolnice	4,17 ‰
Prům. sklon povodí	10,8 ‰
Střední šířka toku	1130 m
Typ povodí	vějířovité
Sklon toku	2,4 ‰
Odvodnění	0,75 km <sup>2</sup>

Charakteristika toku a jeho okolí - pro celý Jenínský potok:

- × Km 1,000 – 1,500: úzké koryto, hluboké zaříznuté v terénu s bohatou břehovou zelení, olše, bříza. Dno je kamenité s balvany.
- × Km 1,500 – 2,000: údolí v intravilánu bývalé obce Jenín.
- × Km 2,000 – 2,850: niva široká cca 100m, nesklížená s bohatou zelení se soustavou

rybníků a význačným mokřadním porostem. V km 2,400 malý rybník má charakter mokřadu. Je zde zastoupena především skřípina a lesknice rákosovitá. V km 2,700 pravostranný přítok, zatrubněná vodoteč je zakončena melioračním odpadem končícím v rybníku s provizorně upravenou zemní hrází. Bezpečnostní přeliv je bez brlení, jen korýtko 30 x 30 cm. Voda v rybníku je silně eutrofizovaná. V km 2,800 je též rybník.

- \* Km 2,850 – 3,200: je zde krytý kanál v rolích – poničené pastvou skotu.  
Pozemek  
je erozně ohrožený – nacházíme zde erozní rýhy.

### **Pedologické poměry**

Území Českokrumlovského okresu se z pedologického hlediska řadí do regionů horských podzolů a podzolů kambizemních, do regionu kambizemí silně kyselých. Kambiem bystrická, která je velmi kyselá, leží na svahovinách svorů, fylitů, rul, granulitů. (ALBRECHT, 2003)

Na zkoumaném území jsou převážně zastoupeny v nejvíce litické kambisolý s různým stupněm svažitosti a skeletovitosti. Vzájemně zastoupeny jsou zde i půdy hydromorfní jako pseudogleje a oglejené kambizemě. Mateční horninou jsou svory až ruly, zvětráním vznikly půdy s vysokým obsahem slídy. Takto vzniklé půdy se vyznačují velmi nízkou propustností a náchylností k degradaci propustnosti vlivem vyšší filtrační zátěže.

Ve zkoumaném území se vyskytují tyto půdní typy:

- \* hnědá půda kyselá (HPa)
- \* hnědá půda glejová (HPG)
- \* hnědá půda kyselá slabě oglejená (HPag)
- \* oglejená půda (OG)
- \* glejová půda (GL)

Nejvíce je zastoupena hnědá půda kyselá (BPEJ 8.34.24, 8.34.21, 8.37.16) a dále půdy hydromorfní (BPEJ 8.75.41, 8.73.11)

### **Klimatické charakteristiky**

Jenín se nachází v klimatické oblasti charakterizované jako mírná oblast – teplá. Tato oblast je velmi vlhká. Okrsek velmi vlhký, mírně teplý, vrchovinový, s průměrnou

nadmořskou výškou 650 m.n.m., s průměrným ročním úhrnem srážek 715 mm a s průměrnou roční teplotou 6.7 °C. Dle klimatologické rajonizace patří povodí do klimatické oblasti MT3, jejíž charakteristiky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Průměrná roční doba trvání slunečního svitu na většině území Jihočeského kraje je 1550 hodin a je plošně dosti vyrovnaná. Ve volné atmosféře převládá nad územím západní až jihozápadní proudění, v přízemní vrstvě atmosféry jsou však směr i rychlost větru ovlivněny orografií. Průměrná roční rychlost větru se pohybuje 3 až 4 m/s. U nejsilnějších vichřic překračují krátkodobé nárazy větru výjimečně i 40 m/s. (ALBRECHT, 2003)

**Tab2.: Charakteristika klimatické oblasti MT3**

<b>Počet letních dnů</b>	<b>20-30</b>
<b>Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více</b>	<b>120-140</b>
<b>Počet mrazových dnů</b>	<b>130-160</b>
<b>Počet ledových dnů</b>	<b>40-50</b>
<b>Průměrná teplota v lednu</b>	<b>-3 až -4 °C</b>
<b>Průměrná teplota v dubnu</b>	<b>6 - 7 °C</b>
<b>Průměrná teplota v červenci</b>	<b>16 - 17 °C</b>
<b>Průměrná teplota v říjnu</b>	<b>6 - 7 °C</b>
<b>Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více</b>	<b>110 - 120</b>
<b>Srážkový úhrn v zimním období</b>	<b>250 - 300 mm</b>
<b>Srážkový úhrn ve vegetačním období</b>	<b>350 - 450 mm</b>
<b>Počet dnů se sněhovou pokrývkou</b>	<b>60 - 100</b>
<b>Počet dnů zamračených</b>	<b>120 - 150</b>
<b>Počet dnů jasných</b>	<b>40 - 50</b>

### **Zemědělství**

Před rokem 1989 byl hospodařícím subjektem v území podnik Státní statky Šumava. Společnost se díky své pozici v bramborářské podhorské oblasti zaměřovala na

produkcí obilovin – zejména jarního ječmene, zelené píce a lnu. Živočišná výroba byla zaměřena na chov skotu s produkcí mléka.

Dnes je v povodí jediným hospodařícím subjektem společnost ZEMAV Rybník s.r.o., se sídlem v Dolním Dvořišti.

V povodí se nachází ještě stádo několika kusů koní a krav, které nejsou ve vlastnictví společnosti ZEMAV Rybník s.r.o., ale ve vlastnictví soukromé osoby.

#### **Pastvina na levé straně silnice**

Přibližná rozloha pastvy : 120 ha + 23 ha

Počet krav : 180 krav

136 telat

#### **Pastvina na pravé straně silnice**

Přibližná rozloha pastvy : 106 ha

Počet krav : 196 krav

62 telat

Plemena : masná plemena skotu

85 % Aberdeen Angus

10 % Masný simentál

5% Charolais

Způsob pastvy : Stáda jsou na pastvinách přibližně od 1.5 do 1.11. , přes zimu ustájená.

Prakticky celé období pastvy je stádo na jedné pastvině, maximálně se pastvina příčně přehradí a zamezí se tak vstup do jednotlivých částí, podle potřeby.

Přírůstky : Přírůstky se nesledují, jenom se eviduje hmotnost telat po narození.

Obměna stáda : Obměna stáda je pouze z vlastních zdrojů. Na konci pastevního období se veškerý skot veterinárně prohlédne; stádo se rozdělí – nechají se zdravé a silné kusy, slabší se zapojí do ozdravného stáda, část na porážku; doplní se mladé kusy do stáda.

Struktura stáda : Na pastvinách jsou pouze krávy a telata. Býci jsou ke stádu připojeni jen po potřebnou dobu, jinak jsou ustájeni zvlášť.

Sečení pastvin : Pastviny se většinou nesečou. Pouze v případě, že jsou na pastvině výrazné nedopasky, nebo v případě brzkého nástupu jara se seče.

Hnojení pastvin, obnova pastvin, obnova drnu, použití chemie : Pastviny se nehnojí, ani se nepoužívá žádná chemie, nedosévá se, k obnově drnu dochází pouze vláčením.

Situace by se měla výhledově změnit – plánuje se používání hnojení, chemie a intenzivnější obnovy pastvin.

Dříve vzhledem k zornění dnešních pastvin se v povodí vyskytovaly polní hnojiště i skládky minerálních hnojiv – neví se přesně kde. Větším problémem jsou pozůstatky po zařízeních pro chov drůbeže, skotu a prasat přímo v obci Jenín – měly by tam být staré silážní žlaby a jímky.

### **Územní systém ekologické stability**

Návrh systému ekologické stability v řešeném území představuje doplnění regionálního systému ekologické stability prvky ze zjištěné kostry ekologické stability, přičemž za ekologicky významné segmenty krajiny (biocentra, biokoridory, interakční prvky) byly vybrány především ekologicky nejstabilnější části krajiny doplněné o vhodně prostorově navržené prvky k zajištění funkčnosti systému.

Ze zjištěné kostry ekologické stability byla v území vymezena 2 biocentra, 2 biokoridory a 9 interakčních prvků.



## 4 Cíl a metodika diplomové práce

Cíle této diplomové práce je posoudit a vyhodnotit přívalové deště s erozními dopady naměřené pro modelové povodí Jenín v roce 2008.

Jedním z úkolů je provést průzkum povodí z hlediska pedologického, hydrogeologického a klimatologického.

Dalším úkolem je vyhodnotit srážkové úhrny pro meteorologické stanice ve Vyším Brodu a Dolním Dvořišti.

Důležitou částí je vyhodnotit srážky, které mohou mít za následek erozní činnost pro povodí, propočítat jejich erozní účinnost a podle platné metodiky stanovit R faktor.

Dále je požadováno posoudit ovlivnění průtoků ve vodoteči vlivem přívalových dešťů.

Lokalita Jenínského potoka je výzkumná lokalita už přes 25 let, kdy na plochách, které byly zemědělsky využívány, byla provedena hydromeliorace. Postupem času byla celá lokalita využívána jako výzkumná plocha nejdříve pro VÚMOP Praha a od roku 2000 pro Zemědělskou fakultu Jihočeské univerzity.

To je také důvod, proč byla vybrána tato lokalita. Je to vhodné místo pro řešení posouzení erozní činnosti a zhodnocení srážkových dopadů.

Průtok vody se měří na uzávěru obou mikropovodí. Na Thomsonův přepad byly nainstalovány kontinuální ultrazvukové měřiče od výrobce Fiedler – Mágl. Ty jsou opatřeny GSM moduly, které odesílají změřené hodnoty denně na internet.

Srážky a teploty vzduchu jsou měřeny na stanici ČHMU ve Vyším Brodě a Dolním Dvořišti.

Teplota drénové vody je měřena v šachticích na mikropovodí Jenín 2 elektroodporovým teploměrem. Předpokládám, že teplota drénové vody v povodí Jenín 1 se nebude výrazně lišit, teploty drénové vody z Jenína 2 jsem proto použil k vyhodnocení obou zkoumaných mikropovodí.

Výsledky vzešly z průběžných měření a z porovnání takto získaných dat. U porovnání srážek a průtoků bylo zvoleno 6 zkoumaných období hydrologického roku 2008.

V průběhu práce došlo ke změnám v metodickém zpracování R faktoru a do současné doby není přesně stanoveno, jaká metodika bude užívána pro výpočet této charakteristiky. Proto na základě rozhodnutí vedoucího práce byla koncepce DP směřována na vyhodnocení průtoků a jejich kolísání. Toto odpovídá i řešeným výzkumným úkolům katedry.

## 5 Výsledky

Pro hodnocení srážek a průtoků byla vyhodnocena data pro hydrologický rok 2008, tzn. data z období od 1.11. 2007 do 31.10.2008. Data byla získána z meteorologické stanice Vyšší Brod a z měřičů Fiedler – Mágl na každém z povodí Jenín.

### 5.1 Vyhodnocení srážek na povodí Jenín

Srážkové úhrny byly měřeny Českým hydrometeorologickým úřadem ve Vyšším brodě. Hodnocen byl hydrologický rok 2008, tj. období od 1.11 2007 do 31. 10. 2008.

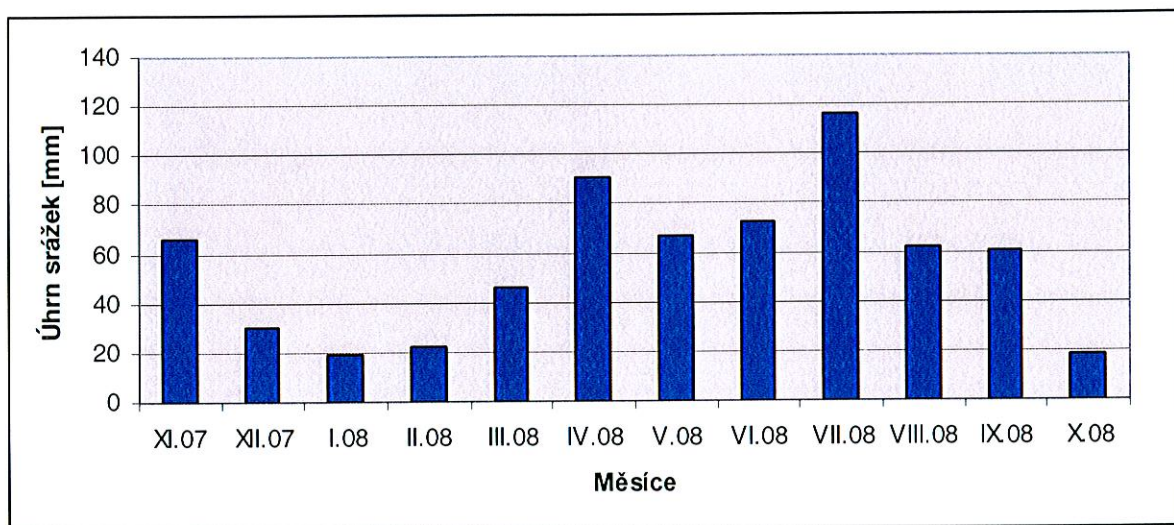
*Tab.3 Srážkové úhrny ze srážkoměrné stanice Vyšší Brod za hydrologický rok 2008*

VYŠŠÍ BROD												
	2007		2008									
MĚSÍC	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SRÁŽK Y [mm]	65, 8	29, 9	18, 7	22, 6	46, 4	90, 9	67, 1	72, 2	116, 5	61,7 I	60, 4	18, 1

Největší měsíční úhrn v hydrologickém roce 2008 byl v červenci, kdy spadlo 116,5 mm. Nejdeštivějším dnem v roce byl 7. červenec, kdy spadlo 33.1 mm srážek. Nejsušším měsícem byl říjen, kdy spadlo 18.1 mm srážek.

Zimní období hydrologického roku 2008 bylo poměrně suché, srážky se v tomto období pohybují do 30mm za měsíc. V jarním období srážek výrazně přibývá, v dubnu spadne 90,9 mm srážek, v květnu o něco méně. Letní období je na srážky v porovnání se zbytkem roku poměrně vydatné. Celý rok je v porovnání s dlouhodobým normálem srážek pro Jihočeský kraj deštivější.

*Graf 1: Úhrn srážek na povodí Jenínského potoka za hydrologický rok 2008*



*Tab. 4 Porovnání dlouhodobého normálu srážek se srážkami hydrologického roku 2008*

Měsíc	dlouhodobý normál [mm] 1961-90 pro Jihočeský Kraj	srážky [mm] v hydrologickém roce 2008
XI.	43	65,8
XII.	39	29,9
I.	34	18,7
II.	33	22,6
III.	39	46,4
IV.	49	90,9
V.	75	67,1
VI.	94	72,2
VII.	83	116,5
VIII.	82	61,7
IX.	51	60,4
X.	37	18,1
<b>Σ rok</b>	<b>659</b>	<b>670.3</b>

## 5.2 Porovnání průtoků na mikropovodí Jenín 1 a Jenín 2

Na obou uzávěrech mikropovodí jsou nainstalovány ultrazvukové měřiče průtoků. Obě čidla jsou znázorněna v příloze na obrázcích.

V následujících tabulkách jsou znázorněny vývoje průtoků v jednotlivých měsících sledovaného hydrologického roku a hodnoty maximálních, minimálních a průměrných průtoků.

*Tab. 5 Hodnoty maximálních, minimálních a průměrných průtoků na mikropovodí Jenín 1 a Jenín 2*

		JENÍN I.		JENÍN II.	
<b>MAXIMÁLNÍ PRŮTOK</b> [l/s]		<b>20,0</b>	1.3.2008	<b>18,2</b>	1.3.2008
<b>MINIMÁLNÍ PRŮTOK</b> [l/s]		<b>1,6</b>	24.10.2008	<b>1,0</b>	24.10.2008
<b>PRŮMĚRNÝ PRŮTOK</b> [l/s]		<b>4,95</b>		<b>3,8</b>	

*Tab. 6 Hodnota průměrných měsíčních průtoků na mikropovodí Jenín 1 a Jenín 2*

PRŮMĚRNÝ DENNÍ PRŮTOK												
	2007		2008									
MĚSÍC	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
JENÍN I. [l/s]	4,9	7,0	4,7	4,2	5,8	5,9	3,7	3,2	4,0	3,3	2,7	1,9
JENÍN II. [l/s]	4,1	5,0	3,4	3,2	4,9	5,7	3,2	2,4	2,4	1,8	1,5	1,3

Z tabulky č.6 je vidět, že hodnoty průtoků v mikropovodí Jenín 1 a Jenín 2 jsou velmi podobné. Mikropovodí Jenín 1 je přeci jen o něco větší, proto průtoky

v mikropovodí Jenín 1 jsou o něco vyšší než v mikropovodí Jenín 2. Na obou povodích jsou hodnoty minima i maxima průtoků ve stejný den a to 24.10. respektive 1.3.

Koncem dubna je v povodí dobře vidět, jak se společně s vyššími teplotami projevuje odpar vody povrchu, navíc začíná vyšší spotřeba spadlé vody rostlinami. Rostliny navíc napomáhají dalšímu druhu odparu – evaporaci.

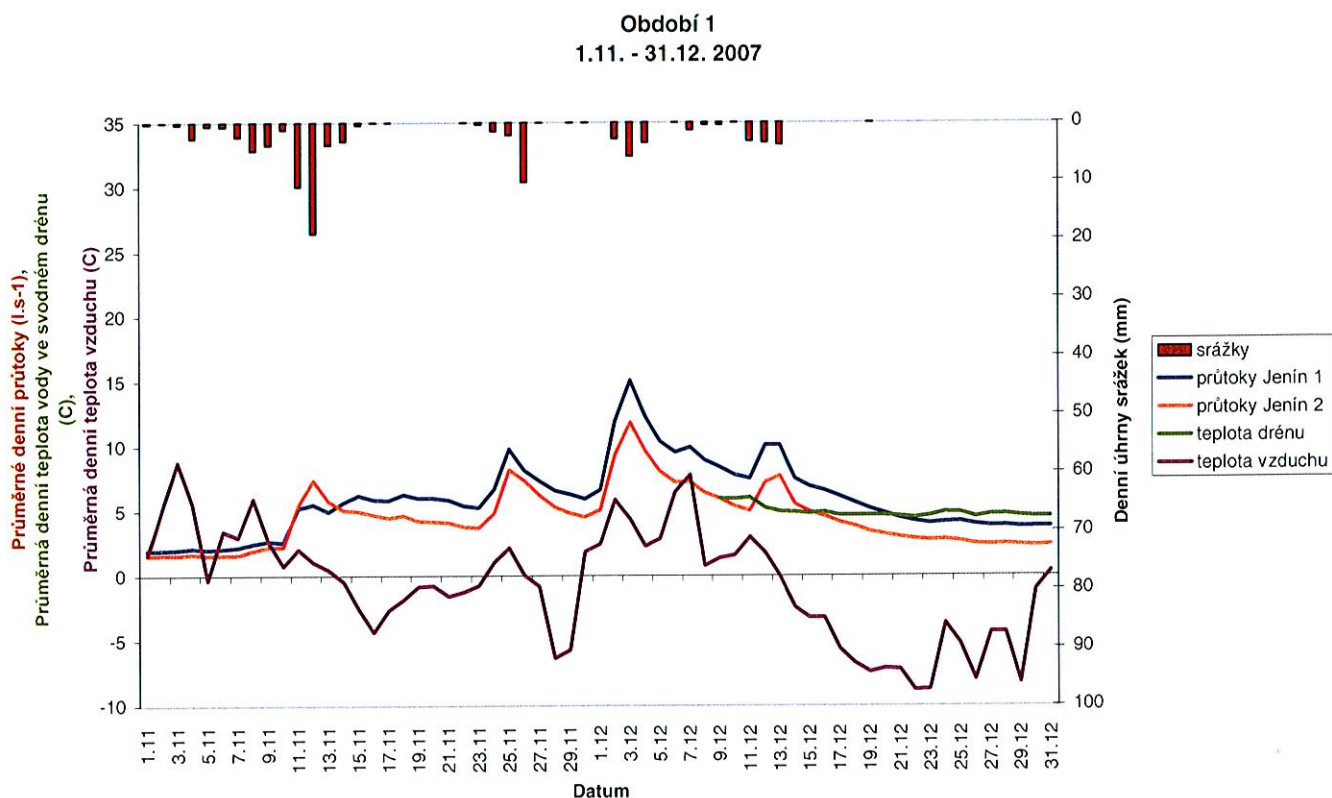
### **5.3 Vyhodnocení srážkových úhrnů v lokalitě Jenín**

K vyhodnocení srážkových úhrnů v lokalitě Jenín bylo použito data pro hydrologický rok 2008. Pro vyhodnocení tohoto období byly použity tyto informace: průměrný denní průtok (l/s), průměrné denní srážky (mm), teplota drénové vody (°C) a teplota vzduchu (°C).

Pro lepší možnost vyhodnocení byl hydrologický rok 2008 rozdělen do šesti období, na kterých je vysvětleno, jakým způsobem ovlivňují srážky a teplota vzduchu průtoky na sledovaných mikropovodích.

### 5.3.1 Období 1 ( 1. 11. 2007 – 31. 12. 2007)

*Graf 2: Vyhodnocení srážek, teplot a průtoků na modelovém povodí Jenín v 1. období*



V polovině listopadu dva dny po sobě výraznější srážky – 11 respektive 19 mm. Tyto srážky byly v období kladných teplot a je předpoklad jejich plného projevení na průtocích v uzávěru řešených povodí. Je předpoklad i nasycení půdního profilu z předcházejícího období, kdy v několika dnech byly srážky cca 3 – 5 mm, toto se projevilo na průtocích. Zvýšený průtok je patrný i v dalších sušších dnech., celkové nasycení půdního profilu vodou je zřejmé z pomalu poklesávající povodňové křivky. V tomto období se postupně snižuje teplota vzduchu a srážky přechází do formy tuhé, což je zřejmé v k datu 26.11. kdy byla výraznější srážka, avšak na průtocích se neprojevila. V první polovině prosince došlo k oteplení a i slabé srážky se výrazněji projeví na průtocích, je zde zřejmé částečné tání spojené s dešťovou srážkou.. Rychlý nástup povodňové vlny může souviset se promrzlým povrchem půdy a tím omezeným vsakováním a zvýšenou složkou povrchového odtoku. Stejně je možno

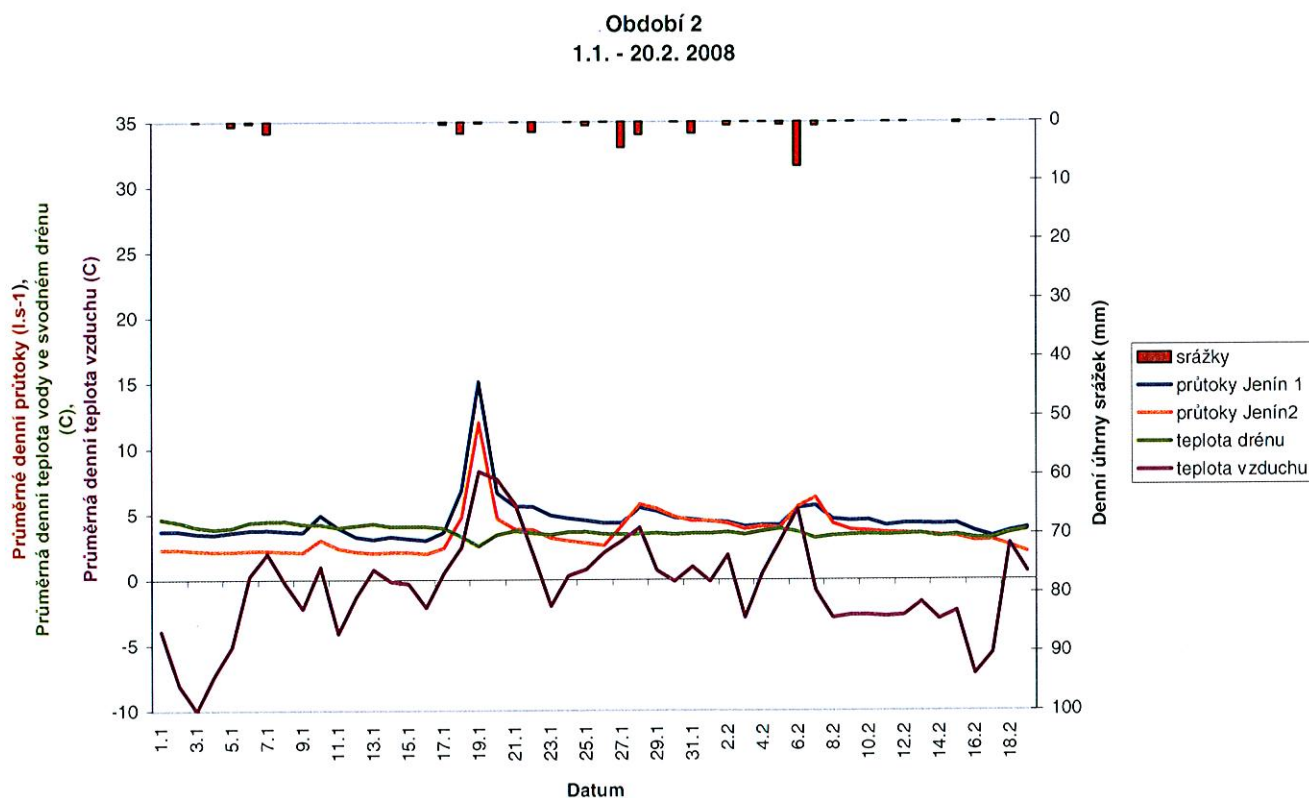
charakterizovat i další menší zvýšení průtoku v období od 11. 12. do 13. 12. V 2. polovině jsou teploty vzduchu záporné a proto nemůže dojít ke kolísání průtoků na uzávěrech povodí., navíc srážkové úhrny byly minimální.

V porovnání s dlouhodobým průměrem pro Jihočeský kraj je toto období bohatší na srážky.



### 5.3.2 Období 2 (1. 1. 2008 – 20.2. 2008)

Graf 3: Vyhodnocení srážek, teplot a průtoků na modelovém povodí Jenín ve 2. období



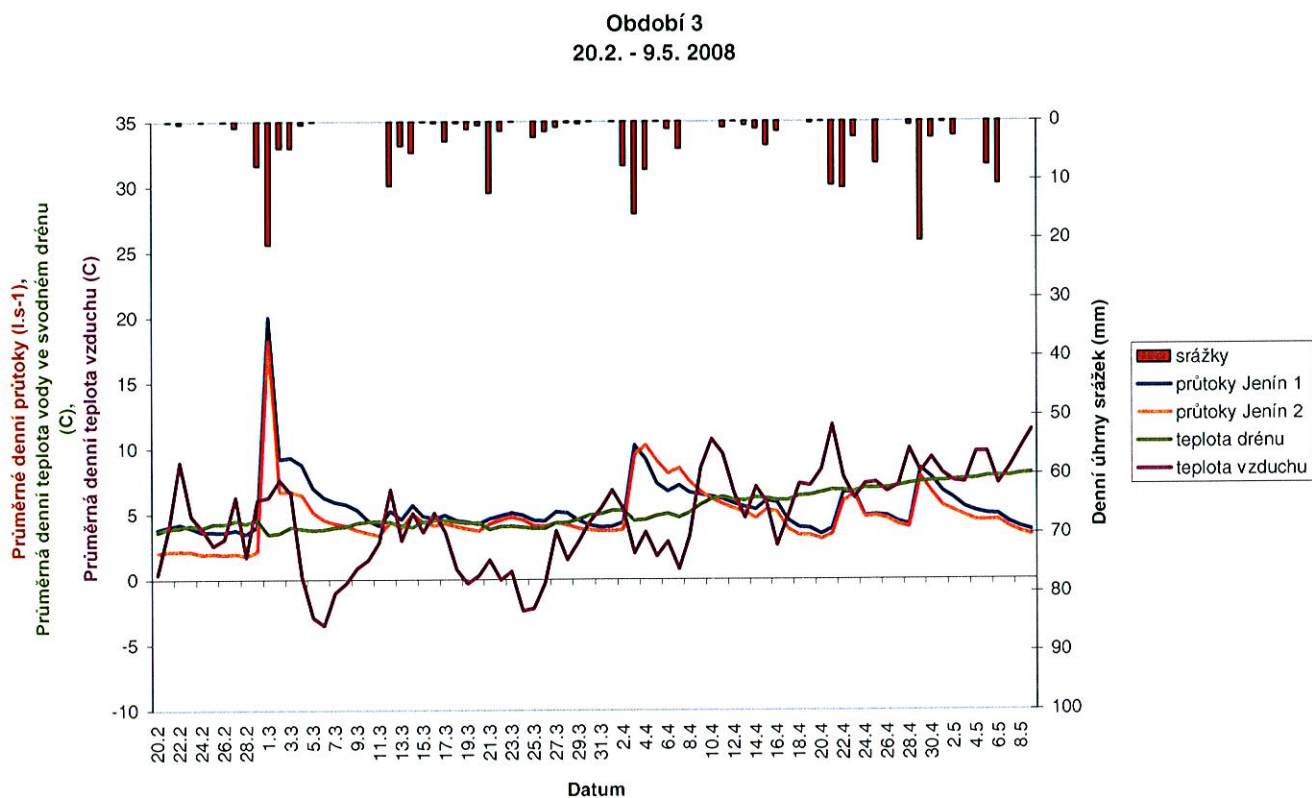
První polovina ledna bez srážek, druhá také, ale průtoky se od 18.1. výrazně zvedají vlivem dílčího tání. Teploty vzduchu se dostávají do kladných hodnot a sněhová pokrývka na daném území taje. Tím je ovlivněna teplota drénové vody, protože se do drénu dostává velmi studená voda vznikající rozpuštěním sněhové pokrývky. Koncem ledna se vyskytly slabé srážky, které se krátkodobě projevily na průtocích vlivem nasyceného půdního profilu a slabého odparu. Ani rostliny ještě moc vody nezachytí.

Koncem sledovaného období byly srážky minimální, v korytech obou sledovaných povodí klesají průtoky, stavy jsou hluboko pod průměrem, hlavně na povodí Jenín I.

V porovnání s dlouhodobým průměrem pro Jihočeský kraj je toto období sušší.

### 5.3.3 Období 3 ( 21. 2. 2008 – 9.5. 2008)

*Graf 4: Vyhodnocení srážek, teplot a průtoků na modelovém povodí Jenín ve 3. období*

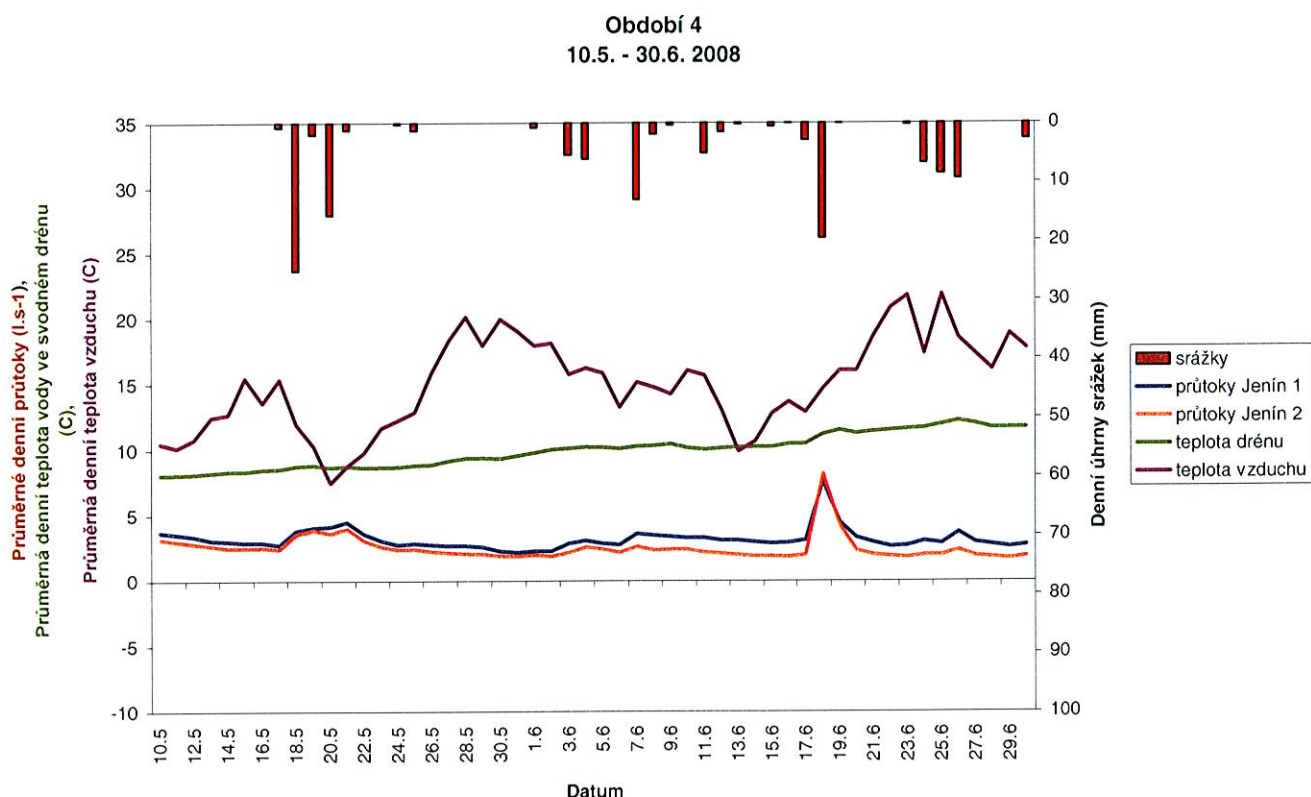


Během 4 dnů v rozmezí 29.2 a 3.3.2008 spadlo na území cca. 38mm srážek. Na průtocích se to projevilo okamžitě, srážky způsobily povodňovou vlnu, která však poté prudce poklesne. 4. 3. 2008 začalo opět mrznout, což přineslo tuhé srážky a způsobilo zamrznutí půdního profilu. Rozmrznutí proběhlo až v následujícím období kladných teplot vzduchu.

Následují 4 klasické povodňové vlny s rychlou vzestupnou částí a pozvolnějším poklesem vody v průtoku. Na území spadne postupně poměrně velký objem srážek, avšak na průtocích se to tolik neprojevilo. Důvodem jsou vyšší teploty a s tím spojená vyšší intercepce. Navíc se začíná probouzet příroda, a to hlavně koncem dubna, což způsobuje využití spadlé vody rostlinami. V porovnání s dlouhodobým průměrem pro Jihočeský kraj je toto období na srážky výrazně bohatší.

### 5.3.4 Období 4 ( 10. 5. 2008 – 30. 6. 2008)

*Graf 5: Vyhodnocení srážek, teplot a průtoků na modelovém povodí Jenín ve 4. období*



Počátek období je beze srážek. První výraznější srážky přišly dne 18.5. respektive 20.5. Tyto srážky se však na průtocích výrazně neprojeví, spadlá voda se vsákne do půdy, nebo je odpařena (intercepce a evaporace ze vzrostlých rostlin). Zbytek května je bez výraznějších srážek. Teplota drénové vody se zvyšuje vlivem zvýšené teploty vzduchu, jarní slunce otepluje půdní profil.

První polovina června by se dala charakterizovat stejně jako konec května. Občasné průměrné srážky se vsakovaly do půdního profilu či byly odpařovány (intercepce a evapotranspirace). Na průtocích se projeví jen nepatrně. Výrazná změna průtoků nastala 18.6., kdy přišla klasická letní bouřka a měla velký vliv na rychlý pohyb hladin potoků. Následně však průtoky rychle kulminovaly.

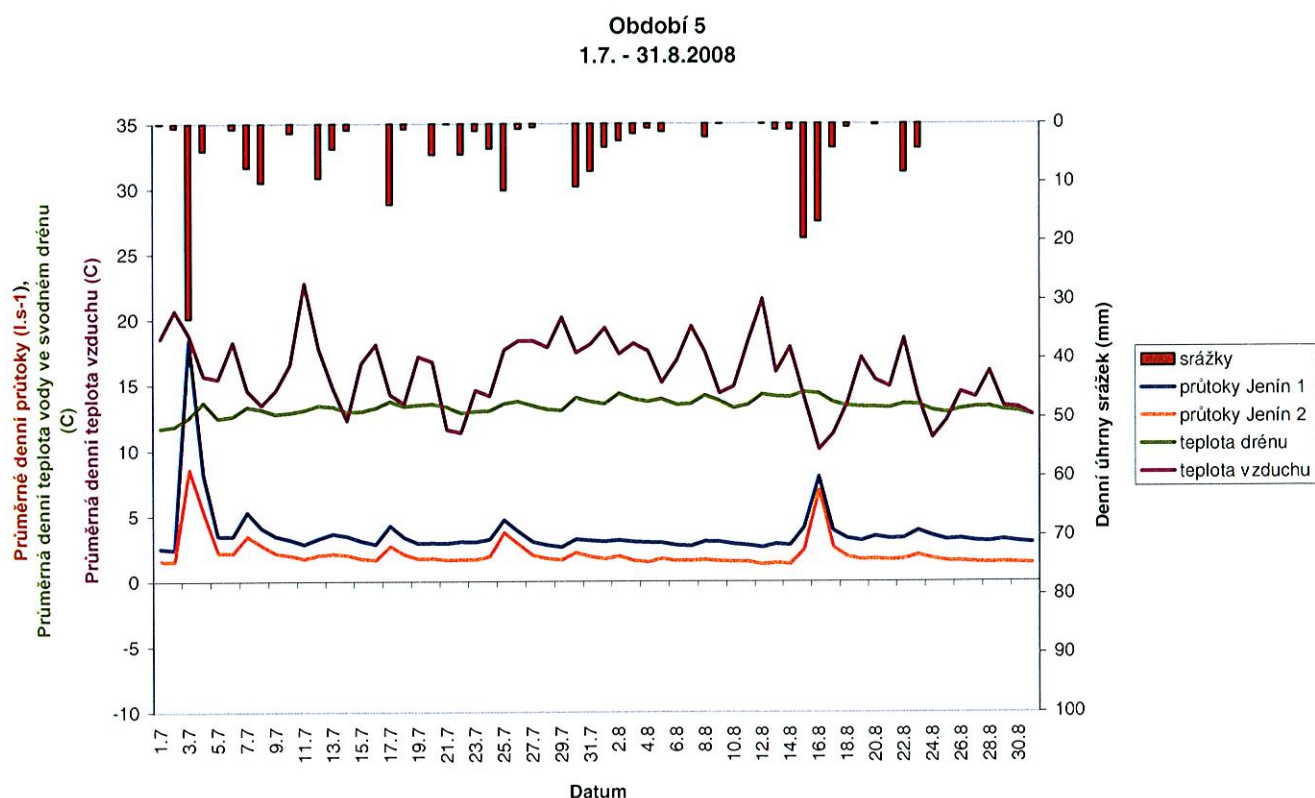
Tři deštivé dny na konci června se na průtocích opět téměř neprojevily a to díky intercepci a vsaku do půdy.

V porovnání s dlouhodobým průměrem pro Jihočeský kraj je toto období na srážky chudší.



### 5.3.5 Období 5 (1. 7. 2008 – 31. 8. 2008)

Graf 6: Vyhodnocení srážek, teplot a průtoků na modelovém povodí Jenín v 5. období



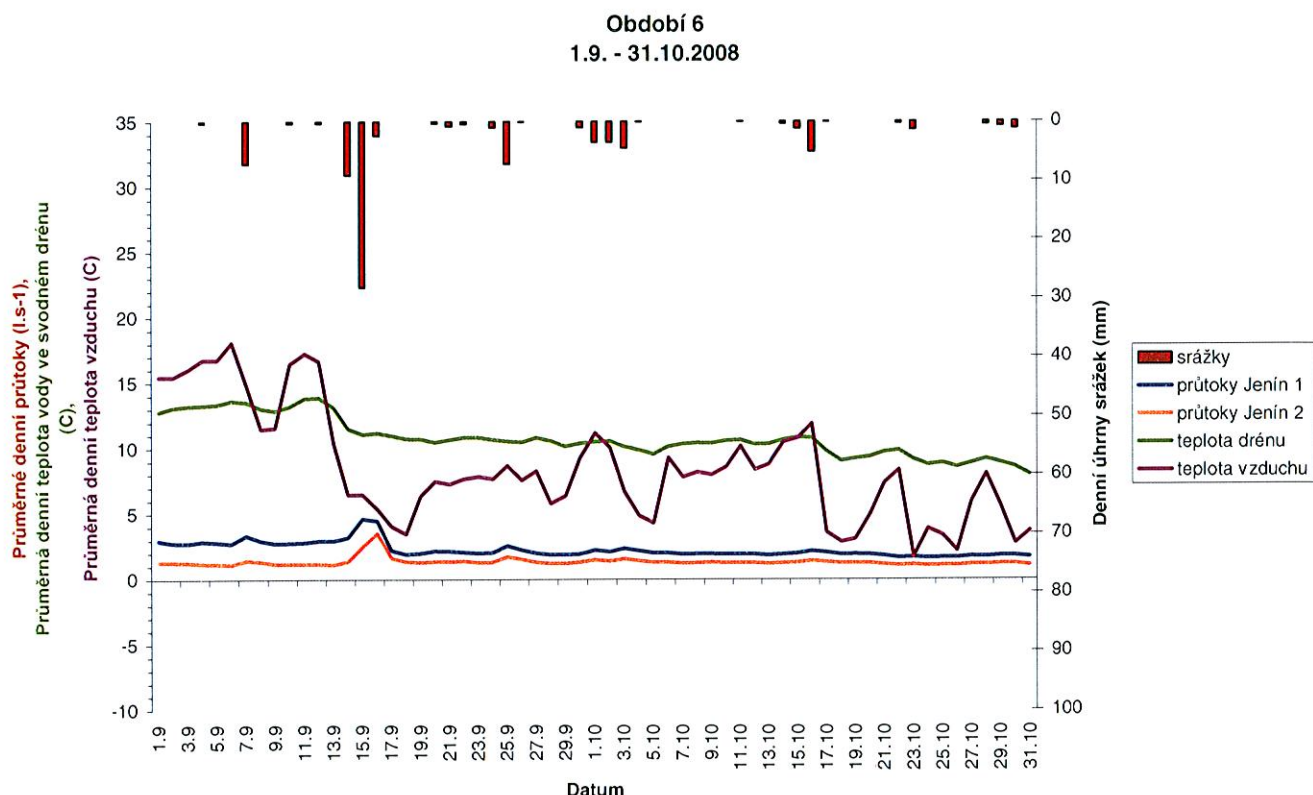
Přívalová bouřka z počátku měsíce, konkrétně 3.7., kdy spadlo cca 33 mm srážek, způsobila povodňovou vlnu, která však rychle oslabila. Letní bouřka přinesla i ochlazení vzduchu, podepsala se i na ochlazení drénové vody. Do konce července často prší, ale jedná se o srážky, které v kombinaci s vysokou teplotou vzduchu výrazně neovlivní průtoky v tocích.

Největší skok v průtocích během srpna přinesly dva vydatné deště 15. a 16. 8., spadlo cca 36 mm srážek, avšak v následujících dnech toky opět rychle kulminovaly. Rostliny už v tuto dobu tolik vody nespotřebovaly, proto se srážky projeví více na průtocích.

V porovnání s dlouhodobým průměrem pro Jihočeský kraj je toto období na srážky bohatší.

### 5.3.6 Období 6 ( 1. 9. 2008 – 31. 10. 2008)

Graf 7: Vyhodnocení srážek, teplot a průtoků na modelovém povodí Jenín v 6. období



Počátek září bylo klasické Babí léto, které bývá nejsušším obdobím v roce. Je charakterizováno slunečným počasím a poměrně vysokými teplotami vzduchu. Babí léto bylo ve sledovaném období rázně ukončeno frontální změnou, která přinesla výrazné ochlazení vzduchu a spadlo cca. 400 mm srážek. Na průtocích se tato srážka projevila jen relativně málo, spadá voda se pravděpodobně vsákla do půdy. Vlivem této události začíná postupně klesat i teplota drénové vody.

Zbylé období bylo chladné, srážky se nevypařují už tak moc, ale vsakují se do půdy. Srážky v říjnu se nepatrně projevují na průtocích, navíc s odpovídajícím zpožděním. V porovnání s dlouhodobým průměrem pro Jihočeský kraj je toto období na srážky chudší.

#### 5.4 Přehled povodňových vln

Za hydrologický rok 2008 spadlo na modelové povodí celkem 670,3 mm srážek. Toto období bylo v porovnání s dlouhodobým průměrem Jihočeského kraje (1961-1990), který činí 359,0 mm, deštivější. Srážky v průběhu roku přinesly několik povodňových vln na obou mikropovodích, jejich přehled je zaznamenán v tabulce č. 7. Datum povodňové vlny je vždy ten, kdy průtok na povodí dosáhl maxima, pokud přišlo i v předešlých dnech, je do hodnoty srážek započítán 1 den před zvoleným datem.

**Tab.7. Přehled povodňových vln v hydrologickém roce 2008**

Přehled povodňových vln				
Datum	Hodnota spadlých srážek (mm)	Průtok (l/s) Jenín 1	Průtok (l/s) Jenín 2	Poznámka
12.11.2007	30	5,5	7,4	
26.11.2007	10,2	9,8	8,2	rozmrznutí půdního fondu
4.12.2007	12,1	15,1	11,9	
12.12.2007	3,2	10,1	7,3	
19.1.2008	1,9	15,2	12,1	obleva
28.1.2008	4,4	5,5	5,8	
7.2.2008	7,6	5,7	6,3	
1.3.2008	32,9	20,0	18,2	
14.3.2008	9,4	5,7	5,1	
3.4.2008	31,6	10,3	9,5	
22.4.2008	24,9	6,7	6,0	
29.4.2008	23,9	8,2	7,9	
18.5.2008.	25,9	3,8	3,6	
18.6.2008	22,5	7,6	8,2	
26.6.2008	18,0	3,7	2,4	
3.7.2008	33,1	18,5	8,6	letní bouřka
17.7.2008	13,7	4,3	2,7	
25.7.2008	15,5	4,7	3,7	
16.8.2008	36,2	8,0	6,9	
15.9.2008	37,3	4,6	2,6	frontální změna

## 6 Závěr

Záměrem této práce bylo zhodnotit srážkovou činnost a následnou erozní činnost v hydrologickém roce 2008 na modelovém povodí Jenín. V průběhu práce bylo téma vedoucím diplomové práce změněno, protože v průběhu práce došlo ke změnám v metodickém zpracování R faktoru a do současné doby není přesně stanoveno, jaká metodika bude užívána pro výpočet této charakteristiky. Proto byla koncepce DP směřována na vyhodnocení průtoků a jejich kolísání. Toto odpovídá i řešeným výzkumným úkolům katedry.

Hydrologický rok 2008 byl rozložen do šesti časových období. V každém období je pomocí grafu dokumentována srážková činnost v povodí, průtoky obou mikropovodí a vliv teploty vzduchu a teploty drenážní vody na průtok. Můžeme zde pozorovat jarní tání, jak se projeví letní bouřka nebo frontální změna. Dalšími faktory ovlivňující průtoky v obou mikropovodí jsou např. nasycený půdní profil, intercepce, evaporace, evapotranspirace a další.



## 7 Summary

My task in this thesis was to evaluate the rain amount and the subsequent erosion activity in the Jenín model basin. During my work, my thesis advisor changed the theme because the new methodology for the evaluating of erosion has not been established. My subsequent work was to evaluate the rain amount in the Jenín model basin.

Rainfall events were monitored for the 2008 hydrological year. The work monitors the changes of flow rates on the basin in the connection with rain activity, temperature of the air and temperature of drain tube water. The hydrological year was divided into 6 periods. Each period was subsequently evaluated by means of graph. In that graphs, it is possible to see how the river basin responded after the spring thaw, summer storm or the frontal change with torrential rain.

## 8 Seznam použité literatury

- Albrecht, J. a kol.:** *Českokbudějovicko, Chráněná území ČR, svazek VIII*,  
Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Brno, Praha 2003
- Cablík, J. – Jůva, K.:** *Protierozní ochrana půdy*,  
Státní zemědělské nakladatelství (SZN), Praha, 1963
- Demek, J. a kol.:** *Hory a nížiny*,  
Zeměpisný lexikon ČSR, Academia ČSAV, Praha, 1987
- Dorst, J.:** *Ohrožená příroda*,  
Panorama, Praha 1985
- Dub, O. - Němec, J.:** *Hydrologie*,  
Technický průvodce č. 34, SNTL Praha 1968
- Forman, R.T. - Godron, M.:** *Landscape ecology*,  
New York, 1993
- Gergel, J.- Jindra, J.- Soukup, M.- Stara, J.:** *Hlavní zásady pro odběr a  
vyhodnocování kvality povrchových vod odtékající ze zemědělsky využívaných  
povodí*,  
VÚMOP Praha, Praha, 1994
- Hlavínek, P. - Říha, J.:** *Jakost vody v povodí*,  
Nakladatelství Cerm, Brno, 2004
- Holý, M.:** *Protierozní ochrana*,  
Nakladatelství technické literatury (SNTL), Praha, 1978
- Jandora, J.- Stara, V.- Starý, M.:** *Hydraulika a hydrologie*,  
VÚT Brno, Nakladatelství Cerm, Brno, 2002
- Janeček, M. a kol.:** *Ochrana půdy před erozí*,  
Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 1992
- Kemel, M.:** *Klimatologie, meteorologie, hydrologie*,  
ČVUT Praha, Praha, 1996
- Keršl, J.:** *Hydrologie*,  
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2001

- Kříž, V.:** *Hydrometrie*,  
SPN, Praha, 1988
- Lische, P.- Frank, V.:** *Hydrologie, meteorologie, pedologie*,  
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1988
- Nypl, V.- Kuráž:** *Hydrologie a pedologie* ,  
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1992
- Nypl, V.:** *Hydrologie, meteorologie, pedologie II*,  
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1986
- Pasák, V. a kol.:** *Ochrana půdy před erozí*,  
Státní zemědělské nakladatelství (SZN), Praha , 1984
- Pivcová, J.:** *Řešení ochrany proti větrné erozi v rámci KPÚ*,  
In: Jubilejní 10. mezinárodní konference pozemkových úprav, 2000, Jestřábí,  
Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, str. 43-47.
- Rožnovský, J.- Littschmann, T.:** *Srážková bilance a průtoky vody ve Vltavě za dvě století, XIV*,  
Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2.-4. září  
2002, 412-419.s.
- Schneider, P.:** *Vodní eroze*,  
Masarykova Univerzita v Brně, Brno 2002
- Singer, M.J.- Walker, P.H.:** *Rainfall runoff in soil erosion with simulated rainfall, overland flow and cover*,  
Australian Journal of Soil Research, 1983
- Swank, W.T.- Douglas, J.E.:** *Stream flow greatly reduced by concertiny deciduous hardwood stands to white pine*,  
Science 185, 1974
- Šilar, J.:** *Hydrologie v životním prostředí*,  
VŠB Ostrava, Ostrava, 1996
- Šilar, J.:** *Všeobecná hydrologie*,  
UK Praha, Praha 1983
- Tlapák, V.- Kratochvíl, S.:** *Voda v zemědělské krajině*,  
Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno, 1982

**Tlapák, V.- Šálek, J.- Legát, V.: *Voda v zemědělské krajině*,**

Brázda, Praha, 1992

**Toman, F. – Sanetrník, J. – Filip, J.: *Skripta*,**

Zemědělská univerzita Brno, Brno 1994

**Zachar, D.- Jůva, K.: *Využití a ochrana vod ČSSR*,**

Československá akademie věd, Praha, 1987

**Zajíček, A., Kvítek, T., Kaplická, M.: *TILE DRAINAGE WATER TEMPERATURE AS AN IDENTIFIER. HYDROLOGICAL EXTREMES IN SMALL BASINS***

[online]. 18.-20.10.2008 [cit. 2009-04-01], s. 391-394. Dostupný z WWW:

<[http://www.geo.uj.edu.pl/konferencja/erb2008/img/Book\\_of\\_abstracts.pdf](http://www.geo.uj.edu.pl/konferencja/erb2008/img/Book_of_abstracts.pdf)>.

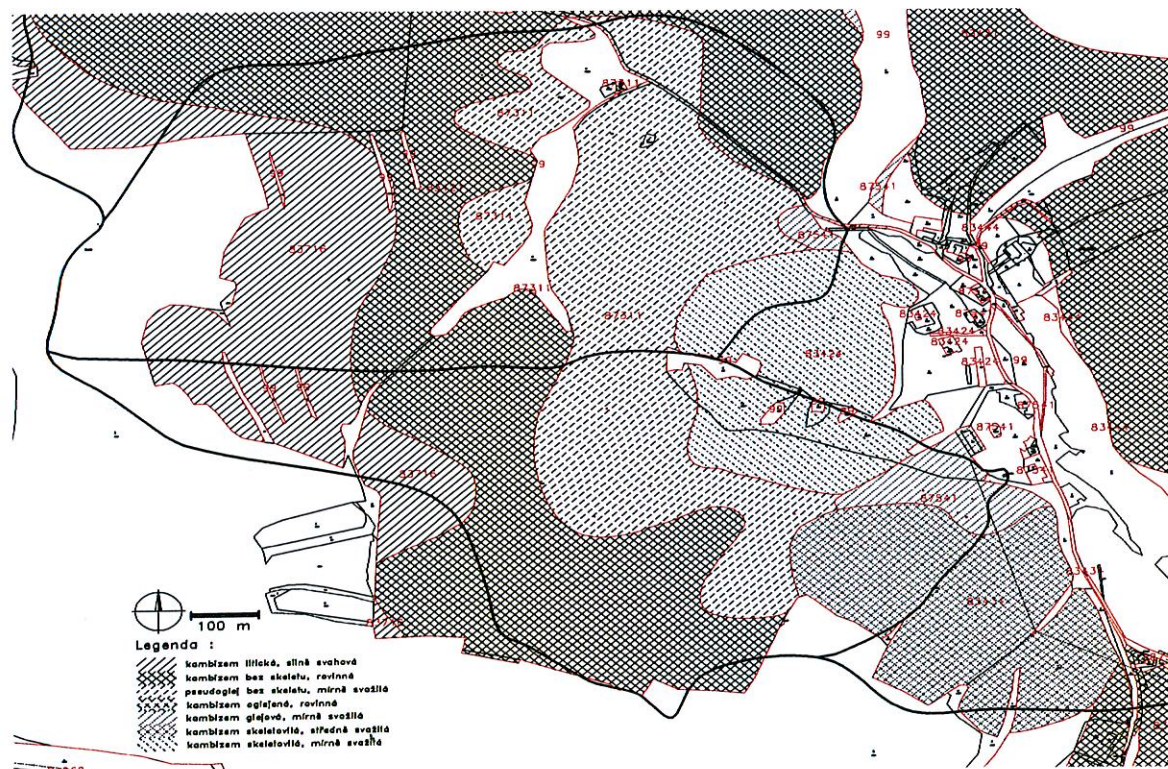
**Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech**

## 9 Přílohy

- Příloha:**
- Obr. 1: Mapa BPEJ**
  - Obr. 2: Ultrazvukové čidlo na sporadické drenáži Jenín 1**
  - Obr.3: Mapa BPEJ se zákres odvodnění**
  - Obr. 4: Průmět mapy 1 : 10000 a odvodnění**
  - Obr. 5: Odvodňovaná plocha Jenín 1 v zimním období**
  - Obr. 6: Odvodňovaná plocha Jenín 1 – jarní období**
  - Obr. 7: Šachtice na Jenín 1**
  - Obr. 8: Jenínský potok v intravilánu obce Jenín**
  - Obr. 9: Ultrazvukové čidlo na systematické drenáži Jenín 2 v zimním období**
  - Obr. 10: Šachtice Jenín 2**
  - Obr. 11: Odvodňované území Jenín 2 v zimním období- pohled 1**
  - Obr. 12: Odvodňované území Jenín 2 v zimním období- pohled 2**



Obr. 1: Mapa BPEJ

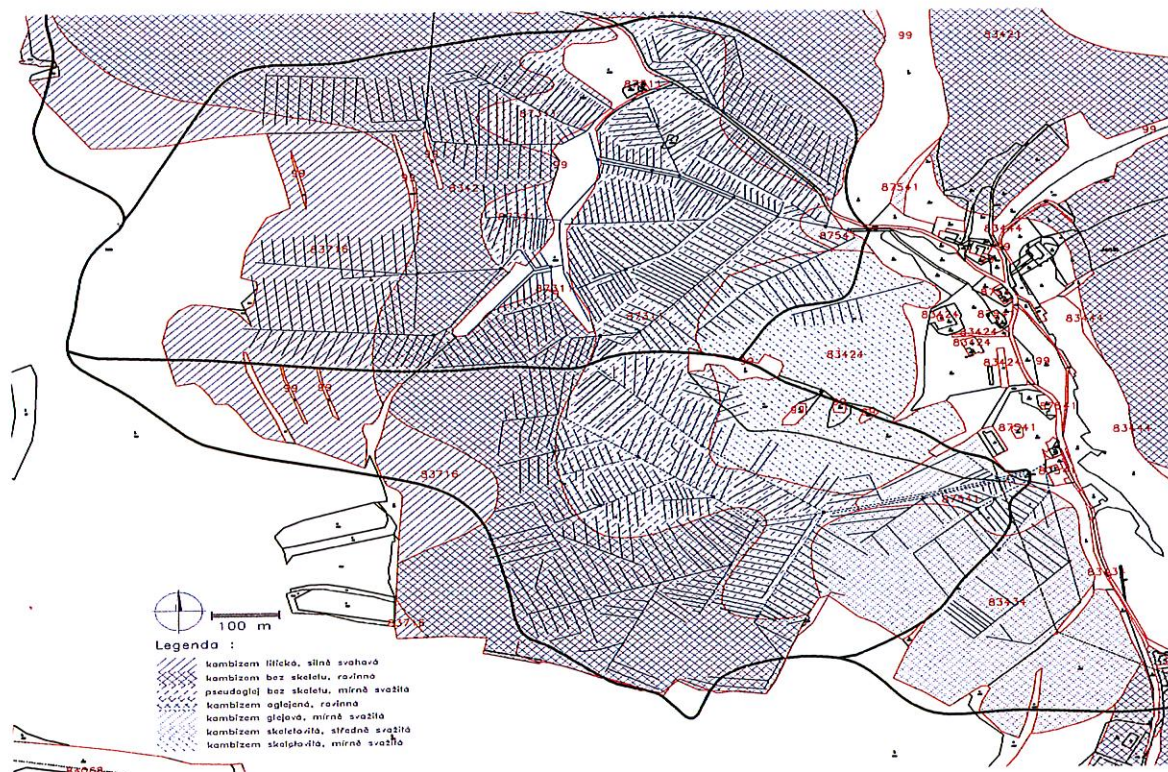


Obr. 2: Ultrazvukové čidlo na sporadické drenáži Jenín 1

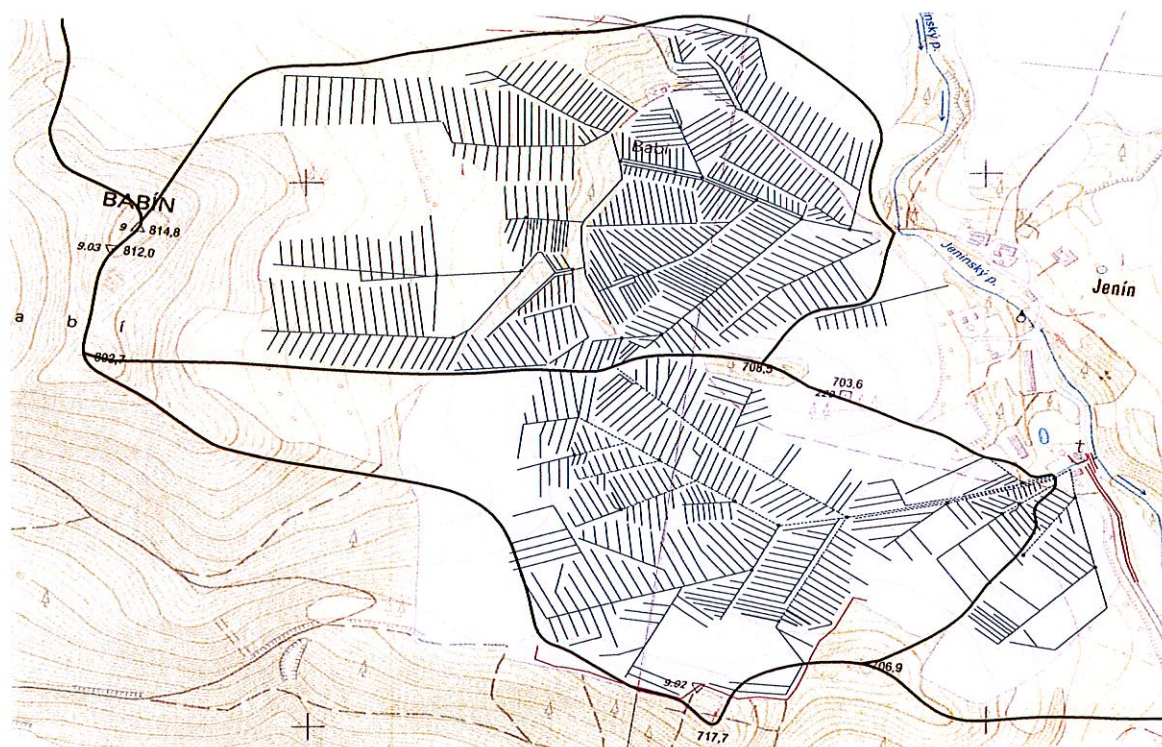




Obr.3: Mapa BPEJ se zákres odvodnění



Obr. 4: Průmět mapy 1 : 10000 a odvodnění





*Obr. 5: Odvodňovaná plocha Jenín 1 v zimním období*



*Obr. 6: Odvodňovaná plocha Jenín 1 – jarní období*





*Obr. 7: Šachtice na Jenín 1*



*Obr. 8: Jenínský potok v intravilánu obce Jenín*





*Obr. 9: Ultrazvukové čidlo na systematické drenáži Jenín 2 v zimním období*



*Obr. 10: Šachtice Jenín 2*





*Obr. 11: Odvodňované území Jenín 2 v zimním období- pohled 1*



*Obr. 12: Odvodňované území Jenín 2 v zimním období- pohled 2*

