

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Katedra Pozemkových úprav

Studijní program: Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí



Název diplomové práce:

**Porovnání srážek a průtoků na povodí Jenín ve vztahu
ke koncentraci dusičnanů**

Autor diplomové práce:

Zbyněk Vrzák

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Ondr, CSc.

2007

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma
„Porovnání srážek a průtoků na povodí Jenín ve vztahu
ke koncentraci dusičnanů“
jsem vypracoval samostatně na základě uvedené literatury.

V Českých Budějovicích dne 20.4. 2007

Podpis

P o d ě k o v á n í

Děkuji Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. a celému kolektivu katedry pozemkových úprav za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
2.1 Voda	8
2.1.1 Oběh vody na Zemi	9
2.1.2 Rozdělení zásob vody ve světě	9
2.2 Tvorba oblaků a srážek.....	10
2.2.1 Kondenzace vodní páry.....	10
2.2.2 Kondenzační jádra	11
2.2.3 Vznik oblaků	12
2.2.4 Složení oblaků	12
2.3 Hydrologický režim	12
2.3.1 Hydrologická bilance.....	13
2.3.2 Povodí	13
2.4 Srážky	15
2.4.1 Časové a plošné rozdělení srážek	16
2.4.2 Měření srážek.....	17
2.4.3 Srážkové charakteristiky	17
2.4.4 Chemické složení srážek	18
2.5 Povrchové vody	19
2.5.1 Odtok povrchových vod	19
2.5.2 Pozorování vodních stavů	19
2.5.3 Průtoky	20
2.5.3.1 Měření pomocí přelivů	20
2.6 Odvodňování půdy	21
2.6.1 Rozdělení drenáží	22
2.6.2 Zamokření půdy	23
2.6.3 Údržba odvodňovacích zařízení	24
2.6.4 Kvalita drenážních vod	24
2.7 Jakost vod.....	24
2.7.1 Odběry vzorků vod.....	26
2.8 Dusičnany	27

2.8.1	Změny koncentrací dusičnanů	27
2.8.2	Vyplavování dusičnanů	28
2.9	Porovnání srážek a průtoků	28
2.9.1	Maximální a minimální průtoky	28
2.9.2	Vliv faktorů na srážky a průtok.....	31
2.9.2.1	Vliv reliéfu	32
2.9.2.2	Vliv velikosti a tvaru povodí.....	32
2.9.2.3	Vliv fyzikálních vlastností půd	33
2.9.2.4	Vliv geologických poměrů.....	33
2.9.2.5	Vliv vegetačního pokryvu	34
2.9.2.6	Vliv odvodnění	35
2.9.2.7	Vliv výparu.....	35
3.	PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKY POVODÍ JENÍN	36
3.1	Popis zájmové lokality.....	36
3.2	Geomorfologická a geologická charakteristika	36
3.3	Pedologické poměry.....	37
3.4	Hydrologické charakteristiky	38
3.5	Klimatické charakteristiky	39
3.6	Zemědělství	41
4.	CÍL A METODIKA DIPLOMOVÉ PRÁCE	43
5.	VÝSLEDKY.....	45
5.1	VYHODNOCENÍ SRÁŽEK NA POVODÍ JENÍN	45
5.2	POROVNÁNÍ PRŮTOKŮ NA MIKROPOVODÍ JENÍN 1. A JENÍN 2.	47
5.3	POROVNÁNÍ SRÁŽEK A PRŮTOKŮ VE SLEDOVANÉ LOKALITĚ	50
5.3.1	Období č. 1 (2.2. - 24.2. 2006)	50
5.3.2	Období č. 2 (24.2. - 20.3. 2006)	51
5.3.3	Období č. 3 (20.3 - 7.5. 2006)	52
5.3.4	Období č. 4 (7.5. - 18.6. 2006)	53
5.3.5	Období č. 5 (18.6. - 16.7. 2006)	54
5.3.6	Období č. 6 (16.7. – 4.9. 2006).....	55
5.4	POROVNÁNÍ KONCENTRACE DUSIČNANŮ NA MIKROPOVODÍ JENÍN 1. A JENÍN 2.	56
5.4.1	Vliv průtoků na změnu koncentrace dusičnanů	58

5.5 FUNKČNOST DRENÁŽNÍCH SKUPIN.....	59
5.5.1 Jenín 1.....	60
5.5.2 Jenín 2.....	61
6. ZÁVĚR.....	62
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	64
8. PŘÍLOHY	67

1. ÚVOD

Stále zřetelněji se ukazuje, že vodu a její povrchové i podzemní zdroje je třeba chránit. Dostatečné množství dobré vody je nezbytným předpokladem zachování života na Zemi a tudíž i předpokladem života našich generací. Lidé berou vodu jako samozřejmost, jako něco co tu bylo, když se narodili a domnívají se, že to bude i tak v budoucnu. Prognózy zabývající se globálním oteplováním dokazují, že vlivem oteplování Země se zásoby povrchových i podzemních vod budou zmenšovat. K tomu přispívá i fakt, že se lidská civilizace vyvíjí a spotřeba vody se zvyšuje. Dochází k mnoha změnám, které přinášejí nepříznivé důsledky na životní prostředí. Tyto důsledky se projevují hlavně na složení a zásobách vody.

Zabezpečování vody v dostatečném množství a kvalitě se stává v současné době i u nás stále náročnější. Voda se v přírodě vyskytuje pouze v omezeném množství, prostorově i časově nerovnoměrně rozdělená. Jakákoliv změna, byť nepatrná, může být pro nás rozhodující.

Musíme si uvědomit, že jediným způsobem jak se voda na naše území dostává je ve formě srážek. Povrchová voda, která vznikne po dopadu, se vsakuje do půdy v tzv. infiltrační oblasti. Jako infiltrační oblast můžeme považovat například povodí. Voda, která se v povodí vsákne dále sestupuje puklinami a póry v hornině. Ovlivňuje nejen podzemní, ale i povrchovou vodu. Sledováním procesů, které se v těchto infiltračních oblastech dějí, nám prozradí, jaké vlivy pozitivně nebo negativně ovlivňují složení vody a jakým způsobem jim lze předcházet.

Negativní zásahy v povodí v horních částech toků jsou primárními znečišťovateli. K největším znečištěním docházelo v zemědělství na konci 50. let a pokračovalo až do 80. let. Byla to doba, kdy si chtěl člověk dokázat, že hranice, za které by se nemělo už dál jít, se může. Docházelo k rozsáhlému odvodňování zemědělské půdy v období intenzivního zemědělství, stejně jako ke zvětšování zemědělsky využívané půdy a k hnojení velkými dávkami hnojiv. Všechny tyto zásahy se negativně odrážely v jakosti vod a došlo ke změně vodního režimu povodí.

Prakticky každá krajina podléhala a podléhá vývojovým změnám, které lze zpravidla pozorovat jen po delší době. Vstoupí-li do krajiny člověk nejen hospodářskou činností, projeví se to většinou urychlením některých procesů se zřetelně pozorovatelnými změnami. Na základě prováděných pozorování a jejich zobecnění je možné vytvořit určitý předpoklad dalšího vývoje a poukázat na možná rizika a ohrožení plynoucí z tohoto směru.

Dochází k výzkumu vlivu jednotlivých činností člověka. Zkoumá se například vliv lesního hospodářství nebo vliv zemědělské činnosti v povodí a další. Souhrnem těchto a dalších činností se získává komplexní pohled na problém. Tomu všemu odpovídají i zvolené metody řešení. U jednotlivě působících vlivů se nejčastěji využívá metody experimentu v povodí. Vznikají i celá experimentální povodí, kdy se v určitém časovém intervalu působící vlivy vyhodnotí a navrhne se opatření.

Mezi takové patří i experimentální povodí Jenínského potoka. V této práci bych chtěl navázat na výzkumy, které v této lokalitě probíhají od 80. let až dodnes. Probíhá zde výzkum zaměřený na zkoumání vlivu zemědělství a na porovnání jakosti vod před a po provedeném odvodnění. Zkoumá se jakými vlivy člověk působí na vodní režim, na velikost průtoků a nebo na koncentraci dusičnanů. Doufám, že výsledky této práce napomohou k dalšímu zkoumání a porovnávání v dalších letech a i já se tak budu moci podílet na dlouholeté práci.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Voda

Voda je jediná látka, která se vyskytuje v atmosféře ve všech třech termodynamických fázích (skupenstvích), jako vodní pára, kapalná voda 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 %. [LISCHKE, FRANK, 1988]

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 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 z rozmanitostí interakčních vztahů k dalším složkám přírody. [ZACHAR, JÚVA, 1987]

Podle HLAVÍNKA, ŘÍHY, [2004] je voda nezbytnou podmínkou života a 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.

NYPL [1986] uvádí, že se v současné době stále zřetelněji ukazuje, že voda, její povrchové a podzemní zdroje, tvoří významnou část přírodního bohatství země. Dostatek kvalitní vody je nezbytným předpokladem dalšího rozvoje lidské společnosti, je základní složkou přírodního a životního prostředí.

Voda je v krajině a tudíž i v zemědělském ekosystému prakticky všudypřítomná. Ve směru hydraulického spádu prostupuje půdním a horninovým prostředím, doslova omývá i nejjemnější půdní substance organického a minerálního 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]

2.1.1 Oběh vody na Zemi

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

Ze zeměpisného hlediska rozlišujeme dva oběhy: velký oběh, jenž je oběhem vody mezi pevninou a mořem a malý oběh, který je výměnou vláhly jen nad plochami moří. [KEMEL, 1996]

Podle bilančních výpočtů M.I. Lvoviče vyplývá, že na oběhu vody se zúčastňuje jen nepatrná část a to 0,4 % zásob ze světového oceánu. Objem vody v atmosféře dělá asi 12 tis. km³, což činí 1/42 ročního úhrnu srážek.

Voda na Zemi se vyskytuje v omezeném množství, které je navíc nerovnoměrně rozděleno v prostoru i čase. V reprodukčním procesu nedochází k její fyzické spotřebě, ale tzv. spotřebě ekonomické – tzn. změně vlastností, chemického složení, barvy, teploty. Pohyb vody v rámci koloběhu v přírodě je absolutní tzn., že je prakticky nezničitelný, ale také nestvořitelný. [TLAPÁK, KRATOCHVÍL, 1982]

Pro vodu na Zemi je charakteristický její neustálý oběh, spojený se změnou skupenství. Oběh vody je uzavřený a nazýváme jej hydrologickým cyklem nebo koloběhem vody. Zdrojem energie potřebné k oběhu vody v přírodě jsou Slunce a Země. Sluneční energie umožňuje výpar a pohyb vlhkosti v atmosféře. Gravitace je příčinou pohybu vody v kapalném i pevném skupenství. [ŠILAR, 1983]

2.1.2 Rozdělení zásob vody ve světě

KEMEL [1996] uvádí, že voda v kapalném stavu pokrývá 70,5 % z celkového povrchu geoidu, takže plocha světového oceánu je rovna $361 \cdot 10^6$ km².

Hydrosféra, tzn. souhrn veškeré vody v oceánech, mořích, jezerech, řekách, ledovcích, ale i v půdě a ovzduší činí přibližně 1,4 mil. km³. Z toho 1,36 mil. km³ připadá na vodu v oceánech a mořích což představuje asi 97 %.

Na vodu ve věčném sněhu a ledovcích 32 mil. km³ , 8 mil. km³ je v půdě ve formě vody podpovrchové, 240 000 km³ je obsah jezer a nádrží, 1250 km³ je zásoba vody v řekách, 6000 km³ v bažinách a 13 000 km³ vody je v ovzduší. Pochopitelně ne všechna právě bilancovaná voda je ve skupenství kapalném. Vyskytuje se v závislosti na prostředí v různých skupenských formách a má různé vlastnosti i účinky.

[TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

TLAPÁK, KRATOCHVÍL [1982] uvádějí, že voda ovzdušná je na zeměkouli nestejně rozložena nejen co do místa a času, ale i co do množství. Průměrný obsah vody v ovzduší činí přibližně 12 300 km³, 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 Tvorba oblaků a srážek

2.2.1 Kondenzace vodní páry

Vodní pára obsažená ve vzduchu se za určitých podmínek vylučuje ve formě vody nebo ledu. Tyto pochody jsou nazývány kondenzace nebo sublimace. Kondenzace je proces, při kterém dochází k přeměně vodní páry v kapalnou vodu. Dochází při ní k tvorbě oblaků a dále k tvorbě srážek. Jedná se o proces spojený jak s přenosem hmoty, tak i přenosem tepla.

Aby vodní páry začaly kondenzovat (nebo sublimovat), musí být splněny dvě podmínky:

- vzduch musí být nasycen vodními parami.
- ve vzduchu musí být přítomny mikroskopické částice – kondenzační jádra, na kterých se vodní páry srážejí.

To znamená, že vzduch může dosáhnout stavu nasycení vodními parami, případně mnohonásobného přesycení aniž dojde ke kondenzaci nebo sublimaci pro nepřítomnost kondenzačních jader. Přimísí-li se do přesyceného vzduchu kondenzační jádra, nastává okamžitě kondenzace. Převažující způsob dosažení stavu nasycení se liší podle toho, kde v atmosféře ke kondenzaci dochází. V zásadě ke stavu nasycení dochází snížením teploty.

[LISCHKE, FRANK, 1988]

Podle toho, kde ke kondenzaci dochází, rozlišují LISCHKE a FRANK [1988] tři druhy produktů kondenzace:

- kondenzací v atmosféře mimo kontakt se zemským povrchem vznikají oblaka
- kondenzací v těsné blízkosti zemského povrchu vznikají mlhy

- kondenzací na povrchu Země a předmětech vznikají srážky, které označujeme jako usazené srážky

2.2.2 Kondenzační jádra

Přítomnost kondenzačních a ledových jader má zásadní význam pro vytváření oblaků v atmosféře. Nedostatek jader ve vyšších hladinách atmosféry způsobuje, že se často vytvářejí oblaky ledové nebo vodní teprve po průletu letadla prostorem. Výfukovými plyny se dodává do atmosféry nejen větší množství vodní páry, ale i velký počet kondenzačních jader.

Kondenzační pochody v atmosféře jsou ovlivňovány celkovou koncentrací kondenzačních jader, jejich chemickou a fyzikální povahou. Rozložení koncentrací jader na Zemi se mění jak v závislosti na druhu a stavu zemského povrchu (vodní plocha, pevnina apod.), tak i v závislosti na místních podmínkách (převládající směry větrů, průmyslová střediska). Koncentrace jader se mění s nadmořskou výškou, s vyšší polohou jí ubývá. Vykazuje určitý roční a denní chod podle polohy stanice a intenzity atmosférické výměny. Důležitým činitelem je velikost kondenzačního jádra, které mohou dát vznik srážkám z čistě z vodních oblaků. [PODZIMEK, 1959]

KEMEL [1996] uvádí, že kromě existence kondenzačních jader je pro tvorbu dešťových kapek v ovzduší velmi důležitá účinnost těchto jader. Ta je závislá nejen na velikosti a tvaru jader, ale i na jejich složení. Částečky, které by měly sloužit jako kondenzační jádra musí být schopny vodu vázat nebo být aspoň smočitelná. Nejúčinnější jsou částečky hygroskopických látek a ionty.

Kondenzační jádra jsou podle LISCHKEHO a FRANKA [1988] částice podporující např. svou chemickou povahou, za normálních podmínek v atmosféře, tvoření kondenzačních produktů. Kondenzační jádra jsou tvořena tuhými částicemi rozpustnými ve vodě, kapičkami kyselin, kapičkami rozpuštěných solí a tuhými částicemi smáčitelných vodou. Autoři se shodují s PODZIMKEM [1959], který uvádí, že s výškou se počet kondenzačních jader snižuje, v horní troposféře je jejich počet velmi malý. Zvýšeným výskytem kondenzačních jader se vyznačují průmyslové oblasti.

V ovzduší je velký počet částeček různého tvaru a velikostí do několika mm. Ty se vznášejí a jsou unášeny vzdušným prouděním. Jejich koncentrace se mění během dne, roku, stoupá v oblastech velkoměst a průmyslových středisek. Kondenzační jádra jsou tvořena tuhými částicemi rozpustnými ve vodě, kapičkami kyselin, kapičkami rozpuštěných solí a tuhými částicemi smáčitelnými vodou. U rozpustných tuhých částic, případně kapiček, se jedná o látky vzniklé spalováním, o soli z mořské vody (převážně NaCl), případně přímo o

kapičky anorganických kyselin. Tuhé částice smáčitelné vodou jsou minerální součásti půdy, ale i organické materiály jako jsou pyl apod., popřípadě částice mimozemského původu. [LISCHKE, FRANK, 1988]

Vlastnosti kondenzačních jader a speciální technika pro jejich stanovení způsobily, že máme několik hledisek, podle nichž kondenzační jádra dělíme. Cauer rozdělil kondenzační jádra podle velikosti. Podle povrchových vlastností je rozdělil Junge a Krastanov a na základě elektrické povahy jader je rozdělil Israel. [PODZIMEK, 1959]

2.2.3 Vznik oblaků

V důsledku vodních par ve volné atmosféře vzniká nashromáždění produktů kondenzace nebo sublimace, které nazýváme oblak. Oblačné kapičky jsou natolik malé, že jejich pádová rychlost je plně vyrovnána výstupovými pohyby vzduchu, které vytvářejí oblak. [LISCHKE, FRANK, 1988]

Podle PODZIMKA [1957] je oblak v atmosféře (ve smyslu meteorologickém) oku patrný polydispersní aerosol tvořený mikroskopickými částicemi jedné složky (voda) ve fázi buď kapalné (vodní oblak), nebo tuhé (ledový oblak), popř. částicemi obou fází (smíšený oblak). Vlivem termodynamických podmínek v okolní atmosféře i uvnitř oblaku se mění s časem spektrum částic, jejich koncentrace, přechod z jedné fáze do druhé a tím celkový tvar oblaku.

Vznik oblaků v přírodě je podmiňován přítomností vodní páry, vhodným termodynamickým stavem ovzduší a existencí kondenzačních, popř. ledových jader. Třetí podmínka není nutná v případě abnormálně vysokého přesycení vzduchu vodní parou, jež se prakticky v atmosféře nevyskytuje (spontánní kondensace).

2.2.4 Složení oblaků

Oblaky jsou složeny v závislosti na teplotě vrstvy vzduchu, to znamená také v závislosti na svém vertikálním vývoji z kapalných prvků, tuhých prvků nebo z obou současně. Vodní kapičky mohou mít teplotu nad 0°C nebo mohou být i v přechlazeném stavu s teplotou pod 0°C.

Podle složení se pak oblaky dělí na tři skupiny: vodní oblaky, ledové oblaky, smíšené oblaky. [PODZIMEK, 1959]

2.3 Hydrologický režim

Jedná se o zákonitosti 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 v podstatě je rovnicí kontinuity, a podle které rozdíl přírůstku (přítoku) P a úbytku (odtoku) O vody v uvažovaném prostoru a čase se rovná změně objemu vody ΔV .

V přírůstku množství vody ve zkoumaném území jsou zahrnuty:

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

V úbytku vody ve zkoumaném území jsou zahrnuty:

- evapotranspirace
- povrchový odtok a úbytek vody, pokud se již nevrací zpět do území

[ŠILAR, 1983]

2.3.1 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 stanoví pro orografické povodí. Výhodou je, že území je hydrologickým uzavřeným celkem, v němž lze snadněji vyřešit vztahy mezi srážkami a odtokem. [ŠILAR, 1996]

2.3.2 Povodí

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

Území tvořeném nepropustnými horninami je omezeno rozvodnicí, která probíhá po hřebtech a vyvýšeninách, jež oddělují povodí od povodího sousedního. Takové povodí se nazývá povodím orografickým nebo také geografickým. V územích s propustným povrchem zasahuje skutečné povodí toku za hranice orografického povodí, protože 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, et al [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 protisměrném sklonu. Dál se povodí dělí podle velikosti, tvaru, členitosti, sklonu terénu, vlastností půdy a vegetačního krytu.

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 které lze řešit všechny vodohospodářské problémy komplexně.

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 km^2 . Z dalších veličin povodí a vodních toků jsou důležité:

- délka toku L , střední šířka povodí b
- sklon vodního toku, tj. poměr výškového rozdílu h mezi dvěma průtočnými profily (absolutního spádu) a jejich vzdálenosti l . Sklon vodních toků vyjadřujeme v promilích
- absolutní spád povodí – rozdíl nejvyššího a nejnižšího bodu v povodí v procentech
- průměrný sklon povodí, tj. sklon plochy povodí v procentech
- hustota říční sítě, tj. poměr mezi celkovou délkou všech toků v uvažovaném území a plochou povodí
- sklon údolnice
- absolutní spád toku, tj. rozdíl mezi nadmořskou výškou pramene a uzávěrového profilu
- geologické poměry
- vegetační pokryv

[ŠILAR, 1983]

2.4 Srážky

Jako atmosférické srážky označujeme vodu v kapalném nebo tuhém stavu vypadávající z oblaků na Zem. Aby k tomu došlo, musí být kapky nebo krystalky takových rozměrů, že se nemohou udržet v atmosféře a vznášet se. [LISCHKE, FRANK, 1988]

PODZIMEK [1959] charakterizuje srážky jako pojem, zahrnující velkou část hydrometeorů. Jedná se o částice vody, vzniklé kondenzací vodní páry, které padají z oblohy či kondenzují přímo na zemském povrchu. Srážky jsou jednou z hlavních částí koloběhu vody v přírodě. Průměrné množství a frekvence srážek jsou důležitou charakteristikou zeměpisných oblastí a rozhodujícím faktorem pro úspěšné provozování zemědělství.

Atmosféru neustále zásobuje vodní pára z povrchu oceánů, moří, jezer, rybníků, řek, z půdy, jakož i sublimace ze sněhu a ledu. Množství vody se dostává do atmosféry prostřednictvím rostlinných organismů. Vodní pára obsažená v atmosféře se v důsledku kondenzace dostává zpět na zemský povrch ve formě vertikálních atmosférických srážek v kapalném i pevném skupenství. Naproti tomu horizontální srážky se tvoří bezprostředně na aktivním povrchu. Tento druh srážek však z kvantitativního hlediska není v našich zeměpisných podmínkách příliš významný. [KŘÍŽ, 1988]

Podle skupenství rozlišuje KEMEL [1996] srážky na kapalné (např. déšť) a pevné (např. sníh). Podle způsobu a místa vzniku lze srážky rozdělit na horizontální, jež se tvoří kondenzací par bezprostředně na povrchu země či předmětech, rostlinách apod. (rosa, jinovatka, ledovka atd.) a vertikální, vznikající ve volné atmosféře a podle právě existujících meteorologických podmínek z ní vypadávají jako déšť, sníh, kroupy apod.

Množství horizontálních srážek je v porovnání s množstvím na zem vypadlých vertikálních srážek za období hydrologického roku 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 normálních srážek katastrofálně málo. [KEMEL, 1996]

Podle množství spadlých srážek rozlišujeme deště běžné (normální) a extrémní (přívaly). Pro hrubou orientaci lze použít Hoppova třídění :

- slabý déšť ..s úhrnem do 1,0 mm
- mírný déšť ..s úhrnem do 5,0 mm
- silný déšť ..s úhrnem do 10,0 mm
- velmi silný déšť ..s úhrnem od 10,0 mm [KREŠL, 2001]

Přívalové deště jsou velmi vydatné krátkodobé deště, které zasahují poměrně malé plochy. Způsobují proto prudké rozvodnění malých toků a projevuje se při nich nejsilnější splavování ornice. Pozorování dešťů prokázala některé závislosti. Především, že intenzita bývá největší brzy po začátku deště a pak při jeho dalším trvání klesá. Čím větší je intenzita lijáku, tím menší je jím zasažená plocha, takže podle rozlohy lijáku můžeme odhadnout i největší intenzitu deště, který určitou plochu může zasáhnout. Nejdůležitější je poznatek, že všeobecně intenzita lijáku 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, vyslovené J. C. Métheriem v roce 1797: třetina spadlé vody z atmosférických srážek se vypaří, třetina steče po povrchu a třetina se vsákne do půdy. Toto pravidlo má pouze regionální platnost. Bilance rozdělení vody ze srážek se mění s místem i časem a závisí na mnoha činitelích, především na teplotě vzduchu i půdy, na relativní vlhkosti vzduchu, vegetačním pokryvu, morfologii terénu, propustnosti půdního pokryvu a horninového podkladu a na úrovni hladiny podzemní vody. [TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

2.4.1 Časové a plošné rozdělení srážek

ROŽNOVSKÝ, LITSCHMANN [2002] uvádějí, že srážky jsou nerovnoměrně rozloženy v průběhu roku. Nejvíce srážek spadne v létě, nejméně v zimě. Množství letních srážek v průběhu posledního století mírně vzrůstá, na jaře a na podzim je tento vzrůst nepatrný, v zimě je naopak pozorován slabý pokles v posledních 50 letech.

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 země a závisí na zeměpisné poloze. V České republice se pohybuje průměrný roční úhrn v rozpětí od 450 do 2000 mm. Z celkového ročního úhrnu srážek připadá na období léta 45 %, v zimě 15 až 25 % podle polohy, na jaro a podzim asi 25 - 40 %. [NYPL, 1986]

Na srážky je nejbohatší červenec, na některých meteorologických stanicích také červen a srpen. Minimum srážek lze přisoudit zpravidla únoru, méně často březnu, výjimečně lednu. Pro naše území platí v zásadě rozdělení s převahou srážek v letním pololetí – od dubna do září vypadne přibližně 2/3 celoročního úhrnu srážek. Množství srážek je kromě zeměpisné polohy ovlivňováno nadmořskou výškou a orientací území vůči světovým stranám.

Rozložení srážek na území ČR odpovídá podle DUBA, NĚMCE [1968] těmto hodnotám :

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

Plošné rozdělení srážek v určité oblasti lze názorně zobrazit izohyetami. Jsou to čáry spojující na mapě místa se stejnými srážkovými úhrny. Izohyety mohou udávat úhrny za různě dlouhá období – za konkrétní rok, za období kratší jako je měsíc, ale i za jednotlivý déšť. Srážková výška je tloušťka vody ze srážek, rozprostřená na půdorysný průmět povodí. [KEMEL, 1996]

2.4.2 Měření srážek

Srážkové úhrny měříme v síti srážkoměrných stanic, ve kterých jsou instalovány srážkoměr, zapisující dešťoměr nebo totalizátor. V terénu velmi členitém jsou srážky rozděleny nerovnoměrně, proto je v horských oblastech požadována hustější síť. U nás připadá jedna srážkoměrná stanice v průměru na 79 km². Síť u nás zřizuje, udržuje a pozoruje srážkové jevy Český hydrometeorologický ústav. [KEMEL, 1996]

Základním přístrojem pro měření množství srážek je srážkoměr. Skládá se z válcovité srážkoměrné nádoby, nálevky a konvice. Srážkoměrná nádoba je vysoká 50 cm se záchytnou plochou 500 cm². Nálevka se stejnou záchytnou plochou jako srážkoměrná nádoba se na ni nasazuje profilovým spojovacím prstencem připojeným k plášti nálevky. Plechová konvice se volně umísťuje na dno srážkoměrné nádoby pod ústí nálevky, kterou do konvice stékají zachycené vodní srážky. Odměrka se používá k měření srážek nahromaděných v konvici. Na hladině je tenká vrstvička oleje, která chrání nashromážděnou vodu před vypařováním. [KŘÍŽ, 1988]

2.4.3 Srážkové charakteristiky

Při pozorování na meteorologických stanicích se zjišťuje druh srážek, doba jejich trvání, množství srážek, případně i jejich průběh a intenzita srážek.

Druh srážek se označuje mezinárodně dohodnutými značkami.

Doba trvání srážek se poznamenává s přesností 5 minut v minutách nebo hodinách.

Množství srážek se vyjadřuje výškou vrstvy vody v mm, která se vytvořila při kapalných srážkách na vodorovném povrchu bez zasakování, odtoku a výparu vody. 1 mm srážek představuje 1 litr na 1 m². Tuhé srážky se převádějí na vodu a vyjadřují stejným způsobem.

Intenzita srážek (i) je množství srážek v mm (h) za 1 hodinu (t) a platí: $i = h / t$

Srážkový normál je mnoholetý průměr srážek v určitém místě za období roku, sezony, měsíce apod. Srážky za určité období se pak hodnotí ve vztahu k srážkově normálnímu období. Srážkový den je takový den, kdy během 24 hodin spadne více než 0,1 mm srážek.

[KEMEL, 1996]

2.4.4 Chemické složení srážek

Závisí na složení a znečištění ovzduší ve střední a spodní vrstvě atmosféry. Chemické složení srážek ovlivňuje hlavně fyzikální a chemická povaha kondenzačních jader. Srážky vlastně „čistí“ atmosféru a odstraňují různými druhy srážek chemické látky v kapalném, plynném i tuhém stavu. [DIVIŠ, 2005]

HLAVÍNEK, ŘÍHA [2004] uvádějí, že složení atmosférických vod ovlivňuje složení atmosféry a stupeň znečištění emisemi přírodního i antropogenního původu. Zdrojem emisí přírodního původu je například vulkanická činnost, velké lesní a stepní požáry, mikrobiální procesy atd. Z antropogenních zdrojů převládají průmyslová činnost a doprava.

Chemické složení srážek odpovídá z kvalitativního hlediska základnímu složení podzemních a povrchových vod. Rozdíly jsou však kvantitativní. Celková mineralizace srážek bývá menší než 1 mg.l⁻¹. Převládající kationty jsou Na, Ca, K, Mg. Převládající aniony podle hmotnostní koncentrace Cl⁻, SO₄²⁻, F⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻.

Zajímavostí jsou převládající kationty Na⁺ a Cl⁻. Většina srážek vzniká nad mořem, odkud se větší množství těchto iontů dostává do vzdušné vlhkosti. Nad kontinenty pak bývá těchto iontů méně. V průměru jsou však stále v popředí. U znečištěných srážek (ve městech) je celková mineralizace větší o 10 – 30mg.l⁻¹ [DIVIŠ, 2005]

Kvalita srážkové vody ovlivňuje například koloběh dusíku. Jak uvádějí GERGEL, JINDRA a kol. [1994], se v oblasti Šumavy pohybuje roční přínos dusíku srážkami od 20 – 24 kg/ha/rok. V jiných oblastech u nás až 40 kg/ha/rok.

2.5 Povrchové vody

Podle zákona č. 20/2004 Sb. o vodách, povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

[HLAVÍNEK, ŘÍHA, 2004]

2.5.1 Odtok povrchových vod

Atmosférické srážky, které se nezadržely na rostlinách, nezasákly do půdy, nevypařily se, nezadržely se v prohlubních terénu, povrchově odtékají do koryta toku. Spolu s infiltrovanou podzemní vodou tvoří průtok. V souhlase s kolísáním průtoků se mění i hladiny. Poněvadž v určitém profilu přirozeného toku zatím nemůžeme určit přímo okamžitý průtok, musíme měřit údaj, jenž je ukazatelem okamžitého odtoku a je ve velmi těsném vztahu k průtoku, tj. úroveň vodní hladiny toku. [NYPL, KURÁŽ, 1992]

Povrchový odtok značí část srážkové vody, která se nevypařila ani nevsákla a stéká nejprve v souvislé vrstvě jako nesoustředěný odtok, až posléze se rozčleňuje erozivními rýhami a stružkami do koryt toků jako soustředěný odtok. Odtok vody tvoří podíl povrchově i podzemně odtékající srážkové vody, který v našich poměrech činí průměrně asi 30 % celkového úhrnu srážek. Srážky prosáklé do povrchových prostor jsou časově i místně posunutým podílem odtoku. [TLAPÁK, KRATOCHVÍL, 1982]

ZACHAR, JŮVA [1987] poukazují na to, že se v našich podmínkách podíl povrchového odtoku pohybuje podle druhu vegetace, propustnosti půdy a charakteru reliéfu od 1 - 40 %. Nejnížší hodnoty byly zaznamenány v lesích, co značí, že les zachycuje v korunách nejen největší část látek dopadajících na povrch, ale i největší podíl z nich transformuje do půdy a podpovrchových půd.

2.5.2 Pozorování vodních stavů

Pro soustavné pozorování hladin se budují vodočetné stanice. Pro trvalé sledování vodních stavů na hlavních tocích se měří na základních stanicích. Síť sekundárních stanic doplňuje síť základní na menších tocích a síť účelová poskytuje podklady pro technické záměry. Jednoduché zařízení je tzv. vodočet, určuje se tzv. vodní stav, což je svislá hladina od nuly vodočtu. Vodní stav je relativní výška hladiny, udává se v cm. Vodočet může být svislý nebo šikmý a bývá umístěn např. na svislé opěrné zdi. Stupnice je dělena tak, že lze hladinu odečíst přímo. 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]

Pro plynulé sledování hladiny se používá samočinně zapisujících vodočtů, tzv. limnigrafů, a to většinou plovákových. Limnigraf se umísťuje na břeh vodního toku. Plovák se pohybuje na hladině vody ve svislé šachtě nebo v ocelové trubce, která je spojena s vodním tokem a je naspodu vyplněná kamením nebo opatřena děrovaným filtrem, aby se tlumil vliv vln. [ŠILAR, 1996]

2.5.3 Průtoky

Pod průtokem v hydrologii rozumíme objem vody, který proteče daným průřezem za jednotku doby, tj. za sekundu. Značíme ho Q a vyjadřujeme obvykle v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nebo $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. Objem vody, který proteče průtočným průřezem za dobu delší (jeden měsíc, rok) zveme proleklým množstvím a vyjadřujeme v m^3 . Odtok vyjadřuje též objem vody odteklý z povodí. Kromě objemové míry může být vyjádřen také odtokovou výškou H_o . Specifický odtok (q) je objem vody, který v průměru odteče z plošné jednotky povodí za jednotku času, např. $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. [KEMEL, 1996]

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

- přímo, a to zjišťováním množství vody vtékající za časovou jednotku do nádoby nebo nádrže známého objemu
- nepřímo zjišťováním rychlosti proudění plovákem nebo vodoměrnou vrtulí v korytě daných rozměrů, velikosti zředění silně koncentrovaného roztoku snadno zjistitelné látky, který přivádíme do vodního toku, rozměrů vodního paprsku na přepadu známého tvaru, venturimetrem a konečně odvozením vodního stavu v průtočném profilu, je-li v něm znám vztah mezi vodním stavem a velikostí průtoků. [ŠILAR, 1996]

2.5.3.1 Měření pomocí přelivů

Princip měření průtoků pomocí přelivů se zakládá na využití poznatků z hydrauliky.

V závislosti na rozsahu průtoků se používá více tvarů ostrohranných přepadů:

1. boční přeliv obdélníkový s boční kontrakcí, tzv. Ponceletův
2. přeliv trojúhelníkový tzv. Thomsonův, který je vhodný k měření menších průtoků

Průtok Thomsonovým přelivem při vrcholovém úhlu 90° vypočítáme podle vzorce:

$$Q = 1,4 \cdot h^{5/2} \quad [\text{NYPL}, 1986]$$

2.6 Odvodňování půdy

Vláhové poměry půdy zásadním způsobem ovlivňují úrodnost půdy a výnosy všech pěstovaných plodin. Významným regulačním, stabilizačním a intenzifikačním prvkem zemědělské soustavy jsou meliorační zásahy. V podmínkách nadměrného zásobení půdy vodou hovoříme o odvodnění půdy. Jedná se o soubor opatření ke sbírání a odvádění vody ze zamokřeného půdního profilu a z povrchu zaplavovaných půd. Odvodňování prováděné v rozumné míře zlepšuje provzdušněnost půd a kladně působí na jejich fyzikální, chemické a biologické vlastnosti. [KVÍTEK, 2006]

TLAPÁK, KRATOCHVÍL [1982] uvádějí, že podstata odvodňování spočívá v odstraňování přebytku vody z půdy, odvedením povrchové i podpovrchové (půdní, podzemní a vadózní) vody z povrchu půdy i jejího profilu a hladina podzemní vody se ustálí v požadované hloubce. K tomu účelu slouží vhodná zařízení jako příkopy, drény, studně.

Potřeba a způsob odvodnění se posuzuje na základě hydro-pedologického průzkumu, při kterém se zjišťují příčiny, formy a stupeň zamokření půdy. Všeobecně se dá očekávat, že lehké propustné půdy se zamokřují při nadbytku srážkové nebo přítoku povrchové vody, která se po vsáknutí do půdy hromadí na nepropustném podloží a zamokřuje půdní profil vysokou hladinou podzemní vody. Naproti tomu středně těžké a těžké půdy s velkou vododržnou schopností a nízkou vsakovací schopností se lehce zamokřují hromaděním srážkové vody na povrchu půdy nebo kapilárním výstupem podzemní vody. [ZACHAR, JÚVA, 1987]

Odvodněním půdy se zlepšuje poměr mezi vodou a vzduchem v půdě, zvyšuje se vzdušná kapacita půdy. Odvodněné půdy jsou provzdušněné, mají lepší tepelný režim, lépe se prohřívají a lépe povrchově prosýchají. Vlivem odvodnění se zvyšuje aktivita půdních mikroorganismů. Na těžších půdách se odvodněním zvyšuje vsakovací schopnost půdy, která spolu s provzdušeností půdy způsobuje, že okolí drénů je vlhčí než půda neodvodněná i v suchém období. Tato okolnost způsobuje, že odvodnění přispívá k lepšímu hospodaření s vodou i v suchých letech. Výzkumným sledováním odtoků z odvodněné a neodvodněné plochy bylo prokázáno, že odvodněné půda zmenšuje povrchový odtok, který se zčásti přeměňuje na odtok drenážní. Tím plní drenáž funkci retardace odtoku z povodí.

Kvalitativní vliv systematické drenáže na podzemní vodu je kladný a neposuzuje se. Pokud se týká vlivu drenážního odvodnění na kvalitu povrchové vody, je míra ovlivnění určována převážně způsobem zemědělského hospodaření na odvodněné půdě. Základním ukazatelem pro posuzování vlivu způsobu zemědělského hospodaření na odvodněné půdě je kvalita vody v recipientu, a to koncentrace NO_3^- .

Vhodné umístění drenáže a vyústění do recipientu má významný vliv také na hladinu vody v recipientu. Na tento vliv působí mnoho vedlejších faktorů, vedle přírodních vlivů sem patří také počet lokalit a polí, které budou do recipientu odvodňovány. [ROBINSON, 1990]

Při odvodňování bylo zvažováno nejen hledisko hospodářské, ale také hledisko ochrany přírody. Zásadou je neodvodňovat všechno, nevysušovat, ale regulovat, neznečišťovat vodní zdroje, upravit vlastnosti odvodňovacích půd. [TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

Odvádí-li drenáž vodu i ze srážek, pak drenážní odtok vykazuje zřetelnou periodicitu. Z toho plyne mimořádný význam aktivních povrchů půdy, různých způsobů drenáže, které jsou schopny významně regulovat odtok. Podstatný rozdíl v povrchovém a podzemním odtoku vzniká na odvodněných minerálních a rašelinných půdách.

Hloubka uložení drenáže působí na odtok velmi podstatně. Odtok se zvyšuje s rostoucí hloubkou drenáže.

Autoři dále uvádějí, že změny povrchového odtoku na odvodněných půdách lze stanovit pouze na velkých plochách. Obecně je objem povrchového odtoku na odvodněných půdách menší než drenážní a činí 10 % celkového odtoku. Jeho maximum nastává v době jarního tání a pak jen v období přívalových dešťů.

Výpar je odvodňovacími soustavami ovlivňován v tom smyslu, že se mění termodynamické parametry celého půdního profilu. Celkový výpar z odvodněných minerálních půd je menší než z neodvodněných. Příčinou je to, že na neodvodněných půdách je vyšší hladina podzemních vod a v důsledku toho dochází k vyššímu neproduktivnímu výparu. [KUDRNA, 1987]

Intenzita odvodnění přímo ovlivňuje návrh rozchodu odvodňovacích prvků v projektu. Pokud se změnou intenzity změní rozchody o násobek dosavadního rozchodu, je možné v rámci rekonstrukce vyřazení nebo vřazení sběrného drénu. Výhodnější je však zabudování regulačního prvku, který umožní změny intenzity odvodnění v průběhu životnosti drénů. Dalším problémem realizace jsou stávající šachtice vyváděné nad terén, které jsou výraznou překážkou při obdělávání půdy. Také drenážní vyústění jsou častým zdrojem závad pro svoji snadnou zranitelnost. [FÍDLER, 1996]

2.6.1 Rozdělení drenáží

TLAPÁK a kol. [1992] rozdělují drenáže na systematickou drenáž, příkopovou, sporadickou drenáž, dále na záchytné drény, vertikální drenáž, regulační a retardační drenáž.

Základními měřitelnými příznaky činnosti odvodňovací drenážní soustavy jsou:

1. drenážní odtok
2. změna povrchového odtoku na ploše odvodňovací soustavy
3. změna celkového výparu

Drenážní odtok je ta část gravitační vody, jež se dostává působením tlakového gradientu do drenážního potrubí, kterým odtéká.

Na drenážní odtok působí:

- fyzikální vlastnosti odvodňovacího profilu
- sklon odvodňovaného území
- rozchody a hloubky drenáží

Ojedinelá (sporadická) drenáž se navrhuje k odvedení nadbytečné vody z místních zamokření v zájmovém území. Použije se zejména k podchycení a odvedení vody z lokálních mokřin a pramenišť (v kombinaci se záchytnými drény, případně pramenními jámkami), k odvodnění místních depresí, průlehů a dalších, plošně omezených zamokřených míst v kombinaci se zasakovacími drény, případně zasakovacími jámkami.

Plošná drenáž je tvořena sběrnými a svodnými drény s drenážními objekty (šachticemi, výustěmi), které vytváří pravidelné i nepravidelné drenážní souřady a skupiny. Plošná drenáž se navrhuje k úpravě nepříznivého vodního režimu souvisle zamokřené půdy tam, kde nepostačí jiná jednodušší odvodňovací opatření. [KVÍTEK, 2006]

2.6.2 Zamokření půdy

Charakteristika zamokření se stanovuje pedologickým případně hydrogeologickým průzkumem a zahrnuje topografii, časový charakter, formu, případně zdroj vody způsobující zamokření a jeho stupeň. Významným ukazatelem vlhkosti v půdě je její barva. Zamokřením se projevuje tmavší zabarvení půdy. Zamokřené půdy jsou zároveň studenější a proto se na nich drží sníh déle. Silně zamokřené půdy může prozradit i bahnitý zápach. Dalším znakem zamokření je špatný vývoj plodin nebo obtížnější zpracování půdy.

Negativní působení nadměrného množství vody v půdě způsobuje nepříznivý poměr mezi obsahem vody v půdě a půdního vzduchu. V půdě je tedy nedostatek kyslíku, který způsobuje převahu anaerobních procesů a tak dochází k hromadění toxických produktů anaerobního rozkladu organické hmoty. Nadměrné množství vody v půdě způsobuje denitrifikaci (likvidaci dusičnanů) a vznik skleníkových plynů. [KVÍTEK, 2006]

2.6.3 Údržba odvodňovacích zařízení

Pokyny pro údržbu a opravy odvodňovacích zařízení jsou uvedeny v ON 73 6930. Základní podmínkou, která zajišťuje minimalizaci poruch u odvodňovacích zařízení je požadavek, aby provoz zemědělského využívání pozemků nepoškozoval odvodňovací zařízení. Kromě toho je nutno pravidelně sledovat odvodňovací zařízení formou udržovacích a kontrolních prohlídek v intervalu jedenkrát ročně.

[TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

2.6.4 Kvalita drenážních vod

HLAVÍNEK, ŘÍHA [2004] uvádějí, že kvalita drenážních vod závisí na složení podzemních vod, na pěstované a použité agrotechnice, na složení půdy a podloží, na množství a složení srážkových a závlahových vod. Se změnou jednotlivých faktorů v průběhu roku kolísá i kvalita drenážních vod. Při aplikaci hnojiva pesticidů se dostávají tyto látky do drenážních vod, které jsou v tomto období nejvíce znečištěny. Některé složky hnojiv nejsou zachyceny v půdě, jsou z ní vyplavovány a tvoří hlavní anorganické znečištění (např. K^+ , NO_3^- , PO_4^{3-}).

V současné době je již známo, že vzhledem ke kvantitativnímu poměru vody drenážní a povrchové, nemůže být drenážní voda i při velkém obsahu NO_3^- hlavním původcem vysoké koncentrace dusíkatých látek v povrchových vodních zdrojích. Hlavním transportním činitelem jsou povrchové splachy vznikající při přívalových srážkách.

[TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

KLADIVKO [1991] uvádí, že koncentrace dusíku v drenážním odtoku je ovlivněna hnojením, půdním typem, pěstovanou plodinou, typem orby a jejím praktikováním a obsahem vody během vegetační sezóny.

2.7 Jakost vod

Oddělení jakosti vod Českého hydrometeorologického ústavu monitoruje v rámci státní sítě sledování jakosti vod jakost povrchových vod od roku 1963 a podzemních vod od roku 1984. Český hydrometeorologický ústav je podle své zakládací listiny zodpovědný za provoz státních sítí sledování jakosti vody. V současné době zabezpečuje provoz státní sítě sledování jakosti vody v tocích, státní sítě sledování jakosti podzemních vod a řady mezinárodních monitorovacích aktivit a projektů. Monitorování jakosti povrchových a podzemních vod je nejdůležitějším nástrojem k získání informací potřebných k hodnocení

stavu a vývoje hydrosféry a ochrany zdrojů pitné vody. Odběry vzorků povrchových a podzemních vod a jejich rozborů zajišťuje ČHMÚ v externích akreditovaných laboratořích. ČHMÚ provádí sběr dat, jejich kontrolu a uložení v národní databázi, prezentaci a základní rutinní vyhodnocení zjištěných dat. [ČHMÚ, 2006]

Základní informací z analýzy vzorku vody jsou fyzikální a chemické ukazatele, které slouží pro porovnání zjištěného stavu s jednotlivými zákonnými ustanoveními a normami. Ukazatele charakterizují okamžitý stav protékající vody, změny na vodoteči, které zpravidla nejsou starší 1 den a změn v povodí ne starší několik dnů. Kvantitativní hodnocení představují vyjádření podílu vodou transportovaných látek z jednotky plochy za rok. Mají význam pro stanovení ztrát živin odtokem. Kvalitativní změny za delší časový úsek vyjadřují hydrobiologické ukazatele. [GERGEL, 1994]

Základní informací, kterou lze z analýzy vzorků vody získat jsou kvalitativní fyzikální a chemické ukazatele, které slouží pro porovnání s různými zákonnými ustanoveními a normami.

1. U povrchové vody tekoucí charakterizují okamžitý stav protékající vody, změny na toku, které zpravidla nejsou starší 1 den a změny povodí ne starší několika dnů. Lze propočítávat podíl vodou transportovaných látek z jednotky plochy povodí za rok. Mají proto význam i pro stanovení ztrát živin odtokem. Kvalitativní změny za delší časový úsek vyjadřují ukazatelé hydrobiologické.
2. U mělkých podzemních vod charakterizují změny za delší časový úsek, zpravidla týdny až měsíce. [KVÍTEK, GERGEL, VÁCHAL, KVÍTKOVÁ, 2004]

Z fyzikálních vlastností vody jsou nejdůležitější teplota, obsah nerozpuštěných látek, barva a pach. Požadavky na fyzikální vlastnosti vody jsou různé podle jejího využití. Při posuzování chemických vlastností vody hodnotíme obsah různých kationtů a aniontů ve vodě, obsah kyslíku, oxidu uhličitého a organických látek. Biologické vlastnosti vody posuzujeme podle přítomnosti různých živých organismů .

Primární příčinou znečištění povrchových vod jsou neuváženě vysoké dávky průmyslových hnojiv, kejdy, silážních šťáv, jejich nevhodná aplikace a malá sorpční schopnost půdy. [TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

HLAVÍNEK, ŘÍHA [2004] uvádějí, že jednou z příčin zhoršování jakosti povrchových vod je také eutrofizace. Jedná se o soubor přírodních a uměle vyvolaných pochodů, kterými se v tekoucí nebo stojaté vodě zvyšuje obsah biogenních prvků (N, P,

K, atd.), což má za následek zvýšenou produkci biomasy. Důsledkem těchto pochodů je zhoršení kvality vody. Stoupá zákal, vzniká zabarvení, pach a v krajních případech může být voda toxická pro vyšší organismy.

2.7.1 Odběry vzorků vod

Při odběrech vody z toků je reprezentativní vzorek odebírán v proudnici řeky ve vhodném místě s ohledem na jeho homogenitu zpravidla 50 cm pod hladinou a cca 20 cm ode dna do odběrné nádoby. Vzorek vody se odebírá nejlépe na přepadu. Pokud není vybudován, tak z proudnice v upraveném profilu vodoteče. Při odběru se nesmí zvířít usazeniny dna, neboť tím je zpravidla vzorek znehodnocen. Při malých průtocích, zejména v případě vzorkování drenážních vod v létě nebo na podzim, se proto doporučuje používat různých odběrových pomůcek. [GERGEL, 1994]

Pro běžný fyzikálně-chemický rozbor se vzorky přepravují a skladují v polyethylenových, polypropylenových, polykarbonátových nebo skleněných vzorkovnicích v chladicí brašně. Pro různou skladbu sledovaných ukazatelů se vzorky případně konzervují dle metodiky předepsané normou a některé parametry se měří přímo na místě. [ČHMÚ]

Četnost odběru – je nejdiskutovanější a nejméně jasnou metodickou částí monitorování. Minimální četnost odběru je 4 – 5x za rok s tím, že se zachytí tato základní část období:

- jarní tání (březen)
- období intenzivního růstu a vývoje rostlin (květen)
- období nejvyšších letních teplot (začátek žní)
- období podmítek (srpen-září)
- období hydrologického minima (říjen-listopad) [GERGEL, 1994]

Na tocích s velkým povodím s plochou nad 1000 km² a malým kolísáním průtoků by mělo být vzorkování prováděno alespoň 12x ročně. Malé toky s velkým kolísáním průtoku a malým povodím (do 10 km²) by měly být sledovány až 2x týdně.

[HLAVÍNEK, ŘÍHA, 2004]

2.8 Dusičnany

Mineralizace organicky vázaného dusíku probíhá podle schématu:

Organická hmota → Amoniak ↔ Dusitany ↔ Dusičnany

Mezi amoniakem, dusitany a dusičnany se ustavuje v závislosti na řadě podmínek určitý vztah, který si je možno představit jako spojené nádoby. Mezi dvěma velkými objemy s NH_4 a NO_3 je úzká mezera, kterou neustále rychle proudí NO_2 . Za aerobních podmínek jsou dusičnany konečným produktem a proto je jich nejvíce. [GERGEL, 1994]

Sledování dusičnanů ve vodách je zajištěno prostřednictvím § 33 zákona č. 254/2001 Sb., tzv. „ nitrátovou směrnici “. Uvedený paragraf vymezuje pojem zranitelné oblasti a ukládá nařízením vlády stanovit zranitelné oblasti a v nich upravit používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření.

GERGEL a kol. [1994] uvádějí, že dusičnany vykazují významnou sezónní variabilitu a obecně jsou vyšší v předjaří a na jaře, poněvadž nemají přes zimu jako produkty probíhající nitrifikace odpovídající možnosti odběru biomasou rostlin. Jejich náhlé zvýšení ve vodě v období vegetace je většinou zaviněno nešetrnou aplikací ledkových hnojiv nebo mimořádně výrazným zásahem na půdě v povodí. Představují asi 95 % celkového dusíku anorganického.

Dusičnany jsou konečným produktem rozkladu organicky vázaného dusíku. V nízkých koncentracích jsou přítomné téměř ve všech vodách. Větší množství dusičnanů se dostává do vod při jejich použití v zemědělství ve formě hnojiv a ze znečištění prostředí lidskými a zvířecími výkaly. Dusík z průmyslových hnojiv je hlavním zdrojem anorganického dusíku v povrchových vodách a na mnohých místech stimuluje růst řas.

[HLAVÍNEK, ŘÍHA, 2004]

2.8.1 Změny koncentrací dusičnanů

KVÍTEK [1996] uvádí, že při poklesu srážkové činnosti dochází během krátké doby (do dvou měsíců) ke snížení i koncentrace dusičnanů v povrchových vodách. Zvýšení srážkové činnosti vede i ke zvýšení koncentrací dusičnanů ve vodách.

Převažují-li v povodí bodové zdroje znečištění, koncentrace znečišťující látky s rostoucím průtokem klesají (dochází k ředění). Dusičnany jsou dobře rozpustné ve vodě a velmi snadno se pohybují půdním profilem. Pochází-li znečištění z plošných zdrojů, znečišťující látky se do toku dostávají vinou smyvu, povrchových splavů a proplavováním

půdy, a tudíž s rostoucím průtokem koncentrace znečišťující látky stoupá. [LANGHAMMER, 1999]

Sledováním vývoje kvality vody v toku Babačka na Českomoravské vrchovině v roce bohatém na zvýšené povrchové odtoky (1987) bylo zjištěno, že velké průtoky v potoku obsahují dvakrát více dusičnanů než průtoky normální a malé a při započtení kvantitativních ukazatelů průtoků transportují velké průtoky dvacetkrát více dusíkatých látek než průtoky malé. [TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

2.8.2 Vyplavování dusičnanů

SLEPIČKA [1974] prokázal, že vyplavování dusičnanů z půdy bez vegetačního pokryvu je mnohem vyšší než pod porostem polních plodin a dočasné louky, a to jak na variantě intenzivně hnojené, tak na variantě kontrolní bez hnojení.

Délka mimovegetačního období též rozhoduje o celkovém odnosu živin z povodí. Čím déle je půda bez vegetačního krytu, tím je i odnos živin větší. [KVÍTEK, 1996]

V období vegetačního klidu je vyplavování dusičnanů několikanásobně vyšší než v období vegetačním. [AMSTRONG, 1993]

EVANS [1990] uvádí, že nitrátové vyplavování vzrůstá s větší drenážní účinností a drenážní intenzitou. Rozdíly jsou však vždy v relaci k místním podmínkám, pěstovaným plodinám, drenážním systémům a hydrologii regionu.

KVÍTEK [1994] uvádí, že drenážní systémy mají v oblasti Českomoravské vrchoviny vyšší koncentraci nitrátů než povrchové vody a je zřejmý i určitý vliv kultur na koncentraci nitrátů ve vodě ve vztahu k rozmístění kultur v infiltračních a infiltračně-transportních zónách. Tuto skutečnost lze vysvětlit daleko vyšším provzdušněním orné půdy drenážních systémů, resp. menší dobou možné denitrifikace dusíku v půdním profilu při odvodnění.

Příčinu zvýšené mineralizace organické hmoty v půdě lze hledat ve změně fyzikálních, chemických a biochemických vlastností půdního profilu. Veškeré zásahy lidí směřující k provzdušnění půdy (např. odvodnění půdy) se negativně projevují v mineralizaci organické hmoty a uvolňování dusíku do půdního roztoku.

2.9 Porovnání srážek a průtoků

2.9.1 Maximální a minimální průtoky

Za silných dešťů nemůže vodou nasycená půda zadržet všechny srážky. Podstatná část tedy odtéká přímo do řek a jejich hladina se zvyšuje. Přívaly, často velice prudké, jsou časté a

působí velké škody zejména v oblastech s proměnlivým klimatem a řídkým vegetačním krytem. Vodní režim řek je pak úplně rozvrácen, protože neexistují přírodní regulátory ve sběrné oblasti povodí. Tyto průtokové změny mohou působit povodně v nivě nebo i větších částech povodí a ovlivňují i režim podzemních vod. [DORST, 1985]

Příčinou povodňových průtoků na malých povodích jsou přívalové deště. Na velkých povodích jsou naopak příčinou povodní regionální deště a náhlé tání sněhové pokrývky. Povodňová vlna je výsledkem složitého srážkoodtokového procesu v povodí. Počátkem vzestupné větve hydrografu odtoku je přitom oproti srážce vždy časově opožděn. Do uzávěrového profilu se dostane voda nejprve z nejbližšího okolí, postupně tam však dospívá i voda vzdálenější, takže průtok stoupá tak dlouho, až k průřezu dospěje voda z hydraulicky nejvzdálenějšího místa povodí. Tuto dobu, jež vyplývá z rychlosti toku vody na povrchu povodí a v říční síti, nazýváme kritickou dobou, nebo-li dobou koncentrace. Tato doba závisí na geografických činitelích povodí. [JANDORA, STARA, STARÝ, 2002]

Sledujeme-li průběh okamžitého množství od počátku deště v určitém profilu povodí zjistíme, že průtok bude vzrůstat úměrně se zvětšující se plochou, z níž bude srážková voda do uvažovaného profilu dotékat v jednotlivých časových intervalech (minutových, desetiminutových, hodinových apod.). Průtok dosáhne maxima v okamžiku, kdy do profilu doteče srážková voda z relativně nejvzdálenějšího místa. Pojem nejvzdálenější nemůžeme chápat pouze místně (jako největší vzdálenost), ale jako dráhu, kterou dešťová voda urazí za nejdelší dobu. Dobu, za níž doteče srážková voda z relativně nejvzdálenějšího místa v povodí do zájmového průřezu, nazýváme kritickou dobou doběhu. (Dobou doběhu je časový úsek, za který doteče libovolná dešťová kapka do zájmového profilu). Průtok po dosažení maxima při době trvání deště zůstává na stejné výši až do konce deště. Pak opět postupně klesá. [KREŠL, 2001]

JANDORA a kol. [2002] uvádějí, že 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 povodí ve formě sněhu, nejčastěji v únoru. Na nížinných tocích se projevují koncem suchého léta nebo na podzim, kdy bývají delší období beze srážek a kdy se menší srážka za poměrně vysokých teplot zcela vypaří.

V hydrotechnické praxi mají největší význam krátkodobé deště s vysokou intenzitou, zasahující území malé plošné výměry, které mají rozhodující vliv na vznik extrémních přívalových průtoků na bystřinách a povodích malé plošné výměry vůbec. Podle Hellmana jsou to deště s dobou koncentrace do 180 minut a s výškou srážek 10 – 80 mm. [KREŠL, 2001]

ROŽNOVSKÝ, LITSCHMANN [2002] uvádějí, že nejvyšších hodnot dosahuje poměr srážkových úhrnů a průměrných průtoků v zimě. Tehdy jsou srážky nízké, avšak průtok vody neklesá, protože jen malé procento spadlých srážek se odpaří nebo vsákne do země. V zimním období, pokud je teplota nad nulou, země nevysychá a bývá většinou bahnitá. V ostatních obdobích jsou hodnoty poměru nižší, nejmenší v létě, kdy se nejvíce spadlé vody odpaří a velkou část spotřebuje vegetace.

V období krutých mrazů pozorujeme na tocích velmi nízké průtoky, protože nezanedbatelná část vody je vázána i tvorbou ledu v korytech toků. Zvýšená vodnost v období tání, její časový průběh je hlavní měrou závislý na chodu teplot vzduchu, může být ještě zvýrazněna vypadáváním teplého deště do sněhové pokrývky ležící na povodí. Teplotní zvrstvení vzduchu pozorované v tomto období dané různou nadmořskou výškou, způsobuje dřívější tání sněhu v níže položených částech povodí a tak vzrůst specifických odtoků s růstem plochy povodí. Pozorujeme tedy opačnou zákonitost než je tomu u dlouhodobých specifických průtoků. Již bylo řečeno, že průběh vodnosti v zimním a jarním období s dostatkem sněhu je definován hlavně časovým průběhem teplot vzduchu. Zvláště u menších toků je tento vliv patrný. [KEMEL, 1996]

ROŽNOVSKÝ a LITSCHMANN [2002] se zabývali průtokem vody ve Vltavě. Autoři uvádějí, jakým způsobem se vyvíjel průtok vody v jednotlivých ročních obdobích. U všech sezón kromě zimy pozorovali nižší průtok kolem poloviny 19. století, což odráželo minimum srážek v té době. Nejvyšší průtoky se vyskytovaly podle očekávání na jaře. Na druhém místě je zimní období, kde byl naopak pozorován vzrůst za posledních 100 let. Průtoky v létě a na podzim byly slabší, bez rozdílu mezi těmito dvěma sezónami, také dlouhodobá změna byla podobná, avšak slabá.

Autoři považují snížení jarních a zvýšení zimních průtoků za důsledek dlouhodobé klimatické změny, přesněji globálního oteplení. Při teplotě třeba jen mírně zvýšené přibývá kapalných srážek na úkor pevných a dochází také k tání sněhové pokrývky. To vše vede ke

zvýšení přísunu vody do řek a tím ke zvýšení průtoku v zimě. Naopak na jaře pak chybí zásoba sněhu, především ve vyšších polohách, který se v té době mění ve vodu, proto i průtok je na jaře nižší. Pro přírodu to má ten důsledek, že během zimy odteče více vody než odtékalo dříve. Tato voda by se jinak alespoň z části vsákla do země, což se nestalo a proto pak na jaře chybí.

2.9.2 Vliv faktorů na srážky a průtok

Množství vody odtékající z povodí určitým profilem toku je výslednicí řady činitelů, z nichž rozhodující v našich podmínkách jsou atmosférické srážky, které svým množstvím a časovým rozdělením předurčují časový průběh odtoku a průtok.

KREŠL [2001] uvádí, že vztah mezi srážkami a odtokem není však přímý. Je modifikován jednak aktivně ostatními klimatickými faktory, jejich dynamikou vývoje, jednak pasivně ostatními fyzicko-geografickými činiteli, které jsou v daném povodí stálé. Mimoto se projevuje i vliv člověka. Všechny tyto faktory působí současně, komplexně, v různých kombinacích, takže souvislosti mezi atmosférickými srážkami a odtokem jsou mnohdy úplně zastřeny.

Fyzikálně-geografické faktory ovlivňují jednak samotné množství vody, které je k dispozici pro povrchový odtok, tak i jeho časové rozdělení. Mezi nejdůležitější faktory patří reliéf (tj. morfologické vlastnosti povodí a samotného koryta), poměry geologické, pedologické a charakteristiky vegetačního pokryvu. Působením těchto faktorů je určeno jaký podíl srážek odteče po povrchu, kdy a v jakém sledu se jednotlivé části srážek dostanou do koryta, zda voda steče rychle po povrchu nebo vsákne do půdy a dále rozmnoží zásoby podzemních vod, které postupně zásobují větší toky a tak se podílejí na jejich nepoměrně vyrovnanějším průtokovém režimu. [KEMEL, 1996]

Svůj vliv bude mít také roční doba či teplota a relativní vlhkost vzduchu. V létě při vyšší teplotě vzduchu se jistě odpaří daleko více vody než v pozdním podzimu. Velký vliv má terén, na který srážky dopadají. Na polích, zvláště na rovině, se velká část spadlé vody může vsáknout do půdy. Ve městech k tomu mnoho možností není, voda stéká po střechách domů a komunikacích přímo do kanalizace. V lese se část vody (někdy značná) zachytí na listech stromů a později se odpaří. Ta část, která se dostala až k zemi, se postupně vsákne do půdy. Nelze opomenout také charakter srážek. Při drobném dlouhotrvajícím dešti má voda více času

vsáknout se do půdy, zvláště v rovinném terénu, zatímco při přívalových srážkách přebytečná voda rychle odtéká. Poněkud odlišné poměry nastávají v zimě, kdy sníh, alespoň ve vyšších polohách, zůstane ležet na zemi, malá část se odpaří (sublimuje), a teprve po jarním tání se vzniklá voda může vsáknout do země nebo odtéci. [ROŽNOVSKÝ, LITSCHMANN, 2002]

2.9.2.1 Vliv reliéfu

Vliv reliéfu je dán sklonitostními poměry na povodí. Čím je sklon území větší, tím jsou rychlosti stékání větší a možnost vsaku vod do terénu menší. Tam, kde je reliéf plošší, voda zůstává po určitou dobu v prohlubních a může se tak výrazněji uplatnit výpar a vsak. V prohlubních terénu zadržené množství se nemůže zúčastnit rychlého procesu odtoku – tvorby povodňové vlny. Ve vyšších nadmořských výškách je průměrná sklonitost větší, takže velkým dynamickým účinkem rychle proudící vody jsou produkty zvětrávání uvolňovány a odnášeny níže. Odtud plyne, že povrch výše položených území je vytvářen pevnými horninami, překrytými vrstvou půdy zpravidla o nepatrné tloušťce. tato skutečnost vysvětluje všeobecnou zákonitost poklesu specifických odtoků s nárůstem plochy povodí. [KEMEL, 1996]

2.9.2.2 Vliv velikosti a tvaru povodí

Velikost a tvar povodí patří mezi charakteristiky, rozhodující o čase, potřebném k tomu, aby voda, vypadá na různých dílčích plochách povodí, dotekla do uzávěrového profilu. Ovlivňování rychlosti stékání znamená rovněž ovlivnění ztrát výparem a vsakem. Velikost a tvar povodí ovlivňují tvorbu velkých povodní. Jak plyne z metody izochron, velikost plochy povodí, maximální doba dobíhání a kritická doba deště spolu velmi úzce souvisejí. Specifický odtok průtoků s prodlužováním doby dotoku, tj. se zvětšováním plochy povodí rychle klesá. Jarní sněhové povodně se v důsledku zvětšování plochy povodí ve své základně prodlužují. To je způsobeno nerovnoměrností tání a nesoučasností dobíhání vod z jednotlivých dílčích částí povodí uzávěrového profilu. [KEMEL, 1996]

Hustota vodní sítě a s jejím uspořádáním související geometrické vlastnosti povodí (tvar, délka údolnice) a spádové poměry rozhodují o rychlosti odtoku v povodí, jeho koncentraci v určitém profilu toku. Tedy tyto faktory působí především při utváření extrémních průtoků.

Se vzrůstem plochy povodí klesá maximální specifický odtok. Rovněž lze konstatovat, že čím je menší povodí toku, tím je nerovnoměrněji rozdělen odtok v roce. [KREŠL, 2001]

2.9.2.3 Vliv fyzikálních vlastností půd

KEMEL [1996] uvádí, že fyzikální vlastnosti půd ovlivňují zásadní měrou intenzitu vsaku vody do půdy. S množstvím nekapilárních pórů intenzita vsaku roste. Změna struktury půdy vyvolává změnu intenzity vsaku a pohybu vody v půdě. Pakliže způsobíme radikálnější změnu vlastností půd, dojde ke změnám vodního režimu v ní. Tam, kde je povodí tvořeno propustnými půdami, srážková voda se vsakuje do nižších horizontů, rozmnožuje zásoby podzemních vod – hlavní zdroj vodnosti toků dané oblasti. Takové toky se projevují vyrovnaným režimem s poměrně nízkými povodňovými průtoky a dostatkem vody i v období dlouhotrvajícího sucha. V případě, že půda na podzim dostatečně vodou nasáklá v zimě zmrzne, chová se v období jarního tání jako prakticky neprostupná. Za těchto podmínek mohou vznikat velmi nebezpečné povodně, zvláště když tání sněhu doprovází déšť.

Do suché půdy je vsakování největší, ale až po navlhnutí povrchu půdy. Méně intenzivní deště se mohou vsáknout do půdy téměř úplně, kdežto při velké intenzitě odtéká podstatná část deště po povrchu. Značný vliv má i počáteční vlhkost půdy. Zpočátku nejvyšší infiltrace v čase klesá. [JANDORA, STARA, STARÝ, 2002]

2.9.2.4 Vliv geologických poměrů

Geologické poměry rovněž mají značný vliv na popisované hydrologické děje na povodí. Geologická stavba území spolu s podmínkami klimatickými určují i výsledek procesu zvětrávání – zda se vytvoří dobře propustné nebo nepropustné povrchové půdní vrstvy. Toky odvodňující povodí složená z nepropustných hornin jsou ve svém režimu povodňových průtoků velmi extrémní a chudé na podzemní vody. Značně vyrovnanější charakter mají toky v povodích s půdami propustnými, kde bohaté zásoby podzemních vod jsou významným regulátorem odtoku v řekách. Za normálních podmínek příspěvek vod na celkovém odtoku našich řek nebývá příliš velký, nicméně jejich význam pro vyrovnanost toku je značný. Jsou to právě tyto zdroje, které nedovolí, aby větší toky, dobře hydraulicky spojené se zásobami podzemních vod, ani déletrvajícího období bez srážek, v období sucha v létě nebo na podzim, se změnil v koryta bez vody. [KEMEL, 1996]

Geologické podloží a jeho propustnost má význam pro utváření odtoku v období bezdeští. Ovšem nepropustné vrstvy (krystalické horniny, ruly, slíny, břidlice) s málo mocným půdním překryvem snižují celkovou retenční kapacitu povodí a spolupůsobí při prudkém stoupaní průtoků při vydatnějších deštích. [KREŠL, 2001]

2.9.2.5 Vliv vegetačního pokryvu

Vegetační pokryv na povodí, zvláště les jsou velmi významným činitelem, jenž ovlivňuje hydrologický režim toků. Tlumící vliv vegetační pokrývky, zvláště lesa, na kulminační průtoky je jednoznačně uznáván. Povodí pokryté dokonalou vegetací, se zpravidla vyznačuje nízkými kulminačními průtoky. Je to způsobeno především existencí intercepce – tj. zachycení srážek na tělech rostlin, v korunách stromů. Rostliny potřebují ke svému životu odebírat živiny z půdy, odpařovat vodu z listů pro své ochlazování v období vyšších teplot vzduchu. Potřebnou vodu odebírají z půdy svými kořenovými systémy. Tato zóna je hustě prorostlá kořeny s velkým obsahem pórů, takže je schopna pojmout značnou část srážkového množství. Mnohdy takovou, že nezbyvá na vznik povrchového odtoku. Schopnost akumulovat vodu v horních vrstvách půdy je mnohdy zvýrazněna, zvláště v lese, tvorbou hrabanky a humusu. Je to vrstva jehličí a listů, rozkládá a mění se ve velmi kyprou vrstvu, schopnou pojmout značné množství vody a postupně ji předávat spodním vrstvám. Vegetační pokryv ovlivňuje proces odtoku ještě jiným způsobem. Podle druhu a hustoty rostlinných jedinců působí značné odpory proti proudění povrchové vody. To znamená, že celkovou dobu prodlužuje a tedy ve svém konečném efektu snižuje kulminační průtoky, snižuje množství erodovaného materiálu z povodí. [KEMEL, 1996]

POBEDINSKIJ, KREČMER [1984] uvádějí, že na každých 10 % lesnatosti se povodňová vlna snižuje o 4 dny a nejvyšší průměrný specifický odtok se snižuje o $10 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Na tyto hodnoty má významný vliv i rozložení lesů v povodí. Jsou-li lesy soustředěny v jedné, libovolné části povodí, jejich vliv na regulaci odtoku se projevuje v menší míře. Největší efekt je v tom případě, kdy jsou lesy rovnoměrně rozloženy v celém území, především na svazích rozvodí, podél přirozených depresí a na okrajích říčních údolí. Na druhé straně prodloužení doby povodňové vlny ovlivňuje zátopové podmínky v nivních plochách řek a v době pomalého poklesu i kolísání podzemních vod. Dále autoři uvádějí příznivou funkci lesů při zadržení přívalových srážek. Zde možnost zadržení vody a omezení výšky povodňové vlny závisí na míře nasycení vodou z předchozích srážek nebo tání sněhu. Čím déle trvá přívalová srážka vysoké intenzity, tím více se snižuje retardační účinek lesních ploch.

Výzkum malého povodí ukazuje, že činnost lesní správy, tak jako druhové složení může dramaticky ovlivnit odtok vody. Změny v druhovém složení lesů (listnaté stromy byly nahrazeny výsadbou borovic) v jižním Appalačském pohoří vedly ke snížení odtoku už po 10

letech po výsadbě. Po 15 letech se snížil odtok o 20 % než z území listnatých lesů. [SWANK, DOUGLAS, 1974]

2.9.2.6 Vliv odvodnění

TLAPÁK a kol. [1992] uvádějí, že na odvodněných pozemcích byla zjištěna větší infiltrace srážkové vody než na půdě neodvodněné. Na odvodněném území se snižuje povrchový odtok ve srovnání s půdou neodvodněnou a zvyšuje se podzemní odtok. Drenážní odvodnění snižuje maxima povrchových odtoků, zvyšuje střední průtoky a prodlužuje odtok vody z povodí. Při podchycení pramenů může drenáž zvyšovat i minima průtoků. Podpovrchový odtok vody z půdy neodvodněné trvá déle než z půdy odvodněné.

[TLAPÁK, ŠÁLEK, LEGÁT, 1992]

2.9.2.7 Vliv výparu

Výpar je dalším faktorem, který ovlivňuje proces odtoku. Ten obecně vzrůstá s teplotou vzduchu, proto se např. v letním období projevuje tak, že snižuje zavlaženost povodí k okamžiku příchodu příčinného deště a tak určuje procentuální podíl té části deště, která bude v podobě povrchového odtoku stékat z povodí. Hodnota dlouhodobé roční výšky výparu z povodí se mění v závislosti na zeměpisných souřadnicích. Existují oblasti, kde výpar může dosahovat vysokých hodnot, takže vzrůst srážek se projeví jen nepatrným zvýšením odtoku neboť i vysoké úhrny srážek mohou být, díky klimatickým poměrům, odpařeny. Ztráty pro povrchový odtok jsou zde značné. S růstem nadmořské výšky vzrůstá srážkový úhrn a klesá vlivem poklesu teplot vzduchu i velikost výparu. To znamená, že s vzrůstem nadmořské výšky budeme za normálních okolností pozorovat zákonitý vzrůst odtoku. Proto se u nás zvyšuje průměrný roční specifický odtok s nadmořskou výškou, tj. klesá ve směru proudu, tedy se zvětšováním plochy v povodí. [KEMEL, 1996]

3. PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKY POVODÍ JENÍN

3.1 Popis zájmové lokality

Povodí Jenínského potoka se nachází v podhůří Jihočeské části Šumavy v jihovýchodní části bývalého okresu Český Krumlov v Jihočeském regionu. Sledovaná lokalita leží v katastrálním území Vyšší Brod a nachází se západně od obce Jenín. Pro lokalizaci povodí je možno uvést, že se nachází cca 10 km od hraničního přechodu Dolní Dvořiště.

Tato lokalita byla vybrána na začátku 80. let k pozorování VÚMOP v Praze. Původní dvě zemědělsky využívané plochy povodí byly zatravněné a v delším časovém odstupu byla sledována jakost vody. Sledovaly se průtoky a jakost vody na dvou měrných přepadech Jenín 1. a Jenín 2., která uzavírala zemědělsky využívaná mikropovodí. Sledování bylo po roce 1990 ukončeno a v roce 2004 bylo obnoveno a garantem výzkumného programu se stala Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity.

Rozloha území **Jenín 1.** je 0,545 km², procento zalesnění je 13,2 % a odvodnění je realizováno na ploše 39,60 ha. Půda je odvodněna sporadickou drenáží – tzn., že ojedinělé drény zachycují a odvádí vodu z místních pramenišť.

Rozloha území **Jenín 2.** je 0,501 km², procento zalesnění je 12,1 % a odvodnění je realizováno na ploše 30,40 ha. Půda je odvodněna systematickou drenáží.

3.2 Geomorfologická a geologická charakteristika

Podle regionálního geomorfologického členění České republiky (DEMEK, 1987) patří území Jihočeského kraje včetně západní části Šumavy v hranicích CHKO k :

Provincii - Česká Vysočina

Soustava - Šumavská soustava

Podsoustava - Šumavská hornatina

Celek - Novohradské podhůří 1B-4

Podcelek - Kaplická brázda 1B-4A

Okresek - Dolnodvořišťská sníženina 1B-4A-E

Geomorfologický vývoj můžeme sledovat od konce druhohor, kdy byl zakončen vývoj předkřídového zarovnaného povrchu započatý po ukončení varijského vrásnění v mladších prvohorách. Tento povrch lze označit jako předkřídovou parovinu. Po oživení tektonických pohybů (v souvislosti se začínajícím alpinským vrásněním koncem druhohor a na počátku

třetihor) se ve střídavě vlhkém podnebí začal vytvářet nový zarovnaný povrch. Na počátku mladších třetihor se začíná podnebí ochlazovat, stává se suším a současně začíná stále výrazněji působit geotektonika vedoucí k vývoji vlnovitých pohybů zemského povrchu. Působení megaantiklinál a megasyklinál vznikaly podélné a příčné kerné struktury, projevující se např. rozčleněním šumavského horského pásma na jednotlivé oddělené horské skupiny.

Novohradské hory přecházejí na západě a severu do Novohradského podhůří, které je na území České republiky tvořeno převážně málo členitou vrchovinou, místy s okrsky pahorkatin se zbytky několika úrovní plošin na rozvodích v nadmořských výškách 450 – 530 m. a několika nevelkými sníženinami a kotlinami. V plošně rozsáhlém Novohradském podhůří se nachází téměř celá kaplická jednotka zastoupená dvojslídnyými svorovými rulami, v nichž jsou hojné drobné křemenné a pegmatitové čočky s nerosty andalusitem, safírem, záhnědou.

Nejvyšším vrcholem povodí je Žibřidovský vrch (870,3 m.n.m).

Jižní Čechy s celou Šumavou leží v centru moldanubické oblasti Českého masivu. Téměř celé jejich území patří k tzv. moldanubiku Šumavy a kraje Jihočeského. Moldanubikum je budováno silně regionálně přeměněnými horninami a hojnými granitoidními vyvřelými horninami. Na jihočeské území zasahují dva rozsáhlé plutony, středočeský a moldanubický.

Přeměněné horniny moldanubika jsou převážně prezentovány různými typy paralul a migmatitů, světlými ortorulami granulity. Pravděpodobně vznikly ve středním proterozoiku, ale nevylučuje se ani jejich raně paleozoické stáří. Moldanubické horniny byly několikrát zvrásněny a metamorfovány, naposledy v prvohorách při variském horotvorném procesu, kdy byly proniknuty tělesy hlubinných a žilných vyvřelin. [ALBRECHT, 2003]

3.3 Pedologické poměry

Z pedologického hlediska se území Českokrumlovského okresu řadí do regionu kambizemí silně kyselých a do regionů horských podzolů a podzolů kambizemních. Silně kyselá kambizem bystrická leží na svahovinách rul, granulitů, svorů, fylitů, místy i kyselých intruzív. Tvoří dominantní složku v celcích s pseudogleji prakticky na celém území okresu. Poměrně velké oblasti zaujímá také kambizem typická nasycená na svahovinách rul a granulitů v severní části Českokrumlovské vrchoviny a Kaplické brázdy.[ALBRECHT, 2003]

Na zájmovém území jsou v převážné míře zastoupeny kambisoly a to kambisoly litické, s různým stupněm svažitosti a skeletovitosti. Významně zastoupeny jsou zde i půdy

hydromorfní a to pseudogleje a kambizemě oglejené. Expozice je jihovýchodní až jižní. Mateční horninou jsou svory až svorové ruly, z nichž zvětráním vznikly půdní druhy s vysokým obsahem slídy. Takto vzniklé půdy vykazují ve spodních partiích a depresích velmi nízkou propustnost a náchylnost k degradaci propustnosti vlivem vyšší filtrační zátěže.

Na zájmovém území se vyskytují půdní typy : hnědá půda kyselá (HPa), hnědá půda kyselá slabě oglejená (HPag), hnědá půda glejová (HPG), oglejená půda (OG) a půda glejová (GL). Nejvíce je zastoupena hnědá půda kyselá (BPEJ 8.34.21, 8.34.24, 8.37.16) a dále i půdy hydromorfní (BPEJ 8.73.11, 8.75.41).

3.4 Hydrologické charakteristiky

Převážná část Jihočeského kraje stejně jako povodí Jenín hydrologicky náleží do povodí Vltavy, příslušnost k toku prvního řádu Labe. Zájmové území zahrnuje povodí Jenínského potoka č.h.p. **1-06-01-138**. Převážná část potoka je neupravená, vede údolím, které je doprovázeno stromovou a keřovou zelení.

Tab. 1: Číselné fyzicko-geografické charakteristiky

Název toku	Jenínský potok
Délka toku	2,250 km
Plocha povodí	4,65 km ²
Výšková poloha prameniště	691,0 m.n.m
Výšková poloha ústí	637,0 m.n.m
Spád	23,8 ‰
Délka údolí	4,10 km
Zalesněnost	10 %
Absolutní spád povodí	233,3 m.
Sklon údolnice	4,17 ‰
Průměrný sklon povodí	10,8 ‰
Střední šířka povodí	1,13 km
Sklon toku	2,4 ‰
Typ povodí	vějířovité
Odvodnění	0,75 km ²

Podle fyzicko-geografické regionalizace ČSR je předmětné území charakterizováno kódem **IV-B-3-d**, což značí, že se jedná o oblast dosti vodnou, v kategorii 6 -10 l/s/km² specifického odtoku, s nejvodnějším měsícem březnem, s retenční schopností dobrou, se stupněm rozkolísanosti odtoku středním a s koeficientem odtoku dosti vysokým.

3.5 Klimatické charakteristiky

Povodí Jenín se nachází v klimatické oblasti charakterizované jako mírně teplá oblast, velmi vlhká, okresek mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinový, s průměrnou nadmořskou výškou 650 m.n.m, s průměrným ročním úhrnem srážek 715 mm a s průměrnou roční teplotou 6,7 °C. Podle klimatologické rajonizace patří povodí Jenín do klimatické oblasti **MT3**, jejíž charakteristiky jsou uvedeny v tabulce č.2.

Tab 2: Charakteristika klimatické oblasti MT3

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

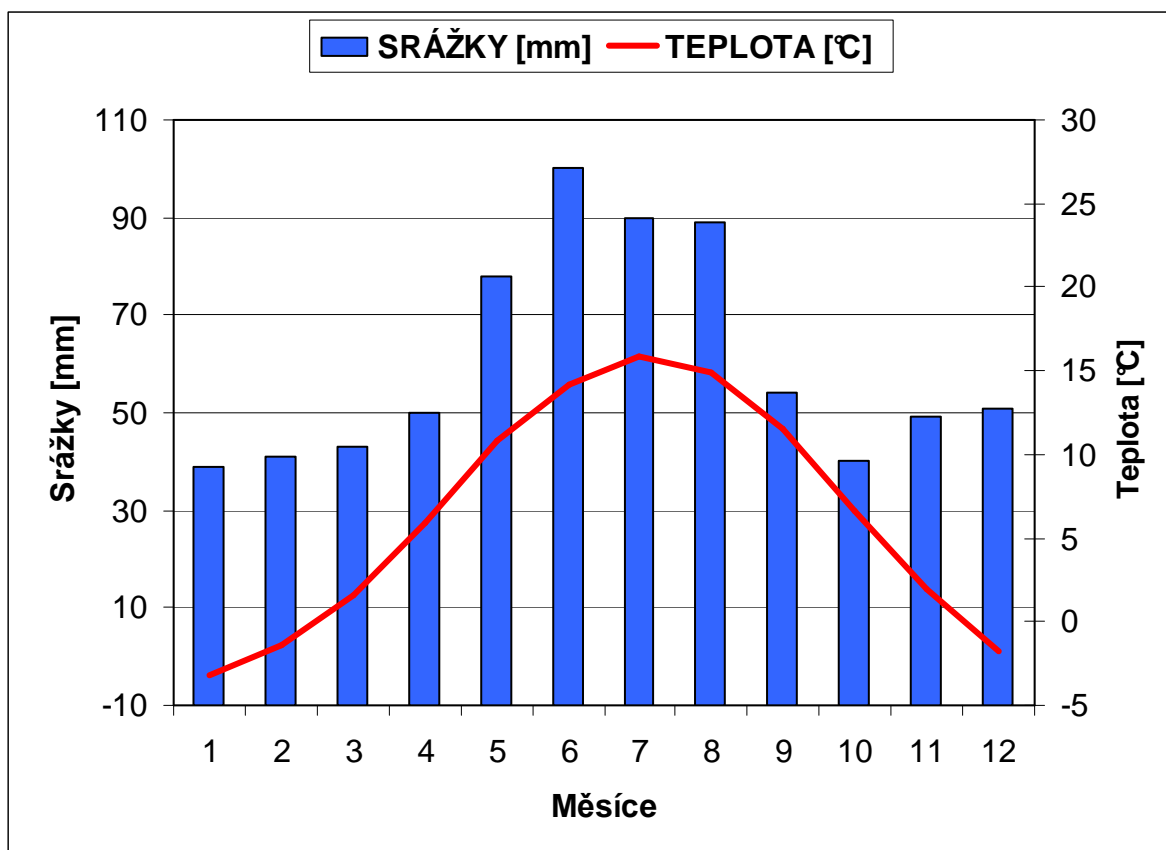
Průměrná roční doba trvání slunečního svitu činí na většině území Jihočeského kraje 1550 hodin a je plošně dosti vyrovnaná. Ve volné atmosféře převládá nad územím západní až jihozápadní proudění, v přízemní vrstvě atmosféry jsou však směr i rychlost větru ovlivněny

orografií. Průměrná roční rychlost větru se pohybuje 3 až 4 m·s⁻¹. U nejsilnějších vichřic překračují krátkodobé nárazy větru výjimečně i 40 m·s⁻¹. [ALBRECHT, 2003]

Tab. 3: Klimatické charakteristiky ze stanice Vyšší Brod pro období standardního klimatologického normálu 1961-1990

VYŠŠÍ BROD												
MĚSÍC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SRÁŽKY [mm]	39	41	43	50	78	100	90	89	54	40	49	51
TEPLOTA [°C]	-3,2	-1,4	1,6	5,9	10,8	14,2	15,8	14,9	11,5	6,6	1,9	-1,8

Graf 1: Univerzální klimadiagram pro oblast Jenínského potoka pro období standardního klimatologického normálu 1961-1990



[údaje převzaty od ČHMÚ]

3.6 Zemědělství

V minulém období byly tyto plochy plně zorněny. Výsledky z let 1983 - 1985 charakterizují vlivy příslušných osevních postupů na kvalitu vody i průtoků. Po provedeném odvodnění byly obě mikropovodí vyvápňeny a převedeny na ornou půdu. Zemědělské hospodaření odpovídalo tehdejšími trendům, tzn. že z hlediska jakosti vody se zde projevuje vliv intenzivního minerálního hnojení a také pěstovaná plodina.

Pěstované plodiny byly ve sledovaných letech následující:

1983 – ozimá obilovina (pšenice)

1984 – kukuřice

1985 – jarní obilovina s podsevem

System organického hnojení byl v tomto období systémem kejdového hospodaření, což se projevilo i ve výsledcích některých hydrochemických ukazatelů.

Nyní jsou obě plochy zatravněny a slouží k extenzivnímu pastevnímu využití. Nájemce neeviduje odděleně zájmová povodí, proto jsou uvedeny velikosti pastevních areálů a jejich příslušné obsazení chovaným dobyt看em.

Pastevní areál 1.

Přibližná rozloha pastvy: 120 ha + 23 ha

Počet krav : 180 krav

136 telat

Pastevní areál 2.

Přibližná rozloha pastvy : 106 ha

Počet krav : 196 krav

62 telat

Plemeno : 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 jsou ustájená,

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

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

Přikrmování : přikrmuje se jenom senem, především po začátku pastvy a před ukončením pastvy (přechod na systém krmení při ustájení, prodloužení období pastvy).

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, a když tak pouze v případě, že jsou na pastvině výrazné nedopasky nebo v případě brzkého nástupu jara.

Hnojení pastvin, obnova pastvin, obnova drnu, použití chemických prostředků : pastviny se nehnojí ani se nepoužívají herbicidy, nedosívá se, k obnově drnu dochází pouze vláčením.

Druhové složení pastvy : nesleduje se

Staré zátěže – skládka hnojiv, vzhledem k zornění dnešních pastvin se v povodí vyskytovaly polní hnojiště i skládky minerálních hnojiv – v současné se již neví, kde přesně se vyskytovaly. Podle informací uživatele se tyto polní hnojiště a skládky nevyskytovaly ve zkoumaných mikropovodích.

V obci Jenín jsou pozůstatky po zařízeních pro chov drůbeže, skotu a prasat. V obci Jenín ani v rekreačních objektech v povodí není kanalizace, odpady jsou svedeny do septiků – podle dohody s vlastníky by na požádání měla septiky vyvážet společnost ZEMAV Rybník s.r.o. V povodí se nachází ještě stádo několika kusů koní a krav, které nejsou ve vlastnictví společnosti ZEMAV Rybník s.r.o., ale ve vlastnictví jiných osob. [údaje od ZEMAV Rybník s.r.o.]

4. CÍL A METODIKA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení vlivu srážek na průtokové poměry drenážních systémů v povodí Jenín a vyhodnocení koncentrace dusičnanů v drenážních vodách při různých průtocích.

Jedním z úkolů je vyhodnocení kvalitativních a kvantitativních ukazatelů srážkových úhrnů. To znamená vyhodnocení celkového množství srážek, vyhodnocení maximálních hodnot v průběhu roku, rozdělení srážek v průběhu měsíce a určení, jaký druh srážek se na kvalitativních ukazatelích podílí.

Dalším úkolem je porovnání průtoků na obou mikropovodích a určení ročního chodu těchto průtoků.

Důležité je i vyhodnocení chodu srážek ve vztahu k průtokům na uzávěru povodí. Cílem je stanovit, jakým způsobem a kdy srážky ovlivňují průtoky a určit, jaké faktory mají na průtoky vliv. Na tyto úkoly navazuje vyhodnocení sezónního kolísání koncentrace dusičnanů ve vztahu k průtokům na uzávěru povodí.

Důležitým úkolem je také provedení posouzení funkčnosti drenážních skupin v mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2.

Tato lokalita povodí Jenínského potoka je výzkumná lokalita už od 80. let, kdy na zemědělsky využívaných plochách povodí byla provedena hydromeliorace. Poté byla celá lokalita zatravněna a využívala se jako výzkumná plocha. Z počátku ji využíval VÚMOP v Praze a po roce 2000 výzkumnou činnost převzala Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Pokračovala ve zkoumání lokality Jenín, v odběrech vzorků vod pro chemické rozbory a v měření srážek a průtoků vody.

To byl důvod, proč byla vybrána tato lokalita. Je to vhodné místo k řešení vlivu provedené hydromeliorace a zatravnění půdy na hydrologické poměry v povodí. Tato diplomová práce a v ní řešené problémy navazují a pokračují v měření a výzkumu prováděných přes 25 let.

Průtok vody se měří na uzávěru obou mikropovodí. Na již z 80. let vybudovaný Thomsonův přepad, byly nainstalované kontinuální ultrazvukové měřiče od firmy Fiedler-Mágr. Ty jsou opatřeny GSM moduly, které denně odesílají změřené průtoky na internet. V internetové aplikaci si pak uživatel může tyto data zkontrolovat a použít k dalšímu účelu ještě týž den měření.

Srážky jsou měřeny na stanici ČHMU ve Vyšším Brodě. Chemické rozbory vod prováděla laboratoř. Vzorky se odebírají jednou za měsíc na uzávěru mikropovodí podle standardních postupů odběru.

Výsledky vzešly z průběžných měření a z porovnávání takto získaných dat. V případě porovnání srážek a průtoků bylo vybráno šest zkoumaných období, které zahrnují části roku s největšími srážkami. Porovnání koncentrace dusičnanů je vždy vztaženo k průtoku vody v den odběru vzorku. Funkčnost drenážních systému byla hodnocena vizuálně. Na jaře roku 2007 byly šachtice zkontrolovány, zapsán stav a průtok drenážní vody a zkontrolován stav se zákresem do katastrální mapy.

5. VÝSLEDKY

Pro hodnocení srážek, průtoků a koncentrací dusičnanů byly použity data hydrologického roku 2006.

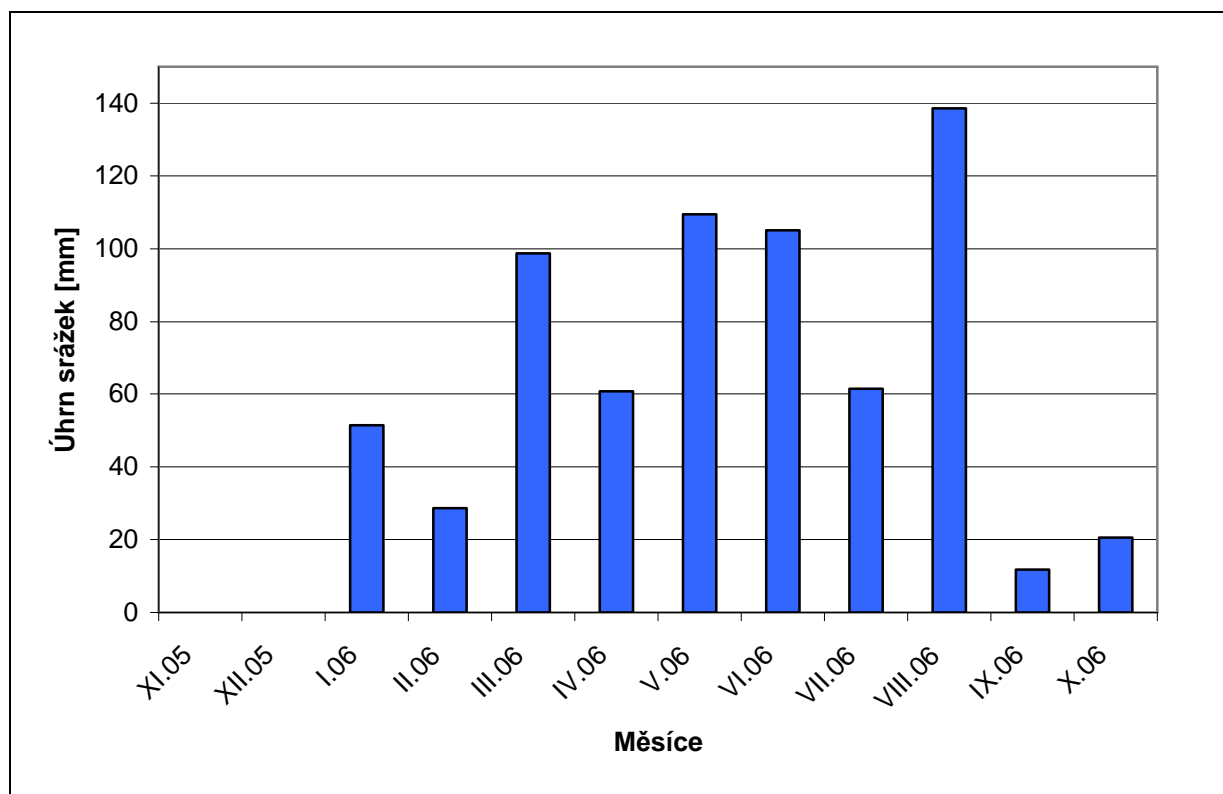
5.1 VYHODNOCENÍ SRÁŽEK NA POVODÍ JENÍN

Srážkové úhrny byly měřeny Českým hydrometeorologickým ústavem ve Vyšším Brodě. V hodnocení byly použity data hydrologického roku 2006, tzn. od 1.listopadu 2005 do 31.října 2006. Data z listopadu a prosince roku 2005 bohužel chybí.

Tab. 4: Srážkové úhrny ze srážkoměrné stanice Vyšší Brod za hydrologický rok 2006

VYŠŠÍ BROD												
MĚSÍC	2005		2006									
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SRÁŽKY [mm]	0	0	51,5	28,6	98,7	60,7	109,5	105,1	61,4	138,5	11,7	20,6

Graf 2: Úhrn srážek na povodí Jenínského potoka za hydrologický rok 2006



Největší měsíční úhrn srážek je 138,5 mm v měsíci srpnu. Největší denní úhrn srážek byl 29. června, kdy dosáhl maxima 45,4 mm. Roční průběh srážek se v některých měsících liší od průměrným hodnot z let minulých.

V lednu spadlo 51,5 mm a v únoru 28,6 mm srážek. V jarních měsících začíná srážek přibývat. Nejvýraznější skok vidíme na grafu v měsíci březnu. Takovéto úhrny, přibližující se nebo přesahující hodnotu 100 mm, jsou vidět hlavně v letních měsících. Srážky se zvedají k hodnotě 98,7 mm a lze říci, že tento měsíc byl velice bohatý na srážky. Na začátku měsíce spadlo během dvou dnů 35 mm, což je třetina celkových srážek v měsíci. Zbýlé dvě třetiny tvoří konstantní rozložení srážek v průběhu měsíce.

V dubnu se srážkový úhrn snížil na hodnotu 61 mm. Srážky jsou rozloženy do třech období, které charakterizují několikadenní srážkové úhrny a dny bez srážek.

V květnu a v červenci byl průměrný srážkový úhrn 109,5 mm, respektive 105,1 mm, což odpovídá dlouhodobému průměru. První polovina května je téměř bez srážek, 14.května začíná dlouhé období srážek, které pokračuje i v červnu a končí v prvním týdnu. Pak následuje dlouhé suché období a konec června charakterizuje příchod krátkých, ale vydatných srážek, které zvedly srážky až na maximum 45,4 mm.

Následuje propad v červenci na 61 mm. Tento měsíc byl velmi suchý s porovnáním s dlouholetým průměrem.

Na srážky je nejbohatší srpen, srážkový úhrn dosahuje 138,5 mm. Průměrný denní srážkový úhrn je 4,46 mm. Začátek měsíce je charakterizován vydatnými přívalovými srážkami.

Propad u srážek je vidět v září, kdy úhrn klesl o více než 125 mm v porovnání se srpnem, na hodnotu necelých 12 mm. Tento měsíc byl velmi suchý. V říjnu spadlo o trochu více srážek a to 20,6 mm. Lze říci, že tyto dva měsíce byly velmi suché a s porovnáním s předešlými lety byly pod svým průměrem.

V příloze viz graf č. 3 je uvedeno procentuální vyjádření dnů se srážkovým úhrnem.

5.2 POROVNÁNÍ PRŮTOKŮ NA MIKROPOVODÍ JENÍN 1. A JENÍN 2.

Měření průtoků na sledované lokalitě Jenín bylo provedeno kontinuálními ultrazvukovými měřiči firmy Fiedler – Mágr. Měřilo se na uzávěrech na mikropovodí Jenín 1. (sporadická drenáž) a na mikropovodí Jenín 2. (systematická drenáž). Bylo provedeno osazení GSM modulů na oba profily a zajištěna tak přímá komunikace s měrnými profily a bylo zajištěno napojení na web.

Obě čidla měřící průtoky jsou znázorněny v příloze Obr. 1 a 2 a stejně tak znázornění zákresu odvodnění v lokalitě Jenín na obr 3.

V následující tabulce a grafu je znázorněn vývoj průtoků v jednotlivých měsících hydrologického roku 2006.

Tab. 5: Hodnota průměrných průtoků na mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2.

	2005		2006									
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
JENÍN I. [l/s]	1,70	1,75	1,52	2,14	11,81	5,02	1,87	1,84	2,49	3,94	1,73	1,74
JENÍN II. [l/s]	1,67	1,62	2,24	2,94	19,54	9,11	2,95	2,38	2,85	4,01	1,79	1,26

Tab. 6:

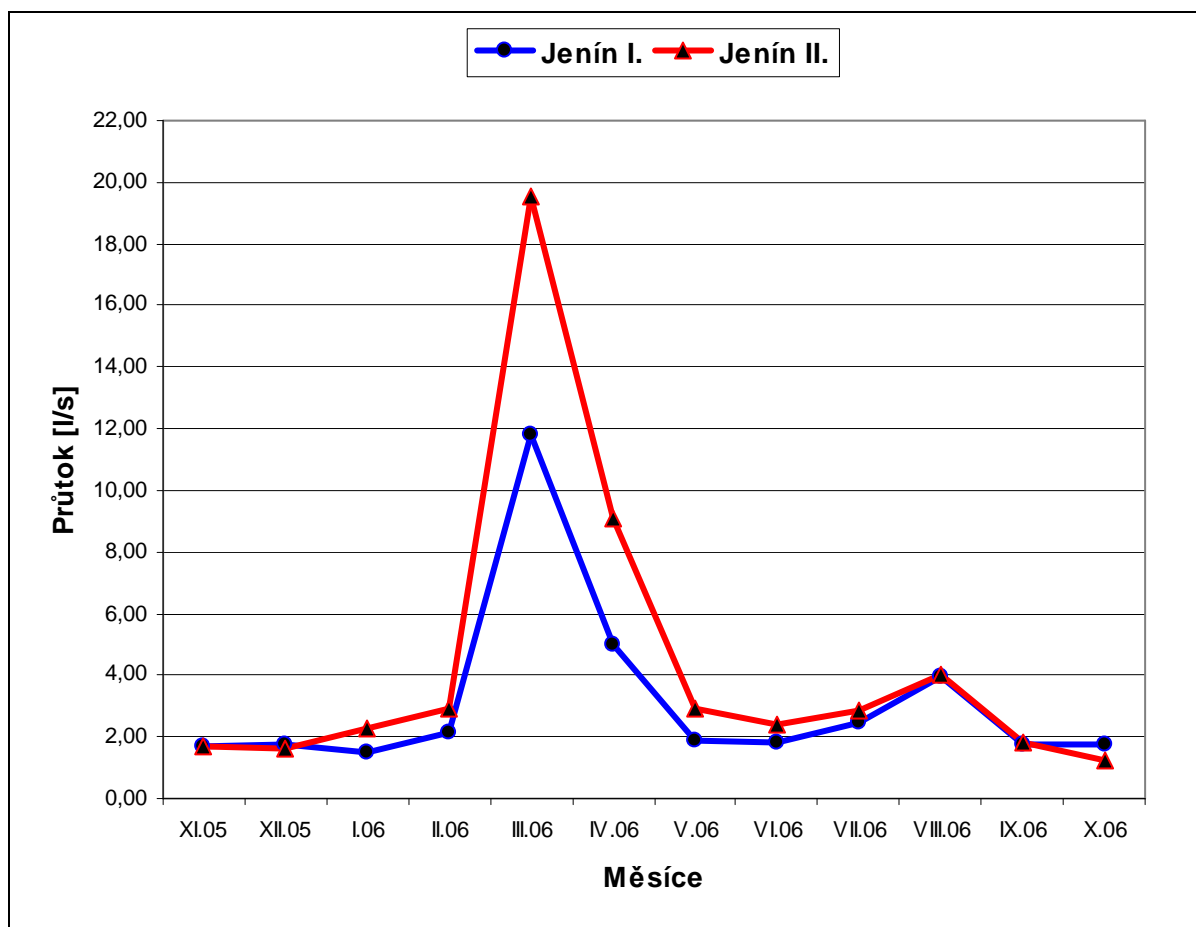
	JENÍN 1.		JENÍN 2.	
MAXIMÁLNÍ PRŮTOK [l/s]	85,23	29.3.2006	138,70	28.3.2006
MINIMÁLNÍ PRŮTOK [l/s]	0,22	25.1.2006	0,96	25.1.2006
PRŮMĚRNÝ PRŮTOK [l/s]	3,16		4,38	

Jak je vidět z grafu č. 4, průtoky v mikropovodí 1. a 2. mají velmi podobné hodnoty. Průměrný roční průtok je na Jeníně 1.(dále J1) 3,16 l/s a na Jeníně 2.(dále J2) 4,38 l/s. Maximální a minimální průtoky a dny, kdy se vyskytly, jsou uvedeny v tabulce 6.

Na začátku sledovaného období se průměrné hodnoty obou průtoků pohybují na úrovni 1,70 l/s, respektive 1,67 l/s. Nízké průtoky v zimním období způsobují pevné srážky, které leží v povodí a nepodílejí se tak na odtoku. Podobně nízké průtoky sledujeme i v prosinci 2005. V lednu 2006 stoupají průtoky na J2 přes 2 l/s až na 4 l/s koncem měsíce února. Na J1 v lednu nastává mírný propad a koncem února průtok také začíná mírně stoupat na 3 l/s.

Tato tendence pokračuje i v březnu na obou mikropovodích. Od 26.3. začínají průtoky prudce stoupat a v obou případech dosahují maxima. Na sporadické drenáži bylo 29.3. dosaženo maximum 85,23 l/s. Během tří dnů se průtok zvýšil 21x. Na systematické drenáži bylo maximum už o den dříve a to 28.3., maximum bylo 138,7 l/s a průtok se zvýšil až 15x. Po dosažení maxima se průtoky na obou mikropovodích opět snižují a dosahují v dubnu průměrné průtoky na J1 5,02 a na J2 9,11 l/s.

Graf 4.: Vývoj průměrných průtoků na mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2.



Příčinou těchto vysokých průtoků v březnu a částečně i na začátku dubna je nejen velký úhrn srážek. Zvyšující teplotou dochází k tzv. jarnímu tání a voda z pevných srážek přispívá ke zvýšení průtoků.

V květnu dochází k poklesu průtoků až na červnovou průměrnou hodnotu u sporadické drenáže na 1,84 l/s a u systematické drenáže na 2,38 l/s.

Průměrné průtoky v červenci a srpnu jsou ovlivněny krátkodobým zvýšením až na 10 l/s v obou měsících, které způsobují významné letní srážkové úhrny. V dalším období průtoky klesají z průměrných 4 l/s pod hranici 2 l/s. To způsobuje podzimní období, které je charakterizováno delším obdobím beze srážek. Případné menší srážky se za poměrně vysokých teplot zcela vypaří.

Z grafu č. 4 je patrné, že na mikropovodí J2 se systematickou drenáží je celkově větší průtok. Největší průměrný průtok je v březnu a to téměř 20 l/s. Tyto větší průtoky na J2 mohou způsobovat vlivy jako je funkčnost drenáže. Může to být dáno tím, že systematická drenáž lépe odvádí vodu z mikropovodí J2 a naopak ve sporadické drenáži se voda v nefunkčních šachticích akumuluje. Z denních průtoků je také vidět, že průběh průtoků u systematické drenáže je spojitější bez výrazných skoků nebo propadů.

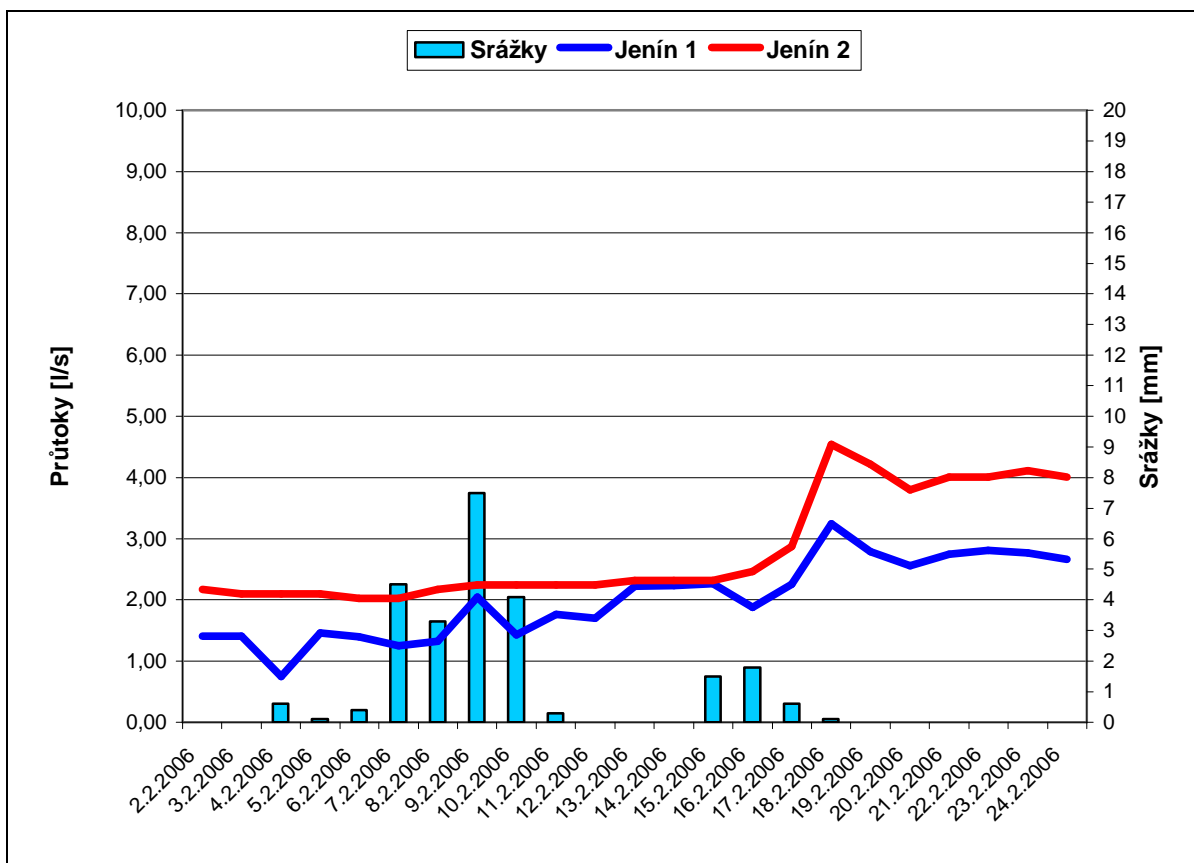
Větší změny jsou patrné u mikropovodí J1 se sporadickou drenáží hlavně při nízkých průtocích. Srážky se v tomto mikropovodí hůře vsakují do půdy a vlivem dalších faktorů jako je velký sklon povodí a nebo nepropustnost půd, se voda s porovnáním J2 rychleji dostává do uzávěru mikropovodí a dochází k rychlejším změnám na průtoku.

5.3 POROVNÁNÍ SRÁŽEK A PRŮTOKŮ VE SLEDOVANÉ LOKALITĚ

K porovnání srážek a průtoků na sledovaném povodí Jenín jsou použity data pro hydrologický rok 2006. Celkový roční průběh srážek a průtoků je patrný z grafu č. 5, který je uveden v příloze. Pro lepší přehlednost porovnání srážek a průtoků bylo vybráno šest období, na kterých je následně vysvětleno, jakým způsobem ovlivňují srážky průtoky a jaké faktory ovlivňují průběh průtoků na uzávěrech mikropovodích Jenín 1. a Jenín 2.

5.3.1 Období č. 1 (2.2. - 24.2. 2006)

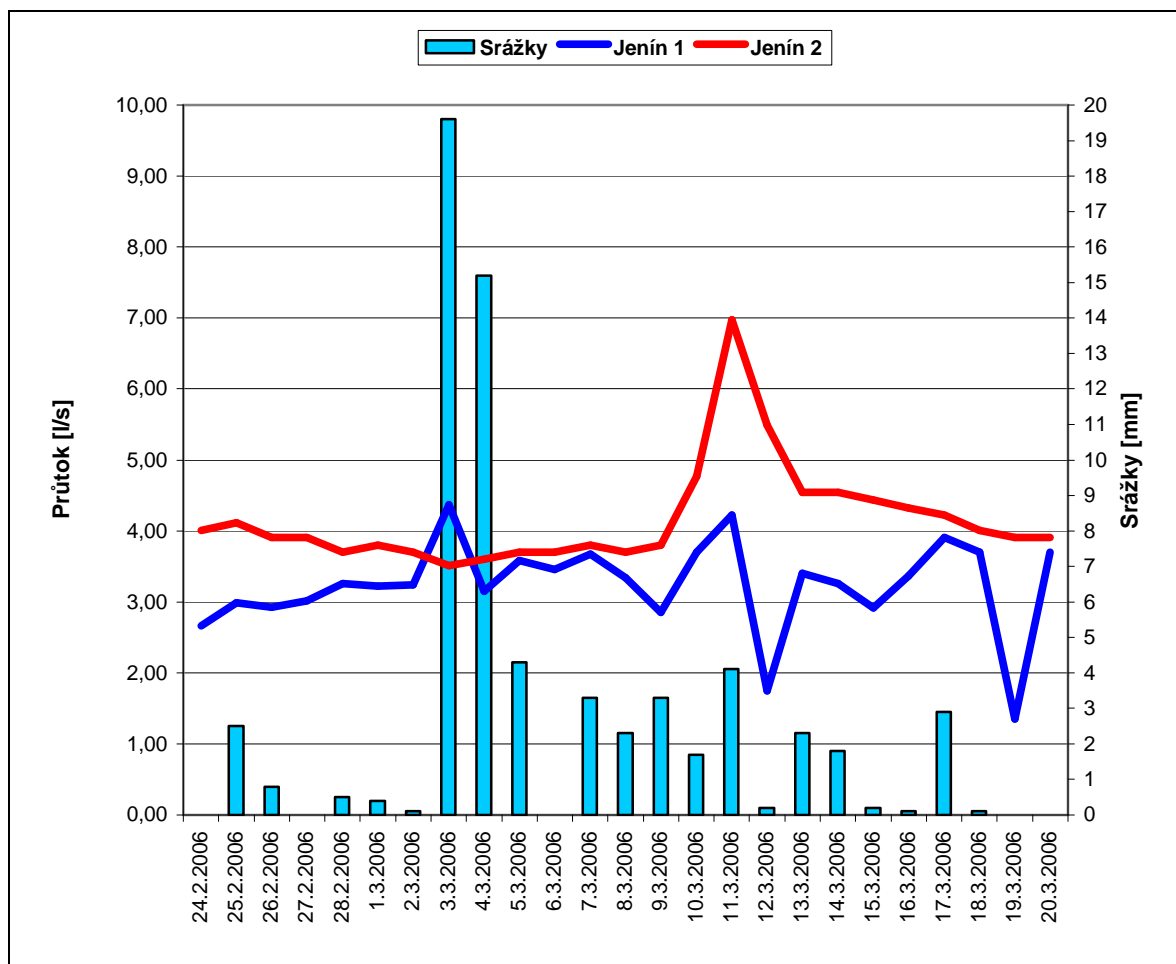
Graf 6.: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a 2. – 1. období



Zimní období se projevuje sněhovými srážkami a nízkými průtoky. Jak je z grafu 6 patrné, průtoky jsou nízké na obou uzávěrech mikropovodí. Lze konstatovat, že srážky, které vypadly na začátku února, zůstávají ležet v povodí a minimálně ovlivňují průtoky. Malým změnám dochází jen na mikropovodí Jenín 1. Na další srážky, které jsou v polovině února, začínají průtoky reagovat po dvou dnech zvýšením hodnot a maxim dosahují čtvrtý den po začátku srážek. Pak opět průtoky klesají.

5.3.2 Období č. 2 (24.2. - 20.3. 2006)

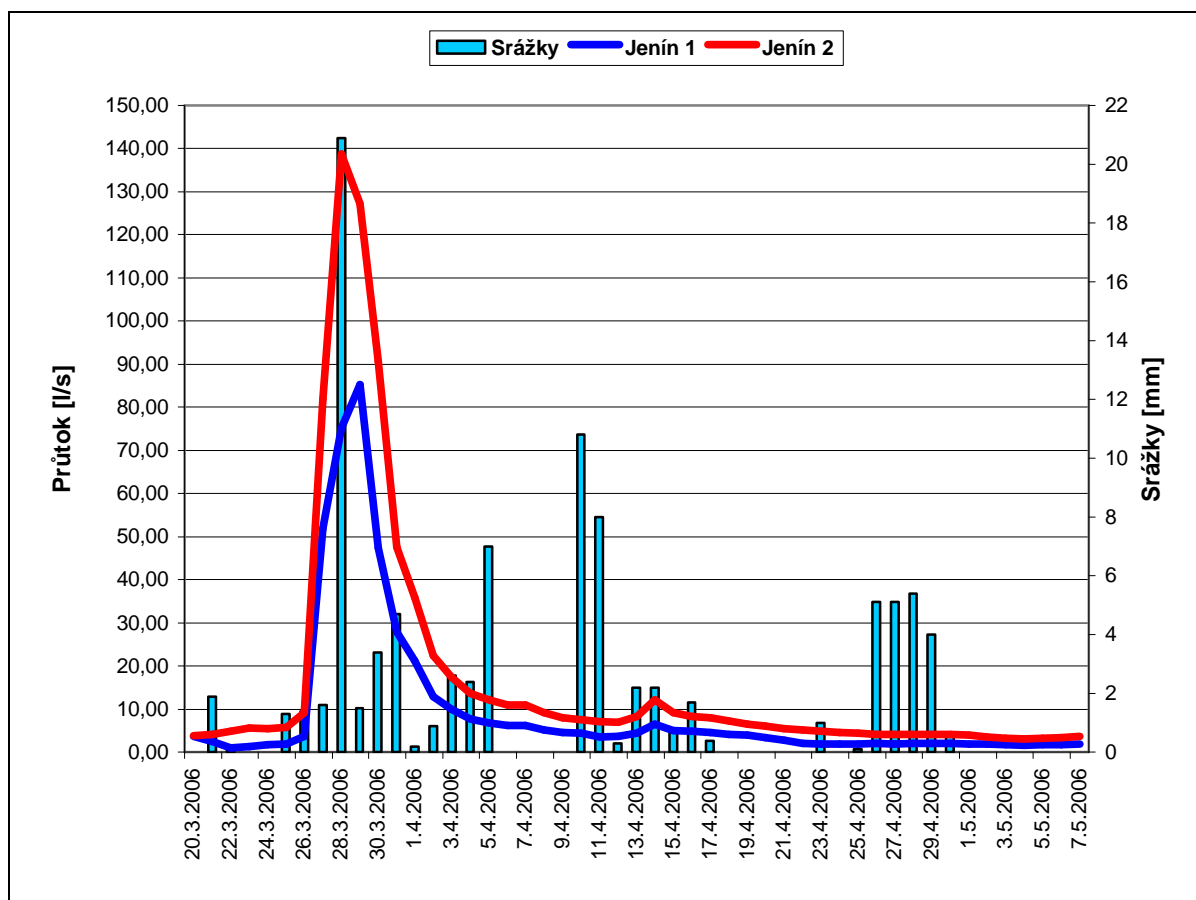
Graf 7.: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a 2. – 2. období



V druhém období jsou z grafu 7. patrné dva výkyvy. První patří sněhovým srážkám, které dosahují až k 20 mm. Průtoky na tyto srážky nereagují a pohybují se mezi 3 až 4 l/s. Druhý výkyv nastává po malých, ale déletrvajících srážkách. Na ně průtoky zareagovaly třetí den po zahájení srážek a maxima dosáhly za další tři dny. Průtok z J2 neovlivnily ani další menší srážky v následujícím týdnu a pomalu klesal až k hodnotě 4 l/s. Naopak průtok z J1 po dosažení maxima ze srážek prudce klesá a dál rychle stoupá a reaguje na následující srážkové úhrny.

5.3.3 Období č. 3 (20.3 - 7.5. 2006)

Graf 8.: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a 2. – 3. období

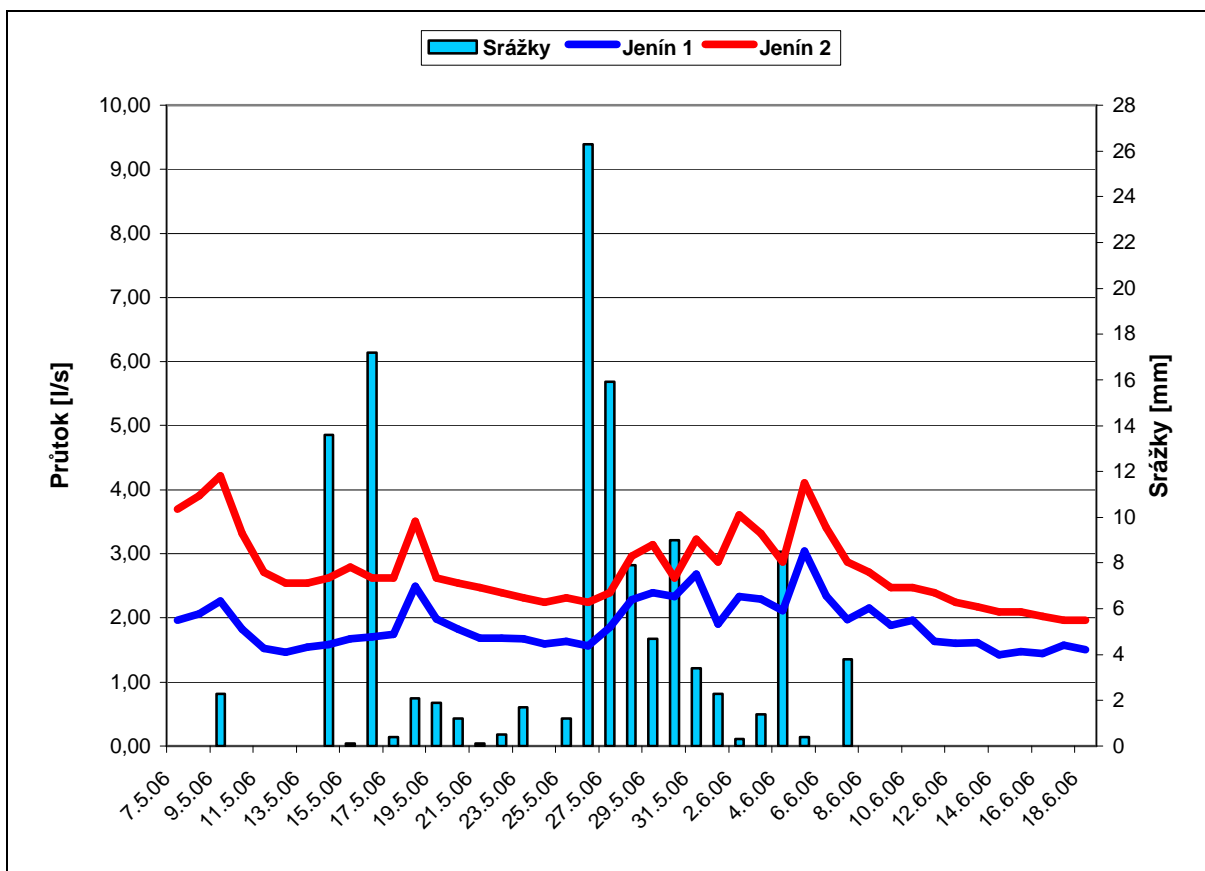


Na grafu č. 8 je možno vidět, co dokáže přívalový srážkový úhrn 21 mm. Už před touto srážkou průtoky začínají stoupat. Reagují na malé srážky, které mají úhrn do 2 mm, a které možná zapříčinily rozpuštění zbytku sněhové pokrývky. Průtoky prudce stoupají a na obou uzávěrech dosahují svá maxima. Poté začínají klesat a po týdně jsou průtoky na hranici 10 l/s. Další srážky, které následují, průtoky ovlivňují minimálně. Druhý srážkový úhrn zvedne oba průtoky jen minimálně a na srážky koncem dubna reagují průtoky postupným klesáním na hodnoty průměrných průtoků.

Jednou příčinou toho, že průtoky nezareagovaly na srážky, které byly na konci dubna, mohla být změna teploty. V březnu došlo k roztání zbytku sněhových srážek a následovalo rozmrznutí půdy. Je možné, že se srážky částečně vsáklly do půdního profilu a zaplnily půdní póry.

5.3.4 Období č. 4 (7.5. - 18.6. 2006)

Graf 9.: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a 2. – 4. období



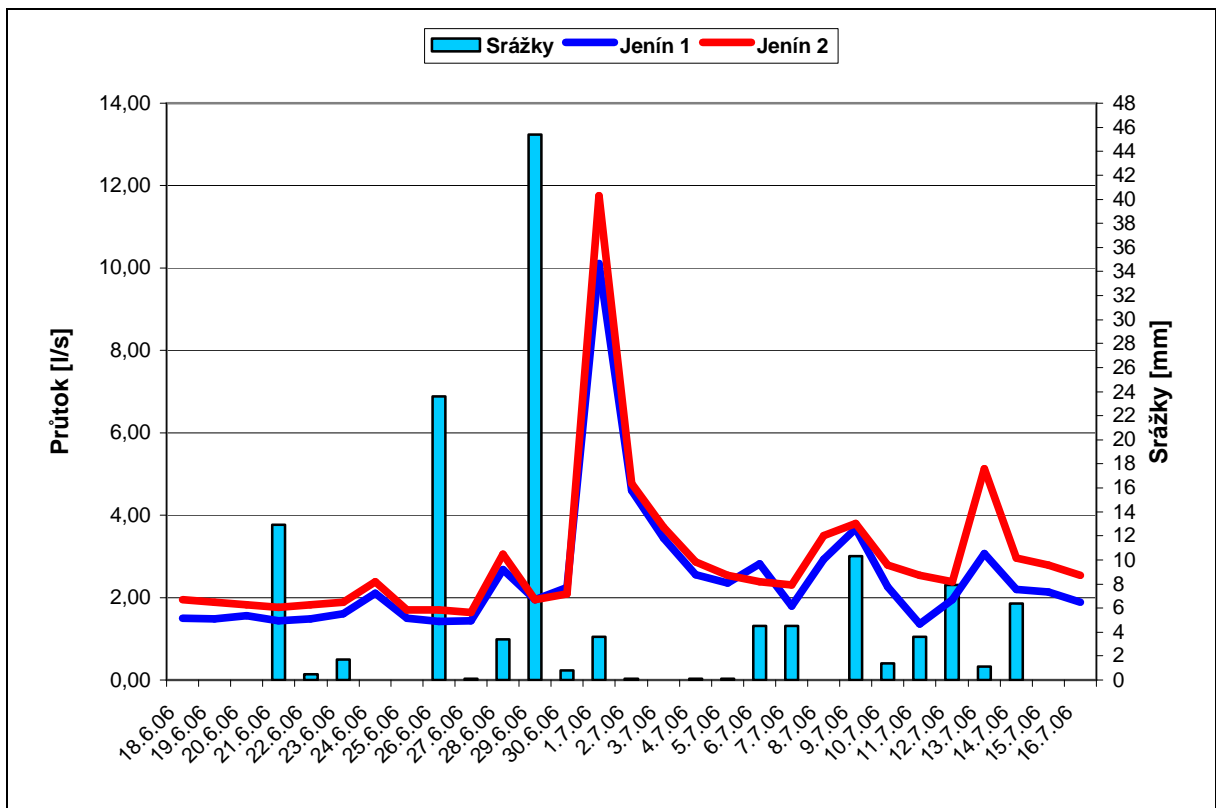
V tomto období se projevuje změna teplot. Z grafu č. 9 je vidět, že vysoké srážkové úhrny především na konci května, mají na průtoky jen malý vliv. S porovnáním s grafem č. 8 z předchozího období, hodnoty nepřekročily 5 l/s natož 130 l/s na konci března.

Vyšší teploty způsobují, že se z půdy vypaří větší množství vody. V tomto případě se půdní profil nasatí vodními srážkami a prochází profilem až do drenáží. Dalším faktorem je vegetace, která nejenom zpomaluje a zadržuje vodu, ale také vodu vypařuje.

V druhé polovině grafu č. 9 můžeme pozorovat vliv první srážek s úhrnem nad 15 mm. Na tyto srážky průtoky reagují jen pozvolným stoupáním. Půda a rostliny zachytí srážky. Na další srážky oba průtoky reagují už skokově, protože došlo k naplnění půdních pórů. Po každé větší srážce se průtoky projeví zvýšením v určité době. Tato doba doběhu se u obou drenáží pohybuje stejně, tzn. kolem 2 až 3 dnů.

5.3.5 Období č. 5 (18.6. - 16.7. 2006)

Graf 10.: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a 2. – 5. období



Tento graf č. 10 velmi pěkně zobrazuje postupné nasycení půdního profilu srážkami. V rozmezí několika dnů dopadnou tři přívalové srážky. Ve všech případech se průtoky po těchto srážkách začínají zvedat do 24 hodin.

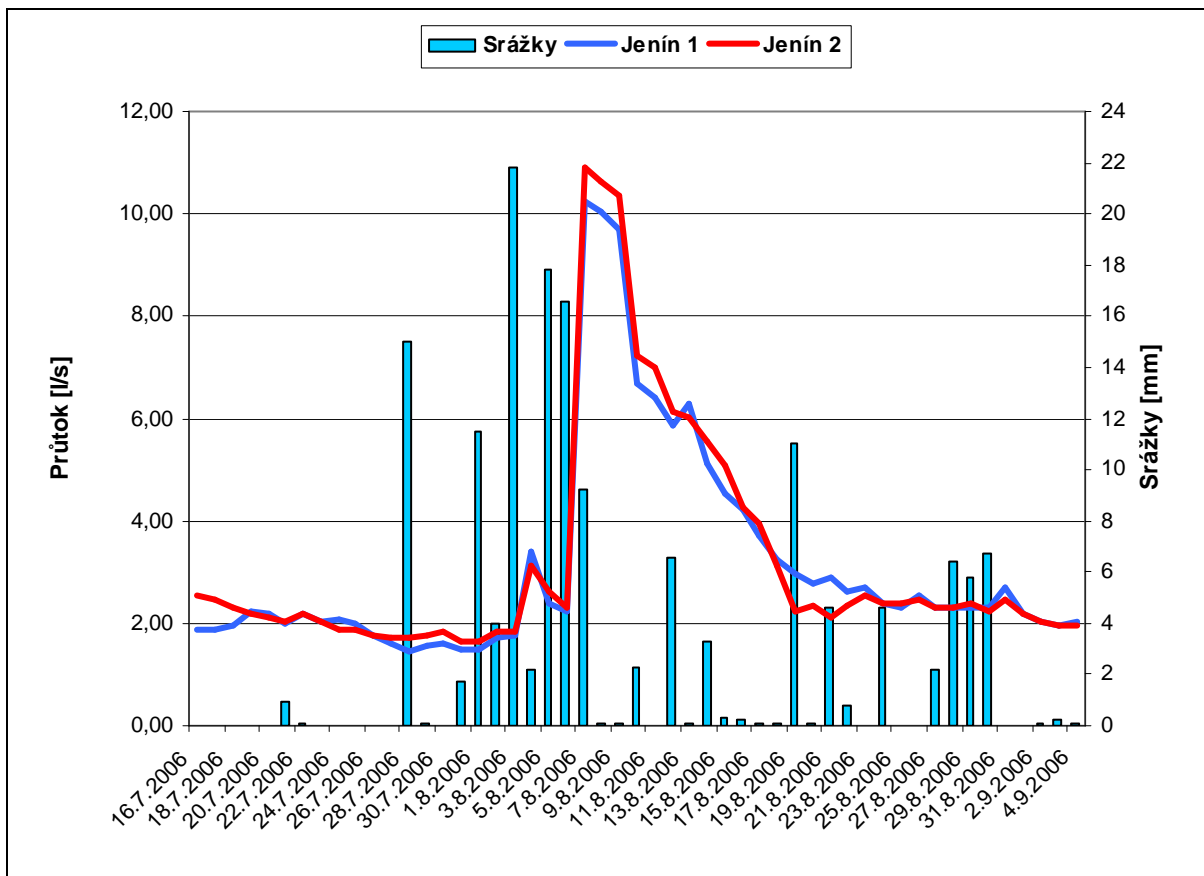
Po první srážce se začínají plnit půdní póry a vlivem vegetace, výparu a dalších vlivů, se maxima průtoků projevují třetí den a jejich průběh je postupný.

Druhá srážka se projevuje rychlejším zvýšením průtoků a maximum je dosaženo už do dvou dnů.

Třetí a největší srážka je zároveň maximální srážka hydrologického roku. Začátek zvýšení průtoků je okamžitý v den srážky. Během dvou dnů dosahují průtoky maxima 10,10 l/s, respektive 11,70 l/s. Následuje snížení průtoků nad hranici 2 l/s. Další srážky se na průtocích objevují velmi rychle. Půda je vodou nasycena a průtoky se rychle zvyšují i po malých srážkách.

5.3.6 Období č. 6 (16.7. – 4.9. 2006)

Graf 11.: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a 2. – 6. období



Konec měsíce července je bez srážek s vysokými teplotami. Dochází k pomalému snižování průtoků. Dále dochází k vysychání půdního profilu. První velká srážka na konci července nemá na průtoky vliv. Částečně se zaplní půdní póry a velká část srážek je vypařena.

Následuje příchod přívalových dešťů. Během prvních tří dnů s dešťovými srážkami dojde k nasycení půdního profilu a s největší srážkou 3. srpna se toto nasycení projeví zvýšením průtoků nad 3 l/s.

Další přívalové srážky v následujících dnech už jsou kritické. Způsobují okamžité zvýšení průtoků nad hranici 10 l/s a vytvoření průtokové vlny. Maxima se projeví do 24 hodin. Poté průtoky klesají na své původní hodnoty.

5.4 POROVNÁNÍ KONCENTRACE DUSIČNANŮ NA MIKROPOVODÍ JENÍN 1. A JENÍN 2.

Vzorky vod pro chemické rozbory byly odebírány v průběhu roku a to v jednoměsíčním intervalu z obou uzávěrů mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2., které jsou uvedeny v příloze obr. 1. a 2. Chemické rozbory byly provedeny laboratoří. Vyhodnocení koncentrací dusičnanů pro mikropovodí Jenín 1. a 2. je uvedeno v následující tabulce 7. a grafu 12. Současně je v tabulce uvedena hodnota průtoku vztažená ke dni odběru vzorku vody.

Tab. 7: Koncentrace dusičnanů [mg/l] a hodnoty průtoků [l/s] na mikropovodích Jenín 1. a Jenín 2.

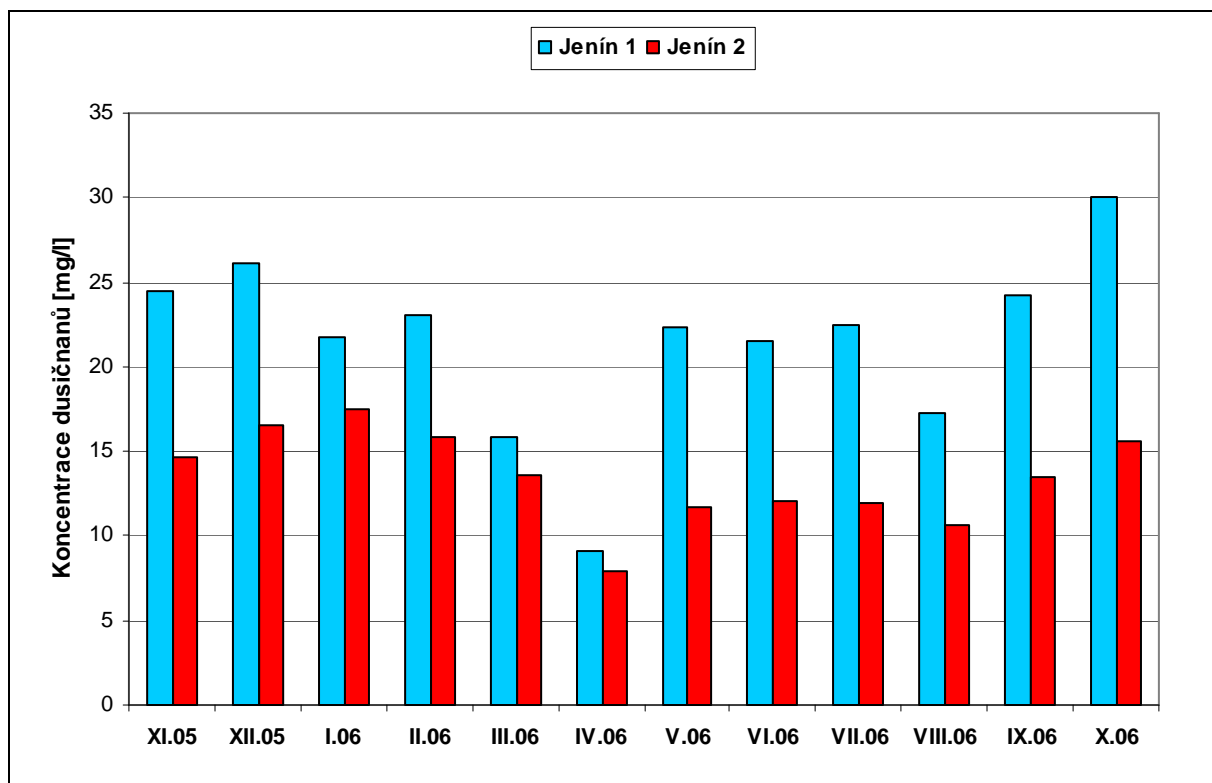
Hydrologický rok 2006	MIKROPOVODÍ J1 koncentrace NO₃⁻ [mg/l] / průtok [l/s]	MIKROPOVODÍ J2 koncentrace NO₃⁻ [mg/l] / průtok [l/s]
8.11. 2005	24,50 / 1,76	14,70 / 1,76
6.12. 2005	26,10 / 1,76	16,50 / 1,69
17.1. 2006	21,70 / 1,41	17,50 / 2,47
7.2. 2006	23,00 / 1,25	15,90 / 2,03
21.3. 2006	15,90 / 2,50	13,60 / 4,22
20.4. 2006	9,11 / 3,43	7,91 / 6,01
22.5. 2006	22,30 / 1,68	11,70 / 2,39
20.6. 2006	21,50 / 1,56	12,10 / 1,83
19.7. 2006	22,50 / 2,22	12,00 / 2,17
22.8. 2006	17,30 / 2,63	10,70 / 2,36
21.9. 2006	24,20 / 1,83	13,50 / 1,64
25.10. 2006	30,00 / 1,46	15,60 / 1,30

V mikropovodí Jenín 1., kde je vybudovaná sporadická drenáž, byla naměřena minimální koncentrace v dubnu a to 9,11 mg/l a 30,00 mg/l bylo dosaženo maximum v říjnu.

V mikropovodí Jenín 2. se systematickou drenáží byla maximální koncentrace naměřena v lednu a to 17,5 mg/l, minimální koncentrace byla naměřena stejně jako u sporadické drenáže v dubnu a to 7,91 mg/l.

I když toto nepravidelné měření v jednoměsíčním intervalu nám nedává skutečný obraz chodu koncentrací v průběhu roku, můžeme z pohledu na následující graf 12. říci, že koncentrace dusičnanů na mikropovodí Jenín 1. je až 2x větší než na mikropovodí Jenín 2.

Graf 12.: Koncentrace dusičnanů na mikropovodích Jenín 1. a Jenín 2. [mg/l]



Toto je způsobeno tím, že nefungující sporadická drenáž neodvádí vodu tak jak má a vytváří povrchový odtok. Smyvem půdy, který způsobuje právě tento povrchový odtok, se organický dusík dostává do vody a zvyšuje se koncentrace. Velký význam to má především v jarním období, kdy se ke zvýšeným srážkám přidává i zvýšení teploty a tím způsobené jarní tání. Zvýšené teploty mají vliv i na teplotu půdy a to vede ke zvýšené nitrifikaci. Dalším obdobím zvýšení koncentrace dusičnanů je léto, kdy se objevují přívalové deště.

V období od března do září se koncentrace mění. Koncentrace dusičnanů také závisí na odběru dusíku rostlinami a vyplývá z fenologických fází a uplatněného osevního postupu. Obecně platí, že se odběr nitrátů rostlinami zvyšuje a tudíž klesá jejich obsah ve vodě. V podzimní období následuje mírný vzestup. Poklesem teplot ustává i nitrifikační proces a ubývá dusičnanů.

Dalším faktorem ovlivňující koncentrace dusičnanů je systém zemědělského hospodaření. Na trvalých travních porostech je obsah dusičnanů a samotný průběh

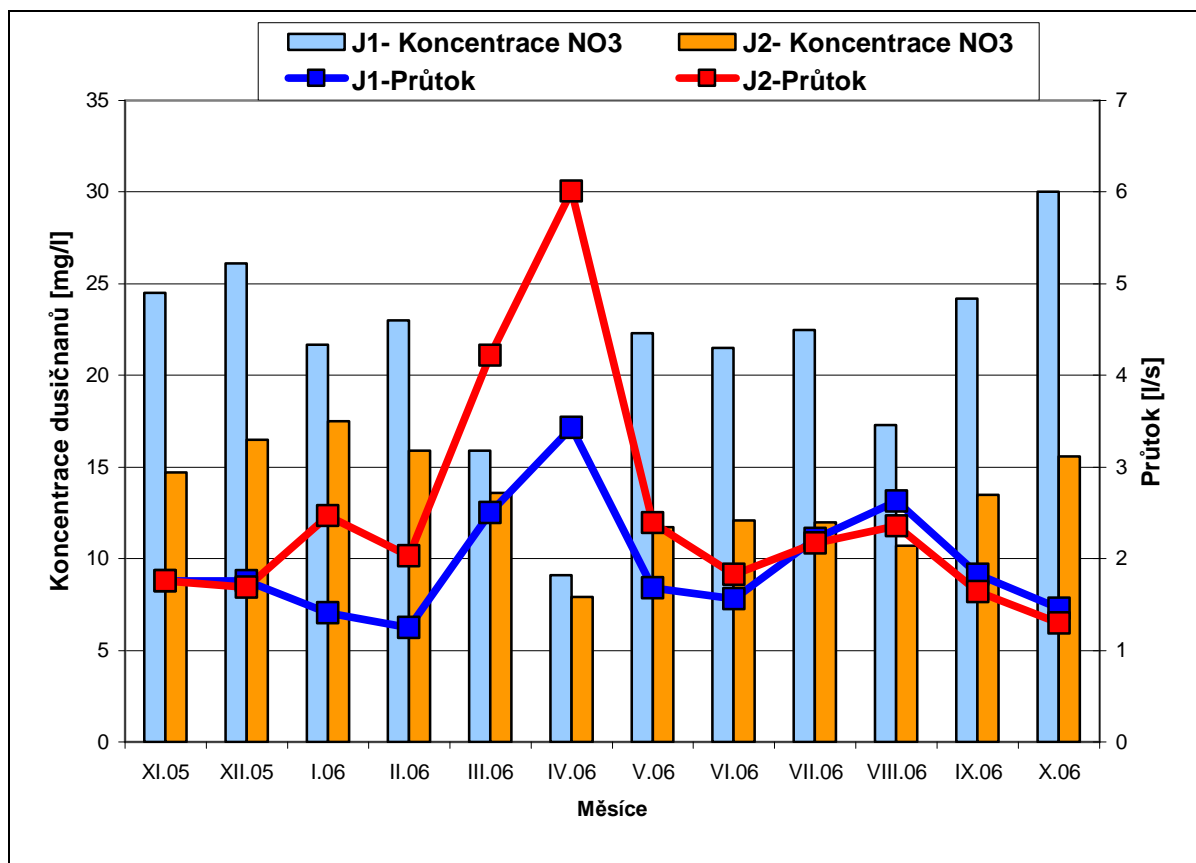
koncentrací nižší a vyrovnanější. Na zvýšení dusičnanů bude mít vliv pastevní využití lokality a nebo vyplavování dusičnanů pocházející z hnojiv.

5.4.1 Vliv průtoků na změnu koncentrace dusičnanů

Při průtocích v době odběru vzorku vody, která je použita k vyhodnocení její jakosti, se jedná o průtoky běžně se vyskytující na příslušném uzávěru. Koncentrace dusičnanů nejsou ovlivněny momentálním průtokem – pokud se jedná o průtoky více méně základní. Z tabulky č. 5. a z grafu 13 lze usoudit, že se zvyšujícími se průtoky koncentrace dusičnanů klesá. Patrné je to hlavně na mikropovodí Jenín 1., kde vlivem ředění vody výrazně klesá koncentrace dusičnanů. K ředění dochází pouze při vyšších průtocích, tj. na sledovaných povodích při průtoku cca 10 l/s. Kolísání koncentrací dusičnanů proto odpovídá sezónnímu chodu tohoto iontu.

Koncentrace dusičnanů s rostoucím průtokem klesá (jak bylo řečeno dochází k ředění) a to může znamenat, že se v tomto případě jedná o bodový zdroj znečištění. Ten může pocházet z exkrementů zvířat, ze zemědělské činnosti v mikropovodí nebo může mít vliv také odvodnění v horních částech povodí, kde vlivem provzdušnění půdního profilu dochází k rychlému rozkladu zbytků rostlin a tím uvolňování dusíku do půdy.

Graf 13: Porovnání průtoků a koncentrací dusičnanů na mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2.



5.5 FUNKČNOST DRENÁŽNÍCH SKUPIN

Nevyvážený vodní režim a dřívější snaha o maximální zornění byly důvodem pro hydromeliorační zásah – odvodnění, které bylo prováděno v letech 1978 – 79 s cílem využívat plochy jako ornou půdu. Při odvodnění byl volen diferencovaný přístup. V mikropovodí Jenín 1. byla provedena sporadická drenáž a v povodí Jenín 2. klasická systematická drenáž. Oba drenážní zásahy byly doplněny podle potřeby záchytnými příkopy pro separaci cizích povrchových vod a hlubokými záchytnými drény za účelem odvedení cizích podzemních svahových vod. Bodové prameny byly asanovány hlubokými pramennými jámkami. Při provádění hydromeliorační stavby se již počítalo s výzkumným využitím mikropovodí a proto byly na uzávěru osazeny Thomsonovým přepadem a byly měřeny průtoky limnigrafy. Byly zde odebírány vzorky na určení jakosti vody minimálně v jednoměsíčním intervalu.

V červnu a v září 2005 bylo provedena kontrola polohového umístění a funkčnosti jednotlivých odvodňovacích šachtic. Jejich skutečná poloha v terénu byla porovnána s dostupnou projektovou dokumentací. Současně byla měřena hloubka uložení drénů. Na obou lokalitách byla zjištěna značná hloubka uložení hlavního odvodňovacího zařízení a to v intervalu 1,2 – 3,5 m. Zjištěné výsledky naznačují, že hloubka drenážního systému může ovlivnit jakost vody a to z důvodu delší doby potřebné k doběhu vody do drenážního systému.

Na začátku roku 2007 byla opět provedena kontrola funkčnosti drenáže. Byla zaměřena na funkčnost odvodňovacích šachtic a byla provedena vizuální kontrola funkčnosti drenáží, změřena výška vtoku a výtoku ze šachtice a zapsán stav průtoku ve svodných drénech.

Zákres odvodnění na mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2. je uveden v příloze, obr. č.3.

Plošné vyjádření provedených opatření na lokalitě:

Jenín 1. – rozloha území je 0,545 km². Je zde provedeno odvodnění sporadickou drenáží, které je realizováno v rozsahu 0,396 km².

Jenín 2. – rozloha území je 0,501 km². Je zde provedeno odvodnění systematickou drenáží, které je realizováno v rozsahu 0,354 km².

5.5.1 Jenín 1.

V mikropovodí Jenín 1., kde je provedena sporadická drenáž, byl zkontrolován, zapsán a zakreslen stav 15 šachtic. Postupovalo se od šachtic umístěných na sběrných drénech až k šachticím umístěným u vyústění na uzávěrovém profilu. Mapa se zákresem očíslovaných šachtic je uvedena v příloze (Mapa č.1).

Z 15 kontrolovaných šachtic byly čtyři šachtice nefunkční. Šachtice Š7 byla znehodnocená a zaslepená, Š14 byla zborcená a zasypaná. U těchto šachtic nebylo možno provést vizuální kontrolu funkčnosti drenáže. V šachticích Š13 a Š15 stála voda do výšky 50 cm, respektive do 20 cm (Obr.4). Je možné, že tyto šachtice jsou ucpané.

U ostatních 11 funkčních šachtic byla hodnocena funkčnost takto – Teče, Teče málo, Neteče. V horních částech povodí, kde drenáž odvodňuje hlavně bodové zamokření (mokřady a prameny) je funkčnost šachtic dobrá. Šachticemi Š1 až Š5 voda protékala a lze říci, že drenáž je v tomto úseku funkční. V případě velkého bodového zamokření jako je u Š2 dochází k průsaku do šachtice stěnami.

Nad šachticí Š7, která je znehodnocená, vzniká v místech údolnice povrchový tok vody. Ten se směrem k Š8 zvětšuje a v průběhu času se vymíláním půdy dostává až do hloubky půl metru. V okolí Š8 je vidět působení vodní eroze. V příloze na obrázku č.8 lze pozorovat, že odnos půdy vodou v těchto místech dosahuje jednoho metru. Důkazem je i to, že vedle šachtice leží betonová skruž, která kdysi tvořila viditelnou horní část šachtice.

Mezi šachticemi Š8 a Š9 dochází k tomu, že odnos půdy dosahuje do hloubky drenáže a část drenáže odkrývá, viz. obrázek č. 6. V těchto dvou šachticích je umístěno „Kašákovo zařízení“, které se využívalo k výzkumu v 80. letech (Obr. 7).

Tok vody na povrchu směrem k uzávěru mikropovodí pokračuje, zařezává se do půdy. V okolí šachtice Š10, která je nefunkční, vytváří už malý vodoteč (Obr.8).

V šachtici Š 11 se objevuje opět „Kašákovo zařízení“. Zřejmě půjde o průtokoměr používaný v 80. letech.

Celkově lze říci, že konec této sporadické drenáže je nefunkční. Drenáže jsou ucpané, stojí v nich voda. Okolní půdy jsou vlivem nefunkčnosti neustále zamokřeny a způsobují vytváření povrchového toku. Voda, která by se částečně měla vsáknout a odtéci drenáží, teče kolem šachtic.

5.5.2 Jenín 2.

V mikropovodí Jenín 2. se postupovalo stejným způsobem. Byla opět provedena vizuální kontrola funkčnosti drenáží a zkontrolován stav vtoku a výtoku vody v šachticích. V tomto mikropovodí byla provedena systematická drenáž.

Při kontrole šachtic se postupovalo od horních částí drenážní skupiny (viz příloha – Mapa č.2). Bylo zkontrolováno 16 šachtic. Tři byly nefunkční, další tři šachtice byly zaplněné vodou. První kontrolované šachtice jsou umístěné v horní části pastviny pod lesem. Šachtice Š1 až Š5 byly funkční, ze všech vtoků a výtoků tekla voda. V šachtici Š6 stála na dně voda. Příčinou může být vyšší hladina spodní vody, která způsobuje částečné zaplnění této šachtice. Šachtice Š7 byla nefunkční, suchá, stejně jako Š16, která na ni navazuje. Š10 byla zaházená, Š8 byla plně funkční.

Šachtice Š9 a Š11 byla zaplněná vodou, hladina dosahovala 60 cm, respektive 100 cm. Okolí Š11 bylo zamokřené. Toto zamokření způsobuje nefunkčnost drenáže. Postupem do nižších partií se vytváří povrchový tok, který při větších srážkách způsobuje vodní erozi (viz obr. 9). V okolí navazující Š12 je povrchová voda, šachtice je plně funkční. Šachtice Š13, která navazuje na Š10, byla zaplněna vodou. Naopak šachtice Š14 a Š15 byly plně funkční, vtoky a výtoky z drénů byly vyhodnoceny jako tekoucí.

Shrneme-li situaci na mikropovodí Jenín 2., můžeme vyhodnotit funkčnost takto: Drenážní souřad, který se nachází na pastvině v horní části pod lesem, je plně funkční. Z pohledu od uzávěru mikropovodí je pravý souřad nefunkční, obě šachtice jsou zničené a zaházené. Stejně tak i levá strana drenáže, na kterých byly šachtice suché nebo naopak zaplněné vodou. V horní části středu drenážní skupiny jsou šachtice zaplněné vodou. V okolí je povrchová voda, která způsobuje vodní erozi. Blíže k uzávěru mikropovodí je drenáž funkční, voda v kolektorech teče (Obr.10).

6. ZÁVĚR

Z průzkumu zaměřeného na funkčnost drenážních systémů provedeného na sledovaných lokalitách Jenín 1. a Jenín 2. vyplynulo, že celková průchodnost drenážemi je velmi malá. Funkčnost klesá se zmenšující se vzdáleností od uzávěru mikropovodí. Drenážní systémy postupem času stárnou, zanášejí se a životnost těchto drenážních systémů se krátí. Nefunkčnost drenáže je patrná hlavně na mikropovodí Jenín 1., kde je více než 1/3 zkoumaných šachtic nefunkčních. Směrem k uzávěru tohoto mikropovodí je stále více patrný povrchový odtok. V místech průběhu hlavní svodné drenáže působí vodní eroze, která způsobuje odnos půdy. Důležitým vlivem nefunkčnosti drenáží má i velký sklon povodí, který způsobuje rychlý povrchový odtok vody. Napomáhají tomu i půdy, které se zde nacházejí. Jsou to oglejené půdy, které mají sníženou drenážní schopnost. Vliv bude mít i pastevní využití této lokality. Neustálý pohyb zvířat po pastvinách v blízkosti zamokřených ploch, které zvířata využívají jako napáječky, bude mít vliv na utužení půdy a snížení už tak malé schopnosti retence vody do půdy.

Tato nefunkčnost drenážních systémů se odráží nejenom na průběhu průtoků na uzávěrech povodí, ale i na koncentracích dusičnanů. Koncentrace dusičnanů jsou větší na mikropovodí Jenín 1. Je to dáno hlavně tím, že srážky se přeměňují na povrchový ron vody, který v tomto případě způsobuje větší erozní činnost. To znamená zvýšené vyplavování dusičnanů z půdy. Kolísání koncentrací odpovídá sezónnímu chodu dusičnanů. Největší koncentrace jsou v této lokalitě na jaře a na podzim. Bylo zjištěno, že se zvyšujícími se průtoky koncentrace dusičnanů ve vodě klesá. To může znamenat, že se jedná o bodové znečištění. Velké průtoky způsobuje období větších srážek – tzn. období jarního tání a letních přívalových dešťů, které způsobují zředění vody a tím i snížení obsahu dusičnanů. Na koncentraci má vliv i pastevní využití lokality. Dochází k vyplavování dusíku z exkrementů zvířat. Na zvýšení koncentrace dusičnanů bude mít vliv i předcházející zemědělské využívání lokality a množství použitých hnojiv. Ke snížení koncentrace dusíku přispívá v letním období vegetace, která jej využívá ve fázích svého růstu.

V porovnání průtoků na mikropovodích hraje velkou roli funkčnost drenážních systémů. Snížená funkčnost nebo úplná nefunkčnost sporadické drenáže v mikropovodí Jenín 1. způsobuje, že půdy v okolí jsou přesycené vodou a srážky, které dopadnou na povrch v těchto zamokřených místech, odcházejí povrchovým odtokem a dochází k rychlejší změně v průtoku na uzávěrovém profilu povodí. To znamená, že sporadická drenáž rychleji reaguje na srážkové úhrny. Na průběhu průtoků můžeme sledovat výrazné změny vzhledem

k úhrnům srážek. Tyto změny jsou patrné hlavně při nižších průtocích. Průtoky v mikropovodí Jenín 2. jsou více spojité bez výrazných změn s porovnáním s průtoky v mikropovodí Jenín 1.

Porovnání srážek a průtoků bylo provedeno na šesti zkoumaných obdobích. Ty zahrnují srážkově bohaté období - od jarního tání až po konec letního období, kdy se vyskytují přívalové srážky. Z nich vyplynulo, že průtoky jsou ovlivňovány hlavně velkými srážkami z jarního tání a letních přívalových dešťů. Vše závisí hlavně na předchozích srážkách, na nasycení půdního profilu, na chodu teplot a výparu a na dalších méně významných vlivech.

Průtoky na uzávěrovém profilu Jenín 1. rychleji skokově reagují na úhrny srážek a maxima jsou s porovnáním s průtoky na Jenínu 2. menší. V případě, že je půda nenasycená se srážky projevují minimálně zvýšením průtoků na obou mikropovodích, které se projeví do 2 až 3 dnů.

Kritický úhrn srážek, kdy dojde ke zvýšení průtoků, můžeme charakterizovat úhrnem přívalových dešťů. Srážky, které tyto velké průtoky způsobily jsou déletrvající a mají srážkové úhrny nad 10 mm. Po prvních srážkách dochází k plnění půdních porů a vlivem vegetace, výparu a dalších faktorů se zvýšení průtoků projevuje až po 48 hodinách a průběh zvýšení průtoků je pozvolný. Další přívalové srážky jsou kritické. Půda je vodou nasycena a dochází k rychlému zvýšení průtoků a doba doběhu se zkracuje na 24 hodin. Průtoky následně klesají a hodnoty se vracejí na původní průměrné hodnoty.

Závěrečným vyhodnocením bych poukázal na funkčnost drenáže. Ta výrazně ovlivňuje vodní režim v obou zkoumaných mikropovodích a stává se tak „nejdůležitějším“ vlivem na všechny zkoumané jevy v této práci. Jako vhodné řešení, které by přispělo ke zlepšení stavu v povodí, vidím další údržbu drenážních systémů - zejména opravu a vyčištění zborcených a zasypaných šachtic a nebo částečnou rekonstrukci ucpané drenáže. Otázka je, zda-li by takový zásah v podobě rekonstrukce nezhoršil stávající stav jednoho zkoumaného jevu na úkor dalších.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALBRECHT, J. A KOL.: *Českokobudějovicko , Chráněná území ČR, svazek VIII.*

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Brno, Praha 2003, 808 s., ISBN 80-86064-65-4

AMSTRONG, A. C. et BURT, T. ,P. : *Nitrate losses from agricultural Land*

Nitrate processes and management, John Wiley and Sons Ltd., 1993

ČHMU: *Hydrologická ročenka 2005*

online, [<http://www.chmi.cz/hydro/hr05/obsah.html>]

DEMEK, J.: *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*

Academia, Praha 1987, 584 s.

DIVIŠ, M.: *Monitorování vod*

SPŠ Karviná, Karviná 2005, 78 s.

DORST, J.: *Ohrožená příroda*

Panorama, Praha 1985, 413 s.

DUB, O., NĚMEC, J.: *Hydrologie*

Technický průvodce č. 34, SNTL Praha 1968, 379 s.

EVANS, R. O. et GILLIAN, J. W.: *Controlled drainage and subirrigation effects on drainage water duality*, ICID, New Delphi, 1990

FÍDLER, J.: *Odvodňování zemědělských půd na přelomu tisíciletí*

Česká vědeckotechnická společnost, Brno 1996, 416 s., ISBN 80-02-01113-9

GERGEL, J., JINDRA, J., SOUKUP, M., STARA, J.: *Hlavní zásady pro odběr a vyhodnocování kvality povrchových vod odtékající ze zemědělsky využívaných povodí*

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha 1994, 26 s.

HLAVÍNEK, P., ŘÍHA, J.: *Jakost vody v povodí*

Nakladatelství Cerm, Brno 2004, 210 s., ISBN 80-214-2815-5

JANDORA, J., STARA, V., STARÝ, M.: *Hydraulika a hydrologie*

Vysoké učení technické v Brně, Akademické nakladatelství CERM, Brno 2002, 186 s.

ISBN 80-214-2204-1

KEMEL, M.: *Klimatologie, meteorologie, hydrologie*

České vysoké učení technické v Praze, Praha 1996, 290 s.

KEMEL, M.: *Hydrologie*

České vysoké učení technické v Praze, Praha 1991, 222 s.

- KLADIVKO, E.J.:** *Pesticide and nutrient movement into subsurface tile drain on a silt loam soil in Indiana*, J. Environ, Quasi, 1991, p. 264-270
- KREŠL, J.:** *Hydrologie*
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno 2001, 128 s.,
ISBN 80-7157-513-5
- KŘÍŽ, V.:** *Hydrometrie*
Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1988, 175 s.
- KUDRNA, K.:** *Využití melioračních soustav*
Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1987, 400 s.
- KVÍTEK, T.:** *Možnosti snížení zatížení povrchových vod nitráty*
Rostlinná výroba, č.12, roč. 40, 1994, str. 1129-1138
- KVÍTEK, T.:** *Vývoj koncentrace dusičnanů a bilance dusíku v odtocích ze zemědělských a lesních povodí v III. st. PHO VN Švihov*
Přednáška z konference Želivka 1996, 1996, s. 85-95
- KVÍTEK, T.:** *Zemědělské meliorace*
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice
2006, ISBN 80-7040-858-8
- KVÍTEK, T., GERGEL, J., VÁCHAL, J., KVÍTKOVÁ, G.:** *Využití a ochrana vodních zdrojů*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice 2004, 170 s., ISBN 80-7040-773-5
- LANGHAMMER, J.:** *Vývoj kvality vody v Labi – aplikace matematických modelů jakosti vody*, Disertační práce, Přírodovědecká fakulta University Karlovy, Praha 1999
- LISCHKE, P., FRANK, V.:** *Hydrologie, meteorologie, pedologie*
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 1988, 134 s.
- NYPL, V.:** *Hydrologie, meteorologie, pedologie II*
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 1986, 96 s.
- NYPL, V., KURÁŽ, V.:** *Hydrologie a pedologie*
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 1992, 293 s.
ISBN 80-7080-152-2
- POBĚDINKIJ, A. V., KRAČMER, V. :** *Funkce lesů v ochraně vod a půdy*
SZN, Praha 1984
- PODZIMEK, J.:** *Fysika oblaků a srážek*
Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1959, 476 s.

- ROBINSON, M.: *Impact of improved land drainage on river flows***
Report No.113, Institut of Hydrology, Walington 1990, 226 s.
- ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, 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., ISBN 80-85813-99-8
- SOUKUP, M., KYZLÍKOVÁ, J., PILNÁ, E.: *Vodní režim odvodněných půd při retardaci drenážního odtoku*, Soil and water 1/2002, VÚMOP, Praha 2002, 175 s.**
ISBN 1213-8673
- SLEPIČKA, J.: *Vysoké dávky živin a jejich vyplavování v různých ekologických podmínkách*, Rostlinná výroba, 1974, str. 1015-1023**
- SWANK, W.T., DOUGLAS, J.E.: *Streamflow greatly reduced by concertiny deciduous hardwood stands to white pine.*, Science 185 : 857-859, 1974**
- ŠILAR, J.: *Všeobecná hydrologie***
Univerzita Karlova v Praze, Praha 1983, 177 s.
- ŠILAR, J.: *Hydrologie v životním prostředí***
VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 1996, 137 s.
ISBN 80-7078-361-3
- TLAPÁK, V., KRATOCHVÍL, S.: *Voda v zemědělské krajině***
Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno 1982, 152 s.
- TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V.: *Voda v zemědělské krajině***
Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha 1992, 320 s.
ISBN 80-209-0232-5
- ZACHAR, D., JŮVA, K.: *Využití a ochrana vod ČSSR***
Československá akademie věd, Praha 1987, 568 s.
- Zákon č 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů**

8. PŘÍLOHY

Příloha 1. *Obr. 1: Ultrazvukové čidlo na sporadické drenáži Jenín 1.*

Obr. 2: Ultrazvukové čidlo na systematické drenáži Jenín 2.

Obr. 3: Průmět mapy 1 : 10000 a odvodnění

Obr. 4: Nefunkční drenáž, šachtice Š13, Jenín 1.

Obr. 5: Odnos půdy v okolí šachtice č.8, Jenín 1.

Obr. 6: Odkrytá část drenáže vodní erozí, Jenín 1.

Obr. 7: „Kašákovo zařízení“, Jenín 1.

Obr. 8: Povrchový tok vedle Š10, Jenín 1.

Obr. 9: Zamokření a vodní eroze u Š11, Jenín 2.

Obr. 10: Funkční drenáž na mikropovodí Jenín 2, šachtice č.3

Obr. 11: Mapa BPEJ se zákresem odvodnění, lokalita Jenín

Obr. 12: Mapa BPEJ, Jenín

Příloha 2. *Graf 3: Procentuální vyjádření dnů se srážkovým úhrnem*

*Graf 5: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2.,
1.1. – 31.10. 2007*

Příloha 3. *Mapa 1: Zákres sporadické drenáže, vyhodnocení funkčnosti šachtic, Jenín 1.*

*Mapa 2: Zákres systematické drenáže, vyhodnocení funkčnosti šachtic,
Jenín 2.*

PŘÍLOHA 1.

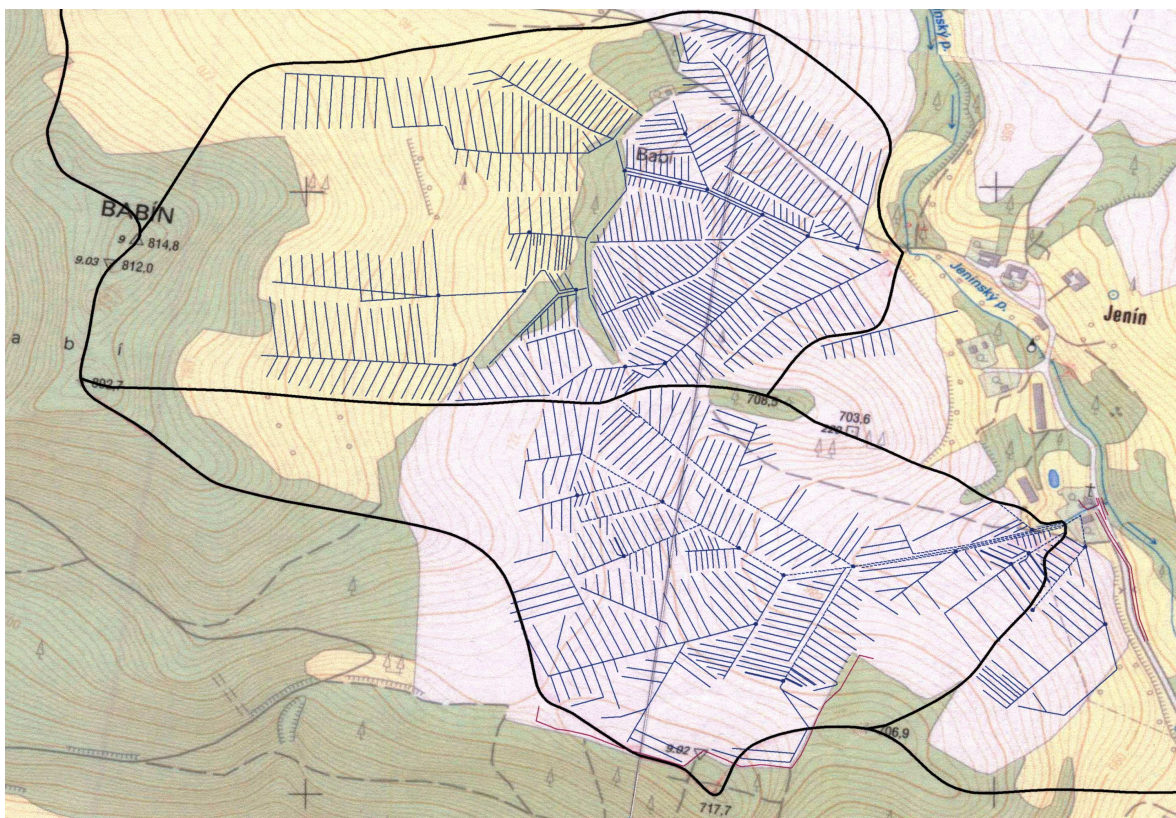
Obr. 1: Ultrazvukové čidlo na sporadické drenáži Jenín 1.



Obr. 2: Ultrazvukové čidlo na systematické drenáži Jenín 2.



Obr. 3: Průmět mapy 1 : 10000 a odvodnění



Obr. 4: Nefunkční drenáž, šachtice Š13, Jenín 1



Obr. 5: Odnos půdy v okolí šachtice č.8, Jenín 1.



Obr. 6: Odkrytá část drenáže vodní erozí, Jenín 1.



Obr. 7: „Kašákovo zařízení“, Jenín 1.



Obr. 8: Povrchový tok vedle Š10, Jenín 1.



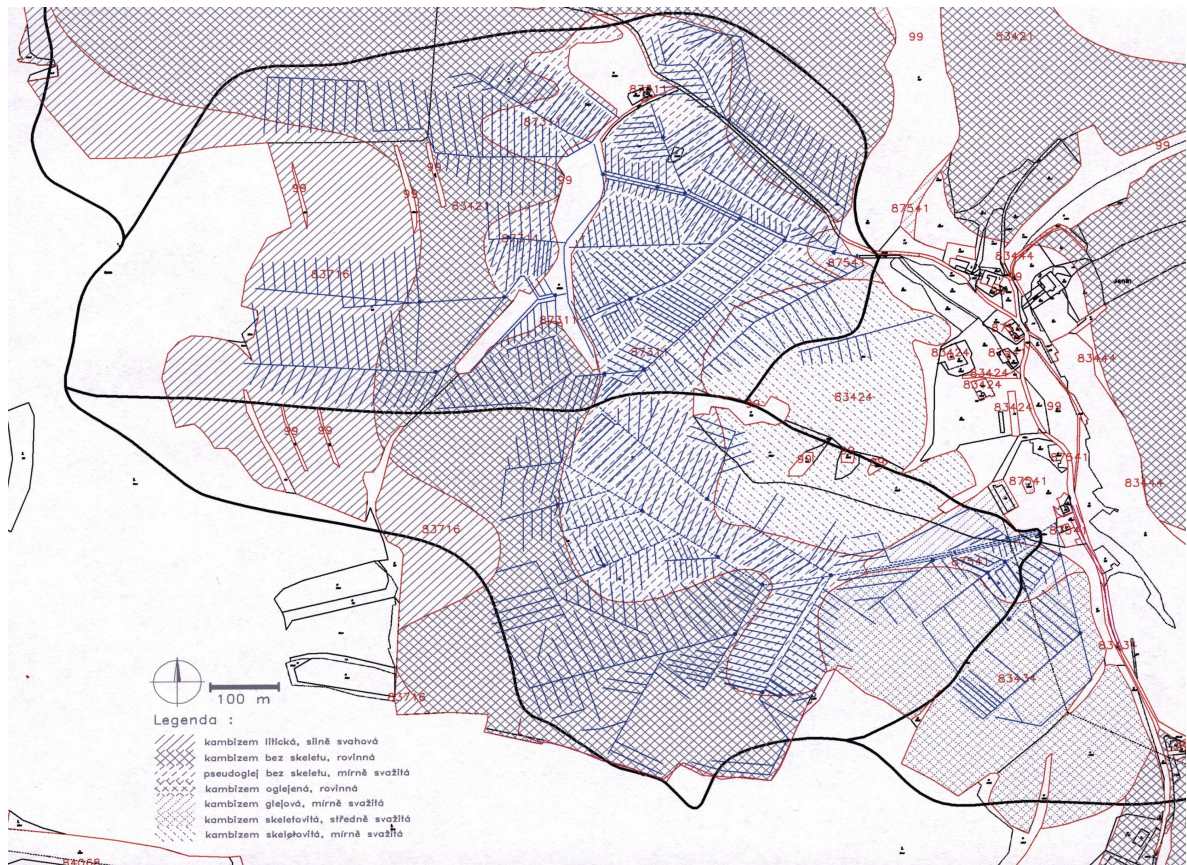
Obr. 9: Zamokření a vodní eroze u Š11, Jenín 2.



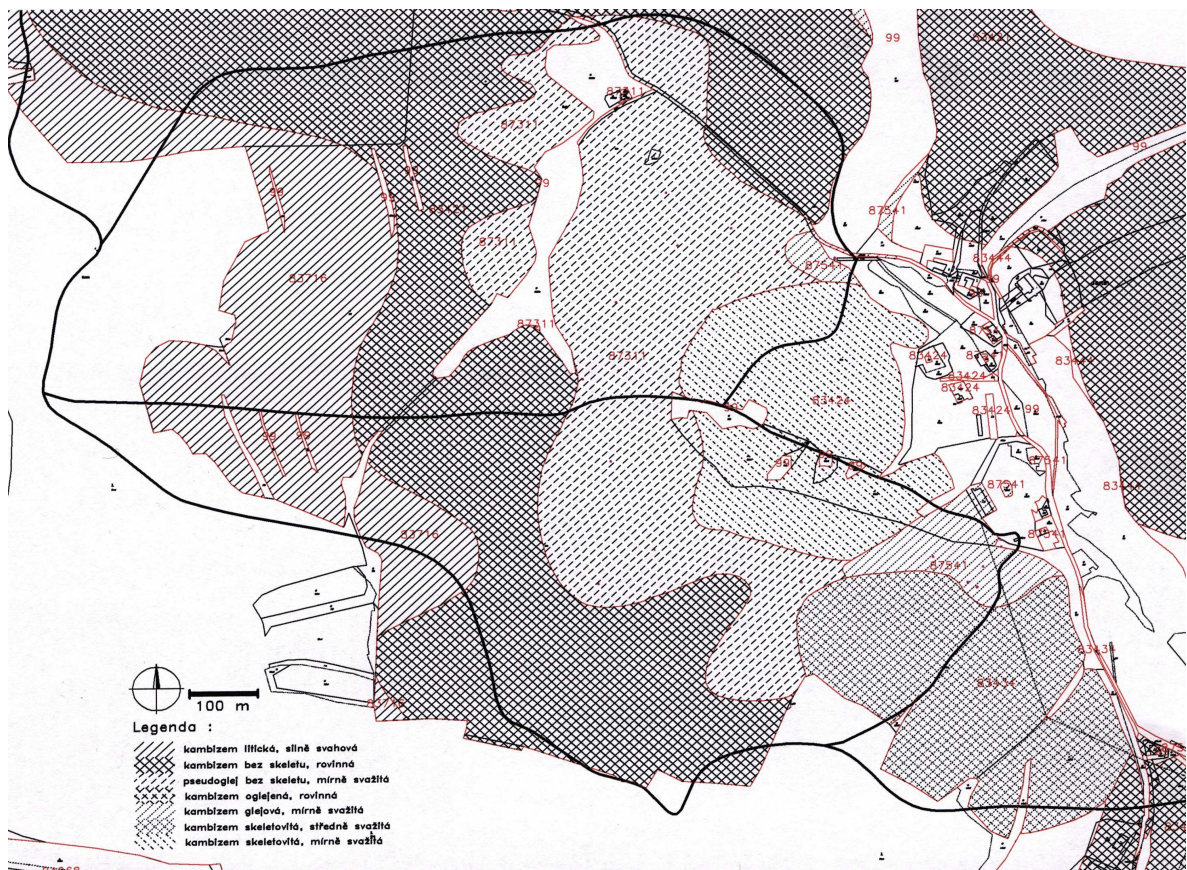
Obr. 10: Funkční drenáž na mikropovodí Jenín 2., šachtice č.3



Obr. 11: Mapa BPEJ se zákresem odvodnění, lokalita Jenín

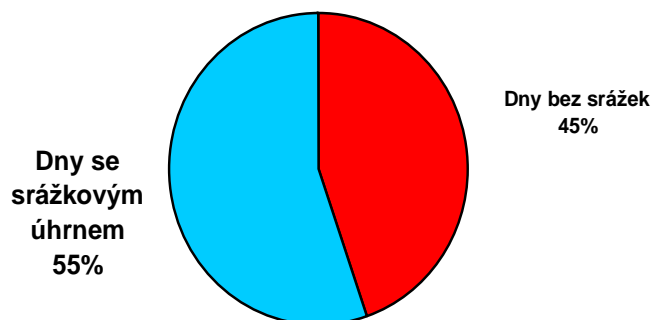


Obr. 12: Mapa BPEJ, Jenín



PŘÍLOHA 2.

Graf 3: Procentuální vyjádření dnů se srážkovým úhrnem



Graf 5: Porovnání srážek a průtoků na mikropovodí Jenín 1. a Jenín 2.,
1.1 – 31.10. 2007

