

GYMNÁZIUM A SOŠ JILEMNICE, PŘÍSPĚVKOVÁ ORGANIZACE  
TKALCOVSKÁ 460, 514 01 JILEMNICE

KOLEKTIV AUTORŮ

JILEMKA – ŘEKA MÉHO MĚSTA

STUDENTSKÁ PRÁCE

JILEMNICE 2009

## Obsah

Cíle studentské práce.....	3
Obecná charakteristika povodí řeky Jilemky.....	4
Úvod.....	4
Geologie a geomorfologie.....	4
Půdní poměry.....	5
Klimatická charakteristika území.....	5
Přehled srážek v hodnoceném období.....	6
Fauna a flóra.....	6
Sídla na území povodí Jilemky.....	8
Problematika živin v přírodním prostředí.....	8
Dusík.....	8
Koloběh dusíku.....	8
Nejvýznamnější formy dusíku v povrchovém toku - vstupy a výstupy.....	8
Sezónní změny koncentrací dusičnanů v půdě a ve vodních tocích.....	10
Fosfor.....	11
Úloha fosforu při eutrofizaci povrchových vod.....	11
Obsah fosforu v půdě.....	11
Formy výskytu fosforu v půdě.....	12
Ztráta fosforu ze zemědělské půdy srážkovým odtokem.....	12
Zdroje znečišťování povrchových vod.....	13
Bodové zdroje znečištění.....	13
Komunální splaškové vody.....	13
Srážkové odpadní vody.....	13
Průmyslové odpadní vody.....	13
Zemědělská výroba.....	14
Plošné zdroje znečišťování vod.....	14
Metodika výpočtu plošného znečištění v povodí Jilemky.....	15
Výpočet přísunu dusíku a fosforu ze zemědělské půdy (ostatních vstupů v krajině).....	15
Přísun dusíku a fosforu z obcí.....	16
Přísun dusíku.....	16
Vlastní výpočet přísunu dusíku z obcí.....	17
Přísun fosforu.....	18
Vlastní výpočet přísunu fosforu z obcí.....	18
Přísun dusíku a fosforu ze srážek.....	18
Vlastní výpočet přísunu dusíku a fosforu z atmosférického spadu.....	21
Přísun dusíku a fosforu z lesů.....	21
Vlastní výpočet přísunu dusíku a fosforu z lesů.....	21
Přehled přísunu dusíku a fosforu ze zemědělské půdy (ostatních vstupů v krajině).....	21
Grafické znázornění vybraných charakteristik vody v povodí Jilemky.....	22
Závislost koncentrací BSK <sub>5</sub> na průtoku.....	23
Závislost koncentrací CHSKCr na průtoku vody.....	24
Závislost koncentrací nerozpuštěných látek /NL/ na průtoku.....	25
Závislost koncentrací celkového dusíku a celkového fosforu na průtoku.....	26
Závislost koncentrací celk. P a NL na průtoku vody.....	27
Vyhodnocení znečištění v povodí Jilemky.....	28
Návrhy na opatření zlepšení kvality vody v povodí řeky Jilemky.....	29
Literatura:.....	30
Účastníci studentské práce:.....	31
Příloha 1: Mapa bodových zdrojů znečištění v povodí Jilemky.....	32
Příloha 2: CD s výstupy studentské práce.....	34

## **Cíle studentské práce**

Teoretická část studentské práce je zaměřena na stručnou charakteristiku území povodí Jilemky z hlediska geologie, geomorfologie, půdního pokryvu a klimatu.

Na tato hodnocení navazuje hydrografická charakteristika povodí. Dále následuje rozbor statistických dat vztažených na plochu povodí.

Další část studentské práce je věnována problematice živin v krajině, se speciální pozorností věnovanou makronutrientům - dusíku a fosforu, tj. prvkům s významnou eutrofizační schopností. Tyto prvky jsou prezentovány tak, aby bylo zřejmé, jaké jsou jejich hlavní vstupy do krajinného ekosystému a nakonec i jejich podoby, v nichž se dostávají do recipientů.

Na tyto kapitoly navazuje charakteristika jednotlivých druhů znečištění, které v konečném součtu vytvářejí kvalitativní podobu povrchových vod.

V praktické části studenti konali pravidelná praktická měření na předem vytypovaných místech. Na základě laboratorních rozborů sledovali vybrané fyzikální, chemické a biologické ukazatele a s jejich pomocí určovali stupeň znečištění vybraných částí vodního toku. Vybraná měření doplnili dalšími charakteristikami /se zaměřením na dusík a fosfor/ pro získání komplexních dat o toku Jilemky. Důležitou součástí studentské práce bylo i určení podílu bodových a plošných zdrojů znečištění na kvalitu vody ve sledovaném toku s pomocí dostupných metodik vypracovaných na toto téma.

Závěr práce tvoří návrh opatření na zlepšení kvality vody ve výše uvedeném vodním toku.

# Obecná charakteristika povodí řeky Jilemky

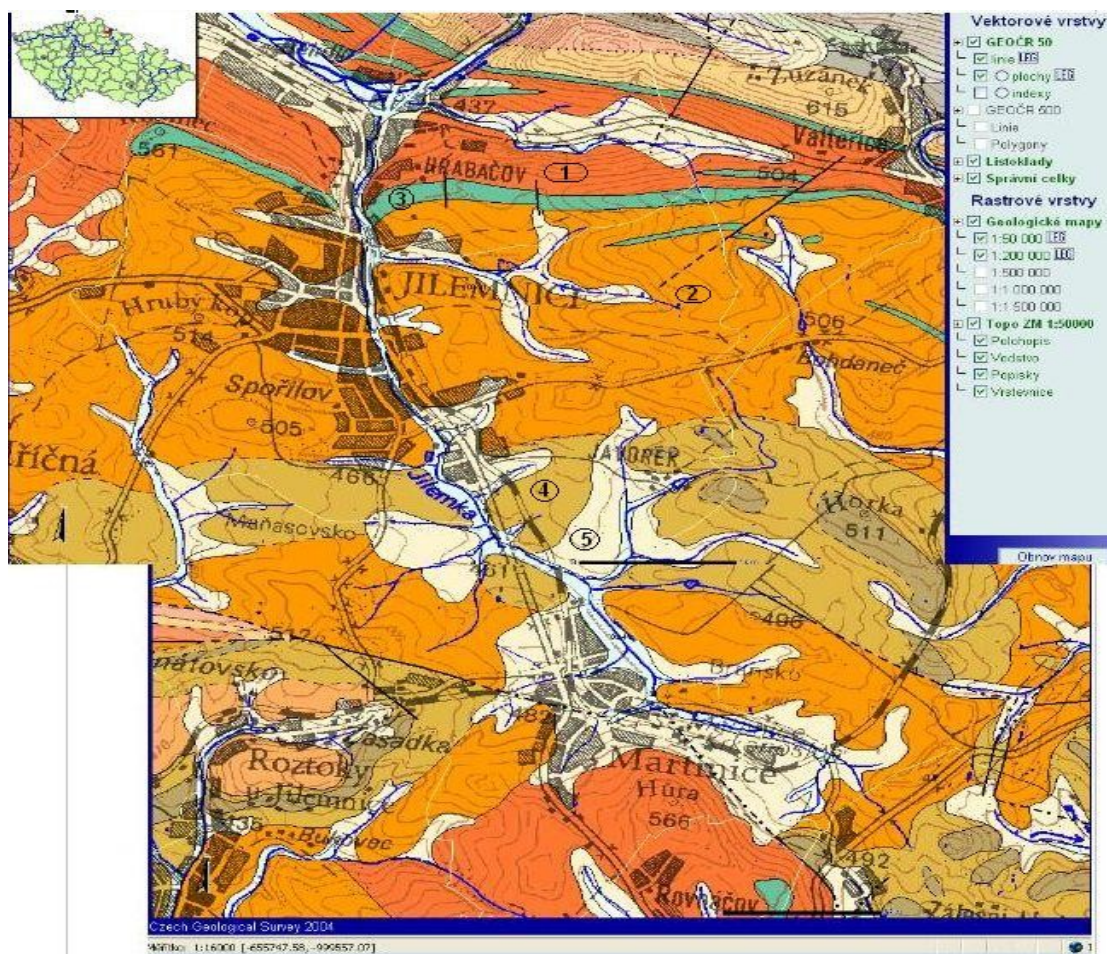
## Úvod

Řeka Jilemka, číslo hydrologického pořadí 1-05-01-025, tok IV. řádu, je jedním z levostranných přítoků Jizerky. Pramení JV od Martinic nedaleko silnice č. 296 v blízkosti Zálesní Lhoty ve výšce 678 m n.m. a ústí zleva do Jizerky u Hrabačova ve výšce 272 m n.m.. Délka toku je 7,71 km, průměrný roční průtok v období od 29. května 2008 až do 28. května 2009 činil v ústí  $0,125 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , plocha povodí  $19,91 \text{ km}^2$ .

## Geologie a geomorfologie

Území povodí leží v Lomnické vrchovině, v západní části Podkrkonošské pahorkatiny. Tato vrchovina je tvořena prachovci, jílovci, pískovci, slepenci a melafyry permské červené jaloviny. Je charakterizována strukturně denudačním reliéfem nesouměrných hřbetů a suků na melafyrových příkrovech. Území rozčleňují široce rozevřená údolí vodní sítě.

Geologické poměry přehledně shrnuje následující mapa:



## Vysvětlivky:

1 = Vrchlabské souvrství; 2 = Chotěvické souvrství, prosečenské souvrství; 3 = Melafyry; 4 = Semilské souvrství; 5 = Svahové a říční sedimenty

**Vrchlabské souvrství** – vznikalo při vulkanické činnosti během prvohor v období permu. Vrstvy často proloženy lávovými příkrovy bazaltoidů a andezitoidů (melafyrů)

**Prosečenské souvrství** - reprezentuje velmi jemnozrnnou jezerní sedimentaci červených aleuropelitů, místy s polohami vápenců. Na bázi jsou zachovány vložky vulkanogenních hornin.

**Chotěvické souvrství** - reprezentuje nový sedimentační cyklus. Převládají v něm červené arkózy, pískovce a slepence, které se střídají s prachovci.

**Melafyr** – vyvřelá hornina z období prvohorního permokarbonu. Chemické složení je velmi podobné bazaltu.

**Semilské souvrství** – tvořeno převážně červenými pískovci a jílovci

**Svahové a říční sedimenty** – vznikají usazováním zvětralých hornin na svazích a v údolích vodních toků. Jsou kamenité až jílové.

## **Půdní poměry**

Dle bonitace zemědělských půd se na území povodí Jilemky nejčastěji vyskytují hnědé půdy kyselé, podzolové, glejové, svažité půdy a v širokých údolích směrem od Martinic v Krkonoších k Jilemnici nivní půdy. Na lesních pozemcích jsou nejrozšířenější mezotrofní hnědé půdy. Na východ od Jilemnice se nacházejí větší plochy orné půdy, s využitím pro pěstování obilnin, píce. V severní části povodí se jedná spíše o trvalé travní porosty. Vzhledem k podhorskému charakteru krajiny je časté extenzivní využívání pozemků.

## **Klimatická charakteristika území**

Území povodí Jilemky náleží do klimatické oblasti B – mírně teplé, okrsku B 10 – mírně teplého, velmi vlhkého, vrchovinného. Průměrné roční srážky jsou 716 – 862 mm, průměrná roční teplota 6,7 °C. Vegetační období trvá 142 – 151 dní v roce. Průměrné srážky za vegetační období jsou 383 – 477 mm. Průměrná teplota za vegetační období je 12,8 °C. /klasifikace dle Köppena/

Další možnou klasifikací je klasifikace podle Quitta. Podle ní leží povodí řeky Jilemky v mírně teplé oblasti MT2. Vyplývá z ní, že počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více je 140 – 160, průměrná teplota v lednu je -2 až -5 °C, průměrná teplota v červenci je 16 až 17 °C. Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více je 100 až 120. Srážkový úhrn ve vegetačním období dosahuje 350 až 500 mm, v zimním období pak 250 až 300 mm. Počet dnů se sněhovou pokrývkou je 60 až 100. /Atlas životního prostředí LBK, Atlas ČSSR 1984/

## ***Přehled srážek v hodnoceném období***

Níže uvedená data byla získána na pozorovací stanici projektu GLOBE při Gymnáziu a SOŠ v Jilemnici:

měsíc	srážky /mm/
květen 08	66,6
červen 08	69,9
červenec 08	23,8
srpen 08	44,8
září 08	13,3
říjen 08	113,6
listopad 08	64,6
prosinec 08	46,9
leden 09	34,6
únor 09	52,3
březen 09	73,0
duben 09	3,3
květen 09	49,5

Celkové množství srážek činilo v období květen 2008 až duben 2009 **606,7 mm**.

## ***Fauna a flóra***

### **Fauna**

Území charakterizované střídáním lesů a luk spolu s remízky na mezích dává předpoklady pro bohaté zastoupení fauny. Je jisté, že vlivem zemědělské činnosti došlo k narušení přirozených potravních řetězců, a tím i k ústupu některých živočišných druhů, zejména hmyzu. Přesto se zde vyskytuje mnoho druhů, jinde ohrožených a vzácných. Vyskytují se zde druhy běžné pro celé Podkrkonoší: jelen evropský, prase divoké, srnec obecný, muflon, zajíc polní, sojka obecná, straka obecná, špaček obecný, vrána šedá, zvonek zelený, brhlík lesní, poštolka obecná, káně lesní, konipas bílý apod.

### **Flora**

Podle geobotanické mapy území náleží do oblasti bikových bučin. Vlastní údolí Jizerky a Jilemky do oblasti luhů a olšin. Výskyt původních druhů rostlin je vázán na původní přirozená stanoviště – klimaxová společenstva. Zde je klimaxovým společenstvem les s převahou jedlových bučin. Toto společenstvo se zde nevyskytuje v důsledku člověkem značně pozměněné krajiny. Ve vlhkých polohách u vodotečí je oblast luhů a olšin zastoupena fytoocenózou olšových jasanin a je charakterizována vrbou křehkou, olší lepkavou a jasanem ztepilým. Pro bylinné patro je charakteristická ostřice oddálená, krabilice, mokřýš střídavolistý. V důsledku splachu hnojiv ze zemědělských pozemků dochází k nitrifikaci a pozemky zarůstají kopřivou dvoudomou.

Původní společenstvo bikových bučin je charakterizované bukem lesním, jedlí bělokorou, dubem,

bikou bělavou, metlicí křivolakou a brusnicí borůvkou. Značné změny vznikly vlivem lidské činnosti. Převládající dřevinou je nyní smrk, dub zimní, olše černá, jasan ztepilý, javor klen, buk lesní, bříza bradavičnatá, borovice lesní, lípa srdčitá, modřín evropský.

Přesto představuje les nejstabilnější ekosystém mající relativně stabilní vegetační poměry. V daném území jsou na lesní prostředí mimo jiné vázány tyto byliny: jestřábník lesní, netýkavka nedůtklivá, ostružiník maliník, hluchavka žlutá, ptačinec velkokvětý, černýš lesní, mařinka vonná, kaprad' samec, papratka samičí, čistec lesní apod.

Bohatší výskyt rostlinných druhů můžeme nalézt v severní části území, na pozemcích s větší sklonitostí a na pravidelně sekaných neoraných loukách, na pozemcích v blízkosti intravilánu, podél vodních toků, podél cest a na mezích. /Neuhaselová Z. et al. 1998/

## ***Sídla na území povodí Jilemky***

**Jilemnice** – počet obyvatel 5715 k 1.1.2008

**Martinice v Krkonoších** – počet obyvatel 579 k 1.1.2008

### **Jilemnice – data ze SLDB 2001:**

Podle výsledků sčítání žilo na území Jilemnice celkem 5753 obyvatel. Z toho 2965 /46,85 %/ tvořily ženy. Úhrnem zde bylo 897 domů, přičemž na kanalizační síť bylo napojeno 674 domů. Vodovod byl zaveden do 891 domů.

### **Martinice v Krkonoších - data ze SLDB 2001:**

Podle výsledků sčítání žilo na území Martinic celkem 574 obyvatel. Z toho 286 /49,83 %/ tvořily ženy. Úhrnem zde bylo 156 domů, přičemž na kanalizační síť bylo napojeno 10 domů. Vodovod byl zaveden do 155 domů.

## **Problematika živin v přírodním prostředí**

### ***Dusík***

#### ***Koloběh dusíku***

V přírodě se dusík vyskytuje v různých oxidačních stavech. Kvantitativně jsou nejvíce zastoupeny následující formy dusíku:

a)  $N_2$  rozpuštěný ve vodě v rovnováze s atmosférickým dusíkem (tj. asi  $15 \text{ mg.l}^{-1}$  při  $20^\circ\text{C}$ )

b)  $NH_3$  v rovnováze s  $NH_4^{4+}$  a  $NH_4OH^-$ , které jsou produkovány z organicky vázaného dusíku, jak z autochtonních, tak i z alochtonních zdrojů.

c)  $NO_2^-$  se většinou vyskytuje v malých množstvích ( $0,1 - 10 \text{ mg.m}^{-3}$ ). Dusitany vznikají oxidací za aerobních podmínek oxidací amoniaku. Vyšší koncentrace svědčí o nedostatečné půdní filtraci a činí vodu podezřelou z fekálního znečištění.

d)  $NO_3^-$  jsou nejstabilnější formou výskytu dusíku. Jsou odstraňovány bakteriemi a fytoocenózou.

e) organicky vázaný dusík se vyskytuje v rozpuštěné i v suspendované formě

Jednotlivé výše uvedené formy pocházejí, jak již bylo zmíněno, z různých zdrojů. Jednotlivé formy se přeměňují především v procesech nitrifikace a denitrifikace. (Krejčí 1994)

#### ***Nejvýznamnější formy dusíku v povrchovém toku - vstupy a výstupy***

Nejčastěji se vyskytujícími sloučeninami dusíku v přírodních vodách jsou z anorganických sloučenin



dusičnany a amonné ionty, z organických látek aminokyseliny a huminové kyseliny.

### **Dusičnany**

Dusičnany vstupují do povrchových toků prostřednictvím povrchových, hypodermických a podzemních vod. V některých případech mohou být významnějším zdrojem i srážkové vody. Zdroje dusičnanů lze rozdělit na antropogenní a přirozené.

Mezi antropogenní zdroje patří především hnojení anorganickými dusíkatými hnojivy, které v zemědělských oblastech značně přispívají k obohacení vod povrchových toků a nádrží. Obdobným způsobem se projevují rozkladné procesy různých odpadních produktů.

Velmi významným přirozeným zdrojem dusičnanů je organicky vázaný dusík, a to především v rostlinách. Po jejich odumření se dostává do půdy, kde je rozkladnými procesy uvolňován a nitrifikací postupně přeměňován na dusičnany.

Rostliny využívají prakticky veškerý dusík v anorganické formě ( $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$ ). Mikroorganismy uvolňují dusík z organických sloučenin pomalu především pro ochranný účinek ligninových látek a jílových minerálů. (Kutílek 1978)

Zanedbat nelze ani biologickou fixaci vzdušného dusíku, při které je produkováno poměrně značné množství amoniaku, který může být nitrifikován přes dusitany až na dusičnany.

Ve vodním prostředí jsou redukce plynného dusíku schopny jen některé organismy (baktérie rodu *Rhizobium* a nižší rostliny skupin *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*). (Pitter 1990)

Výstupem dusičnanů je především odtok říční vodou a asimilace dusičnanových iontů rostlinami spojený s jejich následnou sklizní. K významným ztrátám, jak již bylo naznačeno výše, může docházet při denitrifikaci.

### **Amoniak a amonné ionty**

Zdroje amoniaku je opět možné, podobně jako u dusičnanů, rozdělit na antropogenní a přirozené.

Antropogenní vstupy jsou shodné se vstupy dusičnanů popsané výše.

„Mezi přirozené zdroje je počítán atmosférický transport, který přináší z 83 % amoniakální a ze 17 % dusičnanový dusík“ (Moldan 1977, cit. v. Skořepová 1983, s. 84). Ten je představován převážně vodními srážkami, prachovými a aerosolovými částicemi a adsorpcí plynů povrchem půd a vodních hladin. S procesy rozkladu organických látek je spojena amonifikace, další ze zdrojů amoniaku.

Výstupem amonných iontů ze sledovaného území je opět odtok říční vodou a sklizeň rostlin po předchozí asimilaci  $\text{NH}_4^+$ . Amonné ionty jsou odnášeny vodou buď rozpuštěné nebo vázané na suspenzi.

Dalším propadem  $\text{NH}_4^+$  je nitrifikace. Je úzce spjata s adsorpcí na koloidní částice minerální a organické povahy. Rozsah nitrifikace je limitován množstvím adsorbovaných iontů  $\text{NH}_4^+$ .

## **Aminokyseliny**

Zdrojem aminokyselin jsou živočišné a rostlinné bílkoviny, které jsou hydrolyzovány na jednotlivé aminokyseliny.

Ve vodách povrchových toků se aminokyseliny vyskytují buď v rozpuštěné formě nebo ve formě vázané na jílovité částice či na organickou hmotu. Vazba na organickou hmotu je spojena především s procesy tvorby huminových látek. Při vazbě na suspenzi se aminokyseliny stávají součástí jílovitých minerálů, kdy se začleňují do jejich krystalových mřížek, nebo jsou elektrostatickými silami vázány na povrch.

Výstupem aminokyselin je především odnos povrchovým odtokem. Dále to pak jsou procesy degradace aminokyselin. Rozklad aminokyselin probíhá buď biologickou (plísně, bakterie) nebo chemickou cestou (oxidace, deaminace a dekarboxylace).

## **Huminové látky**

Z chemického hlediska jsou huminové látky buď huminové kyseliny (HK) nebo fulvokyseliny (FK). Jedná se o složité kondenzáty fenolových a benzen-karboxylových jednotek vznikající jako relativně stabilní mezistupeň rozkladu organických látek. Intenzita humifikace je nízká v oblastech s rychlou mineralizací (lesní půdy), naopak je tomu u půd pokrytých travními společenstvy, kde je půda bohatá na huminové látky. Výstup huminových látek je tvořen především říční vodou a mineralizací organicky vázaného dusíku. (Skořepová 1983)

## ***Sezónní změny koncentrací dusičnanů v půdě a ve vodních tocích***

Dusíkaté látky vykazují významnou sezónní variabilitu. Kolísání obsahů různých forem dusíku je důsledkem stavu klimatických poměrů a půdního typu. V zimě je v půdě jeho obsah minimální v důsledku vyluhování (perkolace), v pozdním jaru se objevuje maximum vlivem mineralizace a nitrifikace. Druhé minimum nastává v létě, kdy je obsah využitelného dusíku snižován spotřebou rostlinami, druhé maximum nastává na podzim vlivem konce vegetačního období, při probíhajícím rozkladu organických zbytků. Rozdíly mezi sezónními maximy a minimy se pohybují okolo pětinasobku. (Kutílek 1978)

Nejnižší koncentrace jsou zaznamenávány v letním období, nejvyšší naopak v předjaří a na jaře. Kolísání obsahu dusičnanů během roku způsobuje především množství srážek, biologická aktivita a antropogenní činnost. Srážky a biologická aktivita mají úzký vztah k průtokům říční vody. V období nejvyšší biologické aktivity jsou relativně malé srážky a vysoká evapotranspirace. Tím je též zabráněno intenzivnějšímu promývání půdního profilu. Dále i proces asimilace anorganického dusíku podstatně snižuje množství dusičnanů v půdě.

Vysoké obsahy dusičnanů v jarním období jsou výsledkem povrchového smyvu hnojiv a dále vymývání půdního profilu velmi obohaceného dusíkatými látkami. Na podzim jsou obsahy dusičnanů relativně nízké, díky vyčerpání půdy rostlinami během vegetačního období. Vyšší obsahy dusičnanů během zimního období jsou způsobeny jejich vstupem z podzemních vod. (Skořepová 1983)

## ***Fosfor***

### ***Úloha fosforu při eutrofizaci povrchových vod***

Fosfor je živinou, která je nezbytnou pro růst rostlin. Na rozdíl od dalších prvků nezbytných pro růst a vývin rostlin tj. dusíku a uhlíku, vyskytuje se tento v přírodním prostředí v poměrně malých koncentracích. Díky tomu je především ve sladkovodních ekosystémech limitujícím prvkem pro růst nejen vyšších rostlin, ale i sinic a řas.

Proto je fosforu v souvislosti s kontrolou a omezením eutrofizace sladkovodních povrchových vod věnována hlavní pozornost.

Zvýšená eutrofizace pak způsobuje přemnožení sinic a řas, které svými životními projevy mění chemismus vody spočívající především ve změnách pH vody, nežádoucím snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku a v produkci toxinů sinic. Všechny tyto jevy pak způsobují snížení kvality vody tím pádem i její použití pro účely vodárenství, rekreace, či rybářství.

Pokud dojde k přemnožení sinic, které se projevují jako známý vodní květ, a jejich rychlému úhynu spojenému se sedimentací ke dnu, dojde k uvolnění velkého množství pachotvorných organických látek. Tyto látky jsou z větší části toxické, často i mutagenní. Podobným způsobem znehodnocují vodu i zásobní olejovité látky rozsivek, které dostanou-li se ke chloraci, způsobují opět zhoršení organoleptických vlastností upravené vody s možností negativního působení na zdraví spotřebitelů. Z rybářského hlediska se zvýšená eutrofizace může projevit zvýšenými výskyty pro ryby silně toxického nedisociovaného amoniaku, či nedostatkem kyslíku, přičemž oba jevy pak mohou způsobit úhyn ryb v dané nádrži. Zvyšující se eutrofizace může ovlivnit i skladbu rybiho společenstva. Ta se opět projeví ve snížené kvalitě vody. (Duras 1990)

### ***Obsah fosforu v půdě***

Množství fosforu v půdě závisí na složení matečného substrátu, klimatických podmínkách v dané oblasti a na ztrátách fosforu povrchovým a podpovrchovým srážkovým odtokem. Obvykle se množství fosforu v půdách pohybuje v rozmezí od 0,5 do 0,8 mg.g<sup>-1</sup>.

Při dlouhodobém využívání půdy bez dodávky fosforu formou umělého přihnojování klesá jeho obsah v půdě pod mez využitelnou rostlinami. Naproti tomu při aplikaci fosforečnanových hnojiv je často až 90 % z jejich množství úrodou nevyužito a přeměněno na biologicky špatně dostupné, tj. méně rozpustné

formy. Díky hnojení roste akumulace fosforu v půdě, čímž se i zvyšuje náchylnost půdy ke ztrátám fosforu během srážkového odtoku. (Sova 1997)

### ***Formy výskytu fosforu v půdě***

Sloučeniny fosforu v půdě lze rozdělit do následujících skupin (Stevenson 1986, cit. v Sova 1998, s. 4):

1. rozpuštěné anorganické a organické sloučeniny fosforu v půdním roztoku (orthofosforečnany, polyfosforečnany, fosfoproteiny)
2. slabě vázané (labilní) anorganické fosforečnany
3. velmi málo rozpustné fosforečnany:
  - a) vápníku ve vápenatých a alkalických půdách suchých a až středně suchých oblastí (např. apatit, fluoroapatit nebo hydroxyapatit)
  - b) hliníku a železa v kyselých půdách (strengit, griphit)
4. fosforečnany pevně (nevratně) povrchově/podpovrchově sorbované hydratovanými oxidy železa a hliníku
5. fosforečnany vázané hlinitokřemičitany
6. nerozpuštěné organické formy fosforu obsažené v
  - a) biomase (např. nukleové kyseliny)
  - b) nerozložených rostlinných a živočišných zbytcích
  - c) humusu (např. fosfolipidy, fosfoproteiny)

Pouze 1-2 % fosforu v půdě tvoří biomasa, kdežto více jak 90 % fosforu se v půdě vykytuje v nerozpuštěné nebo pevně vázané formě. Důležitý je především podíl volně vázaného a rozpuštěného fosforu, který ovlivňuje biologickou dostupnost fosforu a míru uvolňování fosforečnanů do kapalné fáze (tj. mobilitu fosforečnanů) během srážkového odtoku.

### ***Ztráta fosforu ze zemědělské půdy srážkovým odtokem***

Ztráta rozpuštěného a partikulovaného fosforu z půdy může probíhat třemi způsoby:

1. **povrchovým odtokem** - fosfor je unášen povrchově odtékající srážkovou vodou přímo do vodního toku
2. **podpovrchovým odtokem** - srážková voda unáší fosfor půdním profilem do povrchového toku, aniž by došlo k dosažení hladiny podzemní vody a nebo je
3. **unášení srážkovou vodou** do podzemní vody a odtud může být dále transportován do povrchového toku.

# **Zdroje znečišťování povrchových vod**

## ***Bodové zdroje znečištění***

Bodové zdroje znečištění místně (tj. v místě vypustě) významně ovlivňují jakost především povrchových vod. Charakterem vypouštěných odpadních vod se liší komunální bodové zdroje (města a obce), průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské živočišné výroby. Tyto zdroje ovlivňující kvalitu vod jsou poměrně snadno identifikovatelné, lokalizovatelné, měřitelné a tím pádem i hodnotitelné. Hlavní problém, který je způsoben v místě vypustě, je ten, že prakticky okamžitě dochází k náhlé změně kvality vody. Některé zdroje znečištění pak jsou schopny ovlivnit kvalitu vody na dlouhé desítky kilometrů. Děje se tak například u nevhodně regulovaných toků.

## ***Komunální splaškové vody***

Komunální splaškové vody vznikají jednak přímým odstraňováním fyziologických produktů metabolismu obyvatelstva a dále jeho další činností spočívající v používání různých mycích a pracích prostředků, či dalších organických a anorganických chemických látek. Tabulka č. uvádí složení splaškových vod s ohledem na ukazatele uvažované v této práci. Co se jednotlivých prvků týče, potom podíl anorganického fosforu je vzhledem k organickému fosforu přibližně dvakrát větší. Obsah dusíku ve splaškových vodách je z větší části tvořen amoniakálním dusíkem, z menší části pak dusíkem organickým. Dusičnanový a dusitanový dusík není přítomen. Nezanedbatelný není ani podíl celkového organického uhlíku. Významným znakem splaškových vod jsou ve vodě přítomné tuky.

Městské odpadní vody jsou v konečné podobě tvořeny směsí vod splaškových, průmyslových a srážkových, a to v různém poměru. U velkých měst převládají vody splaškové, u malých měst se vzájemné zastoupení vod splaškových a průmyslových různí dle stavu koncentrace obyvatelstva v obytných zónách a charakteru průmyslu v daném městě. (Směrný vodohospodářský plán 1997)

## ***Srážkové odpadní vody***

Znečišťující vliv srážkových vod nespočívá v jejich schopnosti promývat atmosféru (koncentrace znečištění jsou poměrně malé), ale v jejich schopnosti smývat a vymývat různé znečišťující látky z různých ploch - komunikací, střech domů, kanalizačních sběračů atd.

Vlastní znečišťující látky jsou tvořeny především nerozpuštěnými organickými a anorganickými látkami - prachovými a pískovými částicemi, drobnými tuhými odpady, ropnými látkami různého charakteru a v neposlední řadě též mikroorganismy, a to především fekálními.

## ***Průmyslové odpadní vody***

Znečišťující charakter průmyslových odpadních vod je určen typem výroby, při které je voda použita. V každém průmyslovém odvětví se proto složení odpadních vod liší. Průmyslové odpadní vody se mohou

lišit i v rámci výroby stejného produktu. Záleží to na použité technologii.

### ***Zemědělská výroba***

Zemědělská výroba produkuje značná množství znečišťujících látek, které je ovšem z velké většiny možno vrátit do biogeochemických cyklů v krajině, aniž by příliš narušily vztahy v rámci přirozených či umělých ekosystémů. Předpokladem toho ovšem je správné a úměrné používání technologií k tomu určených. To, že tyto technologie selhávají, není v jejich podstatě, ale v jejich provádění nezkušenými či nepoučenými pracovníky zemědělských podniků.

#### **Jednotlivé typy znečištění pocházejí z následujících zdrojů:**

- 1) ze živočišné výroby (chovy prasat, dobytka, drůbeže, úniky silážních šťav, kejdy, močůvky atd.)
- 2) z rostlinné výroby (eroze půdy a její perkolace, drenážní vody a půdní výluhy, aplikace průmyslových hnojiv a pesticidů včetně vymývání techniky a likvidace obalů atd.)
- 3) a z dalších zdrojů (odpadní vody ze zpracovatelských a výrobních objektů, úniky ropných látek z techniky nebo při skladování a manipulaci, čištění, opravy, provoz a mytí zemědělské techniky).

### ***Plošné zdroje znečištění vod***

Plošné zdroje znečištění lze obecně charakterizovat jako méně adresné, evidenčně náročnější a obtížněji kvantifikovatelné než bodové zdroje znečištění. Do plošných zdrojů znečištění vod je řazena zejména zemědělská činnost (rostlinná výroba), splachy z terénu (eroze) a znečištění atmosféry (atmosférická depozice).

Plošné zdroje znečištění patří mezi tzv. nebodové zdroje znečištění, kam jsou přiřazovány i difuzní zdroje znečištění, tzn. drobné rozptýlené zdroje komunálního charakteru a chov hospodářských zvířat.

Pojmy plošné a difuzní znečištění jsou při jejich hodnocení díky jejich charakteru velmi často slučovány dohromady. Hlavními zdroji plošného znečištění, které mají původ v zemědělské činnosti, jsou z hlediska životního prostředí různé rizikové látky nejrozumnějšího původu a složení, obsažené ponejvíce ve svrchní vrstvě orných půd, především jako rezidua aplikovaných průmyslových a organických hnojiv, prostředků chemické ochrany rostlin aj.

Významný podíl na plošném znečištění může v některých oblastech představovat i atmosférická depozice - mokrá i suchá obsahující nemalá množství cizorodých látek kontaminujících půdní prostředí.

Například v oblasti Šumavy činí roční přínos dusíku srážkami 20-24 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, na jiných územích státu skoro 2-krát více (Gergel J. 1994).

Na celkovém podílu sledovaných makronutrientů v tocích se však podílí jen několika procenty (dusík

- 4 %, fosfor - 1 %). (Projekt Labe 1995)

Všechny výše uvedené látky se v půdě nachází buď ve vodorozpustném stavu (např. anionty  $\text{NO}_3^-$ ) nebo vázané na organominerální komplex půd (fosfor, těžké kovy), se sníženým podílem jejich rozpustnosti. Nerozpuštěné látky - pevné půdní částice - jsou pak obecně považovány za objemově nejpodstatnější složku znečišťování povrchových vod.

Do vodních toků a zdrojů se rozpuštěné látky dostávají promyvem půdního profilu srážkovou vodou (perkolací), nebo povrchovým odtokem. Naproti tomu nerozpuštěné látky jsou transportovány výhradně v procesu eroze půdy (převážně vodní, v menším rozsahu i větrné), přičemž v závislosti na intenzitě srážek, konfiguraci terénu a vegetačním krytu může docházet k postupné sedimentaci částic na povrchu půdy (akumulaci), takže výsledný odnos nerozpuštěných látek do vodního prostředí tvoří zpravidla jen část erozního smyvu. V důsledku těchto přírodních transportních procesů dochází tak nejen k nežádoucímu ovlivnění kvality vodních toků a zdrojů, ale i k významným ztrátám nejdůležitějších složek půdní úrodnosti - živin a humusu.“ (Damaška, Jurča 1995, s. 173)

Například podle Projektu Labe je podíl plošných a difuzních zdrojů znečištění na celkovém znečištění u celkového dusíku více než 80%, u celkového fosforu přibližně 50%, u nerozpuštěných látek je tento podíl cca 50%, u organického znečištění se pohybuje okolo 50 %. (Směrný vodohospodářský plán 1997)

Z posledních výsledků řešení průzkumných prací je možno uvést orientační vyčíslení průměrné produkce celkového fosforu a celkového dusíku z primárních zdrojů plošného a difuzního znečištění antropogenního původu. Z celkové produkce z těchto zdrojů na znečištění fosforem připadá na produkci z chovu zvířat 54 %, na hnojení minerálními hnojivy 24 %, na atmosférickou depozici 19 % a na difuzní znečištění z drobných sídel pouze 3 %.

Z celkové produkce znečištění dusíkem připadá na produkci z chovu hospodářských zvířat 25 %, na hnojení minerálními hnojivy 35 %, na atmosférickou depozici 28 % a na difuzní znečištění z drobných sídel 2 %.

Velký vliv na velikost plošného znečištění mají v jednotlivých letech srážkové a odtokové poměry. (Směrný vodohospodářský plán 1997)

## **Metodika výpočtu plošného znečištění v povodí Jilemky**

### ***Výpočet přísunu dusíku a fosforu ze zemědělské půdy (ostatních vstupů v krajině)***

Jak vyplývá z četných prací, nelze přímo měřit podíl zemědělské půdy na odtoku dusíku a fosforu do recipientu, protože se jedná o plošný zdroj živin. Transport dusíku a fosforu ze zemědělské půdy závisí na klimatických, pedologických, geomorfologických a hydrologických poměrech, dále na agrotechnice, množství, druhu a době aplikace hnojiv, druhu plodin atd.

Jednotlivé zdroje dusíku a fosforu jsou uvažovány jako veličiny aditivní. To znamená, že celkový odtok živin v měřeném profilu je definován jako součet odtoků z dílčích zdrojů.

Znalost hodnot celkového odtoku dusíku a fosforu v daném profilu a znalost přísunů těchto prvků z obcí, srážek a lesů, tak umožňuje dopočítat transport ze zemědělské půdy (ostatních vstupů v krajině), a to podle vztahu:

$$OZ = O - (OO + OS + OL)$$

kde:

OZ - odtok (přísun) ze zemědělské půdy /ostatních vstupů v krajině/

O - odtok z celého povodí

OO - odtok z obcí

OS - odtok ze srážek

OL - odtok z lesů

## ***Přísun dusíku a fosforu z obcí***

### ***Přísun dusíku***

Veškerý dusík není v odpadních vodách běžně sledován. V rámci Projektu Labe provedeného v letech 1991 - 1993 u 81 měst a obcí však byla tato hodnota v rámci šetření vyhodnocena. Autoři došli, jak uvádí Nesměrák (1996), k následujícím závěrům:

Byla zjišťována především specifická produkce celkového dusíku (N<sub>celk.</sub>) (g/obyv. a den) a zatížení toků v závislosti na počtu obyvatel bydlících v domech připojených na veřejnou kanalizaci (O-VK). Specifická produkce N<sub>celk.</sub> (v g/obyv. a den) ve městech a obcích je závislá na počtu obyvatel bydlících v domech připojených na veřejnou kanalizaci, a to dle regresní rovnice:

$$N_{\text{celk.}} = 5,2609 * (O-VK)^{0,10678}$$

kde (O-VK) je počet obyvatel bydlících v domech připojených na veřejnou kanalizaci.

Pro obce bez centrální kanalizace a bez čistírny odpadních vod uvádí (Straškraba a kol. 1973, cit. v Votava 1986, s. 209) odtok z povodí 1 kg N.obyv.<sup>-1</sup>.r<sup>-1</sup>

Počty obyvatel v Jilemnici a Martinicích v Krkonoších byly odečteny na serveru [www.risy.cz](http://www.risy.cz). Tyto údaje byly dány do souvislosti s počtem bytů s kanalizací v obci získány v publikaci Vybrané údaje za základní sídelní jednotky (2001) v případě Martinic v Krkonoších.

Počet obyvatel nenapojených na ČOV příslušnou pro Jilemnici byl zjištěn v přehledu VUME VHS



Turnov pro rok 2009. Celkem tento počet činí 918 obyvatel k 1.1.2008.

### ***Vlastní výpočet přísunu dusíku z obcí***

#### **Martinice v Krkonoších**

Výchozí hodnoty:

počet obyvatel celkem /k 1.1.2008/: 579

Na kanalizaci je napojeno pouze asi 15 % obyvatel tj. přibližně **87**. Tito obyvatelé dodávají do Jilemky přibližně **8,48 kg N za rok**.

V místní ČOV jsou čištěny odpadní vody od přibližně 30 obyvatel. /ústní informace p. L. Mejvald – starosta obce/

Dle výše uvedené metodiky vyplývá, že obyvatelé Martinic přispívají ke znečištění Jilemky celkově **500,5 kg N za rok**.

#### **Jilemnice**

Výchozí hodnoty:

počet obyvatel celkem /k 1.1.2008/: 5715

počet obyvatel nenapojených na ČOV: 918 /ostatní obyvatelé jsou napojeni na místní ČOV; přečištěné vody nejsou vypouštěny do Jilemky/.

Dle výše uvedeného vyplývá, že obyvatelé Jilemnice přispívají ke znečištění Jilemky přibližně **3652 kg N za rok**.

**Celkový přísun dusíku do Jilemky z obou výše uvedených obcí činí 4152,5 kg.**

### ***Přísun fosforu***

Situace se sledováním celkového fosforu v odpadních vodách je obdobná jako u dusíku. V rámci Projektu Labe opět proběhlo šetření v letech 1991-1992, kdy byly s využitím podkladů a výsledků vyhodnocení sledování v 64 městech a obcích získány podklady pro odvození regresní rovnice určující závislost množství produkovaného celkového fosforu ( $P_{celk.}$ ) v (kg/rok) na počtu obyvatel bydlících v domech připojených na veřejnou kanalizaci (O-VK):

$$P_{celk.} = 0,45442 * (O-VK)^{1,0612}$$

Tato rovnice popisuje produkci  $P_{celk.}$  od obyvatel připojených na veřejnou kanalizaci. (Nesměrák 1994).

Pro obce bez centrální kanalizace a bez čistírny odpadních vod uvádí (Straškraba a kol. 1973, cit. v Votava 1986, s. 209), odtok z povodí  $0,5 \text{ kg.obyv}^{-1}.\text{r}^{-1}$ .

### ***Vlastní výpočet přísunu fosforu z obcí***

#### **Martinice v Krkonoších**

Výchozí hodnoty:

počet obyvatel celkem /k 1.1.2008/: 579

Na kanalizaci je napojeno pouze asi 15 % obyvatel tj. přibližně **87**. Tito obyvatelé dodávají do Jilemky přibližně **51,97 kg P za rok**.

Dle výše uvedeného vyplývá, že obyvatelé Martinic přispívají ke znečištění Jilemky přibližně **298 kg P za rok**.

#### **Jilemnice**

Výchozí hodnoty:

počet obyvatel celkem /k 1.1.2008/: 5715

počet obyvatel nenapojených na ČOV: 918

ostatní obyvatelé jsou napojeni na místní ČOV; přečištěné vody nejsou vypouštěny do Jilemky

Dle výše uvedeného vyplývá, že obyvatelé Jilemnice přispívají ke znečištění Jilemky přibližně **633,3 kg P za rok**.

**Celkový přísun fosforu z obcí v povodí Jilemky do jejího toku činí 931,3 kg.**

### ***Přísun dusíku a fosforu ze srážek***

Pro určení přísunu množství dusíku a fosforu do toku byla určena depozice těchto prvků na ploše povodí. K tomu byla použita metodika uváděná Šedivým (1997):

Tato metodika používá pro určení celkové depozice kromě zařazení území do tříd úrovně znečištění

ovzduší také úhrn srážek.

Bylo zjištěno, že platí vztah:

$$D = a * \log h + b$$

kde D = celková depozice (suchá i mokrá) v  $\text{kg.km}^{-2}.\text{měs.}^{-1}$  pro anionty a amonné ionty;

h = úhrn srážek za měsíc v mm;

a = konstanta

b = konstanta

Hodnoty konstant „a,b“ pro jednotlivé třídy úrovně znečištění životního prostředí ve sledovaném povodí jsou uvedeny v tabulkách. Třída úrovně životního prostředí v ČR je odvozena dle mapy v Atlase životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČR (1992). Na území povodí Jilemky se nalézá druhá třída úrovně životního prostředí.

<b>Hodnoty konstant „a,b“ pro výpočet depozic v letním období (květen až říjen) v <math>\text{kg.km}^{-2}.\text{měs.}^{-1}</math></b>		
<b>parametr</b>	<b>konstanta</b>	<b>hodnota</b>
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	a	0,836
	b	-0,540
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	a	0,877
	b	-1,497
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	a	0,768
	b	1,250
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	a	0,630
	b	0,944

Zdroj: Štěpánek (1997)

<b>Hodnoty konstant „a,b“ pro výpočet depozic v zimním období (listopad až duben) v kg. km<sup>-2</sup>.měs.<sup>-1</sup></b>		
<b>parametr</b>	<b>konstanta</b>	<b>hodnota</b>
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	a	0,480
	b	-0,239
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	a	1,170
	b	-2,018
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	a	0,670
	b	1,200
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	a	0,486
	b	1,195

Zdroj: Štěpánek (1997)

S použitím vzorce a hodnot konstant „a,b“ pro určitou část roku byly vypočteny hodnoty depozice daného iontu na území s příslušným úhrnem srážek. Tyto hodnoty depozic byly ještě přepočteny na celkové množství daného prvku, tzn. že vypočtená hodnota pro PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> byla násobena koeficientem 0,326, hodnota pro NO<sub>2</sub><sup>-</sup> koeficientem 0,304, hodnota pro NO<sub>3</sub><sup>-</sup> koeficientem 0,226 a hodnota pro NH<sub>4</sub><sup>+</sup> koeficientem 0,778.

Votava (1986) se zabýval podílem živin, který z původních srážek odečte do recipientu. Stanovil empirické koeficienty umožňující přepočet srážkového spadu na odtok v jednotlivých měsících. Tyto koeficienty jsou uvedeny v následující tabulce:

<b>Podíl živin odtékajících ze srážkového spadu do recipientu</b>		
<b>měsíc</b>	<b>dušík</b>	<b>fosfor</b>
leden	0,3	0,15
únor	0,3	0,15
březen	0,3	0,15
duben	0,2	0,1
květen	0,1	0,05
červen	0,05	0,05
červenec	0,05	0,05
srpen	0,05	0,05
září	0,05	0,05
říjen	0,1	0,05
listopad	0,2	0,1
prosinec	0,3	0,15

Podle: Votava (1986)

Tyto koeficienty byly použity pro výpočet celkového množství atmosférického spadu, který odečte do

recipientu z plochy povodí s výjimkou lesů.

### ***Vlastní výpočet přísunu dusíku a fosforu z atmosférického spadu***

Na jednotlivé ionty byla použita výše uvedená rovnice a použity koeficienty uvedené v tabulkách.

Po součtu jednotlivých hodnot jsme došli k následujícím výsledkům:

Množství **fosforu**, které se dostalo do toku Jilemky atmosférickým spadem z jejího povodí za sledované období, se rovná **4,29 kg**.

Množství **dusíku**, které se dostalo do toku Jilemky z jejího povodí za sledované období, se rovná **109,35 kg**.

### ***Přísun dusíku a fosforu z lesů***

Literární údaje týkající se odnosu dusíku a fosforu z lesů se velmi různí. Různí se i názory na transformační vliv lesů z hlediska povrchových vod. Autoři vždy pracují se změřenými hodnotami, ale již nehodnotí kvalitu lesního fondu ve sledované oblasti. Opomíjejí pak ve svých závěrech možné vlivy stáří lesů, stavu vegetace v lese, množství opadanky, kvalitu mineralizačních procesů atd.

Proto jsou v metodice použita hodnocení přísunu dusíku a fosforu z lesů podle údajů Votavy (1986), který měřeními dokládá pro dusík hodnotu 1,7-3,9 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> a pro fosfor 0,06-0,13 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.

Pro účely hodnocení povodí Jilemky byly použity hodnoty uvedené v dolním rozmezí.

### ***Vlastní výpočet přísunu dusíku a fosforu z lesů***

Vzhledem k rozloze povodí Jilemky /19,91 km<sup>2</sup>/, byla plocha lesů odečtena z dostupných mapových podkladů. Jejich celková plocha v povodí Jilemky činí 7,9716 km<sup>2</sup>, tj. 40 %.

Dle výše uvedených hodnot činilo množství **dusíku**, které se dostalo do recipientu Jilemky, **1355,2 kg**.

V případě **fosforu** se jedná o hodnotu **47,8 kg**.

## **Přehled přísunu dusíku a fosforu ze zemědělské půdy (ostatních vstupů v krajině)**

Následující tabulka shrnuje jednotlivé vstupy dusíku a fosforu do toku Jilemky z celého jejího povodí tj. shrnuje situaci v jejím ústí do Jizerky.

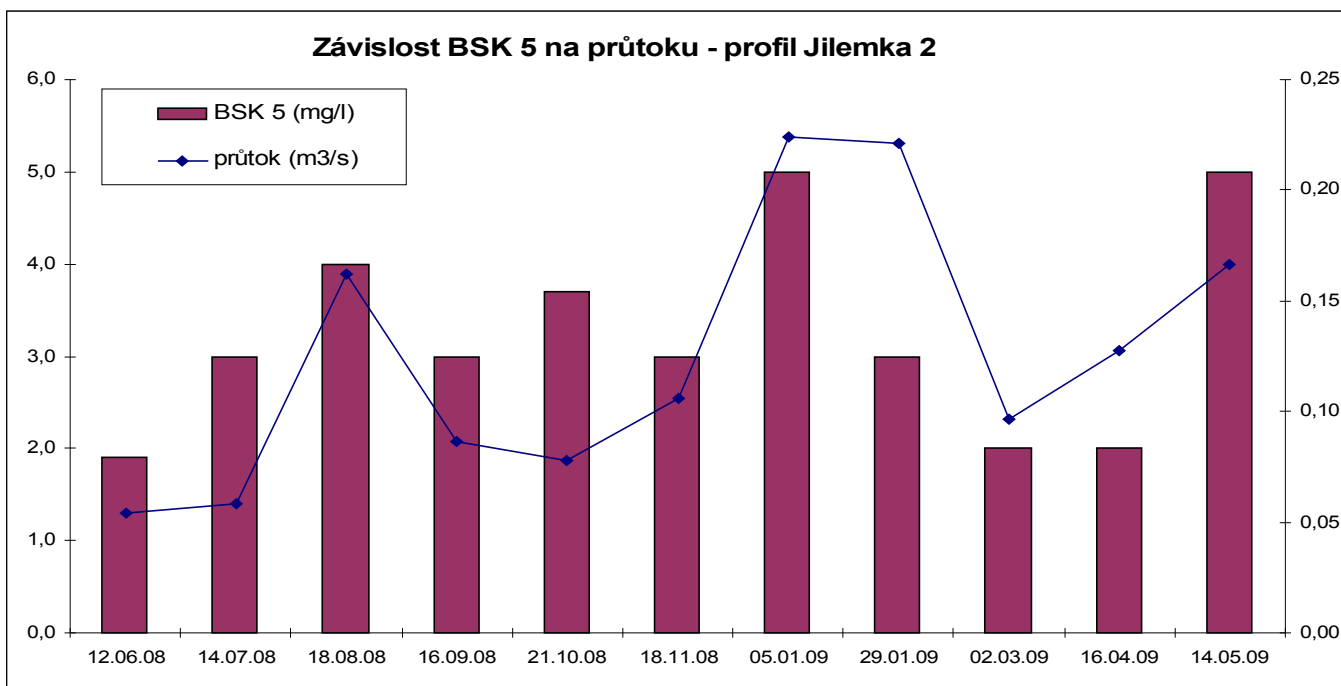
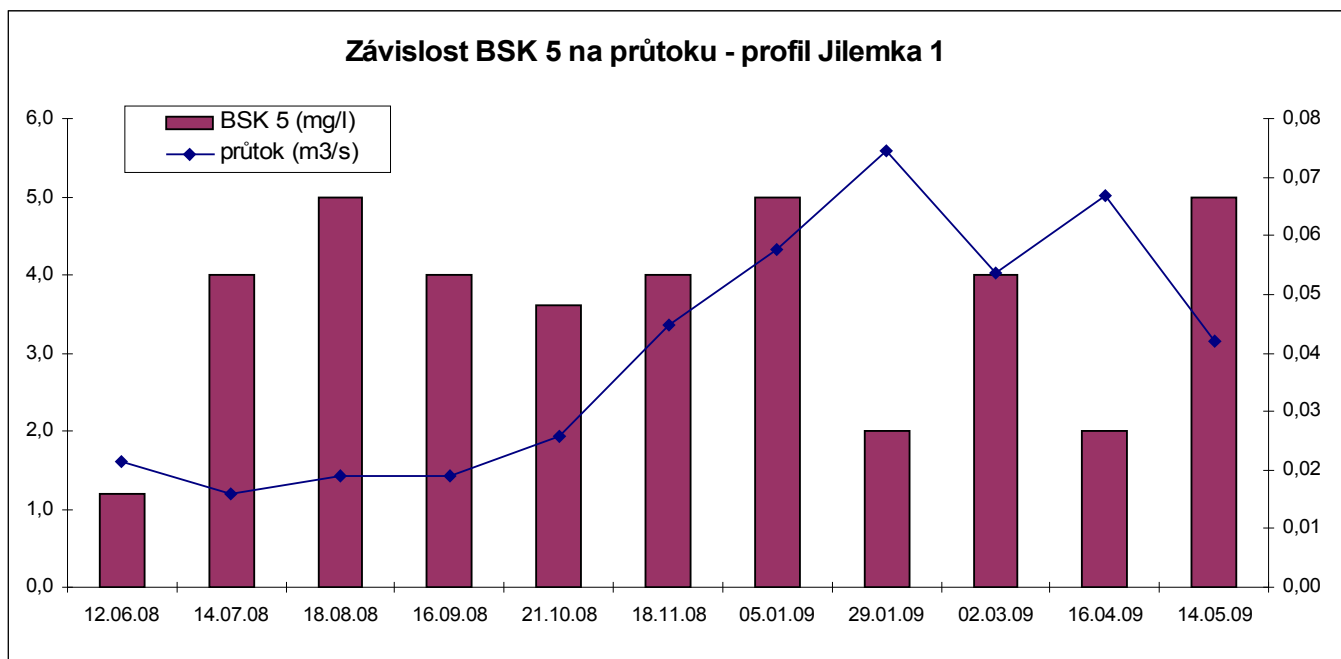
**Podíly hodnocených zdrojů dusíku a fosforu na celkovém odtoku**

	obce	atmosférická depozice	lesy	ostatní vstupy v krajině	odnos v toku
podíl na celk. bilanci dusíku (kg)	4152,5	109,35	1355,2		10125,00
podíl na celk. bilanci fosforu (kg)	931,3	4,29	47,8		1061,98
<b>podíl na odtoku - dusík (%)</b>	<b>41,01</b>	<b>1,08</b>	<b>13,38</b>	<b>44,52</b>	
<b>podíl na odtoku - fosfor (%)</b>	<b>87,7</b>	<b>0,4</b>	<b>4,5</b>	<b>7,4</b>	
<b>podíl N připadající na plošné zdroje (%)</b>	<b>44,52</b>				
<b>podíl P připadající na plošné zdroje (%)</b>	<b>7,4</b>				

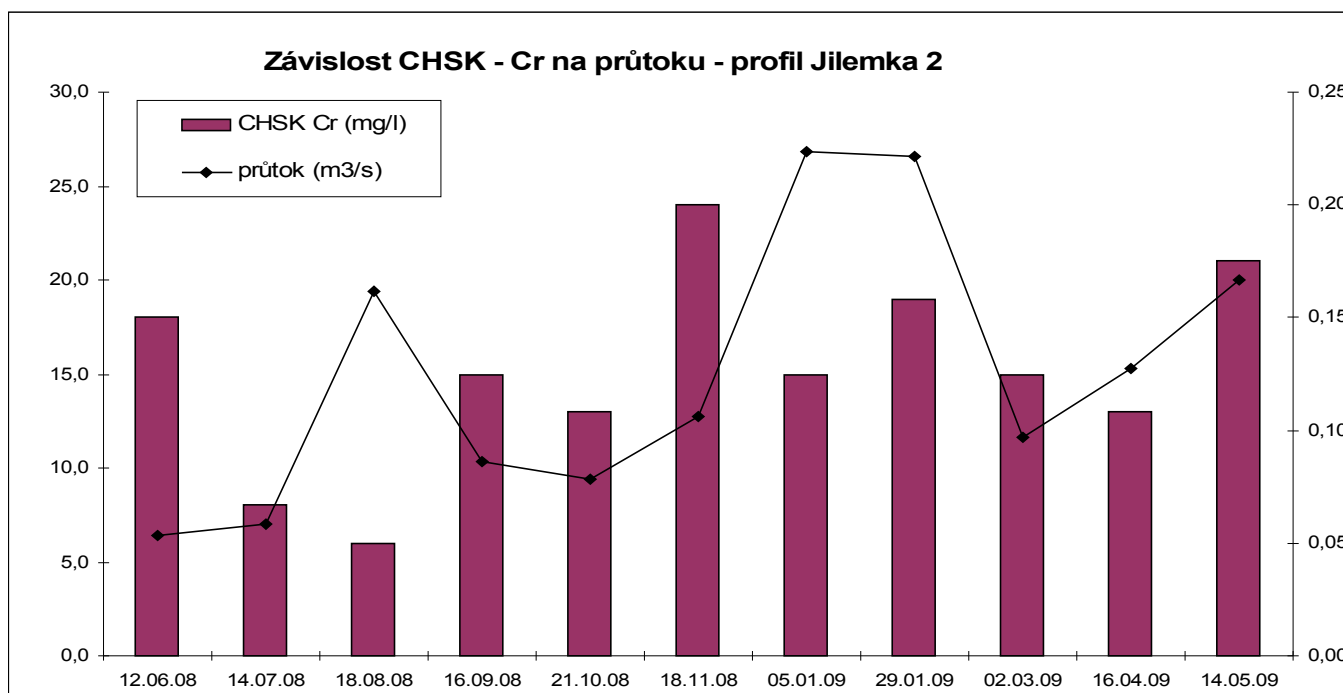
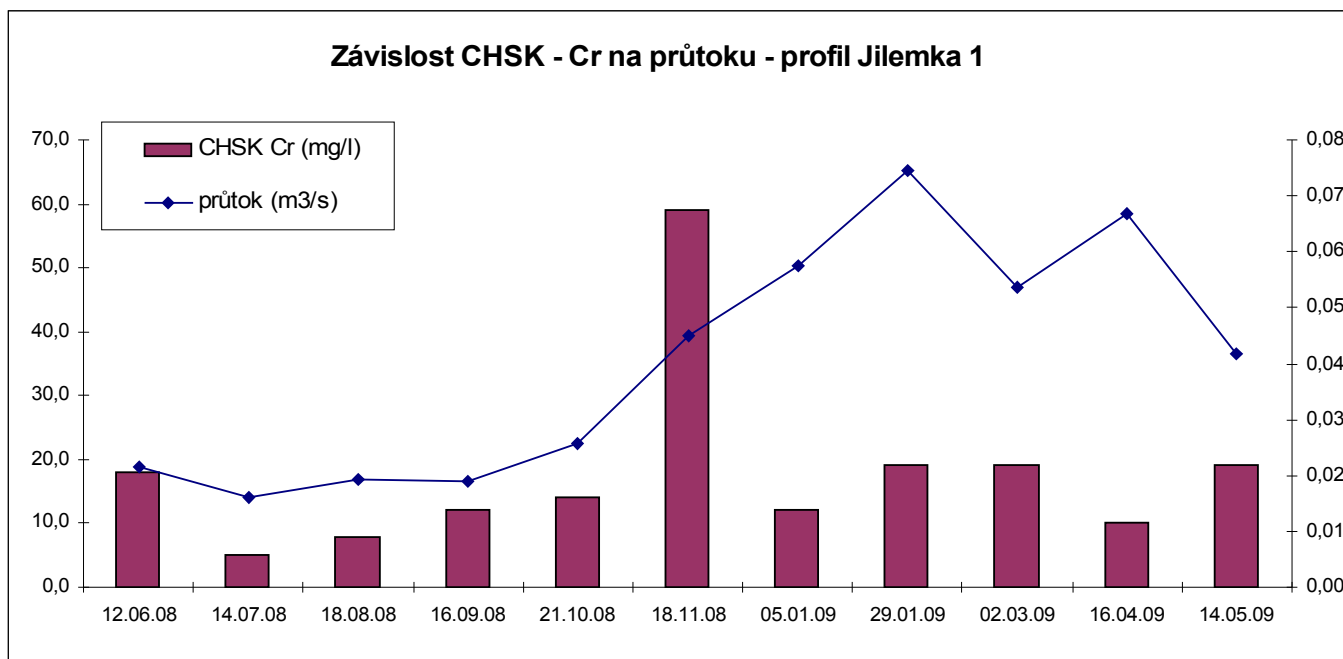
## **Grafické znázornění vybraných charakteristik vody v povodí Jilemky**

Cílem této práce bylo prokázat, že město Jilemnice je významným bodovým zdrojem znečištění řeky Jilemky. Proto byly odebírány vzorky vody před vtokem Jilemky do intravilánu Jilemnice s kódovým označením „Jilemka 1“. Vzorky s označením „Jilemka 2“ byly odebírány těsně před vtokem Jilemky do Jizerky.

## Závislost koncentrací BSK<sub>5</sub> na průtoku

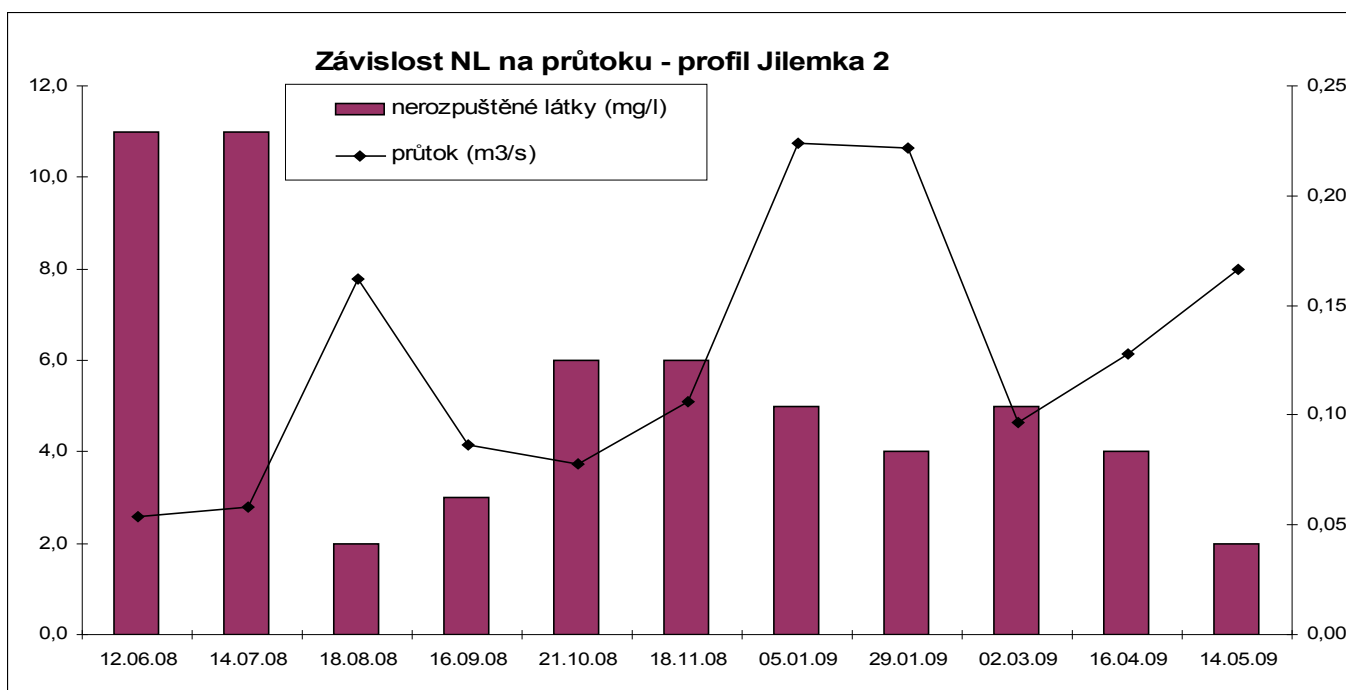
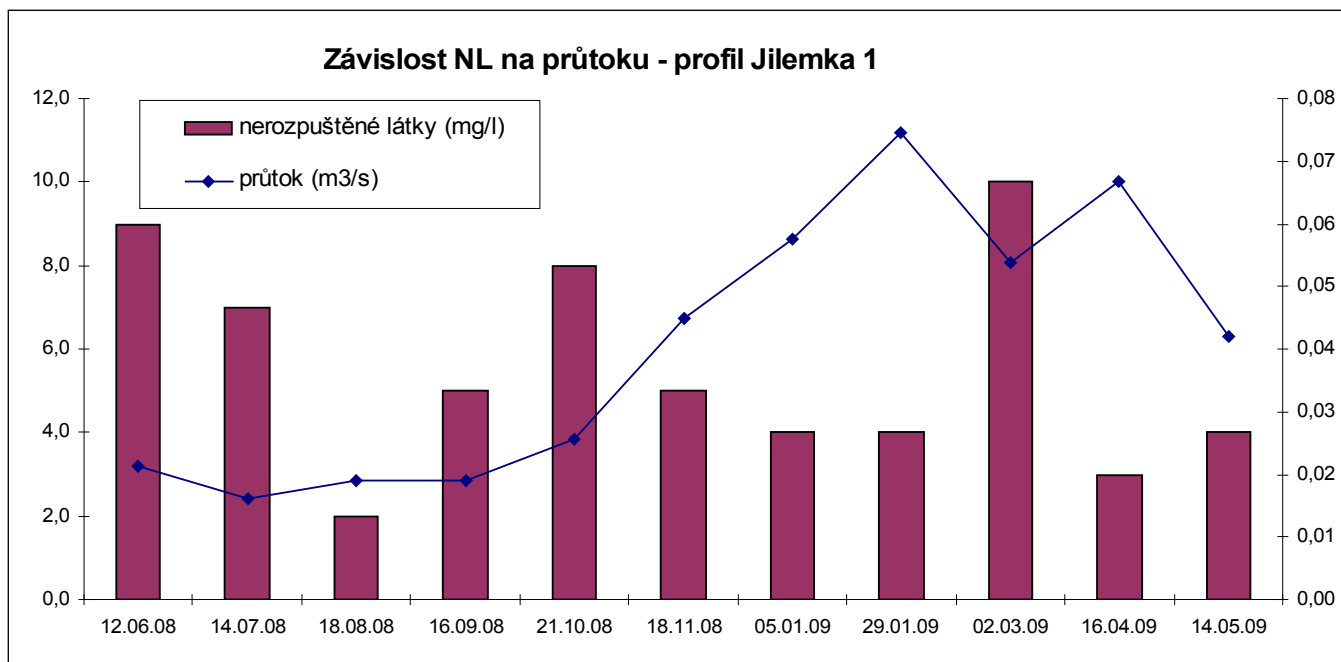


## Závislost koncentrací $CHSK_{Cr}$ na průtoku vody

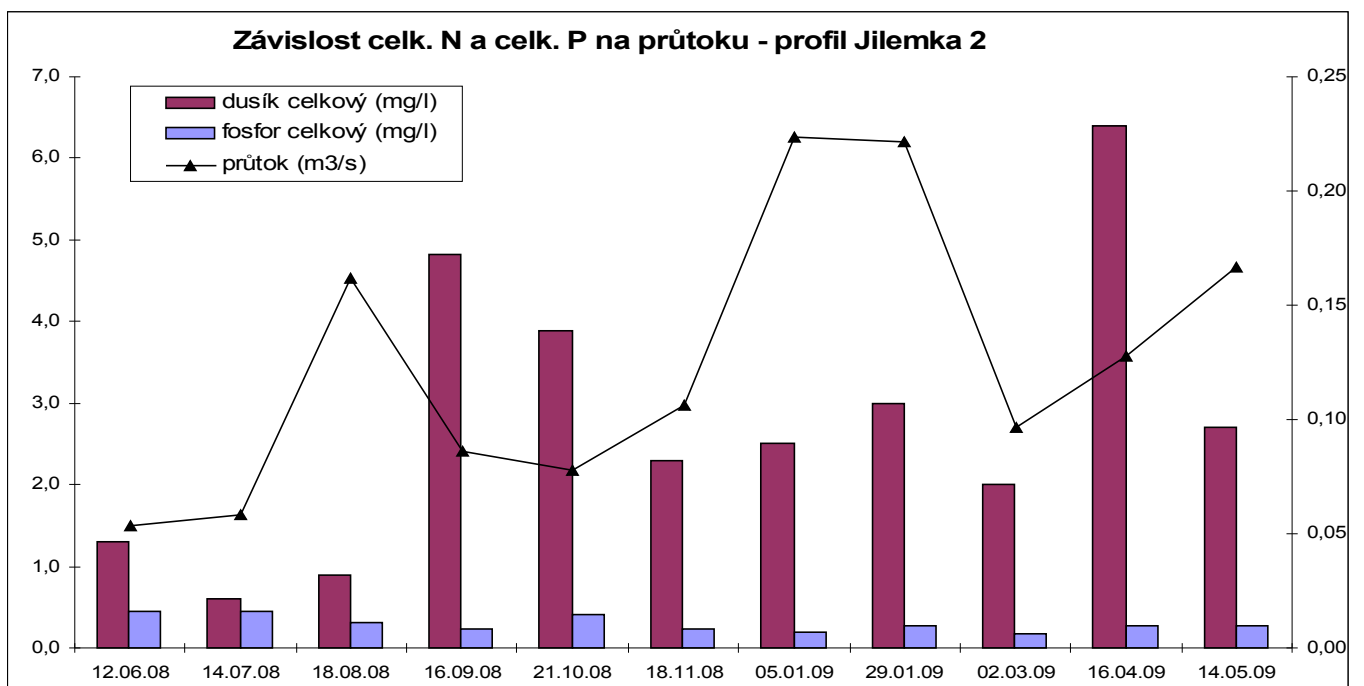
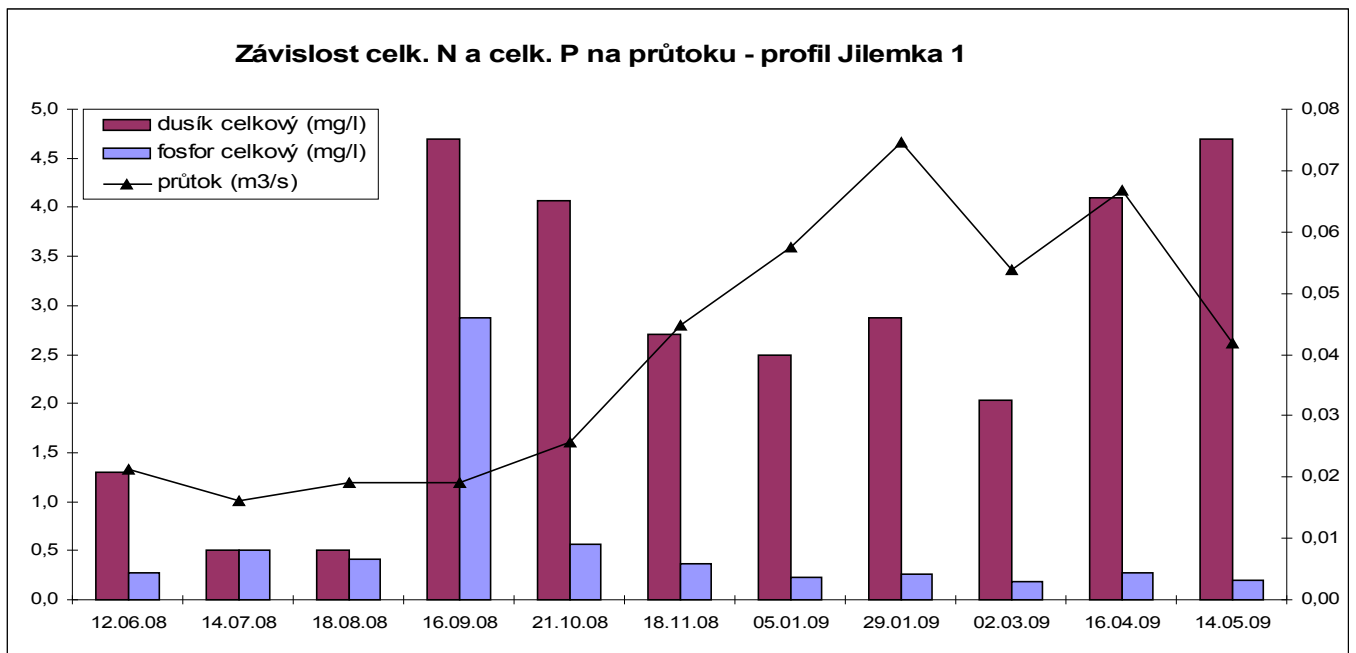




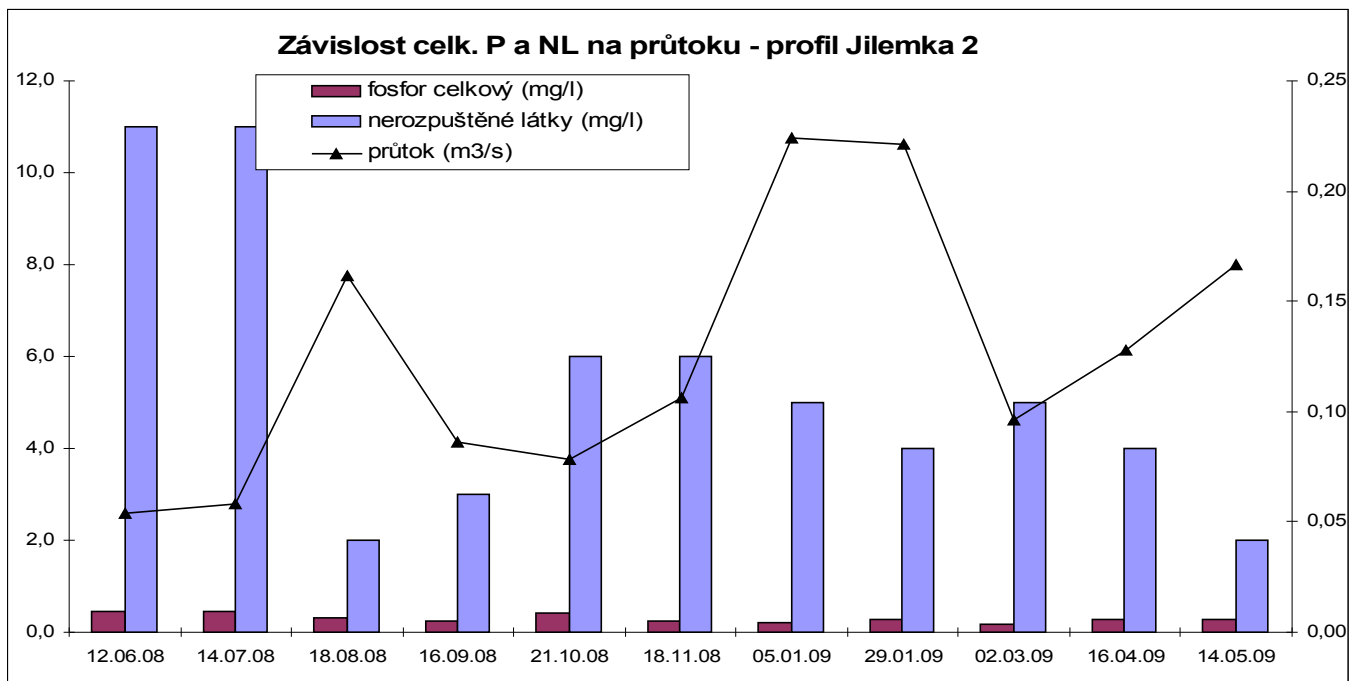
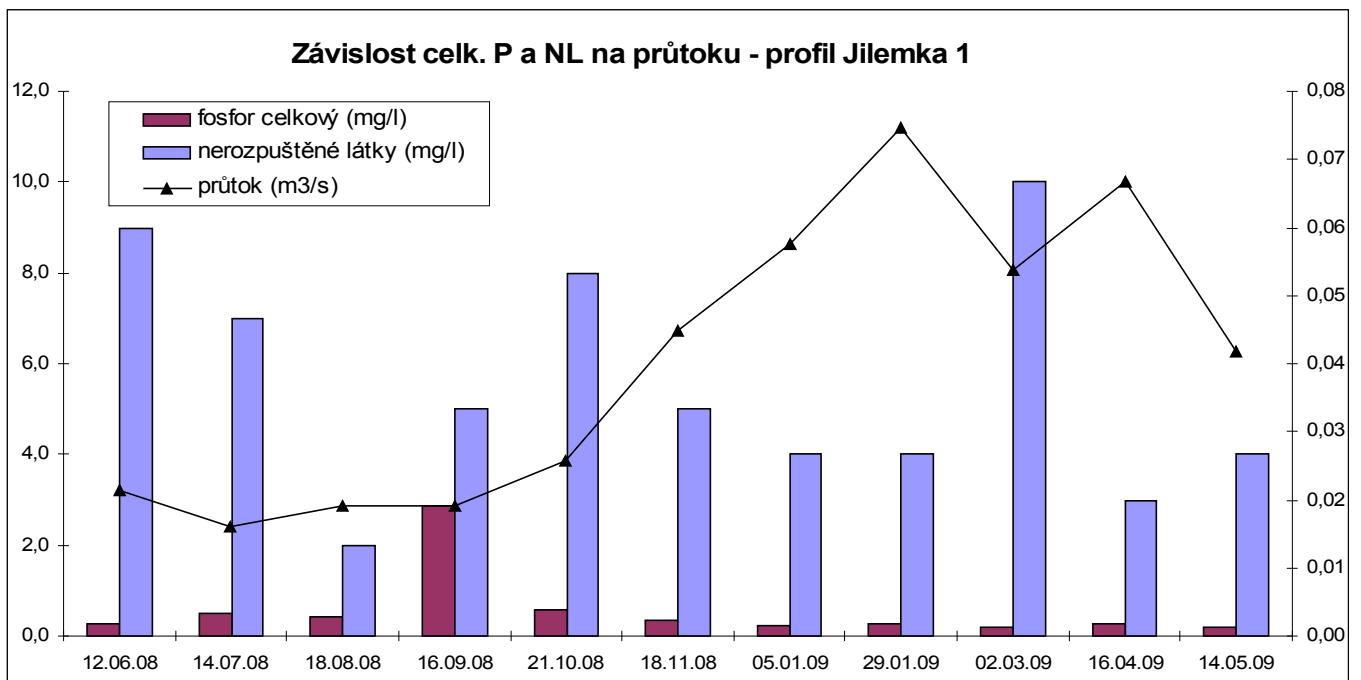
## Závislost koncentrací nerozpuštěných látek /NL/ na průtoku



## Závislost koncentrací celkového dusíku a celkového fosforu na průtoku



## Závislost koncentrací celk. P a NL na průtoku vody



## Vyhodnocení znečištění v povodí Jilemky

Ve sledovaných profilech Jilemka 1 a Jilemka 2 se velmi výrazně na znečištění vody v řece Jilemce projevují bodové zdroje znečištění. To znamená obce – Martinice v Krkonoších a Jilemnice. Velmi dobře je to patrné při porovnání množství BSK<sub>5</sub> společně s průtokem. Při nízkém průtoku koncentrace vzrůstají, při zvyšujícím se spíše klesají. Naproti tomu koncentrace CHSK<sub>Cr</sub> tuto závislost neprojevují.

Obsah nerozpuštěných látek též neprojevuje závislost na velikosti průtoku – zde lze vidět souvislost s necitlivými úpravami koryta Jilemky. V prostoru mezi Martinicemi v Krkonoších a Jilemnicí jde především o narovnání koryta a provedené meliorace okolních pozemků. V intravilánu Jilemnice se jako negativní jeví její zavedení do kamenobetonového umělého koryta bez členěného dna. Zde dochází k hromadění nerozpuštěných látek při nízkých průtocích. Při zvýšených průtocích jsou tyto látky rychle odplaveny. Zde pak záleží na situaci, kterou odběr vody zastihl.

Původ znečištění z obcí v povodí Jilemky též potvrzuje rozbor koncentrací celkového dusíku a celkového fosforu. Zvláště u celkového fosforu jsou koncentrace téměř stabilní po celé sledované období a nejsou svými změnami koncentrací navázány na změny koncentrací nerozpuštěných látek, které díky chemickým vlastnostem fosforu jsou jeho nositelem.

Na bodové zdroje znečištění též velmi dobře ukazují zvýšené koncentrace amoniakálního dusíku. Tento byl zjišťován v rozbořech v roce 2009 – viz příloha. Amoniak je primárním produktem rozkladu organických dusíkatých látek a indikuje znečištění fekálními odpady.

I když celková délka toku Jilemky není příliš dlouhá, dochází k postupnému naředování znečišťujících látek. Koncentrace tím relativně klesají směrem k ústí. Na tomto se podepisuje odvedení splaškových vod z Jilemnice na ČOV, takže některé ukazatele jsou nižší při ústí Jilemky do Jizerky než při vtoku Jilemky do Jilemnice.

Díky aktuálně probíhajícímu projektu ČISTÁ JIZERA lze očekávat výrazné zlepšení kvality vody v Jilemce na území města a jejím toku před jejím vtokem do Jizerky.

Problémovým místem na toku Jilemky tak zůstanou Martinice v Krkonoších, které se po dokončení odkanalizování Jilemnice stanou největším znečišťovatelem Jilemky.

## Návrhy na opatření zlepšení kvality vody v povodí řeky Jilemky

Dle výše uvedených výsledků se zásadním způsobem na kvalitě vody v Jilemce uplatňují bodové zdroje znečištění – Martinice v Krkonoších a město Jilemnice. V jejím případě především díky části města, ve které splaškové vody nemíří na ČOV.

Plošné zdroje znečištění jsou v případě přínosu celkového dusíku do Jilemky relativně v rovnováze s jeho přísunem z bodových zdrojů. V případě fosforu nehrají plošné zdroje znečištění zásadní roli v jeho přísunu do vodního toku. Vzhledem k časovému horizontu, ve kterém byla kvalita vody v Jilemce posuzována, se neprojeví všechny aspekty, které mohou přísun fosforu do recipientu ovlivňovat.

Ke zlepšení kvality vody v Jilemce by především přispělo:

- ◆ důsledné odkanalizování obce Martinice v Krkonoších a přivedení splaškových vod na ČOV.
- ◆ svedení všech splaškových vod z Jilemnice na ČOV /aktuálně probíhající akce Čistá Jizera/
- ◆ dále revitalizační opatření v rámci toku Jilemky:
  - hloubkové a rychlostní rozčlenění sloupce vody po celém toku Jilemky od výtoku z rybníku Zákřežník až po její ústí
  - částečné úpravy břehů, z toho vyplývá sklopení břehů do mírnějších sklonů /zlepšit rozvoj ekologicky cenného pásma příbřežních mělčin a zvětšit průtočnou kapacitu koryta
  - vytvořit udržované korytní a příbřežní biotopy
  - posílit samočisticí schopnost toku odbahněním a vhodnou strukturou dna, prodloužením délky jejího toku /meandry/
  - vytvořit členitější průběh břehových čar
  - ve vyzděném obdélníkovém profilu koryta v intravilánu Jilemnice změnit strukturu dna a paty zdí rozčleněním většími kameny

## Literatura:

- 1) Atlas ČSSR (1984): GKP. Praha.
- 2) Atlas životního prostředí Libereckého kraje (2008): Liberecký kraj. Liberec.
- 3) Damaška, J., Jurča, V. (1995): Plošné znečišťování vod. Vodní hospodářství, 6-7/95, s. 173-176.
- 4) Duras, J. (1990): Vyhodnocení kvality vody ve vodním díle Žlutice. Zpráva pro okresní úřad Karlovy Vary. Povodí Vltavy. Plzeň.
- 5) Gergel, J. (1992): Ochrana krajinného prostředí pomocí malých vodní nádrží. Metodika 10/1992. VÚMOP. Praha.
- 6) <http://www.risy.cz/>
- 7) <http://www.geology.cz/extranet/geodata/mapserver>
- 8) <http://geologie.vsb.cz/>
- 9) <http://cs.wikipedia.org/>
- 10) <http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/>
- 11) Krejčí, J. (1994): Transport látek ve vodních tocích. AquaLogic. Praha.
- 8) Kutílek, M. (1978): Vodohospodářská pedologie. SNTL. Praha.
- 9) Neuhaselová Z. et al. 1998: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky, Academia Praha
- 10) Nesměrák, I. (1996): Města a obce jako zdroj dusíku. VTEI, č. 5-6. VÚV Praha. s. 175-180.
- 11) Pitter, P. (1990): Hydrochemie. SNTL. Praha.
- 12) Projekt Labe (1995): Výsledky a přínosy. VÚV TGM. Praha.
- 13) Skořepová, I. (1983): Tok dusíku říční vodou z povodí Trnávky. Sborník geologických věd, Hydrogeologie, inženýrská geologie, 17, s. 81-112. Praha.
- 14) Směrný vodohospodářský plán ČR (1997): Vodohospodářský věstník 1997. Zpracoval VÚV T.G. Masaryka. Praha.
- 15) Sova, V. (1997): Ztráta fosforu z půdy srážkovým odtokem a její vliv na eutrofizaci vody. Disertační práce. VŠCHT. Praha.
- 16) Štěpánek, M., Skálová, L. (1980): Vliv některých faktorů zemědělské výroby a zalesněné krajiny na vodárenskou nádrž. Vodní hospodářství, č. 4, řada B, str. 105-112.
- 17) Votava, J. (1986): Přísun dusíku a fosforu z povodí Malše. Vodní hospodářství č. 6, řada B. Praha. s. 207-214.

## **Účastníci studentské práce:**

**vedoucí práce:** Mgr. Jiří Zahradník

**oponent:** Mgr. Mojmír Zemánek

**studenti podílející se na realizaci práce:**

**2.O:** všichni žáci sekundy provádějící měření projektu GLOBE /celkem 28 žáků/

**3.O:** Drahokoupilová A., Červinková D., Sedláček M., Kovář M., Hönlová B., Mikolášková K., Šírová H., Ottová D., Kučerová B., Sabolová A., Hladíková G., Šírová R., Gerstner V., Tauchmanová K., Machová K., Finger V., Pajkrťová J.

**5.O:** všichni žáci kvinty zajišťující přepis laboratorních protokolů do elektronické podoby /celkem 26 žáků/

**1.B:** Hebelka J., Harcuba J., Sadílková A., Daněk M., Dolenská B., Fiedlerová L., Nesvadbová M., Jiroušová Š., Kubina M., Havlová V., Hožová V., Carvová A.

**3.A:** Hájková L.

## **Příloha 1: Mapa bodových zdrojů znečištění v povodí Jilemky**





## **Příloha 2: CD s výstupy studentské práce**