

Technická univerzita v Liberci

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

Katedra: Chemie
Studijní program: učitelství pro 2. stupeň
Kombinace: Chemie, Občanská výchova

Stanovení ropných látek ve splaškové vodě z komunikace

č. II / 290 Souš - Smědava

The analysis of oily substances in sewage water from the road II / 290 Souš - Smědava

Die Festlegung der Erdölstoffe im Verkehrswesensplücht Souš - Smědava

Diplomová práce: 2002 - FP - KCH - 002

Autor:

Vratislav KACETL

Podpis:

Vratislav Kacetyl
.....

Adresa:

Elišky Krásnohorské 2318

544 01, Dvůr králové nad Labem

Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef Šedlbauer

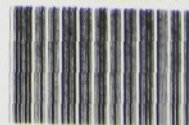
Konzultant: Ing. Jana Müllerová

Počet:

stran	slov	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
48	13804	2	5	14	6

V Liberci dne 21. května 2002

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146114457

TU v Liberci, FAKULTA PEDAGOGICKÁ

461 17 LIBEREC 1, Hálkova 6

Tel.: 048/535 2515

Fax: 048/535 2332

Katedra: chemie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(pro magisterský studijní program)

pro (diplomant) Vratislav Kacetl

adresa: Elišky Krásnohorské 2318, Dvůr Králové nad Labem

obor (kombinace): chemie – občanská výchova

Název DP: Stanovení ropných látek ve splaškové vodě
ze Soušské silnice

Název DP v angličtině: Evaluation of the Content of Oil-related Compounds
in Waste Water from the Souš Road

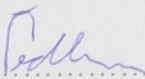
Vedoucí práce: Dr. Ing. Josef Šedlbauer

Konzultant: Ing. Jana Müllerová

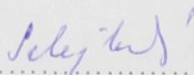
Termín odevzdání: 21.5.2002

Pozn. Podmínky pro zadání práce jsou k nahlédnutí na katedrách. Katedry rovněž formulují podrobnosti zadání. Zásady pro zpracování DP jsou k dispozici ve dvou verzích (stručné, resp. metodické pokyny) na katedrách a na Děkanátě Fakulty pedagogické TU v Liberci.

V Liberci dne 15.5.2001



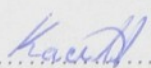
pro děkan



vedoucí katedry

Převzal (diplomant): Vratislav Kacetl

Datum: 4.1.2002

Podpis: 

V 272/08 P

KCH/CH
48 s., 13 s. příl.
Mr. tab.

Prohlášení o původnosti práce:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.

Ve Dvoře Králové nad Labem dne: 9. 5. 2002

Vratislav Kacetyl

.....
Kacetyl

Prohlášení k využívání výsledků diplomové práce:

Byl jsem seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci vztahuje zákon č. 121 / 2000 o právu autorském zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé diplomové práce.

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše). Diplomová práce je majetkem školy, s diplomovou prací nelze bez svolení školy disponovat.

Beru na vědomí, že po pěti letech si mohu diplomovou práci vyžádat v Univerzitní knihovně Technické univerzity v Liberci, kde bude uložena.

Autor:

Vratislav Kacetyl

Adresa:

Elišky Krásnohorské 2318

544 01, Dvůr Králové nad Labem

Podpis:

.....
Vratislav Kacetyl

Datum: 9. 5. 2002

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat všem lidem, kteří mi pomohli s mou diplomovou prací. V první řadě bych rád poděkoval Nadaci pro záchranu a obnovu Jizerských hor, která tuto práci zařadila do svého studentského grantového programu a poskytla mi finanční prostředky, které pomohly financovat část nákladů spojených se vznikem této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Josefu Šedlbauerovi a také děkuji Ing. Janě Müllerové, která mi velice pomohla s praktickou částí této práce. Za lingvistickou pomoc při napsání cizojazyčných verzí resumé děkuji Mgr. Jaroslavu Kacetlovi a Bc. Marianovi Bugarovi.

Stanovení ropných látek ve splaškové vodě z komunikace II / 290

Souš - Smědava

Kacetl Vratislav

DP - 2002

Vedoucí DP: Doc. Ing. Josef Šedlbauer

Resumé:

Diplomová práce se zabývá měřením koncentrací ropných látek ve vodě vytékající z odlučovacích zařízení instalovaných při silnici vedoucí okolo vodní nádrže Souš (zdroj pitné vody). Práce je rozdělena do tří hlavních částí. Teoretická část obsahuje obecné informace o přehradě, metodách stanovení ropných látek a způsobu jejich odstraňování. Praktická část upřesňuje problematiku dané lokality, popisuje odlučovací zařízení a adsorpční materiál. Informuje o průběhu analýz a jejich výsledcích. V diskusní části je provedeno srovnání výsledků měření s výsledky jiných organizací, jejich vyhodnocení a navržení vhodného řešení dané situace.

The analysis of oily substances in sewage water from the road II / 290

Abstract:

The aim of the diploma thesis is to measure the concentration of oily substances in the water flowing from separating facilities installed by the road leading around the Souš reservoir (the source of drinking water). The paper is divided into three main parts. The theoretical part consists of general information about the dam, the methods of determining oily substances and the way how to rid of them. The practical part discusses the problem of the locality, describes separating facilities and adsorbing materials. It also informs about the way of making analyses and their results. In the discussion the results of measurements are compared with the results of other organizations, assessments and suggested solution of the situation.

Die Festlegung der Erdölstoffe im Verkehrswesenspflicht Souš - Smědava

Resümee:

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Messung der Konzentration der Erdölstoffe im Wasser, das aus den den Separationsvorrichtungen ausfließt, die bei der am Staudamm Souš (Trinkwasserquelle) vorbeiführenden Strasse installiert sind. Die Arbeit ist in 3

Hauptteile gegliedert. Der theoretische Teil Deihaltet allgemeine Infos über den Staudamm, über die Methoden der Festlegung der Erdölstoffe und über die Weise der Beseitigung der Erdölstoffe. Der praktische Teil präzisiert die Problematik des angegebenen Ortes, er beschreibt die Separationsvorrichtungen und das Absorptionsmaterial. Er informiert über den Verlauf der Analysen und über ihre Ergebnisse. Im Diskussionsteil ist sowohl die Vorgleichung der Ergebnisse der Messungen mit den Ergebnisse von anderen Organisationen durchgeführt, als auch ihre Auswertung und eine geeignete Lösung der gegebenen Situation vorgeschlagen.

Úvod.....	8
TEORETICKÁ ČÁST	10
Vodní nádrž Souš (historické a technologické údaje o přehradě).....	10
Úprava pitné vody ze Souše vody.....	12
Technologické parametry přehrady.....	13
Metody stanovení ropných látek ve vodě	14
Odběr vzorků (jak odebírat vzorky pro stanovení).....	14
Vlastní stanovení ropných látek ve vodě - extrakce	15
Analýza ropných látek	16
Způsoby odstraňování ropných látek z vody	20
Obecné informace.....	20
Biologické odstraňování ropných látek	22
Gravitační odlučovače	22
Další způsoby odstraňování ropných látek	24
Adsorpční odlučovače ropných látek	24
Způsob odstraňování stabilizovaných emulzí	25
Popis soustavy odlučovačů ropných látek značně znečištěných vod	26
PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
Situace na komunikaci II / 290 Smědava - Souš.....	27
Odlučovač ropných látek ze splaškové vody lapol	28
Netkaná textilie Fibroil - náplň lapolů adsorbující ropné látky	29
Stanovení ropných látek z lapolů na Souši	30
DISKUSNÍ ČÁST	37
Výsledky analýz firem, které se zabývaly monitoringem v letech 1998 - 2001	37
Výsledky analýz NEL z roku 1999.....	37
Komentář k výsledkům, které nelze publikovat v této práci a jejich vzájemné srovnání.....	39
Zamyšlení nad výsledky naměřenými roku 2001	41
Návrh řešení situace na komunikaci II / 290 Souš - Smědava.....	42
Závěr	43
Odkazy:	45
Použitá literatura:	46
Seznam příloh:	48

Úvod

V době, kdy jsem se rozhodoval pro výběr tématu své diplomové práce, jsem měl několik možností. Ke konečnému rozhodnutí mě přivedla skutečnost, že mě již od středoškolských studií zajímá problematika životního prostředí a vztah člověka k prostředí, ve kterém žije. A zvláště to, jak jedni lidé často vědomě a někdy nevědomě, z neznalosti a nedostatečné informovanosti, přírodu, či lépe řečeno své životní prostředí, ničí a druzí se snaží o to, aby se jeho stav zlepšil a příroda se svou krásou a se svým, ne bohužel nevyčerpatelným, bohatstvím se zachovala i pro další generace. Pravdou je, že v dnešní době pomáhají ochranářům zákony, byť ještě poněkud nedokonalé, ale tito lidé se ze všech sil snaží o to, aby jejich práce, aktivity a mnohdy málo oceněné úsilí přineslo výsledky. Zde bych se rád zmínil o Správě chráněné krajinné oblasti Jizerské hory, zejména Nadaci pro záchranu a obnovu Jizerských hor. Ta provozuje grantový program, díky němuž mi bylo umožněno pracovat na zajímavém tématu, které snad bude mít i užitek pro ochránce přírody v Libereckém a Jabloneckém regionu. Téma spojuje dva pro mne zajímavé obory a těmi jsou ochrana životního prostředí a analytická chemie. Kombinace obou oborů zajišťuje určitou kontrolu stavu složek životního prostředí, ať už jimi jsou půda, ovzduší nebo voda. Voda a její znečištění určitými látkami v oblasti vodní nádrže Souš je předmětem mého pozorování a sledování pro zajišťování podkladů pro diplomovou práci.

Diplomová práce se týká stanovení ropných látek ve splaškové vodě ze silnice, která vede podél vodní nádrže Souš. Voda je odváděna do systému zachycovacích zařízení, kde se zachytávají ropné látky na adsorbenty. Těmto zařízením se říká lapoly. Práce spočívá v odběru vzorků a měření koncentrací ropných látek ve vodě, která odchází z těchto zařízení do nádrže. Dále ve srovnání naměřených výsledků s normou a vyvození určitých závěrů, které se týkají účinnosti lapacích zařízení a dopadů možného znečištění vody na životní prostředí a člověka. Stanovení byla provedena na infračerveném spektrometru značky Perkin Almer, který patří mezi nejmodernější analytické přístroje.

Vzhledem ke skutečnosti, že se práce zabývá znečištěním vody ropnými látkami, považuji za vhodné v úvodu se zmínit o ropě a produktech, které se z ní vyrábí. Ropa patří do skupiny chemických látek, které lze pojmenovat jako fosilní paliva. Fosilní paliva se

vytvářela milióny let geologickými procesy. Tyto látky jsou velmi důležité pro dnešní civilizaci. Lidé je využívají k topení, výrobě elektrické energie, pohánějí jimi své dopravní prostředky. Využívají je takovým způsobem, jako by si ani neuvědomovali, že se jedná o vyčerpatelné zdroje. To znamená, že po jejich vytěžení již lidstvo nebude mít zdroj těchto látek. Ropa je černá olejovitá kapalina, která má menší hustotu než voda. Chemicky ji lze brát jako směs alkanů, cykloalkanů a arenů. Vzájemný poměr těchto frakcí se mění podle místa výskytu. Některé druhy ropy obsahují větší množství sirných a dusíkatých látek, které způsobují jejich horší zpracování. Zpracování ropy probíhá v destilačních kolonách, kde se z ní získávají různé frakce, jako jsou uhlíkové plyny, benzínová frakce (ta má teplotu varu do 180°C) a využívá se hlavně jako palivo do zážehových motorů. Dále vzniká petrolejová frakce s teplotou varu do 260°C, která se využívá k vytápění, ke krakování a jako palivo do plynových turbin. Dále vzniká plynový olej (motorová nafta) s teplotou varu do 400°C. Používá se jako palivo do diesellových motorů a destilační zbytek (mazut) se využívá k topení. Je také možné ho vakuově destilovat za vzniku vysokovroucích uhlíkových frakcí. Po této destilaci zbývá asphalt. Jak již bylo zmíněno, z ropy se vyrábějí pohonné hmoty do spalovacích motorů. Kvalita benzínů se označuje oktanovým číslem se standardem, kterým je určen 2,2,4 - trimethylpentan, jehož oktanové číslo je 100. Druhým standardem byl určen heptan s oktanovým číslem 0. Benzíny se dnes dělí na olovnaté a bezolovnaté, které se dnes používají v daleko větší míře. Do olovnatých benzínů se přidávalo tetraethylplumbium $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$. Olovnaté benzíny mají neblahé ekologické důsledky, proto bylo tetraethylplumbium nahrazeno jinými chemickými látkami neobsahujícími olovo. Za takovou látku lze považovat například tercbutylmethylether $(\text{CH}_3)_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$. Tyto látky jsou zatím velmi důležité pro provoz automobilů. Při jejich provozu se stává, zejména v případě nejsou-li dobře seřízeny, že se dostávají ropné látky do životního prostředí v okolí pozemních komunikací. Ropné látky, jako ropa sama, mají neblahé účinky na životní prostředí. Jistě každý z nás viděl záběry potápějíčího se tankeru, ze kterého unikají do oceánu tisíce litrů ropy. A také jsou všeobecně známé snímky těžce postižených, nebo uhynulých zvířat a rostlin na pobřeží, ke kterému se ropná skvrna dostala. Ropa samozřejmě znehodnotí rovněž velké množství vody. Nejedná se jen o havárie tankerů, ale ropné havárie nejrozumnějšího druhu jsou v posledních letech téměř každodenní skutečností. K jejich úniku do prostředí může dojít při havárii cisterny převážející paliva, nebo z podniku zpracovávajícího ropné produkty nebo pracujícího s nimi. K únikům ropných látek dochází každý den na všech silnicích, i když v daleko menším měřítku, než v případech,

kteřé jsem jmenoval. Některé z těchto silnic vedou okolo vodních nádrží fungujících jako rezervoáry pitné vody. Jedním z těchto rezervoárů je také vodní nádrž Souš. Silnice, která okolo ní vede, je v této lokalitě předmětem úvah a sporů o škodlivosti provozu na ní. Přesto, že je po celé délce silnice okolo přehrady vybudován systém lapacích zařízení (lapolů), zachytávajících ropné látky odkapávající z projíždějících automobilů a spláchnuté ze silnice deštěm. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o zdroj pitné vody, je nutné provádět analýzy vody odtékající z lapacích zařízení přímo do nádrže.

TEORETICKÁ ČÁST

Vodní nádrž Souš (historické a technologické údaje o přehradě)

Tato část se zabývá lokalitou, historií a některými technickými parametry vodního díla Souš. Tato vodní nádrž se rozprostírá na hřebenech Jizerských hor (v nadmořské výšce 771m n. m. - koruna hráze) poblíž Tanvaldu. Horské hřebeny byly původně zalesněné, dnes zde převažují holé pláně, vzniklé v důsledku dlouhotrvajících kyselých dešťů a dalších vlivů špatného životního prostředí. Nutno říci, že v poslední době dochází, díky řadě ekologických zásahů a opatření, ke zlepšení a opět se objevuje mladý lesní porost. Vodní dílo Souš přehrazuje říčku Černá Desná a původně k němu také patřila přehrada na Bílé Desné (obě nádrže vznikaly současně a měly fungovat jako vodohospodářská soustava), propojená se Souší podzemní štolou. Přehrada na Bílé Desné se v roce 1916, devět měsíců po společné kolaudaci obou vodních děl, protrhla a nebyla již nikdy obnovena. Tato soustava přehrad byla původně vybudována jako ochrana proti častým velkým povodním, které způsobovaly na řekách Černé a Bílé Desné, Kamenici a na horním toku Jizery velké škody. Podnětem k vybudování tohoto vodního díla byla rozsáhlá povodeň z roku 1897. Jejich výše dosáhla hodnoty téměř 2 miliónů rakouských korun. Následně byly vypracovány plány na vybudování přehrady, na kterých se podílel jeden z předních odborníků na stavby údolních přehrad, prof. Ing. Intze. Samotné budování přehrad probíhalo mezi lety 1908 - 1915, náklady na výstavbu se pohybovaly okolo 2 miliónů rakouských korun.

Přehrada na Bílé Desné tvořila spolu se Souší soustavu přehrad, propojenou podzemní štolou. Ta také zřejmě byla, spolu s nedostatečným návodním těsněním hráze,

příčinou katastrofy, ke které došlo 18. 9. 1916. Hráz přehrady se protrhla, zničila koryto řeky, způsobila velké majetkové škody a zahynulo při ní 63 lidí. Hráz této přehrady již nebyla opravena.

Vodní nádrž Souš patří k přehradám, vytvořeným sypanou hrází z hlinitých písků a drobného šterku na žulovém podloží a také 3 - 5 metrů silnou jílovou návodní těsnicí vrstvou. Těsnění doplňuje osmimetrová betonová zeď. V podélné ose hráze je navíc vybudována těsnicí jílová patka. Na návodním svahu hráze je položena v betonu žulová dlažba, takzvaná vzdušná strana je pokryta kamennou rovinaninou. K průtoku vody přehradou slouží dvě regulovatelné výpusti. Pro případ povodní je přehrada opatřena boční kaskádovou přepustí. V roce 1973 byla provedena zatím poslední rekonstrukce vodního díla a to pro vodárenské využití. Pro posílení kapacity přehrady byla využita stará spojovací štola z protržené přehrady na Bílé Desné. Byl vybudován odběrný objekt (odběrná věž stojící v nádrži a umožňující odběr vody ze dvou výškových úrovní podle její kvality), úpravna vody. Z úpravny je voda vedena potrubím do vodojemu s kapacitou 600 m³, který se nalézá v Tanvaldu, odkud je voda rozváděna do Nové Vsi a odtud do Jablonce nad Nisou. Úpravna vody z přehrady je zaměřena především na úpravu tvrdosti vody, odstraňování její agresivity a upravení barevnosti a oxidovatelnosti vody. V okolí přehrady jsou vytvořena dvě pásma hygienické ochrany. *I. Pásmo hygienické ochrany zahrnuje celou plochu nádrže a ochranný pruh pozemků v šíři asi 100 metrů. Zde je zakázáno provádět zemní práce, používat hnojiva, pást dobytek, vstupovat na pozemek, vjíždět sem motorovými vozidly, ale také je zakázáno přelétat letadly nad přehradami. II. Pásmo hygienické ochrany se zřizuje k ochraně vydatnosti, zdravotní nezávadnosti a jakosti vodního zdroje před ohrožením ze vzdálenějších míst. Je určeno především k ochraně před mikrobiálním znečištěním, znečištěním toxickými látkami ovlivňujícími senzorycké vlastnosti vody a látkami jinak škodlivými. Často se rozděluje na vnitřní a vnější. Uvnitř tohoto pásma jsou zakázány, nebo omezeny některé činnosti: budování skládek odpadů, jatek, kafilérií, skladování prostředků na chemickou ochranu rostlin a pod.. Omezení se týká jiné výstavby, kterou lze povolit pouze je - li technickými prostředky zajištěn její nezávadný provoz. Omezuje se zemědělská výroba, zejména používání umělých či statkových hnojiv¹. Některá omezení, která jsou zde vyjmenována se týkají přímo přehrady Souš. Velkým problémem je bezesporu silnice, vedoucí po samé hranici I. pásma hygienické ochrany, ze které pochází znečištění vody ropnými látkami, o kterém pojednává*

diplomová práce. Zajímavostí je přelet letadel nad nádrží. V průběhu 80. let bylo odlesněno téměř celé povodí přehrady, důsledkem toho bylo zvýšení přísunu organických látek doprovázené vyššími koncentracemi hliníku do nádrže. Tím se zhoršila upravovatelnost kyselých chladných vod (zejména v době jarního tání upravovatelnost akumulovaných sněhových vod) a dosahování požadované kvality pitné vody. Problém byl vyřešen alkalizací prostoru nádrže rozprášením velmi jemně mletého vápence ze speciálního letadla. Tento způsob vápnění vodní plochy napomohl nejenom snazší upravitelnosti vody, ale také vytvořil podmínky pro rozvoj vodní fauny v přehradním jezeře a jeho blízkém okolí.

Úprava pitné vody ze Souše vody

Úpravna vody na přehradě Souš byla vybudována při rekonstrukci nádrže a její úpravě k vodohospodářským účelům v roce 1973. Hlavním úkolem úpravny je zvyšování uhličitánové tvrdosti vody, aby byla zajištěna uhličitánová rovnováha. Dále se odstraňuje agresivita a nadměrná oxidovatelnost. Úprava vody probíhá následovně: voda z nádrže je přiváděna do mísiče, kde je promíchána s chemikáliemi: síranem hlinitým, vápencem a kyselinou sírovou. Voda se v této mísící nádrži zdržuje asi 2 minuty a začíná zde probíhat ztvrzovací reakce, která je dokončena v reakční nádrži. Ta slouží zároveň jako nádrž flokulační. Doba zdržení je zde 20 - 30 minut, do vody se dává vápenné mléko a probíhá zde odmanganování vody. Poté je voda převedena do filtrů, kde se nachází 6 filtračních jednotek. Voda odcházející z filtrů je ještě doupravena vápenným mlékem (stabilizace), fluorokřemičitanem sodným (fluorizace), síranem amonným a chlórem (hygienické zabezpečení). Z filtrační stanice odtéká upravená voda do akumulačních nádrží, na které je napojena jímka prací vody (prací voda je určena na propírání filtrů ve filtrační stanici) a hydroforová stanice vlastní spotřeby úpravny. Odtud již odtéká voda do vodovodního řádu. Chod úpravny je řízen z dozorny, kde se zobrazují údaje o stavu vody (měření vlastností vody například pH, obsah chemikálií), ale také údaje o stavu zařízení úpravny. Některé provozy úpravny nelze ovládat z dozorny - ovládají se přímo na místě a v dozorně jsou pouze kontrolovány. Jedná se o filtraci, dávkování chemikálií, provoz strojovny a další. Tak vypadala úpravna vody na soušské přehradě v roce 1974. Domnívám se však, že její princip zůstal stejný a bylo pouze zmodernizováno strojní zařízení. Pitná

voda z této vodní nádrže je dodávána do Jablonce nad Nisou, Desné, Tanvaldu, Smržovky, Železného Brodu, a dalších měst a obcí.

Technologické parametry přehrady

Nejprve uvedu několik technologických a hydrologických údajů o přehradě. Jak bylo výše uvedeno, přehrada se nalézá v nadmořské výšce 771, 29 metrů nad mořem ^{2A}. Jedná se o korunu hráze, což je její vrchní část. Hráz je vysoká 21 metrů a je dlouhá 364 metrů ^{2B}. Postupně se zužuje, v základech je široká 108 metrů ² a v koruně má šířku 7, 10 metrů ^{2C}. Celkový objem nádrže činí 7, 56 miliónů metrů krychlových. V nádrži je umístěn odběrný objekt, vysoký 19, 1 metrů. Z něho vede vodárenská štola dlouhá 160 metrů, s průměrem potrubí 800 milimetrů ^{2D}. Výše zmíněná štola mezi Bílou Desnou a Souší má dnes funkci při doplňování objemu přehrady. Je dlouhá 1100 metrů ^{2E}, s nejvyšším průřezem 2, 5 x 3 metry. U hydrologických údajů můžeme uvést plochu povodí, která činí 13, 96 kilometrů čtverečných ^{2F} a průměrné roční srážky jsou 1462, 50 mm ^{2G}. Uvedené údaje jsou poměrně důležité vzhledem k problému, kterým se diplomová práce zabývá, protože srážky hrají důležitou úlohu při splachování ropných látek ze silnice a také mají vliv na účinnost lapacích zařízení. Důležité jsou také údaje o průtoku vody přehradou. Uvedu dva z nich. Průměrný průtok za rok činí 0,486 metrů krychlových za 1 sekundu ^{2H}, stoletý průtok je 124 metrů krychlových za 1 sekundu ^{2I}. Toto je zhruba základní informace o vodním díle Souš, jeho historii, technických a dalších parametrech a vybavení upravujícím vodu tak, aby mohla být dodávána jako pitná voda pro obyvatele měst a vesnic v blízkém i vzdálenějším okolí. Považuji za důležité uvést tyto, doufám, že dostatečné informace o lokalitě vodního díla Souš a jeho hlavní charakteristice, neboť velmi úzce souvisí s mou prací, zaměřenou na stanovování obsahu ropných látek splachovaných ze silnice vedoucí v těsné blízkosti nádrže. Tato skutečnost je zvýrazněna tím, že z přehrady je dodávána pitná voda pro obyvatele velké oblasti. O historii přehrady jsem se zmínil hlavně proto, že patří k prvním sypaným hrázím u nás a její vývoj a úpravy prošly zajímavým vývojem. A to nejen proto, že na sousední hrázi, tvořící se Souší propojenou

soustavu, došlo k velké katastrofě, ale také vzhledem k pozdějšímu důmyslnému využití propojovací šachty k doplňování objemu přehrady pro vodohospodářské účely.

Metody stanovení ropných látek ve vodě

Stanovení ropné látky ve vodě lze rozdělit do tří kroků. Prvním krokem je odebrání vzorků a jejich úprava. Správný odběr vzorku je jedním z důležitých předpokladů pro správnou analýzu a získání reálných výsledků. Při odběru vzorku a jeho uchování platí několik zásad. Vzorek by měl být reprezentativní, což znamená, že by měl být charakteristický pro místo, kde byl odebrán (takovému vzorku se říká vzorek průměrný). Dále by měl být odebrán v dostatečném množství pro prováděnou analýzu. (Pro provádění stanovení v rámci této práce byly odebírány 2 litry vody z lapolů jako vzorek). V neposlední řadě je důležité, aby při odebírání, přepravě a skladování vzorku nedocházelo ke změnám sledovaných látek (například by nemělo docházet k nežádoucím chemickým reakcím).

Odběr vzorků (jak odebírat vzorky pro stanovení)

Samotný odběr vzorku může být jednorázový, je odebrán jediný vzorek, ze kterého je provedena analýza a jsou vyhodnoceny výsledky. Taková analýza se provádí u vod, které jsou kvalitativně stálé, což jsou například vody ve velkých hloubkách. Používá se také řadový odběr, ten je užíván častěji. Je vhodný pro vody s kolísající kvalitou. Jeho výsledky bývají přesnější, protože se odebírá více vzorků, ať už z různých míst (například u vodních ploch, jako jsou jezera, rybníky, přehrady či v řekách), nebo po určitých časových úsecích. Při odběrech z různých míst získáváme takzvané prosté vzorky, pro lepší orientaci z nich lze vytvořit vzorky směsné, které představují průměrný obraz o analyzované lokalitě (vodní plocha, řeka, atd.). Lze ovšem vytvořit směsný vzorek ze vzorků odebraných v určitém časovém období. Tímto způsobem je získáno více vzorků pro analýzu a je možné určit průměrný výsledek, což poskytuje lepší informaci o skutečném stavu analyzovaného vzorku. Způsoby odběrů vzorků se liší podle toho, odkud je vzorek odebírán. Je-li vzorek odebírán z vodní nádrže, odebírají se vzorky z různých míst a hlavně z různých hloubek, protože kvalita vody v nádržích se mění i s měnící se hloubkou. V řekách se vzorky

odebírají v proudnici (místo největšího proudění vody), v hloubce mezi 20 a 30 centimetry pod hladinou. Specifické druhy odběrů existují pro vzorky ze sněhu, dešťové vody a také pro případy odběrů ze studní a pramenů. Důležitou frakcí vod, ze kterých se odebírají vzorky pro analýzy, jsou odpadní vody. Jejich kvalita kolísá, proto se provádí odběry po určitých časových intervalech a jsou získávány průměrné výsledky. V případě, který je předmětem této diplomové práce, jde vlastně také o odpadní vody. Vzhledem k tomu byl odběr prováděn po určitých časových obdobích, ale všechny získané průběžné výsledky jsou vyhodnocovány současně.

Důležitým procesem při odběru vzorků, které nemohou být bezprostředně po odebrání analyzovány je konzervace vzorku. Provádí se v situaci, kdy mezi odebráním a analýzou je větší časový odstup, nebo hrozí, že stanovované látky ve vzorku budou podléhat chemickým a biochemickým dějům, které mohou probíhat po odebrání jinak než v přirozeném prostředí.

Vlastní stanovení ropných látek ve vodě - extrakce

Analýzu ropných látek je nutné provést co nejdříve po odebrání vzorku, protože by mohlo docházet k nežádoucím změnám v důsledku biochemických a chemických procesů, nebo je nutné provést zakonzervování vzorku. Před vlastním stanovením je nutné ropné látky vyextrahovat z vody. Extrakce ropných látek se provádí pomocí tetrachlormethanu, nebo trichlortrifluorethanu = ledon 113. Při extrakci se ovšem do rozpouštědla nedostávají pouze ropné produkty, ale také polární látky, jako jsou například rostlinné a živočišné tuky, tenzidy, dehty a další (v případě stanovení ropných látek určených pro tuto diplomovou práci se ve vzorku s největší pravděpodobností vyskytovaly huminové kyseliny). Souhrnně se tyto látky označují jako extrahovatelné. Pro přesné stanovení je nutné dostat ze vzorku polární extrahovatelné látky. K odstranění těchto látek se používají polární sorbenty jako jsou hydroxid hlinitý - $\text{Al}(\text{OH})_3$, silikagel a další. V tomto konkrétním případě bylo použito síranu hořečnatého MgSO_4 se silikagelem.

Analýza ropných látek

Je známo několik analytických metod, kterými lze určit obsah ropných látek ve vodě. O těchto analytických metodách se stručně píše v následujících odstavcích a rovněž je zde popsána spektrometrie prováděná infračerveným zářením. Tato metoda byla použita ke stanovení ropných látek z vodní nádrže Souš.

Pro stanovení ropné látky ve vodě lze použít několik analytických metod, kterými jsou:

1. Gravimetrická metoda, která je založena na extrakci ropných látek z přesně určeného objemu ve vhodném rozpouštědle. Poté následuje odstranění polárních látek (nepolární látky se odstraňují sorpcí na silikagelu), oddestilování rozpouštědla a změření hmotnosti vyextrahovaných látek (ropných látek). Touto metodou není vhodné stanovovat těkavé látky s bodem varu pod 80°C: benzíny, petroleje, nafty. Takto se dají stanovit ropné látky s bodem varu nad 200°C a o koncentraci 10 miligramů na litr. Z tohoto důvodu by se tato metoda nehodila pro stanovování ropných látek v případě přehrady Souš, kde se jedná především právě o benzín a naftu pocházející z motorových vozidel.

2. Metoda odměrná je dalším způsobem stanovení. Je vhodná pro stanovení nízkovroucích ropných látek. Tyto látky se vydestilují a provede se jejich kondenzace. Ve výsledku se zjišťuje objem ropných látek ve vzorku. Odměrná metoda stanovení se nepoužívá často.

3. Dalším druhem metod stanovení ropných látek jsou chromatografické metody. Pro stanovení se používá chromatografie v tenké vrstvě, plynová chromatografie a vysokotlaká chromatografie. Chromatografie na tenké vrstvě se provádí na skleněné desce s vrstvou silikagelu, nebo oxidu hlinitého. Lze také využít chromatografické folie. Při oddělování složek ropných látek se používají různá rozpouštědla jako jsou: *petrolether* - *tetrachlormethan* - *kyselina sírová* v objemovém poměru 35 : 15 : 0,5^{3A}. Dále se používá směs *methanol* - *benzen* - *ledová kyselina octová* v objemovém poměru 8 : 45 : 4^{3B}, nebo *pentan* - *dimethylether* o objemovém poměru 95 : 5^{3C}. Zjišťování obsahu ropných látek se

často provádí postřikem kyselinou sírovou, která obsahuje 0,6 % anisaldehydu. Deska se poté zahřeje na 120°C, aby se chromatografické skvrny zvýraznily. Z těchto skvrn se zjistí koncentrace ropné látky (vypočítají se plochy skvrn). Koncentraci lze zjistit i spektrofotometrickým stanovením. Stanovení pomocí plynové chromatografie se provádí zejména u nízkovroucích ropných látek. Před stanovením se vzorek extrahuje do nitrobenzenu, nebo do tetrachlormethanu. K rozdělování frakcí ropných látek jsou určeny kapilární kolony impregnované Squalenem a lze na nich rozdělit až 200 složek R. L. Tím lze zjistit několika nástřiky množství a zastoupení uhlovodíků v ropné látce. Poslední chromatografickou metodou, o které se ještě zmíním, je vysokotlaká kapalinová chromatografie. K dělení uhlovodíků dochází v tomto případě na tuhém nosiči. Jako stacionární fáze se používají materiály s oktadecylsilanem = stacionární fáze. Detekce frakcí se provádí fluorescenčními detektory nebo detektory UV - záření. Dále lze použít diferenciální refraktometry či ionizační detektory. Pro stanovení ropných látek se využívá kombinace plynová chromatografie a hmotnostní spektrometrie.

4. Spektrofotometrické metody stanovení. Tyto analytické metody jsou založeny na průchodu elektromagnetického vlnění různé vlnové délky stanovenou látkou. Obecně lze označovat jako spektrofotometrické metody stanovení. O těchto metodách se nyní zmíním trochu blíže, protože jedna z nich byla použita pro mé stanovení (spektrofotometrie v oblasti infračerveného záření). Jednou z těchto metod stanovení je metoda se zářením v ultrafialové oblasti (vlnová délka záření používaného pro analýzu je 270 nm). Používá se pro ropné látky, ve kterých se vyskytují aromatické uhlovodíky. Při jejich deaktivování se vyzařuje charakteristické světelné kvantum. Ultrafialová spektrofotometrie využívá charakteristické skupiny v ropných látkách: $-C=C-$, $-CO-$, C_6H_5- . Všechny tyto skupiny mají charakteristické absorbní pásy to znamená, že absorbují pouze elektromagnetické záření určité vlnové délky.

Druhou spektrofotometrickou metodou stanovení ropných látek je spektrofotometrie v infračervené oblasti. Metoda je založena na extrakci ropných látek ze vzorku rozpouštědlem, odstranění polárních látek z extraktu vzorku a zaznamenání spektra v rozsahu vlnočtů do 3150 cm^{-1} . Poté se vyhodnotí výsledek a z kalibračního grafu se zjistí koncentrace ropných látek. Koncentrace se vypočítá z absorbance (závislost koncentrace a absorbance je lineární), kterou lze získat výpočtem z absorbních maxim. V případě

stanovení ropných látek z přehradý Souš byly výsledky ze spektrometru (absorbční spektra) uloženy do počítače, který je zpracoval. Metoda využívá zejména valenčních vibrací C-H. Tyto vibrace jsou přímo úměrné podílu uvedených skupin v uhlovodíku, respektive v ropné látce. Pro analýzu se používají vibrační pásy CH_3 - při vlnočtu 2960 cm^{-1} a pásy CH_2 - s vlnočtem 2925 cm^{-1} . Při stanovení se objevují kromě těchto absorpčních pásů i absorpční pásy další, které mohou napovídat, že se ve vodě nalézají i další látky se strukturou podobnou ropným látkám. Pomocí infračervených spekter se sledují vibrační, rotační a rotačně vibrační pohyby molekul. Molekula je schopna absorbovat elektromagnetické vlnění tak, že změní stav svého elektronového obalu. Zde se objevují vibrační pohyby i rotace celé molekuly. V molekule se uplatňují jak elektronové, tak vibrační a rotační druhy přechodu energie, které jsou spolu spojeny. Díky těmto procesům je látka schopna pohlcovat a posléze vyzařovat elektromagnetické záření. Různé látky pohlcují záření různých vlnových délek a proto je lze rozlišit podle jejich spektra.

Co jsou vlastně charakteristické a valenční vibrace? Charakteristické vibrace: organické látky, respektive jejich vibrační spektra obsahují celou řadu pásů v rozsahu od 0 do 4000 cm^{-1} . Velký počet pásů leží ve vlnočtové oblasti $750 - 1200\text{ cm}^{-1}$. Tyto pásy jsou ovlivňovány okolím. Vedle těchto linií (lze je pojmenovat jako linie hlavní) se vyskytují vibrační linie, lze také říci pásy, které nejsou ovlivňovány okolím vůbec, nebo jen málo a to jsou právě charakteristické vibrace. Tyto vibrace se využívají k identifikaci funkčních skupin. Charakteristické vibrace lze zjistit buď přeměření spekter látek obsahujících stejnou funkční skupinu, nebo je možnost u jednodušších látek tyto vibrace vypočítat.

Valenční vibrace jsou vibrace, při kterých se více mění délka vazby. Týká se to hlavně vazeb vodíku s některým z prvků, či vazeb násobných. Rozdělují se podle rozsahu vlnočtu, od 3700 do oblasti pod 700 cm^{-1} . Pro nás důležité valenční vibrace skupin CH_2 - (vlnočet 2925 cm^{-1}) a CH_3 - (vlnočet 2960 cm^{-1}) náleží do spektrální oblasti s vlnočtem od 3700 do 2500 cm^{-1} ⁴. Pro kvantitativní analýzu jsou nejvýhodnější vlnočty právě těchto zmíněných hodnot, protože právě při těchto vlnočtech jsou absorpční pásy nejsilnější. Absorbční vibrace těchto skupin se nevyskytují pouze u ropných látek, ale i u dalších chemických látek obsahujících skupiny CH_2 a CH_3 . Lze je také pozorovat v infračervených absorpčních spektrech živočišných a rostlinných tuků, ale jejich spektra jsou bohatší než spektra ropných látek vzhledem k jejich odlišným strukturám. Tyto vibrace jsou důležité

při stanovení ropných látek. Jde konkrétně o valenční vibrace C-H, lze je pozorovat v infračerveném spektru. Pro rozlišení těchto vibrací je třeba použít velmi citlivé přístroje, proto metoda měřící valenční vibrace byla dlouho opomíjena. Mohou se zde projevovat rušivé vlivy díky takzvaným kombinačním vlnům, které jsou zesilovány v některých případech Fermiho rezonancí. A to se projevuje zejména u vibrací CH_2 - a CH_3 - skupin, jejichž deformační vibrace leží mezi 1340 až 1470 cm^{-1} . Jakmile se tyto vibrace zdvojnásobí, spadají pak do oblasti valenčních vibrací vazby C-H. Jejich rozbor je velmi důležitý při strukturní analýze, protože jejich valenční vibrace jsou charakteristické. Vzhledem k tomu, že jsem se zde zmínil o deformačních vibracích, považuji za dobré stručně je definovat: *deformační vibrace = vibrace, při kterých se více mění úhel vazeb* ⁵. Nyní bych se opět vrátil k valenčním vibracím. A to u skupin CH_2 - a CH_3 -, jež jsou dány dvěma vlnami, symetrickým a antisymetrickým. Jejich intenzita a poloha je určena substituentem, který je na ně vázán.

Další spektrální oblasti se týkají dvojných a trojných vazeb mezi dvěma atomy uhlíku, nebo uhlíkem a dusíkem, dále vazeb S-H a dalších. Lze je rozdělit do několika skupin podle vlnových čísel. Tyto skupiny již nehrají důležitou roli při stanovení ropných látek.

Přesnost spektrofotometrických metod závisí na vhodné volbě standardu. Správný výsledek analýzy je dosažitelný v případě, že se použije jako standard ropná látka, která je zároveň látkou stanovovanou. Záleží však na člověku, který analýzu provádí, jakou látku si zvolí jako standard, či zda se rozhodne provádět analýzu bez standardů - metodou numericko empirického vztahu označovanou zkratkou NEV, která *vyhodnocuje obsah ropných látek při vlnových číselch* $2960 \pm 15\text{ cm}^{-1}$ (vibrace skupiny $-\text{CH}_3$), $2925 \pm 15\text{ cm}^{-1}$ (vibrace skupiny $-\text{CH}_2$), *popřípadě také* $3055 \pm 15\text{ cm}^{-1}$ (vibrace aromatických uhlovodíků, tehdy je - li zřetelná) ⁶. Většinou se pracuje se standardy. Pro stanovení motorové nafty a oleje se používá směs obsahující 40% toluenu, 40% ethylbenzenu a 20% 2, 3 - dimethylnaftalenu. Pro benzín a letecký benzín se používá směs obsahující 55% toluenu, 40% ethylbenzenu, 5% 2, 3 - dimethylnaftalenu. Pro stanovení ropných látek v tomto konkrétním případě byla použita přímo motorová nafta jako standard, ale o tom se zmíním ještě při popisu metody stanovení, kterou konkrétně byla prováděna analýza vzorků z lapolů u přehrady Souš. Analýza byla provedena na jednom z nejmodernějších

spektrometrů od firmy Perkin - Elmer. Jedná se o jednopaprskový spektrometr se spektrálním rozsahem od 400 do 10 000 cm^{-1} , který převádí naměřená spektra z detektoru do počítače, kde jsou vyhodnocena včetně výpočtů koncentrací. Popis spektrometru je uveden v praktické části práce. U starších metod spektroskopických stanovení se vypočítávala koncentrace přímo z vytištěných absorpčních spekter. Nové přístroje značně zjednodušují analýzu ropných látek, ovšem jsou značně finančně náročné.

Způsoby odstraňování ropných látek z vody

Obecné informace

V této kapitole obecné části diplomové práce jsou stručně uvedeny způsoby odstraňování ropných látek z vod jak povrchových, podzemních tak odpadních. Považuji za důležité zmínit se o odstraňování ropných látek z vody. Ropné látky se mohou do vod dostávat různými způsoby. Nejdříve se dostávají do vody při těžbě ropy. Voda je obsažena i v surové ropě, z ní je odstraněna kontaminovaná jinými látkami.. Spolu s vodou se z ropy odstraňují také soli a nerozpustné látky jako jsou například písky. Dále mohou ropné látky kontaminovat vodu při úpravě ropy a při používání průmyslových technologií využívajících ropné látky (ropné látky se používají například k promazávání a čištění strojních zařízení). Nejdůležitějším příkladem úniku ropných látek do vod (pro tuto práci) jsou úkapy z motorových vozidel. V tomto případě se nemusí dostat do prostředí takové množství ropných látek jako z průmyslových závodů, ovšem ochrana je zde nejmenší, protože podniky, ve kterých hrozí únik ropných látek, jsou dnes vybaveny zařízením odstraňujícím je z vod. Na silnicích se s takovýmito zařízeními nesetkáváme, nebo jen velmi zřídka a to právě u povrchových zdrojů pitné vody. Zařízením odstraňujícím ropné látky a to jak z průmyslových odpadních vod, tak zařízením zabráňujícím vstupu ropných látek do zdrojů pitné vody z motorových vozidel, je věnována tato kapitola.

Ropné látky mohou být přítomny ve vodě ve třech formách.

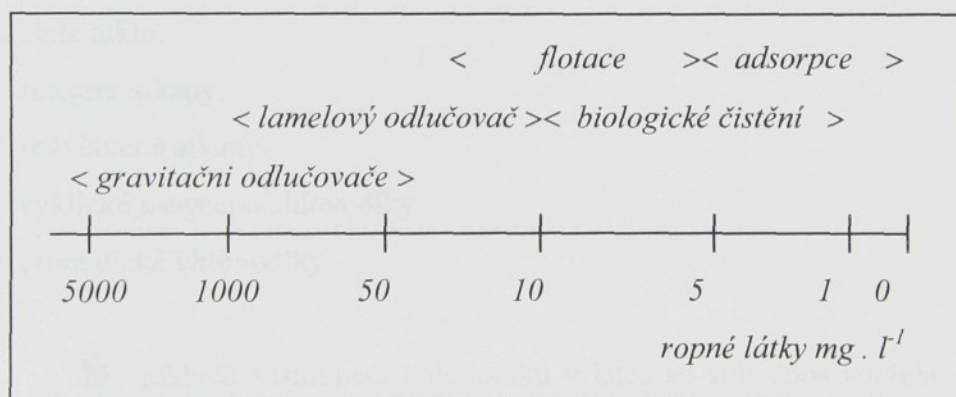
1. *Rozpuštěné* - vzhledem k jejich malé rozpustnosti ve vodě se rozpuštěné ropné látky nevyskytují ve větší míře. Z hlediska chemie vody rozpustnost ropných látek začíná a pohybuje se řádově od jednotek mg / l na příklad u *n* - oktanu po 700 mg / l na příklad benzenu. Rozpustnost alifatických uhlovodíků klesá s rostoucí délkou řetězce.

Uhlovodíky s rozvětveným řetězcem jsou obvykle poněkud rozpustnější než odpovídající izomery. Cyklické uhlovodíky (cykloparafíny a aromatické uhlovodíky) jsou podstatně rozpustnější než alifatické⁷.

2. Emulgované - typ emulze olej ve vodě, obvykle stabilizované

3. Volné - jako velké kapky - při turbulenci rozptýlené, v klidu se snadno odlučují vzplýváním na hladinu⁸. Volné ropné látky snadno emulgují, například při čerpání odstředivými čerpadly. Odstranit vzniklé emulze vyžaduje určité úsilí.

V rafinérii se pracuje s ropnými látkami ve vodě asi nejčastěji. V odpadovém hospodářství rafinerie se rozdělují odpadní vody s obsahem ropných látek podle původu a složení na zaolejované vody, chemicky znečištěné vody, zaolejované zasolené vody, srážkové vody, splaškové vody a odpadní vody z hydrogenace. Toto rozdělení napomáhá lepšímu vyčištění odpadní vody. Odpadní vody je možné nakombinovat a poté využít nejvhodnější způsob čištění a to jak po ekologické, tak po ekonomické stránce. Způsoby odstraňování ropných látek lze seřadit podle jejich účinnosti. Účinnost je uvedena v miligramech na litr ropné látky.



* Rozsah účinnosti procesů odstraňování ropných látek⁹

Z tabulky lze zjistit, že největší množství volných ropných látek se odstraní na gravitačních odlučovačích. Vzhledem k množství těchto látek v rafinériích se většinou řadí za sebe dva separátory různých typů (jako druhý se řadí odlučovač s větší účinností). O jednotlivých typech se zmíním v dalším odstavci, přímo věnovaném gravitačním odlučovačům. Emulgované ropné látky se rozbíjejí koagulanty, z nichž se nejvíce používá Fe^{3+} (železitý kationt), ke kterému se přidává dávka NaOH (hydroxid sodný), aby probíhalo

alkalické čiření. Při tomto procesu vznikají kalové vločky, které se díky malé hustotě, způsobené ropnými látkami, pomalu usazují. Špatné usazování se řeší například filtrací na pískových filtrech, nebo jsou tyto kaly převedeny rovnou na biologické čištění, je možné též použít tlakové flotace.

Biologické odstraňování ropných látek

Vody znečištěné ropnými látkami lze čistit, jak je již výše zmíněno i biologickou cestou. Biologické čištění spočívá v tom, že znečištěná voda je přiváděna do nádrží obsahujících takzvaný aktivovaný kal obsahující kolonie mikroorganismů. K biologickému čištění se používají například bakterie druhu *Pseudomonas putida* 35, které byly izolovány z přírodních materiálů. Podle jejich dodavatelů jsou schopny odstranit až 25 gramů ropných látek z 1 litru vody. Uvedené mikroorganismy ke svému životu potřebují právě tyto látky, které rozkládají na plynný oxid uhličitý a vodu a tím ropné látky likvidují. Rozklad uhlovodíků biologickou cestou se liší podle jejich struktury. Podle doby rozkladu lze seřadit uhlovodíky od nejrychleji se rozkládajících až po uhlovodíky rozkládající se nejdéle takto:

1. lineární alkany
2. rozvětvené alkany
3. cyklické nasycené uhlovodíky
4. aromatické uhlovodíky

Na základě zastoupení uhlovodíků v látce se volí doba zdržení v biologické fázi čištění. Uvedené mikroorganismy jsou schopny zlikvidovat ropné znečištění nejen ve vodě, ale lze je využít i v případech, kdy je kontaminovaná půda.

Gravitační odlučovače

Vraťme se zpět k nejvíce znečištěným vodám, hlavně k jejich čištění. Způsobem čištění těchto vod je gravitační odlučování volných ropných látek. Tento způsob čištění je řazen na začátek čistícího procesu. Pro dobré fungování čistícího zařízení jsou důležité

určité faktory a těmi jsou: - *teplota: při vyšší teplotě probíhá odlučování lépe*, - *velikost částice: nejmenší velikost částice ropné látky, na kterou se navrhují odlučovače je 0,15 mm*, - *nerozpuštěné usaditelné látky: sedimentací se ruší vzplývání ropných látek, při vzájemném kontaktu vznikají konglomeráty s hustotou blízkou 1*, - *maximální doba zdržení 2 hodiny*, - *maximální průtočná rychlost je $45 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$* , při vyšších rychlostech je odlučování rušeno turbulencí, - *hustota ropných látek je rozhodujícím faktorem, určujícím vzestupnou rychlost částice. Limitní hustota, na kterou jsou navrhovány gravitační odlučovače, je $945 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$* .¹⁰

Gravitační odlučovače ropných látek jsou konstruovány v několika variantách. Nejjednodušší typ je tvořen jednou nebo více nornými stěnami, které přehrazují prostor lapací nádrže. Ropné látky se zachycují na norných stěnách, odkud je nutné tyto látky odstraňovat (většinou se stírají ze stěn a odčerpávají z hladiny). Odstraněné ropné látky se dají využít například při vytápění, nebo spalování odpadů a dalších činnostech. Tato jednoduchá zařízení propustí vody s obsahem ropných látek okolo $150 - 200 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Vylepšeným typem je gravitační odlučovač s koalescenčním filtrem. Filtr je určen pro málo stabilní emulze, vyskytující se v odpadní vodě a tvoří ho materiály, které mají ostré hrany. Na nich se tyto málo stabilní emulze shlukují do větších kapek a tak se zachycují. Z materiálů používaných do koalescenčních filtrů uvedu ocelová vlákna, hutní koks, ale dají se použít i nejrůznější střepy. Existuje mnoho dalších vylepšených typů gravitačních odlučovačů, jako jsou například nádrže s mechanickým stěrem ropných látek ze stěn a hladiny. Pro zvýšení účinnosti gravitačních odlučovačů se používají desky, šikmo posazené do prostoru odlučovací nádrže. Tyto lamely se vyrábějí z plastů a na nich se spojují malé kapénky ropných látek ve větší, které se lépe odstraňují. Účinnost a rychlost průtoku odlučovačem vybaveným lamelami závisí na jejich sklonu, délce lamel a vzdálenosti mezi nimi. Dále se využívají diskové odlučovače, jednotlivé disky jsou zčásti ponořeny do nádrže, obsahující vodu znečištěnou ropnými látkami. Při otáčení kotoučů se ropné látky usazují na discích, ale voda stéká zpět. Z disků se znečišťující látky odstraňují stěrkami a jsou odváděny do jímek.

Další způsoby odstraňování ropných látek

Dalším typem zařízení jsou pásové odlučovače olejů, kde se také jako v případě kotoučových odlučovačů využívá rozdílné přilnavosti vody a oleje na leštěné ocelové desce či plastovém vlákně. Vlákně musí být dostatečně pevné, mechanicky odolné, hydrofobní a schopné zadržet na sobě ropné látky (jedno z vláken s těmito vlastnostmi vyvinul Výzkumný ústav textilní v Liberci pod názvem Fibroil. Z tohoto vlákna se pro použití vyrábějí rohože, svazky a provazce).

Adsorpční odlučovače ropných látek

Posledním způsobem čištění odpadních vod je adsorpce. Používá se pro čištění vody s malým obsahem ropných látek. Adsorpce představuje poslední stupeň čištění odpadních vod obsahujících ropné látky. Právě tato metoda byla použita v zařízeních čistících vody spláchnuté ze silnice u přehrady Souš. Adsorpce probíhá tak, že jsou částice ropných látek zachytávány na povrchu adsorbentu, kterým může být aktivní uhlí, nebo se dnes používají jiné materiály, jako jsou např. umělé hmoty, nebo textilie. Účinnost zařízení využívajících aktivní uhlí roste s molekulovou hmotností uhlovodíků a klesá s rostoucí rozpustností, polaritou a stupněm rozvětvení řetězce uhlovodíků.

K dočišťování vod obsahujících ropné látky lze použít odlučovačů, které obsahují látku adsorbující na sebe ropné látky. O adsorbérech jsem se již zmínil v předcházejícím odstavci (jsou to aktivní uhlí, umělé hmoty, či textilní vlákna, například již výše zmíněné vlákno Fibroil, o tomto vlákně se zmíním ještě později, protože tvoří náplň lapacích zařízení na Souši). Adsorpce je definována jako zachycování a hromadění plynné nebo rozpuštěné látky, která se nazývá absorbát, na povrchu jiné látky (adsorbentu). Může to být pevná nebo kapalná látka, která má velký vnitřní povrch, např. aktivní uhlí, silikagel, nebo umělé hmoty a textilie. Množství látky nasorbované na adsorbentu závisí na velikosti jeho povrchu a také na teplotě a tlaku. Proces, kterým se z adsorbentu dostává zachycená látka pryč, se nazývá resorpce. Pro srovnání stačí ve slově adsorpce zaměnit písmeno d za písmeno b (absorpce) a jedná se o jiný proces, při kterém dochází k rozpouštění plynu na

rozhraní fází kapalina - plyn a k jeho rozptýlení v kapalině. Tohoto procesu se využívá k oddělování dobře rozpustných složek ve vhodném absorbentu.

Způsob odstraňování stabilizovaných emulzí

Některé ropné látky jsou v odpadní vodě emulgovány povrchově aktivními látkami, tím se stabilizují. Týká se to hlavně látek z řezných kapalin a látek ve vodách z odmašťovacích procesů. Vede k tomu hlavně vysoká cena řezných emulzí a snaha o to, aby byly co nejstabilnější, což znesnadňuje jejich zneškodňování. Stabilizované látky se mohou dostávat z odpadní vody pro jejich další využití například filtrací a dalšími způsoby. Ke stabilizaci se používají povrchově aktivní látky různých typů (anionaktivní a neionogenní typ). U anionaktivního typu (například: soli mastných kyselin, hydrogenestery kyseliny sírové, sulfonáty alifatických nebo aromatických uhlovodíků) se povrchově aktivní látky hromadí na povrchu částice ropné látky a dochází zde k jejich prostorové orientaci (hydrofobní část molekuly se obrátí ke kapce ropné látky a hydrofilní část se obrátí k vodě). Díky různým nábojům se ve vodě vytvoří monomolekulární film, ze kterého se tvoří solvátový obal. Takto upravené emulze jsou značně stabilní, jsou stále i za zvýšené teploty, proto se musí tyto látky odstranit ve dvoustupňovém čištění. V prvním stupni se k emulzím přidává minerální kyselina, tím dojde k přeměně disociovaných molekul povrchově aktivní látky na nedisociované a naruší se solvátový obal. Zruší se elektrostatický náboj na kapičkách ropné látky a kapičky se začnou slučovat ve větší celky na hladině, odkud jsou sbírány sběrným zařízením (pásové, kotoučové,..). Druhý stupeň čištění spočívá v neutralizaci volné kyseliny a nadbytek zásady je využit k hydrolýze solí, které se ve vodě nacházejí (železité, železnaté a hlinité soli). Vzniklé hydroxidy sorbují na sebe zbylé nečistoty. Vytvoří se sraženina, která se odstraní buď sedimentací nebo flotací. Nakonec je nutné provést dočištění. Neionogenní povrchově aktivní látky na rozdíl od předchozího typu nedisociují, ale sorbují se uspořádaně na povrchu částice ropné látky a tak se zde vytvoří vícevrstevný film, tvořený několika solvátovými vrstvami. Tyto emulze drží pevně pohromadě van der Waalsovy síly a vodíkové můstky. Emulze vytvořené tímto způsobem jsou stabilnější než anionaktivní typ. Tento typ emulzí nelze rozložit přidávkem kyseliny, k destabilizaci ho lze dovést při vysokých teplotách. Likvidace těchto emulzí se provádí zahřátím na teploty 40 - 60°C. U novějších emulgátorů se teploty pohybují v rozmezí 90 -

110°C. Z toho důvodu se spíše využívá anionaktivního emulgátoru, který se adsorbuje na kapkách ropné látky větší silou a dochází k tomu, že emulgátor tohoto druhu nahradí neionogenní povrchově aktivní látku. K tomu dojde zhruba po třiceti minutách reagování a pak se provádí čištění způsobem popsaným u anionaktivního typu emulgátoru.

Popis soustavy odlučovačů ropných látek značně znečištěných vod

Na konci kapitoly zabývající se zařízeními odstraňujícími ropné látky z vody se pokusím popsat, jak by mohla vypadat čistička odpadních vod obsahujících ropné látky. Pro plné využití všech procesů lze zvolit situaci, kdy je voda velmi znečištěna ropnými látkami. V prvním stupni by probíhalo odstranění hrubých nečistot z vody na česlech. Následně by byly zařazeny gravitační odlučovače ropných látek. Jako první by bylo možné použít jednoduchý odlučovač, vybavený přepážkami a jako druhý gravitační odlučovač s lamelami, který je účinnější než první odlučovač. Za tento stupeň odstranění ropných látek bych zařadil dnes velmi často užívaný a účinný způsob odstraňování ropných produktů. Tím je biologické čištění odpadních vod. Využívá mikroorganismů, které zužitkují ropné látky při svém metabolismu, „potřebují je ke svému životu“. Ropné produkty jsou přeměňovány na plynný oxid uhličitý a vodu. Před vstupem odpadní vody by měla být voda ošetřena tak, aby nedošlo k zahubení potřebných mikroorganismů. V tomto stupni dochází ke značnému odstranění ropných látek a proto by bylo možné nakonec zařadit pouze podle potřeby poslední stupeň čištění a to adsorpci na materiál, který je schopen na sebe vázat ropné látky.

Způsoby čištění odpadních vod se neustále zdokonalují a jsou vyvíjena stále nová čistící zařízení, která mají vysokou účinnost a jsou čím dál dostupnější. Setkáváme se se stále modernějšími zařízeními na čištění odpadních vod a nejenom vod, ale i ovzduší. Zájemci o tato zařízení, odborníci i laici se mohou seznámit s výrobky určenými k ochraně životního prostředí na Výstavním veletrhu nazvaném ENVI Brno, konaném každoročně na brněnském výstavišti.

PRAKTICKÁ ČÁST

V této části diplomové práce je rozebrána konkrétní situace na komunikaci spojující Souš se Smědovou a vedoucí okolo vodní nádrže. Dále se věnuji popisu zařízení, které je zde nainstalováno za účelem zachytávání ropných látek z komunikace. Tato část obsahuje také postup odběrů vzorků, jejich analýzu, včetně naměřených výsledků a jejich zpracování. Je zde možné nalézt polemiku o naměřených koncentracích a zdůvodnění výsledků.

Situace na komunikaci II / 290 Smědava - Souš

Jak bylo již zmíněno, práce pojednává o provozu na komunikaci druhé třídy č. II/290, spojující Tanvaldsko s Frýdlantskem. Prochází pásmem hygienické ochrany I. stupně. Toto pásmo se rozkládá po celém obvodu nádrže do vzdálenosti sta metrů od břehu nádrže (na pásmo hygienické ochrany I. stupně samozřejmě navazuje pásmo hygienické ochrany II. stupně). Na okraji tohoto pásma vede výše zmíněná komunikace, která byla dlouhá léta předmětem sporů. Spory byly vedeny mezi zastánci názoru, že je silnice důležitou spojkou mezi oblastí Tanvaldska a Frýdlantska (proto by měla být využívána bez omezení) a mezi těmi, kteří zastávají názor, že tato komunikace, vedoucí pásmem hygienické ochrany I. stupně - z čehož vyplývá celá řada omezení (o těchto omezeních jsem se zmiňoval v kapitole věnované přehradě Souš a jejím technickým parametrům), by měla být úplně uzavřena. V průběhu devadesátých let dvacátého století se tyto spory začaly řešit tím, že byla schválena výstavba systému lapacích zařízení okolo celého úseku silnice vedoucího pásmem hygienické ochrany I. stupně (což je úsek dlouhý zhruba 7 km) a bylo zahájeno jeho vybudování. Dalším krokem k řešení bylo odsouhlasení částečného provozu na uvedené komunikaci. A to pouze v letním období od 1. května do 15. října. Dnes je provoz na této komunikaci ovlivněn počasím, hlavně teplotou vzduchu. Silnice se uzavírá tehdy, pokud je po několik dní, za sebou následujících, naměřena teplota 0°C. Vzhledem k situaci by byl provoz silnice v zimě řešitelný pouze po provedení dalších velkých, technologicky a finančně značně náročných úprav vozovky. Samozřejmě by se musela provádět také náročná zimní úprava vozovky. K omezením na této komunikaci

patří také omezení dopravní. Na celém úseku silnice je zakázáno předjíždění, dále je zde zakázán průjezd nákladních vozidel, s výjimkou vozidel dopravní obsluhy. Na tato omezení jsou řidiči upozorněni dopravním značením, včetně upozornění na to, ve kterém období je průjezd po této komunikaci povolen. Na dodržování dopravních předpisů dohlíží Policie ČR. Řešením nebylo pouze vybudování lapacích zařízení (lapolů) a betonových svodů vody do lapolů, ale samozřejmě rekonstrukce celé vozovky. To znamená položení nového asfaltového povrchu a úprava sklonu vozovky tak, aby voda z vozovky stékala do svodů a následně do lapolů. Po celé délce nádrže byla na okraji silnice, blíže k nádrži vybudována svodidla, na druhé straně byla zbudována pouze v některých úsecích (zatačky a místa, kde je pod vozovkou veden průtok potoků vlévajících se do nádrže). Z dopravního průzkumu, který zde, mimo jiných firem, provedla i firma SVHF MARTINOVSKÝ Liberec v roce 1999 vyplývá, že provoz na této komunikaci není příliš hustý a komunikace je převážně využívána turisty. Podle tohoto průzkumu zde v sezóně průměrně projede za jeden den 400 automobilů. Jak jsme sami při odběrech vzorků pozorovali, není provoz na této komunikaci příliš hustý a využívají ji spíše cizí turisté. Samozřejmě jsme zde také viděli projíždět nákladní vozidla, zejména převážející dřevo.

Odlučovač ropných látek ze splaškové vody - lapol

Tuto část své práce věnuji konkrétně systému lapacích zařízení (lapolů). Jedná se o zařízení, která mají důležitou úlohu, protože zabraňují vstupu ropných a nerozpustných látek do nádrže, sloužící jako zdroj pitné vody. Zařízení bych podle rozdělení čistících zařízení, kterému jsem se věnoval v jednom z předchozích odstavců, zařadil mezi adsorbční odstraňovače ropných látek, kde je jako adsorpční médium použit materiál Fibroil.

Po celé délce komunikace procházející pásmem hygienické ochrany je rozmístěno celkem 21 lapacích zařízení. Zařízení jsou vyrobena z plastu polypropylénu a jsou zasazena do betonových šachet, kam přes kanalizační svody přichází splašková voda ze silnice. Šachty s lapoly jsou zabezpečeny proti cizímu zásahu, ať již lidskému nebo přírodnímu, uzamykatelnými poklopy, od kterých má klíče provozovatel, Správa silnic v Jablonci nad Nisou, také Povodí Labe (klíče vlastní hrázňý přehrady Souš) a také Správa CHKO

Jizerské hory. Vlastní odlučovače ropných látek jsou typu LBO - F / 20 vyrobené z plastu a konstruované na průtok 20 dm^3 za 1 sekundu. Lapol je tříkomorovým zařízením. V první a druhé komoře jsou za sebou zařazeny dva gravitační odlučovače, kde se odstraňují jak ropné látky, tak hrubší nečistoty, které prošly sběrnou šachtou opatřenou mříží. Jak se můžeme přesvědčit na fotografii v příloze, jsou v první komoře zachyceny zejména hrubé nečistoty. Třetí komora odlučovače slouží k adsorpci ropných látek na sorbent (vlákno Fibroil). Tento oddíl je konstruován jako dvojitý filtr. První filtr je umístěn pod hladinou třetího dílu odlučovače, kam přitéká voda z druhé komory a to, jak spodem, tak vrchem přepážky. Do druhého filtru přichází odpadní voda přepadem od prvního filtru a protéká jím. Do poslední části lapolu přichází voda přes druhý filtr, jeho spodní částí. Odtud odtéká vyčištěná voda trubkou již přímo do nádrže. Podle výrobce zařízení je jeho účinnost stanovena až na 99%. Schéma odlučovacího zařízení společně s fotografiemi celého zařízení je obsahem přílohy č. 2 této práce. Na fotografiích lapolů je také vidět koš na obojživelníky, kteří mohou do lapolů vniknout přítokovou trubkou. Tyto koše sem byly nainstalovány pracovníky Správy CHKO Jizerské Hory tak, aby nebyla poškozena funkce adsorbéru při jejich vybírání.

Netkaná textilie Fibroil - náplň lapolů adsorbující ropné látky

Následující část popisu čistícího zařízení je věnována náplni odlučovače, na kterou jsou adsorbovány ropné látky. Tuto důležitou součást odlučovače tvoří netkaná textilie Fibroil, vyvinutá Výzkumným ústavem textilním v Liberci. Fibroil patří chemicky mezi polyolefinové látky, které mají sorpční schopnosti a jsou schopny adsorbovat ropné látky, tuky, chlorované uhlovodíky. Textilie je vhodná pro použití zařízeních jako jsou lapoly, kde není vysoká průtoková rychlost. Náplň je v zařízení umístěna v pytlích, které umožňují lepší manipulovatelnost s ní, ale zároveň nesnižují účinnost sorbentu. Účinnost Fibroilu byla zkoumána při několika zkouškách, kterými byly šetřeny tyto vlastnosti: nasákavost sorbentu, maximální sorpce, opakované použití, separace oleje ze směsi s vodou, separace oleje při nízkém znečištění a chemická regenerace sorbentu. Zkoušky proběhly na několika zkušebních pracovištích (Hlavní správa sboru požární ochrany Ministerstva vnitra ČR, Výzkumný ústav vodohospodářský Praha, Odbor vodního hospodářství Jaderné elektrárny Temelín a Vodní zdroje Praha). Ze zkoušek vyšlo najevo, že materiál Fibroil je vhodný k

použití jako sorbent pro zachycování ropných látek a tyto látky se z něho dobře odstraňují. Ropofilní textilie je schopna zachytit až 14 g ropné látky - přepočítáno na 1 g Fibroilu. Při vhodném využití je schopna odstraňovat ropné znečištění z vody až do koncentrace 0,5 mg l⁻¹. Textilie není vhodná pouze pro čištění zaolejovaných vod, ale je možné ji také použít jako ochranné látky při zemních pracích v půdě a to díky jejím dobrým vlastnostem. Materiál je výhodný i z toho důvodu, že je možné ho regenerovat a to buď mechanickým způsobem - vymačkáváním, nebo chemicky - extrakcí benzínem nebo polychlorovanými uhlovodíky. Mechanická regenerace Fibroilu je dostupným způsobem čištění a funguje od koncentrace na tkanině 2%. Při mechanické regeneraci nelze již dosáhnout jejích původních čistících vlastností. Účinnost se po 40 regeneracích snižuje o 50%. Účinnějším způsobem regenerace Fibroilu je chemická extrakce benzínem nebo chlorovanými uhlovodíky. Tento způsob je ovšem méně vhodný vzhledem k toxicitě zmíněných látek. Jakmile se účinnost sorbentu sníží pod povolenou hranici, je nutno ho v odlučovacím zařízení vyměnit a neúčinný sorbent zlikvidovat. Likvidace se provádí spalováním látky. K zajištění co nejnižšího množství emisí ze spalování je nutné dodržet zásadu pomalého spalování. Tento způsob likvidace se osvědčil díky vlastnostem uvedené textilie.

Stanovení ropných látek z lapolů na Souši

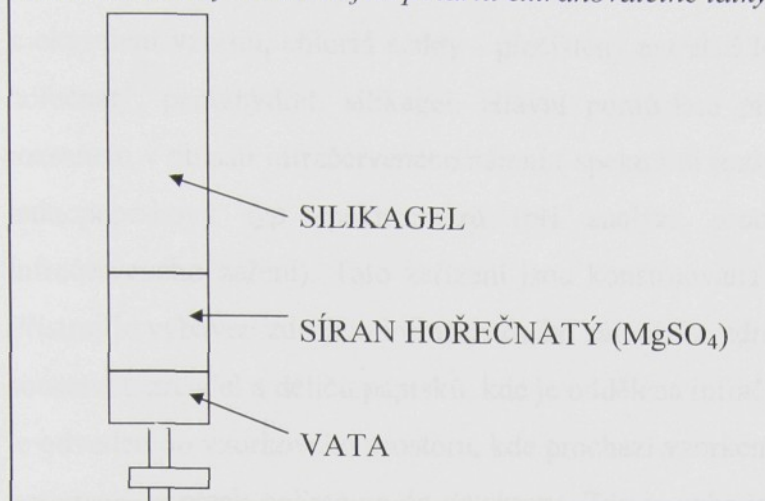
Vlastní stanovení ropných látek z lapolů bylo prováděno vždy jednou za měsíc, během období, kdy je silnice II/ 290 Smědava - Souš otevřena (tzn. v letní sezóně). Měření za tuto dobu proběhlo celkem pět (26. 6. 2001, 24. 7. 2001, 29. 8. 2001, 11. 9. 2001 a 13. 11. 2001). Prodleva mezi měřeními 11. 9. 2001 a posledním měřením 13. 11. 2001 byla způsobena nedostatkem chemikálie podstatné při samotném stanovení.

Podmínky na lapolech při jednotlivých měřeních byly specifické. Jejich rozdílnost závisela na charakteru počasí a stavu odlučovače. Na počasí závisí doba zdržení vody v odlučovači a na tom závisí také výsledek analýzy. Při prvním měření, v červnu 2001, bylo slunné počasí bez větších dešťů. V červenci 2001, v době, kdy bylo prováděno měření, bylo opět slunné počasí bez výrazných srážek. V srpnu se již vyskytovala větší oblačnost a přibýlo dešťových srážek, které byly častější a vytrvalejší než v červnu a v červenci. V měsíci září bylo při odběru vzorků velmi deštivé počasí a pršelo celý týden před odběrem.

Odběr posledních vzorků byl realizován vzhledem k výše zmíněným skutečnostem až v listopadu. V té době již v okolí přehrady převládal zimní charakter počasí, padal déšť se sněhem a na zemi ležela asi pěticentimetrová vrstva mokrého sněhu. Počasí v průběhu prováděného měření mělo jistě vliv na dosažené výsledky měření. V červnu převládalo suché počasí, při kterém byla doba zdržení vody v odlučovači dlouhá. V listopadu bylo již výrazně chladné, spíše zimní počasí a také možná vzhledem ke sněhu, který ležel v odtokových korytech, mohly být výsledky trochu ovlivněny. Dalším specifickým ovlivňujícím chodem odlučovačů je jejich stav. Při odběrech vzorků jsme zjistili, že v některých lapolech byl pytel s adsorbérem až ve čtvrté části odlučovače, kam se zřejmě dostal při větším přítoku vody do lapolu. Tento stav mohl také ovlivnit čisticí funkci odlučovačů. Konkrétně se jednalo o tyto lapoly. Při červencovém odběru byl v posledním oddílu adsorbér v lapolu č. 13, v srpnu tomu tak bylo v lapolech č. 13 a 15. Při zářijovém měření byl adsorbér v posledním oddíle pouze v lapolu č. 13. Při posledním měření v listopadu byly pytle v poslední odtokové části opět v lapolech č. 13 a 15. Z těchto pozorování vyplývá závěr, že umístění pytle s adsorbérem nejsou v lapolech dobře zajištěny a v případě vysokého průtoku přepadávají přes přepážky do poslední části lapolu. Také se dalo pozorovat, že odlučovače nejsou kontrolovány pravidelně všechny, ale otevírají se pouze namátkově. Problém by se dal vyřešit drobnou úpravou zařízení, která by zabráňovala přepadávání pytlů.

Příprava vzorků pro stanovení se řídila podle České státní normy č. 75 7505 Jakost vod - Stanovení nepolárních látek metodou infračervené spektrometrie (NEL_{IR}). Vlastní stanovení a vyhodnocení výsledků probíhalo podle evropské normy IZO - TR - 11046. Nejprve proběhla kalibrace spektrometru. Bylo připraveno šest odměrných roztoků o různých koncentracích. Do šesti odměrných baněk o objemu 50 ml bylo odměřeno postupně od 1 ml do 6 ml odměrného roztoku, kterým byla motorová nafta. Odměřená množství odměrného roztoku byla doplněna do 50 ml Ledonem 113 (1, 1, 2 - trichlor, 1, 2, 2 - trifluormethan). Vzniklé roztoky o různých koncentracích ropných látek byly převedeny přes kolony, které by je měly zbavit polárních extrahovatelných látek. Kolony obsahovaly vatu, dále asi 2 - 3 cm vysokou vrstvu síranu hořečnatého a zhruba 10 centimetrovou vrstvu silikagelu. Přes tuto kolonu bylo nutné převést i určitý objem Ledonu 113, který se používá při spektrometrii jako pozadí.

* Schéma kolony odstraňující polární extrahovatelné látky



Po převedení odměrných roztoků (motorové nafty) a roztoku Ledonu 113 (vytvoření pozadí) bylo provedeno spektrometrické stanovení na infračerveném spektrometru značky Spectrum One (Perkin Elmer, verze 2000). Stanovení proběhlo tak, že odměrné roztoky byly převedeny do kyvet o nejmenší optické délce 10 mm. Naměřená spektra ze spektrometru byla převedena do počítače, který pomocí speciálního programu vyhodnocuje spektra opticky aktivních látek (také ropné látky). Výsledné hodnoty stanovených vzorků motorové nafty o známých koncentracích byly použity pro kalibraci přístroje a uloženy v počítači.

Po provedení kalibrace bylo možné zahájit vlastní měření ropných látek. V této části je popsáno jakým způsobem měření probíhala, včetně odběrů vzorků. Měření proběhlo celkem pět, jak jsem již výše zmínil, ale jejich průběh byl vždy stejný. Z toho důvodu popíši průběh měření obecně. Nejprve bych se zmínil o tom jaké pomůcky a chemikálie byly při stanovení použity. Pomůcky: láhev z tmavého skla se zábrusovým uzávěrem o objemu 2 litry, použitá pro odběr vzorku, vzorkovnice z tmavého skla se zábrusovým hrdlem o objemu 2 litry, určená pro extrakci ropných látek z vody, elektrické míchadlo, tyč s držákem na odběr vzorků vody z lapolů, pipety o objemu 100 mililitrů, odměrné válce o objemu 10 a 50 mililitrů, kádinky, váhy, pH papírky, dělicí nálevky, odměrné baňky o objemu 50 mililitrů, kolony určené pro odstranění polárních extrahovatelných látek, kyvety, spektrometr Spectrum one (Perkin Elmer, verze 2000), lžička. Použité chemikálie: Ledon 113 (1, 1, 2 - trichlor, 1, 2, 2 - trifluormethan) - tato

chemikálie je určena k extrakci ropných látek z vody K analýze vzorků byl vždy použit nový ledon, který byl po použití přečištěn. Koncentrovaná kyselina chlorovodíková - slouží k okyselení vzorku, chlorid sodný - přečištěný extrakcí ledonem. Jako náplň kolony síran hořečnatý, pentahydrát, silikagel. Hlavní pomůckou při stanovení byl spektrometr s rozsahem v oblasti infračerveného záření (spektrální rozsah $400 - 10\,000\text{ cm}^{-1}$). Jedná se o jednopaprskový typ spektrometru (při analýze prochází vzorkem jediný paprsek infračerveného záření). Tato zařízení jsou konstruována v podstatě na stejném principu. Přístroj je vybaven zdrojem infračerveného záření. Ze zdroje vychází záření, které prochází soustavou zrcadel a děličů paprsků, kde je oddělena infračervená část záření. Tento paprsek je odveden do vzorkového prostoru, kde prochází vzorkem. Část je absorbována vzorkem a zeslabený paprsek pokračuje do detektoru. Zde je vyhodnocen tok paprsků a je vytvořeno absorpční spektrum. Detektor je propojen s počítačem, který spektra zpracovává. Zpracování spočívá v porovnání se spektry uloženými v databázi, z nich je schopen určit i koncentrace (například ropných látek jako tomu je i v případě těchto měření). Schéma spektrometru viz příloha č. 5

Prvním krokem bylo odebírání vzorků vody z lapolů. Pro analýzu bylo vybráno pět lapolů: číslo 7 (vzorek 1), číslo 6 (vzorek 2), číslo 13 (vzorek 3), číslo 15 (vzorek 4) a číslo 18 (vzorek 5). Byly vybrány odlučovače na různých úsecích komunikace, kde by se mohl lišit způsob jízdy automobilů. Jsou umístěny na místech, kde je dlouhá rovinka, nebo naopak další úsek, na kterém jsou řidiči nuceni často měnit rychlostní stupeň, což může zvyšovat úniky pohonných hmot z motorových vozidel. Z každého lapolu byl pomocí držáku na tyči a odběrné láhve odebrán vzorek vody a to z posledního oddílu odlučovače, do kterého nám byl umožněn přístup. Odebrané vzorky vody nebyly konzervovány, protože jejich analýza byla provedena bezprostředně po odběrech (prodleva mezi odebráním vzorků a počátkem analýzy byla zhruba 45 minut (z důvodu převozu vzorků ze Souše do laboratoře, na katedru chemie Technické univerzity v Liberci, kde probíhala měření). Bezprostředně po převozu vzorků vody do laboratoře byly převedeny do vzorkovnic a jejich objem byl upraven na 2 litry (objem odebraného vzorku byl vždy o něco větší než 2 litry). Následovalo odvážení 40 gramů upraveného hydroxidu sodného pro každý z pěti vzorků. Tato dávka soli byla přisypána do vzorkovnic, dále byly přidány ke každému vzorku 4 mililitry kyseliny chlorovodíkové a změřeno pH roztoku (musí být dostatečně kyselé). Nakonec bylo do vzorkovnice přidáno 25 mililitrů Ledonu 113. Takto připravený

vzorek je nutné 30 minut míchat. Vzhledem k tomu, že bylo k dispozici pouze jediné elektrické míchadlo, analýza se trochu časově prodloužila. Po promíchání je nutné nechat vzorek 1 hodinu odstát. V tomto časovém úseku probíhá extrakce ropných látek z vody. Po promíchání a odstání se odstraní slitím a odpipetováním přebytečná voda. Zbytek vody byl od vzorku oddělen v dělicí nálevce. Vyextrahované ropné látky zůstávají u dna a s nimi se nadále pracuje. Po odstranění přebytečné vody byl vzorek převeden přes kolonu odstraňující polární extrahovatelné látky. Kolona je popsána a znázorněna výše. Po převedení vzorků přes kolonu bylo možné provést samotnou analýzu na infračerveném spektrometru (rozsah vlnových délek záření spektrometru se pohybuje v rozmezí infračerveného záření). Jednotlivé vzorky byly převedeny z odměrné baňky do kyvety, která byla umístěna do infračerveného spektrometru. Na spektrometru proběhlo změření spektra vzorku. Výsledky měření byly rovnou převedeny do počítače, který je vyhodnotil a určil koncentraci ropných látek, které vzorek obsahoval. Hodnoty naměřených koncentrací ropných látek jsou přiloženy v tabulce.

* Tabulka naměřených koncentrací nepolárních extrahovatelných látek NEL

mg/l

	Červen	Červenec	Srpen	Září	Listopad
7 Vzorek č. 1	0,0651	0,1	0,4	2,69	0
6 Vzorek č. 2	0,0884	0,73	2,8	1,05	0,26
13 Vzorek č. 3	0,0655	0,44 *	0,3 *	0,0603 *	0,29 *
15 Vzorek č. 4	0,11	1,26	0 *	0,4	0,6 *
18 Vzorek č. 5	0,0676	0,23	0,3	0,56	0,0038

* průměr
odborníků

V tabulce jsou uvedeny hodnoty naměřených koncentrací v miligramech na litr (mg/l). K vybraným měřením lze nalézt grafy a koncentrace v příloze. Naměřené koncentrace těchto nepolárních extrahovatelných látek dosahují poměrně vysokých hodnot vzhledem k tomu, že jejich povolená koncentrace v povrchových zdrojích pitné vody, jako je právě přehrada Souš, by měla mít hodnotu 0,05 mg / l (koncentrace v miligramech na litr). Vysoká hodnota koncentrací oproti povoleným hodnotám může být způsobena několika faktory, o kterých bych se nyní chtěl zmínit. Vzorky odebírané pro měření byly odebírány přímo z posledního oddílu odlučovače, zde by mohla být koncentrace těchto látek na vyšší úrovni než v přehradě samotné. Voda, která odchází z lapolů, bývá většinou vedena do některého z přítoků do nádrže, tudíž se ještě cestou od lapolů do přehrady

nařadí. Další zředění přichází v nádrži samotné. Druhým důležitým faktorem, přicházejícím v úvahu, je velký výskyt huminových kyselin v půdě v okolí přehrady. Tyto látky při běžných stanoveních velice ovlivňují naměřené koncentrace ropných látek, protože se většinou stanoví spolu s nimi. Dále se mohlo dostat do odebraných vzorků větší množství ropných látek z hladiny posledního oddílu lapolu při jejich odběru. Větší množství ropných látek unikajících z lapolů mohlo být také způsobeno zhoršenou funkcí odlučovače v případech, kdy se nalézal pytel s adsorpční náplní v posledním oddílu lapolu. Pro povolenou koncentraci, závaznou pro zdroje pitné vody je ovšem rozhodující koncentrace, naměřená přímo v nádrži. Z toho důvodu se v diskusní části budu spíše zabývat srovnáním koncentrací, naměřených pro tuto práci, s výsledky měření, které se mi podařilo získat z jiných zdrojů.

Pokusím se porovnat naměřené koncentrace ropných látek s jejich povoleným množstvím, které je určeno koncentračním rozmezím stanoveným podle rozhodnutí Referátu životního prostředí Okresního Úřadu v Jablonci nad Nisou na 0, 1 - 0, 2 mg / l (miligram na litr). Tyto koncentrace mají významnější funkci než samotná hodnota pro nepolární extrahovatelné látky v povrchových zdrojích pitné vody, protože se týkají přímo konkrétních výstupů z čistících zařízení. Při podrobnějším pohledu na tabulku naměřených koncentrací je vidět, že v řadě případů je tato hodnota překročena, v některých případech výrazně, dokonce byly ve čtyřech případech naměřeny koncentrace vyšší než 1 mg / l. Při výpočtu průměrné koncentrace z každého lapolu, vycházející z koncentrací na každém odlučovači během všech měření, která byla prováděna jednou za měsíc ve výše zmíněném období, vychází najevo, že odlučovačem s nejvyšší průměrnou koncentrací je lapol číslo 6, ve kterém byla průměrná koncentrace ze všech měření vypočtena na 0, 986 mg / l. Odlučovač se sice nalézá v místě, kde jsou zatáčky, ale tento úsek není příliš náročný na změny rychlostí automobilů, jako tomu je například na úseku v okolí lapolu číslo 15 (vzorek číslo 4). Jeho průměrná koncentrace nepolárních extrahovatelných látek byla až třetí nejvyšší z pěti hodnot. Všechny průměrné hodnoty koncentrací měřených látek byly vyšší než je jejich povolená koncentrace. Tyto průměrné hodnoty jsou samozřejmě ovlivněny několika výrazně nadlimitními koncentracemi.

* Tabulka průměrných koncentrací NEL na jednotlivých lapolech vypočítaných ze všech naměřených hodnot.

	lapol č. 7	lapol č. 6	lapol č. 13	lapol č. 15	lapol č. 18
Průměrná koncentrace mg / l	0,651	0,986	0,231	0,474	0,232

Dalším údajem, který lze z tabulky vyčíst jsou údaje o tom, ve kterých měsících byly koncentrace vysoké a ve kterých nižší. Zde se splnil předpoklad, že hodnoty naměřené na začátku sezóny, v červnu a také na jejím konci, v listopadu, kdy už byla silnice vzhledem k počasí méně využívána, byly nižší. Vysoké hodnoty koncentrací byly podle předpokladů naměřeny v červenci, v srpnu a v září, kdy je na této komunikaci nejvyšší provoz. V uvedených měsících byly také naměřeny nejvyšší hodnoty a to dvě v září a po jedné v červenci a v srpnu. Nízké hodnoty na začátku sezony byly zřejmě naměřeny proto, že byla silnice otevřena teprve krátkou dobu a provoz zde nebyl ještě tak hustý. Tento stav se předpokládá a co se týká listopadového měření, mohlo se projevit i to, že zde ležela vrstva sněhu. Na sněhové vrstvě se mohly sledované látky zachytit a vstupovat do lapolů až při jeho postupném tání.

Praktická část diplomové práce obsahovala, kromě popisu konkrétního zařízení na odstraňování ropných látek, také způsob odběrů vzorků a jejich analýzu. Tato část také obsahuje vyhodnocení konkrétních výsledků. Jejich srovnáním s výsledky naměřenými jinými subjekty a navržením určitých řešení se bude zabývat následující část práce.

DISKUSNÍ ČÁST

Výsledky analýz firem, které se zabývaly monitoringem v letech 1998 - 2001

Tato část diplomové práce je věnována srovnání výsledků analýz ropných látek provedených k účelu napsání práce s analýzami provedenými dalšími organizacemi, které se tímto problémem také zabývaly a zabývají. Práce obsahuje výsledky analýz, na jejichž uvedení mám povolení a to zejména z toho důvodu, že bylo provedeno organizacemi, jejichž zřizovatelem je stát a uvedení bylo zprostředkováno Referátem životního prostředí Okresního Úřadu. Zde mi byly předloženy k nahlédnutí i materiály, které není možno publikovat z důvodu, že nemám povolení k jejich uvedení ve své práci od jejich vlastníka, kterým je organizace zabývající se údržbou komunikací v této lokalitě. Tato organizace má na starosti také provoz odlučovačů ropných látek a objednává si jejich analýzy. Jedná se o firmu Státní údržba silnic se sídlem v Jablonci nad Nisou. Pro uvedenou organizaci prováděla měření nejprve firma JESIS s. r. o. a to od roku 1998. Vzhledem k tomu, že svou funkci plnila firma JESIS s. r. o. nedostatečně, byla od roku 2000 nahrazena firmou Povodí Labe se sídlem v Hradci Králové, která provádí tuto činnost do dnešní doby. S výsledky analýz těchto firem jsem se měl možnost seznámit, ale není možné je publikovat z výše zmíněných důvodů.

Výsledky analýz NEL z roku 1999

Je ovšem možno zde použít výsledky analýz, které si objednal Okresní Úřad Jablonec nad Nisou u firmy SVHF Martinovský Liberec. Závěrečná zpráva monitoringu vodní nádrže Souš mi byla poskytnuta, jedná se o výsledky z roku 1999. Zpráva se věnuje i dalším ukazatelům, které byly stanovovány, ale pro tuto práci jsou důležité výsledky analýz nepolárních extrahovatelných látek. Ve zprávě jsou obsaženy výsledky analýz několika laboratoří, které byly prováděny souběžně a jsou zde uvedeny. Z toho důvodu jsem si je všechny dovolil použít pro svou práci, ovšem v omezeném rozsahu. Jsou zde použity pouze výsledky analýz vod odcházejících z lapolů, výsledky analýz vod z přítoku jsou vynechány. Z tabulek ze závěrečné zprávy Monitoring vodní nádrže Souš 1999 jsou

vybrány pouze hodnoty koncentrací nepolárních extrahovatelných látek (NEL). Analýzy prováděly tyto laboratoře těmito firmami, k názvům firem jsou přiřazeny zkratky, pod kterými jsou uvedeny v tabulkách. Povodí Labe a. s. (P. L. a. s.), dále firma JESIS s. r. o. Česká Lípa jako zástupce SÚS Jablonec nad Nisou, vzorky analyzovala MEGALAB s. r. o. Stráž pod Ralskem (MEGALAB), dále OHS Jablonec nad Nisou a SVHF Liberec laboratoř OHS Jablonec nad Nisou a ECOCHEM Praha (SVHF). S firmou SVHF spolupracovala VŠCHT Praha (VŠCHT).

**Tabulka koncentrací NEL. Koncentrace jsou uvedeny v miligramech na litr mg / l. Měření proběhla celkem tři a to 4. 5. 1999, 21. 7. 1999 a 22. 9. 1999¹¹*

Měření č. 1; 4. 5. 1999

	<i>P. L. a. s.</i>	<i>MEGALAB</i>	<i>SVHF</i>	<i>VŠCHT</i>
<i>Lapol č. 1</i>	0,05	0,04	0,06	-
<i>Lapol č. 2</i>	0,03	0,06	0,06	-
<i>Lapol č. 11</i>	0,02	<0,04	0,06	-
<i>Lapol č. 16</i>	0,02	<0,04	0,07	-
<i>Lapol č. 21</i>	0,03	0,05	0,04	-

Hodnoty koncentrací se při tomto měření pohybovaly v rozmezí koncentrací od 0,02 mg / l do 0,07 mg / l.

Měření č 2; 21. 7. 1999 Toto měření vynechala firma Povodí Labe a. s. a firma MEGALAB provedla analýzu ještě u lapolu č. 15

	<i>P. L. a. s.</i>	<i>MEGALAB</i>	<i>SVHF</i>	<i>VŠCHT</i>
<i>Lapol č. 1</i>	-	0,08	<0,04	-
<i>Lapol č. 2</i>	-	0,05	0,04	-
<i>Lapol č. 11</i>	-	0,12	<0,04	-
<i>Lapol č. 15</i>	-	0,06	-	-
<i>Lapol č. 16</i>	-	0,08	0,05	-
<i>Lapol č. 21</i>	-	0,07	<0,04	-

Při měření se hodnoty koncentrací pohybovaly v rozmezí od 0,04 mg / l do 0,12 mg/l.

	<i>P. L. a. s.</i>	<i>MEGALAB</i>	<i>SVHF</i>	<i>VŠCHT</i>
<i>Lapol č. 1</i>	0,03	0,05	0,12	0,08
<i>Lapol č. 2</i>	0,02	0,06	0,06	0,07
<i>Lapol č. 11</i>	0,02	0,08	0,08	0,09
<i>Lapol č. 16</i>	<0,01	0,09	0,08	0,08
<i>Lapol č. 21</i>	<0,01	0,06	-	0,09

Koncentrace pohybovaly od 0,01 mg / l do 0,12 mg / l.

V tabulkách naměřených koncentrací z roku 1999, uvedených v této práci je vidět, jak nesnadné je provádět tyto analýzy, protože se mnohdy neshodují s výsledky laboratoří, které pracovaly se stejnými vzorky. Hlavně je zřejmé, že laboratoř Povodí Labe se pohybuje s hodnotami podstatně níže než ostatní laboratoře. Naměřené koncentrace nepřekračují povolenou koncentraci NEL, která může být obsažena ve vodě na výtoku z lapolu (povolená koncentrace NEL na výtoku z lapolu = 0,1 - 0,2 mg / l). Tato koncentrace a to její spodní hranice byla překročena pouze ve dvou případech. Poměrně často však byla překročena povolená koncentrace NEL pro zdroje pitné vody, ovšem jak bylo zmíněno již dříve tato koncentrace se týká přímo zdrojů pitné vody. Při koncentracích uvedených v tabulkách nemusí být nutně překročena povolená koncentrace (její hodnota je 0,05 mg / l).

Komentář k výsledkům, které nelze publikovat v této práci a jejich vzájemné srovnání

V roce 1998, kdy byla tato komunikace otevřena a odlučovače byly nově postaveny, pověřil zřizovatel a provozovatel komunikace firmu JESIS provedením stanovení nepolárních extrahovatelných látek. Firma provedla celou řadu odběrů na vybraných lapolech (odběr byl proveden na stejných odlučovačích jako o rok později). Byly provedeny analýzy vzorků vody na přítoku a na odtoku z lapolů a byla vypočítávána účinnost jednotlivých zařízení. V tomto roce byly naměřeny vyšší hodnoty koncentrací nepolárních extrahovatelných látek než v roce 1999. Bylo naměřeno čtyřikrát více

koncentrací, které se pohybovaly nad hranicí povolené koncentrace NEL, stanovené na výtoku z lapolů a nesplňujících horní přípustnou hranici 0,2 mg / l, než v roce 1999. V roce 1999 se nadlimitní hodnoty pohybovaly pouze okolo koncentrace 0,12 mg / l. Poměrně časté byly v roce 1998 koncentrace, které se pohybovaly v rozmezí povolených koncentrací od 0,1 mg / l do 0,2 mg / l. Také průměrná hodnota koncentrací nepolárních extrahovatelných látek - NEL (na výtoku z lapolu) se při těchto měřeních pohybuje v tomto rozmezí koncentrací (nad koncentrací 0,1 mg / l). Účinnost zařízení při měření značně kolísala. Pohybovala se od prakticky 95% do značně záporných hodnot. První rok měření bylo dosahováno nadlimitních výsledků. Firma Jesis tento výsledek přičítala stavebním pracem, které byly nedávno dokončeny a špatnému umístění Fibroilových adsorbérů v zařízení. V následujících letech nedocházelo k takovému překračování limitních koncentrací, jak se lze přesvědčit z tabulky z roku 1999. V roce 2000 si již zřejmě RŽP OÚ v Jablonci nad Nisou nezařadil provedení monitoringu vodní nádrže Souš a tak z let 2000 a 2001 existují pouze výsledky objednané provozovatelem komunikace u firmy Povodí Labe a. s.. Firma naměřila v roce 1999 nižší koncentrace než ostatní laboratoře, které se měřením zabývaly, jak se můžeme přesvědčit z tabulek na stranách 27 a 28 této práce. Výsledky měření z těchto let nemohou být použity, protože se nepodařilo získat povolení provozovatele komunikace k jejich použití, ale byla možnost do těchto výsledků nahlédnout. Tak je možné se k nim v práci vyjádřit, aniž by byly uvedeny. V roce 2000 byly firmou Povodí Labe a. s. naměřeny podobné koncentrace jako v roce 1999, i když se v tomto roce objevila hodnota koncentrace, která se pohybovala nad povoleným limitem, za který je zde brána koncentrace NEL v povrchových zdrojích pitné vody (0,05 mg / l). V roce 2001 byly touto firmou provedeny dvě analýzy koncentrací NEL a to v měsíci září. Tento rok se již naměřené koncentrace pohybovaly na poněkud vyšších hodnotách. Zde se již firma řídila podle koncentrace povolené na výtoku z lapolů a to podle její horní hranice 0,2mg / l, kterou překročila pouze jediná naměřená koncentrace. Většina koncentrací naměřených při stanovení Povodí Labe a. s. se pohybuje pod povolenou dolní koncentrační hranicí 0,1 mg / l, i když ne již tak výrazně jako v předchozích letech.

Zamyšlení nad výsledky naměřenými roku 2001

Při porovnání výsledných koncentrací naměřených Povodím Labe a. s. v roce 2001 s koncentracemi naměřenými konkrétně pro tuto práci je jasné, že se pohybují na nižších hodnotách koncentrací NEL, než koncentrace naměřené v laboratoři Technické univerzity Liberec, které byly ve většině případů nadlimitní, jak se lze přesvědčit v tabulce na straně 24 této práce. Rozdíly ve výsledcích z Povodí Labe a. s. a Technické univerzity Liberec mohou být mimo jiné způsobeny rozdílným odběrem vzorků. Vzorky pro analýzu Povodí Labe byly odebírány z ústí trubek vedoucích z lapolů do nádrže. Tyto odtoky většinou ústí do potoků tekoucích do nádrže a zde je odběr poněkud ztížen. Vzorky zde mohou být naředěny. Vzorky odebírané za účelem napsání této práce byly, na rozdíl od vzorků pro Povodí Labe a. s., odebírány přímo z posledního oddílu odlučovacího zařízení. Dalším z vlivů na rozdílnost výsledků může být i rozdílný časový úsek mezi odběrem vzorků a jejich analýzou. V případě Technické univerzity Liberec byla doba mezi odebráním vzorku a počátkem analýzy zhruba 60 minut, kdežto jen cesta ze Souše do Hradce Králové může trvat minimálně 120 minut. Tato doba může mít vliv na stanovení, pokud nejsou vzorky zakonzervovány (způsob konzervace vzorků obsahuje tato práce ve své teoretické části). Rozdíl může být způsoben i metodou analýzy nebo také chybou při stanovení. Výsledky obsažené v práci se nejvíce blíží výsledkům naměřeným firmou JESIS v roce 1998, kdy byly odlučovače v provozu první sezónu a bylo zde podezření na špatnou funkci adsorbérů. V dalších letech byly již výsledky nižší - pohybovaly se pod povolenou koncentrační hranicí, ale v roce 2001 se pohybovaly výše než v letech 1999 a 2000. Je možné, že tyto vyšší naměřené koncentrace mohou být způsobeny tím, že před sezónou měla být údajně provedena výměna fibroilových náplní. Je tedy možné, že adsorbční materiál potřebuje určité období k tomu, aby mohl plně fungovat (toto je pouze úvaha autora práce, která se zakládá na srovnání výsledků, ke kterým dospěly různé, na sobě nezávislé laboratoře v letech 1998 až 2001, byl sledován trend snížení koncentrací v průběhu let až do výměny fibroilových náplní).

Ze srovnání výsledků měření během provozu na této komunikaci vyplývá, že v roce 2001 došlo ke zhoršení čistící schopnosti lapolů ve srovnání s předchozími lety. Konkrétně s rokem 1999 a 2000, kdy byly naměřeny uspokojivé, to znamená většinou podlimitní hodnoty koncentrací nepolárních extrahovatelných látek. Při měřeních v roce 2001 byly

zjištěny nadlimitní hodnoty koncentrací sledovaných látek při měření provedeném na Technické univerzitě Liberec a došlo také ke zvýšení hodnot naměřených na Povodí Labe a. s., které mělo své výsledky výrazně nižší při srovnání s ostatními laboratořemi.

Návrh řešení situace na komunikaci II / 290 Souš - Smědava

Naměřené hodnoty koncentrací ropných látek ve vodě z lapolů při komunikaci II / 290 by neměly ovlivnit provoz na této komunikaci ve smyslu ještě většího omezení než je dnes, nebo jejího úplného uzavření. Spíše by se daly doporučit zvýšené kontroly stavu zařízení a větší množství měření obsahu nepolárních extrahovatelných látek. Dobré by bylo také stanovit poměr huminových kyselin a ropných látek, které mohou pocházet z úkapů motorových vozidel. Ropné látky ovšem prokazatelně z automobilů na této komunikaci unikají, jelikož byl pozorován film způsobený ropnými látkami na hladině vody u přítoků do lapolů. Voda kontaminovaná malým množstvím ropných látek prochází ještě úpravnou vody, za kterou následuje další analýza. Z toho vyplývá, že se nemohou dostat tyto znečišťující látky až ke spotřebiteli vody. Navíc v úpravně je jistě zařízení odstraňující z vody huminové kyseliny a to by mělo podle mého názoru částečně likvidovat i ropné látky vyskytující se ve vodě. Co se týká přímo odlučovačů ropných látek, měly by být pytle obsahující adsorbér Fibroil zajištěny, protože přepadávají do posledního výtokového oddílu lapolu. Přepadávání adsorbérů do poslední části odlučovače by se dalo vyřešit jednoduchým způsobem, například svázáním více pytlů k sobě, tím pádem by bylo adsorpční těleso větší a jeho vytlačení do posledního oddílu by bylo obtížnější. Dalším způsobem řešení problému přepadávání adsorbéru do odtokové části by mohlo být nainstalování mřížky, zajištěné například háčky, na vrchní stranu oddílu, ve kterém jsou pytle s adsorbérem umístěny. Tato mřížka by se samozřejmě měla dát snadno odstranit, aby byla umožněna regenerace, nebo výměna adsorbéru, ale neměla by se samovolně uvolnit či zdeformovat při působení vztlačky pytlů s adsorbérem při zvýšeném průtoku vody přes lapoly. Dále by mělo probíhat minimálně jednou za měsíc pročištění sběrného systému ropných látek po celé jeho délce spojené s odběrem a analýzou vzorků vody vytékající z lapolů. Pokud by se vzorky vody odtékající z lapolů odebíraly až z ústí trubky vedoucí z odlučovače, měla by být upravena, tak aby bylo možno pohodlně odebírat vzorky vody. Při pokusech odebírat vzorky vody z ústí trubek vznikl problém, že se vzorkovnice nevešla

pod ústí trubek a nebylo možné ji naplnit. V případech, kdy vyúsťuje trubka přímo do jednoho z potoků přitékajících do nádrže se může stát, že se smísí vzorek vody z lapolů s vodou z přitékajícího potoka a tím se může zkreslit výsledek analýzy. Je tedy lepší odebírat vzorek vody přímo z posledního oddílu lapolu, odkud je možno odebírat vzorky i v případě, že je suché období a voda z lapolů neodtéká. .

Závěr

Příprava a vypracování diplomové práce umožnilo autorovi seznámit se s prací v terénu a provádět analýzy ropných látek metodou infračervené spektrometrie na jednom z nejmodernějších zařízení, kterým je přístroj Spectrum One (Perkin Elmer, verze 2000). Navíc se podařilo získat hodnoty koncentrací ropných látek na výtoku z odlučovacích zařízení (lapolů) umístěných podél silnice II / 290, která vede okolo vodní nádrže Souš a byla předmětem sporů o její průjezdnosti. Naměřené koncentrace mohou pomoci provozovatelům utvořit si širší obraz o zatěžování vodního zdroje ropnými látkami. Bohužel se nepodařilo získat potřebné povolení od majitelů dat (naměřených koncentrací) z měření ze všech let, ve kterých na této komunikaci měření probíhalo. Přesto, že nemohly být přímo tyto hodnoty otisknuty, diplomová práce obsahuje komentáře k výsledkům, do kterých bylo autorovi umožněno nahlédnout. Práce obsahuje výsledky poskytnuté Okresním Úřadem v Jablonci nad Nisou vyjmuté ze zprávy o výsledcích měření, které si objednal pro svou potřebu Referát životního prostředí tohoto úřadu. Výsledky umožnily srovnání a vyvození závěrů, které jsou obsaženy v diskusní části práce. Diplomová práce umožňuje čtenáři pochopit příslušnou problematiku a také mu umožňuje vytvořit si vlastní názor na tuto problematiku. Vzhledem k tomu, že je autor studentem Pedagogické fakulty Univerzity Liberec, mělo by zde být obsaženo jistě i pedagogické hledisko. Práce, alespoň podle názoru autora, by mohla být použita při vyučovacích hodinách zaměřených na otázky životního prostředí a jeho ochranu. Mohla by žákům přiblížit problematiku ohrožování životního prostředí ropnými látkami a ukázat možné způsoby ochrany prostředí před nimi. Případ komunikace vedoucí okolo vodní nádrže Souš je ukázkou dosti specifického řešení skloubení automobilismu a ochrany vodního zdroje před škodlivinami jím způsobenými.

Na úplný závěr bych chtěl vyslovit přání, aby tato práce pomohla zvýšit informovanost lidí, kteří projeví zájem si ji přečíst a které tyto otázky zajímají. Doufám, že může poskytnout trochu jiný úhel pohledu na celou problematiku v konkrétním případě vodní nádrže Souš.

Odkazy:

1. ing. Bartušek, Pavel, CSc., Péče o jakost vody, str. 23 a 24
- 2A - 2I ing Trejtnar, Karel a kolektiv, Přehrady povodí Labe, str. 111, 117 a 118
- 3A - 3C Horáková, M., Lishke, P., Grünwald, A., Chemické a fyzikální analýzy vod, str. 330
4. Horáková, M., Lishke, P., Grünwald, A., Chemické a fyzikální analýzy vod, str. 329
5. Zýka J a kolektiv, Analytická příručka 2. díl, str. 133
6. Horáková, M., Lishke, P., Grünwald, A. Chemické a fyzikální analýzy vod, str. 329
7. ing. Bartušek, Pavel, Péče o jakost vody str. 155
8. ing. Keller, Jan CSc., Ochrana prostředí v průmyslu 1. díl, str. 71
9. ing. Keller, Jan CSc., Ochrana prostředí v průmyslu 1. díl, str. 73
10. ing. Keller, Jan CSc., Ochrana prostředí v průmyslu 1. díl, str. 75
11. ing. Martinovský, Václav, Závěrečná zpráva, Monitoring vodní nádrže Souš 1999, str. 60 - 76 Týká se pouze hodnot koncentrací NEL

Použitá literatura:

Bartušek, P., *Péče o jakost vody*, Střední průmyslová škola textilní, Dvůr Králové nad Labem 1995, 2. vydání, 193 stran.

Horáková, M., Lishke, P., Grünwald, A., *Chemické a fyzikální analýzy vod*, SNTL, Praha 1986, 1. vydání, 392 stran.

Chýlková, J., *Analýza znečištěnin a technika jejich odběrů 2. díl*, VŠCHT, Pardubice 1988 1. vydání, 58 stran.

Jandera, P., Kotrlý, S., Lehocký, J., Stankovič, V., Vavrouch, Z., Vytřas, K., *Spektrofotometrie v ultrafialové a infra červené oblasti*, VŠCHT Pardubice a ČVTS, Praha 1972, 1 vydání, 123 stran.

Jelinek, J., *Voda pro Jablonec nad Nisou*, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství, Praha 1974, 1. vydání, 32 stran

Keller, J., *Ochrana prostředí v průmyslu 1. díl*, VŠCHT Praha, Praha 1984, 1. vydání, 132 stran

Martinovský, V., *Monitoring vodárenské nádrže Souš 1999 - Závěrečná zpráva*, RŽP OÚ Jablonec nad Nisou 1999, 106 stran

Trejtner, K., *Přehrady povodí Labe*, Kruh, Hradec Králové 1975, 1. vydání 248 stran

Vacík, J., Barthová, J., Pacák, J., Strauch, B., Svobodová, M., Zemánek, F., *Přehled středoškolské chemie*, SPN, Praha 1996, 3. vydání 368 stran, ISBN 80-85937-08-5

Vavrouch, Z., *Stanovení minerálních olejů v odpadních vodách obsahujících olejové emulze*, VÚV, Praha 1974, 70 stran.

Velechovský, J., *Čištění zaolejovaných odpadních vod - Závěrečná písemná práce*, KŽP - VŠCHT Pardubice 1991, stran 32, příloh 5

Zýka, J. a kolektiv, *Analytická příručka 2. díl*, SNTL, Praha 1988, 4. vydání, 832 stran.

Česká technická norma ČSN 75 7505, *Jakost vod - Stanovení nepolárních extrahovatelných látek metodou infračervené spektrometrie (NEL_{IR})*, Český normalizační institut 1998, 17 stran

Tárchov, M., *Metodická příručka pro uživatele FTIR spektrometru*, Spektroskopická společnost Jana Marka Marci, 49 stran.

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Fotografie Přehrada Souš

Příloha č. 2 - Fotografie + schéma Odlučovač ropných látek lapol

Příloha č. 3 - Výsledky vybraných měření koncentrací NEL

Příloha č. 4 - Mapa vodní nádrže Souš s vyznačenými lapoly

Příloha č. 5 - Schéma IČ spektrometru

Příloha č. 6 - Smlouva o nadačním příspěvku na diplomovou práci (Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor)

Přehrada Souš



Obrázek 1 – Kaskádová výpust



Obrázek 2 – Pohled na nádrž s vodárenskou věží

Odlučovač ropných látek - Lapol



Obrázek 1 – Lapol, čelní přítok



Obrázek 2 – Lapol, boční přítok

Odlučovač ropných látek - Lapol



Obrázek 3 – První oddíl odlučovače



Obrázek 4 – Třetí oddíl odlučovače s adsorberem

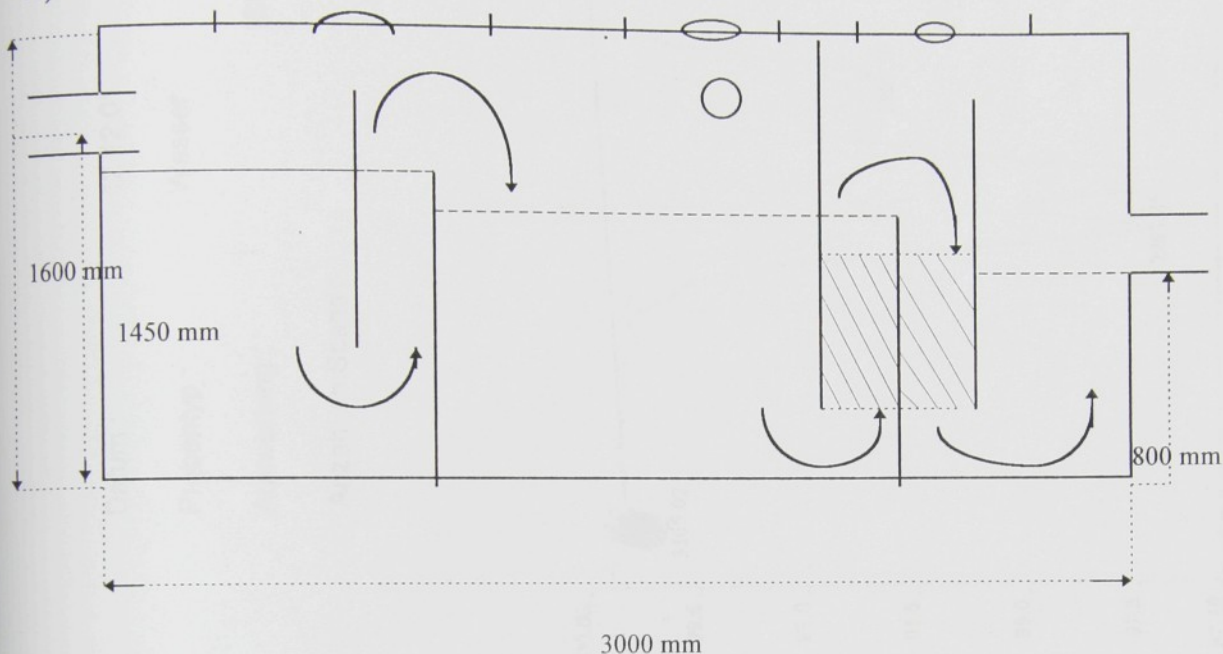
Odlučovač ropných látek - Lapol



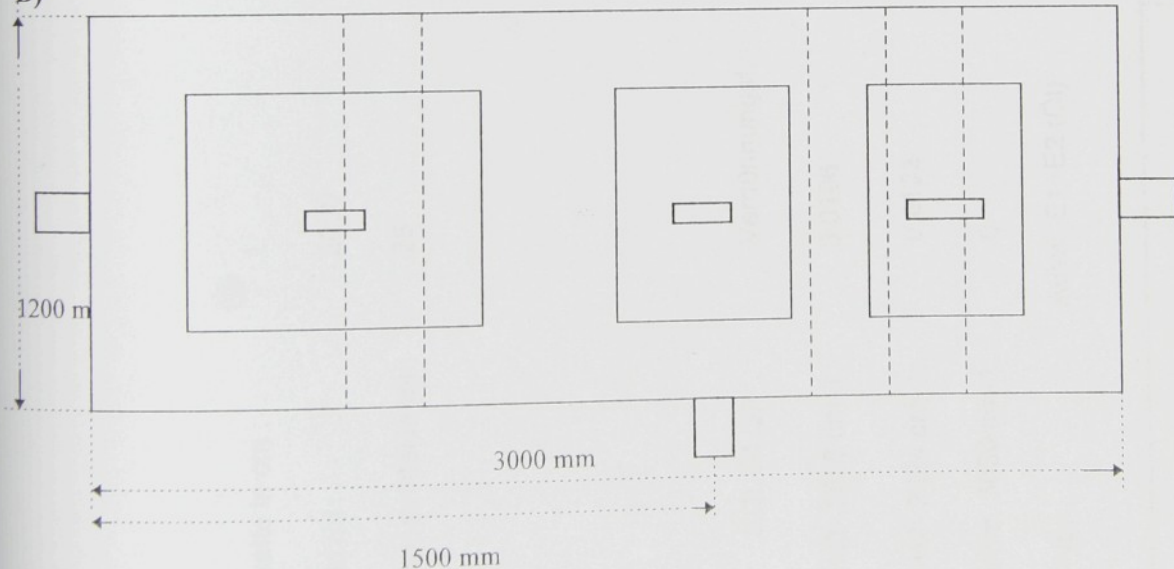
Obrázek 5 – Otevřený lapol - celkový pohled

Schéma uspořádání lapacího zařízení (lapolu)

A)



B)



Na schematu označeném písmenem A je znázorněn boční pohled na lapací zařízení. Je na něm znázorněn systém přepážek rozdělující Lapol na tři oddíly a je zde vidět jakým způsobem protéká voda tímto zařízením a přes filtry.

Schéma B ukazuje jak vypadá toto odlučovací zařízení v půdorysu. Toto schéma je doplněno jeho rozměry a naznačením rozestavení přepážek v něm.

Výsledky vybraných měření koncentrací NEL

Datum : 12.12.01
Probentyp : Wasser
Auswertung : ISO
Anzahl an Scans : 4

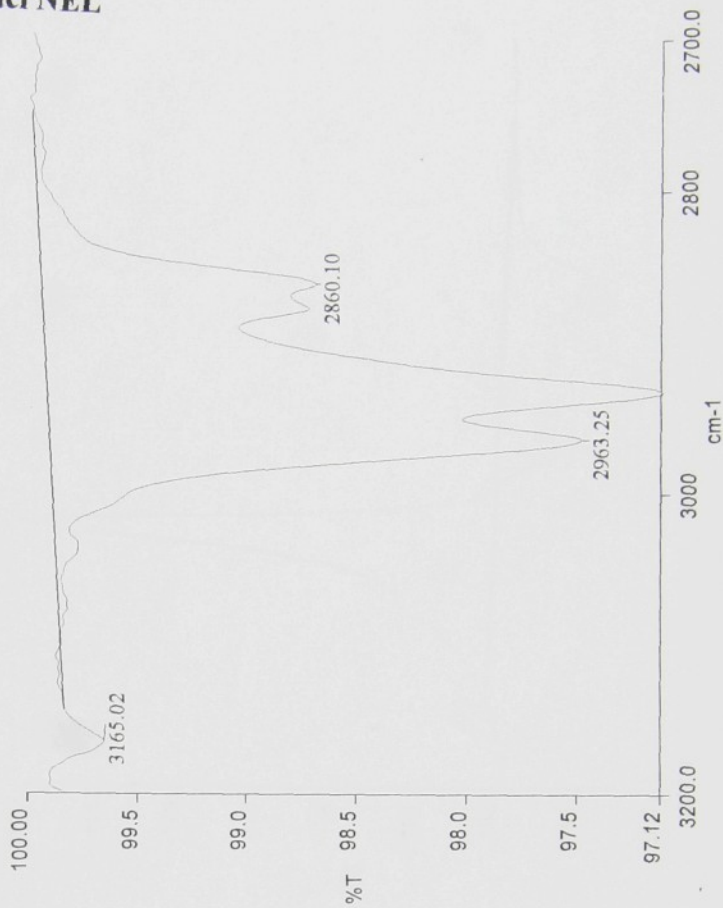
TUL
Bearbeiter :
Schichtdicke Küvette in cm : 1
Volumen Probe in ml : 2000
Volumen Extraktionsmittel in ml : 25

Probe:

Probennummer:
Dateiname: SOUŠ1.SP
Verdünnungsf.: 1
Extinktion E1 CH3- 2958 cm-1: 0.0106
Extinktion E2 CH2- 2924 cm-1: 0.0123
Extinktion E3 arom. 3030 cm-1: 0

Standard KW-Typ: Ausw. E1+E2 (Öl)

Standard-Ergebnis:	65.1 µg/l
--------------------	-----------



Výsledky vybraných měření koncentrací NEL

Datum : 12.12.01
Probentyp : Wasser
Auswertung : ISO
Anzahl an Scans : 4

TUL
Bearbeiter :
Schichtdicke Küvette in cm : 1
Volumen Probe in ml : 2000
Volumen Extraktionsmittel in ml : 25

Probe:

Probennummer:

Dateiname: SOUŠ25.SP Verdünnungsf.: 1

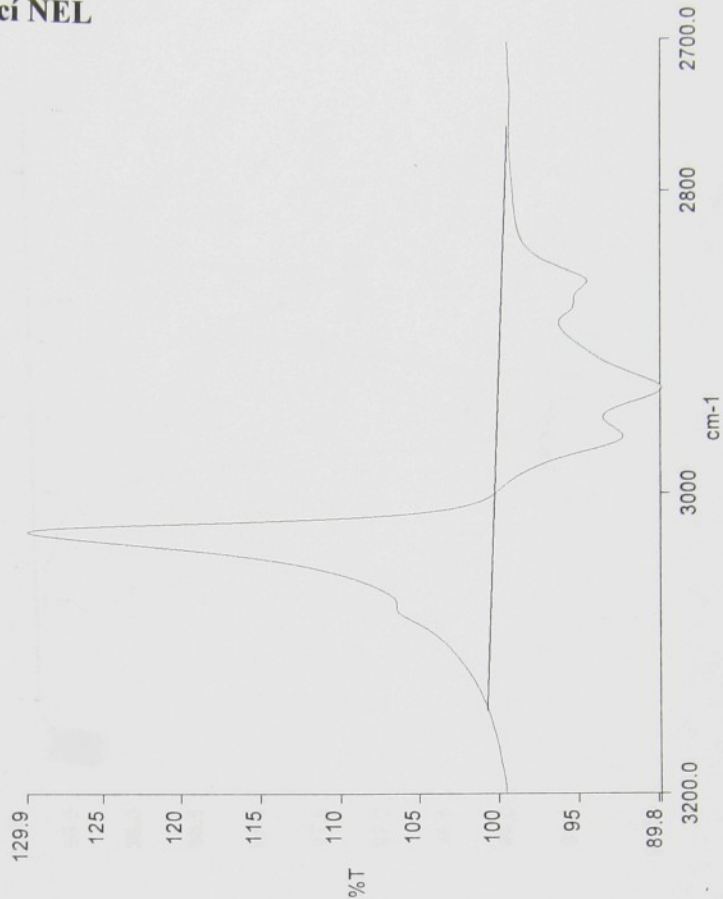
Extinktion E1 CH3- 2958 cm-1: 0.0351

Extinktion E2 CH2- 2924 cm-1: 0.0463

Extinktion E3 arom. 3030 cm-1: 0

Standard KW-Typ: Ausw. E1+E2 (Öl)

Standard-Ergebnis: 0.23 mg/l



Výsledky vybraných měření koncentrací NEL

Datum : 12.12.01
Probentyp : Wasser
Auswertung : ISO
Anzahl an Scans : 4

TUL
Bearbeiter :
Schichtdicke Küvette in cm : 1
Volumen Probe in ml : 2000
Volumen Extraktionsmittel in ml : 25

Probe:

Probennummer:

Dateiname: SOUŠ4.SP Verdünnungsf.: 1

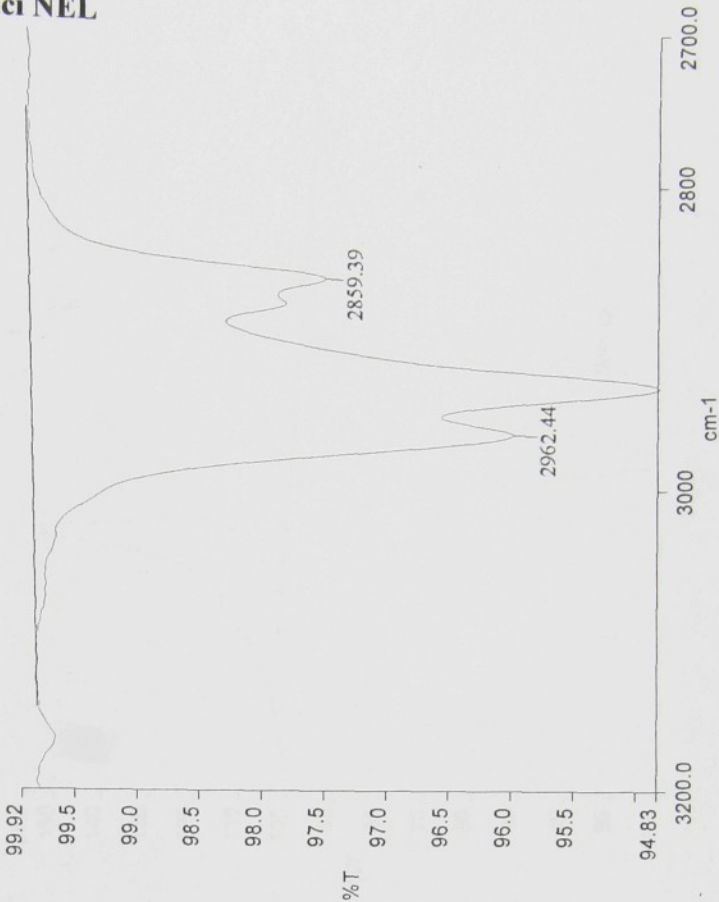
Extinktion E1 CH3- 2958 cm-1: 0.0171

Extinktion E2 CH2- 2924 cm-1: 0.0224

Extinktion E3 arom. 3030 cm-1: 0

Standard KW-Typ: Ausw. E1+E2 (Öl)

Standard-Ergebnis:	0.11 mg/l
--------------------	--------------



Výsledky vybraných měření koncentrací NEL

Datum : 12.12.01
Probentyp : Wasser
Auswertung : ISO
Anzahl an Scans : 4

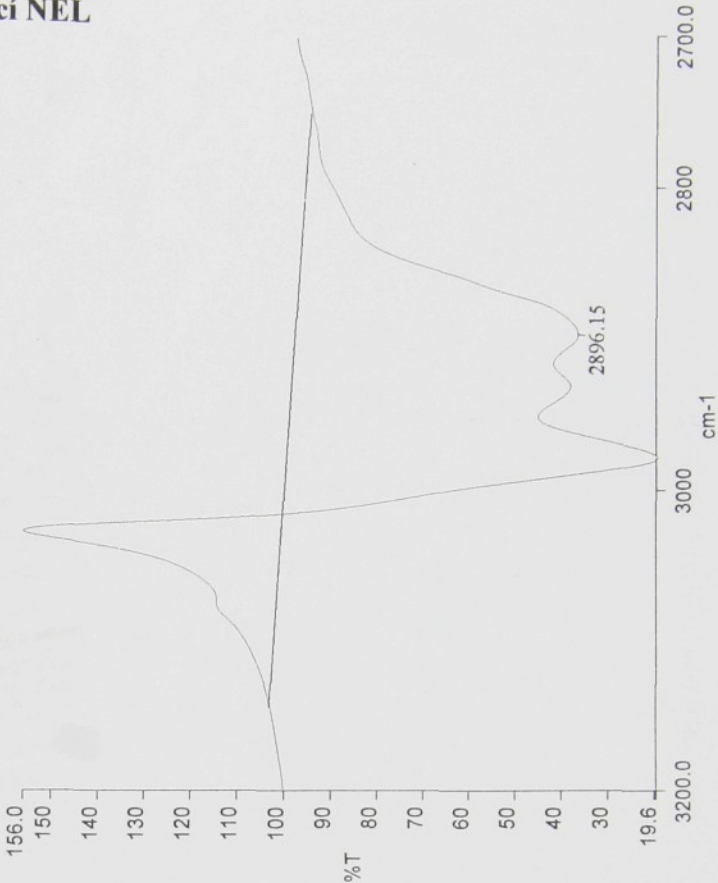
TUL
Bearbeiter :
Schichtdicke Küvette in cm : 1
Volumen Probe in ml : 2000
Volumen Extraktionsmittel in ml : 25

Probe:

Probennummer:
Dateiname: SOUŠ41.SP Verdünnungsf.: 1
Extinktion E1 CH3- 2958 cm⁻¹: 0.5763
Extinktion E2 CH2- 2924 cm⁻¹: 0.4081
Extinktion E3 arom. 3030 cm⁻¹: 0

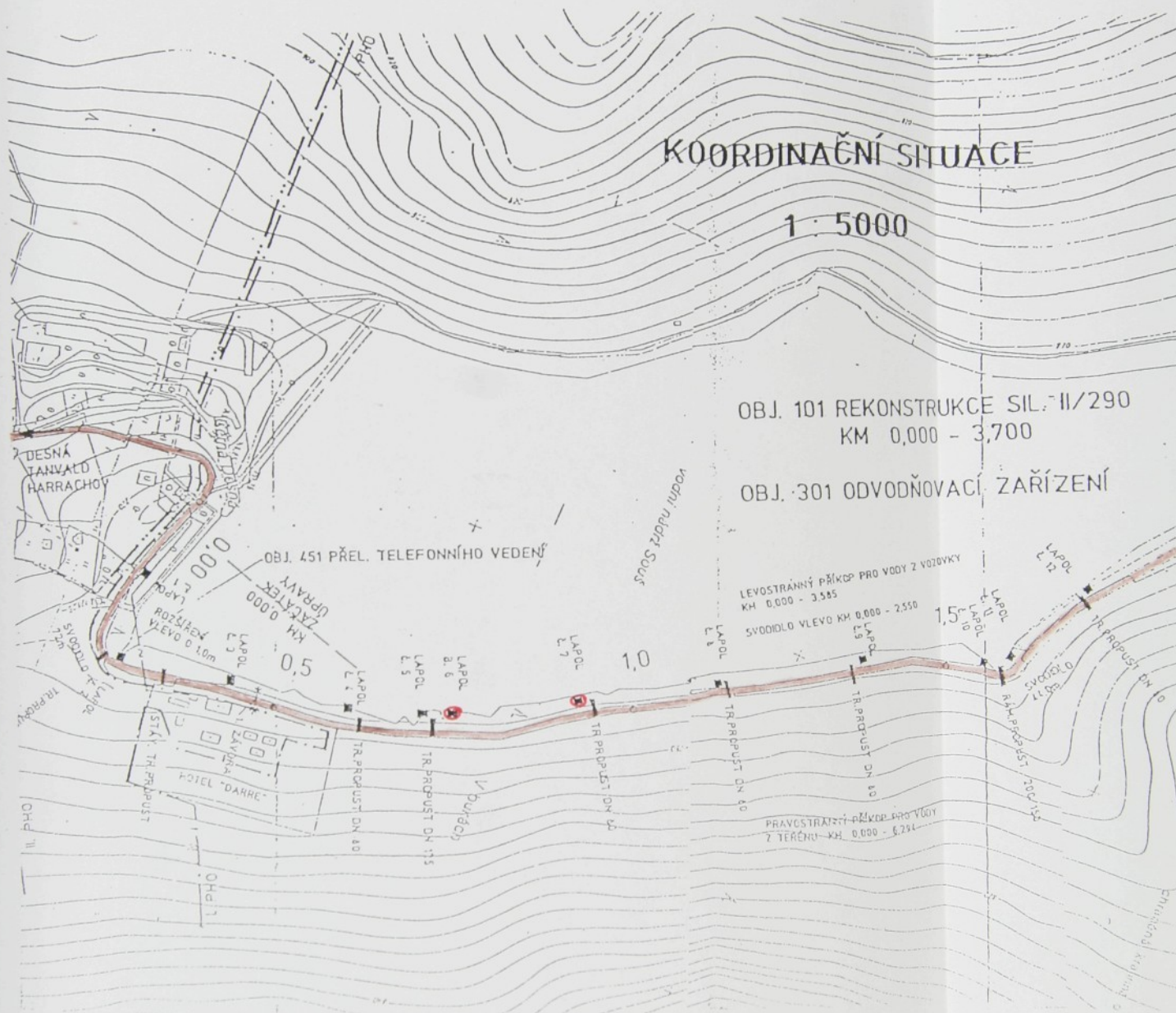
Standard KW-Typ: Ausw. E1+E2 (Öl)

Standard-Ergebnis:	2.69 mg/l
--------------------	-----------



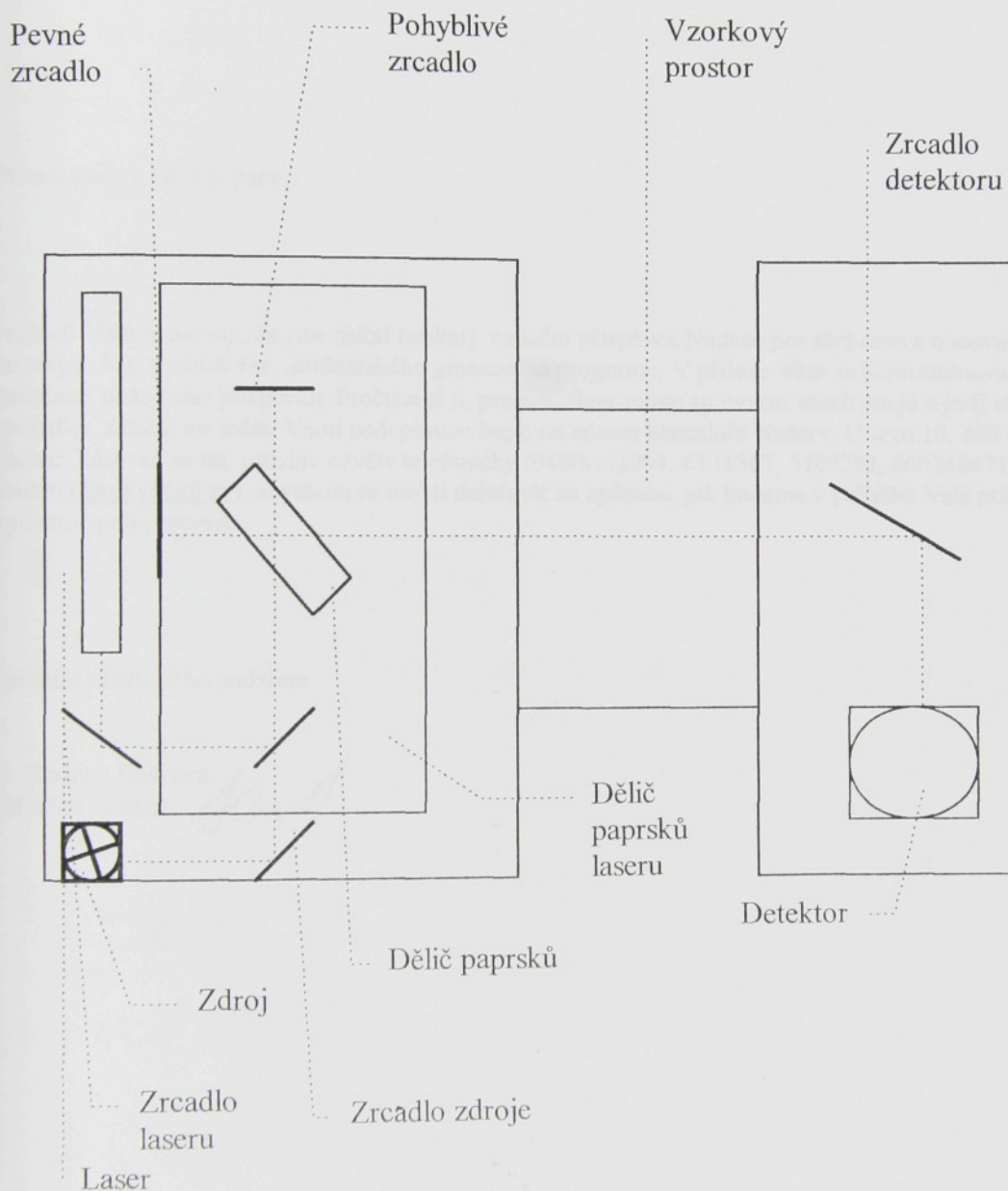
Vodní nádrž Souš - mapa

měřítko 1 : 5000



Schema IČ spektrometru

Schema znázorňuje IČ (infračervený) spektrometr značky Nicolet impact 400. I když toto není přístroj, na kterém bylo provedeno měření, jeho princip je však prakticky stejný, proto je možné využít schematu tohoto přístroje.



- Zdroj IČ záření - golbar Ever - GloTM
- Detektor - pyroelektrická DTGS (deuterovaný triglycinsulfát)

Spektrální rozsah přístroje - 400 - 7800 cm⁻¹

Zařízení je řízeno mikropočítačem se softwarem Omnic. Má možnost porovnání s knihovnou IČ absorpčních spekter pomocí programu Search.



Kancelář:

Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor
U Jezu 10

Tel.:

460 01 Liberec

E-mail:

048-6131091, -6131567

jizerky@iol.cz

Liberec, 26.9.2001

Vážená slečno, vážený pane,

S radostí Vám oznamuji, že jste získal (získal) nadační příspěvek Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor v rámci tzv. Studentského grantového programu. V příloze Vám zasílám smlouvu o poskytnutí nadačního příspěvku. Pročtěte si ji, prosím, zkontroluje správnost všech údajů a je-li vše v pořádku, zašlete mi jednu Vámi podepsanou kopii na adresu kanceláře Nadace, U Jezu 10, 460 01 Liberec. Zároveň se mi, prosím, ozvěte telefonicky (048/6131091, 6131567, 5109292, 0602684718) nebo mailem (jizerky@iol.cz), abychom se mohli domluvit na způsobu, jak budeme v průběhu Vaší práce na diplomce spolupracovat.

S přáním příjemného podzimu

Dr. Blažena Hušková
Ředitelka Nadace

Smlouva o poskytnutí nadačního příspěvku

č. 6/2001

Nadační příspěvek poskytuje :

Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor

Se sídlem : Ohrazenice 119, 511 01 Turnov

(adresa pro písemný styk : U Jezu 10, 460 01 Liberec)

IČO : 46746030

Zastoupená : dr. Františkem Pelcem, předsedou správní rady

(dále jen „dárce“)

Nadační příspěvek přijímá :

Vratislav Kacetl

(odborný garant : Josef Šedlbauer)

adresa : Elišky Krásnohorské 2318, 544 01 Dvůr Králové ad Labem

rodné číslo : 780105/3579

(dále jen „příjemce“)

Předmět smlouvy

Předmětem této smlouvy je poskytnutí nadačního příspěvku ve výši 1 200 Kč na zpracování diplomové práce „Stanovení ropných látek ve splaškové vodě ze Soušské silnice“.

Podmínky udělení nadačního příspěvku :

1. Příjemce se zavazuje použít nadační příspěvek pouze pro účely uvedené v předchozím článku.
2. Při zpracování diplomové práce část bude příjemce spolupracovat s odborníky ze Správy CHKO Jizerské hory.
3. Vyúčtování včetně kopií účetních dokladů a písemnou zprávu o realizaci projektu předloží příjemce dárce k 31.5.2002.
4. Příjemce umožní dárce průběžnou kontrolu procesu realizace projektu.
5. V případě nedokončení projektu vrátí příjemce nevyužitou a nevyúčtovanou nadačního příspěvku dárce.
6. Veškeré materiály, které budou o projektu zveřejněny, budou obsahovat informaci o podpoře Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor
7. V diplomové práci bude uvedeno : „Tato diplomová práce vznikla s podporou Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor a Československé obchodní banky v rámci Studentského grantového programu“.
8. Příjemce poskytne dárce 1 paré diplomové práce.

Způsob poskytnutí nadačního příspěvku :

Finanční částka, která je předmětem této smlouvy, bude příjemci poskytnuta v jediné splátce v hotovosti. Platba bude provedena do 14 dnů po nabytí účinnosti smlouvy.

Závěrečná ustanovení :

1. Tato smlouva je vyhotovena ve dvou stejnopisech, každá ze smluvních stran obdrží po jednom.
2. Tato smlouva nabývá účinnosti dnem podpisu oběma smluvními stranami.

V Liberci, 26.9.2001

Dárce :

Nadace pro záchranu a obnovu Jizerských hor

Dr. František Pelc, předseda správní rady

Příjemce :

Vratislav Kacetl

NADACE PRO ZÁCHRANU
A OBNOVU JIZERSKÝCH HOR
Ohrazenice 119, 511 01 TURNOV
IČO:46746030

Kacetl Vratislav