

Jihočeská Univerzita v českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra fyziky

**Analýza chemického složení železných kovů se zaměřením
na optickou emisní spektrometrii**

Bakalářská práce

Vypracoval: Tomáš Štěch

Vedoucí bakalářské práce: PaedDr. Bedřich Veselý

České Budějovice 2007

Anotace

Analýza chemického složení železných kovů se zaměřením na optickou emisní spektrometrii

Obsahem bakalářské práce je vybrat vhodnou úlohu, pro spektrální analýzu chemického složení železných kovů ve školních podmínkách. Následně vytvořit metodický návod pro postup, analytických zkoušek, zpracování dat a jejich interpretaci v měřicím protokolu.

Kapitoly se skládají z teoretického úvodu, rozdělení nejfrekventovanějších metod analytických zkoušek a konzultace metodiky měření s pracovníkem z praxe.

Annotation

Analysis of the chemist of ferrous metals with the focus on the optical emissive spektrometry

Purport of the bachelor these sis to choose a fitting composition for the spectral analyse of the chemist of ferrousmetals at the school conditions. Consequently to create a methodical instruction for the process, analytic tests, data processing and their interpretation in the measuring protocol.

The chaptures consist of the theoretic introduction, division of the most frequent methods of the analytic tests and counsel of the methodology of the measuration with the worker from the profession.

Klíčová slova: spektrální analýza, analýza složení kovů (analysis spectral, analysis of the chemist ferrousmetals)

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu PaedDr. Bedřichu Veselému, který byl po celou dobu nápomocen cennými radami, a obohatil mou práci spoustou věcných poznámek.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. V platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Obsah

Obsah.....	5
1. Úvod.....	6
2. Teoretická část.....	7
2.1. Elektromagnetické záření	7
2.2. Elektromagnetické spektrum.....	8
2.3. Optické spektrální metody.....	10
2.3.1. Atomová emisní spektrometrie.....	14
2.3.2. Atomová absorpční spektrometrie.....	16
2.3.3. Molekulová absorpční spektrometrie v UV a VIS oblasti	18
2.3.4. Kontinuální průtoková analýza.....	20
2.3.5. Průtoková injekční analýza.....	20
2.3.6. Fluorimetrie.....	21
2.3.7. Nukleární magnetická rezonance.....	22
2.3.8. Ramanova spektroskopie.....	22
2.3.9. Hmotností spektroskopie.....	23
3. Popis optického emisního kvantometru.....	24
4. Výrobně provozní část.....	35
4.1. Popis hutního provozu.....	35
5. Postup v praxi.....	45
6. Protokol - analýza chemického složení oceli.....	50
7. Závěr.....	55
8. Literatura.....	56
9. Přílohy.....	57

Úvod

Bakalářská práce se zabývá analýzou složení kovů. Při zpracování práce jsem měl možnost podívat se do provozu, proto se nezaměřuji na teorii a popis jednotlivých metod, ale pokusím se nahlédnout přímo do provozu praxe v ČKD Kutná Hora, pobočka v Českých Budějovicích. V hutních provozech je analýza kovů nezbytnou součástí denního provozu.

Základ strojírenské výroby v českých zemích dala CK Rakousko, které soustředilo většinu průmyslové výroby do Čech. Strojírenský průmysl byl pak za 1. ČSR nejvýznamnějším průmyslovým odvětvím. V 30. letech minulého století patřilo Československo mezi 10 nejvýznamnějších strojírenských států na světě a toto postavení si zachovalo až do 80. let. Již při prvním nahlédnutí do mapy průmyslu České republiky je patrné, že jsou strojírenské závody rozptýleny po celé republice. Naše strojírenství zahrnuje velké množství nejrozličnějších oblastí. Výrobně navazují nejen na hutní základnu, ale i vzájemně je mezi nimi často velká propojenost.

Toto odvětví nabízí i v budoucnosti velice dobré šance firemního růstu a tato dobrá perspektiva mne do značné míry motivovala k výběru tématu této práce. Dalším kritériem bylo to, že jsem si mohl prohloubit své vědomosti v oblasti fyziky o praktické zkušenosti.

Úvodní teoretická část popisuje spektrometrické metody. V další části je důkladněji popsána atomová emisní spektroskopie, ke které je vypracován analytický postup měření a jeho metodika. Je zde popsáno krok za krokem, jak má student při měření správně postupovat.

Rutinní postupy podle normovaných algoritmů za nás provede počítač za použití speciálního softwaru, ale je třeba vědět jak přístroj nastavit, jak zacházet se vzorkem a jak pracovat s daty, které nám počítač na výstupu dá.

Cílem práce je dát studentům dostatek podkladů a zpracovat tak metodiku práce, aby byli schopni samostatné práce s atomovým emisním spektrometrem.

Teoretická část

Elektromagnetické záření

Již v 19. století vznikla představa, že světlo lze zobrazit jako kmitající elektrické a magnetické pole, šířící se v prostoru jako vlnění.

Charakteristika elektromagnetického záření:

- Má duální podstatu, tj. **vlnově - částicový (korpuskulární) charakter**. Podle této teorie má záření jednak vlastnosti vlnové, tj. ohýbá se, odráží, láme atd. a zároveň se chová jako proud elementárních kvant energie, fotonů, které se pohybují jako částice. Fotony si lze představit jako malé dávky energie šířící se prázdným prostorem rychlostí světla.
- Každé elektromagnetické vlnění je možno charakterizovat několika základními veličinami.
- Vlnový popis záření:
 - ✓ **frekvence (=kmitočet), ν (s^{-1} =Hz)** udává počet kmitů za sekundu, většinou se používají násobky jednotky kHz, MHz
 - ✓ **vlnová délka, λ (m)** dráha o kterou postoupí vlna za dobu jednoho kmitu (dvojnásobná vzdálenost dvou sousedních uzlů), v optických metodách se používají μm (10^{-6} m), nm (10^{-9} m), pm (10^{-12} m)
 - ✓ **vlnočet, ν (m^{-1})** počet kmitů či vlnových délek připadajících na jednotku délky, nejčastěji na 1cm. Je převrácenou hodnotou vlnové délky ($\nu=1/\lambda$)
 - ✓ **rychlost záření, v (m/s)** je vzdálenost, o kterou postoupí vlna za sekundu, platí vztah $v=v.\lambda$. Ve vakuu se elektromagnetické záření šíří maximální rychlostí, tj. $c\cong 3.10^8$ m/s, v ostatních prostředích je rychlost záření poněkud menší.
- Vlnově-částicový popis záření, kvantová teorie:
 - ✓ v kvantové teorii lze každé vlnové délce přiřadit energii světelných kvant podle vztahu: $E = h \cdot \nu$ $h \dots$ Planckova konstanta = $6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s
 - ✓ energie záření je přímo úměrná jeho frekvenci
 - ✓ energie světelných kvant se nemůže měnit spojitě, ale vždy ve skocích, zahrnujících celistvý násobek $h \cdot \nu$

✓ fotonu lze připsat hmotu m známým vztahem: $m \cdot c^2 = E = h \cdot \nu$

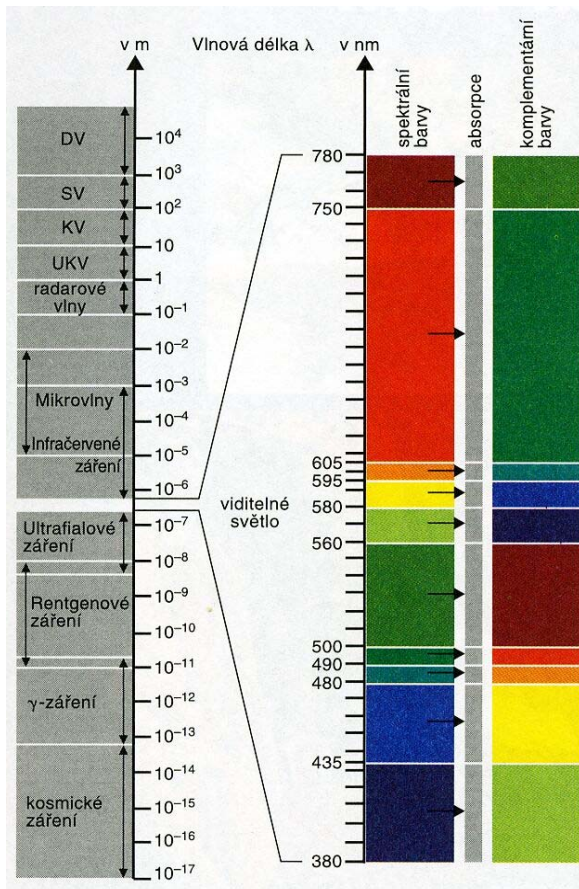
□ Rozdělení elektromagnetického záření na jednotlivé spektrální oblasti podle jejich

vlnových délek:

- záření kosmické - méně než 10^{-3} nm
- záření gama(γ) - 10^{-3} až 10^{-1} nm
- rentgenovo(x-paprsky) - 10^{-1} až 10^1 nm
- ultrafialové(UV) záření - 10^1 až 10^2 nm
- viditelné záření(VIS) - 380-750 nm

(fialová-modrá-zelená-žlutá-oranžová-červená)

- infračervené(IR) záření - 10^3 - 10^5 nm
- mikrovlnné záření - 10^5 - 10^9 nm
- radiové vlny - více než 10^9 nm

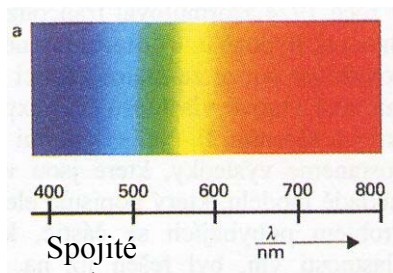


Spektrum elektromagnetického záření (doplňkové barvy)

Co je elektromagnetické spektrum a jak vzniká?

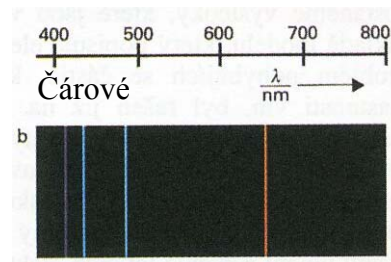
Pokud budete sledovat různé optické vlastnosti v závislosti na vlnové délce elektromagnetického záření nebo jí úměrné veličině, pak tyto závislosti jsou označovány jako SPEKTRA.

Druhy optických spekter



Podle tvaru (vzhledu) spektra:

- **Spojité spektrum** - je spektrum, které vzniká pokud polychromatické záření (různých vlnových délek) necháte procházet optickým hranolem či mřížkou. Jsou v něm zastoupeny záření všech vlnových délek, tedy všechny barvy viditelného spektra. Poskytují ho např. rozpálené tuhé či kapalné látky - rozžhavené vlákno W žárovky, do běla rozžhavený Pt drát, aj.
- **Čárové spektrum** - je spektrum složené z ostrých jasně ohraničených a oddělených čar. Vzniká u rozžhavených plynů a par při nízkých tlacích a poskytují ho atomy.
- **Pásové spektrum** - je spektrum složené ze sady pásů, vytvořených velkým počtem hustě na sebe položených čar. Poskytují ho molekuly.



Podle metody získání spektra:

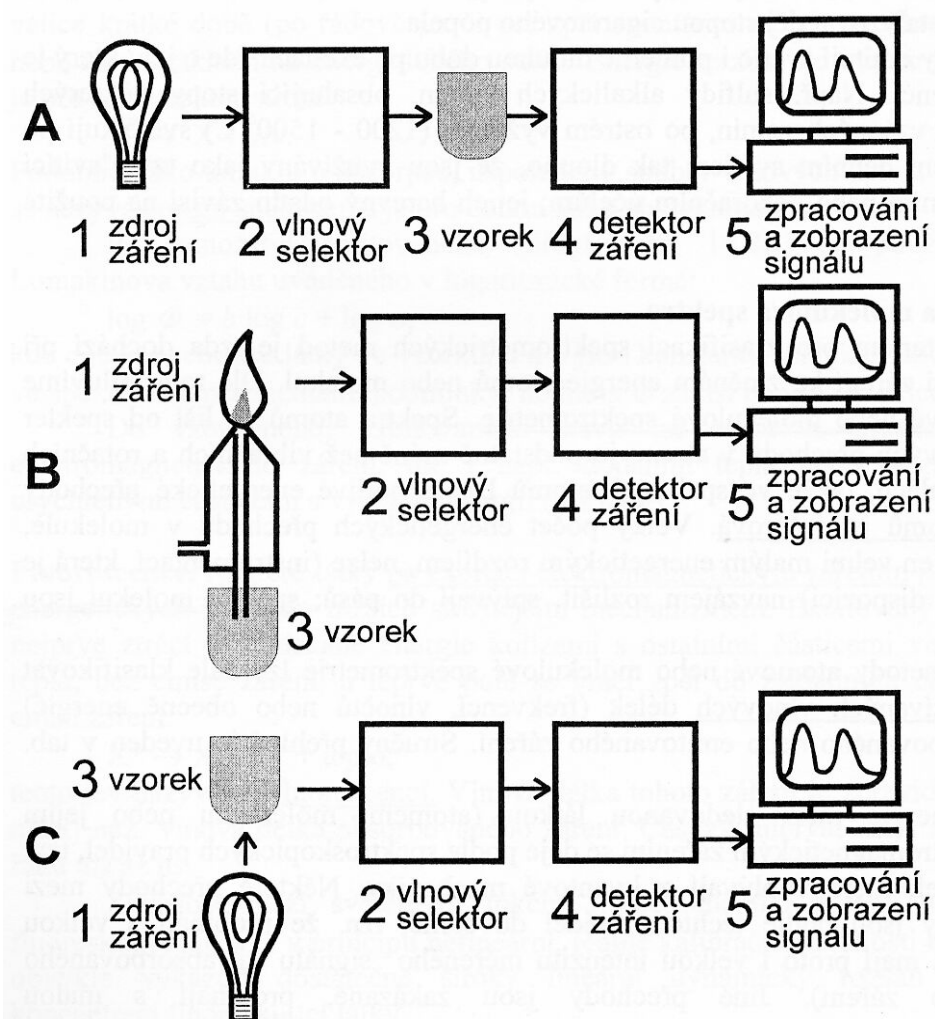
- **Emisní spektrum** - dává záření, které látka umístěná ve zdroji vysílá (emituje).
- **Absorpční spektrum** - získáme, sledujeme-li tu část primárního záření zdroje, kterou látka ve zvoleném prostředí selektivně (výběrově) pohlcuje (absorbuje).
- **Luminiscenční spektrum** - získáme, pokud oba principy spojíme: látka nejprve selektivně absorbuje část primárního záření a toto pohlcené záření přeměňuje na jiné vlnové délky a jako luminiscenční záření jej pak vysílá (emituje).

Mechanismus vzniku spekter

Podle hlavního principu kvantové mechaniky nemůže hmota vyměňovat zářivou energii se svým okolím spojitě, ale jen po celistvých násobcích určitého základního množství, které se nazývá kvantum. Takovým kvantem je např. energie fotonu ($E=h \cdot \nu$), který byl atomem nebo molekulou látky buď pohlcen (absorbován) a nebo naopak vyzářen (emitován).

Výměna zářivé energie je tedy uskutečňována po kvantech a přechody jsou nespojitě.

Optické spektrální metody



Principiální uspořádání spektrálních přístrojů: A - absorpční, B - emisní, C - fluorescenční spektrometrie.

Optické spektrální metody rozlišujeme podle principu na **emisní**, **absorpční** a **luminiscenční** (fluorescenční).

Interakce při nichž dochází k výměně energie mezi zářením a hmotou jsou založeny na skutečnosti, že atomy a molekuly mohou měnit svůj energetický stav přijutím nebo vyzářením energie. O energetickém stavu rozhoduje struktura molekul, atomů či jiných částic. Za normálních podmínek jsou látky v **základním stavu**, který má nejnižší možnou energii, dodáme-li látce (molekule, atomu) přesné množství energie, přejde do energeticky vyššího stavu, který se nazývá **excitovaný**. Totéž lze i opačně, tzn. že látka ve vyšším energetickém stavu může vyzářit kvantum energie a přejít do energeticky nižšího stavu.

U **atomů** přijímají či vyzařují energii pouze elektrony $\Rightarrow \Delta E_{el}$ (elementární změna energie). **Molekuly** se skládají z atomů, atomy se pohybují - vibrují kolem rovnovážných poloh chemické vazby $\Rightarrow \Delta E_{vibr.}$, vykonávají jako celek rotační pohyby $\Rightarrow \Delta E_{rot.}$ a platí $\Delta E_{rot.} \ll \Delta E_{vibr.} \ll \Delta E_{el}$.

Absorpce záření je interakce látky (atom, molekula) se zářením o příslušné hodnotě energie při níž daná **látka přijímá energii**. Velikost absorpce (množství absorbovaného záření určité vlnové délky) se vyjadřuje jako **absorbance (A)**.

Na kyvetu (délka = l) se vzorkem dopadá tok monochromatického záření určité vlnové délky Φ_0 . Část zářivého toku látka absorbuje, neabsorbovaná část zářivého toku o velikosti Φ z prostředí vychází. Množství absorbovaného toku záření Φ_a není přístupné měření.

Transmittance T (propustnost) je podíl zářivého toku vycházejícího z absorbuujícího prostředí Φ , k zářivému toku na kyvetu dopadajícímu Φ_0 .

$$T = \Phi/\Phi_0 \qquad T\% = \Phi/\Phi_0 \cdot 100 \qquad 0 \leq T \leq 1 \quad \Phi \text{ (jednotka } W)$$

Absorbance A = záporně vzatý logaritmus transmittance (nejvíce používaný)

$$A = -\log T = \log 1/T = \log \Phi_0/\Phi \qquad \infty \geq A \geq 0$$

Pro účely kvantitativního hodnocení se využívá **Lambertův-Beerův zákon**, který říká, že absorbance je přímo úměrná součinu koncentrace a síly absorpční vrstvy.

$$A = \varepsilon_{\lambda} \cdot c \cdot l$$

ε_{λ} ... molární absorpční koeficient (pro danou látku) v $l \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$

c ... koncentrace absorbující složky v mol/l

l ... síla vrstvy absorpčního prostředí v cm

Zákon platí obecně pro homogenní i heterogenní systémy, pro zředěné roztoky i pro nízké koncentrace ($<10^{-2}$ mol/l) a pro monochromatické záření. Je podkladem pro kvantitativní stanovení, založeného na této přímé úměrnosti. Grafickým vyjádřením zákona je funkce $A = f(c) \Rightarrow$ při konstantní tloušťce prostředí, je přímka. Sklon přímky udává molární absorpční koeficient.

Funkční závislosti některé z veličin, jež charakterizují absorpci zářivé energie (T%, α %, A, ε , $\log \varepsilon$) v závislosti na vlnové délce nebo vlnočtu procházejícího záření se označují jako **absorpční spektra**.

Nejčastěji se používá závislost $A=f(\lambda)$, protože lze přímo získat na registračním zařízení, všechny ostatní závislosti musíme vypočítat. Vyhodnocujeme přítomnost maxim, minim, inflexních a izosbestických bodů. K analýze se hodí ty roztoky, které mají výrazné absorpční maximum.

Emise záření je opačný proces než absorpce. Látka, která byla excitována (dodáním energie do vyššího energetického stavu) přechází ve velice krátké době (μs , ns) zpět spontánní emisí na některý z nižších stavů nebo až do základního energetického stavu. Částice se přebytečné energie zbavuje emisí.

Základní části spektrálních přístrojů

Optické spektrální přístroje se skládají z pěti základních částí: ze **zdroje záření**, z **pomocné optiky**, **zařízení pro umístění vzorku**, ze **základních funkčních prvků** a z **detektoru záření**.

Zdroje záření jsou části přístroje, které umožňují excitaci vzorku. Rozlišujeme je podle typu poskytovaného záření.

Například: **W žárovka** (poskytuje UV, VIS, IR záření), **vodíková** a **deuteriová výbojka** (poskytují intenzivní UV záření), **vysokotlaká xenonová výbojka** (poskytuje záření pro fluorescenci), **lasery** (poskytují UV, VIS, IR záření), **rtuťová výbojka** (poskytuje UV, VIS záření).

Pomocná optika má za úkol vést přístrojem svazek paprsků tak, aby bylo maximálně využito zářivého toku zdroje.

Například: **zrcadla** (plochy odrážející záření, odrazová plocha - lesklý Al \Rightarrow odráží 90 a více % dopadajícího zářivého toku), **rovinná zrcadla** (slouží ke změně směru svazku paprsku), **dutá zrcadla**, **čočky** (zaostřovací prvky), **světlovody**, **odrazové hranoly a clony** (štěrbiny).

Zařízení pro umístění vzorku se liší v technice metody. U atomových spektrálních metod není vzorek v uzavřeném prostoru, ale ve formě oblaku atomů. V molekulových spektrálních metodách jsou vzorky umístovány ve speciálních válcových nebo častěji v hranatých nádobách - kyvetách. Musí být z vhodného materiálu, který je propustný pro používanou oblast vlnových délek. Pro UV oblast se používá křemenné sklo, pro VIS oblast je použitelné běžné sklo nebo plastik.

Základní funkční prvky označujeme jako disperzní. Rozkládají polychromatický svazek záření na vějířovitě rozložené svazky jednotlivých vlnových délek.

Například: **Lámaný hranol** - při průchodu záření hranolem se paprsky lámou podle různých vlnových délek. **Ohybové mřížky** - skleněné či křemenné destičky, ve kterých je vyryto velké množství rovnoběžných stejně vzdálených vrypů. Dopadá-li na mřížku svazek paprsků, dochází k jejich ohybu, z každé štěrbině se záření šíří všemi směry a štěrbina se chová tak, jako by byla sama zdrojem. Světelné paprsky za štěrbinou interferují a tak může docházet k zesílení či zeslabení intenzity záření.

Monochromátory - pomocí nich se ze spektra mechanicky vymezí jen jeho určitá část. Mezi ně patří filtry sloužící k vymezení co možno nejužšího pásu monochromatického světla ze spojitého záření, polarizační hranoly, které jsou založeny na optickém dvojlomu.

Detektory záření jsou zařízení, která převádějí energii záření v jinou formu energie, kterou je možno jednoduše měřit.

Například: **energie fotochemická** - oko (nejjednodušší detektor, vnímá záření ve VIS oblasti (380-760 nm), není schopné absolutního měření, oko není stejně citlivé ke všem barvám), fotografická citlivá vrstva, **energie fotoelektrická** - fotoelektrické články, **energie ionizační** - počítač.

Atomová emisní spektrometrie (AES)

Atomová emisní spektrometrie se zabývá zkoumáním a využitím záření vysílaného volnými excitovanými atomy, popřípadě ionty prvků, v plynném stavu. Metoda je vhodná pro zjišťování prvkového složení pevných vzorků i vzorků v roztoku.

Princip metody: Zkoumaná látka je převedena do excitovaného atomárního stavu dodáním energie (působením vysokých teplot) v budícím zdroji. Při přechodu zpět do energeticky chudších stavů vzorek přebytek energie vyzáří ve formě polychromatického, nespojitého záření. Záření se skládá z určitých vlnových délek, charakteristických pro prvky přítomné ve vzorku. Rozkladem tohoto záření monochromátorem získáme **čárové spektrum**. Kvalitativní složení vzorku se zjišťuje z polohy čar ve spektru. Kvantitativní obsah složek ve vzorku zjistíme z intenzity těchto spektrálních čar.

Základy buzení: Za normální teploty jsou ze všech prvků v atomárním stavu v plynné fázi pouze inertní plyny a v dostatečné koncentraci ještě rtuť, ostatní prvky mají příliš vysokou tenzi par a vyskytují se pouze vázané ve sloučeninách. Mají-li být převedeny na volné atomy, je třeba je vypařit a tepelnou disociací atomizovat. Aby byly rozloženy i sloučeniny nespolehlivě disociující, musí být vzorek zahřátý na několik tisíc °C, při této teplotě pokračuje rozklad na ionty a volné e⁻, vznikne plazma. Tento převod vzorku do plazmatického stavu obecně nazýváme TRANSPORT VZORKU.

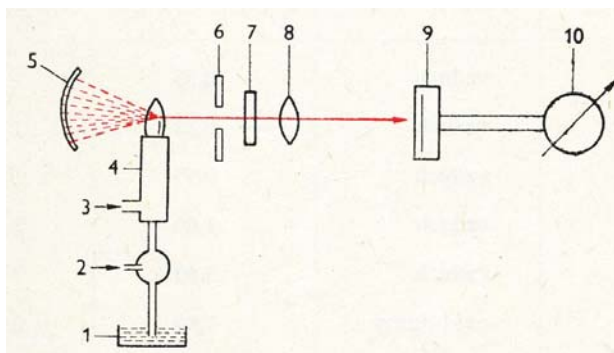
Takto se atomy dostávají do vzbuzeného stavu a valenční e⁻ přejdou ve skocích na některou vyšší energetickou hladinu. V tomto nestabilním stavu je atom velmi krátce (10⁻⁸ s) a pak se

elektrony vrací na některou nižší energetickou hladinu, popřípadě až na základní hladinu, což je provázeno spontánní emisí fotonů.

Plamenová fotometrie je fyzikálně chemická analytická metoda založena na principu emisní spektrální analýzy.

Budícím zdrojem je **plamen** (okysličovadlo a palivo), vzorek je ve formě aerosolu rozmlžován do plamene, kde dochází k odpaření roztoku, rozkladu solí, disociaci a excitaci atomů. Volné atomy při excitaci přijmou určité kvantum energie (z plamene) a elektrony přejdou na vyšší energetické hladiny. Vnější projevem excitace je změna barvy plamene. Vzniklé emisní záření se pomocí pomocné optiky a monochromátoru usměrňuje na detektor a vhodným měřicím přístrojem se indikuje.

Instrumentace:



*Schéma plamenového fotometru
(1-vzorek, 2,3-přívod paliva a okysličovadla, 4-hořák,
5-8-pomocná optika, 9-signalizační zařízení, 10-detektor)*

Využití plamenové fotometrie:

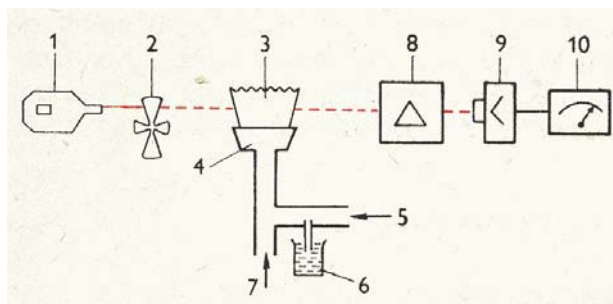
- pro stanovení malých množství alkalických kovů a kovů alkalických zemin (Na, K, Li, Ca, Sr, Mg) a pro stanovení některých dalších kovů (Al, B, Zn, Cu, ...)
- stanovení kovů v půdě, ve vodě, v hnojivech, v rostlinách a rostlinných potravinách, v minerálních vodách, ve víně, v pivě a v nealkoholických nápojích

Atomová absorpční spektrometrie (AAS)

Princip metody: Při atomové absorpční spektrometrii se měří úbytek elektromagnetického záření (absorbance) způsobený absorpcí volnými atomy prvků, které musí být v plynné fázi. Atomy vzorku se do plynné fáze dostávají procesem zvaným atomizace. Podmínky atomizace jsou voleny tak, aby absorbující atomy nebyly excitovány, ale zůstaly v základním energetickém stavu.

Dodáme-li atomizované látce energii vnějším zásahem (např. prostřednictvím kvant záření, zahřátím na vysokou teplotu, ...) převedeme atomy ze základního stavu do stavu excitovaného. Při absorpci bude atom přecházet z jednoho energetického stavu E_1 do vyššího energetického stavu E_2 , které se od sebe liší o rozdíl energií $\Delta E = h\nu$. To do jakých energetických stavů bude atom přecházet je dáno jeho vnitřním uspořádáním (tzn. že velikost předávané energie závisí na vzdálenostech dovolených energetických hladin). K uskutečnění přechodu mezi blízkými energetickými hladinami je zapotřebí dlouhovlnného záření a naopak.

Instrumentace:



*Schéma AAS
(1-výbojka s dutou katodou, 2-přerušovač, 3-absorpční prostředí, 4- hořák, 6-vzorek, 5,7-přívod paliva a okysličovadla, 8,9-signalizační zařízení, 10-detektor)*

Zdrojem záření jsou nejčastěji výbojky s dutou katodou poskytující velmi úzké rezonanční čáry. Jsou to skleněné baňky se zatavenými elektrodami, evakuované a plněné Ne nebo Ar o tlaku několik set Pa. Katoda je dutý váleček z kovu, který chceme stanovovat, anoda bývá drát z těžkotavitelného kovu - W, Ni, Zr, Ta. Při vložení stejnosměrného napětí nastává

doutnavý výboj a z výbojky vystupuje křemenným okénkem emisní atomové spektrum daného kovu.

Pro každý prvek je zapotřebí používat výbojku určenou právě pro tento prvek. V některých speciálních případech jsou k dispozici výbojky pro stanovení více prvků.

Dalšími zdroji mohou být: spektrální lampy - zhotovené pro lehce excitovatelné prvky jako Na, K, Rb, Cs nebo bezelektrodové výbojky - určené pro těžké prvky, jsou to křemenné baňky plněné vzácným plynem v nichž je zataveno miligramové množství příslušného kovu nebo jeho těžkého halogenidu.

Absorpční prostředí je realizováno atomizátorem, tj. zařízením, které je schopno dostatečně účinně převést stanovované pevnky z roztoku vzorku do plynného atomárního stavu. Atomizaci lze provádět v plameni nebo elektrotermicky.

Při plamenové atomizaci se pro atomizaci využívá plamenů hořících směsí paliva a okysličovadla. Palivem je nejčastěji acetylén a oxidantem vzduch nebo oxid dusný. Před hořák je umístěna mlžná komora, roztok vzorku je nasáván kapilárou a unášen ve formě aerosolu do plamene, část aerosolu kondenzuje v mlžné komoře a jen malá část se dostane do plamene. V plameni dochází k vypaření a disociaci sloučenin na volné atomy.

Elektrotermická atomizace je založená na odpařování vzorku z elektricky vyhřívané podložky (např.: grafitová kyveta), která je umístěná v optické dráze přístroje.

Využití metody AAS:

- ke kvantitativní analýze prakticky všech prvků periodického systému (např. Zn, Cr, Ni, Cu, Pb, Mg, Mn, Al, Cd, Fe, Ca) o velmi nízkých koncentracích (mg - $\mu\text{g/l}$)
- analýza pitných, minerálních i odpadních vod, piva, vína a nealkoholických nápojů (nehodí se pro protlaky, kečupy, džusy - obsahují rušící pevné částice)
- ke kontrole přípustného obsahu kovů v potravinách, kam se mohou dostat z postřiků, hnojiv, pesticidů, kovových obalů, apod.
- ke stanovení kovů v půdách, rostlinách, při kontrole znečištění životního prostředí, v petrochemii ke stanovení kovů v ropě, benzínech, olejích, ve zdravotnictví pro stanovení kovů v tělních tekutinách, v toxikologii, v soudním a pracovním lékařství

Molekulová absorpční spektrometrie v UV a VIS oblasti

V současné době se molekulová absorpční spektrální analýza pro svou rychlost, experimentální nenáročnost, přesnost a citlivost považuje za jednu z nejužívanějších analytických metod pro stanovování látek v roztocích.

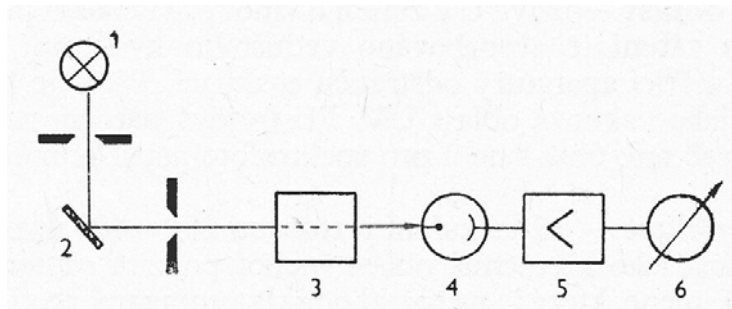
Princip metody: Stanovení látek molekulovou absorpční spektrometrií je založeno na měření absorpce elektromagnetického záření molekulami látek v ultrafialové a viditelné oblasti (v rozsahu vlnových délek asi 200 až 800 nm). Látky, které absorbují záření s vlnovou délkou menší než 380 nm (UV záření), se jeví oku jako bezbarvé, látky, které absorbují z bílého slunečního záření vlnové délky v rozsahu 380 – 770 nm se oku jeví jako barevné (viz barevnost látek).

Chemické látky se liší strukturou molekuly, tj. individuálním uspořádáním elektronů a atomových jader. Pro způsob uspořádání molekuly platí základní pravidlo, že nejstabilnější je stav o nejnižší energii.

Fotony záření z UV a VIS oblasti elektromagnetického spektra jsou dostatečně energetické, aby excitovaly elektronové stavy a tím spíše i vibrační a rotační stavy molekuly. Výsledné absorpční spektrum látky je pásové. Vztah mezi množstvím absorbovaného záření (absorbancí) a koncentrací je dán, jako ve všech absorpčních metodách, Lambertovým-Beerovým zákonem $\Rightarrow A = \epsilon_{\lambda} \cdot c \cdot l$.

Měření absorpce v UV a VIS oblasti spektra se provádí pomocí různých typů přístrojů, které, podle složitosti a také z historického hlediska, mohou mít různé názvy: kolorimetr, fotometr, spektrofotometr, spekol. V běžné analytické praxi se nejčastěji používá jednopaprskového uspořádání, dražší přístroje jsou dvoupaprskové.

Instrumentace:



*Schéma spektrofotometru
(1-zdroj záření, 2-pomocná optika, 3-kyveta, 4,5,6 - signalizační
zařízení a detektor)*

Zdrojem záření jsou pro UV oblast vodíková nebo deuteriová výbojka a pro VIS wolframová žárovka.

Disperzním prvkem bývá mřížkový monochromátor, u starších přístrojů se používají filtry. Vzorky se umísťují do **kyvet**, zpravidla hranatých, zajišťujících konstantní tloušťku absorbující vrstvy od 0,1 do 10 cm (nejčastěji se používají o 1cm). Materiál kyvety nesmí absorbovat záření ve sledovaném vlnovém rozsahu (sklo, křemenné sklo, plast). Vždy se k porovnání používá tzv. BLANK (slepá), což je srovnávací \odot , který obsahuje všechny složky, kromě vlastního analytu.

Využití metody:

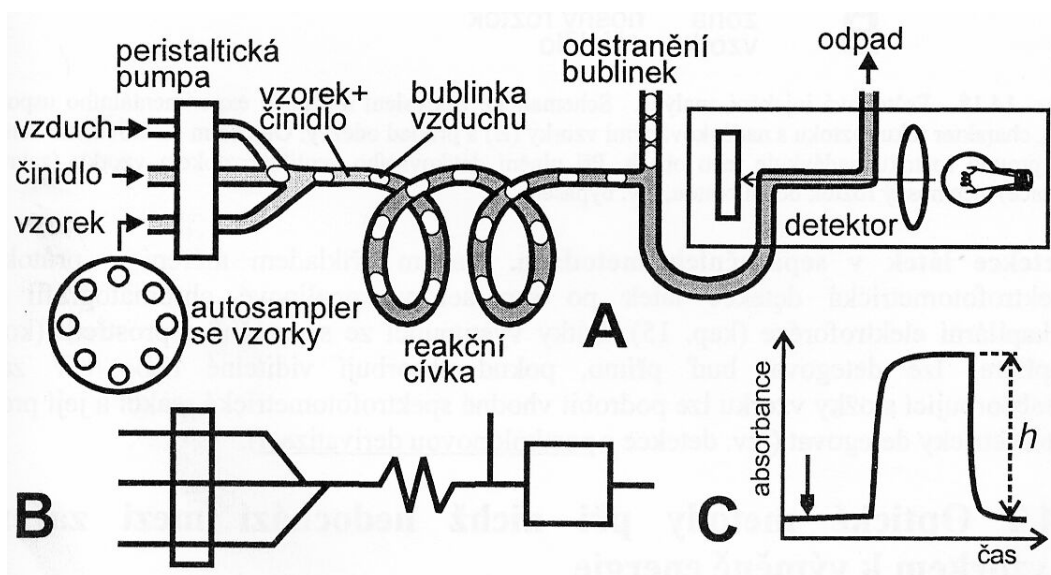
- kvantitativní stanovení založené na Lambert-Beerově zákoně
- látky nebarevné se musí převést na vhodné absorbující sloučeniny pomocí spektrofotometrických reakcí, tj. látky se převedou na vhodné barevné komplexy (např. dusitany \rightarrow pomocí azobarviva \rightarrow růžové komplexy, salicilany \rightarrow pomocí iontů Fe^{3+} \rightarrow fialové sloučeniny, ...)
- v potravinářství např. barva piva, barvivost papriky, stanovení barvy cukru, stanovení dusitanů, dusičnanů, amonných iontů a železa ve vodě, stanovení různých aditiv, chuťových a vonných látek, bílkovin, jednotlivých AMK, některých vitamínů, ...

Metody průtokové analýzy se spektrometrickou detekcí

Metody průtokové analýzy jsou moderní, rychlé a snadno automatizovatelné instrumentální techniky.

Kontinuální průtoková analýza (CFA = Continuous Flow Analysis)

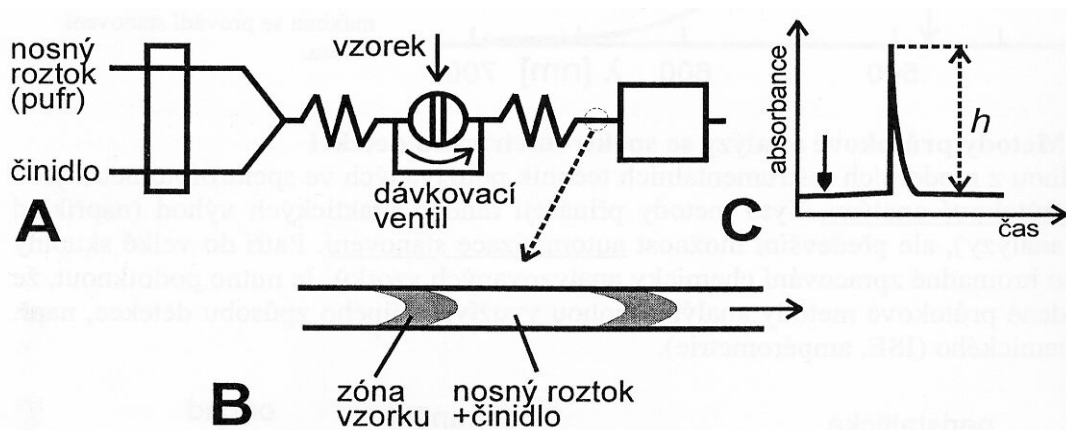
Vzorek je nadávkován do proudu nosného roztoku (čínidla) a rozdělen bublinkami vzduchu na segmenty. Každý segment se chová jako malá nádobka v níž probíhají všechny potřebné reakce vedoucí ke vzniku produktu, který lze spektrofotometricky detegovat. Před vstupem roztoku do detektoru jsou vzduchové bubliny odstraněny.



Kontinuální průtoková analýza. Příklad experimentálního uspořádání (A), jeho schematického zakreslení (B) a charakter odezvy (C)

Průtoková injekční analýza (FIA = Flow Injection Analysis)

Vzorek je dávkován do nesegmentovaného toku roztoku (čínidla). Dochází pouze k částečnému smísení vzorku a čínidla, tak že roztok vstupuje do detektoru před dosažením chemické rovnováhy. Získaný záznam má tvar píku \Rightarrow výška píku závisí na koncentraci vzorku. Výhodou je větší počet zpracovaných vzorků a menší spotřeba činidel.



Průtoková injekční analýza. Příklad experimentálního uspořádání (A), charakter toku roztoku s nadávkovanými vzorky (B) a příklad odezvy (C)

Spektrální metody sloužící především pro určení struktur látek

Fluorimetrie

Fluorimetrie patří mezi tzv. fotoluminiscenční optické analytické metody, měří se intenzita fluorescenčního záření látky, vyvolaná absorpcí UV záření. Rozeznáváme dva typy fotoluminiscenčního záření: fluorescenci a fosforescenci. Jestliže trvá emise jen po dobu osvětlení UV zářením, označuje se jako fluorescence, přetrvává-li i po přerušení ozařování, označuje se jako fosforescence.

Látka, která poskytuje fluorescenci musí absorbovat záření UV nebo VIS. Takové látky obsahují ve své molekule konjugované systémy s nevazebnými elektrony (n) nebo s π - elektrony (např. aromatické uhlovodíky s vhodnými substituenty, např. $-OH$, $-OCH_3$, $-NH_2$, $-N(CH_3)_2$).

Využití metody:

- k důkazu některých organických látek
- k detekci bezbarvých látek při chromatografickém dělení např. u TLC
- ke stanovení a důkazu vitamínů, steroidů v roztocích

Nukleární (jaderná) magnetická rezonance (NMR)

NMR je optická analytická metoda patřící mezi tzv. magnetické rezonanční spektroskopie. Nukleární magnetická rezonance se zabývá studiem jader atomů na základě uvedených vztahů. Toto studium je omezeno na jádra, která mají liché atomové hmotnostní číslo a mají tedy nenulový celkový spin. Je to především jádro vodíku ^1H .

Metoda je založena na absorpci **radiofrekvenčního záření** (záření o centimetrových vlnových délkách) jádry atomů, u nichž došlo vlivem magnetického pole k rozštěpení energetických hladin. Pokud se vloží do magnetického pole molekuly (nesmí mít nulový jaderný magnetický moment) orientují se jejich magnetické momenty do nevhodnějších poloh (do hladin s nejnižší energií). Přechod jader do energeticky vyšší hladiny je možný teprve tehdy, přijme-li molekula foton o energii $h \cdot \nu$.

NMR spektra silně ovlivňuje struktura molekul neboť elektronové páry v elektronovém obalu molekul působí diamagneticky, tzn. že zeslabují intenzitu vnějšího magnetického pole, tato změna frekvence se nazývá chemický posun.

Ramanova spektroskopie

Ramanova spektroskopická metoda patří mezi optické analytické metody, kdy na vzorek dopadá monochromatické UV nebo VIS záření, část je ho propuštěna, část absorbována a část rozptýlena.

Spektrální metody v oblasti rentgenových spekter

Rentgenové záření (paprsky X) je elektromagnetické vlnění uvolňované při přechodu elektronů mezi vnitřními elektronovými hladinami atomů. Je-li atomu dodáno dostatečné množství energie, dojde k přeskoky elektronu z některé z vnitřních hladin až na hladinu nejvyšší. Na uvolněné místo na vnitřní hladině přejde elektron z některé vyšších hladin, na jeho místo přejde další elektron atd.

Přebytek energie elektronů je přitom vyzářen; protože energetické rozdíly mezi vnitřními hladinami jsou velké, má emitované záření velký obsah energie (tj. vysokou frekvenci a krátké vlny).

Energie potřebná k vyražení elektronu z vnitřní hladiny může být atomu dodána buď prudce letícími elektrony, přičemž se získá tzv. primární rentgenovo záření, nebo ozářením rentgenovými paprsky, kdy se získá tzv. sekundární rentgenovo záření.

Hmotnostní spektroskopie (MS)

Hmotnostní spektroskopie bývá řazena ke spektroskopickým metodám, i když v jejím případě nejde i interakci zkoumané látky s elektromagnetickým zářením. V MS se pomocí elektrického a magnetického pole od sebe oddělují ionizované atomy, molekuly nebo jejich fragmenty na základě své rozdílné hmotnosti. Aby se zabránilo tzv. rekombinaci (opětovnému spojení) vzniklých iontů, je nutné zajistit v celém zařízení vysoké vakuum, které omezí pravděpodobnost srážek iontů.

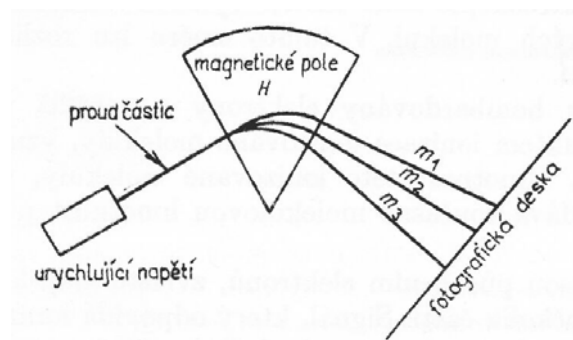
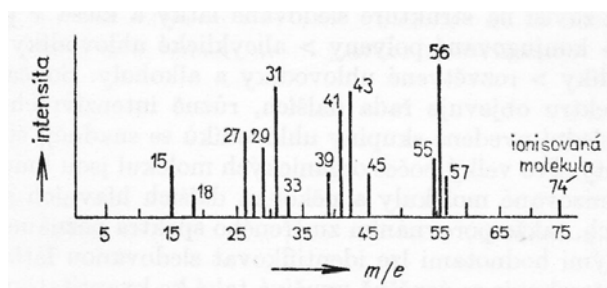


Schéma hmotnostního spektrometru

Využití metody:

- velké praktické použití má hmotnostní spektroskopie ve spojení s některými separačními metodami (GC-MS, LC-MS, HPLC-MS)
- především pro analýzu organických látek a poměrně složitých směsí látek



Záznam získaný u metody MS

Popis kvantometru s nímž bylo měřeno

Provozní měření bylo provedeno na atomovém kvantovém spektrometru typu:..... v podniku ČKD Kutná Hora, provoz České Budějovice. Kvantometr je podobný jako na pedagogické fakultě. Ten je však zmodernizovaný, retro typ, zatím co v ČKD je novější typ z roku 1992. Následující část je zaměřena na popis hlavních částí uvedeného spektrometru.

1. generátor
2. vakuová vývěva
3. řídicí elektronika
4. fotonásobiče
5. dělič napětí
6. chlazení – větráky Petřino..
7. jiskřiště
8. krytka s měrkou pro odtrh
9. přívod argonu



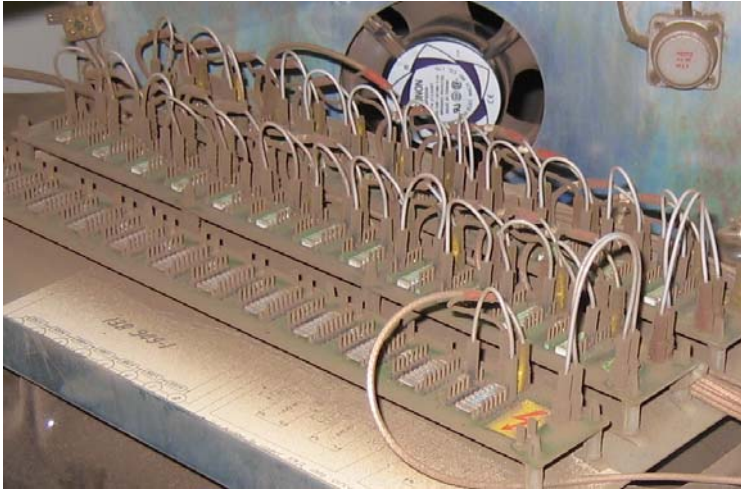
Vakuová vývěva ALCATEL 2005

Jedná se o jednostupňovou, rotační olejovou vysokootáčkovou vývěvu, kde dosahujeme téměř kosmické vakuum 50×10^{-4} mBarr. Pracuje při teplotách kolem 80°C . Při těchto teplotách olej rychle degraduje a proto se musí měnit každý $\frac{1}{2}$ rok. Životnost vývěvy je maximálně 6 let.



Zpětný ventil a regulace.

Vývěva musí běžet nepřetržitě! Kdyby byla přerušena dodávka elektrické energie, vakuová část by nasála olej do důležitých částí přístroje a došlo by k zavzdušnění. Proto je regulace, která v případě výpadku proudu uzavře zpětný ventil umístěný na potrubí od vývěvy.



Děliče napětí pro fotonásobiče.



Fotonásobič.

Pro každý prvek je samostatný fotonásobič. Inicializujeme atomy a pak následně registrujeme energii fotonů, která se vrací zpátky na základní stav. Fotonásobiče jsou zakotveny v Roladově kruhu. Má poloměr 1m , který je optimální pro spektrální části přístroje.



Primární štěrbina.

Neustále do ní proudí tmavé světlo. Regstruje ho jako základ pro černé fotonásobiče. Když vzorek najiskříme, zjišťujeme jeho potenciální výši U (mV). Proces je el. magneticky hlídán, aby se neunavovala žárovka, když zrovna nepracujeme.



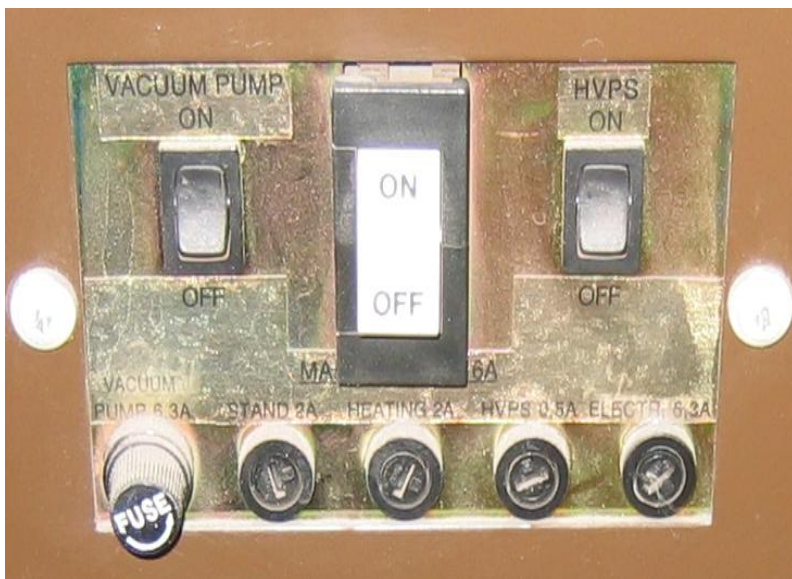
Nastavení primární štěrbina

Nastavuje ji pouze servisní technik, obsluze je zakázáno s jejím nastavením manipulovat. Tvoří profil přístroje, z Gaussovského průběhu hledáme nejvyšší bod, ten se nastaví. Je zde nejvyšší intenzita.



Řídící elektronika přístroje.

Jádro tvoří hlavní řídicí karta, která mění řadu budících podmínek generátoru. Stav argon, stav pomocného jiskřiště, jiskření. Karta je pro ocel, litinu, vysoko legovanou ocel. Činnost karty je řízena počítačem, karta pak dává impulsy generátoru.



Ovládací panel přístroje.

- hlavní vypínač
- HVPS, vysoko napěťový obvod pro řídicí kartu
- vakuová vývěva, pokud možno, tak se nevypíná!
- pojistky



Optický hranol.

V tomto prostoru je vložen optický hranol a upevněn zobrazeným třmenem. Paprsek jenž jde primární štěrbinou, dopadá na optický hranol. Zde je rozložen na jednotlivé spektrum prvků, které jsou zjištěny fotonásobiči.



Chladicí buňka.

Je určena pro chlazení Petryho stolu. Podle výšky hladiny, si určujeme mohutnost chlazení. Udržujeme ji mezi 1 – 2 cm. Chladicí kapalina je obarvená destilovaná voda nebo nemrznoucí směs. Značná část přístrojů v železárnách, v asijských oblastech Sibíře za Uralem.



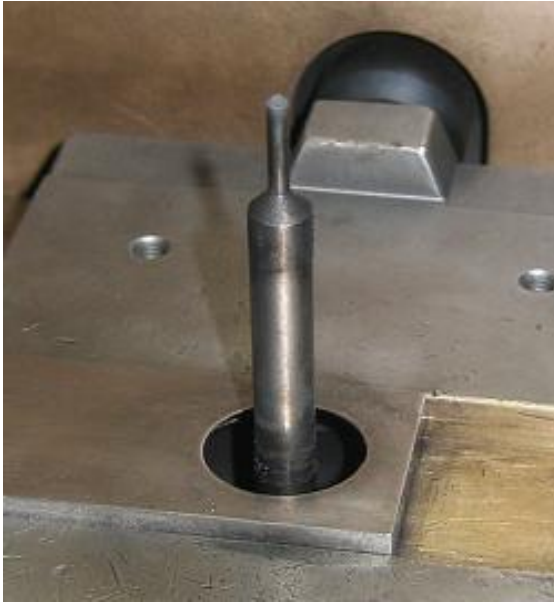
Účinné větráky.

Slouží k chlazení celé elektroniky a generátoru. Je zapotřebí každé 3 dny je vyčistit filtry proti prachu.



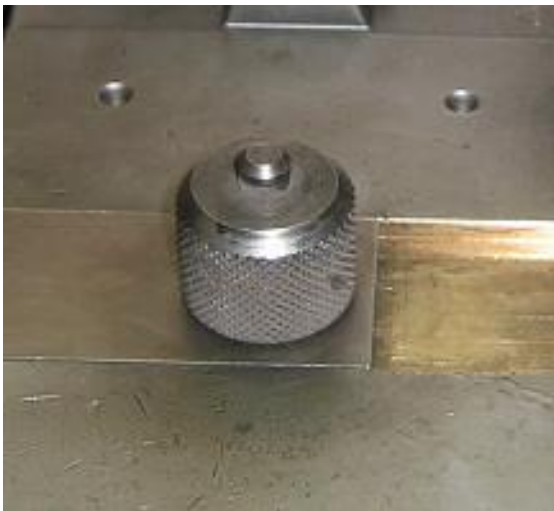
Generátor

nejdůležitější pro vybuzení atomů do základního stavu nebo první inicializace a druhé inicializace atomu. Kvalitní generátor = kvalitní výsledky. Jeden z nejlepších jenž byl vyvinut je v uvedeném spektrometru a je od firmy ARL z Lozan.



Vysunutá elektroda.

Slouží ke kontrole jejího stavu.



Zaslepovací zátka s pryžovým okroužkem

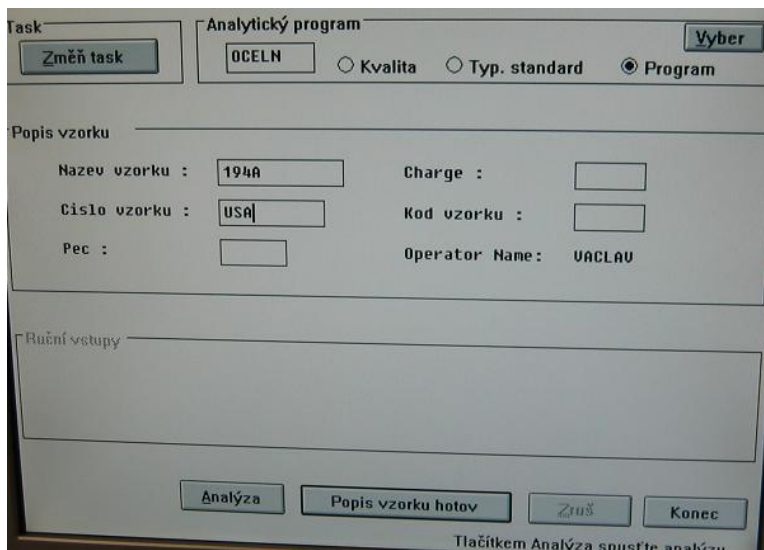
Slouží zároveň jako měrka pro nastavení správného odtrhu elektrody od zkoušeného vzorku.

Po nastavení je elektroda zajištěna v potřebné poloze.



Jiskřiště.

Vedou k němu hadice s chlazením, Petriho stůl. Dále zde vidíme upevněny vzorek 194A, který je připraven k najiskření. Jiskřiště je však nutné zakrýt! Jinak by došlo ke kontaminaci se vzduchem. Jiskřiště je pořád pod argonem. Je zde také mikropsínač. Ten zapne okruh pro analýzu, když je jiskřiště uzavřené.



Obrazovka počítače 1.

Zde si vybereme analytický program. My zde máme OcelN, což znamená ocel nízko a středně legovaná. Pak je zde název vzorku 194A. Určuje hodnoty v kterých by se měl vzorek pohybovat. Číslo vzorku USA, znamená že se jedná o americkou normu. Vychází z řad USA sad etalonů.

Program: OCELN
Vzorek: 194A USA VACLAV 1.krát změřeno

Běh	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
> 1	0.5160	1.0240	0.4754	0.0389	0.0224	0.6902	0.7489	0.2744	0.1034	0.0173
Avg	0.5160	1.0240	0.4754	0.0389	0.0224	0.6902	0.7489	0.2744	0.1034	0.0173
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	Mo	U	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
> 1	0.3800	0.3187	0.0717	0.1318	0.0767	0.0489	95.0063	0.0052	1.1119
Avg	0.3800	0.3187	0.0717	0.1318	0.0767	0.0489	95.0063	0.0052	1.1119
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Potvrď Analýza znovu, až bude vzorek připraven

Obrazovka počítače 2.

Zde jsou vidět výsledky analýzy, které musíme porovnat s normami. Měli bychom se pohybovat v jejich rozmezí

ČKD Kutná Hora, a.s.
Slévárna České Budějovice

DOVOLENÉ ROZMEZÍ KONCENTRACÍ PRVKŮ

OCEL NÍZKO A STŘEDNĚ LEGOVANÁ

PROGRAM: OCEL N
STANDARD IARM - 194 A

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
max.	0,515	1,045	0,50	0,041	0,026	0,71	0,790	0,270	0,104
min.	0,505	1,010	0,47	0,038	0,024	0,68	0,765	0,255	0,099

STANDARD ČKD č. 187 CRM

	N
max.	0,0124
min.	0,0118

Norma pro ČKD.

Srovnáním výsledků analýzy s obrazovky 2., je zjištěno že se pohybujeme v daném rozmezí normy.



Standardy a norma.

Standardy, jinak řečeno etalony. Známe přesné složení těchto vzorků. Norma nám udává v jakém rozmezí se ten který prvek může pohybovat.

Filtry

Nebyly pořízeny fotografie. Máme zde filtry olejový a textilní. Oba slouží k filtraci argonu z pomocného jiskřiště. Filtrace je důležitá, protože argon sebou nese uhlík. Je vodivý, může hořet nebo explodovat. Proto musíme přístroj chránit. Atmosféra je dokonale vyfiltrována.

Výrobně provozní část práce

Tato část provozních zkoušek probíhala v ČKD Kutná Hora, pobočka České Budějovice. Byl jsem zde seznámen s výrobními postupy oceli a byli mi ukázány zkoušky na optickém emisním spektrometru ve výrobních podmínkách hutního provozu.

Popis hutního provozu

ČKD Kutná Hora, provoz České Budějovice



- slévárna České Budějovice dodává odlitky z oceli a tvárných litin v hmotnostech od 15 kg do 12 000 kg. Výroba odlitků z uhlíkových, nízkolegovaných a středně legovaných ocelí a tvárných litin včetně materiálů tepelně zušlechťených a materiálů se zaručenými vlastnostmi do -60°C.

Výrobní sortiment

Odlitky průmyslových armatur, odlitky pro kolejová vozidla, zemní stroje, elektromotory, lodní průmysl a další strojírenské obory. Odlitky mohou být dodány tryskané, základované, hrubé, hrubované, opracované načisto, zušlechtěné.

Technologické možnosti

Tavící zařízení

4 obloukové pece, každá s kapacitou 8 t na tavbu

2 indukční pece, každá s kapacitou 3 t na tavbu

2 indukční pece, každá s kapacitou 1 t na tavbu

Formovna

Automatický formovací stroj HWS

System SEIATSU

- formovací rámy $1000 \times 800 \times 300 \times 300$ mm

- odlitky 15 až 100 kg/ks

Pískometová formovací linka

- formovací rámy $1000 \times 1000 - 1400 \times 1400$ mm

- odlitky 80 až 500 kg/ks

Pískometová formovací linka

- formovací rámy $1250 \times 1250 - 2000 \times 1600$ mm

- odlitky 300 až 1500 kg/ks

Mechanická formovací linka

- formovací rámy $1000 \times 800 \times 300 \times 300$ mm

- odlitky 15 až 100 kg/ks

Ruční pracoviště

- odlitky 300 až 12000 kg/ks

Opracování

- konvenční obráběcí stroje, číslicově řízené stroje (CNC – karusely)

Povrchová úprava

- základní nátěr - stříkací box, máčecí linka

Pece pro tavení kovů: kuplovna, elektrická oblouková pec, elektrická indukční pec, plynová kelímková pec, elektrická odporová kelímková pec.

Slévárenská forma: přípravek vyrobený ze žáruvzdorného materiálu, jehož dutina odpovídá svým tvarem negativu budoucího odlitku. Formy mohou být trvalé (kovové kokily pro tlakovému lití s mnohonásobným počtem odlití), polotrvalé (keramické, slouží pro více odlití) nebo netrvalé (pískové nebo keramické na jedno použití).

Způsoby odlévání: gravitační na licím poli nebo ve speciálních slévárenských strojích a zařízeních (tlakové, odstředivé, vakuové)

a) Kuplovna slouží pouze k tavení a přípravě litiny. Do kuplovny se vsází kovová vsázka, struskotvorné přísady (vápenec) a koks jako palivo. Dmýchání vzduchu zajišťuje procesy oxidačních reakcí, možnosti ovlivnění metalurgických reakcí jsou však omezené. Vyzdívka kuplovny má proti vysokým pecím nízkou životnost (pouze několik týdnů).

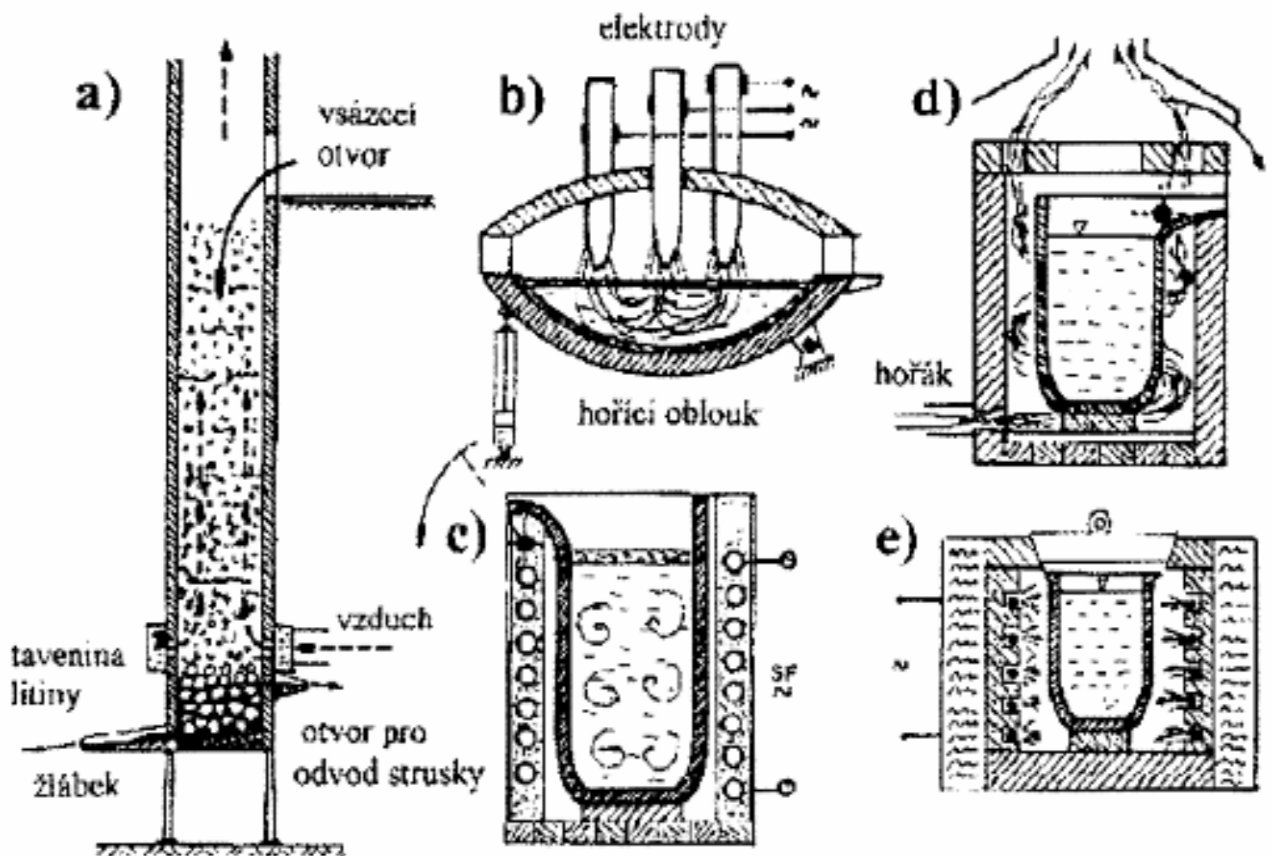
b) Elektrická oblouková pec je určena především pro tavení ocelí na odlitky. Teplota elektrického oblouku je cca 3200 °C, tekutý kov je krytý aktivní struskou, která umožňuje upravovat obsah nežádoucích nečistot.

c) Elektrická indukční středofrekvenční pec využívá elektrických vířivých proudů v kovové vsázce, vložené do nádoby z nevodivého materiálu. Tavení probíhá velmi rychle, s vysokou účinností s minimální ztrátou propalem. Používá se k tavení legovaných ocelí a speciálních litin.

d) Plynová kelímková pec je určena pro tavení neželezných kovů. Při spalování plynu vzniká riziko sycení taveniny vodíkem, který v atomárním stavu může do taveného materiálu proniknout přes stěny keramického kelímku.

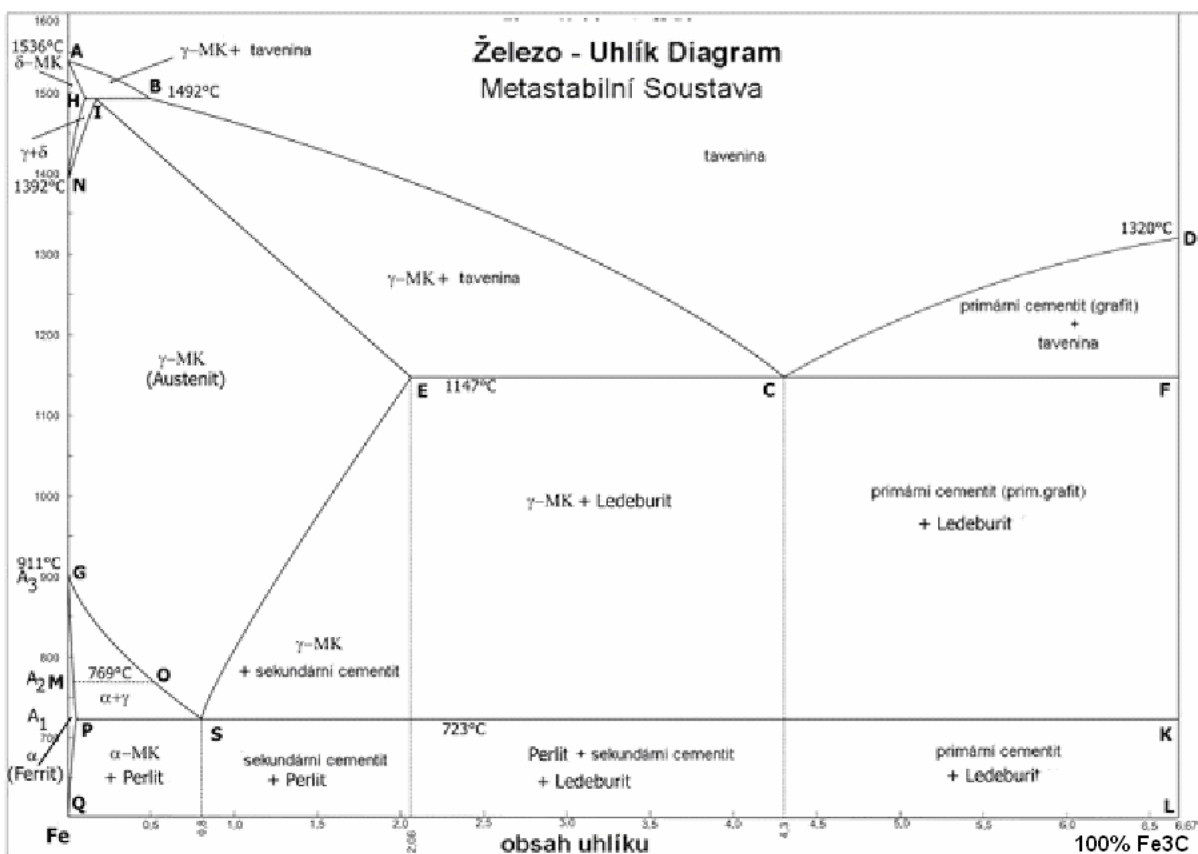
e) Elektrická odporová kelímková pec se používá pro tavení slitin hliníku, kelímek se ohřívá sálavým teplem odporové topné spirály. Před odléváním se musí kontrolovat teplota taveniny, musí se odstranit struska a u neželezných kovů se provádí čištění taveniny pomocí rafinačních solí. U litin se před odléváním provádí tzv. očkování, které zajišťuje průběh krystalizace s tvorbou vhodné formy grafitu v odlitku. U litiny se často provádí odlití zkušebních tyčí (vzorků), na kterých kontrolují mechanické vlastnosti (pevnost, tvrdost).

Pece pro tavení kovů



Definice Ocele

Ocel je slitina železa s uhlíkem, která formálně obsahuje méně než 2,11% uhlíku. V strojírenské praxi však jen do 1,7%. Oceli jsou slitiny, které je možno tvářet. Při obsazích uhlíku vyšších než 2,11% hovoří se o litinách. Zde je uhlík vyloučen jako grafit nebo cementit. Může se vyskytovat ve více fázích, které popisuje fázový binární diagram železo-uhlík.



Vlastnosti ocele

Ocele jsou nejčastěji používanými kovovými materiály. Legováním uhlíkem a dalšími prvky a kombinací tepelného a tepelně-mechanického zpracování je možno ovlivnit vlastnosti ocele

v širokém rozmezí a tak jejich vlastnosti přizpůsobit zamýšlenému použití. Strukturální složky jsou popsány v binárním diagramu železo-uhlík. Hustota ocele je 7,85 g/cm³. Měrná tepelná kapacita ocele je cca 470 J.kg⁻¹.K⁻¹ (závisí na obsahu příměsí).

Výroba ocele

Výchozím materiálem pro výrobu ocele je zpravidla surové železo vyrobené ve vysoké peci redukcí oxidů železa obsažených v železné rudě. Ruda, koks a vápenec jsou vsazovány do vysoké pece a zde za vysokých teplot redukovány a taveny. Železo a struska jsou periodicky odebírány z vysoké pece a buďto odlévány do tzv. housek nebo jako tekutý kov transportovány přímo do oceláren.

Obsah uhlíku v surovém železe je příliš vysoký a proto je nutné jej oxidačním procesem v ocelářských zařízeních snížit. Toho se docílí oxidací uhlíku buďto kyslíkem ze vzduchu (Thomasův nebo Bessemerův konvertor), profoukáváním kyslíkem (LD konvertor) nebo přisazováním železné rudy a ocelového odpadu do taveniny v nístějových pecích (Siemens-Martinův proces, elektrická oblouková pec). Po oduhličení a přisazení legujících prvků je tavenina odlévána do ingotů v kokilách nebo kontinuálně odlévána. Takto vyrobený polotovár je potom výchozím materiálem pro další zpracování válcováním nebo kováním.

Rozlišujeme tzv. uklidněné a neuklidněné ocele. U uklidněných ocelí je rozpuštěný kyslík vázán přísadou hliníku (Al) nebo křemíku (Si). V současné době je ocel vyráběna převážně v tzv. integrovaných hutních provozech, kde je koncentrována celá výroba od surového železa přes ocelárnu a válcovnu až k hotovému polotovar. Rozšířeny jsou i tzv. miniocelárny, kde je ocel vyráběna z ocelového odpadu v elektrických pecích a odlévána v kontinuálním licím zařízení na bramy, sochory apod. Ocelové polotovary jsou dále zpracovány ve válcovnách na drát, plech, nosníky, kolejnice, profily, které jsou široce používány v průmyslu, stavebnictví atd. Část těchto polotovarů slouží jako výchozí materiál pro výrobu výrobků v kovárnách.

Největší výrobci ocele

Nejvyšší produkci ocele vykazuje Čína, Japonsko a USA. V Evropě jsou nejvýznamnější Německo, Francie a Itálie.

Statistické údaje 2003 podle Handelsblat Die Welt in Zahlen 2005)

Pořadí	Země	Mil.t/rok	Pořadí	Země	Mil.t/rok
1	Čína	220,1	10	Itálie	26,7
2	Japonsko	110,5	11	Francie	19,8
3	USA	90,4	12	Taiwan	18,9
4	Rusko	62,7	13	Turecko	18,3
5	Již. Korea	46,3	14	Španělsko	16,5
6	Německo	44,8	15	Kanada	15,9
7	Ukrajina	36,9	16	Mexiko	15,2
8	Indie	31,8	17	Anglie	13,3
9	Brazílie	31,1	18	Belgie	11,1

V České republice bylo 2003 vyrobeno 6,7 mil t surové ocele.

Druhy ocelí

V současné době je vyráběno asi 2 500 druhů ocelí. V normách (ČSN, DIN, atd.) jsou ocele rozděleny do skupin jednak podle chemického složení, jednak podle struktury a mechanických a fyzikálních vlastností.

Podle chemického složení jsou oceli rozdělovány do následujících skupin:

Nelegované oceli

Zvané také uhlíkové oceli. Obsah legujících prvků je nižší než 2%. Zpravidla nejsou tepelně zpracovány.

Nízkolegované oceli

Obsah legujících prvků po odečtení obsahu uhlíku je nižší než 5%. Mají podobné vlastnosti jako oceli nelegované, ale jsou vhodné pro tepelné zpracování. Tepelným zpracováním je u nich možno ovlivnit mechanické vlastnosti.

Vysoce legované oceli

Obsah legujících prvků je vyšší než 5%. Kombinací legujících prvků se dosahuje potřebných mechanických, fyzikálních a chemických vlastností.

Rozdělení podle oblastí použití

Podle oblasti použití lze oceli rozdělit do následujících skupin:

Stavební ocel (třída oceli 11) – jsou zpravidla nelegované oceli používané ve strojírenství, stavbě budov apod.

Automatové ocel – jsou oceli s přísadou síry nebo olova a snadným lomem třísky při obrábění.

Betonářská ocel (třída oceli 10) – na armovací drát nebo tyče ve stavebním průmyslu. Většinou nelegované nebo nízko legované ocele.

Oceli na pružiny (třída oceli 13) – musí vykazovat dobré statické a dynamické vlastnosti. Vhodné jsou zde nelegované oceli s vyšším obsahem uhlíku a oceli slitinové se zvýšeným obsahem manganu a chromu.

Ocel k cementování (třída oceli 12)– do této skupiny patří oceli s nízkým obsahem uhlíku, které mají i po kalení dobré plastické vlastnosti. Vysoké tvrdosti povrchu se dosahuje obohacením povrchových vrstev uhlíkem před kalením.

Ocel pro elektrotechnické plechy - pro výrobu jader transformátorů a točivých strojů musí mít charakteristické magnetické vlastnosti, ale současně také schopnost k technologickému zpracování. Těmto účelům nejlépe vyhovují oceli s obsahem 1 až 4,5% křemíku (Si) a s minimálním obsahem uhlíku a dalších doprovodných prvků.

Hlubokotažné ocele (třída oceli 14)– jsou používány na výrobu hlubokotažných plechů. Plechy musí vykazovat především dobré plastické vlastnosti. Tyto oceli jsou nízkouhlíkové s minimálním obsahem doprovodných prvků. Zlepšení mechanických vlastností a jejich stability se dosahuje mikrolegováním hliníkem, titanem, vanadem, borem, zirkoniem a niobem. Jsou to zejména materiály pro karosářské plechy.

Ocel k zušlechťování – oceli se středním obsahem uhlíku, které se po kalení popouštějí na vyšší teploty, aby se dosáhlo vysoké houževnatosti při zachování dobré pevnosti.

Antikorozi a žáruvzdorné ocele (třída oceli 17)– vyrábějí se jako austenitické, nebo feritické oceli. Feritické obsahují minimálně 10% chromu, austenitické jsou ještě legovány niklem. Austenitické oceli jsou za pokojové teploty nemagnetické.

Nástrojové ocele (třída oceli 19) –jsou většinou slitinové středně a vysocelegované ocele s vyšším až vysokým obsahem uhlíku a používají se na výrobu nástrojů a forem.

Poznámka: Damascénská ocel - tak je označován materiál na výrobu šavlí, mečů ap. Je znám svou vysokou pružností a pevností. Tento materiál však není jedním druhem oceli, ale sestává z různých druhů oceli, které jsou svařeny v ohni a kováním.

Recyklování

Ocel se recykluje již víc než 150 let a to hlavně z ekonomických důvodů. Je totiž levnější ocel recyklovat, než těžit železnou rudu a vynakládat finance na výrobu "nové" slitiny. Finanční nároky výroby nové slitiny jsou ve srovnání s náklady na recyklaci obrovské. Recykluje se také proto, že během ocel procesu recyklace neztrácí žádné ze svých vlastností. Je to nejvíce recyklovaný materiál v Severní Americe. Energie, která se ušetří recyklováním oceli snižuje roční spotřebu energie průmyslu až o 75%. Toto procento představuje množství energie dostačující k zásobování 18 milionů rodin po dobu jednoho roku. Recyklováním jedné tuny

oceli se ušetří 1100 kg železné rudy, 630 kg uhlí a 55 kg vápence. V roce 2005 bylo recyklováno 76 milionů tun oceli.

V poslední době se každým rokem zrecykluje asi třičtvrtě z celkové roční produkce. U některých druhů ocelových produktů je tento poměr ještě vyšší. Například v letech 2004 a 2005 bylo zrecyklováno 97,5% tyčí a plátů z konstrukční oceli. Výztužných ocelových tyčí bylo zrecyklováno asi 65% z jejich celkové roční produkce. Konstrukční ocel tak typicky obsahuje asi 95% recyklovaného materiálu. Oproti tomu lehčí typ oceli, jako je ocel válcovaná, obsahuje "pouze" 30% recyklovaného materiálu.

Ocelové tyče se vyrábí ve standardizovaných velikostech a tak se při jejich výrobě vyprodukuje jen velmi málo odpadu, který samozřejmě může být recyklován. Na průměrně velký dvoupodlažní dům se spotřebuje množství oceli přirovnatelné k 6 recyklovaným autům. Na stejný dům s dřevěnou konstrukcí by padlo asi 40 - 50 stromů.

Celosvětová poptávka po oceli neustále roste. Přestože zatím bylo vyprodukováno obrovské množství oceli, většina je stále používána. Nejběžnější ocelové produkty určené k recyklování jsou plechovky, automobily, různá zařízení a ocel ze zbouraných budov. Můžeme odhadnout, že průměrné zařízení se skládá z 65% z oceli. Auta obsahují asi 66% oceli a železa.

Někdy se ocel recykluje v ocelárnách metodou oxidace v kyslíkových konvertorech. Většinou se však recykluje tavením v elektrických obloukových pecích (pro výrobu oceli s nízkým obsahem uhlíku) nebo v indukčních pecích (pro výrobu vysoce legovaných železných slitin).

Postup v praxi



Kokyla.

Ocelová forma na zkušební vzorky. Je 7cm dlouhá. Během tavby se dělá 6 mini odpichů, 3 z pece, 1 z pánve a 2 konečné (ze začátku a ke konci lití a do knihy se zapíše průměr).



Schránka na vzorky.

Do schránky vhodí pomocný tavič vzorek a technik si ho zde vyzvedne k analýze.



Automatická pila HERZOG VST400.

Vložíme vzorek, hydraulika ho a kotoučová pila ho uřízne. Horní část vzorku 4cm se vyhodí, jsou zde lunkry, vměstky a ztaženiny. To znamená že vzorek v kokyle tuhne od povrchu a uprostřed vznikne hlava s kráterem. Ten vtáhne nečistoty, jako např. písek... Zbylé 3cm jsou určeny pro zkoušení. V 1/3 od spodu je největší homogenity vzorku.



Brusné kotouče.

Zde se zarovná povrh vzorku po hrubém řezu.



Povedený vzorek.

Takto připravený vzorek je připraven k jiskření.



Nepovedený vorek.

Z něj nejde udělat analýza. Je zřejmé, že do kokyly bylo nalito málo oceli a následně vznikla obrovská staženina.



Upevnění vzorku.

Vložení vzorku je popsáno v protokolu. Zavřeme jiskřiště, tím se sepne mikrospínač a vzorek je připraven ke zkoušení. Můžeme přejít k počítači.

Program: OCELN 1.krát změřě
Vzorek: 194A USA VACLAV

Běh	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
> 1	0.5160	1.0240	0.4754	0.0389	0.0224	0.6902	0.7489	0.2744	0.1034	0.0173
Avg	0.5160	1.0240	0.4754	0.0389	0.0224	0.6902	0.7489	0.2744	0.1034	0.0173
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sdž	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	Mo	U	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
> 1	0.3800	0.3187	0.0717	0.1318	0.0767	0.0489	95.0063	0.0052	1.1119
Avg	0.3800	0.3187	0.0717	0.1318	0.0767	0.0489	95.0063	0.0052	1.1119
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sdž	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Vyber běhy Zruš Analyzuj znovu Analýza hotová
Potvrď Analýza znovu, až bude vzorek připraven

Práce s měřícím programem.

Zde zadáme druh analytického programu a název vzorku (viz. popis kvantometru). Program pak nastaví generátor a řídicí kartu na potřebné parametry, podle druhu materiálu. Zapneme analýzu a začne jiskření vzorku. Což znamená proplach jiskřiště argonem. Dále předjiskření, které trvá 15s a je zde největší možné napětí na elektrodě 20kV, čímž se vzorek předtavi. Dále probíhá samotné měření 5s, na elektrodě je napětí 10kV. Na monitoru počítače se zobrazí výsledky měření v podobě tabulky.



Pomocný tavič.

Vzorek je z analyzovaný, ale nějaké prvky nemusí být podle standardů. Na řadu přichází vrchní tavič (vedoucí tavby), který řekne co a kolik se má do pece přidat. Například, když je málo křemíku, přidá se do pece silid. Když je hodně SO_2 , přidá se vápno. Nejvíce se kontrolují fosfor a síra, které jsou nežádoucí, naopak žádoucí může být např. mangan.



Konečné vzorky

Jdou k zákazníkovi jako certifikát. Berou se na začátku a konci lití. Na vzorku jsou 2 stopy po jiskření, analýzu zprůměrnujeme a daný průměr zapíšeme do knihy. Ta je pro podnik a zapisují se průběhy všech konečných taveb.

JU České Budějovice



PROTOKOL

Laboratorní cvičení z předmětu – Materiály a technologie - kovy

Úloha číslo:

Téma: Analýza chemického složení oceli – optickou emisní spektroskopií

Provedl:	Ročník:	Dne:
Kontroloval	Hodnocení:	Šk.rok:

Úkol:

Analyzujte vzorky oceli pomocí optického emisního spektrometru. Cílem je zjistit chemické složení vzorku, po příslušné recalibraci přístroje.

Pomůcky:

Optický emisní spektrometr, etalony, zkušební vzorky, bruska

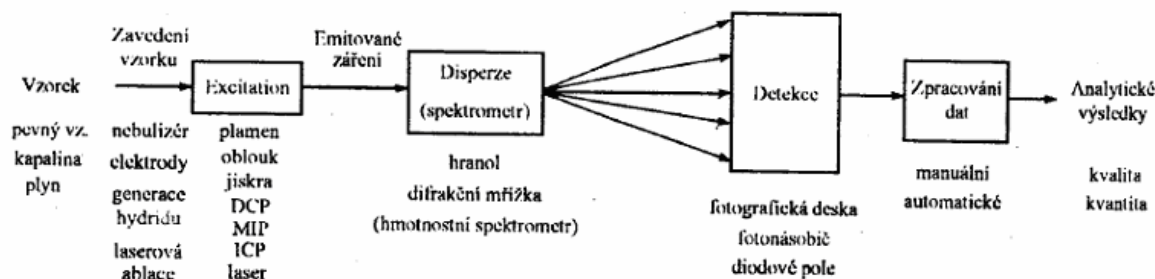
Teorie:

Atomová emisní spektrometrie se zabývá zkoumáním a využitím záření vysílaného volnými excitovanými atomy, popřípadě ionty prvků, v plynném stavu. Metoda je vhodná pro zjišťování prvkového složení pevných vzorků i vzorků v roztoku.

Princip metody: Zkoumaná látka je převedena do excitovaného atomárního stavu dodáním energie (působením vysokých teplot) v budícím zdroji. Při přechodu zpět do energeticky chudších stavů vzorek přebytek energie vyzáří ve formě polychromatického, nespojitého záření. Záření se skládá z určitých vlnových délek, charakteristických pro prvky přítomné ve vzorku. Rozkladem tohoto záření monochromátorem získáme čárové spektrum. Kvalitativní složení vzorku se zjišťuje z polohy čar ve spektru. Kvantitativní obsah složek ve vzorku zjistíme z intenzity těchto spektrálních čar.

Základy buzení: Za normální teploty jsou ze všech prvků v atomárním stavu v plynné fázi pouze inertní plyny a v dostatečné koncentraci ještě rtuť, ostatní prvky mají příliš vysokou tenzi par a vyskytují se pouze vázané ve sloučeninách. Mají-li být převedeny na volné atomy, je třeba je vypařit a tepelnou disociací atomizovat. Aby byly rozloženy i sloučeniny nespontánně disociující, musí být vzorek zahřátý na několik tisíc °C, při této teplotě pokračuje rozklad na ionty a volné e⁻, vznikne plazma. Tento převod vzorku do plazmatického stavu obecně nazýváme TRANSPORT VZORKU.

Takto se atomy dostávají do vzbuzeného stavu a valenční e⁻ přejdou ve skocích na některou vyšší energetickou hladinu. V tomto nestabilním stavu je atom velmi krátce (10⁻⁸ s) a pak se elektrony vrací na některou nižší energetickou hladinu, popřípadě až na základní hladinu, což je provázeno spontánní emisí fotonů.



Blokové schéma přístrojů pro atomovou emisní spektrometrii

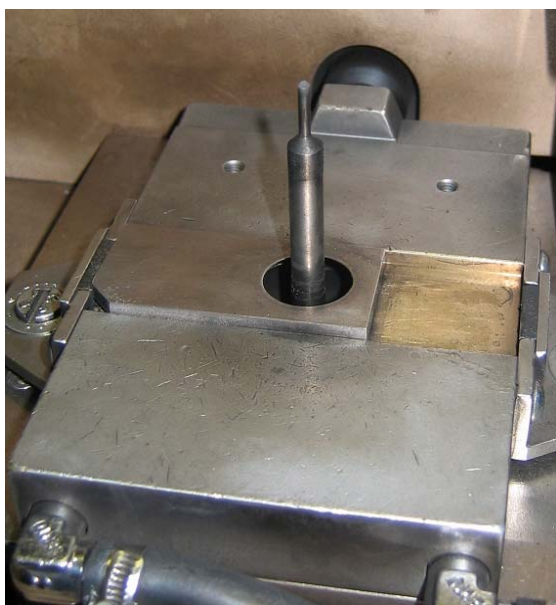
Měření:

Algoritmické operace provedl za pomoci speciálního softwaru počítač. Těžiště správné práce obsluhy je ve vhodném zacházení se vzorkem a v nastavení podmínek jiskřiště tak abychom zajistili bezchybný průběh měření.

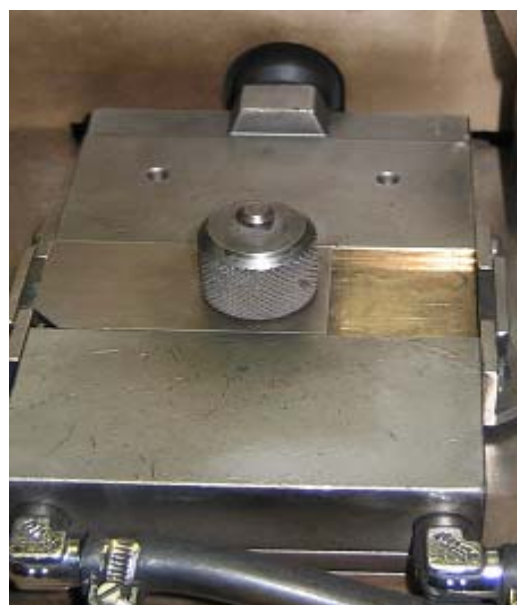
Postup měření:

1. zbrúšení vzorků - musí být dokonale homogenní, bez lunek, vměstek a ztaženin.
2. kontrola stavu přístroje - kontrola vakua (přístroj musí být zapnut několik hodin před samotným měřením, abychom dosáhli požadovaného vakua), vizuální kontrola elektrody a nastavení správného odtrhu.
3. práce s měřicím programem - vybereme druh analytického programu (podle druhu oceli), zadejte název vzorku a zapněte analýzu. Děláme vždy s krokem 4,5,6.
4. recalibrace přístroje – pomocí standardu 195A (vyrobena v USA a analyzováno podle ASTM) a tím nastavení středních hodnot všech prvků.
5. zkouška správnosti recalibrace – jiskření etalonů a příslušné výsledky porovnat s jejich příslušnými normami
6. zjištění chemického složení neznámých vzorků - vzorek umístíme na Petryho stůl, broušenou stranou k elektrodě a následné mechanické zajištění a uzavřeme jiskřiště.
7. zanesení výsledků do tabulky a srovnání s normou.

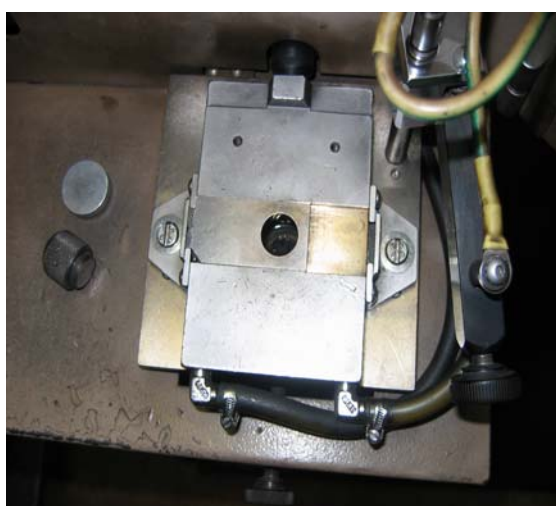
Tab. Pro standard 195A + norma, etalony + normy, neznámé vzorky



1. elektroda, její vizuální kontrola



2. nastavení odtrhu elektrody pomocí speciální krytky



3. zajištěná elektroda



4. vložení a zajištění vzorku

Závěr:

Napište výsledky měření a srovnajte je z tabulkovými hodnotami.

Diskuze:

Je standart 195A v pořádku, jestli nemá odchylky od normy. Popíšeme zda dopadla správně recalibrace, které poznáme na výstupu etalonů a jejich srovnáním s příslušným certifikátem a následně zda-li známe chemické složení neznámých vzorků (proběhla-li recalibrace správně a vzorky byli homogenní).

Poznámka: odchylky můžou být př. Při koncentraci 0,25% C odchylka 0,05C, u manganu při koncentraci 1%Mg odchylka 2 body (0,98 – 1,02% Mg).

Závěr

Základní cíle, které jsem si na začátku práce vytkl, byly podle mého názoru v plánovaném rozsahu splněny. Místo teoretického rozboru všech metod měření byla práce zaměřena více do praxe a především na jednu metodu, podle možností měření na Pedagogické fakultě.

Při zpracovávání tématu došlo také k potížím. Největším problémem byla skutečnost, že spektrometr, který je na pedagogické fakultě, byl zprovozněn jen několik týdnů před odevzdání diplomové práce. Na přístroji byl servisními techniky z Kladna proveden upgrade na srovnatelné parametry s nově vyráběnými přístroji a nainstalován nový software. Dosud však na přístroji přetrvává závada ve výpadku jedné části spektra, proto byla nakonec závěrečná měření provedena v ČKD, pobočka v Českých Budějovicích.

V provozních podmínkách nezjišťujeme absolutní hodnoty prvků ve vzorku, ale jedná se o komparační měření, které zjišťuje především rozdíly od etalonu, protože prostředí, především síla výboje se nastaví podle zkoušeného materiálu a pásma zjišťovaných prvků, a software vyhodnocuje každý druh materiálu jiným algoritmem. Přístroj je nutné nastavit podle etalonu pro zkoušenou ocel.

Během celého průběhu psaní jsem měl možnost odborné konzultace s p. RNDr. Vilémem Mikinou, který je vedoucí chemické laboratoře ČKD Kutná Hora, pobočka v Českých Budějovicích. Dodával mi důležité informace k měření a cenné podklady.

Těžištěm diplomové práce bylo vytvořit pro studenty srozumitelnou metodiku měření na atomovém emisním spektrometru. Domnívám se, že by studenti mohli použít tuto práci také jako podklad pro navazující práci. Mohlo by se jednat o porovnávání různých druhů přístrojů a jejich přesnosti měření. Také by stálo za úvahu zaměřit se na komerční využití tohoto přístroje a v neposlední řadě by se mohlo pátrat po jiných provozech, kde se tato metodika používá.

Diplomová práce mi dala možnost k nahlédnutí do provozu a to je neocenitelná zkušenost. Také jsem měl možnost seznámit se podrobně s optickou emisní spektrometrií.

Literatura

1. Kanický, V., Otruba, V., Sommer L., Toman J.: Optická emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu a vysokoteplotních plamenech. Pokroky chemie 24. Academia Praha, 1992.
2. Němcová, I., Čermáková, L., Rychnovský, P.: Spektrometrické Analytické metody I. Vydala: Univerzita Karlova, Vydavatelství Karolinum, Praha 1997.
3. Dědina, J., a kol.: Vybrané metody analytické atomové spektrometrie. Československá spektroskopická společnost, Praha 1987.
4. Kolektiv autorů, uspořádal Ing. Helén, V.: Automatická spektrometrie. Vydal: Ing. Václav Helán – 2 THETA, Český Těšín 1998.
5. Zýka, J., a kol.: Analytická příručka, díl II. SNTL, ALFA, Praha 1980.
6. Malát, M.: Extrakční spektrofotometrie kovů a nekovů. SNTL, Praha 1988.
7. Namanovič, A.: Spektrální analýza. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1970.
8. Moore, G., L.: Introduction to inductive Coupled Plasma in Analytical Atomic Spektrometry. VCH Publisher, New York 1992.

Další informační zdroje:

1. http://www.thermo.com/eThermo/CMA/PDFs/Product/productPDF_10447.pdf
2. http://www.ckdkh.cz/pretm1_2.html?pg=d12
3. http://www.ksd.vslib.cz/studenti/texty/uvod_do_strojirenstvi/UdS-4pr.pdf

Přílohy: Najiskřené vzorky z ČKD v Českých Budějovicích

26-Mar-07 08:54:08 Vzorek: 181 VACLAV
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.2125	0.9338	0.4242	0.0377	0.0097	0.6350	0.6953	0.0962	0.0174	0.0751	0.3735
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.2858	0.1278	0.1861	0.0781	0.0473	95.7679	0.0066	0.7504
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

26-Mar-07 09:01:26 SPtemp = 32.00 < 34.50

26-Mar-07 09:15:34 Vzorek: 194A USA VACLAV
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.5160	1.0240	0.4754	0.0389	0.0224	0.6902	0.7489	0.2744	0.1034	0.0173	0.3800
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.3187	0.0717	0.1318	0.0767	0.0489	95.6663	0.0052	1.1119
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

26-Mar-07 09:24:38 Vzorek: VACLAV
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.2219	1.0772	0.3148	0.0227	0.0200	0.2465	0.0724	0.1995	0.0730	0.0086	0.0222
Sd	0.0055	0.0071	0.0021	0.0006	0.0009	0.0010	0.0016	0.0020	0.0003	0.0003	0.0004
Sd%	2.4941	0.6629	0.6582	2.4528	4.5041	0.4050	2.2436	1.0679	0.4374	3.9433	1.7662

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.0056	0.0028	0.0259	0.0023	0.0181	97.5713	0.0352	0.5263
Sd	0.0001	0.0000	0.0015	0.0002	0.0002	0.0495	0.0694	0.0073
Sd%	1.0633	0.9946	5.8296	9.2983	1.3422	0.0507	125.8068	1.3936

14-Mar-07 09:52:48 Vzorek: SADA ST.EKD PRAHA LIBUJE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

Biř C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	
Avg	0.0129	0.0000	0.0000	-0.0007	0.0041	0.0087	0.0000	0.0176	0.0202	0.0014
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.0156	0.0000	0.0018	0.0000	0.0000	0.0002	99.9256	0.0024	0.0190
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 09:54:16 Vzorek: CKDPRAHA 180 LIBUJE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

Biř C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Avg	0.0221	0.0000	0.0000	-0.0008	0.0041	0.0000	0.0175	0.0340	0.0016
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.0156	0.0000	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	99.8989	0.0032	0.0261
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 09:57:58 Vzorek: CKDPRAHA 180 LIBUJE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

Biř C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	
Avg	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0009	0.0039	0.0085	0.0000	0.0175	0.0065	0.0017
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.0154	0.0000	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000	99.9664	0.0000	0.0060
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:00:20 Vzorek: CKDPRAHA 181 LIBUJE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

Biř C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.2087	0.9342	0.4191	0.0384	0.0095	0.6139	0.6901	0.0944	0.0174	0.0747	0.3778
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.2875	0.1255	0.1867	0.0761	0.0468	95.7445	0.0047	0.7424
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:02:28 Vzorek: CKDPRAHA 181 LIBUJE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

Biř C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.2087	0.9290	0.4158	0.0378	0.0097	0.6136	0.6919	0.0933	0.0170	0.0746	0.3764
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:03:24 Vzorek: CKD Praha 182 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	1.3546	0.3691	0.1162	0.0085	0.0089	0.1227	2.7775	0.2929	0.0266	0.0045	0.0208
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
Avg	0.0242	0.0078	0.0106	0.0017	0.1556	94.6448	0.0030	1.6737
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:04:50 Vzorek: CKD Praha 182 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	1.3733	0.3695	0.1165	0.0089	0.0087	0.1224	2.7719	0.2910	0.0278	0.0043	0.0210
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
Avg	0.0245	0.0083	0.0134	0.0015	0.1546	94.6304	0.0029	1.6920
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:06:06 Vzorek: CKD Praha 182 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.9439	1.7073	1.0375	0.0118	0.0132	0.1989	1.0332	0.5693	0.1602	0.0759	0.0414
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
Avg	0.0043	0.0037	0.3592	0.0062	0.1087	94.6130	0.0022	0.6571
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:07:14 Vzorek: CKD Praha 182 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.0468	1.7146	1.0439	0.0122	0.0138	0.1949	1.0430	0.5732	0.1592	0.0367	0.0416
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
Avg	0.0044	0.0037	0.3669	0.0062	0.1093	94.5779	0.0018	0.6625
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:08:30 Vzorek: CKD Praha 183 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

Bin	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.9670	2.2687	0.3516	0.0318	0.0187	2.1835	0.2593	0.0974	0.0249	0.0152	0.0191
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:14:32 Vzorek: CKD STANDARD 186 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.3887	1.2829	1.4421	0.0140	0.0114	1.4169	1.5178	0.2429	0.0425	0.0181	0.2488
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.0205	0.0488	0.0505	0.0037	0.0075	93.1849	0.0079	1.2975
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:15:30 Vzorek: CKD STANDARD 187 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.1194	0.5251	0.5676	0.0367	0.0161	3.1785	0.0783	0.0420	0.0193	0.0217	0.5636
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.5614	0.0877	0.6811	0.0364	0.0670	97.7357	0.0123	1.1703
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:16:32 Vzorek: CKD STANDARD 187 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.1180	0.5240	0.5615	0.0364	0.0158	3.2861	0.0784	0.0418	0.0189	0.0218	0.5636
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.5617	0.0870	0.6851	0.0361	0.0671	93.2336	0.0130	1.1897
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:17:38 Vzorek: CKD STANDARD 188 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.3266	0.1717	0.7675	0.0074	0.0256	4.8311	0.4349	0.0606	0.0925	0.0206	1.3234
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	0.8187	0.0350	0.0984	0.1548	0.0071	90.7643	0.0060	1.9108
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

14-Mar-07 10:18:34 Vzorek: CKD STANDARD 188 LIBUJE
Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo	
Avg	0.3207	0.1701	0.7673	0.0073	0.0282	4.7175	0.4328	0.0600	0.0927	0.0206	1.3139
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

14-Mar-07 10:19:36 Vzorek: OKD STANDARD 189 LIBUZE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.1712	0.2628	0.2668	0.0324	0.0398	1.0141	5.1729	0.0637	0.0395	0.0244	0.8423
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SdZ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC				
Avg	0.0515	0.2667	1.3579	0.0237	0.0098	90.3094	0.0010	0.9902			
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
SdZ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

14-Mar-07 10:20:30 Vzorek: OKD STANDARD 189 LIBUZE
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.1742	0.2616	0.2671	0.0322	0.0428	1.0116	5.2339	0.0633	0.0391	0.0246	0.8428
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SdZ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC				
Avg	0.0514	0.2713	1.3463	0.0242	0.0098	90.2526	0.0010	0.9967			
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
SdZ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

14-Mar-07 10:22:24 Vzorek: OKD STANDARD PRAHA 181 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.7260	1.1710	1.6270	0.9430	1.3820	0.4980	0.7500	1.7030	2.0360	1.3300	1.0780
	1.3140	1.1620	1.6820	2.0740	1.1000	0.0000	1.3410	0.0000	0		

14-Mar-07 10:23:24 Vzorek: OKD STANDARD PRAHA 180 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.7360	1.1640	1.6070	0.9600	1.3870	0.4830	0.7260	1.6520	3.0790	1.3510	1.0870
	1.3180	1.1660	1.7420	2.0950	1.1080	0.0000	1.3650	0.0000	0		

14-Mar-07 10:24:36 Vzorek: OKD STANDARD PRAHA 181 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Avg	4.5570	96.4300	28.8840	4.6460	3.0850	11.2890	32.7950	31.8240	4.5900	8.7270
	19.3190	43.7280	53.0730	5.6930	7.0690	8.3170	0.0000	1.6750	0.0000	0

14-Mar-07 10:25:46 Vzorek: OKD STANDARD PRAHA 181 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Avg	4.6690	98.1920	29.3730	4.9610	3.1240	11.3020	33.1990	32.5660	4.5940	9.1860
	19.6620	44.4450	53.6930	5.6680	7.5290	8.4060	0.0000	1.6500	0.0000	0

14-Mar-07 10:28:00 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 182 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC		
Avg	21.3110	43.3500	19.1500	1.8200	2.4610	2.9060	82.1680	71.6110	6.6170	1.5090
	1.4340	5.4420	3.1700	2.1500	1.9640	26.2000	0.0000	1.5720	0.0000	0

14-Mar-07 10:28:58 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 183 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
Sn	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
Avg	1.5520	157.5010	60.4430	2.1240	4.2980	4.2810	44.7520	104.3620	32.3160
	4.7830	2.9590	2.0790	1.9150	9.0580	2.2410	18.1080	0.0000	1.4850
	0.0000	0							

14-Mar-07 10:29:54 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 183 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
Sn	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC
Avg	1.5820	159.3720	60.8940	2.1190	4.2390	4.4190	45.1060	105.4690	32.5030
	4.8670	2.9860	2.0820	1.9300	8.9850	2.2420	18.2050	0.0000	1.4730
	0.0000	0							

14-Mar-07 10:31:04 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 184 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC		
Avg	15.6760	189.0430	23.5130	4.1050	5.2690	23.9210	13.1170	31.4750	5.9980	2.5920
	1.9270	4.3340	3.4930	1.7440	2.9150	2.1040	0.0000	1.8220	0.0000	0

14-Mar-07 10:32:00 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 184 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC		
Avg	16.0060	192.8850	23.8500	4.2540	7.6640	24.3050	13.3440	31.4890	5.9160	2.5780
	1.9700	4.4100	6.5110	1.7670	3.0630	2.1260	0.0000	1.8530	0.0000	0

14-Mar-07 10:33:02 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 185 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC		
Avg	9.9020	77.6070	17.1840	3.4460	7.3890	1.0130	93.7520	51.8430	13.7560	1.5150
	7.0180	27.8220	8.9860	1.9150	18.4420	6.1550	0.0000	1.5270	0.0000	0

14-Mar-07 10:33:56 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 185 MIKINA
Program: OCELN Task: ARL

Si	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC		
Avg	10.1660	77.9200	17.4810	3.4700	6.1840	1.0230	94.3830	52.9090	14.0660	1.5070
	7.0930	28.1510	9.2730	1.9490	19.0480	6.2340	0.0000	1.5360	0.0000	0

14-Mar-07 10:37:10 Vzorek: CKD STANDARD PRAHA 186 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	7.1420	122.4390	76.8840	2.2860	3.6990	18.8970	55.1280	61.0420	9.8680	2.8750
	12.9580	4.5550	19.0160	2.7860	1.9550	2.0100	0.0000	1.6990	0.0000	0

14-Mar-07 11:01:10 Vzorek: STANDARDY CKD PRAHA 187 MIKINA
 Program: OCELN Task: PREDZKOU

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	Mo
Avg	0.1195	0.5302	0.5659	0.0368	0.0155	3.3826	0.0770	0.0430	0.0206	0.0220	0.3657
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC			
Avg	0.5675	0.0846	0.6805	0.0365	0.0674	93.1208	0.0119	1.2134			
Sd	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
Sd%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			

14-Mar-07 11:03:14 Vzorek: STANDARDY CKDPRAHA 187 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn
	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	EC	
Avg	2.8020	56.1140	35.8650	4.4560	4.9810	28.8250	4.9080	14.8400	4.9640	3.3830
	26.3700	75.0980	32.8210	14.6270	4.1710	11.1630	0.0000	2.1030	0.0000	0

14-Mar-07 11:04:34 Vzorek: STANDARDY CKDPRAHA 188 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
	Sn	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N
Avg	5.8140	18.9070	45.3500	1.4810	7.8080	31.2490	19.8820	20.6190	18.8270
	3.0720	50.9710	97.3940	13.5790	3.4620	11.4000	1.8550	0.0000	1.6990
	0.0000	0							

14-Mar-07 11:05:28 Vzorek: STANDARDY CKDPRAHA 188 MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
	Sn	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N
Avg	5.9110	19.0810	45.4600	1.5150	8.4560	31.4220	20.0990	20.6890	18.9760
	3.1150	31.5140	98.1620	14.2430	3.4760	12.0840	1.8620	0.0000	1.6880
	0.0000	0							

14-Mar-07 11:06:08 Vzorek: STANDARDY CKDPRAHA 189CRM MIKINA
 Program: OCELN Task: ARL

BiH	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
	Sn	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N
Avg	3.7330	30.7580	70.4750	4.1250	11.8390	15.6470	192.7910	22.8620	9.7300
	3.5180	38.1920	9.5730	111.9040	27.3920	3.3570	2.4280	0.0000	1.4400
	0.0000	0							

14-Mar-07 11:07:18 Vzorek: STANDARDY CKD Praha 189CRM MLKINA
 Program: OCELN Task: ARL

Std C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	
Sn	Mo	V	Ti	W	Nb	Co	Fe	N	
Avg	3.6680	29.9620	20.1920	4.0450	11.3940	15.6720	101.2970	22.8600	9.7720
SD	3.5090	37.4770	9.4550	110.2380	26.9100	3.3100	2.4150	0.0000	1.4910
	0.0000	0							

Status p'istroje

1	Vacuum	114.64
2	SPtemp	37.15
3	Mains	224.26
4	Neg.1kv	-995.95
5	Ctemp	33.00
6	Pos.5V	5.10
7	Pos.12V	12.09
8	Neg.12V	-12.15
9	Pos.24V	24.09
10	Neg.100V	-99.91

Status p'istroje

1	Vacuum	114.64
2	SPtemp	37.15
3	Mains	224.26
4	Neg.1kv	-995.95
5	Ctemp	33.00
6	Pos.5V	5.10
7	Pos.12V	12.09
8	Neg.12V	-12.15
9	Pos.24V	24.09
10	Neg.100V	-99.91

Status p'istroje

1	Vacuum	10.99
2	SPtemp	37.10
3	Mains	223.20
4	Neg.1kv	-995.95
5	Ctemp	32.95
6	Pos.5V	5.09
7	Pos.12V	12.10
8	Neg.12V	-12.15
9	Pos.24V	24.09
10	Neg.100V	-99.81