

Modernizace výuky předmětu Nauka o materiálu

Ondřej Stloukal

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Vložit oficiální zadání diplomové práce

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří přispěli k dokončení mé bakalářské práce. Hlavně děkuji svému vedoucímu Ing. Josefu Hrdinovi za jeho odborné vedení a pomoc při vypracování této práce.

Dále pak Vladimíru Parízkovi z design studia www.famoz.cz za jeho odborné rady a předání zkušeností s programem Macromedia Flash 8, který sem použil k tvorbě učební pomůcky do předmětu Nauka o materiálu.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 06. 09. 2006

.....

podpis diplomanta

RESUMÉ

Anotace česky

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem počítačové didaktické pomůcky pro předmět Nauka o materiálu. V úvodu práce popisuje didaktické pomůcky zlepšující studium, a pak diagram metastabilní soustavy Fe – Fe₃C. Pro který je vytvořena za pomoci programu Macromedia Flash 8 grafická didaktická pomůcka.

Anotace ve světovém jazyce

This document presents details of proposal computerized education instrument for article Material properties. In the introduction document describes didactic instruments improving education and then metastable diagram of system Fe – Fe₃C. For that made with the aid of program Macromedia Flash 8 graphical didactics instrument.

OBSAH

ÚVOD	8
1 STUDIJNÍ A TEORETICKOU ČÁST	9
1.1 DIDAKTICKÉ POMŮCKY	9
1.1.1 Pojem učební pomůcka	9
1.1.2 Historické souvislosti	9
1.1.3 Pojem médium a multimédium	10
1.1.4 Multimedia ve vzdělávání	11
1.1.5 Vytvoření multimediálního titulu	12
1.2 ROVNOVÁŽNÁ SOUSTAVA ŽELEZO – UHLÍK	13
1.3 METASTABILNÍ SOUSTAVA ŽELEZO – KARBID ŽELEZA (FE – FE_3C)	15
1.3.1 Popis rovnovážného diagramu soustavy železo-uhlík	16
1.3.2 Oblasti přeměn struktur v diagramu	19
1.3.3 Význam diagramu:	25
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	26
2.1 PRÁCE V PROGRAMU MACROMEDIA FLASH	26
2.1.1 Základní seznámení	26
2.1.2 Nastavení scény	27
2.1.3 Tvorba tlačítek	28
2.1.4 Tvorba animace (movie klipu)	32
2.1.5 ActionScript	33
2.1.6 Textová pole	34
2.2 TVORBA PREZENTACE	35
2.3 POPIS PREZENTACE	35
ZÁVĚR	37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	39
SEZNAM OBRÁZKŮ	40
SEZNAM TABULEK	41
SEZNAM PŘÍLOH	42

ÚVOD

K nejstarším a nejrozšířenějším učebním pomůckám na světě patří jistě tabule, křída, pero a sešit později se k nim přidala učebnice. Moderní doba však sebou přináší nové technologie a vynálezy, které stále častěji ovlivňují i výuku. O tom, že takové vlivy existují, asi nikdo nepochybuje. V současnosti převládá dokonce názor, že informační a komunikační technologie zásadním způsobem mění život celé společnosti. Tyto technologie pronikají a mění tvář všech oblastí lidského činnosti, proto by nemělo ani školství zůstat pozadu. Ovšem jak je známo školství je jedno z nejkonzervativnějších odvětví, kde se změny prosazují velmi těžko a pomalu. Jsou ale naprosto nutné. Počítače a internet přinášejí do výuky zcela nové formy a metody. Pro studenta už není hlavní jen a pouze škola a její struktura, ale vlastní vzdělanost a průběh vzdělávání. Využití moderních technologií ve způsobu výuky vedly ke zpracování této bakalářské práce, která si klade za cíl usnadnit přednášejícímu výklad, usnadnit a zefektivnit studentům pochopení probírané látky a celkově se přizpůsobit novým moderním trendům výuky. Cílem bakalářské práce bylo vypracovat grafickou počítačovou didaktickou pomůcku pro zlepšení výuky soustavy železo-uhlík v předmětu Nauka o materiálu.

1 STUDIJNÍ A TEORETICKOU ČÁST

1.1 Didaktické pomůcky

Jen málokdo si v dnešní době dokáže představit učitele jakéhokoliv předmětu bez učebních pomůcek, odkázaného jen na sebe samého, odkázaného pouze na verbální či neverbální komunikaci. Používáním učebních pomůcek ve výuce je možné zefektivnit výukové metody a výuka se stává příznivější jak pro učitele tak i pro studenta. Je tudíž možné lépe dosáhnout požadovaného cíle ve studiu.

1.1.1 Pojem učební pomůcka

Učební pomůcku můžeme definovat podle pedagogického slovníku J. Průchy a kol. takto: učební pomůcky jsou předměty zprostředkující nebo napodobující realitu, napomáhající větší názornosti nebo usnadňující výuku (2) nebo podle pedagogického slovníku B. Kujala a kol.: učební pomůcky jsou přirozené objekty nebo předměty napodobující skutečnost nebo symboly, které ve vyučování a učení přispívají jako zdroje informací k vytváření, prohlubování a obohacování představ a umožňují vytvářet dovednosti v praktických činnostech žáků, slouží k zobecňování a osvojování zákonitostí přírodních a společenských jevů. Používají se především proto, aby se vytvořily podmínky pro intenzivnější vnímání učební látky, aby do celkového procesu bylo zapojeno co nejvíce receptorů, především zrakových a sluchových (3).

1.1.2 Historické souvislosti

První velkou změnou vzdělání byl jistě technický pokrok a vynález knihtisku. Trvalo to pak ještě několik století než se tištěné knihy staly alespoň ve vyspělých zemích dostupnými individuálnímu vzdělávání každému studentovi. Další pokusy o využití různých prostředků (podle anglického vzoru – technologií) jsou spojeny až s nástupem průmyslové revoluce. Nejedná se pochopitelně hned o vynález parního stroje, který je obecně považován za počátek technického pokroku. Ale například již známý Thomas Alva Edison trpěl představou, že film bude možné používat místo učebnic. Podobné názory se pak opakovali s rozhlasem, gramofonem, magnetofonem, televizí a videem. Jak je známo poměrně dost neúspěšně. Žádnému z těchto technických prostředků se však nikdy

nepodařilo nahradit klasické učebnice a změnit zaběhnuté výukové metody. Hromadný způsob sdělování informací, který znemožňuje individualizaci, a sekvenční prezentace, která nedovoluje nalézt pouze jedinou potřebnou informaci, odsuzuje tyto prostředky výuky do role doplňkových specializovaných pomůcek.

Podobné nadšení zavládlo také s příchodem počítačů v sedmdesátých a osmdesátých letech 20. st. Panovala značná rozšířená představa, že počítače budou schopny nahradit nejen učebnice, ale dokonce i učitele. Opět se ukázalo, že nikoliv. Počítače té doby pokoušející se řídit výukový proces působily natolik hloupým dojmem, že většinu studentů odrazovaly a místo zájmu o probíranou látku vyvolávali především snahu o získání dobrého hodnocení. Toho bylo často dosaženo bez potřebných znalostí.

Dnes je situace však jiná. Počítače dnešní doby společně s vysokorychlostním internetem jsou dnes schopny nahradit i učitele. I když osobní kontakt mezi učitelem a studentem nahradit nedokáží a nebudou schopny asi ani v blízké budoucnosti přinášejí malou revoluci do vzdělávání.

1.1.3 Pojem médium a multimédium

Počítače, které v sobě skloubí hned více medií zároveň rozhlas, film a učebnici zároveň sebou přinášejí pojem multimedia. Pojem medium můžeme definovat takto: "Médium zprostředkovává informace mezi zdrojem a příjemcem." (Tak to se dá pohlížet např. na "rozhlas" - t.j. rozhlasové vysílání jako médium.) Postupně, s rozvojem dalších vědních oborů (např. informatiky) a s vývojem moderních komunikačních technologií se pojem médium začal používat ve těchto významech:

- médium jako přenosový kanál informace,
- médium jako materiálně-energetický nosič znaků,
- médium jako soustava znaků, t.j. určitá zpráva se syntaktickou, sémantickou a pragmatickou strukturou .

Spojování medií dostáváme pojem multimédia.

Pod multimédiem chápeme takový nosič textových, zvukových, obrazových a jiných informací, který umožňuje uživateli interaktivně zasahovat do jednotlivých informačních částí různým individuálním přístupem. V současnosti jde především o vytvoření interaktivního prostředí pomocí počítače tak, že k počítači se přidávají různá

další zařízení, zároveň se využívají programy schopné spojit zvuky, texty, grafiku, video-obrazy, animaci aj.

Po technické stránce pro zvýšení interaktivního prostředí pomocí počítače k němu připojujeme další komponenty, které vytvářejí zvuk, text, obraz, grafiku, animaci a.j. jedná se především o tyto komponenty:

1. CD-ROM, DVD optický disk, nepřepisovatelná paměť s velkou kapacitou,
2. RWM-velkokapacitní vnější paměť,
3. zvuková karta,
4. videokarta,
5. skener,
6. video-adaptér,
7. LCD projektor.

Když to všechno zobecníme můžeme multimedia definovat takto: Multimedia jsou kombinací zvuku, grafiky pohybu a jejich zobrazení. Ve světě počítačů jsou multimedia chápána jako podmnožina hypermedií, která kombinují multimediální prvky s hypertextem, ke kterému je připojována informace. Tedy multimediální systémy spojují donedávna rozdílné světy videa a počítačů. Toto přináší významné zdokonalení a zkvalitnění málo zábavné počítačem podporované výuky ve stylu programového učení, a slibují téměř revoluční změnu v trendu technických výukových soustav. Protože nabízejí celou řadu možností využití v informační technice a zábavní elektronice, snaží se přední světoví výrobci zaujmout v této oblasti vedoucí pozice, což vede k mimořádně rychlému vývoji hardware, za kterým zatím viditelně pokulhává příprava kvalitních programů.

1.1.4 Multimedia ve vzdělávání

V dnešní době procházejí multimedia velkým rozvojem v oblasti vzdělávání. Stejně jako u prezentace nějakého podnikatelského záměru i zde učitel prezentuje určitou oblast učiva s jím stanoveným záběrem množství informací. Jeho úloha se posouvá z úrovně přednášejícího do polohy zkušeného a věci znalého partnera svým studentům. Jeho rétorické schopnosti nahrazuje mnohem zajímavější a přesnější formou multimediální produkt, promítaný na plátno, nebo prezentovaný na monitorech studentů. Učitel tak má možnost plně se věnovat dotazům studentů a tím je správně vést při studiu tak, aby danou

problematiku co nejlépe pochopili. Budoucností je jistě možnost samostudia na bázi vhodně zvolené multimediální platformy přímo doma a to vše při využití internetu.

Již první výukové programy ukázali, že multimediální pomůcky smažou hranice mezi vzděláváním a zábavou, snadnou interakcí ve všech fázích programu, který je vhodně ilustrován a oživen pohyblivými sekvencemi, a více než dosavadní metody výuky a vzdělávání se přiblíží Komenského ideálu "škola hrou".

Je důležité pochopit fakt, že učitelé budou vždy tvořit neoddělitelnou součást multimediálního vyučování. Mnozí předpovídali zánik klasického vzdělávání s nástupem multimédií. Ve skutečnosti multimedia pouze podporují standardní vyučovací metody. Jediný učitel má stále ještě větší cenu, než celá hromada programů, ať už jakkoli dokonalého. Multimedia ve vzdělávání pomáhají učiteli zesilovat ten nejdůležitější prvek výuky, jímž je zvědavost. Jestliže učitel k probíranému tématu nabídne studentům maximální možné množství informací v podobě grafiky, textu, obrazového záznamu a tak dále, můžou studenti dané téma pochopit v širších souvislostech. Jestliže studenti najdou rozhodující informace mezi různými multimediálními tituly, může jim širší perspektiva pomoci k pochopení obtížnějších otázek.

Pomocí projekce na velké plátno a multimediálního titulu můžou učitelé zdokonalit již stávající plán lekcí. Interaktivní povaha multimediálního titulu značně usnadňuje práci učitele při odpovídání na otázky, protože k tomu může použít grafické prostředky. Studenti mohou sami doma hlouběji prozkoumat probírané téma a poté je požádat o vlastní pohled na výklad faktů. Tato možnost však závisí na dostupnosti multimediálních titulů mimo školní počítačové sítě.

V souvislosti s lepší efektivitou vzdělávání je zavádění multimédií do procesu výuky téměř nutností.

1.1.5 Vytvoření multimediálního titulu

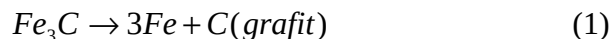
Náklady na personál jsou jednou s největší položkou z rozpočtu na tvorbu multimediálního titulu. Rozpočet se dá však jistě snížit zapojením samotných studentů a učitelů do procesu tvorby titulu. Při přípravě se musí produkční tým rozhodnout, jaký trh bude svým výtvořem postihovat (zda se bude jednat o zábavu nebo o profesionální využití), pro kterou hardwarovou platformu bude určen (Windows, Mac, PS, aj.), jak vyspělý bude koncový uživatel a jak úsporně naložit s rozpočtem. Všechny tyto aspekty

jsou hodně důležité, protože mají vliv na mnoho oblastí, od uměleckého ztvárnění návrhu, přes počty animovaných sekvencí a záběrů videa v projektu. Tvůrci multimediálních projektů nemají v ruce tak velký rozpočet, jako tvůrci filmů. To ovšem neznámá, že se jedná o levnou záležitost, produkty špičkových designových studií se můžou vyšplhat s cenou až k půl milionům dolarů. K zákazníkovi se většinou multimediální produkt dostává na některém z paměťových nosičů(cd-rom, DVD, diskety, atd.) nebo je umístěn ke stažení na internetu. Programátor by se měl také snažit o to, aby produkt bylo možné přehrát na různých programech, což zvyšuje jeho dostupnost uživatelům. Programátor by měl do systému titulu zabudovat interaktivitu, která právě odlišuje multimediální titul od pouhého pasivního sledování promítání diapozitivů.

1.2 Rovnovážná soustava železo – uhlík

Železo se v elementární stavu vyskytuje v přírodě jen velmi zřídka. Železo (Fe) obsahuje vždycky určité množství uhlíku (C). Jeho koncentrace má určující vliv na vlastnosti technických slitin železa. Při odhadu vlastností technických slitin železa můžeme vycházet s rovnovážného diagramu železo – uhlík, ve kterém lze podle závislosti obsahu uhlíku a teploty určit fázové a strukturní přeměny v železe.

Binární soustava železo – uhlík má v tekutém stavu tyto dvě složky dokonale rozpustné. Ochlazujeme-li některé ze slitin systému velmi pomalou rychlostí, nestačí to často k tomu, aby se uhlík v průběhu krystalizace vylučoval v elementární formě jako grafit a místo něho vzniká metastabilní karbid železa Fe_3C , metalografický název cementit. Jen za zvláštních podmínek lze dosáhnout zcela stabilní rovnováhy a to tehdy dojde-li k rozpadu cementitu dle vztahu :



Proto základní dělení soustav je na :

1. **Metastabilní soustava $Fe-Fe_3C$** , když se uhlík vyskytuje ve formě cementitu (Fe_3C). Diagram se znázorňuje do obsahu uhlíku 6,68 %, který odpovídá 100 % karbidu železa – cementitu.
2. **Stabilní soustava $Fe-C$** – uhlík je přítomen jako grafit (C_{gr}). Rovnováha mezi železem a grafitem (elementárním uhlíkem) v závislosti na teplotě.

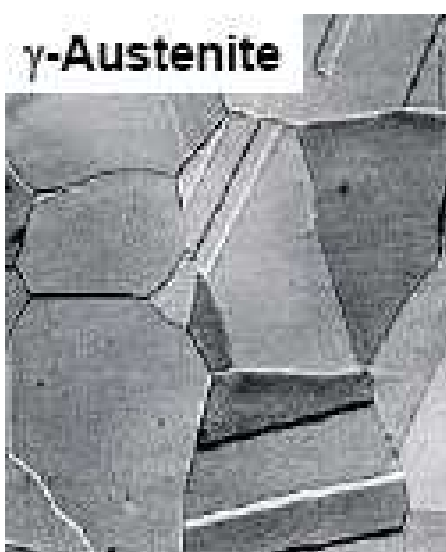
Uhlík tvoří s modifikacemi železa intersticiální tuhé roztoky. Může se v soustavách vyskytovat jako intermediální fáze(karbid) nebo jako volný uhlík – grafit.

Uhlík se rozpouští v železe za vzniku tuhých roztoků označovaných jako ferit, austenit a δ -ferit :

- Ferit(α) – tuhý roztoku uhlíku v modifikaci Fe- α , max. 0,018 % C při 727 °C
- Austenit(γ) - tuhý roztoku uhlíku v Fe- γ , max. 2,14 (2,08, 2,11) % C při 1147 °C
- Ferit δ - tuhý roztoku uhlíku v Fe- δ , max. 0,08 %C při 1499 °C



Obr. 1 Struktura feritu



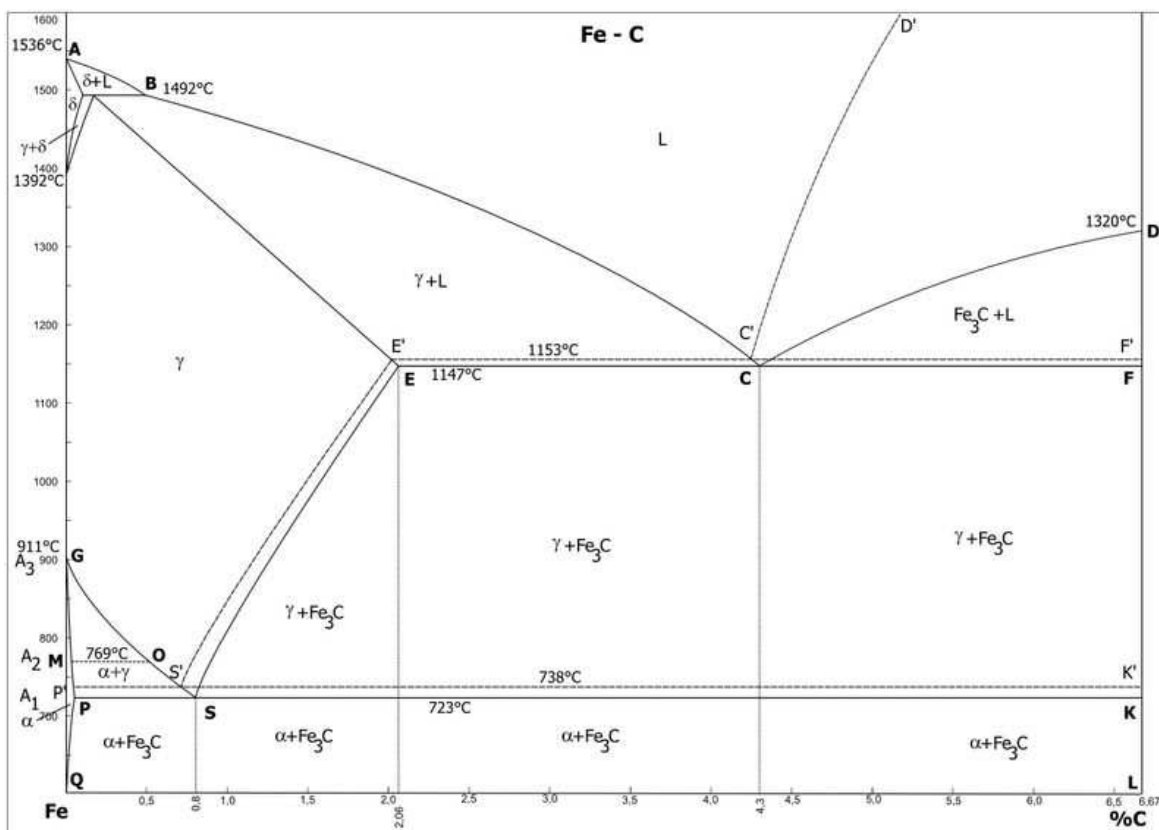
Obr. 2 Struktura austenitu

Je-li uhlíku více (jestliže jeho přítomnost ve slitině je větší než odpovídá jeho mezní rozpustnosti v železe α a γ za dané teploty) než je schopno se rozpustit v tuhém roztoku, může se nadbytečné množství vyskytovat ve dvou formách :

- *Cementit* – karbid Fe_3C , intermediální fáze (chemická sloučenina). Má složitou rombickou mřížku. Je velmi tvrdý, křehký, netvárný. Při teplotě 717°C ztrácí feromagnetické vlastnosti. Je nestabilní a za vhodných podmínek se rozkládá dle rovnice (1).
- *Grafit* (C_{gr}) – krystalizuje v hexagonální soustavě. Je měkký, drobivý, v porovnání s železem nepatrná tvárnost a pevnost.

1.3 Metastabilní soustava železo – karbid železa ($\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C}$)

Soustava železo – karbid železa je pro technickou praxi nejdůležitější, jelikož má význam především pro slitiny s menším obsahem uhlíku, tj. pro oceli.



Obr. 3 Rovnovážný diagram soustavy železo-uhlík

Rovnovážný diagram soustavy železo-uhlík je zobrazen na obr. 3. Diagram slouží ke zjišťování struktury zkoumané slitiny při určité teplotě.

V diagramu se vyskytují následující fáze :

- *Ferit* – intersticiální tuhý roztok uhlíku v Fe α ;
- *Austenit* – intersticiální tuhý roztok v Fe γ
- *delta ferit* – intersticiální tuhý roztok v Fe δ ;
- *Cementit* – intersticiální chemická sloučenina železa a uhlíku Fe_3C .
- *Grafit* – uhlík krystalizující v šesterečné soustavě;
- *Ledeburit* – eutektoikum v metastabilní soustavě (při eutektické teplotě se skládá z krystalů austenitu a cementitu);
- *Grafické eutektikum* – eutektikum ve stabilní soustavě (při eutektické teplotě se skládá z austenitu a grafitu);
- *Eutektoid* v metastabilní soustavě se nazývá perlit a je složen z feritu a cementitu. Tvarově se rozeznává perlit lamelární) lamely feritu a cementitu) a perlit zrnitý (ferit s kulovitým cementitem).

Vedle těchto fází existují ještě smíšené fáze :

- *Perlit* – je složený z 88 % feritu a 12 % cementitu. Vyskytuje se při teplotách pod 723 °C.
- *Ledeburit* - složený z 51,4 % austenitu, feritu a 48,6 % cementitu

1.3.1 Popis rovnovážného diagramu soustavy železo-uhlík

Na diagramu lze sledovat průběh změn při ochlazování slitin železa s různým obsahem uhlíku. Při teplotách nad čarami ACD jsou všechny slitiny železa a uhlíku v tekutém stavu.

Čáry ACD, zvané likvidus, udávají teploty začátku tuhnutí taveniny, čáry AECE, zvané solidus, udávají teploty konce tuhnutí. Při teplotách pod čarami AECE jsou všechny slitiny železa a uhlíku v tuhém stavu.

Čára GS udává teploty, kdy se z austenitu začne vylučovat ferit, a to až do teploty 727 °C. Dalším ochlazením se ferit již nemění. Při ochlazování oceli s obsahem uhlíku 0,8

% se austenit nemění až do teploty 727 °C, kdy se všechno promění v perlit zvaný eutektoid.

U ocelí s obsahem uhlíku 0,8 % až 2,14 % se z austenitu při teplotách, které udává čára SE, začnou vylučovat krystaly cementitu (karbidu železa – Fe_3C), a to až do teploty 727 °C, kdy se zbylý austenit přemění v perlit, kdežto cementit se již nemění. Protože se cementit vyloučil až v tuhém stavu, říkáme mu sekundární čili segreganční. Uvedené změny austenitu v perlit však nastanou jen při dostatečně pomalém ochlazování.

U technických ocelí slitin železa s obsahem uhlíku 2,14 % až 4,3 % se do konce tuhnutí všechna tavenina v austenit nezmění a při teplotě 1 147 °C, dané čarou EC, její zbytek ztuhne v ledeburit a sekundární cementit. Při teplotě 727 °C se zase austenit změní v perlit, kdežto ledeburit a sekundární cementit se nezmění.

Tavenina se 4,3 % uhlíku ztuhne najednou při teplotě 1 147 °C na ledeburit zvaný eutektikum. Z chladnoucí taveniny obsahující 4,3 % až 6,67 % uhlíku se při teplotách daných čarou CD začnou vylučovat krystaly primárního cementitu, a to až do teploty 1 147 °C, kdy zbylá tavenina ztuhne v ledeburit. Tento stav primární cementit – ledeburit zůstane beze změny i pod teplotou 727 °C.

Čára ECF, zvaná eutektiála, udává teplotu 1 147 °C, při níž chladnoucí tavenina ztuhne v ledeburit.

Čára MOSK udává teploty, při nichž ohřívaná slitina ztrácí magnetičnost. Čára PSK, zvaná eutektoidála, udává teplotu 727 °C, při níž se z chladnoucí slitiny železa s obsahem uhlíku až do 4,3 % mění zbylý austenit v perlit.

V oblasti teplot nižších než 727 °C se vyskytují různé strukturální složky. U ocelí s malým obsahem uhlíku, až do 0,8 %, jsou to krystaly feritu a perlitu. Těmto ocelím se říká podperlitické čili podeutektoidní. Protože jsou krystaly feritu a perlitu měkké, mají přirozenou měkkost i tyto oceli. Jsou to oceli konstrukční. Jejich významnou vlastností je houževnatost. Oceli s 0,8 % uhlíku jsou složeny jen z jemných krystalů perlitu (eutektoidu). Jsou to oceli perlitické neboli eutektoidní.

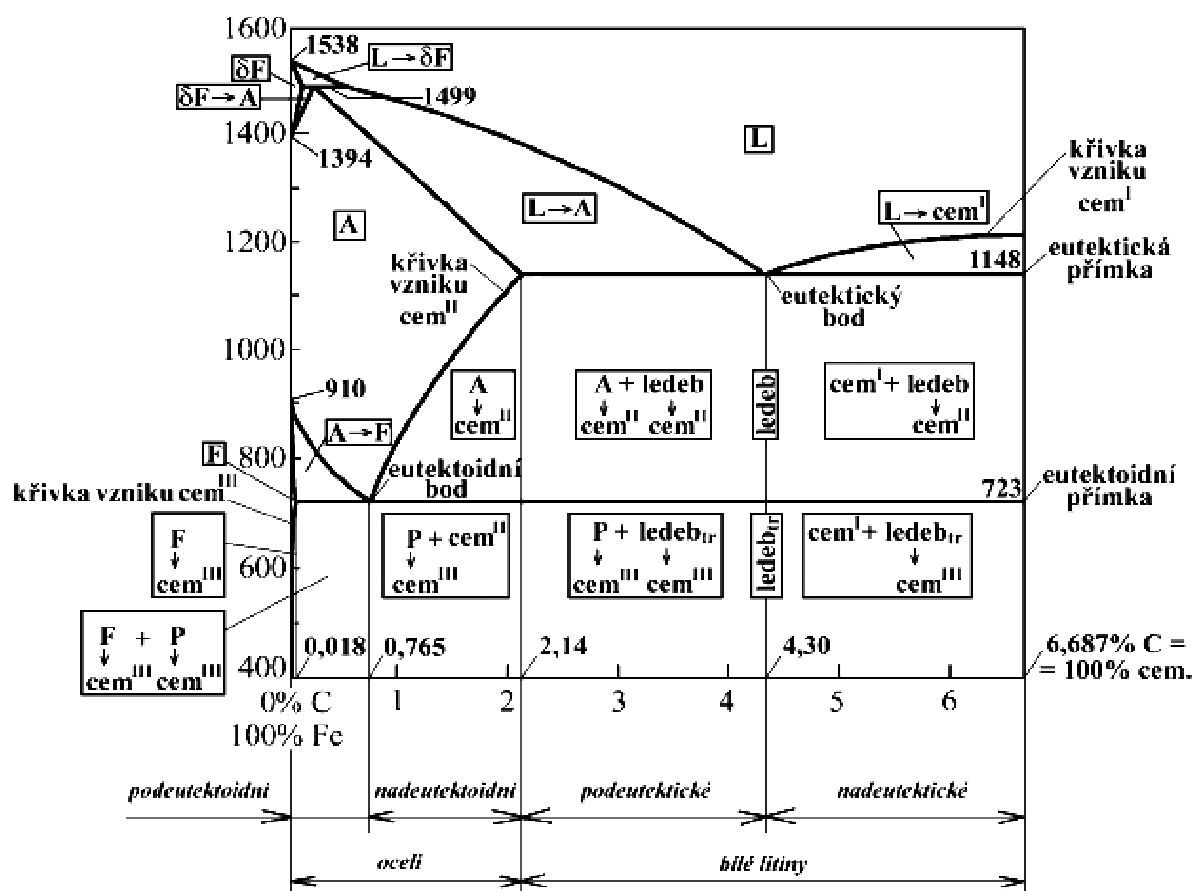
Oceli obsahující více než 0,8 %, ale nejvýš 2,14 % uhlíku, jsou oceli nadperlitické čili nadeutektoidní. Jsou složeny z jemných krystalů perlitu a z tvrdých krystalů sekundárního cementitu, mají přirozenou tvrdost a jsou dobře kalitelné. Jsou to oceli nástrojové.

Slitina obsahující 4,3 % uhlíku je v pevném stavu složena pouze z krystalů ledeburitu (eutektikum). Slitiny s větším obsahem uhlíku než 4,3 % jsou složeny z krystalů ledeburitu a primárního cementitu.

Litiny jsou poměrně velmi křehké a málo pevné, protože mají velký obsah uhlíku, buď v podobě grafitu (šedá litina), nebo cementitu (bílá litina).

Tab. I. Teploty a koncentrace důležitých bodů v diagramu železo-uhlík, podle obr. 3.

Teploty bodů a čar ve C			Koncentrace bodů v % C		
Soustava			Soustava		
	metastabilní	stabilní		metastabilní	stabilní
A	1538		A	0,00	
H-J-B	1495		H	0,10	
N	1394		J	0,16	
E-C-F	1147	1154	B	0,51	
G	912		E	2,08	
M-O	770		C	4,30	4,26
P-S-K	727	738	F	6,89	není stanoven
D	1227		S	0,77	0,69
			P	0,02	0,018
			Q		



Obr. 4. Přeměny struktur v diagram Fe - Fe₃C

Při eutektoidní přeměně dochází kromě rozpadu austenitu z peritektické reakce nebo taveniny taky k rozpadu austenitu, který je součástí ledeburitu vzniklého eutektickou reakcí. Ledeburit neobsahující austenit (pod 727°C - eutektoidní teplota) je tvořen směsí perlitu a primárního cementitu (drobnými ostrůvky perlitu obklopenými cementitickou hmotou) – transformovaný ledeburit.

Podle podmínek vzniku rozlišujeme 5 druhů cementitu :

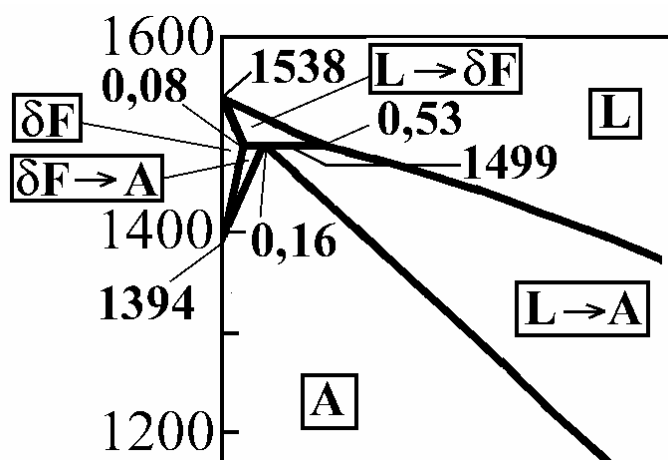
1. primární cementit Cem_I – vylučuje se přímo z taveniny (krystalizací) podle křivky CD,
2. sekundární cementit Cem_{II} – vzniklý rozpadem přesyceného tuhého roztoku uhlíku v γFe (austenitu); vylučuje se z austenitu po hranicích původních zrn podle křivky SE,
3. terciální cementit Cem_{III} – vzniklý rozpadem přesyceného tuhého roztoku uhlíku v αFe (feritu), vylučuje se z feritu na hranicích zrn podle křivky PQ,
4. eutektický cementit (ledeburitický) – je součástí eutektika (ledeburitu) – vzniká při eutektické reakci,
5. eutektoidní cementit (perlitický) – je součástí eutektoidu (perlitu) – vzniká při eutektoidní reakci.

1.3.2 Oblasti přeměn struktur v diagramu

Diagram Fe – Fe₃C (na obr. 4.), sloužící ke zjišťování struktury zkoumané slitiny při určité teplotě, můžeme rozdělit na několik typických oblastí :

..

a) Oblast peritektické přeměny



Obr. 5. Peritektická přeměna

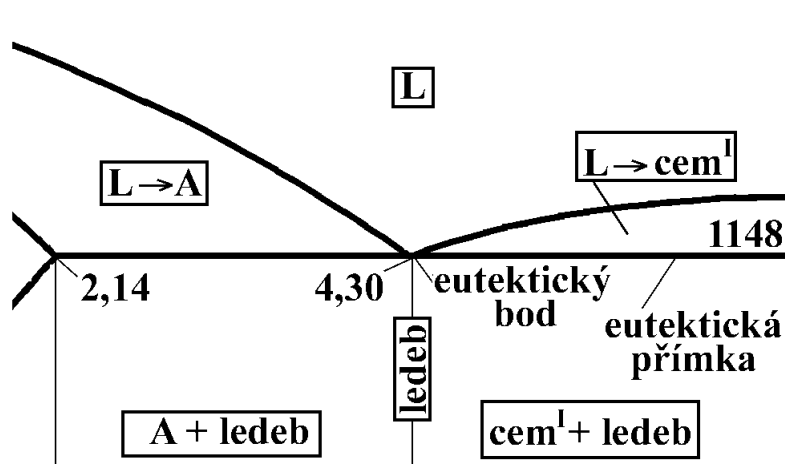
Probíhá v koncentračním rozmezí do 0,08% C, krystalizuje tavenina přes směs taveniny a δ feritu přímo na δ ferit.

Od 0,08 do 0,16% C, krystalizuje tavenina na směs taveniny a δ feritu. Ta při peritektické teplotě 1499°C prodělá peritektickou reakci na směs δ feritu a austenitu a poté překrystalizuje na austenit.

Od 0,16 do 0,53% C, krystalizuje tavenina na směs taveniny a δ feritu. Při 1499°C proběhne peritektická reakce a vznikne směs taveniny a austenitu. Krystalizace je dokončena vznikem austenitu.

Při koncentraci uhlíku více než 0,53 hm.% dochází k přímé krystalizaci taveniny na směs taveniny a austenitu.

b) Oblast eutektické transformace :



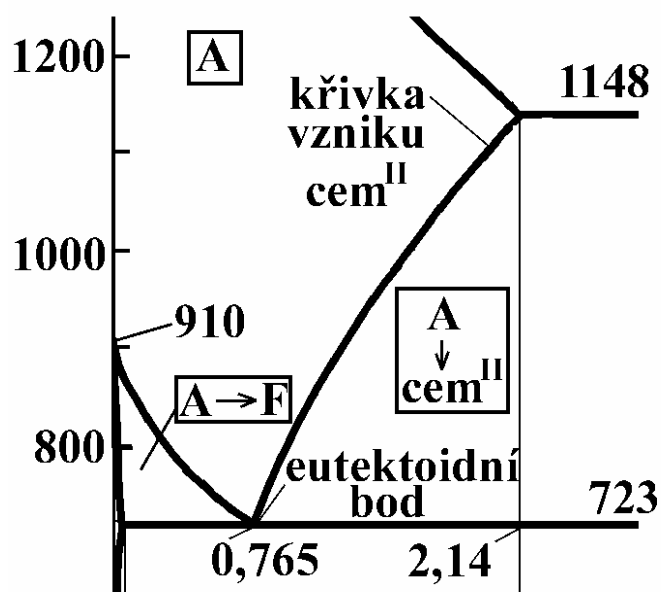
Obr. 6. Eutektická transformace

Eutektická transformace probíhá při teplotě eutektické 1148°C v materiálech, které obsahují 2,14 až 6,687 hm.% C. Její podstatou je transformace taveniny na eutektikum - ledeburit. K přímé přeměně 100% taveniny na 100% eutektika dochází pouze při koncentraci 4,30% C.

Je-li v materiálu méně než 4,30% C, krystalizuje nejdříve tavenina na austenit (primární krystalizace). Přitom se tavenina obohacuje o uhlík až na eutektickou koncentraci 4,30% C a při dosažení eutektické teploty se její zbytek mění na eutektikum. Proto je ve struktuře takového materiálu těsně pod teplotou 1148°C austenit a ledeburit.

U nadeutektických litin, které obsahují více než 4,30% C, dochází nejprve ke krystalizaci primárního cementitu. Přitom se zbývající tavenina ochuzuje o uhlík až na 4,30% C a při 1148°C se mění na ledeburit. Po ukončení eutektické transformace je v materiálu primární cementit a ledeburit

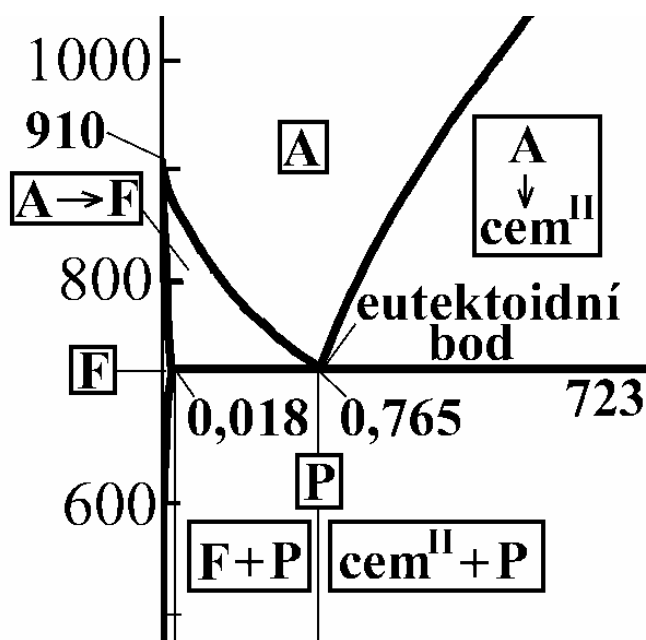
c) Oblast vzniku sekundárního cementitu :



Obr. 7. Oblast vzniku sekundárního cementitu

Maximální rozpustnost uhlíku v austenitu je 2,14% při teplotě 1148°C, minimální je 0,765% při teplotě 723°C. V důsledku tohoto poklesu rozpustnosti se s klesající teplotou uvolňuje z austenitu uhlík a tvoří sekundární cementit. Tak austenit vyrovnává své složení na rovnovážné odpovídající okamžité teplotě (v diagramu je toto složení dáno průsečíkem křivky vzniku cem^{II} a čáry teploty). Cem^{II} je vylučován z každého austenitu, který se vyskytne v celé oblasti od křivky vzniku cem^{II} až do 6,687% C v teplotním rozmezí 1148 až 723°C.

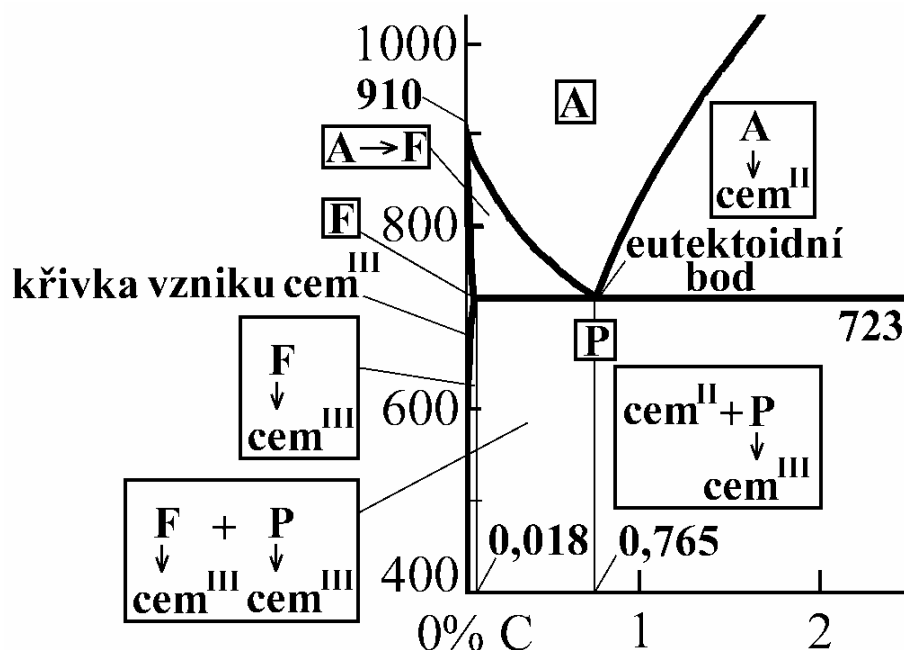
d) Oblast eutektoidní transformace :



Obr. 8. Oblast eutektoidní transformace

Tato reakce probíhá při eutektoidní teplotě 723°C v materiálech obsahujících 0,018 až 6,687 hm.% C. Podstatou přeměny je transformace austenitu na eutektoid – perlit. K přímé přeměně 100% austenitu na 100% perlitu dochází pouze při koncentraci 0,765% C. Je-li v materiálu méně než 0,765% C, překrystalizuje austenit nejdříve na ferit. Přitom se austenit obohacuje o uhlík až na eutektoidní koncentraci 0,765% C.

e) Oblast vzniku terciárního cementitu :



Obr. 9. Oblast vzniku terciárního cementitu

Maximální rozpustnost uhlíku ve feritu je 0,018% při teplotě 723°C, minimální je uváděna v řádu 10⁻⁷ % při teplotě 20°C. V důsledku tohoto poklesu rozpustnosti se z feritu při klesající teplotě uvolňuje uhlík a tvoří terciární cementit. Ferit tak vyrovnává své složení na rovnovážný stav odpovídající okamžité teplotě (v diagramu je toto složení dáno průsečíkem křivky vzniku cem^{III} a čáry teploty). Cem^{III} je vylučován z každého feritu, který se vyskytne v celé oblasti od křivky vzniku cem^{III} až do 6,687% C a v teplotním rozmezí 723 až 20°C.

1.3.3 Význam diagramu:

Pomocí diagramu Fe-Fe₃C lze například vysvětlit otázky týkající se různých vlastností oceli – (obsah uhlíku $\leq 2,06$ % C) - a litiny ($> 2,06$ % C). Ocel je možno tvářet (kovat, válcovat, lisovat atd), protože zde existuje široká oblast dobře tvářitelného austenitu. U litiny, kde uhlík je převážně vyloučen jako grafit nebo ledeburit je tvářitelnost velice nízká.

Pomocí popsaného rovnovážného diagramu Fe-Fe₃C lze kupříkladu vysvětlit otázky, týkající se rozdílných vlastností oceli (obsah uhlíku $\leq 2,06$ % C) a litiny ($> 2,06$ % C).

Tavící teplota čistého železa je 1 538°C. Tuhnutí a začátek tavení oceli (linie A-H-J-E) a litiny (linie E-C-F) jsou značně rozdílné. Nízká teplota tavení litiny je jedna z příčin dobré slévateľnosti litiny.

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

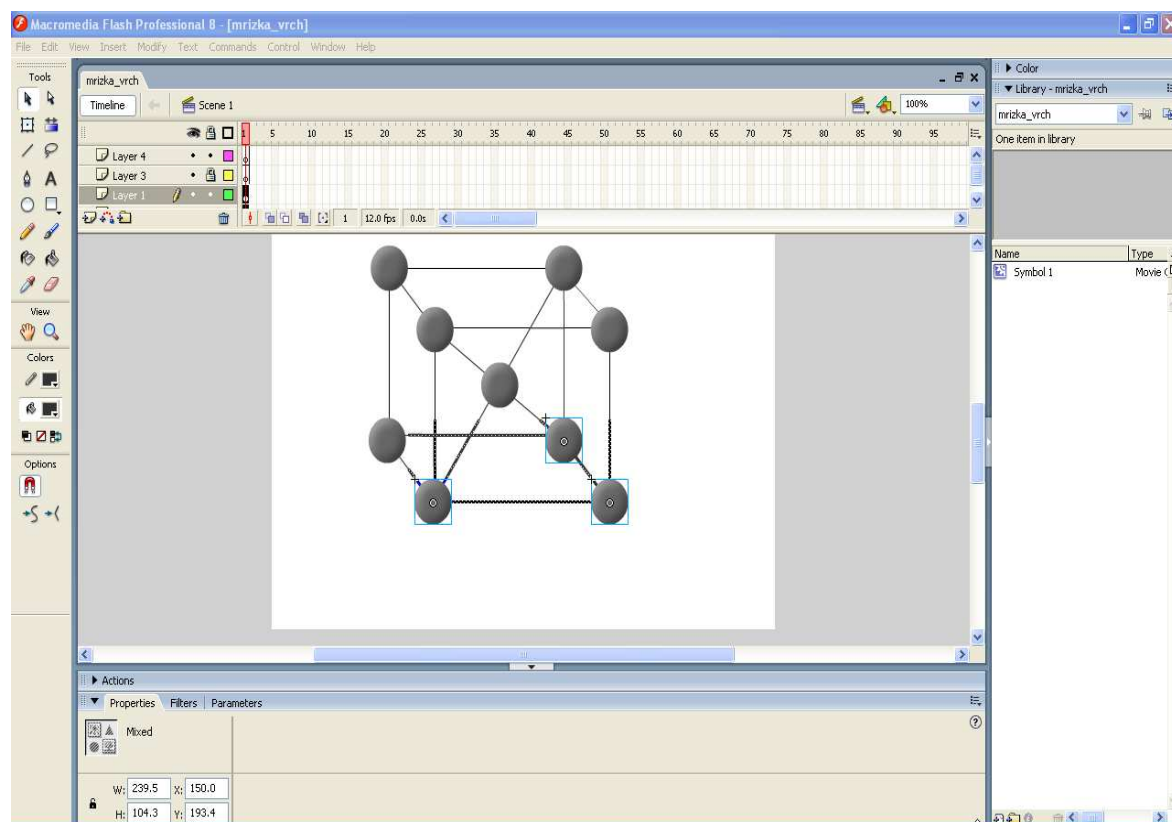
V této části se budu zabývat tvorbou grafické pomůcky pro výuku diagramu železo – uhlík. Použiji k tomu program Macromedia Flash 8, který zjednodušeně představím v této části. Popíši základní práci v tomto programu a nastíním jak sem postupoval při tvorbě grafické prezentace.

2.1 Práce v programu Macromedia Flash

Macromedia Flash představuje světový standard pro tvorbu fascinující internetové prezentace, poutavé reklamní kampaně, obchodní nebo výukové aplikace, on-line hry či interaktivní video. Pomocí tohoto programu můžete vytvořit extrémně malé, ale přitom dynamické a plně interaktivní multimediální prezentace a aplikace, které lze přímo spouštět na osobních počítačích s různými operačními systémy, kapesních počítačích nebo mobilních telefonech. Program Flash dnes na světě používá více jak jeden milión vývojářů, kteří svými produkty mohou ihned oslovit přes 500 miliónů uživatelů internetu po celém světě.

2.1.1 Základní seznámení

Flash je zjednodušeně řečeno animace respektive skupina snímků, které se mezi sebou vyměňují (podobně jako animovaný GIF). Tato definice však není úplně přesná. Zatímco u GIFu se střídají rastrové obrazy (tvořené sítí bodů - *pixelů*), u Flashe se jedná o vektorové obrazy (obrázek je definovaná pomocí čar a výplní). Animace může být ovlivňována programovacím jazykem Flashe *ActionScriptem* (podobný jako JavaScript). Díky Flashi se můžeme vytvářet internetové stránky, obrázky, hry, animace a dokonce i celé videoklipy. V následujících kapitolách popíši základní práci v prostředí programu Flash.



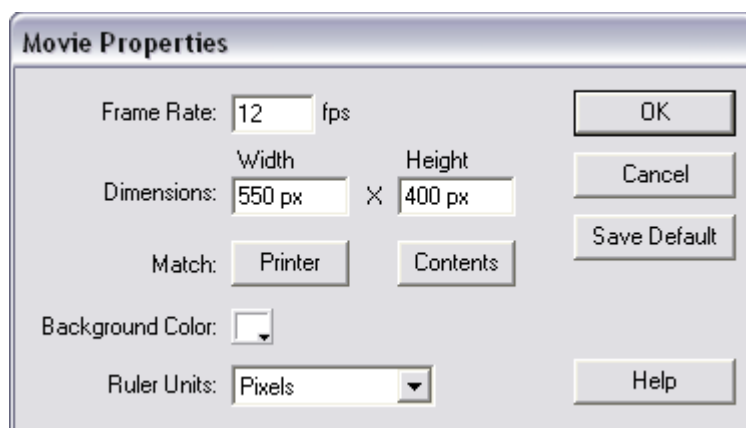
Obr. 10. Pracovní plocha programu

Kreslení ve Flashi by měl každý zvládnout, protože to není o nic těžší než malování ve Windows a proto to přeskočím. Jako první si musíme nastavit scénu, ve které budeme tvořit.

2.1.2 Nastavení scény

K tomuto účelu slouží panel Modify – dokument (obr. 11), který otevřeme kliknutím pravého tlačítka na scénu a z nabídky vybereme *Movie Properties* nebo klávesovou zkratkou Ctrl+M. Jako první tady najdeme položku *Dimensions*, kterou se určují rozměry scény. Standardní je 550 x 400 obr. bodů (dále jen px), ale můžete je libovolně měnit. Tady musím jen upozornit na to, že někteří používají stále ještě rozlišení 800 x 600 px, takže maximálně 770 x 430 px, což odpovídá zhruba velikosti stránky po odečtení všech nabídek, ikon, posuvníků atd. při rozlišení 800 x 600 px (pro ty kdo by nevěděli, tak width je první a znamená to šířka a height je druhé a znamená to výška). Čím

menší rozlišení výsledný produkt má, tím běží rychleji i na méně výkonných počítačích. Flash je vektorový program, takže můžete rozměry upravovat i když je produkt hotový pouze v html. Musím ovšem upozornit na jednu závažnou skutečnost a to tu, že při práci s bitmapovými obrázky by jsme měli nechat rozlišení stejné jako má scéna nebo aspoň ve stejném poměru, protože jinak se nám hodně znehodnotí kvalita jejich zobrazení. O to méně je důležitý *Frame Rate*. Udává kolik snímků (neboli framů) za sekundu vám proběhne před očima. Na obrázku je nastaveno 12 fps (frame per second), ale to je pro většinu animací a her absolutně nedostačující. Naopak zbytečně vysoký *Frame Rate* klade vyšší nároky na výkon počítače. Maximum je ovšem 120. Větší *Frame Rate* se používá např. v testech aplikací, kterými se ovšem netřeba dopodrobna zabývat. Další položkou je *Background Color* (barva pozadí). Tu můžeme měnit i v html souboru, ve kterém se produkt .swf zobrazuje bez nutnosti zásahu do flashe. Poslední položkou je *Ruler Units*, ve které si můžeme vybrat, zda bude Flash měřit obrázky v bodech (pixels, px) nebo v jiných měrách.



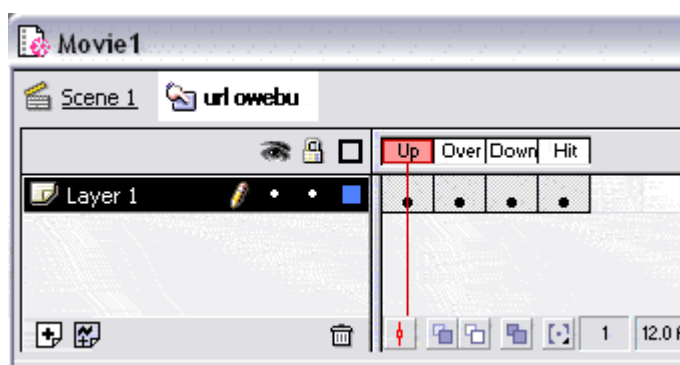
Obr. 11. Panel Movie Properties se základním nastavením scény

2.1.3 Tvorba tlačítek

U tvorby tlačítek jsou důležité především dva základní typy. První bude mít klasickou URL (přesměruje nás jako odkaz) a druhé bude mít schopnost přemístit nás někam ve Flashovém výtvaru (zobrazit něco ve Flashi na dalším snímku neboli framu). U tvorby tlačítek je potřeba zmínit i actionscript.

Prvním tlačítkem, nakreslíme si libovolný tvar, přiměřeně velký (tím myslím tak, aby byl vidět a aby nebyl přes celou scénu). Můžeme si napsat text a umístit ho na libovolný tvar ,který si zvolíme jak chceme, aby naše tlačítko vypadalo. Vytvoříme si textové pole, do kterého napíšete text a to poté vložíte do tvaru tlačítka. Celý ho označíme a musíme ho převést na symbol: *Insert -> convert to symbol* nebo klavesovou zkratkou F8. Objeví se okno (Obr. 13) do kterého vyplníme tyto údaje:

Name - je jméno symbolu, *Behavior* - znamená chování a udává, jak se bude symbol chovat. Zvolíme *Button*, což je tlačítko. Podle toho se taky přizpůsobí stopa. Stopa pro buttony je rozdělená do čtyř polí a to jsou *Up*, *Over*, *Down* a *Hit*. *Up* - Znamená, že je tlačítko v klidu (nahore). *Over* - Znamená, že po přejetí myši se tlačítko změní tak, jak je změněno pod tímto polem. *Down* - ...tlačítko se změní po stisknutí. *Hit* - V tomhle poli necháme tlačítko stejné jako na začátku (*Up*), je to aktivní plocha tlačítka.

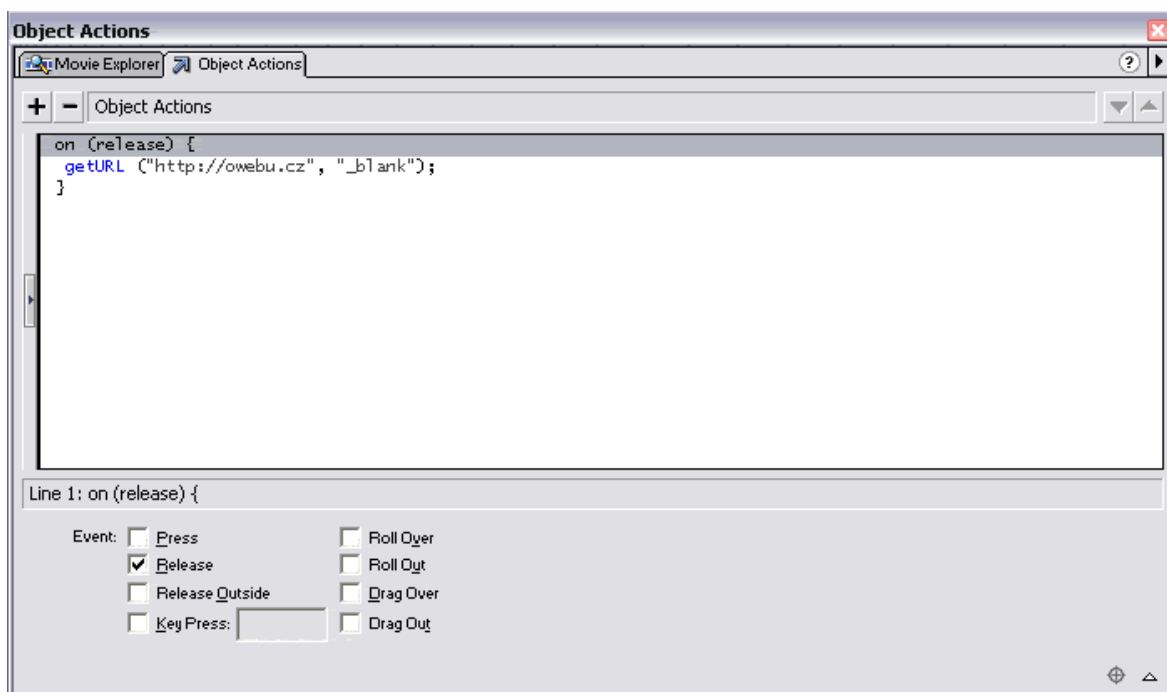


Obr. 12. Časová osa buttonu

Pravým tlačítkem myši klikneme na tlačítko a zvolíme *Edit*. Otevře se nám pracovní plocha se samotným tlačítkem a na časové ose budou ta 4 pole, o kterých jsem se zmiňoval. Do každého prázdného vložíme *Keyframe* a to tak, že na jejich plochu na časové ose klikneme pravým tlačítkem myši a zvolíme *Insert Keyframe*. Pokud některá pole nechceme využít, necháme je prázdná. *Keyframe* - V překladu je to klíčový snímek. Je to snímek, na kterém se můžou dít radikální změny.

Přepneme se zpět do *Scene 1* a tam vložíme na tlačítko tyto akce:

```
on (release) {getURL ("http://web.cz", "_blank");}
```



Obr. 13. Okno pro psaní akcí

Akce umístíme tak, že na vybraný objekt klikneme pravým a zvolíme *Actions*. Otevře se nám okno, kde akce můžeme psát buď v *Normal Mode* (Ctrl+N), nebo v *Expert Mode* (Ctrl+E). V *Normal Modu* akce přidáváme kliknutím na + a z nabídky vybíráme. V tomto případě vybereme *on*. Flash nám nabídne ještě možnosti:

Press - Flash provede akci, kterou má příkaz *on* v takovýchto závorkách {} po kliknutí myši na tlačítko a nečeká na jeho uvolnění.

Relase - Provede akci po uvolnění tlačítka na jeho aktivní ploše.

Relase Outside - Příkaz se provede po uvolnění tlačítka mimo jeho aktivní plochu tlačítka. To znamená, že najedeme myší na tlačítko, stiskneme a odjedeme z něj a uvolníme.

Key Press - Akce se provede po stisku určité klávesy. Tento button může být klidně mimo aktivní plochu, protože na poloze kurzoru nezáleží.

Roll Over - Akce se provede po přejetí myší.

Roll Out - Když uživatel opustí myší aktivní plochu buttonu, tak v ten okamžik se akce spustí.

Drag Over - Akce se spustí, když uživatel stiskne tlačítko myši mimo aktivní plochu buttonu, drží, a najede na tlačítko.

Drag Out - Jak už jste asi uhodli, tak je to tehdy, když stisknete button, držíte, a opustíte jeho aktivní plochu.

V *Expert Modu* píšeme akce sami.

U druhého tlačítka je postup stejný, jen na něj vložíme akce:

```
on (release) {gotoAndStop (2);}
```

Akce *gotoAndStop (2)* zajistí, že flash skočí na druhý snímek a zastaví. Také může být *gotoAndPlay(2)* což by znamenalo, že se nezastaví ale bude pokračovat dál. Nezapomeňme si prodloužit na časové ose vrstvu 1 na druhý snímek (kliknete na první a dáte insert frame) a tam vytvořit z prázdného snímku *Keyframe*. Na první snímek časové osy vrstvy 1 dáme akci: stop ();

Na tom můžeme smazat tlačítka a napsat třeba: "Toto je tlačítko", a můžete tam třeba vložit tlačítko, které vás vrátí na snímek číslo 1. Nyní můžeme už dát jen *File - Export Movie....* Prohlížeč nepodporuje vložené rámce nebo je nyní nakonfigurován tak, aby je nezobrazoval.

Na jednom Buttonu můžeme samozřejmě všechny možnosti kombinovat. Pokud bychom chtěli volat symbol z jiného scriptu, lze to podle jeho jména, které lze měnit např. v knihovně (*Library* Ctrl+L).

Pokud chceme button schovat, napíšeme na hlavní scénu příkaz:
`_root.nazevtlacitka._visible=0;`

To by mohlo k pro vysvětlení tvorby tlačítek stačit.

2.1.4 Tvorba animace (movie klipu)

O *Movie Clipu* můžeme říct, že je to nejvíce používaný symbol v programu Flash. Uvnitř tohoto symbolu může být libovolný počet vrstev a v nich libovolný počet snímku. *Movie Clip* můžeme tedy nazvat jakousi scénou ve scéně. Animace uvnitř *Movie Clipu* běží nezávisle na hlavní scéně a mohou běžet, i když na hlavní scéně nic neběží. Stejně jako na *Buttonu* můžeme i na *Movie Clip* vkládat *ActionScript* stejným způsobem jako na button. Jakákoliv akce se, stejně jako u *Buttonu*, objeví uvozena mezi závorkami tohoto příkazu: `onClipEvent (load) {}`.

Tento příkaz (load) znamená, že se následující akce (uvozeny mezi závorkami `{}`) se provedou jen při prvním objevení symbolu na scéně. To znamená, že pokud se symbol bude nacházet například na 5. snímku časové osy, tak se akce spustí, až *Flash* Dojede na tento 5. snímek. Místo load také můžeme napsat:

Load - Akce se provedou při prvním objevení *Movie Clipu* na scéně.

EnterFrame - Akce na se provádějí stále dokola, dokud je *Movie Clip* na scéně.

Unload - Tyto akce se provedou jen jednou a to když *Movie Clip* zmizí ze scény

Mouse down - Akce se provedou, když uživatel stiskne levé tlačítko myši (s ostatními tlačítky na myši *Flash* nedokáže pracovat). Pokud ale tlačítko myši drží, tak se už dále příkaz neprovádí.

Mouse up - Akce se provedou při uvolnění předem stisknutého tlačítka na myši.

Mouse move - Podobné jako základní příkaz, pouze *flash* nečeká na uvolnění tlačítka a akce se tedy provedou hned po stisknutí tlačítka.

Key down - Akce se provede, jestliže uživatel stiskne libovolnou klávesu.

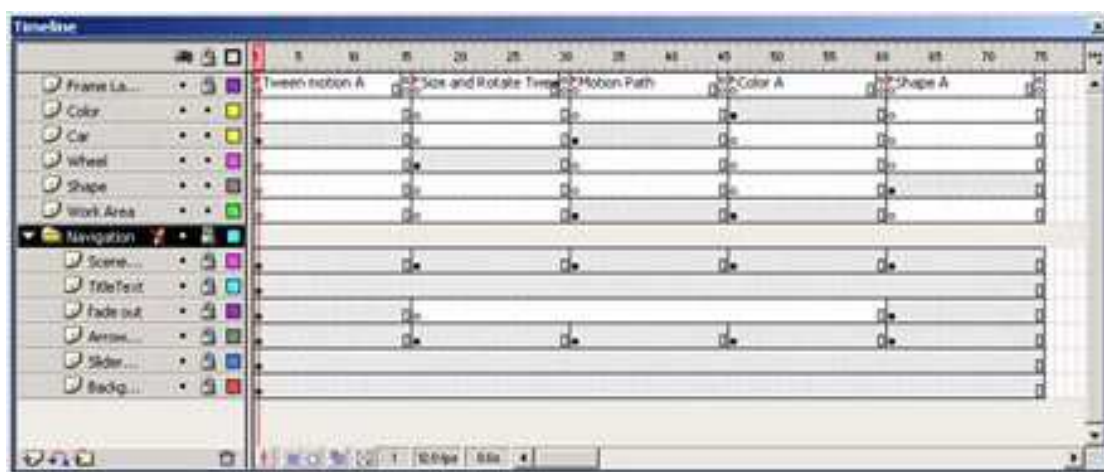
Key up - Akce se provede po uvolnění stisknuté klávesy.

Data - Tady se akce provede tehdy, když je *Movie Clip* zavolán odjinud externím

příkazem.

Například: `_root.jmenoclipu.promenna = 1;`

Všechny příkazy se dají kombinovat, takže v rámci jednoho Movie Clipu můžeme používat všechny podmínky najednou. Možnosti těchto příkazů mohou svádět k používání programovaných akcí už jenom na Movie Clipech. Pokud umístíte ten samý příkaz rovnou na časovou osu, je vždy o něco rychleji proveden, což je znát, pokud máte na scéně například 20 Movie Clipů s akcemi `EnterFrame`. Movie Clip se dá pojmenovat a později nazývat stejným způsobem jako *Button*.



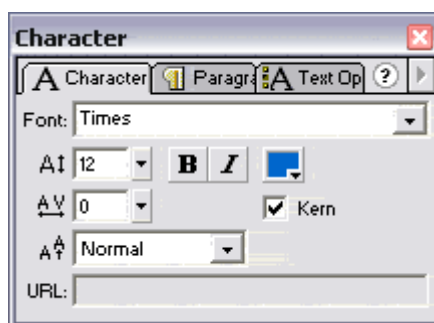
Obr. 14. Časová osa animace

2.1.5 ActionScript

Jak jsem již zmínil programovacím jazykem Flashe je ActionScript, který slouží k tvoření všech složitějších akcí. Příkazy mohou být umístěny jak na Buttony, tak na Movie Clipy nebo přímo na časovou osu. U Buttonů můžeme použít ActionScript například na spuštění akce po přejetí myši nebo zmáčknutím tlačítka. U Movie Clipů například při načtení objektu nebo nonstop atd. Na časové ose se akce provádějí vždy, když se Flash dostane na snímek s umístěnými akcemi. Okno pro editaci ActionScriptu se objeví, když stisknete na objektu pravé tlačítko myši a zvolíte položku *Actions*. ActionScript má ve verzi Flash 8 několik set příkazů. Příkazy se dají buď přímo vybírat z jejich seznamu (označený "+") a to v *Normal* modu (Ctrl+N), nebo je přímo psát a to v *Expert* modu (Ctrl+E).

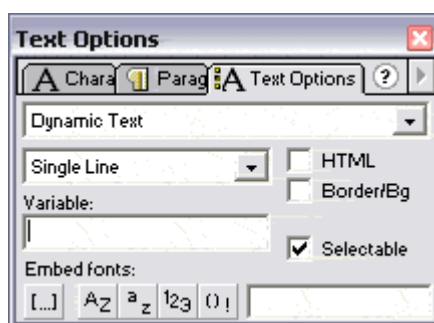
2.1.6 Textová pole

Program Flash rozděluje celkem 3 typy textových polí. Jsou to tyto: *Static Text* - běžný, pevně daný text, jeho obsah nelze měnit pomocí ActionScriptu. Část textu může odkazovat na jinou stránku. Odkaz se zadává do pole označeného URL.



Obr. 15. Charakter textu

Dynamic Text - obsah textu tohoto pole je shodný s obsahem libovolné proměnné na scéně. Do položky *Variable* se zadává jméno proměnné (tedy variable), kterou bude textové pole zobrazovat.



Obr. 16. Dynamický text

Input Text - je pole, do kterého tvůrce zadává obsah během aplikace. Toto pole má také položku *Variable*. Číslem v položce *Max. Chars* určujeme maximální počet znaků. Uživatel pak například nebude schopen napsat jméno delší, než např. 10 znaků a pod. Číslo nula v tomto případě znamená neomezený počet. U tohoto pole můžeme taky změnit volbu *Single Line* na *Password* a pak se všechny napsané znaky zobrazí jako hvězdičky (kvůli bezpečnosti zadávání hesla).

U textových polí *Dynamic Text* a *Input text* se také může určit, zda se bude vše psát do jednoho řádku (*Single Line*) nebo do více řádků (*Multiline*). Textová pole však mají mnohem více funkcí jako například: *Word wrap* (zalamování slov), *HTML*, *Border/Bg* (ohraničení/pozadí), *Selectable* (vybratelné), a nebo povolené znaky. Nastavení obsahuje i font a barvu písma.

2.2 Tvorba prezentace

Tato grafická prezentace vychází z obdobné flash aplikace vytvořené na Ústavu základů techniky a automobilové dopravy, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Inspiroval jsme se jejich grafickou úpravou prezentace. Po technické stránce jsem volil odlišný způsob zpracování prezentace. Jednalo se především o způsob spouštění animace, apod. Např. jsem volil jednoduché kliknutí levým tlačítkem myši na oblast zájmu, místo přidržení tlačítka nad oblastí, nebo zrychlení animací, snížením počtu obrázků v časové ose.

Prezentaci jsme vytvořil podle již zmíněných postupů práce v programu flash , které již dále nebudu rozepisovat. S postupem tvorby prezentace se může každý seznámit na přiloženém cd, kde je kdys pozici zdrojový kód flashe, který je otevřený pro případné inovace.

2.3 Popis prezentace

Ovládání diagramu je jednoduché a nevyžaduje žádné znalosti. Spouští se tlačítkem START a opouští tlačítkem EXIT. Popisky jednotlivých částí diagramu se objeví přejetím kurzoru myši nad daným místem. Animace se objeví po kliknutí levého tlačítka nad příslušnou oblastí rovnovážného diagramu. Ta obsahuje animaci struktury a křivku chladnutí dané oblasti, která je umístěna vpravo. Daná oblast se zvýrazní nad okolní a proběhne animace procesů v dané oblasti. Ukončení se provádí tlačítkem EXIT a

opakování tlačítkem REPEAT. Obě tlačítka jsou umístěny v pravém horním rohu. Popisky jednotlivých částí diagramu se objeví přejetím kurzoru myši nad daným místem.

Barevné odlišení jednotlivých fází a struktur v diagramu:

Barvy jednotlivých fází

	• tavenina
	• austenit
	• ferit
	• delta ferit
	• cementit

Barvy strukturních částí

	• tavenina
	• austenit primární
	• austenit ledeburitický
	• ferit perlitický
	• ferit proeutektoidní
	• delta ferit
	• perlit
	• cementit ledeburitický
	• cementit perlitický
	• cementit sekundární
	• cementit terciální
	• cementit primární
	• ledeburit
	• ledeburit transformovaný

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo modernizovat výuku předmětu nauka o materiálu využitím informačních technologií. Proto jsem vytvořil grafickou prezentaci pro zvýšení názornosti a pochopení soustavy železo – uhlík.

V teoretické části sem se snažil nastínit problematiku didaktických pomůcek ve výuce a její moderní formy v podobě multimediálních aplikací. I když využití IT technologií nemusí vest ke zlepšení výukových výsledků je počítač alespoň dobrým zesilovačem studia. Použitím těchto pomůcek se zčásti přibližujeme výuce on-line, která již dnes probíhá na některých vysokých školách. V další části sem se také věnoval diagramu soustavy železo – uhlík.

Byla vytvořena pomůcka splňující moderní způsoby výuky. K zhotovení jsme použil program Flash 8, který je dnes špičkovým produktem pro tvorbu prezentací a webových aplikací. Program Flash jsem použil především pro jeho možnosti a přehledné, ne však jednoduché ovládání. Prezentace lze pro snadnou přístupnost umístit na internet, dá se však prohlížet např. i z CD, což je velká výhoda. Není nutná potřeba připojení k internetu a práce v režimu on-line.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) Ptáček, L. a kol. Nauka o Materiálu I. Montanex, 2003, Praha. ISBN 80-7204-283-1.
- (2) Růcha, J. a kol. Pedagogický slovník. 2004, Portál, Praha. ISBN 80-7178-772-8.
- (3) Kujal, B. a kol. Pedagogický slovník. 2. díl. 1967, SPN, Praha.
- (4) Brdička, B. Role internetu ve vzdělávání. 2003, Aisis, Praha. ISBN 80-239-0106-0.
- (5) Fotr, J. Macromedia Flash MX Podrobná příručka. 2002, Computer press, Praha. ISBN 80-7226-677-2.
- (6) Agronomická fakulta, MZLU v Brně: <http://www.af.mendelu.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Fe	železo
C	uhlík
A	austenit
L	tavenina
F	ferit
P	perlit
C _{gr}	grafit
Cem ^I	primární cementit
Cem ^{II}	sekundární cementit
Cem ^{III}	terciální cementit
HTML	značkovací jazyk pro hypertext
GIF	Graphics Interchange Format
fps	frames per second
URL	Uniform Resource Locator

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Struktura feritu.....	14
Obr. 2. Struktura austenitu.....	14
Obr. 3. Rovnovážný diagram soustavy železo –karbid uhlíku	15
Obr. 4. Diagram Fe - Fe ₃ C.....	18
Obr. 5. Peritektická přeměna	20
Obr. 6. Eutektická transformace	21
Obr. 7 Oblast vzniku sekundárního cementitu.....	22
Obr. 8. Oblast eutektoidní transformace.....	23
Obr. 9. Oblast vzniku terciálního cementitu	24
Obr. 10. Pracovní plocha programu.....	27
Obr. 11. Panel Movie Properties se základním nastavením scény	28
Obr. 12. Časová osa buttonu.....	29
Obr. 13. Okno pro psaní akcí.....	30
Obr. 14. Časová osa animace.....	33
Obr. 15. Charakter textu	34
Obr. 16. Dynamický text.....	34

SEZNAM TABULEK

Tab. I. Teploty a koncentrace důležitých bodů v diagramu železo-uhlík.....	18
--	----

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 : CD ROM s grafickou prezentací