

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Modelování fyzikálních úloh za použití programu Cabri II Plus.

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Autor: Bc. Eduard Šimeček DiS.

Anotace

Diplomová práce se zabývá možností využití programu Cabri II Plus ve výuce fyziky na základních a středních školách, víceletých gymnáziích a ve vybraných seminářích vysokých škol se zaměřením na techniku (statiku). Práce je určena především pro vyučující jako pomůcka pro zvýšení efektivity výuky, pro podporu představivosti a zvýšení zájmu u žáků. Pro tyto potřeby byl vytvořen v programu Cabri II Plus soubor modelových úloh, které poslouží tomuto účelu. Přínos práce bude ověřen přímo ve výuce fyziky na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích a ve vybraném semináři na katedře aplikované fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity.

Klíčová slova: Cabri II Plus, Cabri 3D v2, výuka s využitím počítače, interaktivní, výuka fyziky na základních školách.

Abstract

This diploma work deals with the program Cabri II Plus and its opportunities as for the application into the lessons of Physics at elementary and high schools, grammar schools and also into particular seminars at colleges with a study program focused on the applied science (statitics). This work is aimed mainly for tutors as a mean of both efficiency and students engagement enhancement. For these particular purposes the set of sample assignments has been created. The contribution of the work will be examined right within the lessons of Physics at L. Kuba Elementary School in České Budějovice and in particular seminars at the Department of Applied Physics and Technics at the Faculty of Education at the University of South Bohemia.

Key words: Cabri II Plus, Cabri 3D v2, computer-supported education, interactive, Physics teaching at elementary schools.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové, a to v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 25. července 2012.

.....

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé práce RNDr. Petru Bartošovi, Ph.D. za příkladné vedení, cenné rady a trpělivost.

Dále děkuji Mgr. Zdeňkovi Michalčíkovi za odborné konzultace spojené s tvorbou jednotlivých úloh.

Obsah

Úvod	8
1 Teoretická část.....	9
1.1 Historie Cabri.....	9
1.1.1 Možnosti využití	11
1.2 Cabri II Plus	11
1.2.1 Pracovní prostředí programu	12
1.2.1.1 Nákresna.....	13
1.2.1.2 Panel nabídek.....	13
1.2.1.3 Panel nástrojů	14
1.2.1.4 Panel grafiky.....	15
1.2.1.5 Zápis konstrukce.....	16
1.2.1.6 Panel nápovědy	17
2 Didaktická část	18
2.1 ICT	18
2.1.1 Motivace	20
2.1.2 Interaktivita	20
2.1.3 Přiblížení se realitě.....	22
3 Praktická část.....	24
3.1 Úlohy pro základní školy	24
3.1.1 Zobrazení odrazem - Zrcadla	24
3.1.1.1 Rovinné zrcadlo.....	25
3.1.1.2 Duté zrcadlo	26
3.1.1.3 Vypuklé zrcadlo	27
3.1.1.4 Vypracované úlohy – Zobrazení odrazem - Zrcadla.....	28
3.1.2 Mechanická Práce	30
3.1.2.1 Vypracovaná úloha – Práce – Vysokozdvíhový vozík	31
3.2 Úlohy pro střední školy	33
3.2.1 Zobrazení lomem – Čočky	33
3.2.1.1 Vypracované úlohy – Zobrazení lomem – Čočky.....	35
3.2.2 Lom světla na planparalelní desce	38
3.2.2.1 Vypracované úlohy – Lom světla (2 a 3 prostředí).....	40
3.2.3 Volný pád	43
3.2.3.1 Vypracovaná úloha – Volný pád	45
3.2.4 Rovnováha sil.....	48

3.2.4.1 Rozklad sil se společným působišťem	48
3.2.4.2 Rovnováha sil – Grafické řešení.....	48
3.2.4.3 Vypracovaná úloha – Zavěšený horolezec.....	50
3.3 Úlohy pro vysoké školy	52
3.3.1 Kladky.....	52
3.3.1.1 Jednoduché stroje – Kladky.....	52
3.3.1.2 Vypracovaná úloha – Kladky.....	57
3.3.2 Nahrazení obecné rovinné soustavy sil	59
3.3.2.1 Vypracovaná úloha – Nahrazení obecné rovinné soustavy sil.....	61
3.3.3 Zatížení nosníku normálovými silami	63
3.3.3.1 Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku.....	64
3.4 CabriJava aplety	67
3.4.1 Ovládání apletu	69
4 Diskuze.....	71
5 Závěr	73
Seznam použitých zdrojů	74
Seznam obrázků.....	75
Seznam tabulek	77
Přílohy.....	78

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá možností využití programu Cabri Geometry II Plus ve výuce fyziky na základních a středních školách, víceletých gymnáziích a ve vybraných seminářích vysokých škol se zaměřením na techniku (statiku). Teoretická část této práce se zabývá obecným seznámením s programem, stručnou historií, pracovním prostředím a možnostmi využití. Na ní navazuje kapitola věnovaná didaktice zaměřené zejména na roli ICT ve vzdělávání.

Třetí, již praktická část se zabývá vlastní přípravou a konstrukcí jednotlivých modelových úloh vzhledem k možnosti následného využití ve výuce. Vlastní konstrukce se skládá ze stručného popisu modelovaného fyzikálního jevu a následné vizualizace v pracovním prostředí programu. Další součástí praktické části diplomové práce jsou vlastní postřehy, které vyplynuly při tvorbě modelových úloh, včetně zhodnocení problematických kroků a postupy spojené s jejich tvorbou.

Závěrečná část je věnována vyhodnocení praktického využití jednotlivých úloh ve výuce fyziky, kde byla prakticky ověřována funkčnost a následně diskutován přínos modelových úloh i samotnými vyučujícími a žáky.

Hlavním přínosem této diplomové práce by mělo být nejen stručné seznámení s aplikací, ale hlavně tvorba ukázkových úloh, které by napomáhaly vyučujícím a žákům přiblížit si různé situace a fyzikální jevy z teoretické roviny do praktických ukázek, které jsou do jisté míry interaktivní. Tím je podporována nejen vlastní představivost žáků, ale také tyto úlohy pomohou zjednodušit, zefektivnit a v neposlední řadě zpestřit a zpříjemnit výuku fyziky na jednotlivých školách. Tyto tvrzení byly ověřeny na hodinách fyziky, které posloužily jako testovací prostředí pro získání potřebných výstupů pro tuto práci.

Mezi přílohy bude zařazeno CD s elektronickou formou všech vypracovaných úloh, vypracované webové stránky s úlohami, fotodokumentace demonstrace úloh na interaktivní tabuli při výuce fyziky a videoukázku konstrukce jedné úlohy.

1 Teoretická část

V následujících kapitolách a podkapitolách bude ve zkratce uveden historický přehled vývoje programu Cabri geometrie od jeho počátku až do posledních na trh uvedených verzí včetně stručného cenového přehledu verze Cabri II Plus. Samotný program Cabri II Plus je následně podrobněji přiblížen ve stejnojmenné kapitole, kde jsou v jednotlivých podkapitolách rozebrány jeho vlastnostmi, výhody, pracovní prostředí a základní nastavení.

1.1 Historie Cabri

Při pohledu do historie programu Cabri se dostáváme až do roku 1985 do výzkumného pracoviště Centre National De Recherche Scientifique (CNRS) a na univerzitu Josepha Fouriera v Grenoble ve Francii. V tomto roce se výzkumná skupina pana profesora Jean-Marie Laborda (matematik, počítačový vědec a průkopník diskrétní matematiky) rozhodla vytvořit interaktivní výukový program pro přípravu svých studentů doktorandských oborů.

Jako první vývojáři programu Cabri jsou uváděni: profesor Jean-Marie Labord, Philippe Cayet, Yves Baulac a Franck Bellemain [1].

První verze programu, která byla dokončena v roce 1986, dostala označení Cabri I. V roce 1988 dostala prestižní ocenění Apple Trophy (toto ocenění je každoročně udělováno produktům, které získaly největší úspěch v oblasti výukového software). O rok později, tedy v roce 1989 byla tato verze k dostání i na francouzském trhu, a to v modifikaci jak pro DOS, tak i pro MacOS.

I přes dosažení velkého úspěchu a vysokou dostupnost byl program Cabri I rozšířen převážně mezi skupinami odborníků především ve Francii. Tato skutečnost byla důsledkem absence dostatečně výkonných počítačů na jednotlivých školách a nedostatkem jazykových mutací tohoto programu.

Stejná situace trvala do roku 1992, kdy pan profesor Jean-Marie Labord sestavil na Institutu počítačových věd a aplikované matematiky v Grenoblu (IMAG) pracovní skupinu specialistů (z oblasti matematiky, psychologie, didaktiky a pedagogiky). Skupina měla za cíl vývoj nové nástupní verze programu Cabri. Program Cabri II vznikl o dva roky později (1994), a to za výrazné spolupráce s firmou Texas Instruments. Verze Cabri II byla další rok také implementována do produktu TI-92, což byla grafická kalkulačka firmy Texas Instruments a nejen tím začala masivní distribuce tohoto

produktu. Cabri II si v krátké době vybudoval své místo v široké skupině uživatelů nejen z řad pedagogů.

V březnu roku 2000 založil pan profesor Jean-Marie Labord firmu Cabrilog, která je dodnes hlavním distributorem a vývojářem programu Cabri Geometrie. V roce 2002 vznikla nástupní verze programu Cabri II, a to Cabri II Plus která si získala ještě větší oblibu mezi uživateli a dala vzniknout obchodnímu mottu produktů firmy Cabrilog, které zní „Cabri: Software sloužící pedagogice“.

V roce 2004 firma Cabrilog vyvinula program Cabri 3D (umožňující na rozdíl od předchozích verzí 3D modelování), kterou společně s verzí Cabri II Plus toho roku představila na konferenci Cabriworld v Říme. Cabri 3D ale není nástupcem Cabri II Plus. Tato verze je vyvíjena jako samostatný produkt. Tento program získal také prestižní ocenění BETT Trophy 2007, za své přínosy ve vzdělávacích odvětvích. [1]

Jedna z posledních aktualizací Cabri 3D nese označení Cabri 3D v2 (2.0.0. – 279) vydaná v listopadu roku 2004.

V dnešní době je možné zakoupit tyto produkty bez větších problémů. Stačí k tomu připojení na internet, nebo navštívit prodejce výpočetní techniky a softwarového vybavení. V přehledu, viz tabulka 1, jsou uvedeny ceny pro Cabri II Plus, a to z důvodu použití této verze v diplomové práci. Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Verze programu	Verze licence	Cena [Kč]
Cabri II Plus	Single Licence	3.990
Cabri II Plus	Licence pro 2-10 uživatelů	9.490
Cabri II Plus	Školní Licence (neomezená)	18.490
Cabri II Plus	Školní Licence + studentská	28.990
Přístup pro studenty na 12 měsíců - poplatek na dalších 12 měsíců		8.990
Cabri II Plus	pro studenty škol, které mají licenci Cabri II Plus.	990

Tabulka 1 – Cenový přehled Cabri II Plus [2]

Každý potenciální uživatel si může zdarma nainstalovat 30-ti denní verzi programu Cabri, která je po tuto dobu plně funkční bez jakéhokoli omezení. Po uplynutí této doby se program uvede do takzvaného demonstračního modu, který skýtá jistá omezení.

1.1.1 Možnosti využití

Program Cabri geometrie je komerční program s cílem zlepšit výuku geometrie. Díky svému pracovnímu prostředí a interaktivnímu ovládní také napomáhá u studentů ke zlepšení představivosti dané problematiky. Nespornou výhodou tohoto programu je možnost tvorby dynamických modelů, se kterými je možno i nadále interaktivně pracovat.

Mezi nejpřínosnější vlastnosti programu patří dobře pochopitelné a intuitivní prostředí umožňující rychlou orientaci. Na internetu je také ke stažení nepřehledné množství podpůrných konstrukcí, které se dají velice dobře ovládat, aniž by byl člověk nucen podstoupit dlouhá a nákladná školení, jako je tomu u jiných typů komerčních produktů. Z výše uvedených přínosů je program Cabri geometrie využíván na všech typech škol a ve všech ročnících, především jako pomůcka pro zlepšení výuky matematiky.

Ve své práci se snažím dokázat, že Cabri II plus je vhodným programem nejen pro zefektivnění výuky matematiky, ale i fyziky.

1.2 Cabri II Plus

V této podkapitole je popsán program Cabri II Plus, který byl použit pro tvorbu jednotlivých modelových úloh. Jedním z důvodů volby tohoto programu je i skutečnost, že se jedná o program, který je začleněn do seznamu schválených výukových programů na základních a středních školách, který vydává Ministerstvo školství. Další výhody pro použití tohoto programu jsou uvedeny na dalších řádcích.

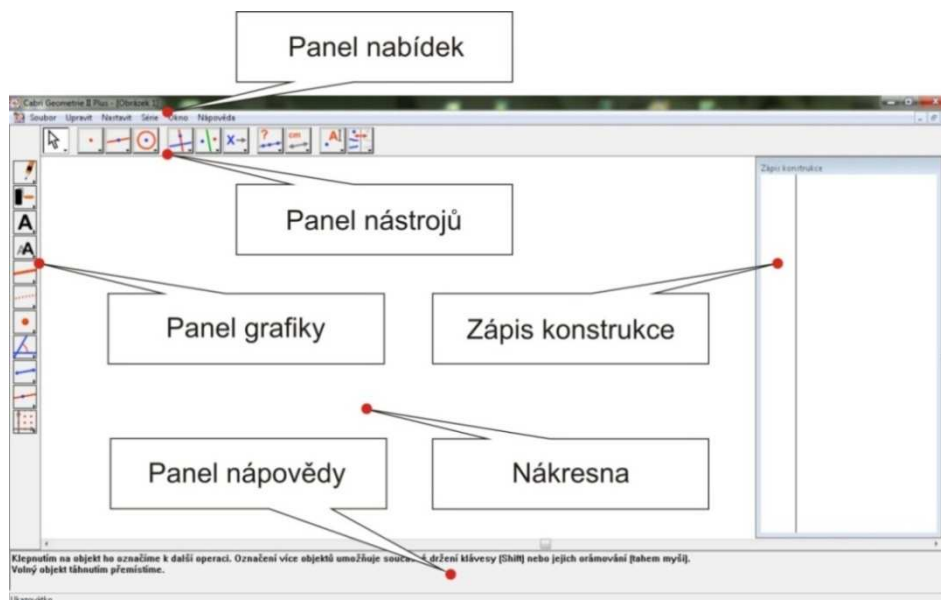
- *čeština (celé prostředí CGIIPlus je české včetně webové podpory);*
- *srozumitelný popis funkcí v menu a panelech nástrojů (každý nástroj má vedle ikony textové pojmenování);*
- *subtilní rýsování (obrázky působí lehce, nezakreslují představou, že body jsou „velké puntíky“),*
- *silné konstrukční nástroje (pracuje se shodnými i neshodnými zobrazeními, stopu pohybujících se objektů může otiskovat do nákresny a vytvářet tak krásné křivky, pracuje s množinami bodů, měří délky, úhly a obsahy, tyto hodnoty umí dosadit do vzorců a výsledek zanást zpět do konstrukce, lze sestavit i pohyblivé obrázky: jedoucí lokomotivu s otáčejícími se koly, otevírající se víko krabice, model spalovacího*

motoru, jízdní kolo atd.). Pokročilý uživatel může v Cabri řídit činnost i velmi složitých virtuálních mechanismů;

- rychlost provádění animací;
- dobré výstupy do dalších aplikací (vektorové obrázky do text. editorů, tabulky do tabulkových procesorů,...);
- malá velikost programu Cabri i souborů s vytvořenými konstrukcemi;
- dostupnost velkého množství metodických a dalších materiálů pro učitele v češtině, pokračující další výzkumy na českých vysokých školách i široké mezinárodní nasazení Cabri ve výuce v řadě zemí Evropy i v USA; [2]

1.2.1 Pracovní prostředí programu

Po spuštění programu se zobrazí základní rozložení pracovní plochy (nákrasny) a ikon. Přímou po spuštění programu se bohužel nezobrazí panel grafiky a zápis konstrukce. Pro vyvolání těchto panelů je třeba použít funkční klávesy. K zobrazení panelu grafiky slouží klávesa F9 a pro zobrazení zápisu konstrukce klávesa F10. Tyto panely mohou být vyvolány i pomocí panelu nabídek (Nastavit/Zobrazit panel grafiky a Nastavit/Zobrazit zápis konstrukce). Stejný způsob je použit i při skrývání těchto panelů. Na obrázku 1 je znázorněna pracovní plocha programu Cabri II Plus po zobrazení Panelu grafiky a okna Zápis konstrukce.



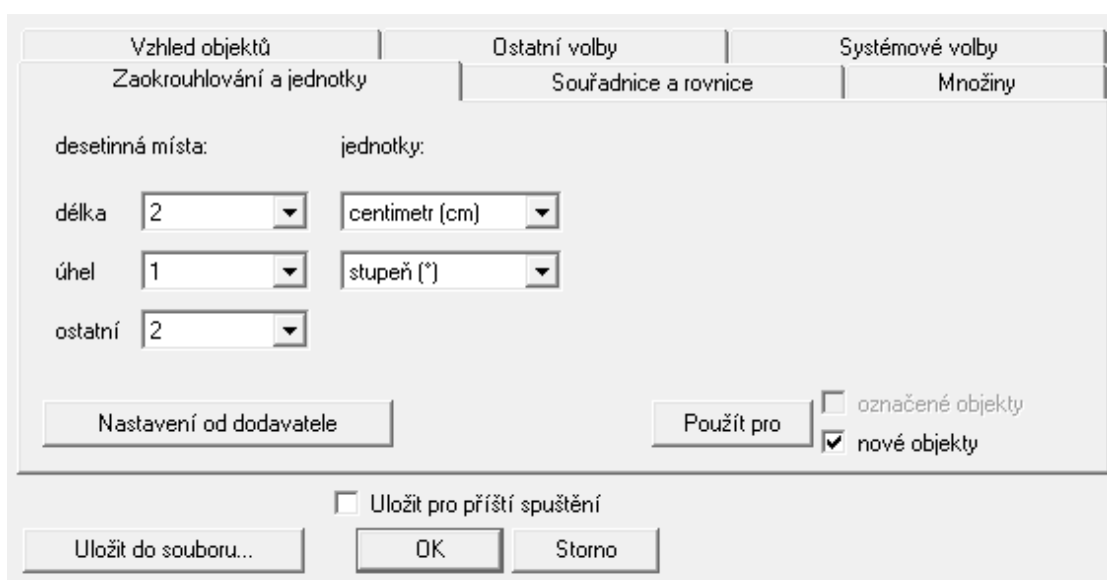
Obrázek 1 – Pracovní plocha Cabri II Plus

1.2.1.1 Nákresna

Nákresna je vlastní pracovní plocha programu, která slouží k vytváření jednotlivých úloh a obrázků. Standardní rozměry nákresny jsou 1 x 1 metr, což umožňuje tvořit i rozsáhlejší (větší) konstrukce. Bohužel program Cabri II Plus na tomto místě nedisponuje s klasickým nástrojem lupa, proto je třeba si konstrukci před započítím práce dobře rozvrhnout.

1.2.1.2 Panel nabídek

Tento panel se shoduje s většinou programů určených pro operační systém Windows, a proto se jím zde nebudu dále podrobněji zabývat. Za zmínku zde stojí nastavení prostředí, viz obrázek 2, které vyvoláme pomocí příkazu (Nastavit/Nastavit prostředí...).



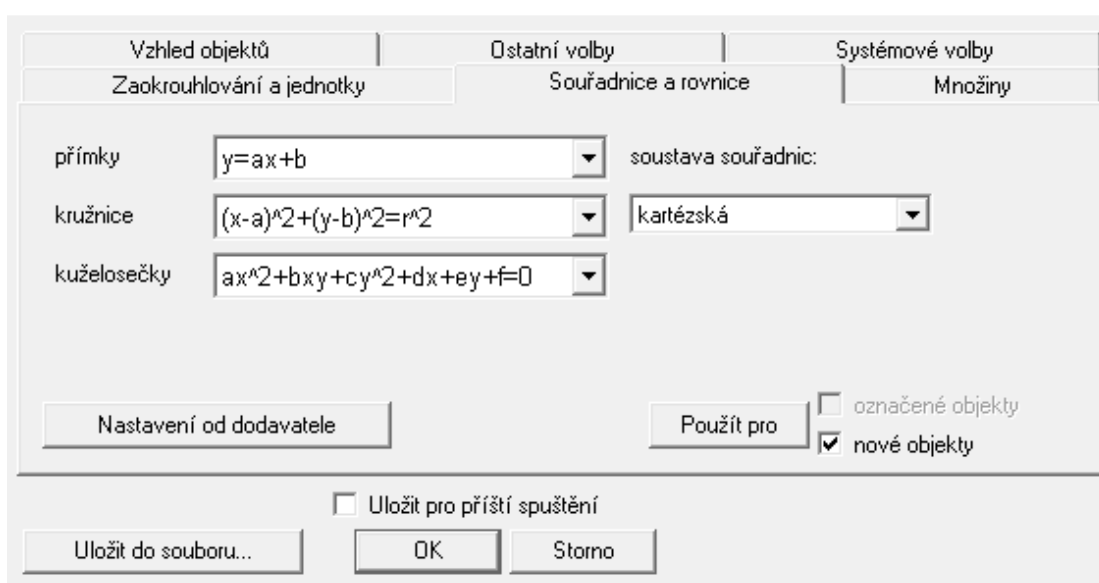
Obrázek 2 – Nastavení prostředí Cabri II Plus – Zaokrouhlení a jednotky

V tomto menu je možné nastavit některé základní vlastnosti prostředí, jako například počet desetinných míst ve výsledcích výpočtů, nebo výsledné jednotky. Dále se zde mohou nastavit základní rovnice pro přímky, kružnice a kuželosečky, soustavu souřadnic (záložka: Souřadnice a rovnice) viz obrázek 3, nebo také základní vlastnosti textu a vzhled objektů (záložka: Vzhled objektů). Tyto nastavení program po uložení přijme jako základní nastavení prostředí, ve kterém budou konstruovány jednotlivé objekty. Nastavení je aktivní pro nově vytvořené objekty, a to při zaškrtnutí volby „Použít pro – nové objekty“. V případě již vytvořených objektů je potřeba tyto objekty označit, a poté v tomto nastavení zvolit již aktivní volbu „Použít pro – označené

objekty“, která slouží k tomuto účelu. Vlastní nastavení je také možné uložit do externího souboru pro další vyvolání. Při volbě „Uložit do souboru“ se vytvoří příslušný soubor s příponou .ini.

V průběhu práce je možné použít panel grafiky a pomocí něj změnit některé nastavené vlastnosti (více v podkapitole Panel grafiky).

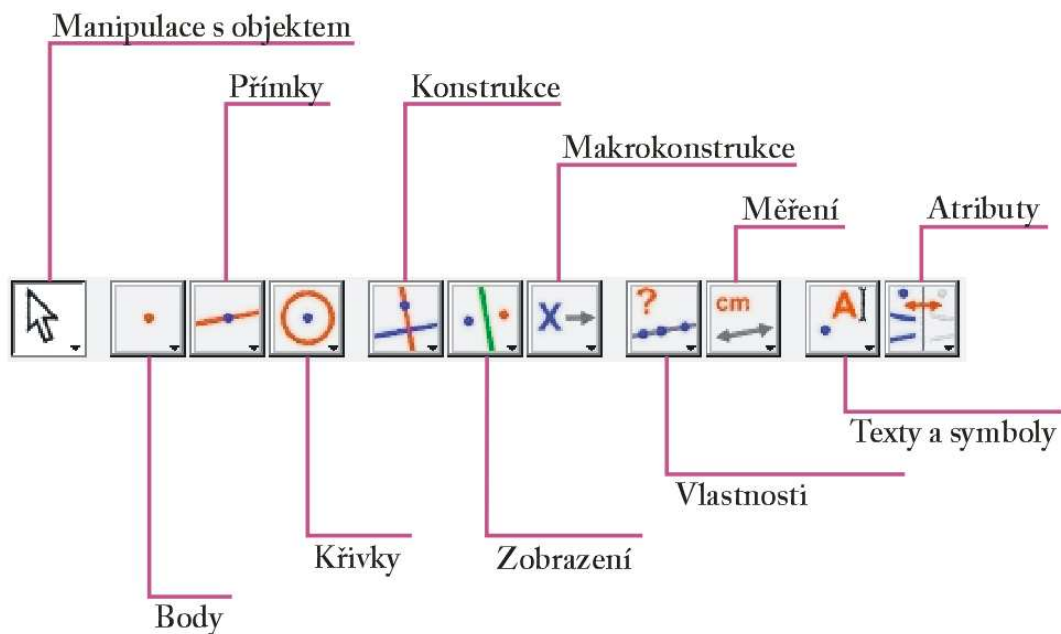
V případě, že je program ukončen a znovu spuštěn, se prostředí nastaví do základního rozvržení, které je dáno výrobcem včetně nastavení vlastností. Pokud je zvolena volba „Uložit pro příští spuštění“, tak se aktuální nastavení uloží a po opětovném spuštění programu není nutné jej znovu nastavovat [3].



Obrázek 3 – Nastavení prostředí Cabri II Plus – Souřadnice a rovnice

1.2.1.3 Panel nástrojů

Tento panel je soubor nástrojů, který slouží ke konstrukci nových objektů a úloh, nebo ke změně již dříve vytvořených. Pomocí hlavních ikon, viz obrázek 4, je zvýrazněn aktivní nástroj, který je právě využíván. Ikona aktivního nástroje má podobu promáčknutého tlačítka. Celý soubor nástrojů funguje na principu roletového menu, ve kterém si uživatel vybírá požadovaný nástroj. Vybraný nástroj bude poté zobrazen jako hlavní a zvýrazněná ikona na panelu nástrojů. Celý panel je také možno modifikovat dle vlastních potřeb.



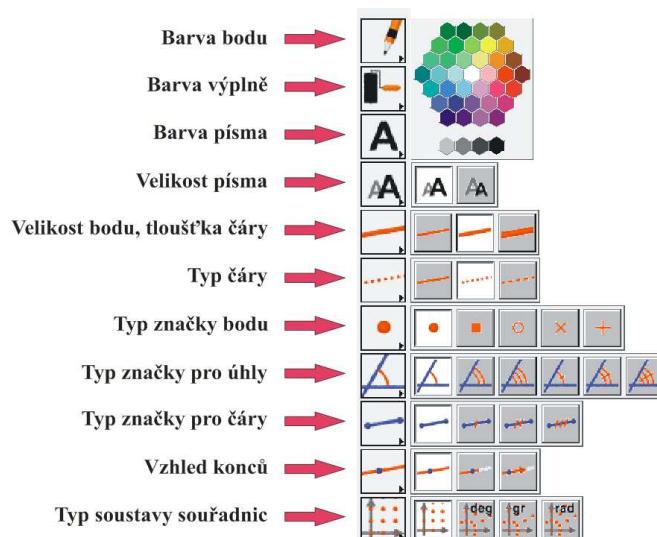
Obrázek 4 – Panel nástrojů Cabri II Plus

1.2.1.4 Panel grafiky

Panel grafiky (který je vyvolán již zmíněnou funkční klávesou F9, nebo pomocí panelu nabídek Nastavit/Zobrazit panel grafiky) se svisle zobrazí na levé svislé straně nákresny. Pomocí tohoto panelu může uživatel měnit vzhled nově tvořených objektů, nebo vybraných již vytvořených objektů.

Po zvolení nástroje z panelu nástrojů (například nástroj bod, nebo přímka), se panel grafiky nastaví podle implicitních vlastností vybraného nástroje. Nově vznikající objekty budou mít implicitní vlastnosti. V případě, že v panelu grafiky, viz obrázek 5, změníme některé vlastnosti podle potřeby, tak nově tvořené objekty budou mít vlastnosti podle aktuálního (nového) nastavení v panelu grafiky.

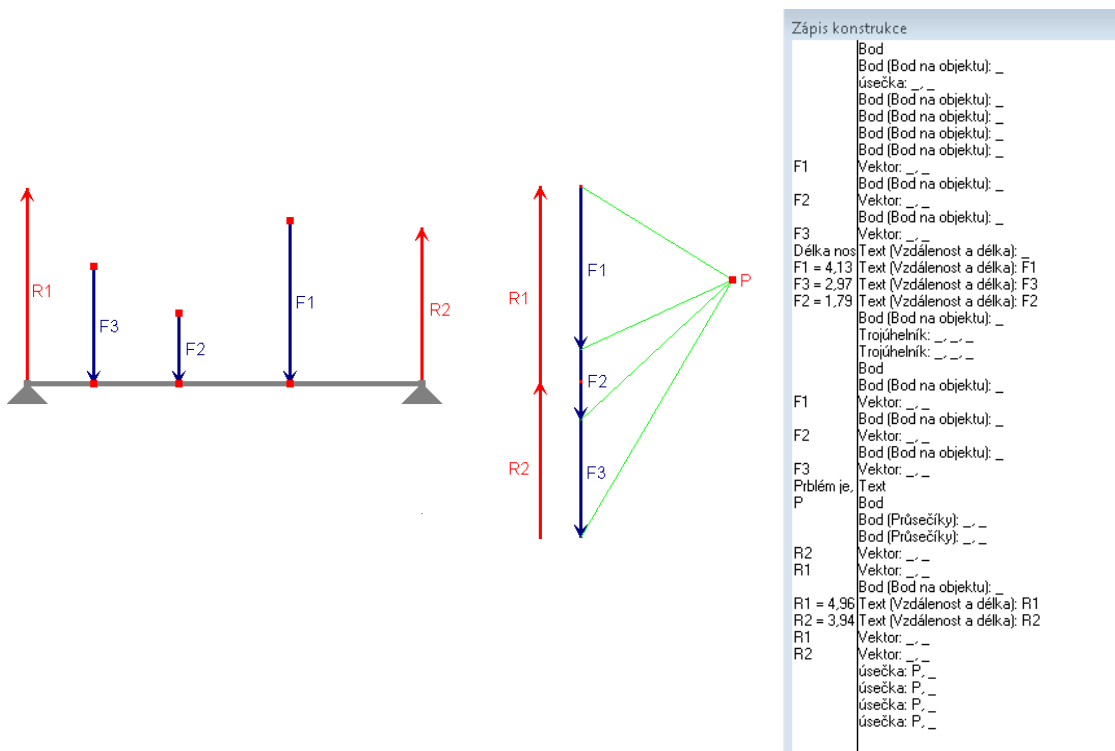
Je-li například vybrán nástroj pro tvorbu bodu a s jeho pomocí je vytvořeno několik bodů na nákresně, budou tyto body implicitně např. červené ve tvaru čtverce střední velikosti. Panel grafiky umožňuje změnit tvar bodu, velikost a barvu, a tím budou další vytvářené body mít již tyto nově zadané vlastnosti [3].



Obrázek 5 – Panel grafiky Cabri II Plus

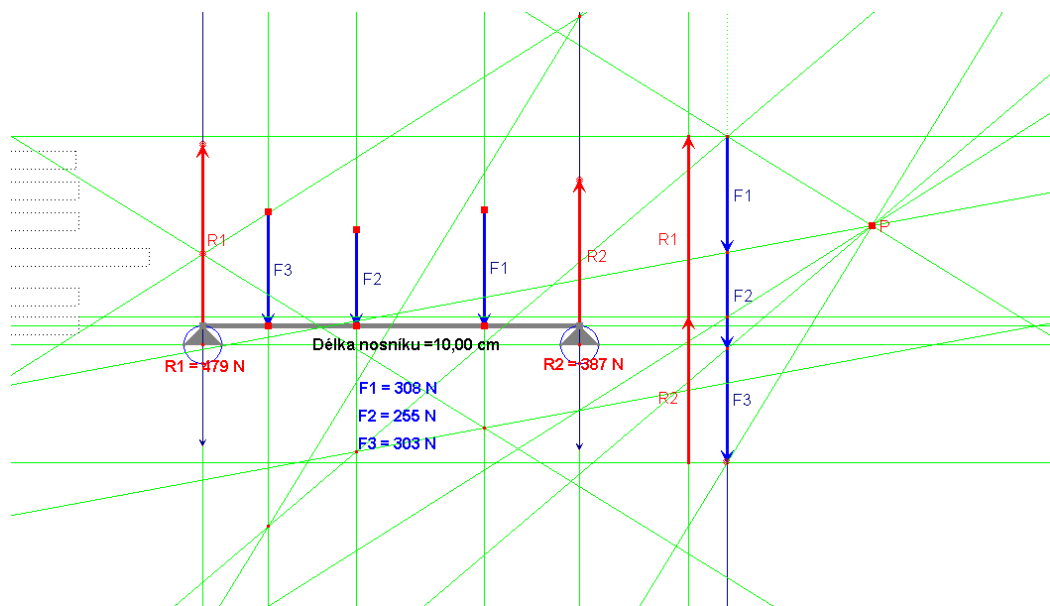
1.2.1.5 Zápís konstrukce

Zápís konstrukce, viz obrázek 6, je okno, které obsahuje základní informace daných objektů se stručným popisem jejich konstrukce. Zobrazit, nebo skrýt okno zápisu konstrukce je možné již zmíněným způsobem a to funkční klávesou F10, nebo pomocí panelu nabídek (Nastavit/Zobrazit zápis konstrukce). V okně zápisu konstrukce jsou zahrnuty pouze ty objekty, které jsou viditelné na nákrese. Skryté objekty nejsou v okně zápisu uvedeny.



Obrázek 6 – Zobrazení konstrukce a zápisu konstrukce v úloze „Zatížení nosníku“ bez skrytých objektů

Každý objekt, který nemusí být viditelný ve finální konstrukci (pomocné přímky, body apod.) je možné jednoduše skrýt. Pro skrytí objektů slouží na panelu nástrojů volba „Zobrazit/skrýt“. Když je tato volba aktivní, tak označené objekty nebudou po deaktivaci volby „Zobrazit/skrýt“ viditelné, ale jejich funkčnost je zachována. Pro zpětné vyvolání skrytých objektů je použit opět stejný postup. Při aktivní volbě se všechny skryté objekty zviditelní, viz obrázek 7. Druhá možnost je „Uvést skryté objekty“, kterou je možno použít po kliknutí pravím tlačítkem myši na okně zápisu konstrukce. Poté bude zápis konstrukce obsahovat všechny objekty. Zápis konstrukce pro úlohu na obrázku 6 s uvedenými skrytými objekty je uveden v příloze 1.



Obrázek 7 – Zobrazení konstrukce v úloze „Zatížení nosníku“ s odkrytými všemi objekty

1.2.1.6 Panel nápovědy

V tomto okně se nachází stručný popis konstrukce podle zvoleného nástroje v panelu nástrojů. Po zvolení se v okně vypíše základní charakteristika konstrukce objektu. Jak a jaký objekt bude tímto nástrojem vytvářet. Tento panel se zobrazí, nebo skryje pomocí standardní funkční klávesy F1, jako je tomu u většiny známých programů. Panel nápovědy se po stisku klávesy F1 zobrazí na spodní vodorovné straně nákresny.

2 Didaktická část

Tato část diplomové práce popisuje roli informační a komunikační technologie (dále jen ICT) ve výuce, jejím přínosem a možnými riziky, které tyto technologie přináší. První kapitola obsahuje obecné informace i ICT a jejími základními možnostmi využití. Podkapitola s názvem Motivace poukazuje na jeden z hlavních přínosů ICT ve výuce, který je často v praxi opomíjen. V další podkapitole s názvem Interaktivita jsou popsány základní a charakteristické vlastnosti interaktivních systémů, jako je např. interaktivní tabule. V poslední podkapitole této části, která má název Přiblížení se realitě, poukazují na další z důležitých vlastností využívání ICT ve výuce a tou je názornost.

2.1 ICT

V dnešním světě, kdy jsou výhody ICT využívány každý den a téměř v každé situaci, se projevuje jejich síla i na poli vzdělávání. Tento fakt podporuje i masové rozšíření sítě internet. V roce 2002 byl tak spuštěn projekt „Internet do škol“ a to v rámci programu Státní informační politiky ve vzdělávání (SIPVZ). Role ICT je dnes neodmyslitelnou součástí vzdělávacích metod a to z mnoha důvodů, kterými se podrobněji zabývají následující podkapitoly. Využíváním ICT ve výuce dostává pedagog do rukou mocný nástroj, který při správném užití může mít silný a kladný dopad na vzdělávanou mládež. *ICT postupně zpřístupňují lidem obrovské množství informací a vědění, což mimo jiné znamená, že škola již není nebo nemusí být jediným a výhradním místem vzdělávání. Takový stav vyvolal mimo jiné otázku, zda je v dnešní době relevantní školní vzdělávání, které je převážně orientováno na tradiční předávání hotových vědomostí [4].*

ICT dnes rozšiřuje a prohlubuje u žáků nejen jejich dovednosti z uživatelského hlediska výpočetní techniky a jiných technologií (např. měřicí technika), ale také rozvíjí jejich představivost, logické myšlení a mnoho dalších schopností a dovedností, které využijí žáci v běžném životě.

PC již v dnešní době není nedostupnou záležitostí, a proto jeho využívání je stále masovější a častější. Ve výuce tomu není jinak. Ve výuce fyziky stejně jako ve výuce ostatních předmětů je PC využíváno z několika základních hledisek, a to jako:

Prostředek pro získávání informací. V tomto případě počítač slouží jako prostředek, pomocí kterého studenti vyhledávají potřebné informace. Tyto informace je možné najít v lokálních databázích, na školní počítačové síti, nebo na internetu.

Prostředek pro práci s informacemi. Obsahuje výhody jednotlivých programů, které

jsou součástí softwarové výbavy počítače. V hlavní míře, se jedná o využívání kancelářských balíků, tabulkových procesorů, apod.. V dnešní době je na trhu velké množství takového vybavení a je jen na uživateli a jeho finančních možnostech, kterou variantu zvolí.

Ovládací prvek. Počítač svou konstrukcí nabízí široké možnosti připojení různých přístrojů a zařízení počínaje připojením mobilního telefonu, nebo fotografického aparátu až po připojení speciálních přístrojů, které měří a zaznamenávají fyzikální veličiny. Pomocí počítače a jeho softwarového vybavení je možné tyto přístroje a zařízení nastavit, nebo ovládat.

Standardně je možné tyto přístroje připojit pomocí různých rozhraní, jako je např. sériový (COM, nebo v dnešní době využívanější USB), paralelní port (LPT), přídatné karty apod..

Testovací a vyučovací programy. Tato kapitola je v dnešní době velice rozsáhlá. Vývojem výpočetní techniky a její zařazení do výuky dalo vzniknout velkému množství výukových programů nejrůznějšího zaměření a specializace do různých oblastí výuky.

Ve výuce fyziky můžeme využít výukové programy jako např.:

- EDISON 4.0 CZ
- Fyzika zajímavě
- Jak věci pracují 3.0
- Jak se věci pohybují

Hlavní výhodou těchto výukových programů je, že s pomocí interaktivní tabule tvoří pro žáky silný aktivizující prvek. Žáci se mohou aktivně zapojit do výuky a to je pro ně velice silný motivující člen.

Pro testování žáků existuje také rozsáhlá nabídka programového řešení. Testování pomocí počítače má proti klasickému zkoušení před celou třídou nesporné výhody v omezení stresu a to hlavně u náchylnějších žáků. Podmínky testu jsou pro všechny žáky díky výpočetní technice stejné. Mezi další výhody můžeme zařadit i možnost uložení výsledků testů do PC a následně můžeme provést analýzu výkonnosti žáků.

2.1.1 Motivace

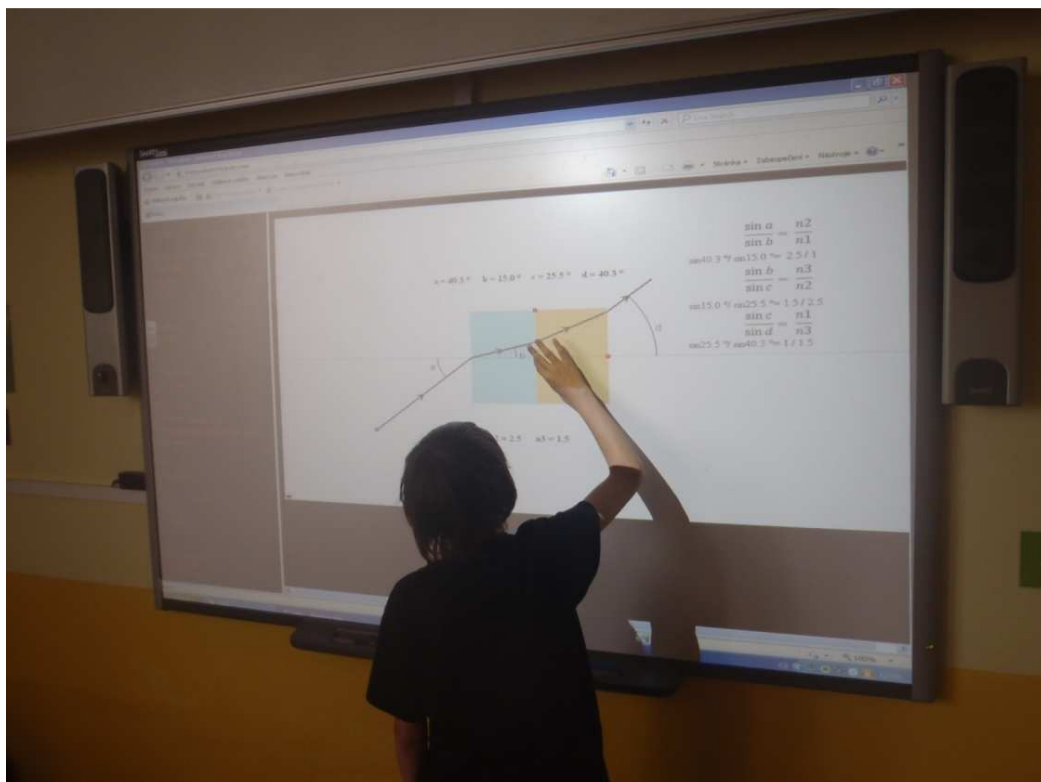
Jedním z hlavních přínosů ICT ve výuce je motivace. V psychologii je pojem motivace definován jako souhrn hybných činitelů v činnostech, učení a osobnosti. Slovo motivace pochází z latinského slova *movere*, (hýbati) a zahrnuje vnější pobídky a vnitřní motivy. V první řadě je třeba rozlišovat motivaci a motiv. Motivory jsou vnitřní pohnutky, potřeby a zájmy. Motivace je již samotný proces, který je realizován mezi motivem a vlastní podnětovou situací. Vzhledem k zaměření této práce se již nebudu touto problematikou dále podrobněji zabývat.

Motivace je dělena na několik hlavních skupin (např. dělení podle J. Čápa). ICT na poli motivace zaznamenává nemalé úspěchy a to také vzhledem k atraktivitě jednotlivých technologií, jenž je možné v tomto případě využít. Hodiny, které jsou obohaceny o využití ICT, kombinují jak teoretické poznatky, tak hlavně praktické ukázky a činnosti, které napomáhají k lepšímu a hlubšímu porozumění dané problematice. Žáci se v hodinách nenudí a jsou aktivně zapojeni do výuky od vyhledávání informací po konstruktivní a tvořivé řešení problémů. V tuto chvíli se žák sám stává částečně svým vlastním učitelem. Vzhledem k tomu, že při práci s výukovým programem na PC není žák omezen pouze jednou možností řešení, ale velice často může uplatnit vlastní kreativitu a přicházet tak na jiné, stejně dobré způsoby, jak danou problematiku řešit. Navíc většina výukových programů je tvořena zábavnou formou a to je pro žáky další motivující člen. „Co nás baví, si zapamatujeme lépe, než to co nás nebaví.“

2.1.2 Interaktivita

Tento pojem je v dnešní době téměř všudypřítomný, zejména v pedagogice se setkáváme s pojmy jako např. interaktivní vyučování, interaktivní učebnice, nebo interaktivní tabule. Definice slova interaktivita (interaktivní) zní:

umožňující vzájemnou komunikaci, tj. přímý vstup do činnosti stroje nebo programu [5]. Základem výukového interaktivního systému je jeho mobilita, jednoduchá instalace a hlavně jednoduché a intuitivní ovládání. V neposlední řadě samozřejmě hrají důležitou roli také finance. Systém, který bude splňovat veškeré náležitosti, které jsou požadovány, nemůže být pro školy a jiné vzdělávací instituce finančně nedostupný. V takovémto případě je instituce nucena realizovat své požadavky jinou cestou. Jedním z fenoménů poslední doby jsou, stále více se rozšiřující takzvané interaktivní tabule viz obrázek 8.



Obrázek 8 – Interaktivní tabule na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích

Interaktivní výuka je považována za novou metodu, která má žákům nabídnout zábavnější a méně stereotypní formu výuky. Měla by svými prostředky zapojit žáky do spoluvytváření samotné vyučovací hodiny, a tím zvýšit jejich motivaci k učení. Zatímco v dřívějších dobách stačil učitel k dodržení zásady názornosti nástěnný obraz, meotar nebo diapozitivy, dnes tyto prostředky vystřídaly počítače a interaktivní tabule.

Jedná se v podstatě o velkou dotykovou obrazovku, ke které je připojen počítač a datový projektor. Projektor promítá obraz z počítače na povrch tabule a přes ni je možné prstem, speciálními fixy nebo dalšími nástroji ovládat počítač. Učitel, pro kterého je dnes používání počítače nutností, se nemusí obávat nějakých technických složitostí při ovládání tohoto hardwaru. Stačí jednoduše pouhý dotyk na povrchu tabule a pohodlně se spustí přichystané obrazové materiály, videa, internetové zdroje. Nejprínosnější je názorná a aktivní práce v digitálním prostředí se všemi materiály, opatřovat je poznámkami, třídit a aktivně zapojovat žáky. Další výhodou je možnost uložení veškerých záznamů pro pozdější použití [6].

2.1.3 Přiblížení se realitě

Všechny prostředky, kterými ICT disponuje, mají sloužit jak pedagogům, tak žákům. Pedagogům slouží ICT hlavně jako prostředek pro zjednodušení práce, organizace a jako pomocník pro zpestření výuky.

Vyučování je proces, při kterém dochází ke zdokonalování všech stránek osobnosti žáka. Tento proces probíhá stejně tak i ve výuce fyziky. Tomuto procesu ICT napomáhá a to ve velké míře. Žák díky ICT rozvíjí svoji představivost, schopnost vyhledávat informace (internet, elektronické knihy, encyklopedie), schopnosti ovládat různé typy programů, měřících přístrojů, technických zařízení a mnoho dalších dovedností.

Jednou z hlavních předností ICT je možnost přiblížit probíranou látku (fyzikální jev, děj nebo zákon), nebo problematiku úlohu realitě a žák tím získává představu o probírané látce nejen z teoretického výkladu, ale i z praktičtějšího a reálnějšího hlediska. Někdy totiž není možné uskutečnit ve výuce praktický demonstrační pokus (např. z finančních, nebo technických důvodů), který by žákům ukázal daný fyzikální jev, nebo zákon. V tuto chvíli je možné použít pro demonstraci podobný soubor úloh, jako ten, který jsem vytvořil pro tuto práci. Názornost pomocí takovýchto materiálů, elektronických výukových pomůcek a programů je v mnoha případech dostačující.

Není ale možné vyměnit praktický pokus za projektor, nebo PC. Praktické pokusy jsou neodmyslitelnou částí výuky, která žáky maximálně motivuje a vtahuje je do role průzkumníka, nebo vědce. Jedná se o velice atraktivní formu výuky, a proto není možné tyto pokusy vynechat, nebo z výuky vyřadit. Žák může v tuto chvíli podrobně prozkoumat chování jednotlivých částí soustavy, měnit parametry a pozorovat změny soustavy v závislosti na těchto parametrech (což je možné za pomoci ICT pouze částečně). V neposlední řadě žák také fyzicky manipuluje s jednotlivými částmi soustavy, rozsahy měřících přístrojů apod.. To je jedna z nenahraditelných výhod praktického pokusu oproti demonstraci za pomoci ICT. Role ICT by měla v tomto případě být spíše pomocná, a to jako doplněk pokusu, jako úvodní animace pro představu následujícího pokusu, nebo jako pomocník pro zobrazení výstupních hodnot.

V této práci jsem vytvořil soubor fyzikálních úloh, který napomáhá pedagogům přiblížit danou problematiku žákovi a ukázat vlastnosti jednotlivých fyzikálních jevů a zákonu. Pedagog může nastavit potřebné parametry zobrazované úlohy pro svoje potřeby a pro potřeby výuky. Stejně tak i žák může měnit stav zobrazované soustavy, ale samozřejmě ne do takové míry jako pedagog. Žák si může s úlohou takzvaně „hrát“ a díky tomu

poznávat vlastnosti systému a tím i daného jevu, nebo zákona. Toto je jeden z hlavních přínosů této práce, díky kterému si žáci mohou prakticky ověřit své poznatky a sami zjistit podrobnosti o daném fyzikálním jevu nebo zákona. Součástí úloh i matematický aparát, který dynamicky reaguje na změny celé soustavy a zobrazuje potřebné výpočty a výsledné velikosti fyzikálních veličin, které jsou pro danou úlohu stěžejní. Jednotlivými úlohami se ale budu podrobně zabývat v praktické části této práce.

3 Praktická část

V této části budou popsány jednotlivé úlohy, které jsem vytvořil pro potřeby této práce. Úlohy jsou rozděleny do kapitol: Úlohy pro základní školy, Úlohy pro střední školy a Úlohy pro vysoké školy, kde jsou jednotlivé úlohy obsaženy v podkapitolách. Každá z podkapitol obsahuje jednu úlohu, ve které bude popsána fyzikální podstata a vysvětlení jevu. Následuje krátké pojednání o průběhu konstrukce, komplikacích a problematických částech, se kterými jsem se během vytváření jednotlivých úloh setkal (nestandardní postupy při konstrukci, omezení programu apod.). Součástí je i popis finální vypracované úlohy (interaktivní pohybové body, veličiny, které můžeme měnit apod.) V závěru podkapitoly je vždy přiloženo několik náhledů vlastních vytvořených úloh a diskutován přínos modelu vybraného fyzikálního jevu.

V navazující kapitole rozeberu jednotlivé možnosti, jak umístit vypracované úlohy na webové stránky, aby byla zachována jejich dynamičnost při správném zobrazování se. Touto problematikou se zabývá kapitola CabriJava aplety.

3.1 Úlohy pro základní školy

V této kapitole jsou rozebrány jednotlivé ukázkové úlohy, které jsem vypracoval pro žáky základních škol. Jako první uvádím zobrazování zrcadly, kde je rozebráno zobrazení odrazem světelného paprsku rovinným, dutým a vypuklým zrcadlem. Následuje podkapitola věnovaná úlohám na téma mechanické práce.

3.1.1 Zobrazení odrazem - Zrcadla

Zrcadlo je v dnešní době využíváno takřka všude. Každý používá zrcadlo ráno v koupelně, v automobilu je jich využíváno hned několik (zpětná zrcátka) a je nevyhnutelnou součástí vybavení dámské kabelky. I v přírodě je možné nalézt zrcadla, jedním z příkladů je odražený obraz na vodní hladině. Než bude rozebrán vlastní princip zobrazování zrcadly, je potřeba vymezit základní pojmy:

Optické zobrazení je postup, kterým jsou získávány prostřednictvím optické soustavy obrazy bodu, nebo předmětu.

Optická soustava je soustava optických materiálů a jejich rozhraní, které mění směr paprsku.

Obraz bodu v optickém zobrazení je průsečíkem svazků paprsků.

Obraz reálný je tvořen sbíhavým (konvergentním) svazkem paprsků. Zachycuje se pomocí stínítka, plátna, nebo matnice.

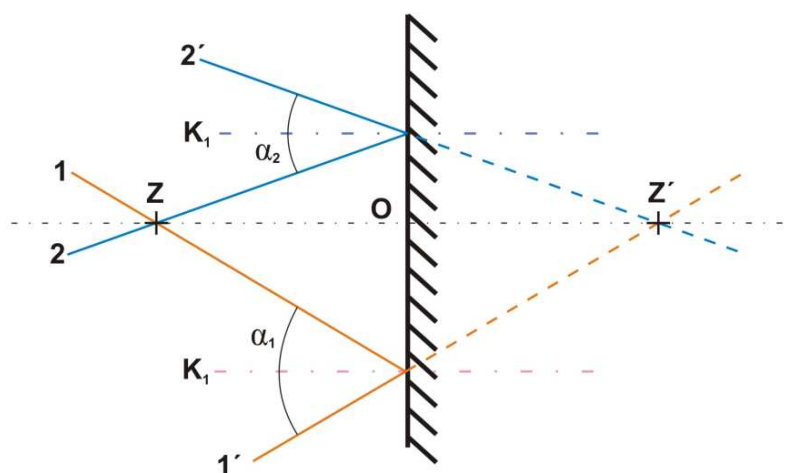
Obraz virtuální je v myšleném průsečíku rozběhavých paprsků. Světelná energie tímto obrazem neprochází a nelze jej zachytit na stínítku [7].

Optické zobrazení se řídí zákonem přímočarého šíření světla a zákonem odrazu. (Velikost úhlu odrazu je shodná s velikostí úhlu dopadu, paprsek zůstává v rovině dopadu).

3.1.1.1 Rovinné zrcadlo

Uměle vyrobené rovinné zrcadlo je nejčastěji vyleštěná kovová plocha, kterou pokrývá tenká vrstva skla.

Bod, který je zároveň zdrojem světla, se nachází v prostoru před zrcadlem. Na obrázku 9 je označen Z. Ze všech paprsků, které vycházejí z bodu Z a dopadají na rovinu zrcadla, je použit např. paprsek 1, který dopadá na rovinu zrcadla pod nenulovým úhlem α_1 . Dle zákona o odrazu světla se tento paprsek odráží od roviny zrcadla pod stejným úhlem, který je roven úhlu α_1 a na obrázku 9 je označen 1'. Druhý paprsek označen 2, vycházející opět z bodu Z, dopadá na rovinu zrcadla pod nenulovým úhlem α_2 a odráží se opět pod stejně velkým úhlem. Pro nalezení průsečíku těchto dvou paprsků a tím získání obrazu Z' je nutné prodloužit jejich původní trajektorie do prostoru za zrcadlo. Vzhledem k tomu, že odražené paprsky se rozcházejí, nemůže vzniknout obraz skutečný. Průsečík Z' je tedy zdánlivým obrazem bodu Z [8].

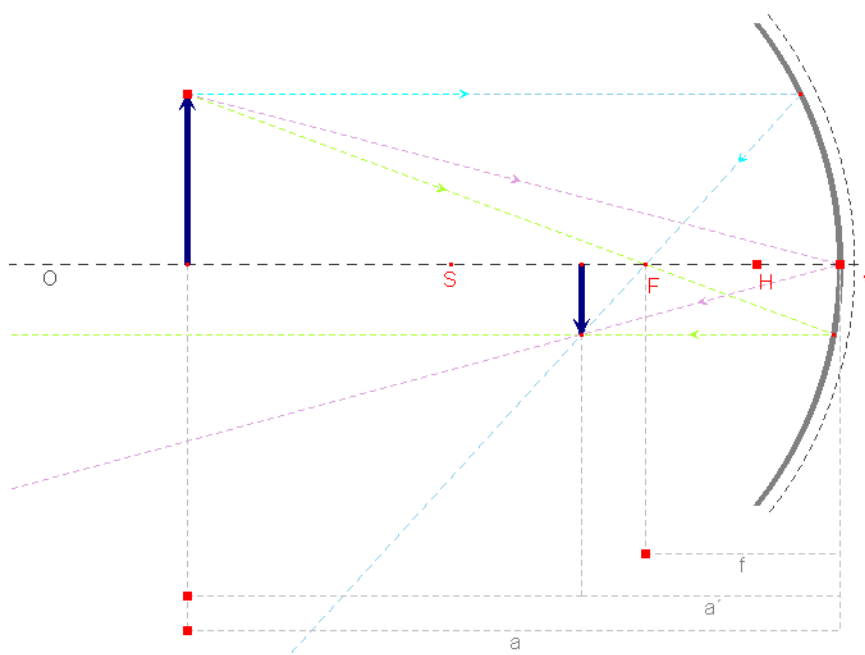


Obrázek 9 – Zobrazení rovinným zrcadlem

Na základě zákona odrazu můžeme usoudit, že obraz Z' je zdánlivý, stejně velký jako předmět Z a stranově převrácený.

3.1.1.2 Duté zrcadlo

U tohoto typu zrcadla je odrazová vrstva nanášena na povrch o tvaru části koule. V případě dutého (konkávního) zrcadla je tato vrstva nanášena na vnitřní část povrchu koule, viz obrázek 10.



Obrázek 10 – Zobrazení dutým zrcadlem

Na obrázku 10 je čerchovanou čarou vyznačena optická osa zrcadla značená O , její průsečík se zrcadlem V , střed kulové plochy (střed křivosti) S , ohnisko zrcadla F a ohnisková vzdálenost f , což je vzdálenost ohniska F od vrcholu V .

Při konstrukci obrazu jsou využívány tzv. *paraxiální paprsky* – tj. paprsky, které procházejí v těsné blízkosti optické osy. Ze všech možných paprsků jsou nejpoužívanější:

1. **paprsek procházející rovnoběžně s optickou osou se odráží do ohniska** (modrý paprsek na obrázku 10)
2. **paprsek procházející ohniskem se odráží rovnoběžně s optickou osou** (žlutý paprsek na obrázku 10)
3. **paprsek procházející středem křivosti se odráží po stejné dráze zpět**

Při některých typech úloh je výhodnější použít paprsek dopadající do vrcholu zrcadla, který se podle zákona odrazu světla odráží symetricky k optické ose (fialový paprsek na obrázku 10).

Pro popis zobrazení ještě je potřeba ještě dalších vzdáleností:

předmětová vzdálenost vzdálenost předmětu od vrcholu zrcadla, označujeme ji a ;

obrazová vzdálenost vzdálenost obrazu od vrcholu zrcadla, označujeme ji a' ;

velikost předmětu označujeme y

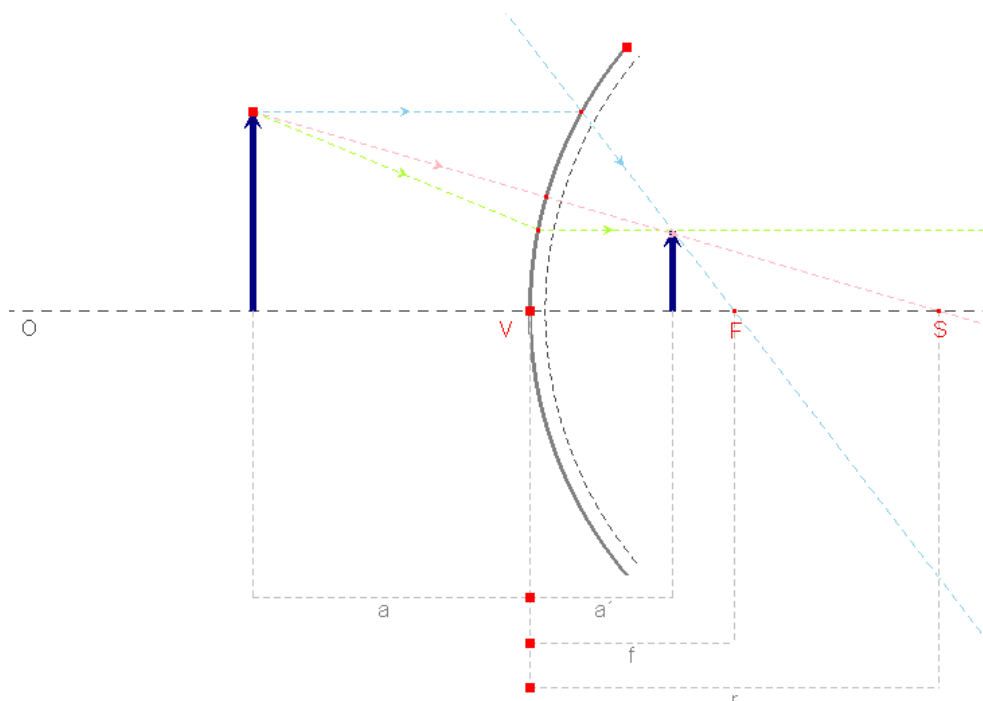
velikost obrazu označujeme y' .

Je-li:

- velikost obrazu větší než velikost předmětu, říkáme, že je obraz zvětšený;
- velikost obrazu menší než velikost předmětu, říkáme, že je obraz zmenšený [8].

3.1.1.3 Vypuklé zrcadlo

V případě vypuklého (konvexního) zrcadla je odrazová vrstva nanášena na vnější část povrchu koule, viz obrázek 11. Popis jednotlivých bodů a paprsků je stejný jako v případě dutého zrcadla. Pomocí vypuklého zrcadla vzniká vždy obraz, který je přímý, virtuální, zmenšený, který vždy leží mezi ohniskem F a vrcholem V .



Obrázek 11 – Zobrazení vypuklým zrcadlem

Vzájemné vztahy mezi předmětovou vzdáleností, obrazovou vzdáleností a ohniskovou vzdáleností vyjadřuje tzv. zobrazovací rovnice, viz vztah (1). Její tvar je stejný, jak pro kulová zrcadla, tak pro čočky [8].

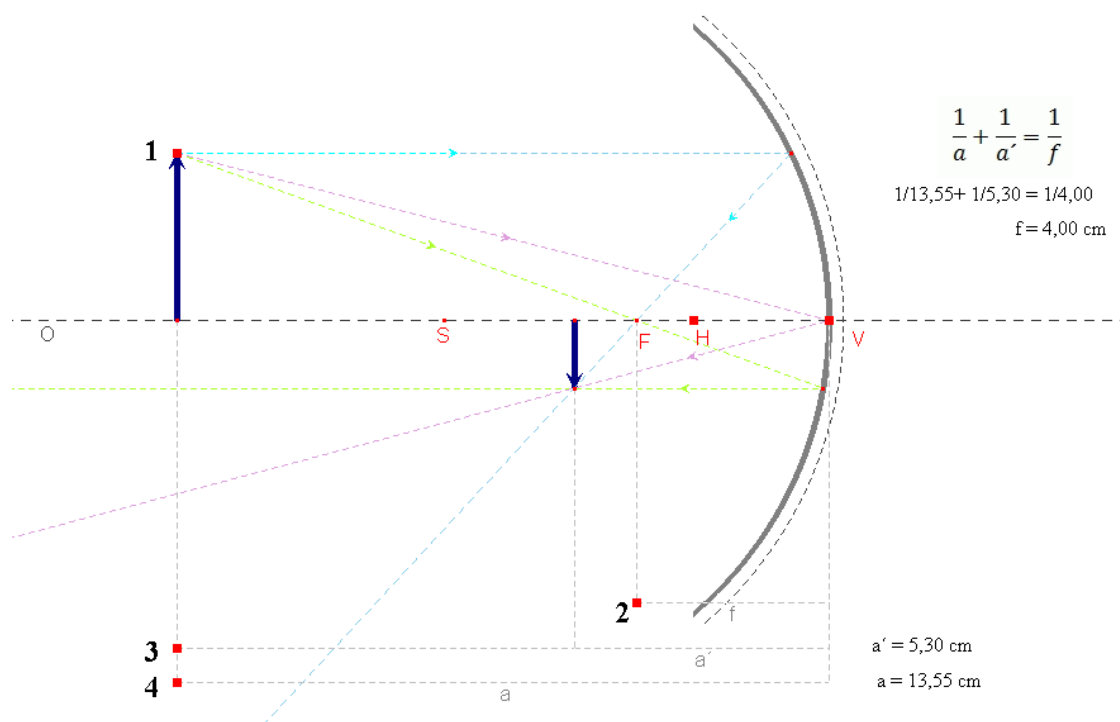
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Znaménková konvence:

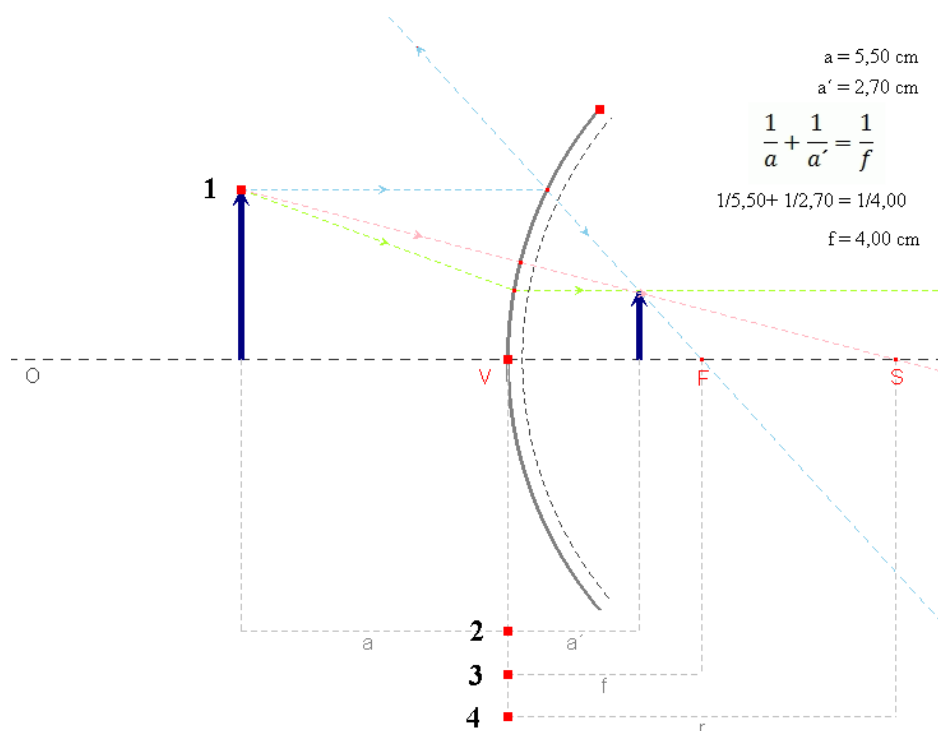
Všechny vzdálenosti, které se nacházejí před zrcadlicí plochou, mají znaménko kladné a ty, které se nacházejí za touto plochou, mají znaménko záporné. Ohnisková vzdálenost dutého zrcadla je kladná a vypuklého zrcadla záporná. Vzniká-li obraz přímý, pak je velikost obrazu kladná, vznikne-li obraz převrácený, velikost obrazu je záporná.

3.1.1.4 Vypracované úlohy – Zobrazení odrazem - Zrcadla

V této úloze bylo mým cílem vytvořit takový aparát, aby nebyl žák při svých pokusech na interaktivní tabuli svázán značným omezením apletů, které je možné najít na internetu. Většinou je takový aplet omezen pouze na pohyb předmětem vzhledem k zrcadlu. Proto jsem vypracoval úlohy pro zobrazení dutým a vypuklým zrcadlem viz obrázek 12 a 13.



Obrázek 12 – Vypracovaná úloha – Zobrazení dutým zrcadlem



Obrázek 13 – Vypracovaná úloha – Zobrazení vypuklým zrcadlem

V těchto úlohách může žák měnit pomocí vyznačených červených bodů různé parametry a to:

- Bodem 1** měníme jak vzdálenost předmětu, tak jeho výšku
- Bodem 2, 3, 4** měníme pouze polohu popisných kót
- Bodem V** měníme poloměr křivosti zrcadla
- Bodem H** měníme velikost oblouku zrcadla v případě ztráty paprsků vzhledem k poloze a velikosti předmětu.

V pravém horním rohu jsou prezentovány hodnoty veličin popisující zobrazovací rovnici, jenž se mění aktuálně v závislosti na změnách flexibilních parametrů (již pro využití na středních školách).

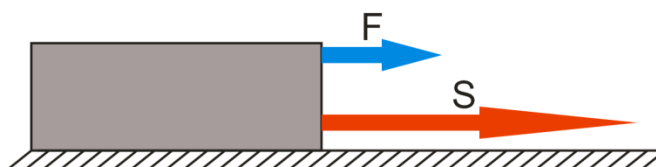
Demonstrace tohoto typu je podle mého názoru účinnější, než zakreslení celé této úlohy a výpočtů na klasickou tabuli, nebo použití běžně dostupných apletů. Žák si zde díky dynamickým změnám celé situace, možnostem volnosti v pohybu a nastavení dokáže lépe představit, jak tento jev „pracuje“ v běžném životě a díky tomu si sám vytvoří asociace, které jsou velice důležité v procesu pochopení celé problematiky. Přínos těchto úloh byl ověřen na demonstrační hodině, která proběhla na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích.

3.1.2 Mechanická Práce

V případě, že na těleso působí stálá síla F a těleso se jejím vlivem pohybuje po dráze s ve směru jejího působení, pak síla koná mechanickou práci. Práci tedy konáme, když tlačíme sáňky a ty se pohybují, nebo když zvedáme břemeno do výšky.

Práce je popisována fyzikální veličinou „Mechanická práce“ označovanou jako W s jednotkou *joule* [J]. Velikost vykonané práce závisí přímo úměrně na velikosti působící síly F ve směru pohybu a na velikosti dráhy s , kterou těleso v důsledku působící síly urazí, viz vztah (2), viz obrázek 14. Platí tedy:

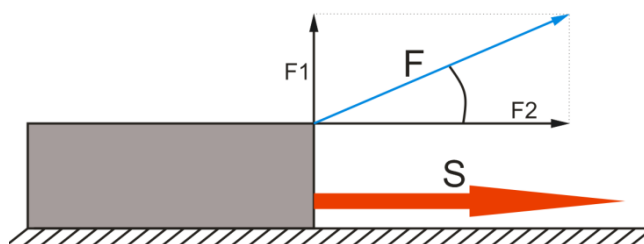
$$W = F \cdot s \text{ [J]} \quad (2)$$



Obrázek 14 – Působení síly rovnoběžně se směrem pohybu

V tomto případě zanedbáváme ostatní síly, které působí na těleso (např. třecí síla). V případě, že působící síla svírá se směrem pohybu tělesa úhel α , viz obrázek 15, pak je velikost mechanické práce W vyjádřena jako:

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha \text{ [J]} \quad (3)$$

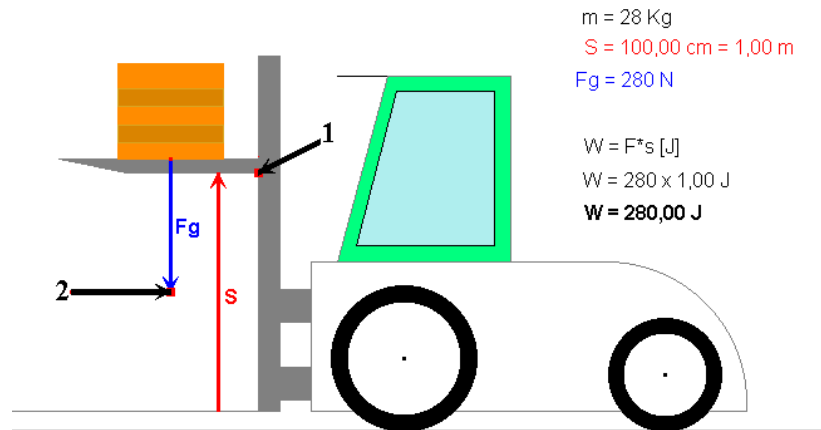


Obrázek 15 – Působení síly nerovnoběžně se směrem pohybu

Tento případ, viz vztah (3) se na základních školách nevyučuje, proto se jím zde již nebudu dále zabývat.

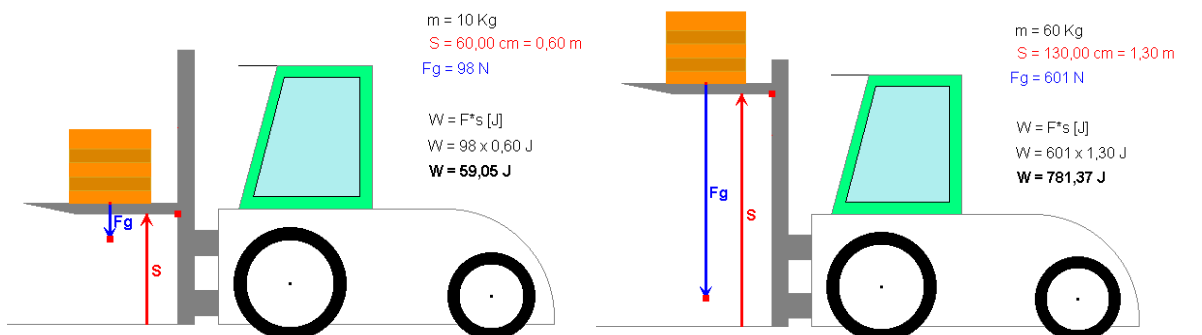
3.1.2.1 Vypracovaná úloha – Práce – Vysokozdvihový vozík

V této úloze jsem chtěl žákům přiblížit konání práce. Zvolil jsem proto vyobrazení vysokozdvihového vozíku, který zvedá závaží o hmotnosti m , po dráze s viz obrázek 16. V této úloze je záměrně zvolen vysokozdvihový vozík jako činitel práce, protože každý žák je schopen si tuto situaci představit a díky tomu i lépe pochopit pojem mechanická práce.



Obrázek 16 – Vypracovaná úloha – Vysokozdvihový vozík

V této úloze může žák měnit jak velikost výšky vidlic s , pomocí vyznačeného červeného bodu 1, tak velikost m tělesa (bedny na vidlici) pomocí vyznačeného bodu 2. Při změně těchto veličin se obrázek pohybuje a barevně rozlišené veličiny v pravém horním rohu se stejně jako následující výpočet práce aktuálně mění v závislosti na změnách zadaných parametrů, viz obrázek 17 a 18.



Obrázek 17 a 18 – Vypracovaná úloha – Vysokozdvihový vozík – Změna parametrů

Při vypracování této úlohy jsem si všiml jednoho nedostatku programu Cabri II, a to je nepřesnost výpočtu dle zadaného vzorce. Pokud je v programu nastaveno vyčíslení bez desetinných míst, program bude sice zobrazovat příslušné hodnoty bez desetinného místa, ale výpočty probíhají s nezaokrouhlenými hodnotami. Z tohoto důvodu plynou jisté nepřesnosti ve výsledcích výpočtů. Pro přiblížení problematiky a pro žákovo pochopení fyzikálního jevu je však tato chyba programu zanedbatelná.

Tato úloha se při testování přínosů a funkčnosti celého souboru úloh ve třídách základní školy L. Kuby stala jednou z nejpoblárnějších. Tento fakt jsem očekával, jelikož nakreslený vysokozdvížný vozík, neboli „ještěrka“, je velice známý stroj a díky tomu úloha získává na atraktivitě. Žáci se díky tomu u této úlohy i pobaví, jak jsem se na těchto hodinách sám přesvědčil a velice dobře si zapamatují probíranou látku.

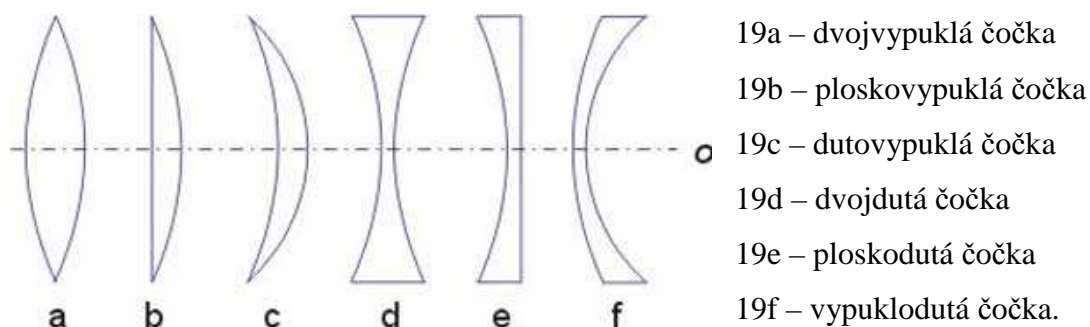
3.2 Úlohy pro střední školy

V této kapitole budou rozebrány ukázkové úlohy, které jsem vypracoval pro žáky středních škol. Jako první zde uvádím zobrazování čočkami, které jsem stejně jako zobrazení zrcadly pro základní školy shrnul do jedné podkapitoly, ve které je rozebráno zobrazování spojkami a rozptylkami. Dále budou v jednotlivých podkapitolách postupně zpracovány témata týkající se lomu světla na rozhraní dvou a více prostředí rozkladu sil a volného pádu.

3.2.1 Zobrazení lomem – Čočky

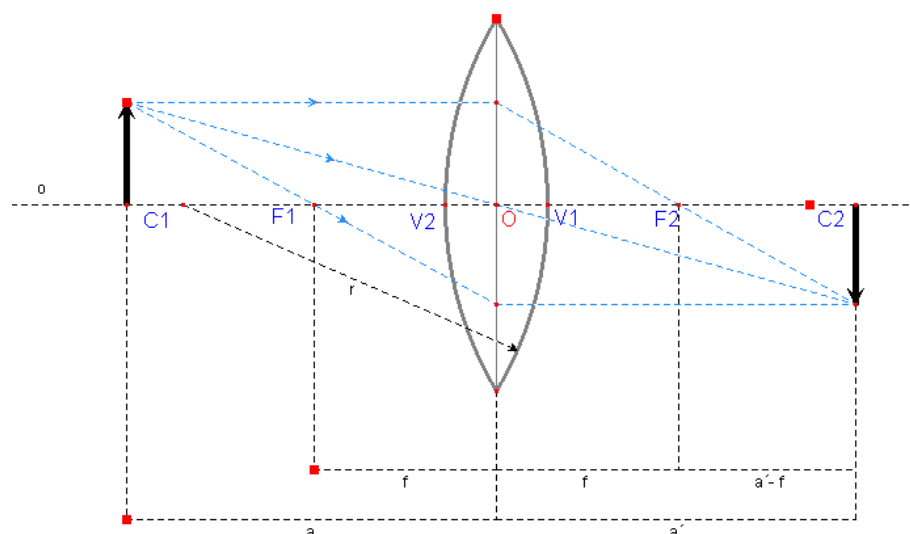
Čočka, stejně jako zrcadlo, je běžně používaná pomůcka, vyrobená většinou ze skla, nebo plastu. Každý se někdy podíval do dalekohledu, použil fotoaparát, vzal do ruky lupu, nosí brýle, nebo kontaktní čočky.

Zobrazení čočkami se řídí zákony paprskové optiky (zákon přímočarého šíření světla, zákon lomu světla). Proto je zde uváděno jako zobrazení lomem. V praxi je možné se setkat s různými druhy čoček. Základní druhy jsou dva, a to spojka a rozptylka. Spojka je čočka, která je v oblasti optické osy nejširší. Rozptylka je naopak v oblasti optické osy nejúžší. Další druhy čoček jsou uvedeny na obrázku 19.

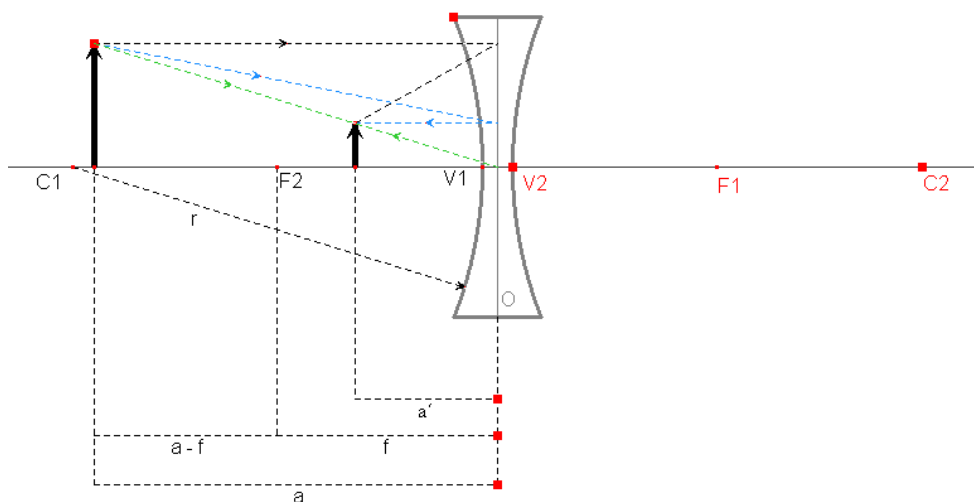


Obrázek 19 – Druhy čoček [9]

U čoček jsou zaváděny dva středy křivosti C_1 a C_2 , ohnisko F_1 a F_2 a vrchol V_1 a V_2 . Dále je třeba vyznačit bod O , což je optický střed čočky. Body, které se vyskytují na straně jako zobrazovaný předmět, jsou body předmětové (předmětové ohnisko F_1 atd.). Body, které se nacházejí v oblasti, kde se nachází obraz předmětu, jsou body obrazové (obrazové ohnisko F_2 atd.), viz obrázek 20 a 21, na kterém jsou tyto body a vzdálenosti vyznačeny.



Obrázek 20 – Zobrazení dvojevypuklou čočkou



Obrázek 21 – Zobrazení dvojdutou čočkou

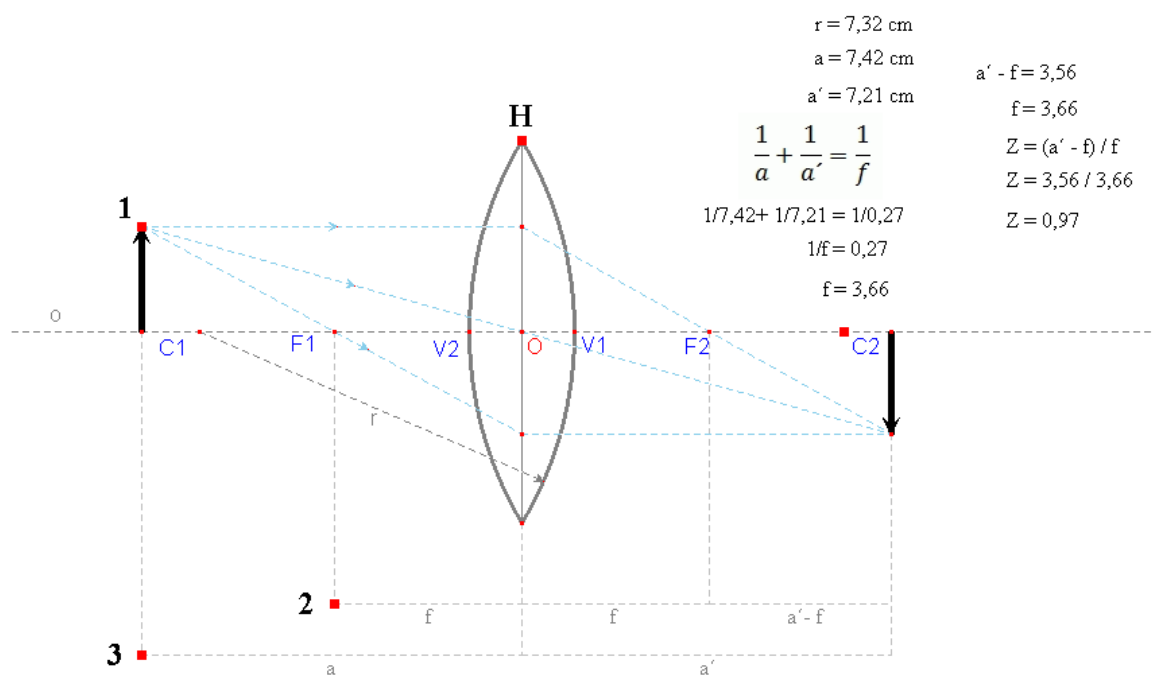
Konstrukce obrazu opět vychází ze tří základních paraxiálních paprsků (již uvedeno v kapitole 3.1.1.2), a to paprsek, který je rovnoběžný s optickou osou a po průchodu čočkou se láme do předmětového ohniska F_2 . Paprsek, který prochází optickým středem O . Tento paprsek se neláme a prochází v původním směru. Poslední paprsek, který využijeme, prochází předmětovým ohniskem F_1 a po průchodu čočkou vychází rovnoběžně s optickou osou. Dále je nutné, zavést pro popis zobrazení další popisné parametry, a to předmětovou a obrazovou vzdálenost. Na obrázcích 20 a 21 je předmětová vzdálenost vyznačena jako a . Obrazová vzdálenost nese označení a' .

Z obrázků je patrné, že a je vzdálenost předmětu od optického středu čočky o a a' je vzdálenost obrazu od optického středu čočky o .

3.2.1.1 Vypracované úlohy – Zobrazení lomem – Čočky

Pro tuto část jsem vypracoval celkem tři ukázkové úlohy, které zde stručně popíši. První úlohou je zobrazení pomocí spojky. Druhá úloha je zaměřena na zobrazení pomocí rozptylky. Třetí úloha nazvaná „hybrid“ je vytvořena tak, aby bylo možné pomocí změny jednoho parametru přeměnit zobrazení spojkou na zobrazení rozptylkou a naopak.

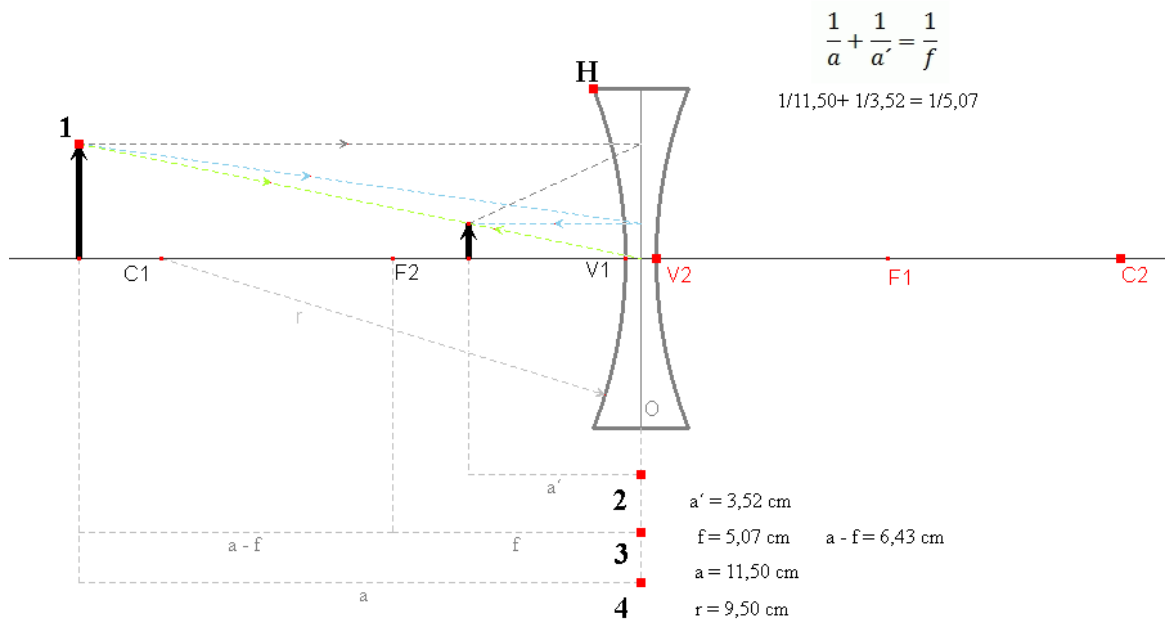
Zobrazení lomem – Spojka



Obrázek 22 – Vypracovaná úloha – Spojka

V této úloze, viz obrázek 22, může žák nastavovat jednotlivé parametry pomocí červených uchopovacích bodů. Bodem 1 mění polohu a velikost předmětu. Bodem 2 a 3 opět v případě potřeby posouvá popisné kóty. Bodem C2 mění poloměr křivosti. Bod H nám poslouží v případě potřeby zvětšit, nebo zmenšit velikost čočky v závislosti na poloze předmětu a obrazu. Tím je dáno do žákových rukou nepřeborné množství možností, jak prozkoumat tento jev a získat tak velice jasné představy o zobrazení lomem – spojkou.

Zobrazení lomem – Rozptylka



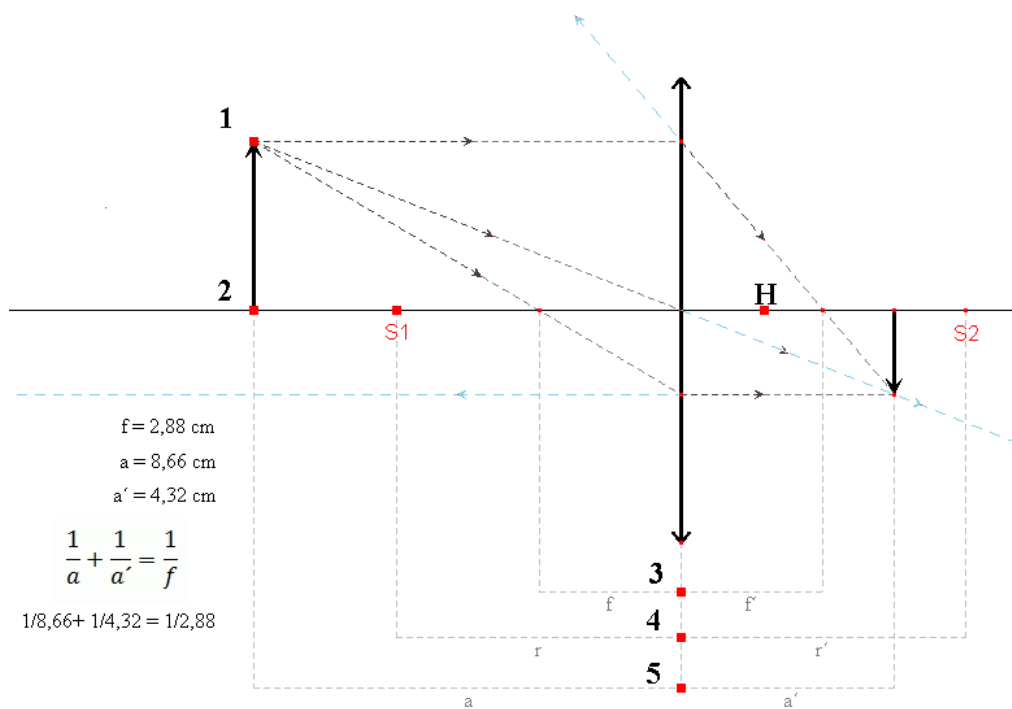
Obrázek 23 – Vypracovaná úloha – Rozptylka

V úloze „Rozptylka“, viz obrázek 23, může žák pomocí vyznačeného bodu 1 měnit polohu a výšku předmětu, který je zobrazován. Obraz se dynamicky mění podle nastavení. Body 2, 3, a 4 jsou opět pomocné body pro posun popisných kót. Pomocí bodu H mění velikost čočky např. v případě ztráty paprsků vzhledem k poloze a velikosti předmětu. Pomocí bodu C2 může v případě potřeby měnit poloměr křivosti dané čočky.

Tyto úlohy jsou koncipovány tak, aby byla opět žákovi dána možnost změnit co nejvíce parametrů, díky kterým si co nejlépe představí a pochopí princip a vlastnosti tohoto způsobu zobrazení.

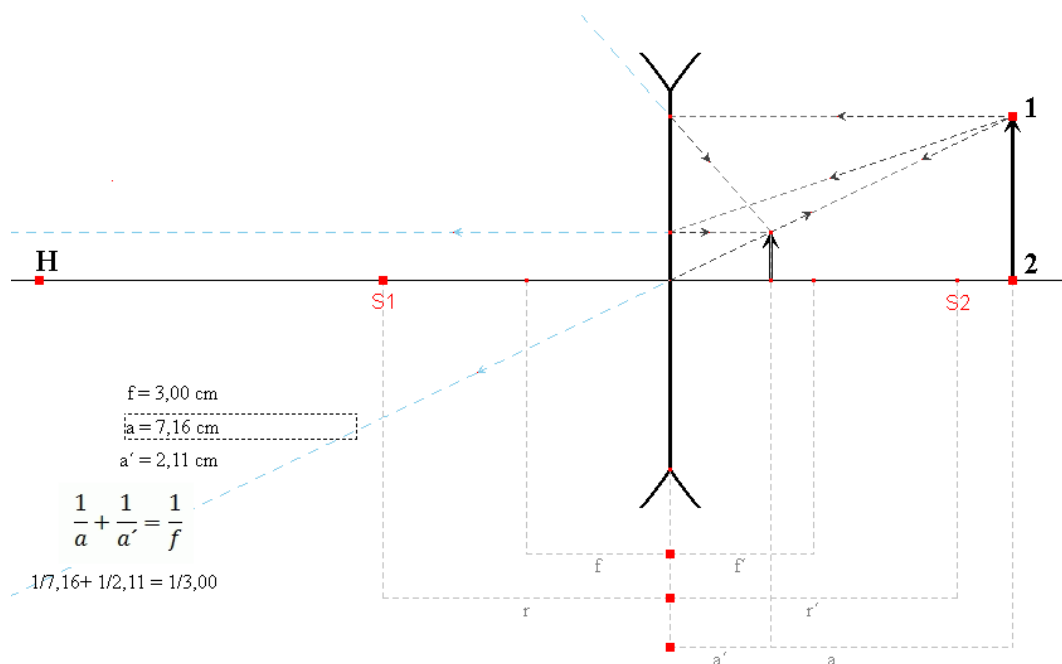
Dle mého názoru je zobrazení čočkami částečně abstraktní jev, který není každý žák schopen pochopit z jednoduchého nákresu na tabuli a teoretického výkladu z knih. Proto jsem těmito úlohami naznačil jiné, dle mého soudu jednoduchou formu výuky a demonstrace, která pomůže žákům nejen se slabší představivostí zvládat i náročnější a abstraktnější části výuky, jako je například zde zobrazení čočkami.

Zobrazení lomem – Hybrid



Obrázek 24 – Vypracovaná úloha – Hybrid (Spojka)

V této úloze nazvané „Hybrid“, viz obrázek 24 a 25, může žák měnit pomocí bobu 1 pouze velikost předmětu a pro změnu vzdálenosti předmětu vůči čočce použije bod 2. Body 2, 3 a 4 jsou opět body pro možnost posunutí popisných kót do vhodnější polohy vzhledem k nastavení úlohy. Bodem S1 je možné stejně tak jako v předešlých úlohách bodem C2 měnit poloměr křivosti čočky. Bod S1 je nazván odlišně z důvodu možnosti změny čočky ze spojky na rozptylku a opačně. V tuto chvíli by nebylo pojmenování tohoto bodu jako C2 vhodné. Proto jsem zvolil jiný název.



Obrázek 25 – Vypracovaná úloha – Hybrid (Rozptylka)

Zvláštním bodem v této úloze je také bod H, který poslouží ke změně typu čočky v případě potřeby zobrazení rozptylkou. Toho je docíleno posunutím bodu H do určité polohy, viz obrázek 25. Tímto přemístěním bodu H je spojka transformována na rozptylku. Je ale nutné po této změně posunout i bod 2 do pozice, viz obrázek 25. Při transformaci čočky předmět zůstává na původním místě a zobrazení by pak bylo chybné.

Při pokusech žáků na interaktivních tabulích je možné dále vidět, jak se mění jednotlivé vzdálenosti předmětu, obrazu a také jak se mění hodnoty zobrazovací rovnice, která je součástí matematického aparátu u všech úloh. Změny těchto veličin se dynamicky mění podle změn v nastavení úlohy. Tímto je docíleno největšího možného přiblížení této problematiky žákovi a ten může vidět dynamické změny a stát se tak průzkumníkem a vlastním učitelem.

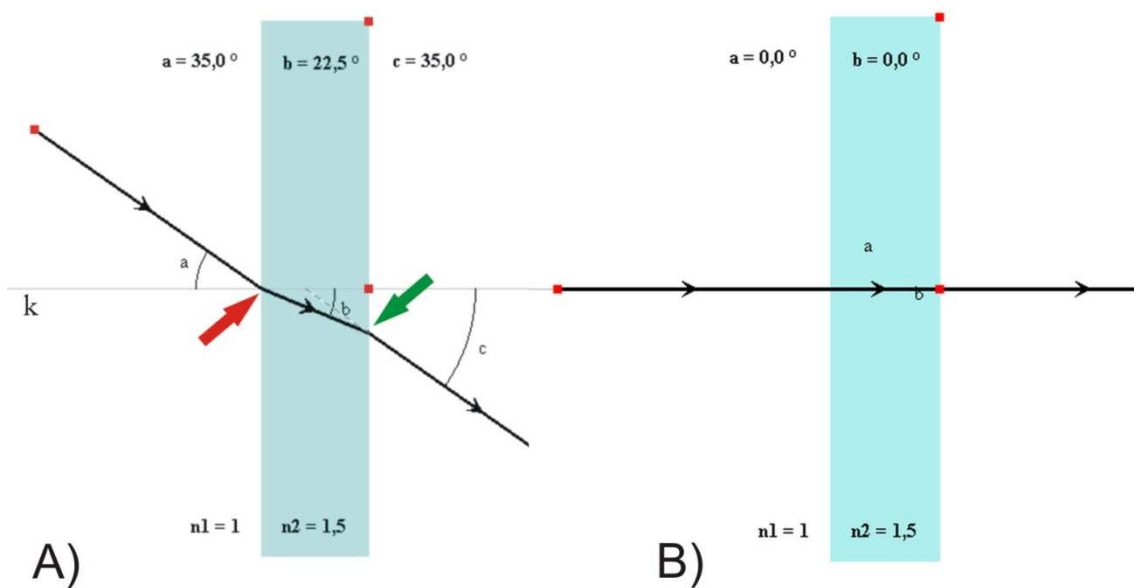
3.2.2 Lom světla na planoparalelní desce

V případě, že světelný paprsek přechází z jednoho prostředí do druhého (obě prostředí jsou průhledná, nebo průsvitná), může docházet k jeho odklonění od původní dráhy. Tento jev nazýváme lom světla. Vlastnost, ze které vycházíme, je rychlost šíření světla v daném prostředí a rychlost šíření světla ve vakuu. V případě, že rychlost paprsku je

v jednom prostředí nižší než ve druhé, pak se jedná o prostředí opticky hustší. V opačném případě je prostředí opticky řidší.

Při dopadu paprsku na rozhraní svou prostředí mohou nastat tři případy:

- Světelný paprsek přechází z opticky řidšího prostředí do opticky hustšího, například ze vzduchu do skla. Index lomu je v prostředí vzduchu menší (1) než index lomu v prostředí skla (1,5). V tomto případě dochází k lomu ke kolmici „k“, viz obrázek 26a (oblast červené šipky).
- Světelný paprsek přechází z opticky hustšího prostředí do opticky řidšího například ze skla do vzduchu. Index lomu je v prostředí skla větší (1,5) než index lomu v prostředí vzduchu (1). V tomto případě dochází k lomu od kolmice „k“, viz obrázek 26a (oblast zelené šipky).
- Světelný paprsek dopadá na rozhraní prostředí kolmo. V tomto případě k lomu světla nedochází a paprsek prochází přímo, viz obrázek 26b.



Obrázek 26a, 26b – Lom světla

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (4)$$

Vztah (4) vyjadřuje tzv. zákon lomu světla.

Podíl rychlostí světla v obou prostředích $\frac{v_1}{v_2}$ je pro dané rozhraní prostředí konstantní veličina, která je nazývána index lomu a označována n . Protože možných dvojic

prostředí je celá řada a pro každou takovou dvojici bychom museli tento index lomu vypočítat, zavádí se absolutní index lomu značený n , který udává poměr rychlosti světla ve vakuu k rychlosti světla v daném prostředí, kde platí vztah (5):

$$n = \frac{c}{v} \quad (5)$$

kde c je rychlost světla ve vakuu a v je rychlost světla v daném prostředí. Absolutní index lomu tedy udává, kolikrát rychleji se světlo šíří ve vakuu rychleji než v daném látkovém prostředí [10].

Díky tomu je možné zapsat zákon lomu světla takto:

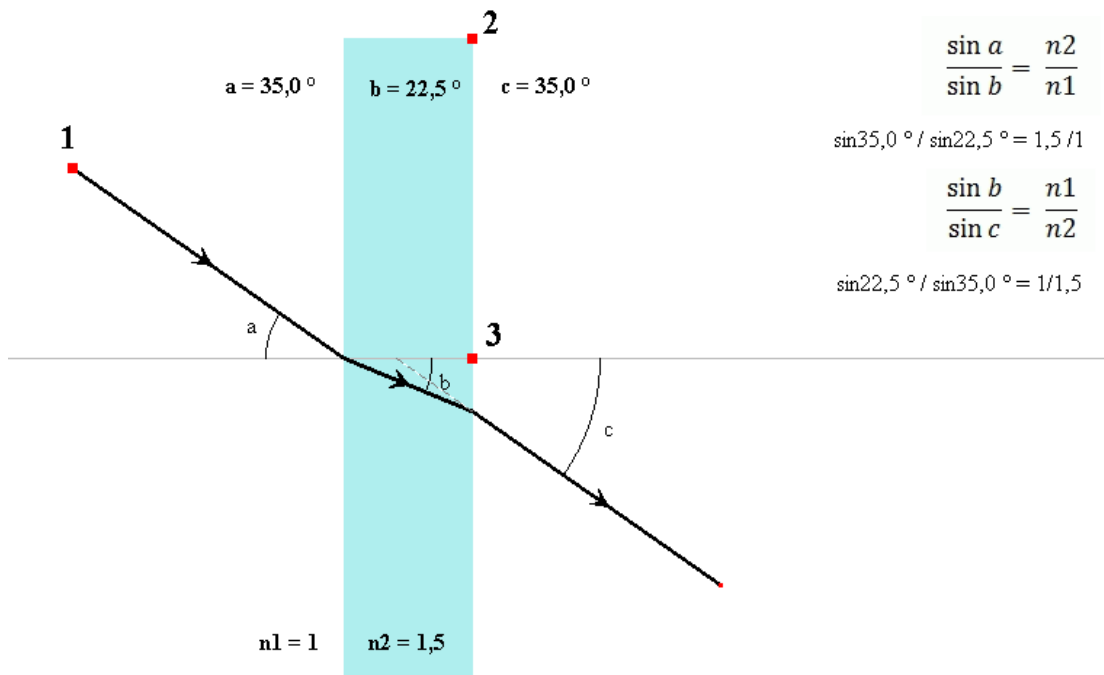
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (6)$$

Vztah (6) vyjadřuje tzv. Snellův zákon (pojmenován podle objevitele holandského matematika W. van Snella).

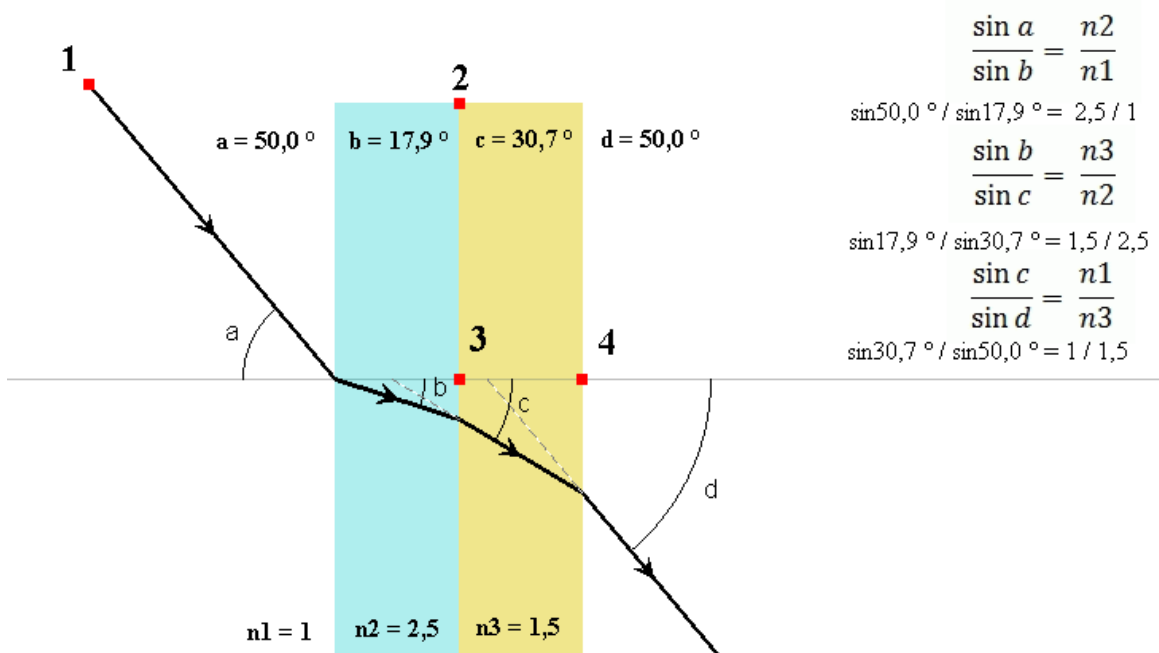
3.2.2.1 Vypracované úlohy – Lom světla (2 a 3 prostředí)

Pro tuto část jsem vypracoval celkem dvě úlohy. V první úloze jsem znázornil průchod světelného paprsku z prostředí s indexem lomu n_1 do prostředí s indexem lomu n_2 a zpět do prostředí s indexem lomu n_1 . Druhá úloha obsahuje průchod světelného paprsku z prostředí s indexem lomu n_1 do prostředí s indexem lomu n_2 , dále z prostředí s indexem lomu n_2 do prostředí s indexem lomu n_3 a nakonec z prostředí s indexem lomu n_3 zpět do prostředí s indexem lomu n_1 . Základní zobrazení těchto úloh je viditelné na obrázcích 27 a 28.

Tato úloha (stejně jako i ostatní) je vypracována s důrazem na flexibilitu a názornost, aby si žák mohl ověřit vlastní úvahy o problematice lomu světla a tím získat vlastní praktické zkušenosti a dokázal tento jev aplikovat i v běžném životě a v prostředí přírody. Pro žáky je tato oblast natolik abstraktní, že je dle mého názoru velice dobré mít možnost pomocí takto vypracovaných úloh získat vlastní zkušenosti na základě práce s takovouto úlohou.

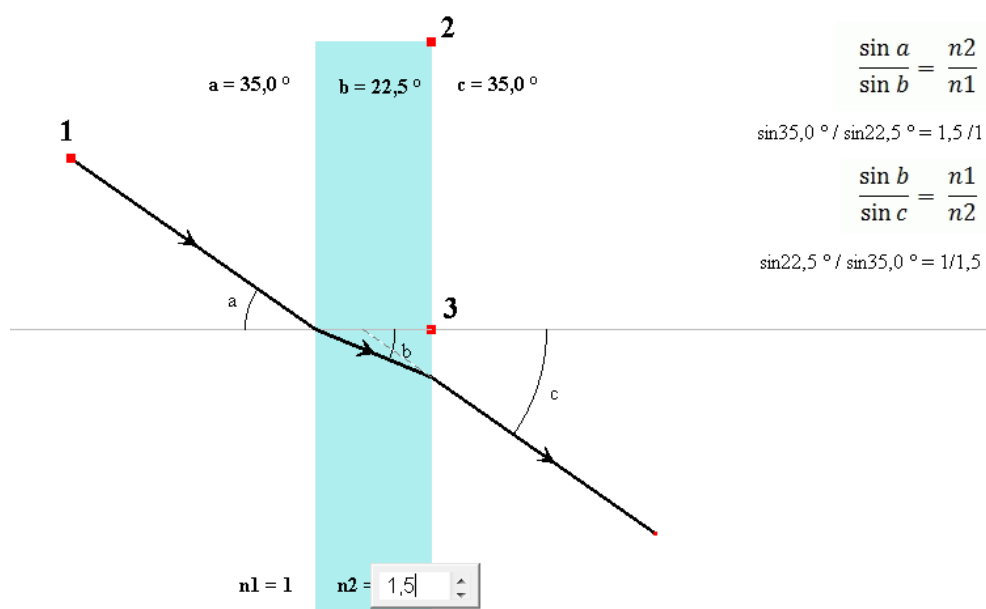


Obrázek 27 – Vypracovaná úloha – Lom světla (2 prostředí)




Obrázek 28 – Vypracovaná úloha – Lom světla (3 prostředí)

V této úloze je možné pomocí bodu 1 měnit vstupní úhel paprsku z prostředí o indexu lomu n_1 do dalšího prostředí a pozorovat jak se bude měnit úhel při vstupu do dalšího prostředí (respektive zpět do původního prostředí). Pomocí bodu 2 můžeme měnit výšku a tloušťku planoparalelních destiček (např. kdyby světelný paprsek opouštěl prostředí v nevhodném místě), které jsou na předchozích dvou obrázcích barevně odlišené. Dalšími proměnnými parametry jsou indexy lomu jednotlivých prostředí, které lze nastavit podle vlastních představ a potřeb. Výsledné velikosti jednotlivých úhlů a výsledky výpočtů se v úloze dynamicky přizpůsobí změnám zadaných parametrů. Nastavení hodnoty indexu lomu se liší od dynamického ovládní bodu, či objektu vázaného na jiný útvar, a proto tuto změnu detailněji přiblížím, viz obrázek 29.



Obrázek 29 – Vypracovaná úloha – Lom světla (3 prostředí) – Nastavení indexu lomu

V programu Cabri II dvojklikem na příslušnou číselnou hodnotu lze nastavit námi požadovanou hodnotu vybraného parametru. Pomocí šipek  je možné měnit velikost indexu lomu. Šipka nahoru hodnotu čísla (v tomto případě indexu lomu) zvětšuje a šipka dolů zmenšuje. Důležitá je poloha kurzoru. Mění se pouze jen ta číslice, za níž je kurzor umístěn. Při změnách flexibilních parametrů vypracovaných úloh se dynamicky mění rovnice Snellova zákona, která je uvedena v pravém horním rohu úlohy. Tento matematický aparát je součástí obou vypracovaných úloh.

3.2.3 Volný pád

V této kapitole bude rozebrán pohyb těles při volném pádu. Jedná se o nejjednodušší pohyb v tíhovém poli země. I když je gravitační pole Země radiální, tak vzhledem k jeho rozměrům, velikosti oblasti na povrchu Země a výšce, ve které se těleso při svém pohybu nachází, může být toto pole považováno za homogenní. To znamená, že je předpokládán konstantní gravitační zrychlení.

První pokusy s volným pádem prováděl už v 17. století Galileo Galilei (1564 - 1642). Ten prokázal, že se jedná o pohyb rovnoměrně zrychlený a později bylo stanoveno i jeho zrychlení. Nazývá se tíhové zrychlení a značí se \vec{g} , které míří svisle dolů a má velikost $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \sim 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Velikost tíhového zrychlení je závislá na nadmořské výšce a na zeměpisné šířce daného místa na Zemi. Dohodou byla stanovena hodnota normálového tíhového zrychlení $g = 9,80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (přesně) [11].

Na těleso padající v homogenním tíhovém poli země stále působí síly, které brání tomuto pohybu. Nejčastěji se jedná o odporovou sílu prostředí (v našem případě odporová síla vzduchu). Pro naše potřeby budou tyto odporové síly zanedbány a jev bude popsán za ideálního stavu, tedy pouze za působení tíhové síly gravitačního pole Země, kdy budeme soustavu, v níž těleso koná tento pohyb, považovat za izolovanou: platí zákon zachování mechanické energie.

Nejprve budou stručně vysvětleny následující pojmy:

- Potenciální energie
- Kinetická energie
- Zákon zachování mechanické energie.

Potencionální, neboli polohovou energií disponují všechna tělesa nacházející se v silovém poli jiných těles (tíhové pole země). Jedná se o fyzikální veličinu, která je značena E_p a její jednotka je J [joule].

Práce, kterou tíhová síla vykoná při pohybu tělesa v tíhovém poli země je úzce spojena s přeměnou potenciální energie a závisí na hmotnosti hmotného bodu (tělesa), tíhovém zrychlení a výšce bodu nad povrchem Země.

Platí tedy vztah (7):

$$E_p = mgh \tag{7}$$

Kde m je hmotnost tělesa, g je tíhové zrychlení (v literatuře se můžeme často setkat s nesprávným názvem: tíhová konstanta) a h je výška nad povrchem země, ve které se těleso nachází. Z toho vyplývá, že velikost E_p nezávisí na tvaru a délce trajektorie.

Pro určení velikosti potenciální energie je nutné ještě před výpočtem zvolit rovinu, ve které bude počítáno s nulovou velikostí potenciální energie (nulová hladina potenciální energie – vztážná rovina).

Kinetická, neboli pohybová energie je fyzikální veličina, kterou mají všechna tělesa, která se vzhledem ke vztážné soustavě pohybují. Tato veličina je značena E_k a její jednotkou je J [joule], stejně jako potenciální energie je přímo úměrná hmotnosti tělesa, viz vztah (8). Velikost této energie roste s kvadrátem velikosti rychlosti daného tělesa:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (8)$$

Podle **zákona zachování mechanické energie** platí:

$$E_p + E_k = \text{konstanta} \quad (9)$$

Při všech dějích v izolované soustavě těles se mění jedna forma energie v jinou, nebo přechází energie z jednoho tělesa na druhé; celková energie soustavy těles se však nemění. Při předpokladu zákona zachování mechanické energie se tak kinetická energie mění pouze v potenciální, respektive potenciální v kinetickou, aniž by docházelo k úbytku energie soustavy, viz vztah (9).

Vhodným zástupcem pro ukázkou platnosti tohoto zákona je právě volný pád. Potenciální energie se při pohybu tělesa svisle dolů zmenšuje a tělesu vzrůstá rychlost v důsledku zrychlení uděleného homogenním gravitačním polem Země. Tím se zvyšuje kinetická energie tělesa, na úkor potenciální. Velikost kinetické energie, kterou má těleso při dopadu, respektive nekonečně malou dobu před jeho dopadem se rovná velikosti potenciální energii, kterou mělo těleso před počátkem pádu (kdy mělo nulovou kinetickou energii), ve své výchozí pozici.

Pro popis volného pádu tedy vycházíme z podobnosti s rovnoměrně zrychleným pohybem [12], a proto zde platí vztahy (10) a (11):

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (10)$$

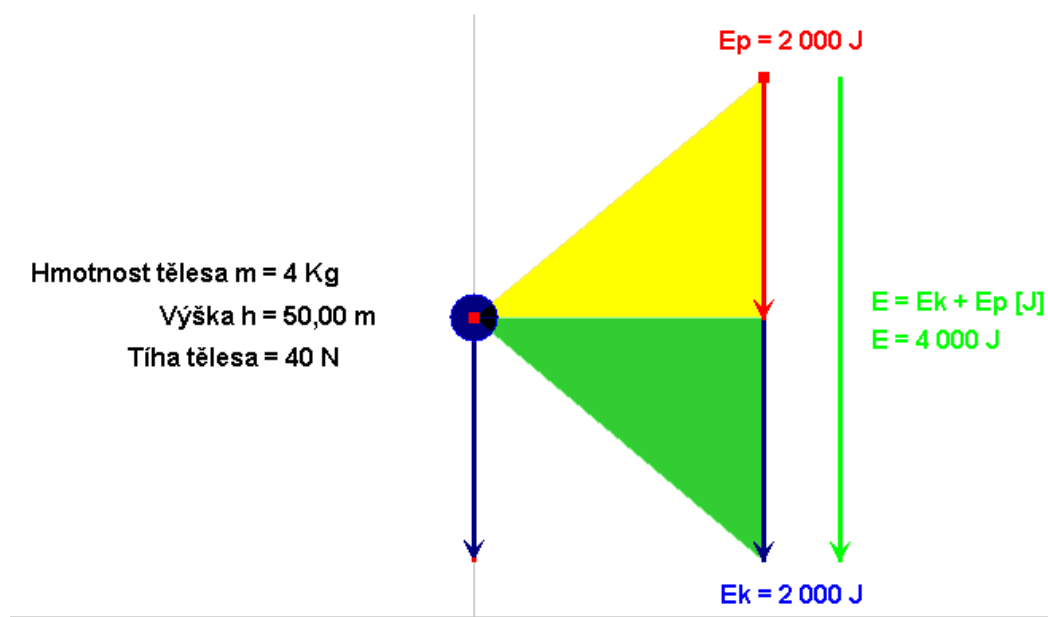
$$v = gt \quad (11)$$

h = počáteční výška tělesa nad povrchem

v = rychlost tělesa, kterou dosáhne v čase t .

3.2.3.1 Vypracovaná úloha – Volný pád

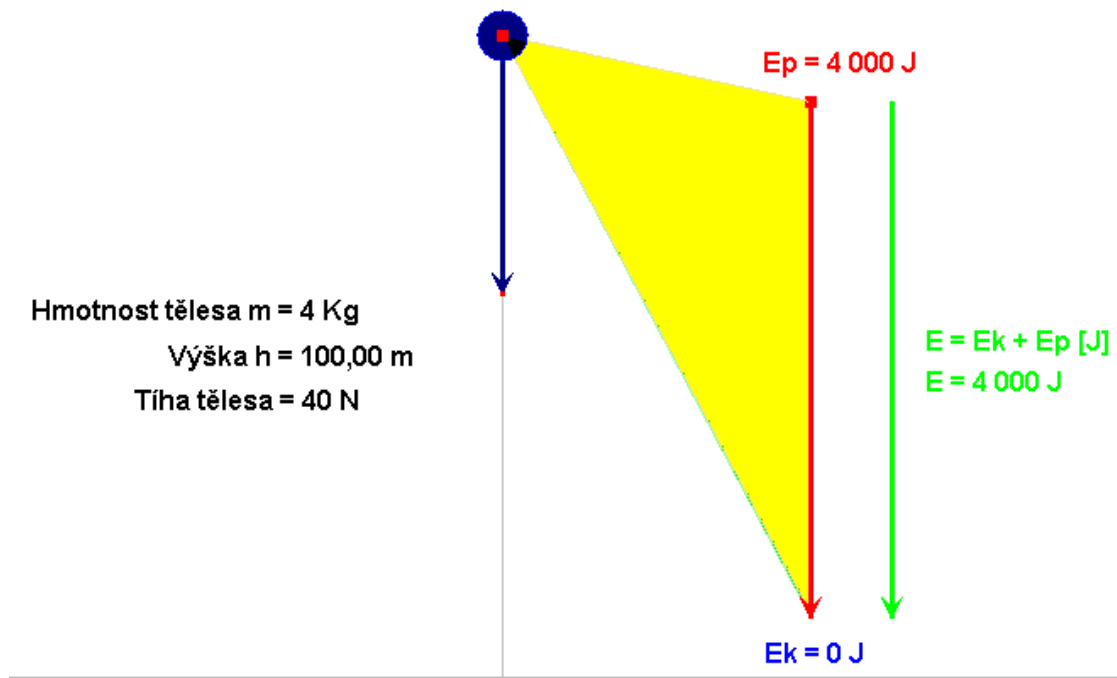
V úloze „Volný pád“, viz obrázek 30, může žák volně pohybovat tělesem ve svislém směru. Tím můžeme pozorovat dynamickou změnu velikostí jednotlivých složek celkové energie, jejíž velikost je jak zjistíme konstantní a pozorovat princip volného pádu.



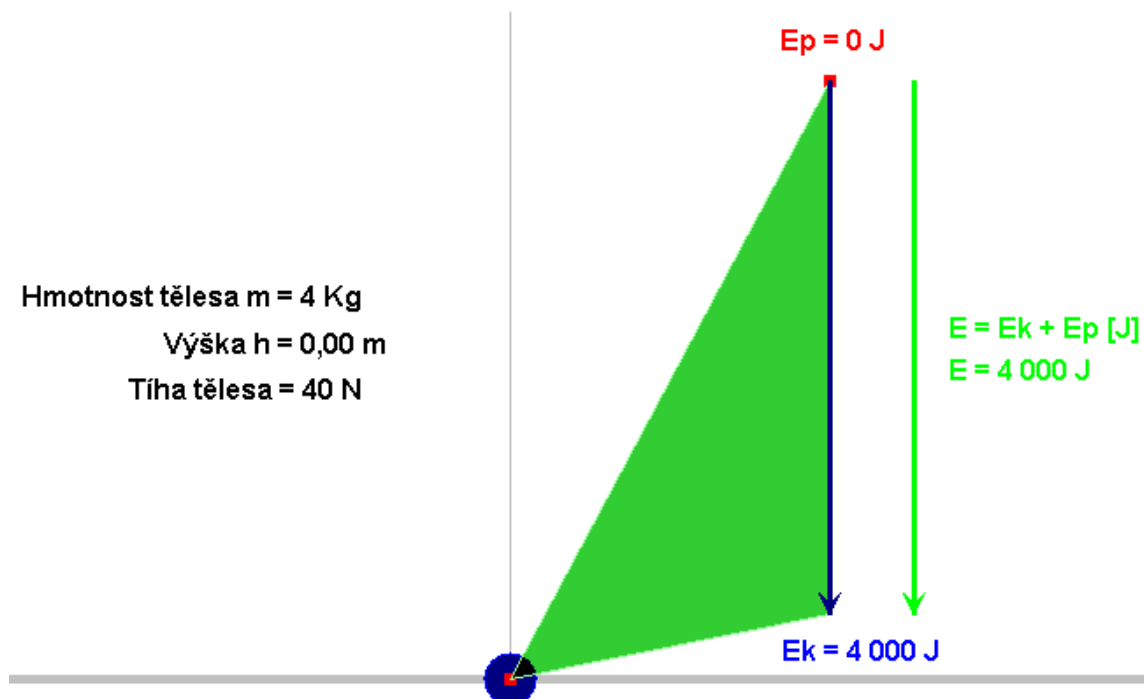
Obrázek 30 – Vypracovaná úloha – Volný pád

Na pravé straně jsou vyobrazeny jednotlivé složky celkové energie a to červeně vyznačená potenciální energie a modře vyznačená kinetická energie. Zeleně je pak vyznačena celková energie tělesa. Všechny vyobrazené energie mají samozřejmě také svoji číselnou hodnotu, která se dynamicky mění v závislosti na pohybu tělesa.

Žák by zde měl pochopit, jak tyto přeměny souvisí a jak se jednotlivé složky celkové energie při volném pádu mění.

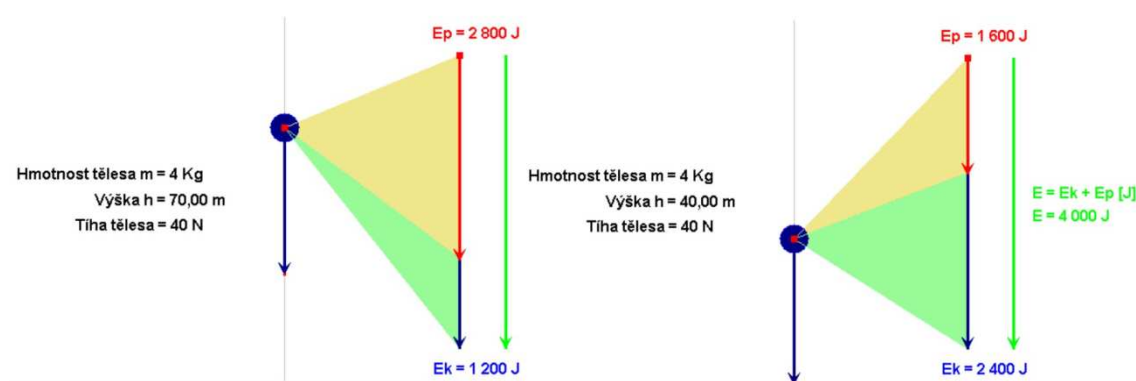


Obrázek 31 – Vypracovaná úloha – Volný pád – Výchozí pozice tělesa



Obrázek 32 – Vypracovaná úloha – Volný pád – Dopad tělesa

Na obrázku 31 je úloha znázorněna ve stavu před započítím vlastního volného pádu tělesa. Žák zde může pozorovat a získat představu o velikostech potenciální a kinetické energie (pro lepší orientaci v úloze jsou naznačeny i barevně odlišené trojúhelníky, které reprezentují jednotlivé složky celkové energie a jejich obsah se dynamicky mění podle velikosti dané složky) v závislosti na posunu tělesa do dopadové polohy, viz obrázek 32. Při posunu žák zaznamená změnu celé soustavy a díky které chápe, jak se tento jev chová. V této úloze se nejedná přímo o vlastní pohyb volného pádu. Žák si zde může těleso libovolně posunout po trajektorii pádu do zvolené polohy a na základě toho zjistit jaké v soustavě proběhly změny energie potenciální a kinetické, viz obrázek 33 a 34.



Obrázek 33 a 34 – Vypracovaná úloha – Volný pád – Změna parametrů

Dále se žák při svých pokusech na interaktivní tabuli může zaměřit na zeleně vyznačenou celkovou mechanickou energii a zde si ověří zákon zachování mechanické energie. Při libovolném posunu tělesa po trajektorii pádu zůstává hodnota celkové mechanické energie stejná. Tím se u žáka také prohloubí povědomí o pojmu izolovaná soustava těles, kterou si dle mého názoru z teoretického výkladu představí jen stěží.

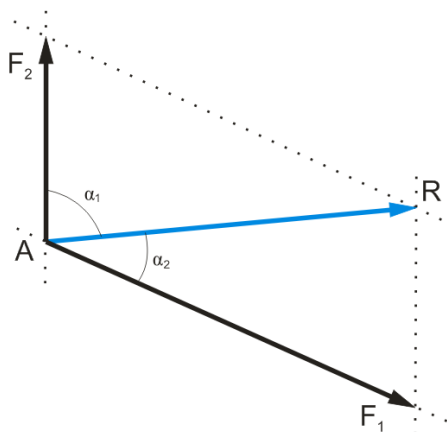
Další nastavitelný parametr je hodnota „Hmotnost tělesa m “, kterou můžeme změnit pomocí postupu, který jsem již zmínil v kapitole 3.2.2.1 a tím i hodnota energie, kterou disponuje. Zde si žák může ověřit, že při změně hmotnosti tělesa se nezmění doba dopadu při stejné výšce. Díky tomuto získává žák své vlastní asociace s podobnými situacemi v reálném světě.

3.2.4 Rovnováha sil

V této kapitole bude stručně rozebrána problematika rozkladu sil spojená s rovnováhou sil. Pro potřeby mé diplomové práce zde bude prezentováno grafické řešení, pro které jsem také vytvořil v souboru úloh úlohu nazvanou „Zavěšený horolezec“.

3.2.4.1 Rozklad sil se společným působištěm

Rozklad sil je obrácený proces vůči skládání sil [13]. Nejčastěji je při rozkladu řešena úloha, kdy jedna síla má být rozložena do známých dvou směrů, jako je naznačeno na obrázku 35. V tomto případě je modře vyznačená síla R a působištěm A rozložena na dvě složky F_1 a F_2 , jejichž směr je udán úhly α_1 a α_2 . Tyto nově vzniklé síly mají stejné působiště A , jako síla R .



Obrázek 35 – Rozklad sil

3.2.4.2 Rovnováha sil – Grafické řešení

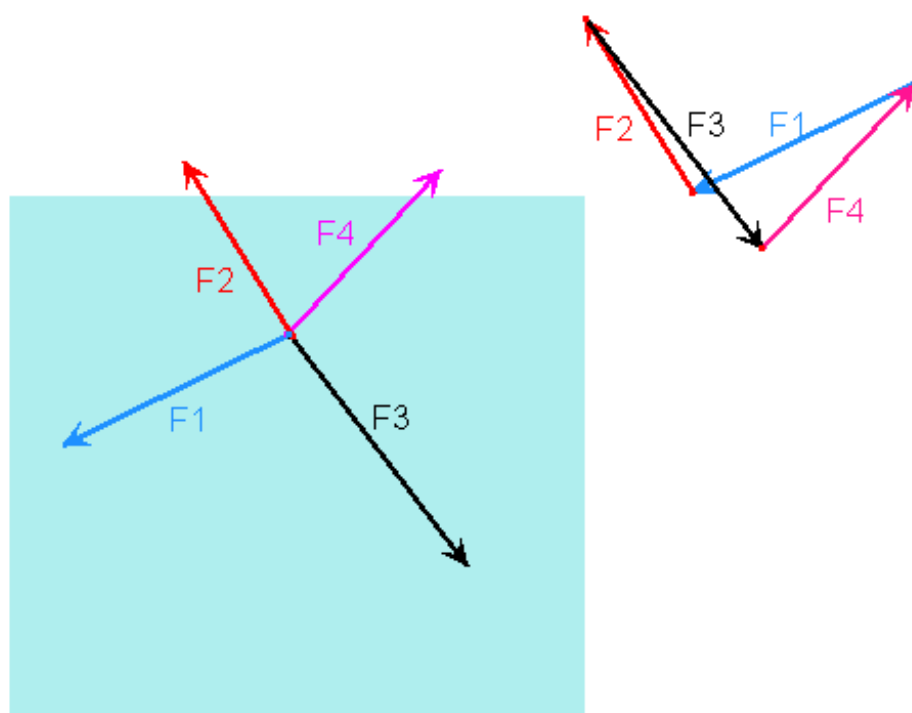
Pokud na těleso působí síly o stejném působišti, pak vektorový součet jednotlivých sil musí být nulový, aby nastala rovnováha. Toto je první podmínka rovnováhy. Zároveň musí platit, že algebraický součet momentů sil na těleso působící je nulový. Matematicky tak lze podmínky rovnováhy vyjádřit vztahy (12) a (13) [13]:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_i^n \vec{F}_i = \vec{0} \quad (12)$$

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n = \sum_i^n \vec{M}_i = \vec{0} \quad (13)$$

V případě první z uvedených rovnic, viz vztah (12) je algebraickým součtem obdržena výslednice, která musí mít nulovou velikost, aby bylo dosaženo rovnováhy. V praktických řešeních hledání výslednice více sil působících na soustavu (pokud to zadání umožňuje) je dávana přednost geometrickému skládání sil. Z tohoto důvodu uvádím ve své práci tzv. silový mnohoúhelník, jehož sestavení nabízí elegantní geometrické skládání sil s využitím principu superpozice.

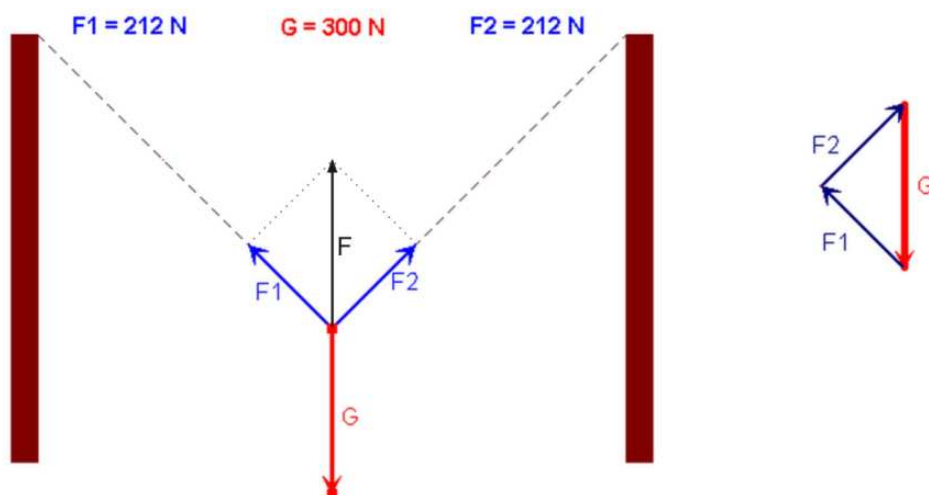
Na obrázku 36 je názorný příklad sestavení silového mnohoúhelníka. Síly F_1 až F_4 lze skládat samozřejmě postupně, nebo způsobem, který je vyobrazen v pravé části obrázku: Pro získání velikosti a směru výslednice je používán princip postupného připojování jednotlivých působících sil, při zachování jejich velikosti a směru. Takto získaný obrazec je nazýván složková čára, složkový obrazec nebo také silový mnohoúhelník (polygon), viz obrázek 36. V případě, že je takovýto mnohoúhelník uzavřen, je výslednice sil nulová – tím je splněna první podmínka rovnováhy sil [13].



Obrázek 36 – Rovnováha sil

Aby došlo k rovnováze, je třeba splnit i druhou podmínku týkající se momentů sil. Té je docíleno tím, že na paprsek výslednice původních čtyř sil umístíme stejně velkou sílu opačného smyslu o stejné velikosti. Díky tomu jsou momenty výslednice a uměle dodané síly vzhledem k libovolně zvolenému bodu v algebraickém součtu nulové. Na obrázku 37 je uveden příklad vystihující rovnováhu. Těleso o tíze G je zavěšeno na

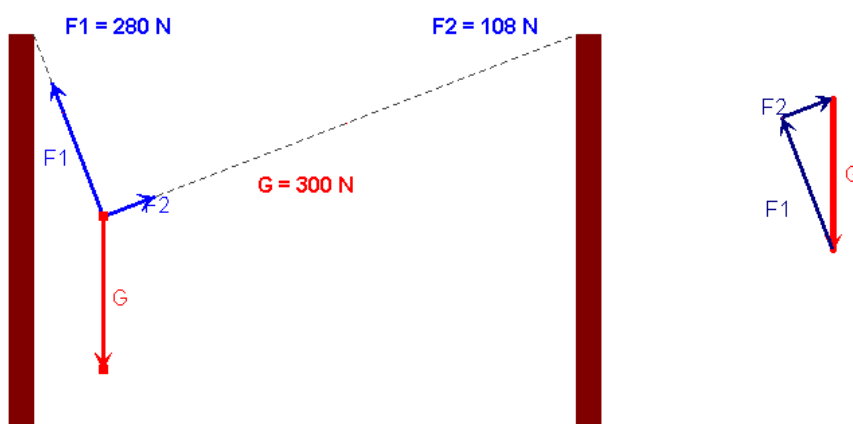
dvou závěsech. Protože je těleso v klidu, musí platit obě podmínky rovnováhy. Reakcí na tíhu G je tak síla F , kterou mohu rozložit do směrů totožných se směry úchytů. Takto vzniklé síly F_1 a F_2 jsou reakcemi na síly, které působí na samotné závěsy tělesa. Dále je z obrázku patrné, že silový mnohoúhelník je uzavřen.



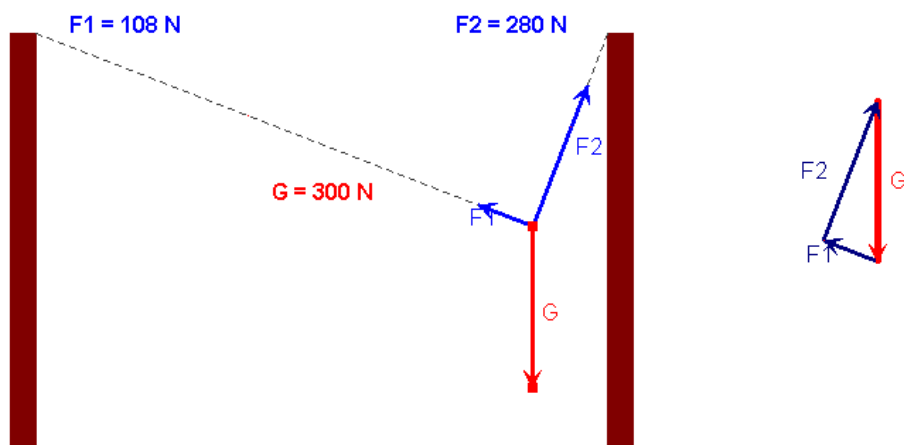
Obrázek 37 – Rovnováha tělesa

3.2.4.3 Vypracovaná úloha – Zavěšený horolezec

V této části jsem vypracoval úlohu nazvanou „Zavěšený horolezec“, viz obrázek 38, kde žák může pomocí červeně vyznačeného bodu pohybovat „horolezcem“ v půlkruhu, který je omezen délkou závěsného lana, viz obrázek 38 a 39.



Obrázek 38 – Vypracovaná úloha – Zavěšený horolezec – Změna parametrů 1



Obrázek 39 – Vypracovaná úloha – Zavěšený horolezec – Změna parametrů 2

Při pohybu se dynamicky mění reakční síly F_1 a F_2 (velikost vektoru i číselná hodnota) v závislosti na poloze „horolezce“. V návaznosti se také dynamicky mění silový mnohoúhelník v pravé části obrázku. Žák může na tomto místě vidět přímou změnu jednotlivých reakčních sil a díky tomu přímo pozorovat rozložení jejich velikostí. Červeně vyznačeným bodem na konci síly G , viz obrázek 38, může žák změnit tíhu „horolezce“ a podrobit úlohu dalšímu zkoumání.

Tato úloha je dle mého názoru velice názorná, žákům nejen středních škol se líbí a velice dobře se v ní orientují. Její didaktický přínos spatřuji v názorné ukázce rovnováhy tělesa, která je pro žáky těžko představitelná a abstraktní. Při libovolné změně volných parametrů této úlohy zůstává vždy silový mnohoúhelník uzavřen, čímž je demonstrována první z podmínek rovnováhy. Druhá z podmínek, viz vztah (13), není již tak z úlohy patrná, ale přesto lze studentům ukázat, že složením sil F_1 a F_2 v libovolné pozici horolezce je obdržena výslednice, která je stejně velká, opačného smyslu a stejného směru, jako je tíha horolezce. Toto tvrzení jsem si potvrdil při praktickém ověření na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích, viz příloha 3 a 4.

3.3 Úlohy pro vysoké školy

V této kapitole budou rozebrány jednotlivé úlohy, které jsem vypracoval pro potřebu vyučujících na vysokých školách. V první úloze, kterou jsem nazval „Kladky“ bude rozebrán případ, ve kterém nejsou zanedbány veličiny jako například: tuhost lan, tření v čepu kladky, nebo poloměr čepu. Druhá úloha je zaměřena na grafické řešení zatížení nosníku normálovými silami. V této úloze je řešeno působení čtyř sil pomocí pólu P a pólových paprsků. Poslední úloha řeší problematiku grafického nahrazení a podmínek rovnováhy obecné rovinné soustavy sil, také pomocí pólu P a pólových paprsků.

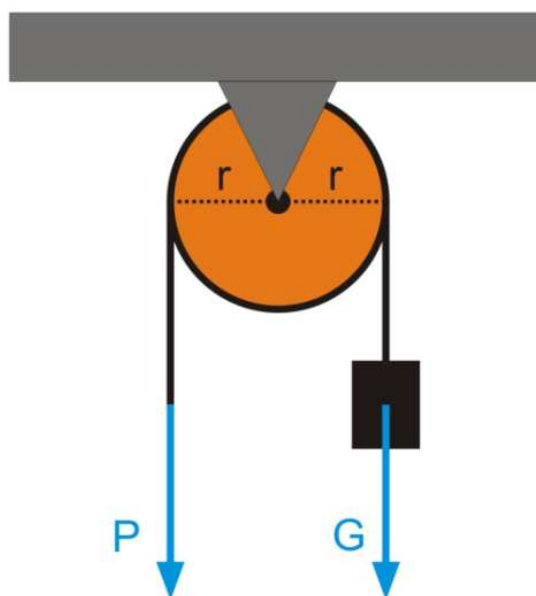
3.3.1 Kladky

V této podkapitole bude rozebrána problematika týkající se kladek, přesněji případ, kdy nebude zanedbán vliv třecích sil na soustavu. Jednoduché stroje, jako je kladka, páka a nakloněná rovina jsou po staletí využívány pro ulehčení práce. V tomto případě ale není práce ulehčena ve smyslu šetření práce. Jde o možnost působit menší silou, ale po delší dráze, což je základní princip jednoduchých strojů. V ideálním případě je vykonaná práce při použití jednoduchého stroje stejná, jako v případě, že jednoduchý stroj není použit. V reálném případě je ale nutné počítat i s určitým množstvím práce, která je spotřebována na překonání třecích sil, proto je možno říci, že množství vykonané práce při použití jednoduchého stroje je nepatrně větší v porovnání s ideálními případy (s těmi se žák setkává na základních a středních školách).

3.3.1.1 Jednoduché stroje – Kladky

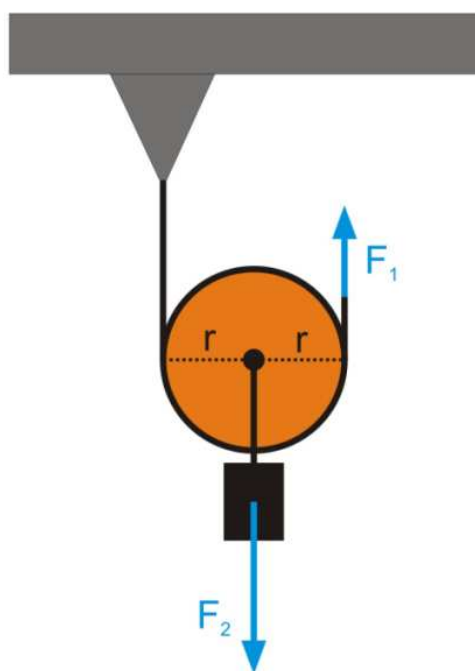
Kladky jsou jednou ze základních skupin jednoduchých strojů, které souží k ulehčení práce. I když jsou známé již dlouhá staletí a jejich principem se zajímali učenci, jako Archimédés, nebo Leonardo da Vinci, tak jsou i v dnešním každodenním životě široce využívány (lanovka, jeřáb, magnetofon, lodě apod.).

Pevná kladka je případ, kdy je osa, kolem které se kotouč kladky otáčí pevně upevněna. Na jednom konci provlečeného provazu, nebo řetězu působí zavěšené těleso tíhou svisle dolů. Aby byla pevná kladka v rovnováze (zavěšené těleso je v klidu), musí být síla P , kterou je nutno působit na druhém konci provazu stejně velká jako tíha tělesa G . Při použití pevné kladky tedy nedochází k působení menší silou, ale je nutné působit stejně velkou silou, jakou působí zavěšené těleso ($P = G$), viz obrázek 40.



Obrázek 40 – Pevná kladka – Rovnováha

Volná kladka je případ, kde osa kolem které se kotouč kladky otáčí, není upevněna, ale právě na této ose je zavěšeno těleso. Nehybně upevněn je jeden konec provazu, nebo řetězu. Pro získání rovnováhy u této kladky je potřeba na druhý volný konec provazu působit silou, která se v tomto případě rovná polovině velikosti síly, kterou působí zavěšené těleso, viz obrázek 41[13].



Obrázek 41 – Volná kladka – Rovnovážný stav

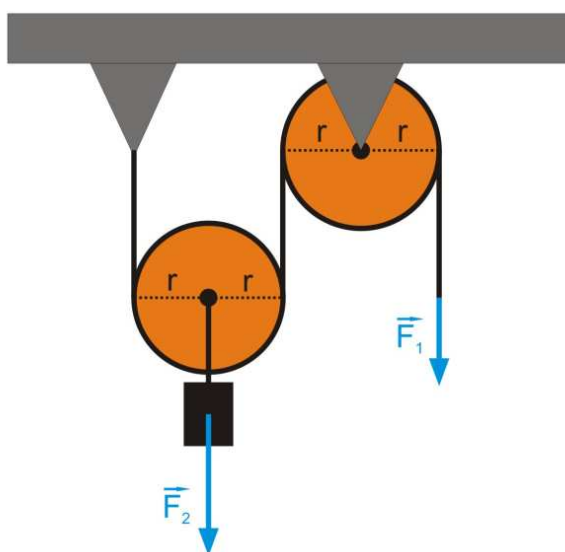
To vyplývá z podmínek rovnováhy, viz vztahy (14, 15 a 16), kde platí:

$$M_1 = M_2 \quad (14)$$

$$F_1 2r = F_2 r \quad (15)$$

$$F_1 = \frac{F_2}{2} \quad (16)$$

V případě kombinace pevné a volné kladky vzniká takzvaný **kladkostroj**. Na obrázku 42 je prezentováno jednoduché schéma kladkostroje pro účely této diplomové práce. Je třeba se však zmínit, že v reálu vypadá samotný kladkostroj odlišně (kladky jsou většinou nad sebou). Obecně kladkostroj využívá výhody volné kladky (působení poloviční silou pro navození rovnováhy) v kombinaci se snadnou manipulací pevné kladky (změna směru síly).

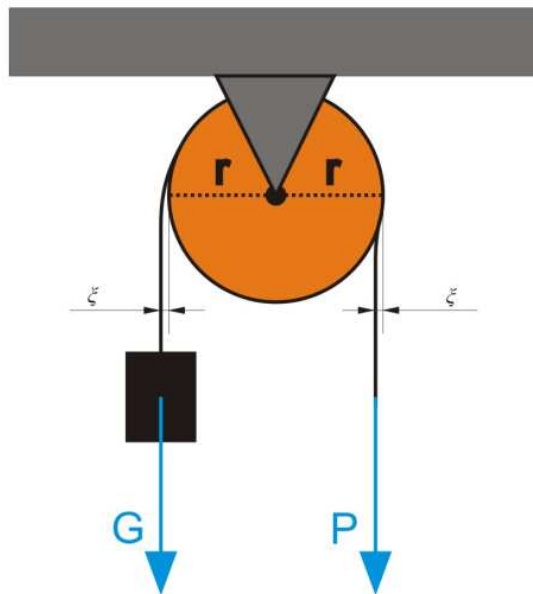


Obrázek 42 – Kladkostroj

Do této doby se jednalo o popis jednotlivých kladek a jejich kombinace za ideálních podmínek. To znamená, že byly zanedbány všudypřítomné třecí síly, se kterými je v reálné situaci nutno počítat. V reálné situaci, kterou se zabývá i mnou vypracovaná úloha, která byla vytvořena pro potřeby výuky Technické mechaniky Mgr. Michalčíka, je nutno uvažovat s následujícími veličinami:

- Tuhost lana
- Koeficient tření v čepu kladky
- Koeficient ztrát

Tuhost je vlastností každého lana a vyplývá z vlastností materiálu a druhu zatížení. Projevuje se při navíjení lana na kotouč, kdy působící „navíjecí“ síla způsobuje změnu tvaru lana a překonává třecí síly mezi jeho vlákny. Proto navíjené lano dosedá na kotouč kladky později a tím se zvětší rameno zavěšeného tělesa o délku ξ , což je veličina nazvaná „Součinitel tuhosti lan“. Obdobný případ nastane u následného odvíjení lana z kotouče, kdy dojde naopak ke zmenšení velikosti ramene zavěšeného tělesa také o ξ . Tento součinitel závisí na podílu tloušťky lana δ a poloměru kladky r . Na obrázku 43 je pro názornost zobrazena tato situace [13].



Obrázek 42 – Součinitel tuhosti lana

Hodnota součinitele se v praxi může lišit například podle materiálu lana, nebo jeho stáří. Pro konopná lana o tloušťce δ se udávají střední hodnoty:

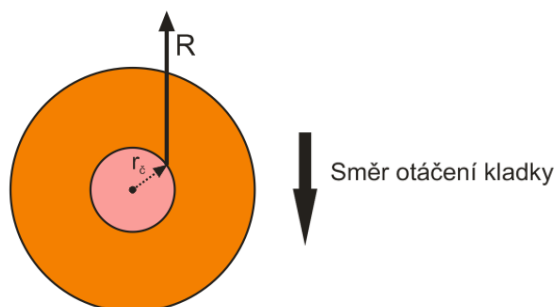
Nové lano - $\xi = 0,09 \cdot \delta^2 \text{ cm}$

Zaběhlé lano - $\xi = 0,02 \cdot \delta^2 \text{ cm}$ [13]

Pro výpočet velikosti síly zajišťující rovnováhu soustavy platí vztah (17):

$$P = G \left(1 + \frac{2\xi}{r} \right) \quad (17)$$

Při otáčivém pohybu kladky kolem své osy vznikají za reálných podmínek také třecí síly, způsobené pohybem čepu v kole kladky. Velikost této síly závisí na poloměru čepu kladky (r_c), součiniteli tření v čepu (f_c). Pro ilustraci je připojen obrázek 43, kde r_c je poloměr čepu a R je reakce čepu na pohyb kladky.



Obrázek 43 – Reakce čep při pohybu kladky

Pro stav rovnováhy kladky pak platí vztah rovnováhy sil, viz vztah (18) a vztah rovnováhy momentů sil, viz vztah (19):

$$P + G - R = 0 \tag{18}$$

$$P(r - \xi) - G(r + \xi) - Rf_c r_c = 0 \tag{19}$$

Pro velikost rovnovážné síly pak platí vztah (20):

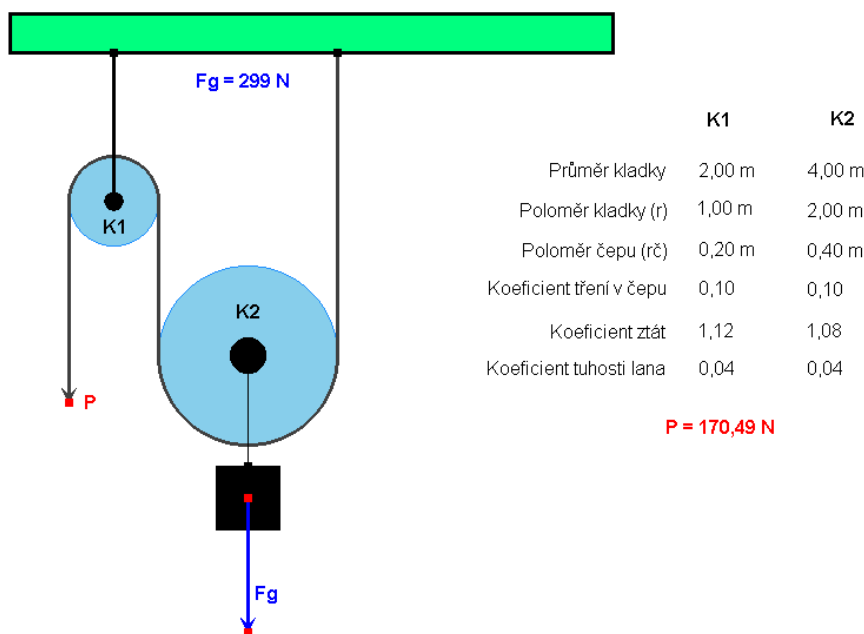
$$P = G \left(1 + 2 \frac{\xi + f_c r_c}{r} \right) = kG \tag{20}$$

Z předchozího vztahu vyjadřuje k , takzvaný součinitel ztrát, který vždy nabývá větších hodnot než 1. Pomocí tohoto součinitele je jednoduše možné vyčíslit reálnou účinnost kladky μ pomocí vztahu (21).

$$\mu = \frac{1}{k} \tag{21}$$

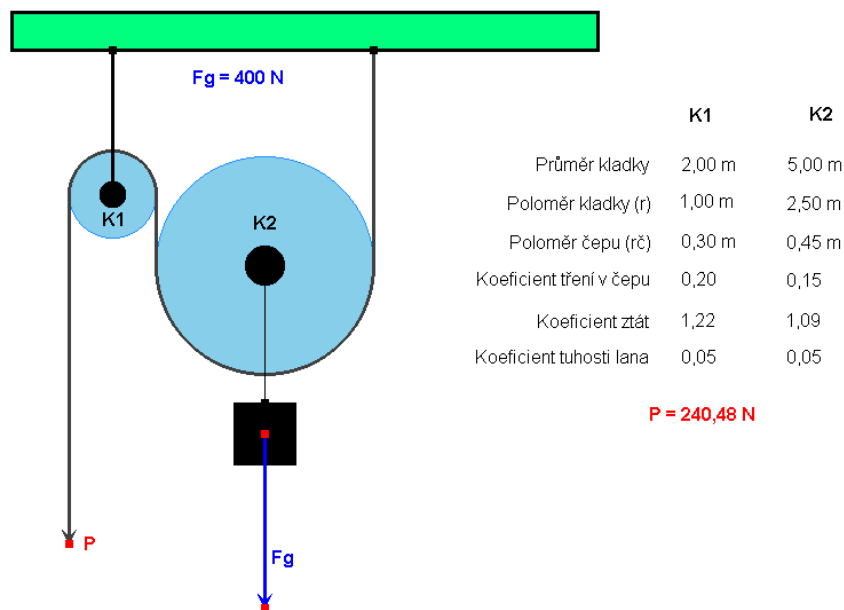
3.3.1.2 Vypracovaná úloha – Kladky

Na základě požadavků Mgr. Michalčíka a jeho výuky jsem sestrojil pro tyto potřeby úlohu nazvanou Kladky. V této úloze je možné libovolně nastavovat jednotlivé parametry, které jsou uvedeny v předchozí teoretické podkapitole. Navíc je možné ještě nastavit samotné poloměry jednotlivých kladek. Úloha spočívá v praktické ukázce neidealizovaného jednoduchého kladkostroje, viz obrázek 44.

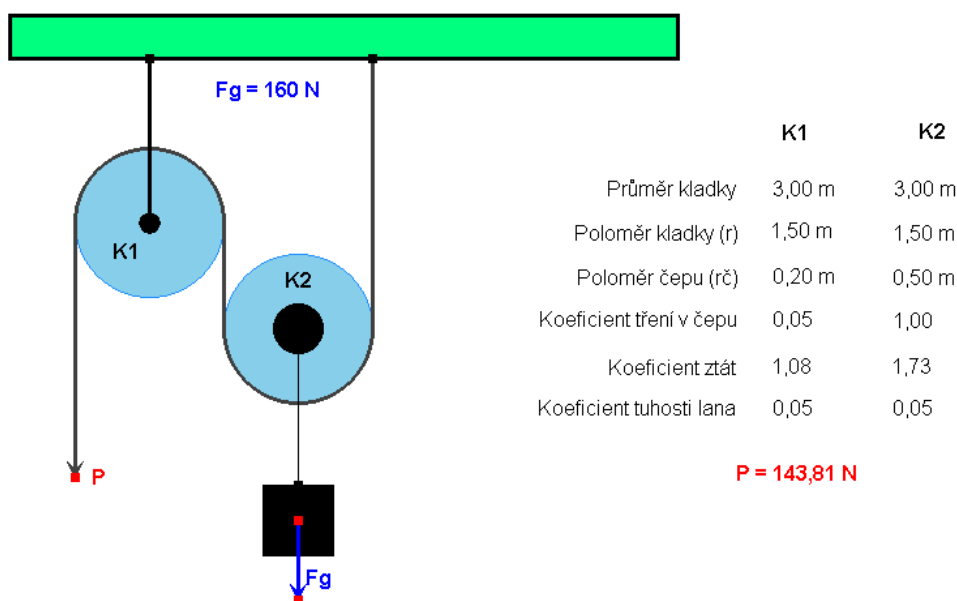


Obrázek 44 – vypracovaná úloha – Kladky

Červeně vyznačeným bodem P může student pohybovat ve svislém směru stejně, jako by v reálné situaci tahal za provaz a zvedal zavěšené těleso. Červeně vyznačená síla P na pravé straně obrázku 44 se při pohybu nemění, jelikož se jedná o vyčíslení síly potřebné pro rovnovážný stav soustavy. Z parametrů uvedených na pravé straně je možné libovolně měnit: průměr kladky, poloměr čepu, koeficient tření v čepu a koeficient tuhosti lana. Poloměr klady a koeficient ztrát se dynamicky přizpůsobují podle zadaných parametrů. Stejně tak jako výsledná rovnovážná síla P a samozřejmě i vzhled kladkostroje, viz obrázky 45 a 46.



Obrázek 45 – Vypracovaná úloha – Kladky – Změna parametrů 1



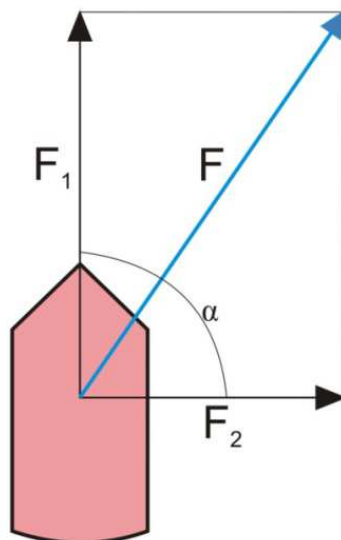
Obrázek 46 – Vypracovaná úloha – Kladky – Změna parametrů 2

Hlavním přínosem této úlohy je možnost reálně zjistit a ověřit, jak ovlivňují třecí síly funkčnost soustavy a výslednou sílu P nutnou pro rovnováhu soustavy. V tuto chvíli je možné si jednotlivé případy nasimulovat pomocí této úlohy a potřebné informace získat. Student zde také nalezne praktické poznatky o jednotlivých veličinách, jejich řádových velikostech a vlivu na výslednou rovnovážnou sílu. Tato skutečnost napomáhá také vzniku povědomí o všudypřítomnosti třecích silách. Tato problematika je pro řadu studentů abstraktní a těžko představitelná. Například uvědomění si třecích cil v čepu

vzhledem k jeho poměrné velikosti vůči kladce a podobně. Pomocí této úlohy je dána vyučujícím a studentům možnost efektivně a komfortně získat řadu potřebných informací.

3.3.2 Nahrazení obecné rovinné soustavy sil

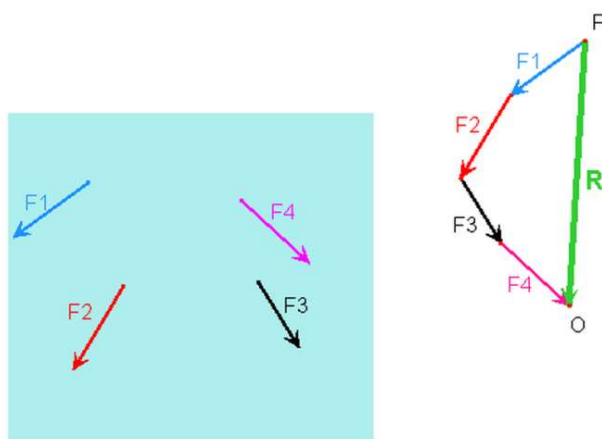
Skládání sil je nahrazení všech působících sil jedinou výslednou silou (výslednicí, resultantou), jenž má na těleso (soustavu) stejný pohybový účinek, jako síly původní. Výslednice dvou sil o stejném působišti svírající nenulový úhel α je úhlopříčka silového rovnoběžníku, viz obrázek 47. Hovoříme o geometrickém, neboli vektorovém sčítání sil, což znamená, že výslednice dvou sil je dána jejich geometrickým (vektorovým) součtem [13]:



Obrázek 47 – Skládání sil

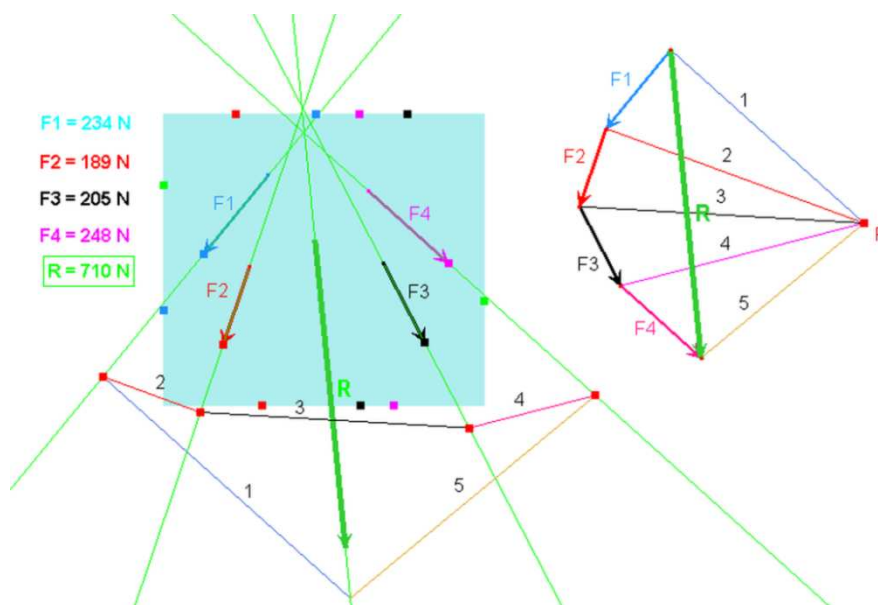
Na obrázku 47 působí na těleso dvě síly F_1 a F_2 , které se nacházejí v jedné rovině. Těleso se nebude pohybovat ani jedním ze směrů působení sil F_1 a F_2 . Výsledný pohyb je dán pohybovými účinky výslednice F .

Při působení více sil na těleso, nebo soustavu je využíván silový mnohoúhelník, který byl vysvětlen v podkapitole 3.2.4.2. Zde je pro názornost rozebrán případ, kdy není silový mnohoúhelník uzavřen a výslednice sil tedy není nulové velikosti, viz obrázek 48. Velikost, směr a smysl výslednice R jsou dány spojnicí zvoleného počátečního bodu P s vrcholem poslední připojené síly O [13].



Obrázek 48 – Silový mnohoúhelník (polygon)

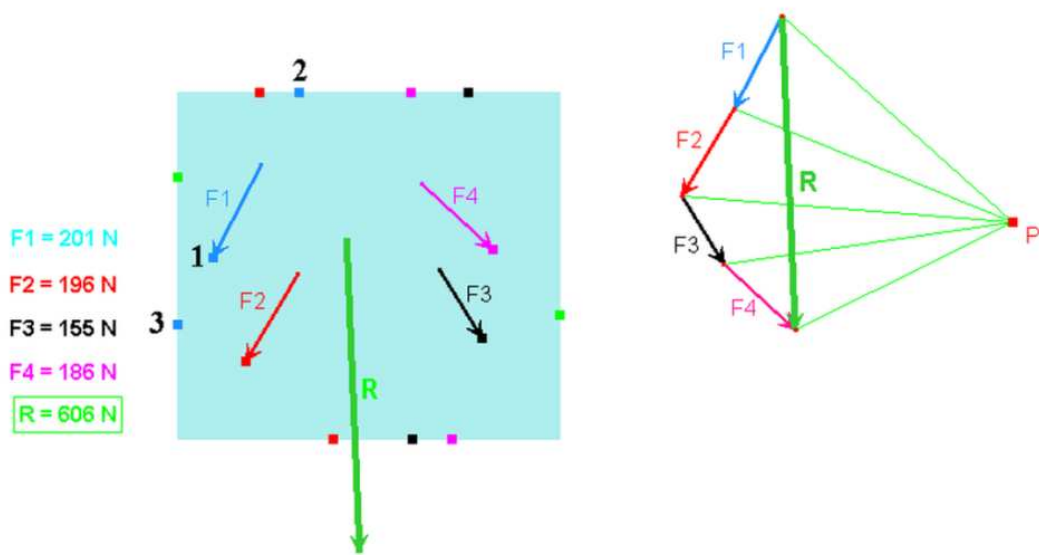
Poloha výslednice vzhledem k jejím složkám je obdržena vhodnou volbou bodu P, který je nazýván pól. Pomocí spojení tohoto pólu s koncovými body sil ve složkovém mnohoúhelníku dostaneme velikosti a směr pomocných paprsků 1, 2, 3, 4 a 5 viz obrázek 49. Těmito pomocnými (pólovými) paprsky jsou vedeny rovnoběžky mezi paprsky příslušných sil a tím je získána poloha výslednice, viz obrázek 49. Poloha první rovnoběžky (na obrázku vyznačena modře), která protíná paprsek síly F_1 může být zvolena libovolně a tím je udána poloha dalších rovnoběžek pomocných paprsků. Přenesené rovnoběžky mezi paprsky jednotlivých sil se nazývají výslednicová čára. Tímto způsobem je udán průsečík pomocných paprsků 1 a 5, kterým vede rovnoběžka s výslednou silou R , na které tato síla leží [13].



Obrázek 49 – Obecná rovinná soustava sil – poloha výslednice

3.3.2.1 Vypracovaná úloha – Nahrazení obecné rovinné soustavy sil

V této úloze může student libovolně měnit velikosti a působíště jednotlivých sil F_1 , F_2 , F_3 a F_4 . Na základě těchto změn může pozorovat změny složkového obrazce na pravé straně a zároveň i změnu velikosti a působíště výsledné síly R . Vzhledem k náročnosti konstrukce této úlohy byla zvolena netradiční kombinace ovládacích prvků. Každá síla a její ovládací prvky jsou barevně odlišeny (každé síle přísluší 3 ovládací body stejné barvy), viz obrázek 50.



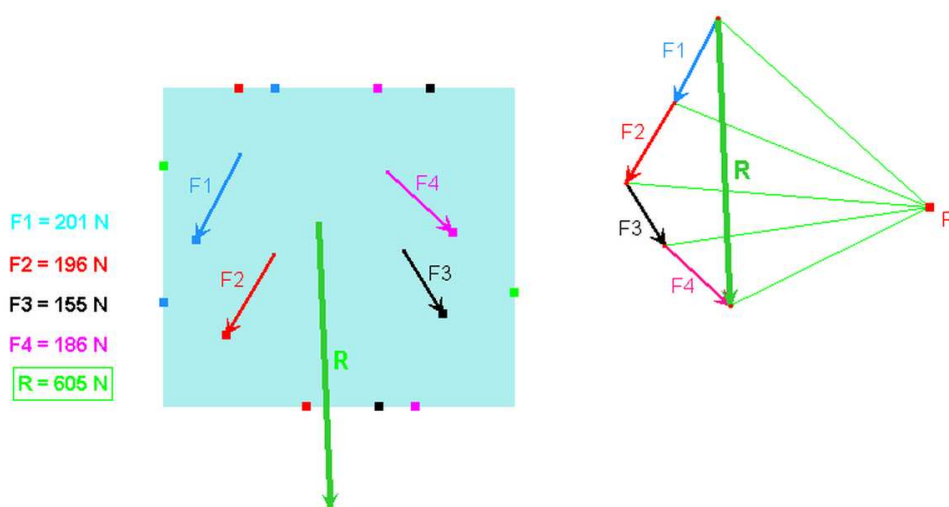
Obrázek 50 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil

Pro jednoduchost je zde uveden způsob změny parametrů u síly F_1 (modrá). U dalších sil je způsob ovládní stejný. Pomocí bodu 1, může student libovolně měnit směr působení síly a její velikost. Pomocí bodů 2 a 3 stejné barvy pak student mění působíště dané síly. Působíště jednotlivých sil s výjimkou výsledné síly R je konstrukčně pevně vázáno na plochu tělesa a nemůže jí opustit. V případě, že působíště výsledné síly R opustí plochu tělesa, je možné posunem pomocných zeleně vyznačených bodů, které jsou na okraji tělesa umístnit působíště na vhodnější pozici, ale pouze v rámci paprsku této síly. Na levé straně je umístěno číselné vyjádření jednotlivých sil.

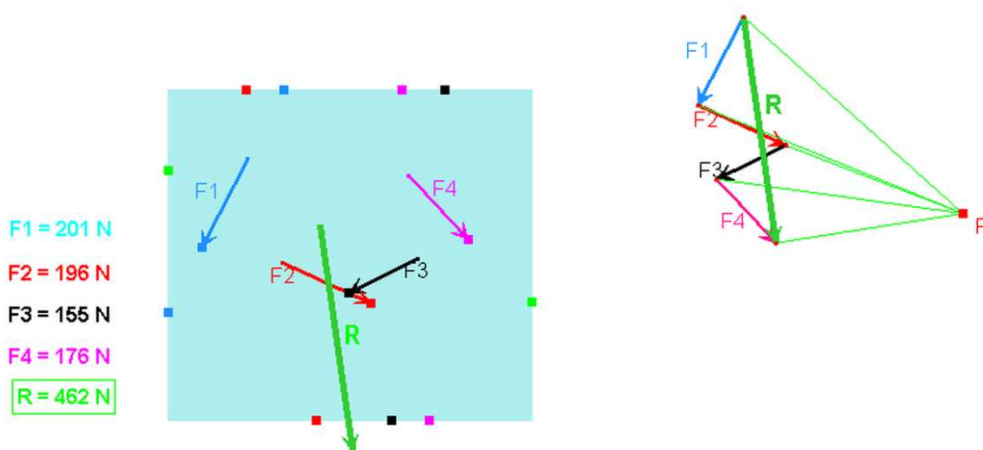
Prostřednictvím této úlohy si student získává představu, jaký dopad má změna parametrů jednotlivých sil na rovnováhu celé soustavy. Díky tomu může reálně dospět k praktickému ověření svých odhadů, nebo zodpovědět otázky, které zadá vyučující

jako například: Jaká bude velikost výsledné síly, když změním směr sil F_2 a F_3 o 90° po a proti směru hodinových ručiček, viz obrázek 51 (původní stav) a 52 (stav po změně parametrů), a jak se změní výsledná síla, když změním působíště jednotlivých sil, viz obrázek 53.

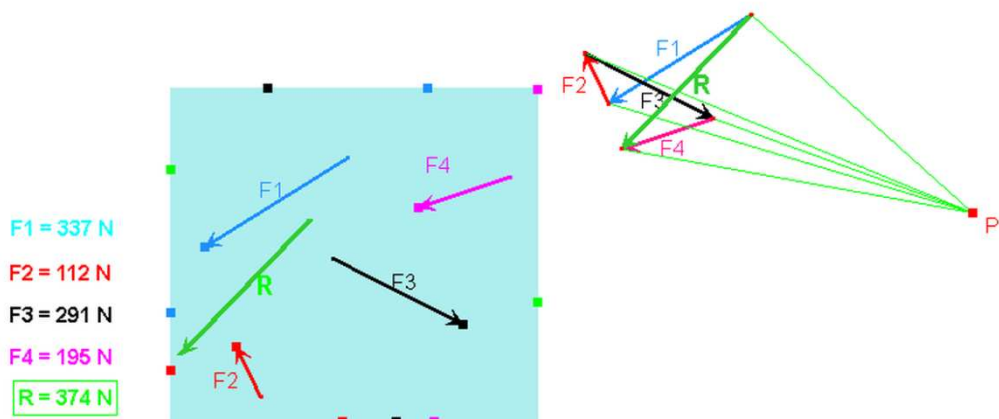
Tuto úlohu jsem vypracoval na žádost Mgr. Michalčíka vyučující předmět Technická mechanika 1. Díky této úloze si studenti snadněji osvojí problematiku spojenou s hledáním výslednice více sil v rovině. Mimo jiné, tato úloha slouží studentům jako „odrazový můstek“ pro pochopení problematiky rovnováhy soustavy sil, pro kterou je znalost výslednice sil nezbytná.



Obrázek 51 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil – změna parametrů



Obrázek 52 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil – změna parametrů

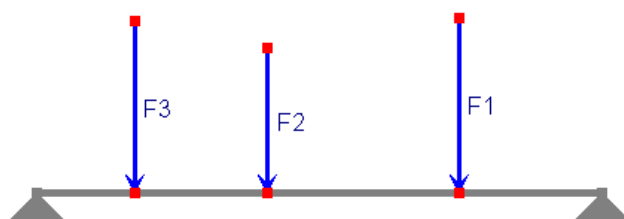


Obrázek 53 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil – změna působišť sil

3.3.3 Zatížení nosníku normálovými silami

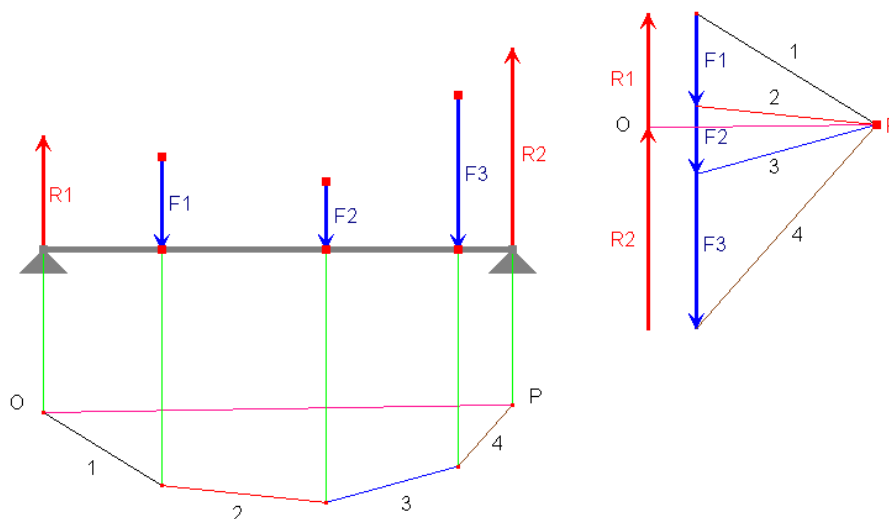
V této podkapitole bude rozebrána a demonstrována problematika zatížení nosníku normálovými silami, kde z podmínek rovnováhy jsou hledány reakční síly na obou podpěrách. Na absolutně tuhé těleso působí tři osamocené normálové síly F_1 , F_2 , F_3 , viz obrázek 54. Podle třetího Newtonova zákona (zákon akce a reakce) platí:

Síly, kterými na sebe vzájemně působí dva hmotné body, mají vždy stejnou velikost, směr, ale opačný smysl. Tyto síly shodně vznikají a zanikají [13].



Obrázek 54 – Zatížení nosníku normálovými silami

Při grafickém hledání výslednic a následných reakcí je možné postupovat stejně jako při hledání výslednic pomocí zvoleného pólu P a pólových paprsků. Tento princip je podrobně rozebrán v podkapitole 3.3.2.1. V tomto případě ale není hledána výslednice sil, ale velikosti jednotlivých reakcí s působištěm na podpěrách nosníku (směr sil vzhledem k zadání je jasný). Proto je po konstrukci potřebných rovnoběžek mezi paprsky jednotlivých sil sestrojena spojnice bodů O a P . Takto získanou úsečkou je vedena rovnoběžka pólem P , viz obrázek 55.

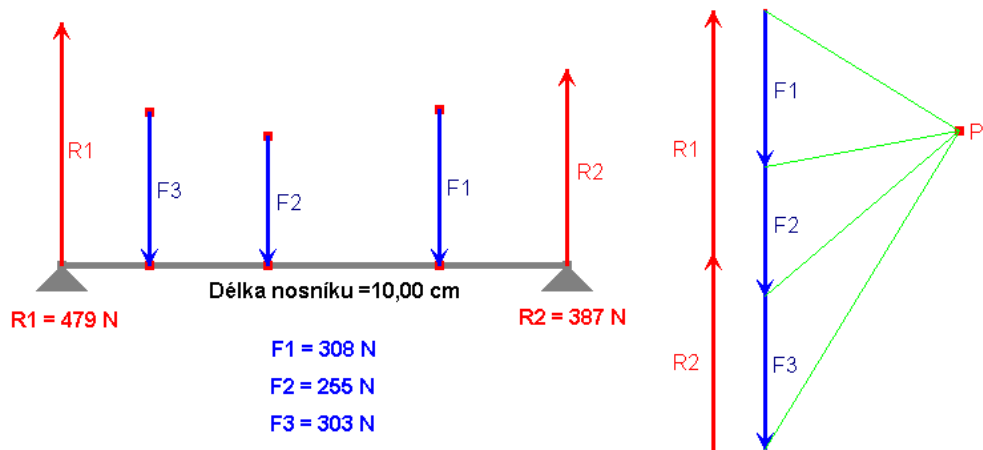


Obrázek 55 – Grafické řešení hledání reakcí sil

Místo, kde protne takto zkonstruovaná rovnoběžka výslednici sil F_1 , F_2 a F_3 , je bod, který určuje poměr velikostí jednotlivých reakcí R_1 a R_2 . Reakce R_1 je omezena pólovými paprsky 1 a OP , které jsou rovnoběžné s příslušnými částmi výslednicové čáry. Reakce R_2 je stejně tak omezena pólovými paprsky OP a 4. Tyto reakce jsou takového smyslu, aby došlo k uzavření složkové čáry. Tím je splněna podmínka rovnováhy sil pro tuto soustavu. V případě, že by některá síla nepůsobila v kolmém směru na nosník, tak by byla rozložena podle principu naznačeného v kapitole 3.2.4.1 na složku kolmou směrem k nosníku a složku vodorovnou s nosníkem. Pouze normálová složka síly je pak důležitá z hlediska zatížení a byla by tak řešena stejná situace, jako ta, jež je prezentována výše [13].

3.3.3.1 Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku

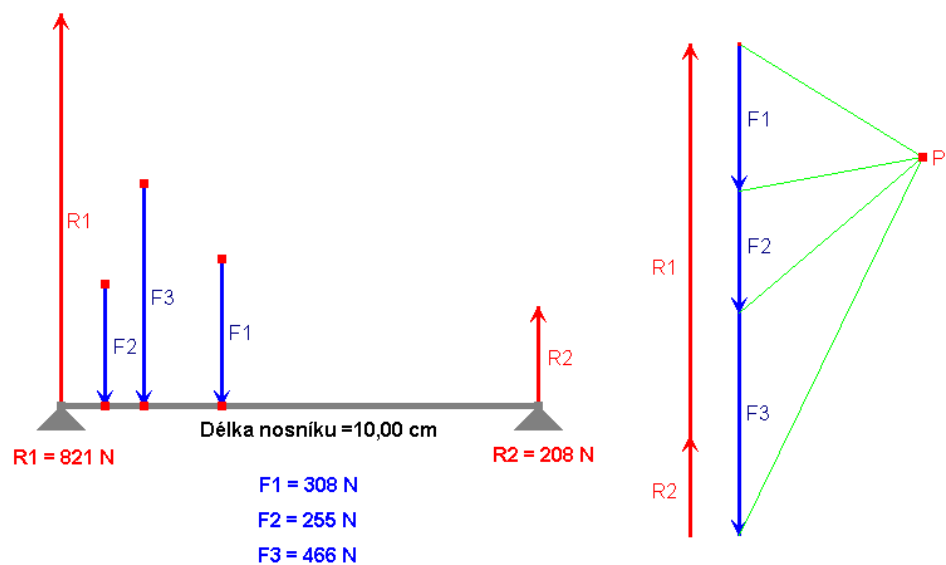
Zde jsem vypracoval úlohu nazvanou Zatížení nosníku, viz obrázek 56, která je vhodnou pomůckou do výuky fyziky na vysokých školách. Vzhledem díky poznatkům z praxe je možné opět hovořit o abstraktní problematice, kterou studenti svedou vyřešit početně, ale představa je pro ně náročná a ze statického obrázku na klasické tabuli hůře srozumitelná.



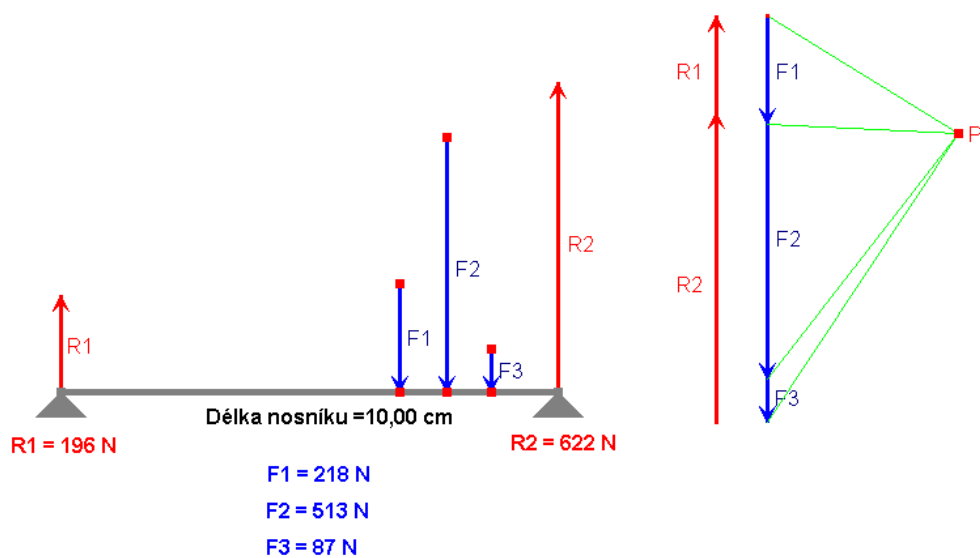
Obrázek 56 – Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku

V této úloze, viz obrázek 56, si student může ověřit jednotlivé scénáře zatěžování nosníku normálovými silami a pozorovat jakým způsobem mají tyto změny vliv na velikost reakčních sil R_1 a R_2 .

V úloze je možné libovolně měnit velikost jednotlivých sil a to pomocí červených bodů v místě počátku síly. Pozici jednotlivých sil na nosníku je možné změnit za použití červeně zvýrazněných bodů u vrcholů sil. Dále je možné pozorovat dynamickou změnu velikostí reakcí R_1 a R_2 , vzhledem ke změně velikosti a pozic sil. Diagram na pravé straně obrázku se v úloze samozřejmě také dynamicky mění podle parametrů. Vzhledem ke konstrukci, která je směřována na názornost, si zde student dokáže představit reálnou situaci, ve které se může i on sám nacházet. Například při rozložení nábytku v pokoji umístěném v prvním patře domu, nebo jak by mohla vypadat situace, kdyby si na lavici sedli tři různí studenti. Díky tomu se velice snadno rozvíjí studentova představivost a rychleji dojde k pochopení souvislostí a pravidel v této problematice. Na obrázcích 57 a 58 jsou naznačeny možnosti změn v této úloze a dynamické změny ostatních veličin a parametrů s těmito změnami spojené.



Obrázek 57 – Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku – Změna parametrů 1



Obrázek 58 – Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku – Změna parametrů 2

Na předchozích dvou obrázcích jsou uvedeny dvě extrémní situace, kdy zatěžující síly působí vždy u jedné z podpěr. Student si díky dynamicky se měnícímu prostředí úlohy je schopen uvědomit, jakým způsobem a v jakých případech je zatížena podpěra, jak rozložit normálové síly tak, aby reakce byly co nejmenší, a na základě těchto poznatků získá reálnou představu i zdravý odhad spojený s problematikou.

3.4 CabriJava aplety

Mezi další přednosti programu Cabri geometrie patří také jednoduché umístění finálních konstrukcí na webové stránky. Nabízejí se hned dvě možnosti, jak tohoto docílit. První možností je přímý zápis HTML kódu do těla stránky (tuto možnost jsem částečně využil pro tvorbu www stránek této práce). Druhou možností je automatické vygenerování webové stránky obsahující CabriJava aplet pomocí aplikace CabriWeb. (možnost stažení na <http://www.cabri.net/cabrijava/CabriWeb.jar.zip>).

Software CabriWeb umožňuje automaticky vygenerovat www stránku s CabriJava apletem podle námi nastavených parametrů. Jsou to například velikost apletu, umístění nárysny, barva pozadí, barva a tloušťka ohraničení, nastavení pružiny, zanechání stopy apod. V takto vytvořeném souboru se již nemusíme zabývat jeho HTML strukturou, stačí jen vygenerovanou www stránku umístit na Internet [14].

Pomocí CabriWeb je možné vytvářet aplety pouze z úloh, které jsou nakresleny, nebo uloženy ve starší verzi programu Cabri II, což znemožňuje využití nových doplňků Cabri II plus. Proto je pro potřeby této práce tento způsob nedostačující. Z tohoto důvodu jsem pro umístění úloh na webové stránky částečně použil první uvedený způsob a to přímý zápis HTML kódu.

Prvním krokem je vytvoření webové stránky s příslušným HTML kódem, který nám zajistí zobrazení apletu. Dále je potřeba umístit na pevný disk soubor CabriJava.jar. (ke stažení na <http://www.cabri.net/cabrijava/CabriJava.jar.zip>). Tento soubor zaručuje správnou funkčnost zobrazeného apletu.

Do webové stránky je následně potřeba zapsat HTML kód, který by v této práci vypadal následovně:

```
<applet code="CabriJava.class" archive="Fig/cabrijava.jar" width=600 height=300>  
<param name=file value="Fig/Kladky.fig">  
</applet>
```

Takto by mohl vypadat základní HTML kód pro potřeby mé práce. Samozřejmě je možné doplnit tento kód o další parametry, které ovlivní výsledný aplet. Tyto parametry jsou uvedeny v příloze 2.

Pro správné zobrazení a funkčnost mnou vypracovaných úloh je potřeba nainstalovat do PC, na kterém mají být webové stránky zobrazovány, `cabri2plus_plugin_win.exe` (zdarma ke stažení na <http://www.cabri.com/download-cabri-2-plus.html>), který slouží

právě pro umístění úlohy vytvořené předem v Cabri II Plus na webové stránky. Výhodou je, že takto vytvořená úloha umístěná na webové stránky si zachovává své dynamické vlastnosti, i když s jistým omezením (nemožné měnit číselné hodnoty parametrů). Tento plugin standardně jako jiný běžný program nainstalujeme do PC.

Bohužel podporu pro zobrazení takto tvořených apletů má pouze IE, a proto ho používám jako výstup pro www stránky. Po instalaci pluginu je nutné do HTML kódu webových stránek dopsat následující řádky:

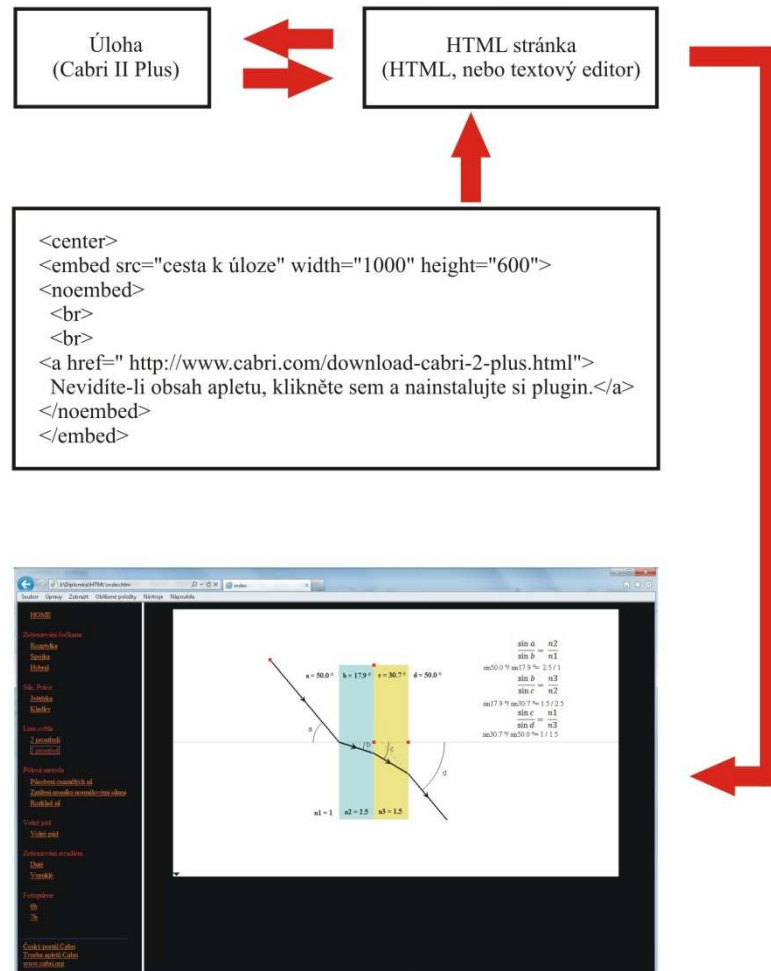
```
<center>
<embed src="cesta k úloze" width="1000" height="600">
<noembed>
  <br>
  <br>
<a href=" http://www.cabri.com/download-cabri-2-plus.html">Nevidíte-li obsah apletu,
klikněte sem a nainstalujte si plugin.</a>
</noembed>
</embed>
```

Kdyby nebyl cabri2plus_plugin_win.exe nainstalován, úloha by se na webových stránkách nezobrazila a zobrazilo by se upozornění, které obsahuje odkaz na stažení tohoto pluginu [14].

V případě, že vše je nainstalováno správně a úloha je v IE špatně zobrazena (např. částečně mimo viditelnou plochu), stačí pouze otevřít příslušnou úlohu v Cabri II Plus a přesunout úlohu na nákrese do výhodnější pozice. I když v podstatě nebyla provedena žádná změna ve vlastní konstrukci úlohy, tak je potřeba po upravení polohy úlohu uložit, aby se změna projevila ve vyobrazení na webových stránkách. V případě neúspěchu opakujeme tento postup ještě jednou. Při uložení se zaznamená viditelná plocha nákresey a ta se pak také zobrazí i v IE.

Pomocí mnou zvoleného postupu se nejedná o tvorbu apletů v pravém slova smyslu, ale o možnost zobrazení jednotlivých vypracovaných úloh přímo na webových stránkách se zachováním dynamických vlastností. Při standardních v literatuře uváděných postupech tvorby apletů bychom se připravili o některé výhody a doplňky, které poskytuje verze programu Cabri II Plus (uvedeno v kapitole 1.2). Proto jsem zvolil tento postup, který není běžně standardní. Pro účely této práce je ovšem dostačující a dle mého názoru





jednodušší a výhodnější. Zjednodušené blokové schéma celého postupu je znázorněno na následujícím obrázku 59.

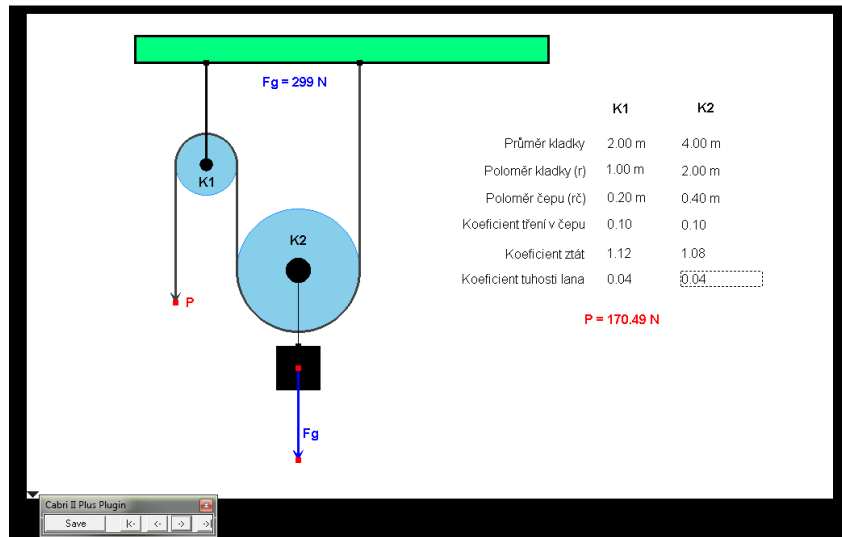


Obrázek 59 – Blokové schéma umístění úlohy na webové stránky

3.4.1 Ovládání apletu

Zobrazenou úlohu na webových stránkách můžeme samozřejmě interaktivně ovládat, jak jsem již uvedl v předchozích kapitolách. Je také možné uložit úlohu na pevný disk počítače a pracovat s ní podle svých vlastních představ. K tomu je ale ovšem nutné vlastnit program Cabri II Plus. Uložení je velice jednoduché. Stačí v levém spodním rohu zobrazené úlohy kliknout na trojúhelník a objeví se okno s volbami, viz obrázek 60. Po kliknutí na tlačítko „Save“ se zobrazí panel standardního uložení, kde zvolíme lokalitu, kam chceme příslušnou úlohu uložit.

Pomocí těchto voleb můžeme také krokovat postup konstrukce dané úlohy. Tlačítko  slouží k návratu do počátku konstrukce. Tlačítko  zobrazí finální hotovou konstrukci. Tlačítko  slouží k posunu o jeden krok zpět a tlačítko  slouží k posunu o jeden krok dopředu.



Obrázek 60 – Zobrazení panelu voleb u úlohy zobrazené pomocí webových stránek

Důležité je si uvědomit, že při použití těchto voleb jsou zahrnuty pouze viditelné (neskryté) části konstrukce, a proto nebudou zahrnuty kroky pomocných konstrukcí, které jsou ve finálním zobrazení skryty.

4 Diskuze

Tato práce je tvořena jako pomůcka jak pro studenty, tak pro vyučující. Vzhledem k časové náročnosti tvorby jednotlivých úloh neuvádím podrobně samotnou konstrukci. Objem úloh uvedený v této práci čítá dle odhadu průměrné časové dotace přes 60 hodin. Tato hodnota je zde uvedena proto, aby každý se zájmem vypracovat podobnou úlohu věděl, jakou časovou dotaci je třeba vynaložit. Samozřejmě je tato hodnota velice individuální. Dle mého názoru se u většiny zájemců o tvorbu fyzikálních úloh v Cabri II Plus diametrálně lišit nebude vzhledem ke skutečnosti, že program Cabri II Plus není prvotně určen pro tvorbu fyzikálních úloh a tak je třeba v mnoha případech použít netradiční řešení a troufám si zde tvrdit, že jistá dávka kreativity a tvořivého myšlení je zde nutností.

Při tvorbě této práce, respektive úloh pro praktickou část jsem získal velké množství praktických zkušeností, nejen z hlediska programu Cabri II Plus, ale i z hlediska fyzikálního. V několika případech jsem narazil na problémy a komplikace, které bylo nutné pro dosažení úspěchu řešit a to většinou způsobem volby jiného postupu k dosažení adekvátního cíle. Právě zde vznikali případy, které mým znalostem přispěly nejvíce, proto bych zde chtěl uvést několik příkladů, které jsem ve většině případů v literatuře nenašel zřejmě vzhledem ke skutečnosti, že tento program je původně určen pro řešení úloh jiného oboru.

Jednou z nevýhod programu je ta vlastnost, že volba zpět se vztahuje pouze na poslední provedený krok. Další nedostatek programu spatřuji v číselném vyjádření obecně velikosti, či délky určitého objektu, které je implicitně spjato s jednotkami délky (mm, cm, m). To se stává problémem v případě, že potřebujeme pracovat u čísla s jinou jednotkou (například fyzikální – Newtony, Pascaly, atd.). Tento problém jsem vyřešil převedením čísla s jednotkou délky na bezrozměrné číslo. Tento proces je dle mého názoru v programu řešen nevhodně, vzhledem k faktu, že je možné převést pouze výsledky výpočtů a bezrozměrné číslo pak změní svoji velikost, kterou je nutno po své potřeby dále upravit.

Posledním bodem, který bych zde chtěl nastínit, jsou možnosti zobrazení v IE, kde se setkáme s jistými omezeními. Ty jsou nepříjemností, která se bohužel nedá obejít. V prostředí IE je samozřejmě možné dynamicky pohybovat všemi body, ale bohužel není možná změna číselných hodnot, jako je například hodnota indexu lomu, nebo koeficient tuhosti lana. Tyto hodnoty je možné nastavit pouze v prostředí Cabri II Plus,

takže díky tomu se tyto nastavení stávají spíše možnostmi pro potřeby vyučujících, nebo studentů, kteří Cabri II Plus vlastní. Pro získání povědomí o problematice a prohloubení znalostí je použití prostředí IE dle mého názoru dostačující.

Neuvádím zde samozřejmě všechny nuance a postupy, které bylo potřeba použít při řešení úloh. Zde uvedené jsou jenom částečným návodem pro potenciální zájemce o podobnou tvorbu. Tento program je velice dobře možné použít na poli fyzikálních úloh, ale je potřeba si uvědomit, že jeho původní účel je jiný a proto zde nejde všeho jednoduše a bez komplikací dokázat.

Rozhodně zde nechci nikoho odradit, protože práce s tímto programem byla pro mě zábavou a řešení konstrukce úloh zajímavá v mnoha případech badatelská práce. Pocit úspěchu při překonání překážek a ze získání funkční úlohy byl pro mě velmi intenzivní a hluboký. V mnoha případech může i sám konstruktér pomocí vlastní práce pochopit mnoho detailů a souvislostí o fyzikálních jevech a zákonech, které mu byly doposud utajeny. I zde je možnost se mnohému naučit.

Ohledně přínosu mé práce se domnívám, že mnou vypracované úlohy usnadní pochopení dané problematiky, osvojení si základních souvislostí a díky interaktivně se proces poznání může stát i zábavným. V tomto jsem se utvrdil při demonstraci jednotlivých úloh na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích, při konzultaci s pedagogy na gymnáziu Jírovcova (taktéž v Českých Budějovicích) a na pedagogické fakultě Jihočeské Univerzity (katedry aplikované fyziky a techniky), viz přílohy 5, 6 a 7. Studenti i vyučující přijali mnou prezentované úlohy (se kterými samozřejmě také sami pracovali) kladně, sami si kladli otázky, co se asi stane, když se změní daný parametr a proč tomu tak je, dokonce jsem se setkal i s dotazy, jak jsem danou úlohu vypracoval. Úlohy prezentované v IE nenabízejí interaktivou na tak vysokém stupni, jak bylo dříve uvedeno, přesto se domnívám, že je velmi důležité, aby studenti k podobným úlohám měli přístup i z domova a mohli si tak individuálně osvojit danou problematiku.

5 Závěr

Na základě výsledků mé diplomové práce jsem dospěl k následujícím závěrům:

- Cabri II Plus je vhodný nástroj pro výuku na všech stupních a to nejen na poli geometrie, ale jak jsem se snažil dokázat, tak i ve výuce fyziky.
- Díky moderním technologiím je zde umožněna velice kvalitní možnost prezentace jak na interaktivních tabulích, tak pomocí internetového prohlížeče. Takto si může každý vzhledem k dostupnosti internetu ověřit své poznatky a odhady i doma na svém PC.
- Vysvětlení fyzikálního principu pomocí úlohy v Cabri II Plus je ve srovnání s klasickým popisem na tabuli rychlejší, dynamičtější, méně abstraktní a udrží žákovu pozornost.

Samozřejmě tyto úlohy nikdy nemohou nahradit vlastní praktický pokus, který je nedílnou a dle mého soudu, nejdůležitější součástí výuky. I když jsou úlohy vypracovány s důrazem na názornost, tak se jedná stále jen o namodelované případy a proto by se měly stát pomocníkem v případě, že není na praktický pokus čas, nebo jako doplněk praktického pokusu a výuky.

Seznam použitých zdrojů

- [1] <http://www.cabri.net/cabri2/historique-e.php> (čerpáno 20.5.2012)
- [2] <http://www.akermann.cz/standardni-it/software-cabri/cabri-ii-plus.html>
(čerpáno 13.6.2012)
- [3] BAINVILLE ERIC, Manual of Cabri II Plus. 2007,
- [4] ZOUNEK, Jiří. *ICT v životě základních škol*. 1. vydavatelství Praha: TRITON, 2006. ISBN 80-7254-858-1.
- [5] <http://slovník-cizích-slov.abz.cz/web.php/slovo/interaktivni> (čerpáno 24.6.2012)
- [6] <http://www.mvcr.cz/clanek/moderni-vyuka-pomoci-interaktivnich-tabuli.aspx>
(čerpáno 24.6.2012)
- [7] Dr. E. PEŠKOVÁ a Mgr. H. KROPÁČEK. Přehled středoškolské fyziky. nakladatelství Praha: ALBRA, 1997. str. 234
- [8] http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/04_zrcadla/04_zrcadla.htm
(čerpáno 2.7.2012)
- [9] http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/05_cocky/05_cocky.htm
(čerpáno 2.7.2012)
- [10] http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/02_odraz_a_lom/02_odraz.htm
(čerpáno 6.7.2012)
- [11] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/13-volny-pad> (čerpáno 6.7.2012)
- [12] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/12-rovnomerne-zrychleny-primocary-pohyb> (čerpáno 6.7.2012)
- [13] prof. Inž. Dr. OTAKAR HAŠEK. Technická mechanika pro elektrotechnické obory I. Státní nakladatelství technické literatury Praha, 1965.str. 52, 56,107, 206, 320
- [14] <http://geometrie.kma.zcu.cz/work/AU/cabri/aplety.html> (čerpáno 1.7.2012)

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Pracovní plocha Cabri II Plus.....	12
Obrázek 2 – Nastavení prostředí Cabri II Plus – Zaokrouhlení a jednotky.....	13
Obrázek 3 – Nastavení prostředí Cabri II Plus – Souřadnice a rovnice	14
Obrázek 4 – Panel nástrojů Cabri II Plus.....	15
Obrázek 5 – Panel grafiky Cabri II Plus	16
Obrázek 6 – Zobrazení konstrukce a zápisu konstrukce v úloze „Zatížení nosníku“ bez skrytých objektů	16
Obrázek 7 – Zobrazení konstrukce v úloze „Zatížení nosníku“ s odkrytými všemi objekty	17
Obrázek 8 – Interaktivní tabule na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích ...	21
Obrázek 9 – Zobrazení rovinným zrcadlem	25
Obrázek 10 – Zobrazení dutým zrcadlem.....	26
Obrázek 11 – Zobrazení vypuklým zrcadlem.....	27
Obrázek 12 – Vypracovaná úloha – Zobrazení dutým zrcadlem	28
Obrázek 13 – Vypracovaná úloha – Zobrazení vypuklým zrcadlem	29
Obrázek 14 – Působení síly rovnoběžně se směrem pohybu.....	30
Obrázek 15 – Působení síly nerovnoběžně se směrem pohybu	30
Obrázek 16 – Vypracovaná úloha – Vysokozdvížený vozík.....	31
Obrázek 17 a 18 – Vypracovaná úloha – Vysokozdvížený vozík – Změna parametrů.....	31
Obrázek 19 – Druhy čoček [9].....	33
Obrázek 20 – Zobrazení dvojvypuklou čočkou	34
Obrázek 21 – Zobrazení dvojdutou čočkou	34
Obrázek 22 – Vypracovaná úloha – Spojka	35
Obrázek 23 – Vypracovaná úloha – Rozptylka.....	36
Obrázek 25 – Vypracovaná úloha – Hybrid (Rozptylka).....	38
Obrázek 26a, 26b – Lom světla	39
Obrázek 27 – Vypracovaná úloha – Lom světla (2 prostředí)	41
Obrázek 28 – Vypracovaná úloha – Lom světla (3 prostředí)	41
Obrázek 29 – Vypracovaná úloha – Lom světla (3 prostředí) – Nastavení indexu lomu	42
Obrázek 30 – Vypracovaná úloha – Volný pád	45
Obrázek 31 – Vypracovaná úloha – Volný pád – Výchozí pozice tělesa.....	46
Obrázek 32 – Vypracovaná úloha – Volný pád – Dopad tělesa	46

Obrázek 33 a 34 – Vypracovaná úloha – Volný pád – Změna parametrů.....	47
Obrázek 35 – Rozklad sil.....	48
Obrázek 36 – Rovnováha sil.....	49
Obrázek 37 – Rovnováha tělesa.....	50
Obrázek 38 – Vypracovaná úloha – Zavěšený horolezec – Změna parametrů 1	50
Obrázek 39 – Vypracovaná úloha – Zavěšený horolezec – Změna parametrů 2.....	51
Obrázek 40 – Pevná kladka – Rovnováha	53
Obrázek 41 – Volná kladka – Rovnovážný stav	53
Obrázek 42 – Kladkostroj	54
Obrázek 42 – Součinitel tuhosti lana	55
Obrázek 43 – Reakce čep při pohybu kladky	56
Obrázek 44 – vypracovaná úloha – Kladky	57
Obrázek 45 – Vypracovaná úloha – Kladky – Změna parametrů 1	58
Obrázek 46 – Vypracovaná úloha – Kladky – Změna parametrů 2	58
Obrázek 47 – Skládání sil	59
Obrázek 48 – Silový mnohoúhelník (polygon).....	60
Obrázek 49 – Obecná rovinná soustava sil – poloha výslednice	60
Obrázek 50 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil	61
Obrázek 51 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil – změna parametrů...	62
Obrázek 52 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil – změna parametrů...	62
Obrázek 53 – Vypracovaná úloha – Obecná rovinná soustava sil – změna působišť sil	63
Obrázek 54 – Zatížení nosníku normálovými silami.....	63
Obrázek 55 – Grafické řešení hledání reakcí sil	64
Obrázek 56 – Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku	65
Obrázek 57 – Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku – Změna parametrů 1	66
Obrázek 58 – Vypracovaná úloha – Zatížení nosníku – Změna parametrů 2.....	66
Obrázek 59 – Blokové schéma umístění úlohy na webové stránky	69
Obrázek 60 – Zobrazení panelu voleb u úlohy zobrazené pomocí webových stránek...	70

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Cenový přehled Cabri II Plus.....	10
---	----

Přílohy

Příloha 1 - Zápis konstrukce pro úlohu na obrázku 6 s uvedenými skrytými objekty.

Bod
Soustava souřadnic: _
Bod
Přímka: _
Bod (Bod na objektu): _
úsečka: _, _
Bod (Bod na objektu): _
Bod (Bod na objektu): _
Bod (Bod na objektu): _
Přímka (Kolmice): _, _
Přímka (Kolmice): _, _
Přímka (Kolmice): _, _
Bod (Bod na objektu): _
F1 Vektor: _, _
Bod (Bod na objektu): _
F2 Vektor: _, _
Bod (Bod na objektu): _
F3 Vektor: _, _
Délka nosníku: 10,00 cm Text (Vzdálenost a délka): _
F1 = 4,13 cm Text (Vzdálenost a délka): F1
F3 = 3,08 cm Text (Vzdálenost a délka): F3
F2 = 2,89 cm Text (Vzdálenost a délka): F2
Přímka (Kolmice): _, _
Přímka (Kolmice): _, _
1 číslo
2 číslo
Bod (Bod na objektu): _
Vektor: _, _
Bod (Bod na objektu): _
Vektor: _, _
Bod (Nanést délku): _, 1
Bod (Nanést délku): _, 1
Bod (Střed úsečky): _, _
Bod (Střed úsečky): _, _
Kružnice: _, _
Kružnice: _, _

Přímka: $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Trojúhelník: $_ , _ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Trojúhelník: $_ , _ , _$

Bod

Přímka: $_$

Bod (Bod na objektu): $_$

Vektor: $_ , _$

Bod (Nanést délku): $_ , 4,13 \text{ cm}$

F1 Vektor: $_ , _$

Bod (Bod na objektu): $_$

Vektor: $_ , _$

Bod (Nanést délku): $_ , 2,89 \text{ cm}$

F2 Vektor: $_ , _$

Bod (Bod na objektu): $_$

Vektor: $_ , _$

Bod (Nanést délku): $_ , 3,08 \text{ cm}$

F3 Vektor: $_ , _$

P Bod

Přímka: P, $_$

Přímka: P, $_$

Přímka: P, $_$

Přímka: P, $_$

Bod (Bod na objektu): $_$

Přímka (Rovnoběžka): $_ , _$

Přímka (Rovnoběžka): $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Přímka (Rovnoběžka): $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Přímka (Rovnoběžka): $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Přímka: $_ , _$

Přímka (Rovnoběžka): P, $_$

Bod (Průsečíky): $_ , _$

Přímka (Kolmice): $_ , _$

Přímka (Kolmice): $_ , _$

Přímka (Kolmice): _, _

Bod (Bod na objektu): _

Přímka (Rovnoběžka): _, _

Bod (Průsečíky): _, _

Bod (Průsečíky): _, _

R2 Vektor: _, _

R1 Vektor: _, _

Bod (Bod na objektu): _

Vektor: _, _

Bod (Bod na objektu): _

Vektor: _, _

R1 = 5,34 cm Text (Vzdálenost a délka): R1

R2 = 4,76 cm Text (Vzdálenost a délka): R2

Bod (Nanést délku): _, 5,34 cm

Bod (Nanést délku): _, 4,76 cm

R1 Vektor: _, _

R2 Vektor: _, _

úsečka: P, _

úsečka: P, _

úsečka: P, _

úsečka: P, _

F1 = 4,13 N Text (Výpočty): 4,13 cm

F2 = 2,89 N Text (Výpočty): 2,89 cm

F3 = 3,08 N Text (Výpočty): 3,08 cm

Délka nosníku = 10,00 cm Text (Výpočty): 10,00 cm

R1 = 5,34 N Text (Výpočty): 5,34 cm

R2 = 4,76 N Text (Výpočty): 4,76 cm

Příloha 2 – Parametry Java apletů

Z volitelných parametrů Java apletů jsou na výběr:

<i>CODEBASE</i>	<i>cesta ke složce, ve které je umístěn soubor CabriJava.jar (je-li CabriJava.jar ve stejné složce jako HTML soubor, v němž je umístěn aplet, nemusí se parametr uvádět)</i>
<i>ARCHIVE</i>	<i>název souboru s kódem potřebným ke spuštění apletu</i>
<i>ALIGN</i>	<i>zarovnání apletu na stránce top, bottom, middle, left, right (nahoru, dolů, na střed, vlevo, vpravo) - zarovnání apletu vůči textu</i>

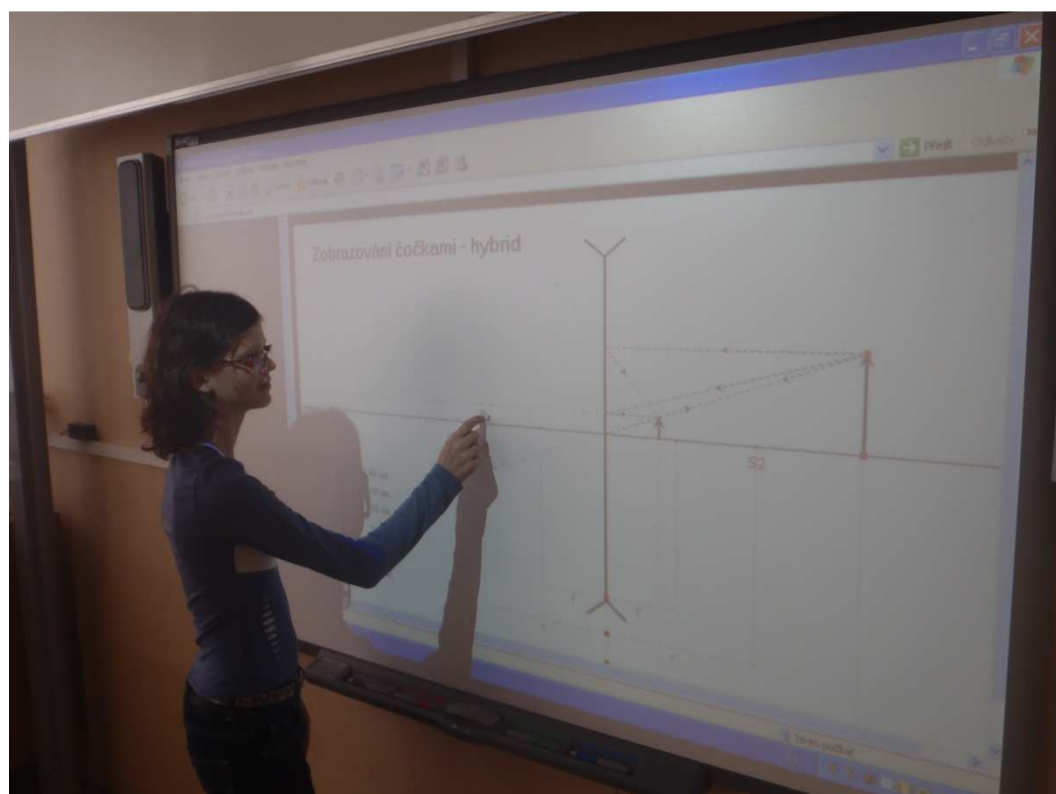
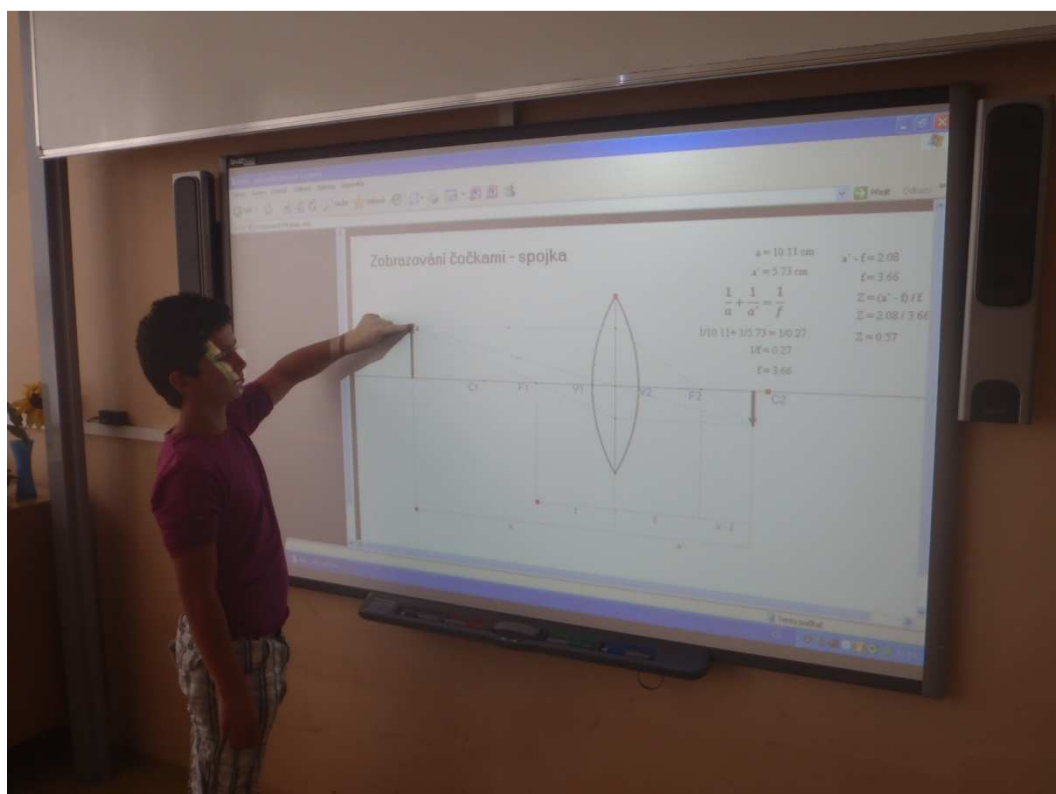
[14]

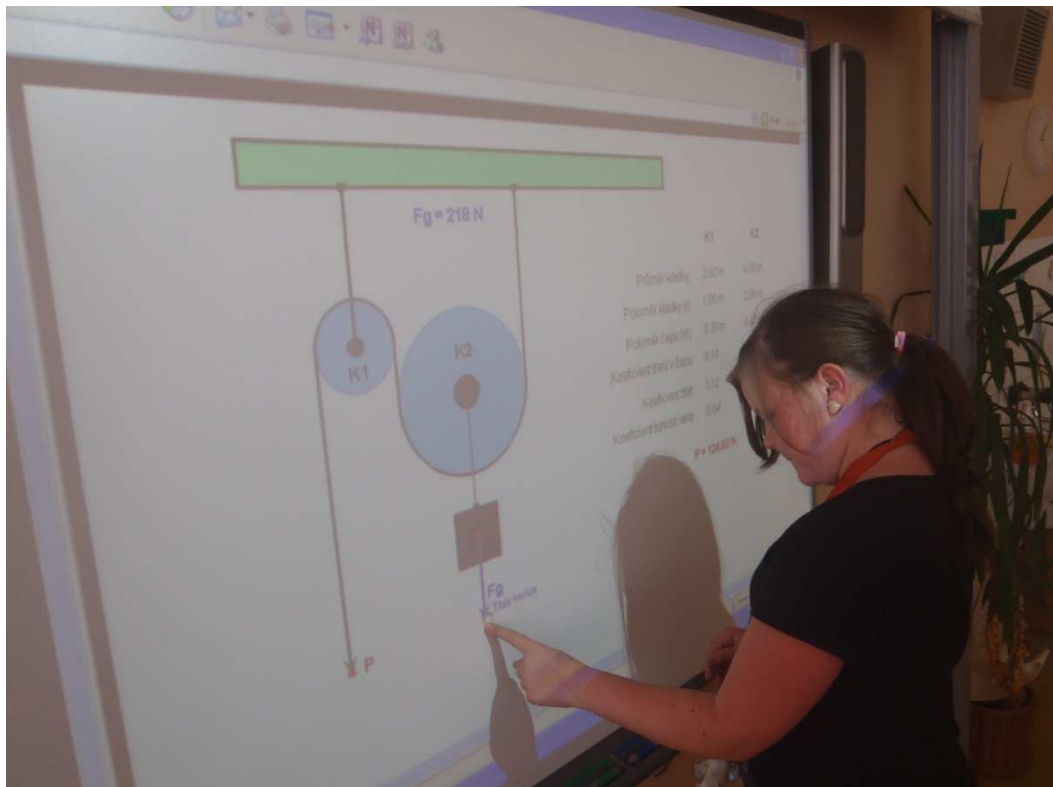
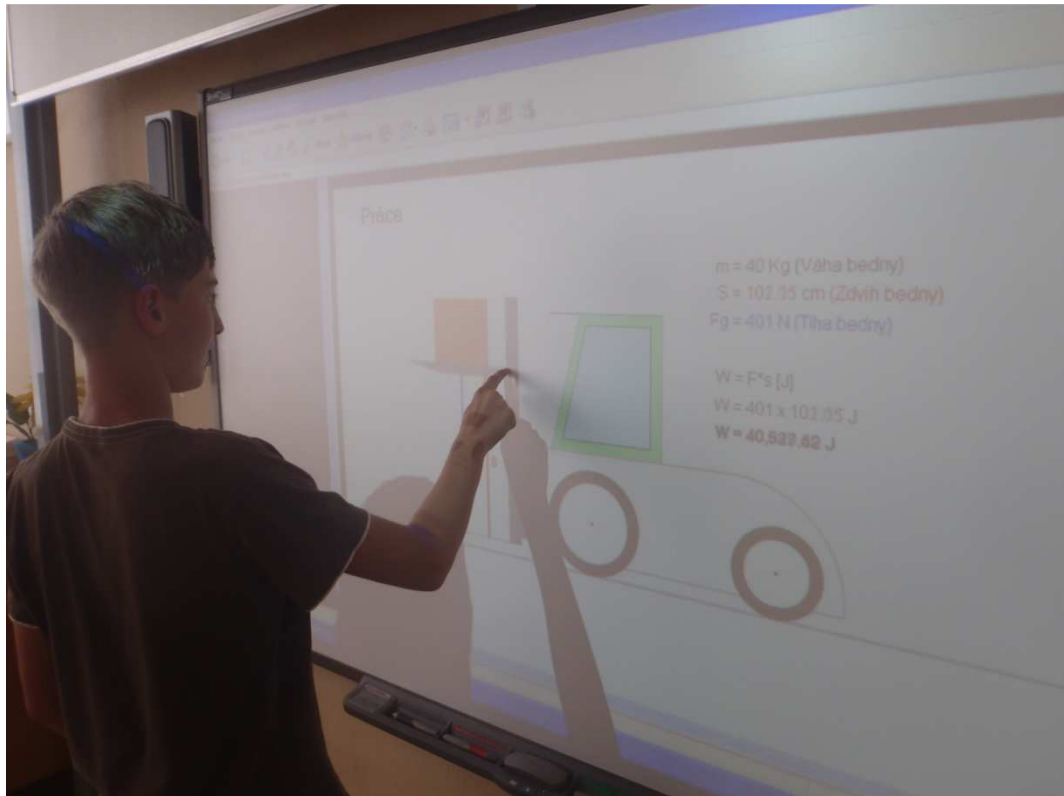
Volitelné parametry:

<i>Parametr</i>	<i>Typ hodnoty</i>	<i>Popis</i>
<i>file</i>	<i>URL / řetězec</i>	<i>Cabri II soubor (standardní soubor nebo zip archív)</i>
<i>lang</i>	<i>řetězec</i>	<i>jazyk uživatelského prostředí</i>
<i>zipfile</i>	<i>URL</i>	<i>zip archív Cabri II souborů</i>
<i>background</i>	<i>URL</i>	<i>obrázek zobrazený v pozadí apletu (formát .gif, .jpeg)</i>
<i>bgcolor</i>	<i>řetězec</i>	<i>barva pozadí apletu (#RRGGBB, výchozí bílá)</i>
<i>border</i>	<i>číselná hodnota</i>	<i>tloušťka ohraničení apletu (výchozí 1)</i>
<i>bordercolor</i>	<i>číselná hodnota</i>	<i>barva ohraničení apletu (#RRGGBB, výchozí černá)</i>
<i>controller</i>	<i>logická hodnota</i>	<i>zobrazení ovládací lišty (výchozí true)</i>
<i>autocontrol</i>	<i>logická hodnota</i>	<i>zobrazení ovládací lišty při spuštění apletu (výchozí false, true – pokud je uveden parametr step)</i>
<i>trace</i>	<i>řetězec</i>	<i>objekty, které mají zanechávat stopu (př. "point 12")</i>
<i>spring</i>	<i>řetězec</i>	<i>popis natažení pružiny (př. "point 5 size -14,-12")</i>
<i>step</i>	<i>řetězec</i>	<i>poslední objekt, který se zobrazí po načtení apletu (př. "point 12")</i>
<i>loop</i>	<i>logická hodnota</i>	<i>animace konstrukce krok po kroku (výchozí false)</i>
<i>xposition</i>	<i>číselná hodnota</i>	<i>horizontální posun konstrukce (v obrazových bodech, kladné vpravo)</i>
<i>yposition</i>	<i>číselná hodnota</i>	<i>vertikální posun konstrukce (v obrazových bodech, kladné dolů)</i>
<i>opaque</i>	<i>logická hodnota</i>	<i>neprůhlednost výplně mnohoúhelníků a kružnic (výchozí false)</i>

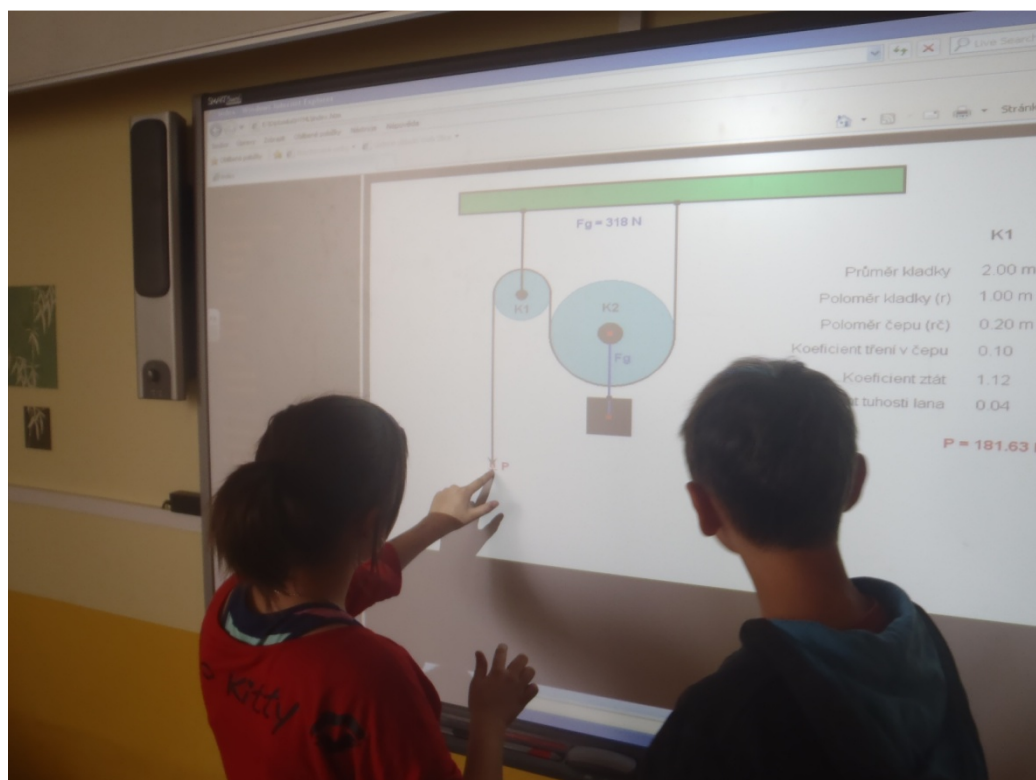
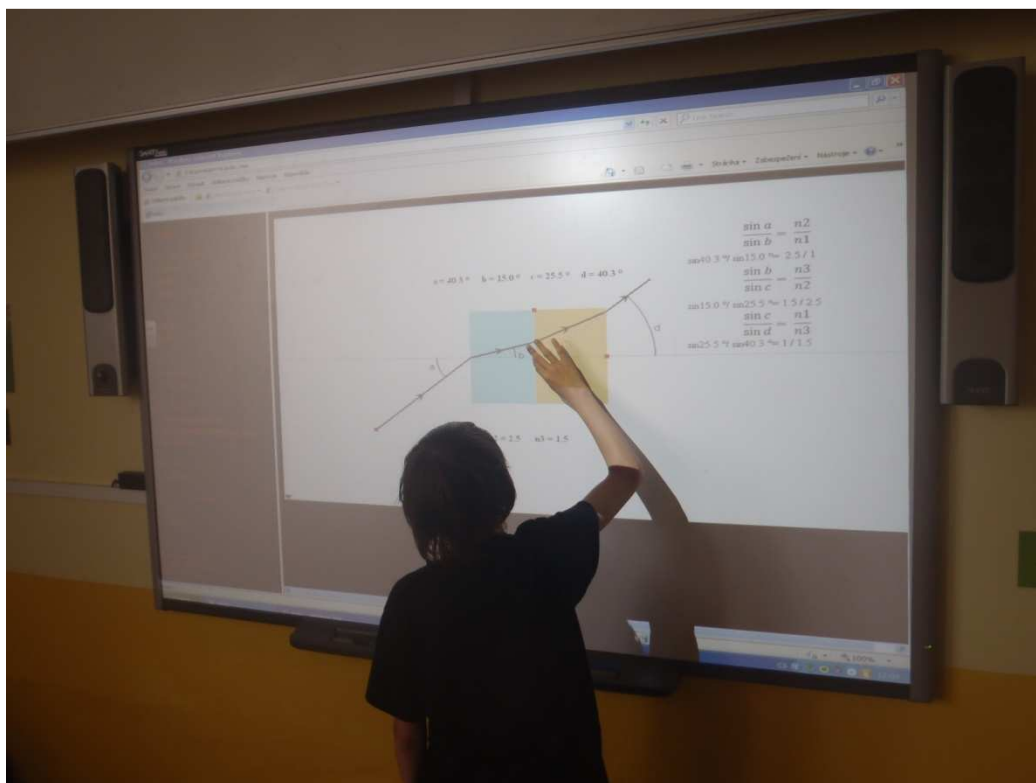
[14]

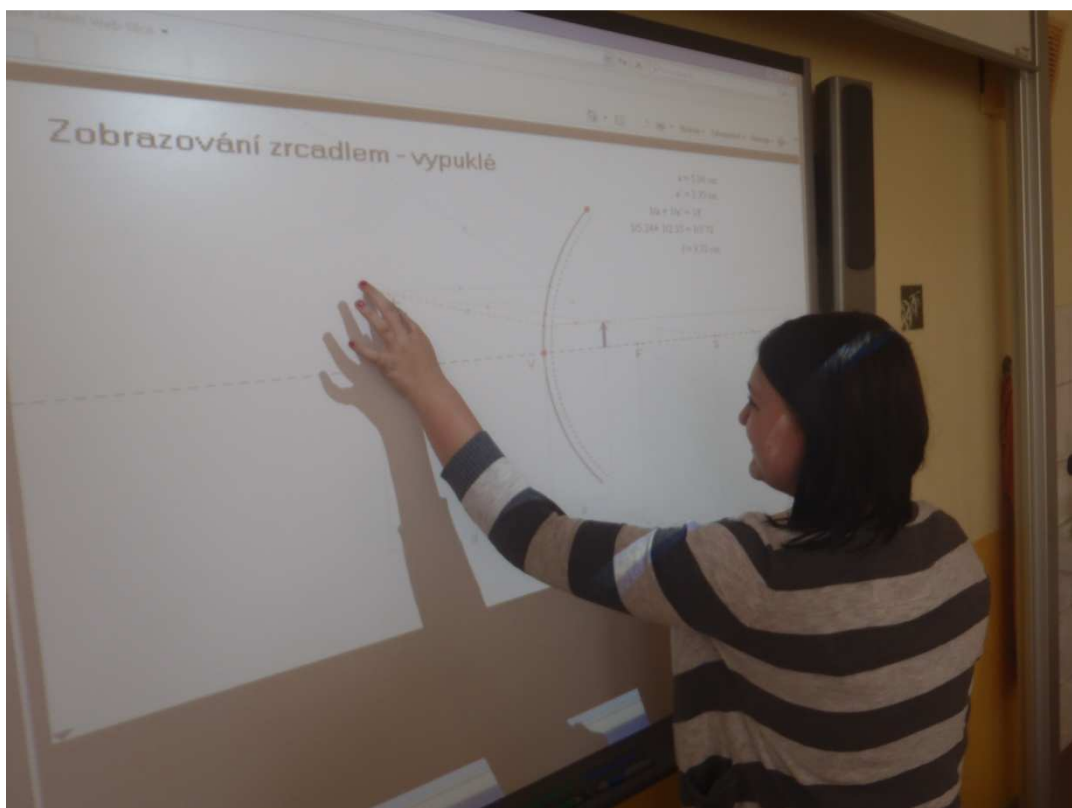
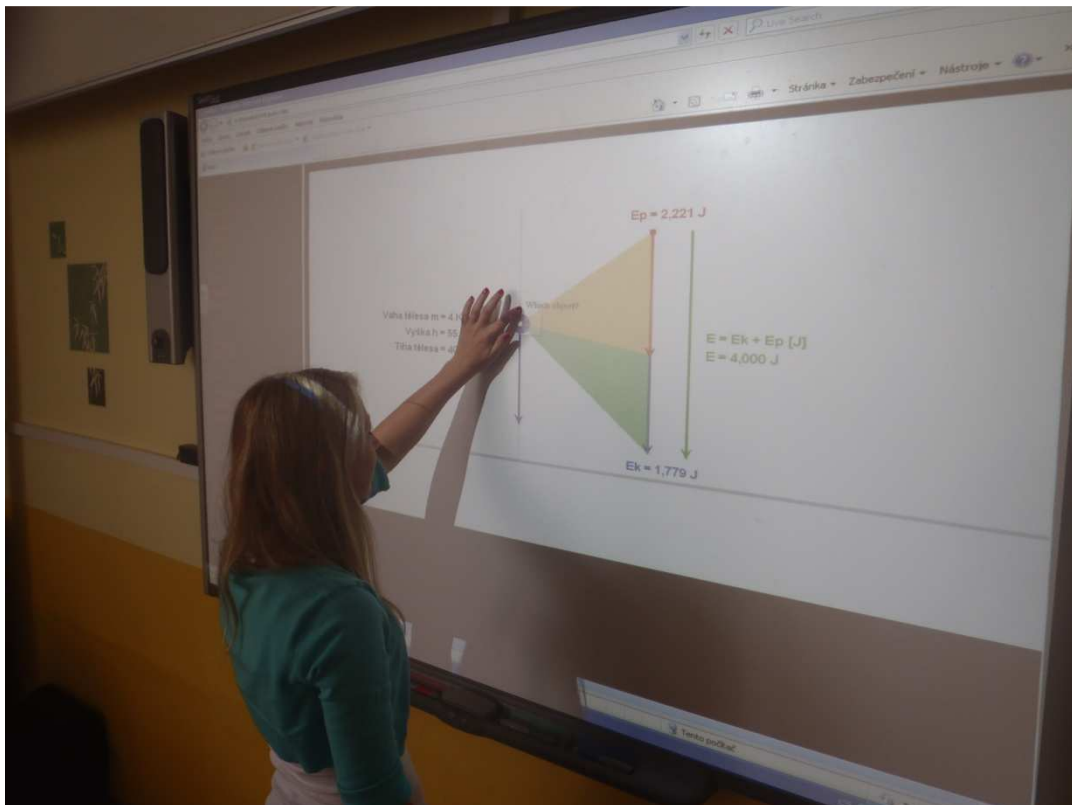
Příloha 3 – Prezentace úloh na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích (6b)





Příloha 4 – Prezentace úloh na základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích (7b)





Příloha 5 – Hodnocení vyučujících (Mgr. Václav Meškan, základní škola L. Kuby)

Student ve vyučování prezentoval vlastní digitální výukový materiál sestavený z vybraných fyzikálních apletů vytvořených v programu Cabri. Úlohy jsou rozděleny podle obtížnosti pro základní, střední a vysokou školu. Jde prozatím pouze o ukázkovou verzi, úlohy v jednotlivých kategoriích nejsou řazeny tematicky a nepokrývají celé spektrum učiva. Simulace jsou přehledné, graficky pěkně zpracované a jejich ovládání intuitivní. Interaktivita simulací je také veliká. Obtížností odpovídají podle mého názoru všechny úlohy spíše úrovni střední školy, u čoček v kategorii základní škola je například uvedena zobrazovací rovnice, aplet kladky (ve skutečnosti se jedná o kladkostroj) uvedený v kategorii vysoká škola by mohl být s úspěchem využit i na nižších úrovních. Je škoda, že zrovna tento aplet neumožňuje měnit počet kladek zařazených v kladkostroji.

Pěkný jednoduchý aplet znázorňuje změny mechanické energie při volném pádu. Zákon zachování mechanické energie je zde graficky velmi pěkně znázorněn. Vhodnější a přehlednější by možná bylo použití sloupcového grafu. Je škoda, že aplet nejde spustit jako dynamická simulace, při které by se plynule měnila výška. Protože je aplet zařazen v kategorii střední škola, mohl být doplněn o grafické či alespoň numerické zobrazení velikosti zrychlení a rychlosti padajícího tělesa.

Velmi pěkné a plně využitelné ve vyučování na základní i střední škole jsou aplety z oblasti optiky – lom světla, zrcadla a čočky.

Těším se, že autor tento výukový program dokončí a umístí na internet, jistě by se stal užitečným pomocníkem učitelů fyziky na základních a středních školách stejně jako jejich žáků a studentů.

Mgr. Václav Meškan

Příloha 6 – Hodnocení vyučujících (Jaroslav Kala, Gymnázium Jírovcova)

Úlohy připravené panem Šimečkem jsou zdařilé a použitelné. Jedinou nevýhodou je nutnost stažení a nainstalování si odpovídajícího pluginu. Jedná se o starší software, proto se uživatel musí instalaci "proklikat". Nejedná se však o nic náročného, každý běžný uživatel (studenti i učitelé) by měl bez problému tento úvod překonat.

Aplety samotné jsou pěknou a přehlednou ilustrací vybraných fyzikálních problémů. Ovládání a úprava jednotlivých úloh je jednoduchá, intuitivní a rychlá. Jsou názorné a vhodné pro použití na interaktivní tabuli. Studenti se v materiálech dobře orientují. Vhodně zvolené barvy usnadňují pochopení jednotlivých vztahů a vlastností. Tyto materiály jsou vhodné pro použití na školách, pro zkvalitnění výuky učitele, i pro samostudium studentů.

Doufám, že úlohy budou později volně ke stažení z webu. Náročnost výroby těchto materiálů je nesporná. Pro mnoho vyučujících bude ulehčením práce, dostali-li by se jim do ruky již takto hotové aplety.

Jaroslav Kala

Příloha 7 – Hodnocení vyučujících (Mgr. Zdeněk Michalčík, JCU)

Jakožto konzultant této diplomové práce může být můj posudek zkreslen a ztrácet na objektivitě. Nicméně tuto diplomovou práci považuji za kreativní a novátorskou. Jsem nadmíru spokojený s vypracovanými úlohami týkající se semináře Technické mechaniky, kde na názorných a dynamicky se měnících úlohách je jasně pochopitelný princip problematiky. Studenti tak získávají rychleji, snadněji a efektivněji nezbytné základní znalosti k plnému porozumění prezentovaného tématu. Osobně mohu říci, že takto prezentované úlohy alespoň při mé výuce předčí mnou vypracované přednášky v PowerPointu, které sice usnadní výuku, ale z hlediska názornosti nemohou předčít jasné a přehledné úlohy vypracované diplomantem. Jednotlivé vypracované úlohy jsou alespoň pro mne více než vhodným doplňkem výuky teorie týkající se technické mechaniky (podmínky rovnováhy, rozklad a skládání sil v rovině, statika se třením – kladky).

Mgr. Zdeněk Michalčík