

ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

Ústav aplikované matematiky K611

**Rozbor výuky a výsledků
v předmětech Fyzika 1 a Fyzika 2**

**RNDr. Zuzana Malá, Ph.D.
Ing. Tomáš Vítů, Ph.D.**

Statistická data byla zpracována ke dni 22.02.2018.

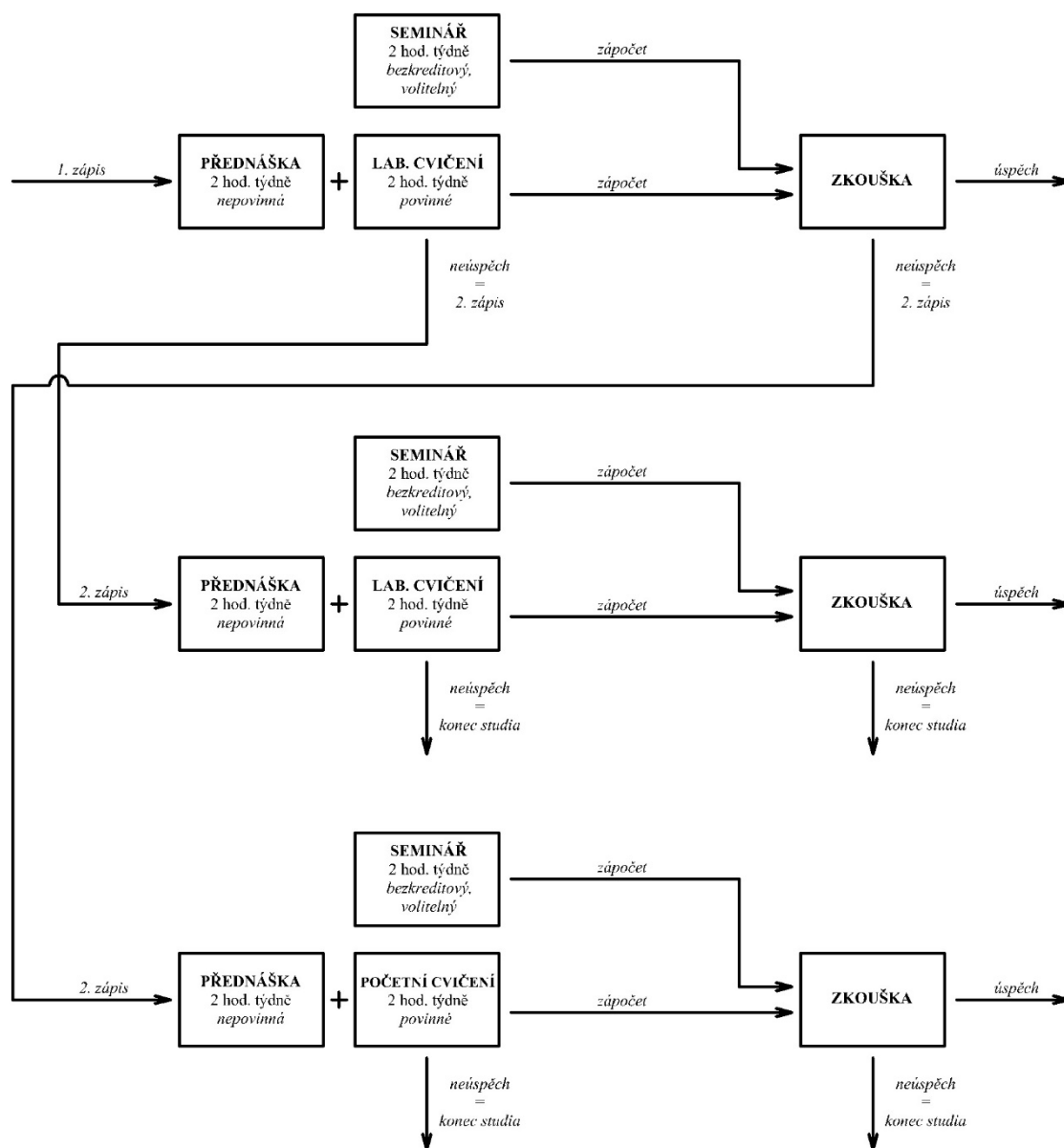
Úvod

Stav výuky do konce akademického roku 2016/2017

Fyzika 1 : rozsah 2 + 2, 2.semestr

Fyzika 2 : rozsah 2 + 2, 3.semestr

Oba předměty, jak vyplývá ze schématu níže, obsahují kromě nepovinných přednášek v 1. zápisu povinnou část, **laboratorní cvičení**, ze kterého je udělován zápočet. Studenti 2. zápisu obou předmětů, pokud v 1. zápisu získali zápočet, navštěvují početní cvičení, jejichž koncepce bude vysvětlena dále. Nepovinnou součástí obou předmětů tvoří **Seminární cvičení z Fyziky 1** a **Seminární cvičení z Fyziky 2**. Obě seminární cvičení jsou volitelným předmětem, bez kreditů.



Problematika **Fyziky 1** představuje téměř z 70% opakování středoškolské látky, obohacené o vysokoškolskou matematiku, zejména o využití základů diferenciálního a integrálního počtu.

Problematika **Fyziky 2** je vesměs pro studenty nová a obtížnější. Reakce studentů na odpřednášenou látku předmětu Fyzika 2 jsou rozporuplné. Na jednu stranu oceňují zajímavosti z praxe v přednášených tématech, na druhou stranu některé partie nepovažují za nutné pro znalostní profil studenta FD. Jako příklad uvádíme úvod do kvantové fyziky (ačkoli principy nej-různějších snímačů těchto jevů využívají, případně moderní poznatky v technické praxi směřují k širšímu využití těchto principů). Aktuální sylaby obou předmětů jsou uvedeny na webových stránkách Ústavu aplikované matematiky K611:

Fyzika 1: <http://euler.fd.cvut.cz/new/ctrl.php?act=show,section,105>

Fyzika 2: <http://euler.fd.cvut.cz/new/ctrl.php?act=show,section,59>

Jako studijní materiál jsou pro předměty **Fyzika 1** i **Fyzika 2** k dispozici skripta, která zcela pokrývají odpřednášenou látku a obsahují všechna fakta potřebná pro vykonání zkoušky. Vzhledem k hodinovému rozsahu předmětů Fyzika 1 a zejména Fyziky 2 nelze všechna témata uvedená v sylabu probrat na přednáškách, velmi omezená část výkladu je směřována do laboratorního cvičení. Laboratorní cvičení je v případě některých partií fyziky mnohem vhodnější forma, jak vůbec studenty s některými fyzikálními problémy a zejména s jejich aplikací prakticky seznámit. Ve Fyzice 2 se jedná se například o rentgenové záření, jeho difrakci a souvislost s nedestruktivními diagnostickými metodami studia materiálu, optická vlákna a jejich vlastnosti, vlastnosti polovodičových materiálů apod. Úvodní teoretická část k těmto kapitolám byla v poslední době přesunuta zpět do sylabu přednášek, v rámci laboratorních cvičení se spíše věnujeme praktickým náležitostem (měření spektra rentgenového záření a určení typu měřeného krystalu ze záznamu píků, v případě optických vláken jde o pojmy informační okno, vyzařovací charakteristika, útlum, u polovodičů studujeme pak zejména jejich vlastnosti v závislosti na podmínkách použití).

Stav výuky od akademického roku 2017/2018

Fyzika (FYZ) : rozsah 2+2, 3.semestr, povinný předmět pro všechny obory

Přístroje a elektromagnetismus (PEM) : rozsah 2+2, 4.semestr, povinný pro obor TUL

Elektromagnetismus a optika (EMO) : rozsah 2+1, 4. semestr, povinně volitelný pro obory BEZ, ITS

Optika a elektromagnetismus (OEM) : rozsah 2+2, 4. semestr, povinně volitelný pro obory DOS

Z důvodu přetrvávajících problémů s výukou fyziky na Fakultě dopravní předneslo vedení FD ČVUT vlastní návrh změn ve výuce fyziky. Navrhované změny byly konzultovány s vedoucími jednotlivých ústavů, s vedoucím Ústavu aplikované matematiky a dalšími pracovníky. Namísto původních předmětů Fyzika 1 a Fyzika 2 vznikají celkem 4 předměty: Fyzika, Přístroje a elektromagnetismus, Elektromagnetismus a optika, Optika a elektromagnetismus. Souhrnně lze změny popsat v několika bodech:

1. Předmět Fyzika 1 mění svůj název na Fyzika a posouvá se jako povinný předmět do 3. semestru. Sylabus předmětu i náplň cvičení zůstává beze změn.
2. Předmět Fyzika 2 jako povinný předmět pro všechny obory ve své podstatě zaniká.
3. Pro obor TUL vzniká nový předmět Přístroje a elektromagnetismus, který bude vyučován ve 4. semestru. Pouze tento předmět plně nahrazuje předmět Fyzika 2, protože je pro studenty povinný se stejným rozsahem jako Fyzika 2.

4. Pro obory BEZ a ITS vzniká předmět Elektromagnetismus a optika, který je veden jako povinný, ale ve skutečnosti se jedná o předmět povinně volitelný, neboť místo něj mohou studenti absolvovat jiný předmět. Předmět Elektromagnetismus a optika má rozsah pouze 2+1 a bude vyučován ve 4. semestru.
5. Pro obor DOS vzniká předmět Optika a elektromagnetismus, který je také veden jako povinný, ale ve skutečnosti se jedná o předmět povinně volitelný, neboť místo něj mohou studenti absolvovat jiný předmět. Předmět Optika a elektromagnetismus má rozsah 2+2 a bude vyučován ve 4. semestru.
6. Pro ostatní obory předmět Fyzika 2 bez náhrady zaniká a jeho náplň nebude pro studenty vyučována v žádném odpovídajícím ani volitelném předmětu.

Stanovisko vyučujících fyziky

Vyučující fyziky vcelku vítají posun začátku výuky fyziky do 3. semestru. Studenti 2. ročníku již absolvovali předměty Calculus 1 a Calculus 2, v rámci kterých se setkali s matematickým aparátem nutným ke vstupu do předmětu Fyzika (jde zejména o diferenciální a integrální počet jedné a více proměnných, integrální věty a diferenciální rovnice). V předmětu Fyzika, který začíná ve 3. semestru, bude možné od studentů očekávat schopnost pracovat s tímto aparátem a jeho využití v rámci přednášek již nebude studentům činit potíže.

Vyučující fyziky zásadně nesouhlasí s přeměnou předmětu Fyzika 2 na ve skutečnosti povinně volitelný předmět v některých oborech a jeho faktický zánik v jiných oborech. Domníváme se, že základy elektrického a magnetického pole, Maxwellovy rovnice, geometrická a vlnová optika, stejně jako základy kvantové fyziky patří k základům vzdělanosti studenta na technické univerzitě bez ohledu na obor, který studuje. Bohužel se někteří studenti s těmito tématy během svého studia již nese setkají. Vyučující fyziky by s těmito změnami v zásadě souhlasili v případě, že bude zaručena dostatečná úroveň výuky fyziky a jejích aplikací v oborových předmětech. Toto bohužel zaručeno není a studenti opět ztrácejí krok oproti studentům jiných fakult ČVUT. Kritickým bodem změn je transformace povinného předmětu Fyzika 2 na předměty povinně volitelné, případně nepovinné. Vyučující fyziky se domnívají, že transformace předmětu Fyzika 2 na povinně volitelný předmět není plně v souladu s akreditačními pravidly. Volitelnost předmětu byla v některých případech nastavena jako alternace s předměty, které ani zdaleka neodpovídají náplni předmětu Fyzika 2 (např. Dopravní průzkumy či Správa a financování dopravy). Toto řešení je nešťastné a dále prohlubuje nesmyslnost současné skladby předmětů pro studenty bakalářského studia. Volba předmětu studentem je navíc předem zajištěna seznamem předmětů, které musí student absolvovat k získání titulu bakaláře. V tomto seznamu jsou i předměty alterující k předmětu, jehož náplní je výuka fyziky.

Přednášky předmětu Fyzika 1 (nově FYZ)

Již první přednášky z Fyziky 1 (téma mechanika hmotného bodu a soustav hmotných bodů) odhalí na reakcích studentů zásadní nedostatky ve středoškolských znalostech z fyziky a matematiky, zejména základů vektorového počtu a základních matematických operací vůbec. V rámci prvních přednášek z Fyziky 1 upozorníme studenty, že tyto základy je třeba znovu nastudovat, protože bez nich je pochopení důsledků v mechanice takřka nemožné, resp. příliš obtížné. Základní požadavky byly shrnuty do čtyř bodů a tyto body byly zveřejněny na stránkách předmětu Fyzika 1 jako pre-rekvizity předmětu. Bohužel je odezva studentů minimální. Tyto nedostatky se nadále projevují v navazujícím předmětu Fyzika 2 jako zcela zásadní problém – neznalosti ze středoškolské matematiky a středoškolské fyziky přetrvávají. Studenti pak

například absolutně nechápou základní problémy magnetického pole vyplývající z vlastností vektorového součinu. Bohužel, na přednáškách je velmi úzce vymezený prostor pro počítání jednoduchých příkladů, kterými by bylo možno některé neznalosti ze středoškolské fyziky a matematiky odstranit nebo zmírnit. Seminární cvičení problém neznalostí také neodstraní, protože je to předmět nepovinný a nenavštěvují jej všichni studenti. Od akademického roku 2015/2016 je proto studentům již v 1. semestru studia nabízen nový bezkreditní seminář středoškolské fyziky, jehož hlavním úkolem je zopakovat látku nutnou pro vstup do předmětu Fyzika 1. Od akademického roku 2016/2017 byly přepracovány sylaby předmětů Fyzika 1 i Fyzika 2. Zásadní změnou je přesun tématu Elektrostatické pole a Stacionární elektrický proud z Fyziky 1 do Fyziky 2 a vypuštění Úvodu do fyziky atomového jádra ze sylabu Fyziky 2. Tato změna se však ve výuce nemohla projevit, neboť před jejím dokončením došlo k zásadnímu zásahu do výuky fyziky ze strany vedení Fakulty dopravní. Podle změněných sylabů se začalo vyučovat poprvé v letním semestru akademického roku 2016/2017 v předmětu Fyzika 1. Poté měla následovat změna ve výuce Fyziky 2 v zimním semestru 2017/2018, k čemuž ale nedošlo, neboť předmět Fyzika 2 byl zrušen. Otázkou zůstává, jakou úroveň fyzikálních znalostí jsou schopni studenti nabýt v rámci jediného povinného předmětu Fyzika, když nový předmět nahrazující Fyziku 2 byl transformován na předmět ve skutečnosti povinně volitelný zejména proto, aby měli studenti možnost se mu zcela vyhnout.

Přednášky předmětu Fyzika 2 (nově PEM, EMO, OEM)

Předmět Fyzika 2 ve srovnání s Fyzikou 1 obsahuje pro studenty podstatně větší množství zcela nových témat. Vzhledem k omezeným středoškolským znalostem, na které ve Fyzice 2 již vůbec nelze navazovat, je výklad ve Fyzice 2 na nejvyšší možnou míru oproštěn od matematiky a je pojat spíše jako populární fyzikální výklad s uvedením technických aplikací. Vysvětlují se pouze slovně (případně jen se základními matematickými vztahy) principy jevů a zařízení jako jsou laser, holografie, tunelování (tunelovací mikroskop), Hallův jev. I při tomto zjednodušení to představuje poměrně velký rozsah látky. Během semestru je nutné obvykle v rámci 12 - 13 přednášek probrat elektrostatické pole, elektrický proud, magnetismus, elektromagnetické vlnění, geometrickou a vlnovou optiku, základy kvantové fyziky, základy fyziky struktury atomu a základní fakta o pevných látkách.

Domníváme se, že by budoucí bakaláři a pravděpodobně magistři technické univerzity, kteří se už na magisterském studiu znovu s fyzikou se setkají, měli mít o všech vyjmenovaných tématech a zejména jejich technických aplikacích alespoň základní informace, a to bez ohledu na jejich oborové zaměření. ČVUT v Praze se cítí být kvalitní univerzitou světové úrovně, jakékoli ústupky od matematických a fyzikálních základů by zde neměly mít místo. Fakulta dopravní jako součást instituce ČVUT by měla stejnou měrou přispívat k rozvoji kvalitního technického vzdělávání studentů, které se bohužel bez obtížnějších exaktních předmětů neobejde.

Dále uvádíme vztahy všech vyjmenovaných témat Fyziky 2 a nahrazujících předmětů k problematice dopravy v příkladech:

elektrostatické pole - bleskosvody, uzemnění dopravních prostředků, kondenzátory jako základní prvky elektroniky vozidel a další

stacionární elektrický proud - vodiče a izolanty, základy teorie obvodů, zdroje elektrické energie, termoelektrická čidla, chladičí články, galvanizace

magnetismus - princip elektromotorů, generátorů, alternátorů, řídicích indukčních smyček, elektromagnetických aktuátorů, Hallova snímače a dalších

elektromagnetické vlnění - obecná teorie pole zejména ve smyslu šíření signálů různých frekvencí využívaných k dálkovému přenosu informací (dálková ovládání, radiolokátory, mikrovlonné vysílače a přijímače, rozhlasové vlny)

geometrická optika - zrcadla a zrcátka ve vozidlech a v technickém vybavení komunikací, čočky reflektorů, optická vlákna ve formě informačních sítí resp. jako usměrňovače světelných zdrojů (osvětlení, podsvícení přístrojů, atp.)

vlnová optika - interference světla na tenkých vrstvách skel (antireflexy čelních skel, vrstvy zajišťující omezení či zesílení určitých složek elektromagnetických vln), interferometrie (refraktometry pro kontrolu kvality provozních kapalin vozidel, vyhodnocovače kvality prostředí), difrakční podmínka meze rozlišení pro bodové zobrazovače ve vozidlech a v technickém vybavení komunikací, polarizační vrstvy (filtry) na čelních sklech dopravních prostředků

základy kvantové fyziky - termovizní systémy (detekce chodců, zvěře, výstupní kontrola výroby v automobilovém průmyslu), fotoelektrický jev jako princip nejrůznějších senzorů (fotodiody, fototranzistory, fotoodpory, fotočlánky - solární zdroje), kvantové detektory záření (moderní CCD prvky s nočním viděním, IR detektory)

fyzika struktury atomového obalu - výbojové zdroje (reflektory vozidel, osvětlení komunikací, letišť, logistických center, železničních stanic, atp.), lasery (přenos informací optickými vlákny, měření v dopravě - dálkoměry, rychlostní čidla, radary, detekce pohybu, detekce přítomnosti)

fyzika pevných látek - vlastnosti vodičů, polovodičů a izolantů (vodivost materiálů, polovodičové součástky pro dopravní techniku, vodivé a polovodičové součástky pro dopravní infrastrukturu), LED technika v dopravě

Sylaby odpřednášených a ke zkoušce vyžadovaných témat z předmětů Fyzika 1 (nově Fyzika) a Fyzika 2 (PEM, EMO, OEM) jsou pro studenty dostupné na webových stránkách fyziky na Ústavu K611.

Laboratorní cvičení z Fyziky 1 (FYZ) a Fyziky 2 (PEM, EMO, OEM)

Laboratorní cvičení z Fyziky 1 začínají obvykle v 2. výukovém týdnu úvodním cvičením, kde je studentům vysvětlen princip hodnocení přesnosti měřených veličin pomocí nejistot a spočteny jednoduché příklady pro stanovení nejistot přímo a nepřímo měřených veličin tak, jak to ukládají normy EU pro měření. Pro studenty tak začíná v laboratorním cvičení velmi náročná partie počítání nejistot měření, ve kterých nutně potřebují zvládnout parciální derivace funkcí více proměnných.

Zcela určitě víme, že žádný jiný ústav na FD tyto praktické informace a praktické návody ke stanovení nejistot veličin neposkytuje, ačkoliv v současné době musí být přístroje a měřené hodnoty veličin opatřeny údaji o nejistotách a výpočty jsou vždy nedílnou součástí jakýchkoli praktických měření. Jakékoli opomenutí výpočtu nejistoty v praktickém měření znamená velmi často znehodnocení vypovídací schopnosti výsledků.

Od požadavku na výpočet nejistot veličin bychom v žádném případě nechtěli ustoupit, protože pro studenty je to zřejmě na FD jediná možnost, jak se s problematikou přesnosti měření seznámit.

Od zimního semestru akademického roku 2015/2016 byl snížen počet úkolů měřených během jednoho cvičení. Dále byly od zimního semestru akademického roku 2016/2017 do laboratorního cvičení vybírány pouze takové úlohy, které demonstrují základní fyzikální myšlenky. Veš-

keré úlohy, které by alespoň částečně rozšiřovaly znalosti získané na přednáškách, byly vypuštěny (jednalo se např. o úlohu s optickými vlákny, úlohu na studium polarizace světla, Francův-Hertzův experiment a další). Úloha zkoumající vlastnosti optických vláken byla znovu zařazena do výuky předmětu PEM v zimním semestru akademického roku 2017/2018 po konzultacích s garanty oboru TUL.

Druhé laboratorní cvičení z Fyziky 1 (ve 3. výukovém týdnu) je věnováno měření rozměrů posuvnými měřítky a mikrometry a měření časových intervalů stopkami spolu se stanovením nejistot těchto veličin. V minulých letech jsme zjistili, že většina studentů postrádá základní dovednosti při měření rozměrů (neměli nikdy v ruce posuvné měřítko ani mikrometr). Dále studenti neumí odečítat z běžných analogových přístrojů. Toto cvičení zároveň slouží k procvičení výpočtu nejistot měřených veličin, a to s pomocí učitelů.

Od akademického roku 2016/2017 je cvičení ve 4. týdnu semestru věnováno podrobnému výkladu ke zpracování měření, které proběhlo ve 3. výukovém týdnu. Důvodem této změny je snaha o lepší pochopení problematiky výpočtů nejistot ze strany studentů. Dalším důvodem k zavedení výkladového cvičení k úvodnímu měření je nutnost naučit studenty správně zpracovávat a interpretovat grafy v tabulkovém procesoru. Studenti bohužel nezvládají základní dovednosti, jakými jsou správná volba typu grafu, popis os a měřítek, vytvoření legendy, atp.

V dalších týdnech semestru (tedy od 5. týdne) studenti **ve dvojicích** měří podle předem zveřejněného harmonogramu jednotlivé laboratorní úlohy, každá dvojice jinou. Měření dvojice provádějí zcela samostatně podle předem definovaných úkolů a zpracovávají z nich referáty. Studenti mají k dispozici na laboratorní cvičení skripta. Veškeré další informace k úlohám jsou dostupné na webových stránkách ústavu. Webové podklady obsahují například kartu úlohy se seznamem přístrojů a pomůcek k dané úloze, úkolem měření a podrobným popisem postupu měření. Dále je k dispozici ke každé úloze fotodokumentace a ve většině případů si lze prohlédnout videonávod, který slouží k podrobnějšímu seznámení s použitým typem přístrojů a jejich obsluhou a dále s průběhem vlastního měření. **Na měření musí studenti vyhotovit písemnou přípravu, která je zároveň první částí referátu z měření. Písemná příprava současně slouží jako dovolená pomůcka při absolvování vstupního testu na počítači před začátkem měření. Kvalita zpracování písemné přípravy je často rozhodujícím faktorem pro úspěšné absolvování testu. Studenti bohužel často spoléhají na vypracované přípravy neznámých autorů dostupné na internetu, z obsahem těchto příprav se neseznámí a poté reklamují vlastní neúspěch u vstupního testu.**

Vstupní test studenti vyplňují s použitím své přípravy. Test obsahuje 9 otázek k měřené úloze, každý student vyplňuje test sám. Správné odpovědi studenti naleznou výhradně ve skriptech k laboratornímu cvičení, a to buď přímo v návodu ke konkrétní úloze, nebo v teoretickém úvodu, který je společný vždy k několika úlohám s podobnou problematikou. Na vyplnění odpovědí v testu mají studenti 5 minut a je třeba **správně odpovědět na šest otázek. V případě, že student není u vstupního testu úspěšný, musí cvičení absolvovat v náhradním termínu.** Studenti se na náhradní termíny přihlašují pomocí webového rezervačního systému, počet nahrazení během semestru je omezen na 5. Zejména na začátku semestru studenti testy častěji opakují, důvod vidíme buď v nedostatečné domácí přípravě obecně, případně v nevhodně zpracované přípravě k měření, kde chybí podstatné informace k měřené úloze.

Psaní vstupních testů považujeme za nutné ze dvou důvodů:

1. Studenti bez potřebných vstupních znalostí měří úlohu pouze jako sled mechanických úkonů. S pomocí vyučujícího změří jen “nějaká” data bez patřičného propojení na fyzikální princip

úlohy. Absolvování úlohy tím ztratí na svém významu. Studentům následně činí velké problémy úlohu zpracovat, protože dostatečně neporozuměli jejímu průběhu.

2. Studenti měří s přístroji, které často představují statisícové částky (školní rentgen, termokamera, a další). Při měření je třeba dbát na bezpečnost práce, jejíž nedílnou součástí je seznámení s přístrojem, jeho použitím a dále s metodikou měření. Proto k měření nemůže přistupovat úplně nepoučený student. Vzhledem k obvyklému přístupu studentů ke studiu je třeba připravenost studenta na měření kontrolovat. V případě porušení bezpečnostních pokynů nese plnou zodpovědnost vyučující, tudíž je jeho právem požadovat od studentů přípravu na měření.

Úspěšné absolvování testu znamená osvojení principů úlohy a pochopení postupu měření.

Neznamená to však, že by studenti mohli bez naší pomoci úlohu změřit. Zvláště v laboratorních cvičeních z Fyziky 2 je nutné, aby toto cvičení vedli zkušeni učitelé, protože během měření je kromě popisu obsluhy přístrojů potřebné neustále studentům vysvětlovat související fyzikální fakta. Laboratorní cvičení z Fyziky mají ještě specifickou zvláštnost ve skutečnosti, že **problematika laboratorních úloh často předbíhá přednášenou látku**. Například o termomechanice (Fy 1), případně o RTG záření (Fy 2), studenti uslyší vždy až ke konci semestru, nicméně tyto úlohy se měří v průběhu celého semestru. Důvodem je harmonogram laboratorních úloh, který musí být připraven pro více laboratorních dvojic zároveň. Časové, finanční a prostorové možnosti laboratoří fyziky nedovolují provozování dostatečného počtu úloh v jednom právě odpřednášeném tématu. Dále nejsou možné jakékoli přestavby měřicích stanišť během semestru. Z tohoto důvodu mají studenti ke každé úloze k dispozici krátkou teoretickou stať ve skriptech pro laboratorní cvičení, která v dostatečné míře vysvětluje téma měřené úlohy. Podobný princip funguje na mnoha českých i zahraničních univerzitách a pro studenty těchto univerzit obvykle nepředstavuje výraznější problém.

K některým úlohám je teorie v rámci přednášek zmíněna pouze okrajově (typicky je odpřednášen základní princip), využití poznatků a jejich rozšíření směrem do praxe je pak předmětem laboratorních cvičení. Platí to zejména u úloh o rentgenovém záření, optických vláknech či polovodičích. Například optickými vlákny se studenti podrobněji zabývají pouze v laboratorním cvičení, princip činnosti a jejich charakteristiky, které měří, musí pochopit na základě návodu k úloze, který je k dispozici. Také tyto poznatky s přesahem do praxe jsou zmiňovány výhradně v teoretických statích k laboratorním úlohám.

Při čtyřech laboratorních dvojicích na učitele vzniká velký časový tlak na začátku cvičení, aby všechny dvojice začaly včas měřit a rozuměly tomu, co měří. To je dalším důvodem, proč je třeba naplnit podmínku určitých základních znalostí studentů k měřené úloze.

Ve studentských anketách se neustále ze strany studentů objevují výtky ke vstupním testům. Studenti testům vytýkají, že jejich obsah ne vždy souvisí s měřenou úlohou a dále, že je testy stresují. Za prvé, testy obsahují i otázky k řešení nejistot, které pro základní typy měření musí studenti zvládnout při vyhodnocení dat z jakékoliv laboratorní úlohy. Za druhé, testové otázky byly již mnohokrát redigovány a nebylo zjištěno, že by věcné otázky nesouvisely s danou měřenou úlohou. V konečném důsledku jsou testové otázky postaveny na tvrzeních, která studenti naleznou v teoretických statích a návodech k dané úloze. Jiné otázky se ve vstupních testech skutečně nevyskytují.

Bohužel studenti často u testů doplácí na nedostatky z učiva základní a střední školy a obecné neznalosti. V případě fyziky se tento problém pokoušíme řešit nabídkou kurzu středoškolské fyziky, který byl nově zaveden pro studenty v 1. semestru studia od akademického roku 2015/2016. Zájem studentů o tento kurz však zatím nenaplnuje očekávání. Bohužel více pro podporu studentů nelze v tomto udělat. Vysokoškolský kurz fyziky nemůže fungovat bez vektorových veličin a práce s nimi. Studenti si musí uvědomit, že pokud mají problém

s pochopením učiva, které se odkazuje na středoškolskou látku, je třeba si tyto neznalosti ve vlastním zájmu doplnit.

Stres jako důvod k odstranění testů vylučujeme, protože studenti k testu používají svoji přípravu a záleží jen na nich, jak je tato příprava kvalitní. Jak bylo zmíněno výše, velkým problémem je nedostatečná příprava k měření a nevhodně zpracovaná příprava k měření, ve které se studenti během testu obtížně orientují. Otázkou také je, do jaké míry je příprava vlastní prací studenta, který test absolvuje, a do jaké míry jsou studenti schopni vytvářet výtahy či recenze textu ve skriptech. V současné době je velkým trendem vydávat práci cizího autora za práci vlastní a ze strany vzdělávací instituce je to přehlíženo. Vyučující však mají dlouholetou praxi ve výuce laboratorních cvičení a dobře vědí, že přípravy, které byly vypracovány jiným autorem, studentům v testech neposkytnou potřebné znalosti.

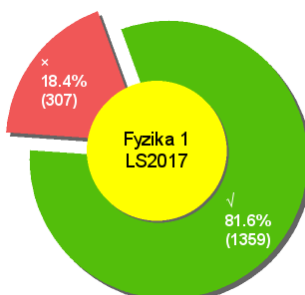
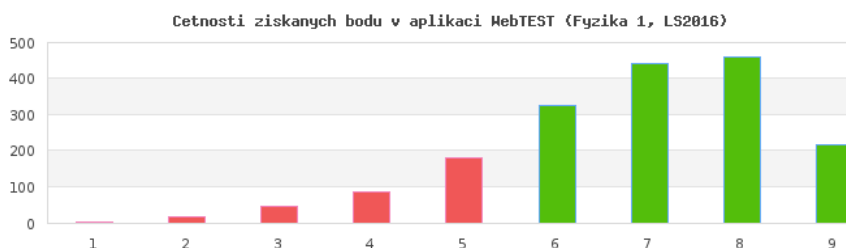
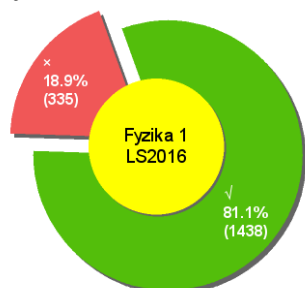
Stížnosti na obtížnost otázek ve vstupních testech jsme opětovně řešili a již mnohokrát jsme provedli úpravy, kterými jsme postupně vyřadili téměř všechna tvrzení týkající se širšího fyzikálního základu měřené úlohy a ponechali jsme pouze tvrzení týkající se přímo pochopení smyslu úlohy, postupu měření a výpočtu nejistot. Všechna tato fakta tvoří domácí přípravu, kterou student může při testu používat. Veškerá tvrzení pro testové otázky (často v doslovném přepisu) jsou čerpána výhradně ze skript pro laboratorní cvičení a z karet k úlohám, které jsou k dispozici na webu.

Vstupní test je ověření znalostí studenta, kvality jeho přípravy a schopnosti provést měření. Ověření těchto znalostí proběhne na začátku cvičení, tudíž cvičící získá rychlý přehled o připravenosti svých studentů. Většina času cvičení pak zbývá na vlastní měření a výrazně se omezí dříve častý problém, kdy byl vyučující nucen vykázat studenta v polovině cvičení pro naprostou neznalost, protože přípravy většinou spočívaly v oskenování stránek ze skript, případně v okopírování cizí práce, a student se v problému neorientoval. Domníváme se, že vykazovat studenty po absolvování části měření je nepedagogické. Dále není v našich časových možnostech ústně vyzkoušet na začátku cvičení všechny studenty a ještě včas rozběhnout měření.

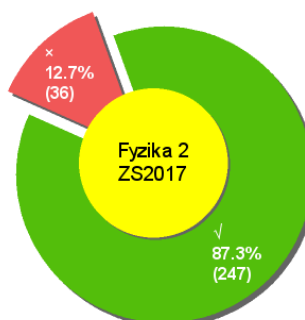
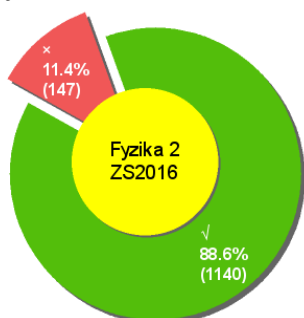
Grafy níže ukazují, jak studenti prospívají ve vstupních testech. Více než 80 % správně zodpovězených otázek v posledních dvou letech ukazuje, že obtížnost vstupních testů skutečně není tématem k diskusi. Je třeba zdůraznit, že systém webtest.fd.cvut.cz, který pro vstupní testy používáme, vypočítává statistiku ze všech absolvovaných otázek bez ohledu na osobu studenta (jde o celkovou statistiku záznamu zodpovězených otázek). Výsledky v červených polích často významně ovlivňují studenti, kteří se vytrvale odmítají přizpůsobit režimu laboratorních cvičení, častěji docházejí na náhradní termíny měření, testy absolvují vícekrát a také jsou v nich vícekrát neúspěšní. Naopak studenti, kteří se na laboratorní cvičení připravují svědomitě, nemají žádné problémy test absolvovat napoprvé. Celkový počet jimi absolvovaných otázek je nižší a z tohoto důvodu je statistika mírně zkreslená (skutečná úspěšnost podle studentů je vyšší).

Odmítáme jakékoli snahy o eliminaci vstupních testů. Naprostým nesmyslem je pak umožnění měření všem studentům bez rozdílu a navíc ještě oceňovat ty, kteří projeví alespoň minimální znalosti (princip pozitivní motivace v negativním slova smyslu). Myslíme si, že takový přístup k výuce nemá na vysoké škole místo, a věříme, že takový přístup nikdo na FD nepraktikuje.

Fyzika 1 (letní semestr 2015/2016 a letní semestr 2016/2017):



Fyzika 2 (zimní semestr 2016/2017 a zimní semestr 2017/2018):



Dále uvádíme příklad vstupního testu k úloze „Určení momentu setrvačnosti a modulu pružnosti ve smyku dynamickou metodou“ (jde o skutečný test, kdy student prospěl s 8 body):

Vyhodnocení:

1. Těleso, pro které určujeme moment setrvačnosti, zavěsíme na drát a provedeme

- měření relativního prodloužení drátu.
- měření normálového napětí v ose drátu.
- měření doby kyvu torzních kmitů tělesa.
- měření meze pevnosti v krutu.

2. Pro určení modulu pružnosti ve smyku materiálu drátu pomocí torzních kmitů

- stačí znát délku drátu, na kterém je těleso zavěšeno, a poloměr drátu.
- stačí znát moment setrvačnosti zavěšeného tělesa, délku drátu, na kterém je těleso zavěšeno a poloměr drátu.
- stačí znát moment setrvačnosti zavěšeného tělesa a poloměr drátu, na kterém je těleso zavěšeno.
- stačí znát moment setrvačnosti zavěšeného tělesa, délku drátu, na kterém je těleso zavěšeno, poloměr drátu a dobu torzních kyvů.

3. Moment setrvačnosti má jednotku

- $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$
- $\text{kg} \cdot \text{m}^2$
- $\text{kg}^2 \cdot \text{m}^2$
- $\text{kg}^2 \cdot \text{m}^{-1}$

4. Moment setrvačnosti kruhového prstence se s jeho hmotností

- kvadraticky zvětšuje.
- lineárně zmenšuje.
- nemění.
- lineárně zvětšuje.

5. K určení momentu setrvačnosti tělesa složitěho tvaru

- lze využít tepelné roztažnosti tělesa.
- lze využít tepelné kapacity materiálu tělesa.
- lze využít torzních kmitů tělesa.
- netze využít torzních kmitů tělesa.

6. Momenty setrvačnosti dvou těles se obecně sčítají, jestliže

- se tělesa otáčejí se stejnou úhlovou rychlostí.
- mají tělesa stejnou hmotnost.
- mají tělesa společnou osu rotace.
- jsou momenty setrvačnosti obou těles shodné.

7. Při měření času lze zmenšit nejistotu času

- tím, že měření provede jiný pozorovatel
- tím, že pozorovatel bude v laboratoři sám
- tím, že použijeme dvoje stopky najednou
- tím, že provedeme opakovaná měření

8. Pro kombinovanou standardní nejistotu u_x platí

- $u_x = \sqrt{u_{xA}^2 + u_{xB}^2}$
- $u_x = \sqrt{u_{xA}^2 + u_{xB}^2}$
- $u_x = u_{xA} + u_{xB}$
- $u_x = \sqrt{u_{xA} + u_{xB}}$

9. Při určení modulu pružnosti ve smyku dynamickou metodou

- je třeba uvažovat nejistoty typu A i typu B.
- převládá nejistota typu B a nejistotu typu A lze zanedbat.
- lze celkovou nejistotu měření zanedbat.
- je jeho nejistota nulová.

Správa sítě ČVUT Fakulta dopravní - komplex Horská, horskasit@fd.cvut.cz, tel.: +420 224 35 7960
 © Weblab verze LDAP 2.1 - Pham Son Tung, Ondřej Doležal, Petr Hnyk - poslední aktualizace: duben 2015

Z laboratorních úloh studenti vypracují referáty obsahující záznamy z měření, zpracování naměřených dat, výpočty podle úkolů měření spolu **se stanovením nejistot měřených veličin.** Měření a zpracování naměřených dat se snažíme studentům maximálně usnadnit a zbavit je zbytečných rutinních prací. Každá laboratorní dvojice má u měřené úlohy k dispozici počítač, který je buď přímo používán k provádění měření, nebo pomáhá při zpracování dat. Součástí softwaru každého počítače v laboratoři jsou programy pro lineární regresi a zpracování opakovaných měření. Všechny naměřené závislosti proto studenti mohou zpracovat přímo během cvičení, aby byli co nejméně zatěžováni vyhodnocením doma. Obvykle se však studenti během měření potýkají s problémy s administrativní prací na počítači a nesprávným zadáváním dat při zpracování závislostí (ačkoli mají správnou závislost popsanou v přípravě), čímž ztrácejí čas

a zpracování dat jim pak často zůstává na práci doma. Je však třeba říci, že náplň laboratorního cvičení velmi často vede k získání malého souboru dat (typicky 10 - 15 hodnot), jehož zpracování, získání průběžného výsledku (například hodnoty směrnice přímky) a dosazení do jednoho či dvou fyzikálních vzorců zabere naprosté minimum času v případě, že student rozumí teorii a průběhu měření úlohy.

Referát z měření je student povinen odevzdat nejpozději 14 dnů po měření. Při pozdějším termínu odevzdání je téměř jisté, že si student postup úlohy většinou již nepamatuje. Jestliže referát neodevzdá včas, projeví se tato skutečnost v hodnocení. Neodevzdá-li referát do měsíce, musí úlohu změřit znovu. Vzhledem k tomu, že podmínkou udělení zápočtu je naměření všech úloh dle harmonogramu, včasné odevzdání referátů z těchto úloh a jejich hodnocení, je ve vlastním zájmu každého studenta, aby splnil to, co je k získání zápočtu třeba. Žádný z vyučujících fyziky si nepamatuje případ, kdy by student musel úlohu naměřit znovu z důvodu neodevzdání referátu. Přetrvávajícím problémem jsou však "pomocné" referáty cizích autorů stažené z webu, které často ani neodpovídají postupu měření našich úloh a ve kterých se studenti sami nevyznají. Konzultace chyb v takové práci je pak se studentem velmi obtížná a často končí výzvou k celkovému přepracování, což studenti těžko přijímají. Bohužel zkušenosti cvičících jsou v tomto velmi bohaté a často jsou schopni takovou práci odhalit na první pohled. Diskuse se studenty je pak bezpředmětná.

Podmínkou pro získání zápočtu z laboratorního cvičení je odevzdání všech referátů z měření v odpovídající kvalitě. Měření, která student z důvodu absence neabsolvoval, nebo na ně nebyl dostatečně připraven, musí absolvovat v náhradním termínu, na který se přihlašuje pomocí webového rezervačního systému. Maximální počet přihlášení do webového systému je omezen na 5 v jednom semestru, což je při běžném počtu 9 měřených úloh (často i méně z důvodu svátku a dalších volných dnů vyhlášených děkanem či rektorem) více než polovina. Velmi zřídka se stává, že student vyčerpá všechny možnosti přihlášení na náhradní termíny měření. Tato situace se takřka bezvýhradně týká těch studentů, kteří své studijní povinnosti velmi zanedbávají či zcela ignorují.

Počínaje výukou Fyziky 1 v letním semestru akademického roku 2015/2016, kdy byl garantem předmětu prof. RNDr. Pavel Demo, CSc. (t.č. vedoucí katedry fyziky Fakulty stavební ČVUT), bylo v obou předmětech zrušeno bodové hodnocení ke zkoušce, které studenti získávali za laboratorní cvičení.

Předpokládáme, že studenti stráví přípravou na laboratorní cvičení z fyziky asi jednu až dvě hodiny týdně, zpracováním referátu další dvě hodiny. Vzhledem k ostatním předmětům se zřejmě jedná o velkou časovou zátěž, na kterou nejsou studenti připraveni a se kterou nepočítají. Vzniká tak u nich často dojem, že celý semestr se zabývají pouze fyzikou. Je však třeba říci, že velmi často je při zpracování referátů zdržují nedostatečné vědomosti a dovednosti nutné pro vypracování textu v MS Word a grafů v MS Excel (či jiných procesorů), u kterých vyžadujeme popis os a měřítek, legendy grafů atd. Tyto problémy jsou velmi dobře patrné i při měření a zpracování dat během výuky v laboratoři. Bohužel, předměty vyučující fyziku se tak stávají kromě své faktické náplně ještě náročnou disciplínou vzhledem ke zpracování dokumentu z měření. Vyučující fyziky bohužel nemohou studenty učit dovednostem při zpracování textu. Opět jde o problém, který musí každý student vyřešit individuálně. Pomoc vyučujících fyziky spočívá v tom, že bylo v rámci laboratorních cvičení z Fyziky 1 přidáno ve 4. týdnu výkladové cvičení k vyhodnocení prvního měření, které probíhá ve 3. týdnu. Cílem tohoto cvičení je posílit úroveň znalostí při zpracování naměřených dat, která je jedním ze základních pilířů analytických schopností budoucího inženýra a tím částečně odlehčit studentovi

při hledání správného postupu při zpracování měření. O to více může student věnovat samostudiu práce s počítačem.

V současné době je Fyzika na Fakultě dopravní jedním z mála předmětů, který studenty bakalářského studia soustavně vede k serióznímu zpracování dokumentů z měření. Náročnost a obtížnost fyzikálních předmětů je tak díky tomuto samozřejmě ve srovnání s jinými předměty podstatně vyšší. Bohužel se ve výuce neobejdeme bez vlastní samostatné práce studentů. Jestliže student o studium nemá zájem, ať už jsou důvody jakékoli, není žádných možností, jak ho k práci motivovat.

Seminární cvičení z Fyziky 1 (FYZ) a Fyziky 2 (PEM, EMO, OEM)

Rozsah předmětu je 0+2. Cvičení je věnováno procvičení odpřednášené látky formou příkladů. Seminární cvičení z Fyziky 1 i z Fyziky 2 (nově se budou tyto předměty nazývat odpovídajícím názvem předmětu) navštěvuje v průměru 60 - 70 % studentů zapsaných v ročníku. Od akademického roku 2015/2016 je závěrečný test koncipován jako písemná část zkoušky - studenti řeší 4 příklady, každý s hodnocením 0 - 2 body. Jestliže student dosáhne v závěrečném testu hranice alespoň 5 bodů, postupuje přímo k ústní části zkoušky. Nárok na body vzniká splněním podmínky minimálního počtu navštívených cvičení (většinou je vyžadováno 75 % a více). Studenti podruhé zapsaní mohou předmět navštěvovat i bez zápisu do indexu. Pokud student získal v 1. zápisu předmětu zápočet z laboratorních cvičení a v rámci 2. zápisu navštěvuje výpočtová cvičení pro 2. zápis (viz níže), bude závěrečný test absolvovat v rámci výpočtových cvičení. Test v rámci seminárního cvičení je pro něj bezpředmětný.

Seminární cvičení je pro studenty nepovinné. Opět je na každém studentovi, aby zhodnotil své schopnosti a ochotu pracovat v průběhu semestru na přípravě ke zkoušce. Seminární cvičení má studentovi pomoci k získání jisté "rutiny" při výpočtu příkladů. Absolvování předmětu však není zárukou úspěšného složení zkoušky. Opět je vhodné, aby se student věnoval samostudiu a poznatky získané pro řešení vzorových příkladů použil při řešení obdobných zadání. Cílem však je naučit se postup výpočtu nazpaměť, ale naučit se přemýšlet a postup při řešení umět zdůvodnit s ohledem na teorii.

Výpočtová cvičení pro studenty 2. zapsaní (FYZ, PEM, EMO, OEM)

Studenti 2. zápisu absolvují znovu celý předmět, laboratorní cvičení (pokud z něj získali zápočet) znovu neabsolvují, ale navštěvují pro ně vyhrazené výpočetní cvičení. **Účelem tohoto opatření je na jednoduchých příkladech probrat a dostatečně zopakovat celou látku daného předmětu. K tomuto účelu vznikly sady tzv. rámcových příkladů, které cvičící používá při výkladu. Je třeba zdůraznit, že důležitým aspektem cvičení je snaha o pochopení základních principů vedoucích k systematickému řešení problémů. V tomto přístupu není důležitý výsledek řešení, ale cesta k řešení. Z tohoto důvodu neobsahují rámcové příklady postupy řešení ani výsledky.** Mnoho řešených příkladů mají studenti k dispozici ve skriptech pro přednášky i pro seminář, další řešené příklady naleznou v odkazech na doporučenou literaturu (tištěnou i elektronickou). V tuto chvíli **je zbytečné, ba dokonce nežádoucí generovat další sady příkladů, které by obsahovaly výsledky. Rámcové příklady mají studenty naučit přemýšlet a zamezit pokusům učit se postupy příkladů nazpaměť.**

Cvičení probíhají každý týden od 2. do 13. týdne semestru a jsou pro studenty nepovinná. Pro druhý zápis předmětu nelze v rámci výuky vytvořit termín v rozvrhu, vždy je nutné před začátkem semestru nalézt vhodný čas a volnou místnost dle aktuálního rozvrhu všech kroužků a místností. Bohužel se často stává, že zvolený termín nevyhovuje všem dotčeným studentům. Z tohoto důvodu nevyžadujeme na cvičeních pro 2. zápis povinnou účast. Je opět na každém

studentovi, jaký zvolí přístup k řešení své situace. Pokud bude cvičení navštěvovat, jsme schopni mu vysvětlit potřebné partie fyziky pro úspěšné zvládnutí zkoušky. Samozřejmě očekáváme, že přístup studenta k výuce bude aktivní. V nahrazujících předmětech FYZ, PEM, EMO a OEM bude 2. zápis předmětu koncipován stejně.

V posledních týdnech semestru probíhá závěrečný test, studenti řeší 4 příklady, každý je hodnocen v rozsahu 0 - 2 body. Celkem je tedy možné získat 8 bodů. Základním kritériem k udělení zápočtu jsou 3 body. O této podmínce jsou studenti předem informováni. Vhodné minimální kritérium k získání zápočtu je nutné, protože jinak by zápočet získali vždy všichni studenti, což by bylo nesrovnatelné s podmínkami 1. zápisu obou předmětů, kde je získání zápočtu podmíněno úspěšným absolvováním vstupních testů v laboratořích a odevzdáním všech naměřených úloh. Zápočtový test pro 2. zápis předmětu má vždy možnost jedné opravy. Jestliže student z testu získá alespoň 5 bodů, postupuje přímo k ústní části zkoušky.

Bodové hodnocení předmětů Fyzika 1 (FYZ) a Fyzika 2 (PEM, EMO, OEM)

Pro všechny předměty je bodový systém shodný. Bodový systém je od akademického roku 2015/2016 od základu změněn, autorem změn je tehdejší garant předmětu prof. RNDr. Pavel Demo, CSc. Bodové hodnocení studentů vychází ze zkušenosti prof. Demo s výukou studentů na Fakultě stavební ČVUT. Tento přístup zaručuje plnou srovnatelnost požadavků na znalosti z fyziky napříč fakultami ČVUT, což by mělo být základním kritériem hodnocení v rámci jedné vzdělávací instituce. Pokud má vedení FD ČVUT jinou představu o přístupu k hodnocení studentů, budou tyto požadavky v ostrém kontrastu s rovným přístupem v rámci ČVUT.

Pro oba zápisy předmětů Fyzika 1 i Fyzika 2 platí shodné bodové škály a stejně tomu bude i v následujících semestrech, kdy se naplno rozběhne výuka předmětů FYZ, PEM, EMO, OEM.

V 1. zápisu předmětu získávají studenti zápočet za práci odvedenou v rámci laboratorních cvičení. Závěrečný test absolvují v rámci Seminárního cvičení. Test je hodnocen v rozsahu 0 - 8 bodů (4 příklady po 0 - 2 bodech). Jestliže student získá alespoň 5 bodů, postupuje přímo k ústní části zkoušky. Podmínkou získání bodového hodnocení z testu je alespoň 75 % účast na Seminárním cvičení. Jestliže student získal zápočet z laboratorních cvičení, nicméně nesplnil podmínky Seminárního cvičení, případně nedosáhl hranice 5 bodů, dostaví se na zkoušku z předmětu, kde standardně absolvuje písemnou část zkoušky.

Studenti 2. zápisu předmětů Fyzika 1 i Fyzika 2 absolvují závěrečný test v rámci výpočtových cvičení pro 2. zápis. I zde je test hodnocen v rozsahu 0 - 8 bodů (4 příklady po 0 - 2 bodech). Jestliže student získá alespoň 5 bodů, postupuje přímo k ústní části zkoušky. **Kritériem k získání zápočtu jsou 3 body.** Vzhledem k existenci minimálního kritéria k udělení zápočtu mají studenti 2. zápisu možnost jedné opravy závěrečného testu. Studenti 2. zápisu mohou ve svém vlastním zájmu navštěvovat i Seminární cvičení, závěrečný test v rámci Seminárního cvičení však neabsolvují, tudíž se na ně nevztahuje ani podmínka povinné docházky.

Písemná část zkoušky v obou předmětech obsahuje čtyři příklady, každý příklad je hodnocen v rozsahu 0 - 2 body. Jestliže student získá alespoň 5 bodů, postupuje k ústní části zkoušky.

Ústní část zkoušky probíhá formou rozhovoru zkoušejícího se studentem, přičemž jsou zadána 2 témata z odpřednášené látky. Ústní část zkoušky absolvují všichni studenti, kteří splní minimální bodovou hranici z písemné části. Výběr témat ústní části je objektivní, studenti losují čísla otázek z osudí. Seznam ústních otázek je pro všechny vyučované předměty zveřejněn na webu a odpovídá sylabu přednášek. Student by měl u ústní části prokázat, že dané problematice rozumí a je schopen svými slovy interpretovat nejen teoretickou, ale i praktickou stránku tématu. Jestliže student neprokáže potřebné znalosti u ústní části, musí zkoušku absolvovat v jiném termínu. Výsledek písemné části se ale studentovi započítává i v následujícím termínu, nemusí tedy znovu absolvovat písemnou část zkoušky.

Vybrané statistiky výsledků předmětu Fyzika 1

Statistiky jsou vypracovány pro předměty Fyzika 1 a Fyzika 2. Vzhledem k tomu, že navazující předměty FYZ, PEM, EMO a OEM ještě nebyly vyučovány (případně jejich výuka zatím neposkytuje žádná data), nelze pro navazující předměty generovat jakékoli statistické výsledky. Počet zapsaných studentů v jednotlivých semestrech výuky předmětu Fyzika 1 mírně klesá, nicméně počet těch, kteří studium vzdají (a to zejména hned začátkem semestru) strmě roste. Příčiny vidíme zejména v celkovém nezájmu studentů o studium (jde o předmět ve 2. semestru, mnoho studentů odchází na jiné VŠ, případně ukončují studium z jiných důvodů) a v rostoucím trendu odkládání povinností, kdy studenti splní v 1. zápisu předmět měření v laboratořích a na zkoušku se soustředí až ve 2. zápisu. Toto přisuzujeme změnám, které nastaly v systému školství - zejména jde o nástup státních maturit a následné zrušení přijímacího řízení na FD. Výrazně tak vzrostl počet studentů, kteří zanechávají studia. Pravděpodobným důvodem je nezájem o studium a dále nižší schopnost a ochota přizpůsobit se nárokům kladeným na studenta technické VŠ. Bohužel se toto stává všeobecným trendem, který je navíc podporován názory studentů vyšších ročníků a některých pedagogů, které jsou na mladší studenty přenášený zejména prostřednictvím sociálních sítí a v rámci oblíbených seznamovacích pobytů pro studenty nastupujících 1. ročníků.

K závěrečným testům a k formě písemné části zkoušky je třeba říci, že studenti velmi často doplácí nikoli na neznalosti fyziky, ale na problémy s matematickými operacemi při výpočtu, na neznalosti v oblasti jednoduché vektorové analýzy (hledání úhlu mezi vektory, velikost vektoru, součty a součiny vektorů a další). Velkým problémem je také nesoustředěnost při čtení zadání a řešení něčeho, co není předmětem zadání. Studenti často v písemných testech chybují v naprosto triviálních věcech. Nezřídka se objevují **chyby v algebraických úpravách** (některé z nich se ovšem opakují, takže jde zřejmě o systematické chyby). Častými problémy jsou dále **nerespektování přednosti matematických operací, nesmyslné provedení jednoduchých derivací, resp. integrací** (možná proto, že ve fyzice používáme i jiná písmenka než x), **neschopnost dosadit podmínku** do obecného řešení a často i takovou **podmínku nalézt v textu zadání, nepochopení pojmů vektor a skalár** (např. prosté sčítání složek při určování velikosti vektoru), **neznalost základů vektorové analýzy** (což je mimochodem pro fyziku stěžejní), **neschopnost rozlišit mezi pojmy závislá a nezávislá proměnná**, **neschopnost popsat funkční závislost a nakreslit ji**.

Z provedené analýzy lze poměrně snadno vydedukovat, že problémem nízkého bodového hodnocení testů **nejsou ve valné většině problémy vyplývající z neznalosti fyziky**. Studenti si do výuky předmětu (resp. do studia na VŠ) nepřinášejí dostatečné znalosti matematiky a fyziky úrovně základní a střední školy jako nástroje pro popis a řešení problémů každodenního života technicky zaměřeného studenta. Není v silách vyučujících fyziky, aby tyto elementární neznalosti studenty doučovali. Je v zájmu každého studenta, aby na sobě pracoval a snažil se doplnit to, co mu chybí z výše zmíněných poznatků. Předmětem výuky fyziky na technické univerzitě skutečně není učit studenty algebraické úpravy, práci s vektory a podobné elementární věci.

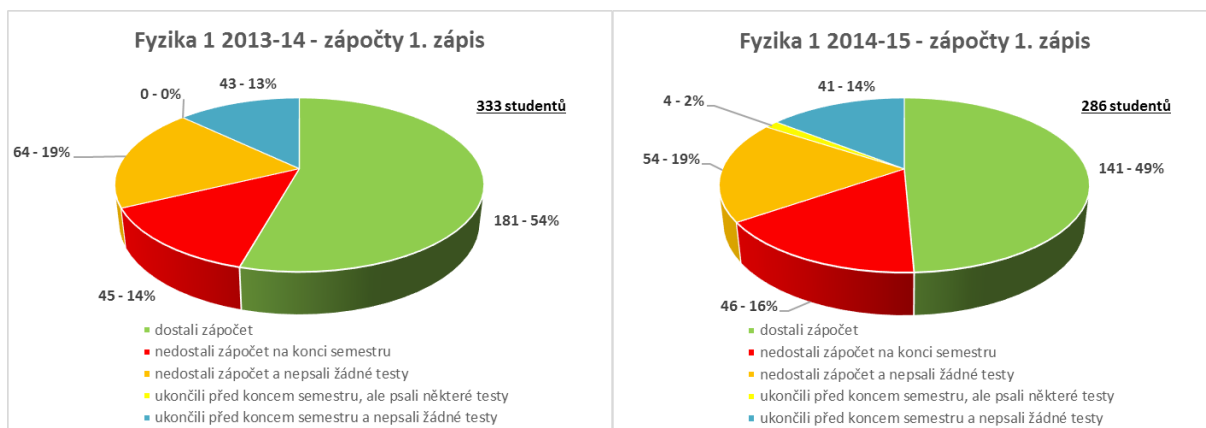
Požadavkem studentů, který vyplývá z anket a diskusí, je získat vzorové příklady s úplným řešením a pravděpodobně se učit postupy jejich řešení nazpaměť. Bohužel koncepce fyzikálních předmětů na FD vyžaduje schopnost zamyslet se nad řešenou situací, což činí mnoha studentům problémy. Velká skupina studentů by s tím neměla výraznější potíže, nicméně jejich dosavadní život nebyl podobnou zkouškou schopností zatížen. Přístup k výuce a hodnocení předmětu se jim pak zdá jako nepřekonatelná překážka. Je však třeba upozornit, že problém není v mnoha případech způsoben fyzikou jako takovou a její výukou na FD, což bylo potvrzeno i během krátkodobého působení garantů z Fakulty stavební ČVUT. Celý proces ovlivňuje předchozí úroveň vzdělání, dosavadní tlak, který byl (či spíše nebyl) na studenty vy-

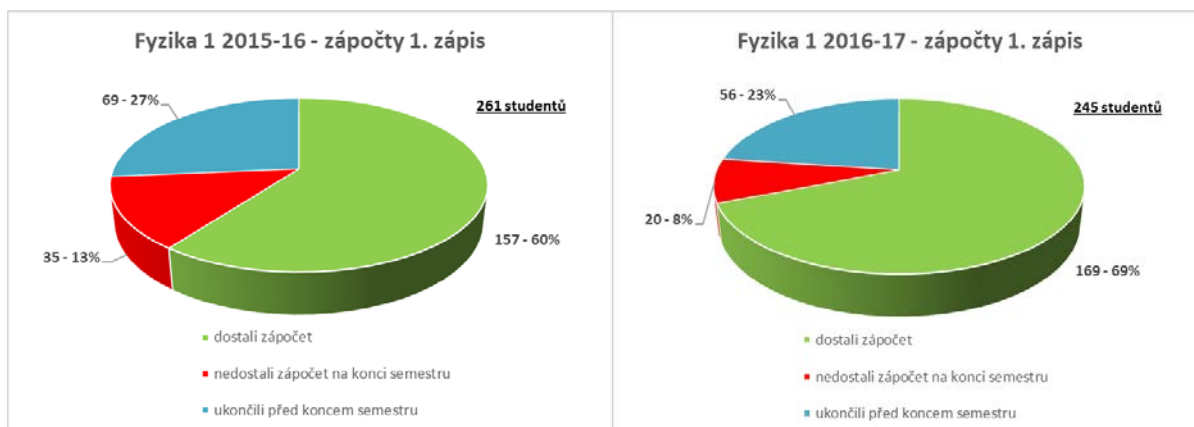
víjen, a v neposlední řadě i přístup navazujících předmětů na FD ČVUT - jde zejména o nerespektování nástrojů a znalostí, které studenti získají v kurzech matematiky a fyziky, a dále otevřená a často cílená nespolupráce mezi některými Ústavu FD a Ústavem aplikované matematiky K611.

Dále je třeba zdůraznit, že většina "problémů" s výukou fyziky na FD vyplývá z neochoty vyučujících fyziky spolupodílet se faktické likvidaci slušné úrovně výuky z důvodu snižujícího se počtu zájemců o studium na FD a z toho plynoucí nižší příliv financí ze státního rozpočtu. Fakulta dopravní si musí uvědomit, že pouhá výuka studentů nezabezpečí finanční zdroje pro dobré fungování instituce. **Je třeba hledat vhodnější způsoby financování, zejména výrazně zlepšit odbornou činnost fakulty a získávat finance za kvalitní vědecké výsledky. Poznatky získané z odborné činnosti pedagogů se poté promítají do kvalitnější výuky v oborech, což vede ke zvýšenému zájmu o studium. Zvyšování počtu studentů, jejichž zájem o technické obory vytrvale klesá, přizpůsobování úrovně předmětů jejich "potřebám" a odstraňováním nepohodlných předmětů ze studijních plánů jen dále podkopává již tak nevalnou pověst Fakulty dopravní v rámci ČVUT i v rámci ČR.** Tyto poznatky se snažili sdělit vedení FD také oba předchozí garanti předmětu Fyzika 1 a Fyzika 2 prof. RNDr. Pavel Demo, CSc. a prof. Ing. Jiří Novák Ph.D. (oba z Katedry fyziky FSv ČVUT), nicméně tato kritika (jakkoli pravdivá a pro budoucnost fakulty důležitá) nebyla vedením FD přijata.

1. Zápočty z předmětu Fyzika 1, 1. zápis

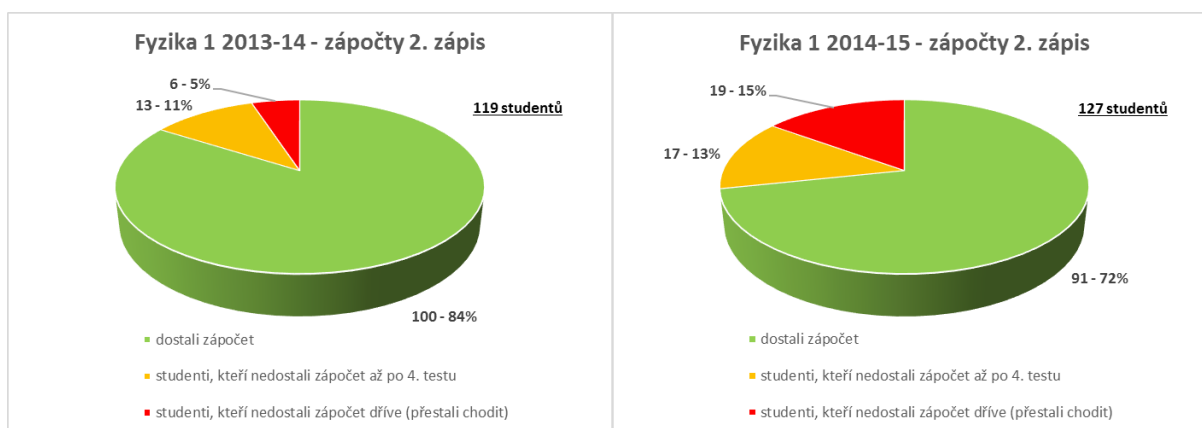
Udělení či neudělení zápočtu v 1. zápisu předmětu Fyzika 1 závisí na dvou faktorech - schopnosti studentů prospět při vstupních testech do laboratorních cvičení a dále dodržovat stanovené termíny odevzdání referátů. V průběhu sledovaných let kolísá procentuální podíl udělených zápočtů mezi 50 - 70 % (viz grafy níže). Tato situace je důsledkem toho, že mnoho studentů sice do začátku semestru nastoupilo, nicméně studia brzy zanechali (vycházíme z počtu studentů, kteří skutečně začnou měřit laboratorní úlohy v 5. týdnu semestru). Druhá skupina měla sice předmět zapsaný, ale v podstatě jej ani nenavštěvovala (modrá pole). Počet studentů, kteří zanechali studia během semestru je od akademického roku 2015/2016 hůře stanovitelný. Důvodem je zrušení průběžných testů během semestru, které byly vhodným ukazatelem vývoje počtu aktivně studujících studentů. Lze tak pouze stanovit počet studentů, kterým nebylo možné udělit na konci semestru zápočet, protože jejich studium bylo již v té době ukončené. Celkově je počet těchto studentů nižší než v předchozích letech, nicméně je třeba brát v úvahu výrazně nižší počet studentů zapsaných do předmětu na začátku semestru. Je třeba si uvědomit, že student, kterému je ve 2. semestru ukončeno studium, neukončuje studium z důvodu, který by způsobila fyzika. Nic na tom nezmění ani názory některých starších studentů a členů akademické obce FD.

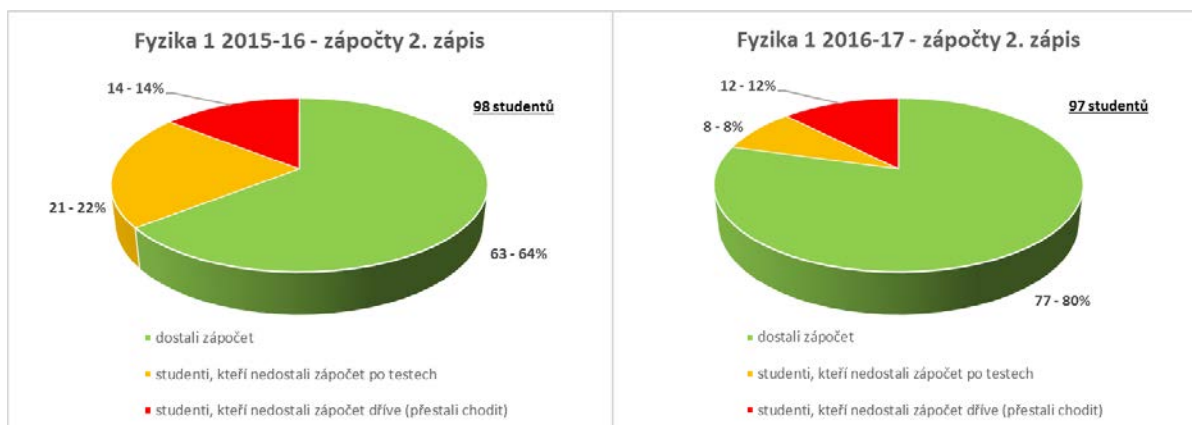




2. Zápočty z předmětu Fyzika 1, 2. zápis

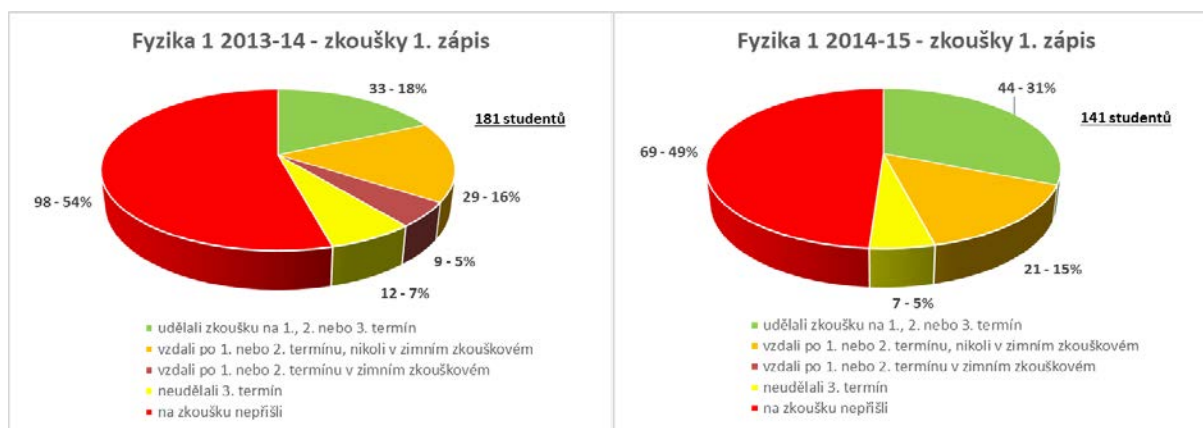
Vývoj počtu udělených zápočtů v průběhu let nijak výrazně nevybočuje (viz grafy níže). Počet studentů, kteří zapisují předmět Fyzika 1 napodruhé, kolísal dříve v rozmezí cca 115 - 135, od akademického roku 2015/2016 tento počet klesl pod 100, což přisuzujeme nižšímu počtu studentů zapsaných do předmětu Fyzika 1 obecně. Zápočet obvykle získává více než 75 % studentů, kteří mají předmět na 2. zápis. Zde je třeba zdůraznit, že jediným kritériem udělení zápočtu je minimální počet 3 bodů ze závěrečného testu, test lze navíc ještě absolvovat v opravném termínu. V roce 2014/15 zaznamenáváme nárůst počtu studentů, kteří nedostali zápočet. Tato data je třeba rozdělit do dvou částí - na studenty, kteří skutečně využili všech možností k získání zápočtu (zúčastnili se dle tehdejších podmínek všech čtyř testů během semestru) a na ty, kteří zanechali studia (nepisali všechny průběžné testy). Zatímco v první skupině jde o procentuální nárůst z cca 11 % na 13 %, což nepovažujeme za problematické, ve druhé skupině vzrostl tento podíl z 5 % na 15 %. Domníváme se, že vzdát studium ve 2. zápisu předmětu nemohou ti studenti, kteří mají o studium skutečný zájem. Po změnách ve výuce od akademického roku 2015/2016 došlo nejen k poklesu celkového počtu studentů zapsaných do předmětu, což je spíše projevem obecného stavu na FD, ale zejména k procentuálnímu poklesu počtu udělených zápočtů. S ohledem na podmínky udělení zápočtů vzrostl počet studentů, kteří nedostali zápočet, ačkoli se zúčastnili řádného i opravného zápočtového testu. Jde o podobný jev, který pozorujeme u písemné části zkoušky v případě studentů 1. zápisu (viz dále). Výsledkem je, že ke zkoušce postoupilo v akademickém roce 2015/2016 pouze 64 studentů 2. zápisu z celkového počtu 98 zapsaných. V posledním sledovaném akademickém roce 2016/2017 již opět narůstá procentuální počet udělených zápočtů. Domníváme se, že studenti touto dobou pochopili, že k získání zápočtu je třeba vynaložit odpovídající snahu, která se jim nakonec vyplatila nejen u zápočtu, ale zejména poté u zkoušky.

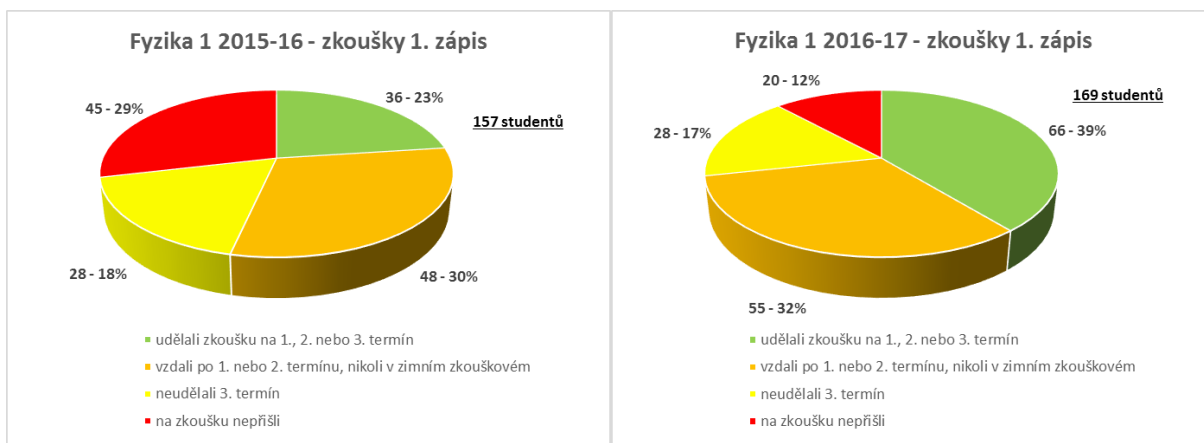




3. Zkoušky z předmětu Fyzika 1, 1. zápis

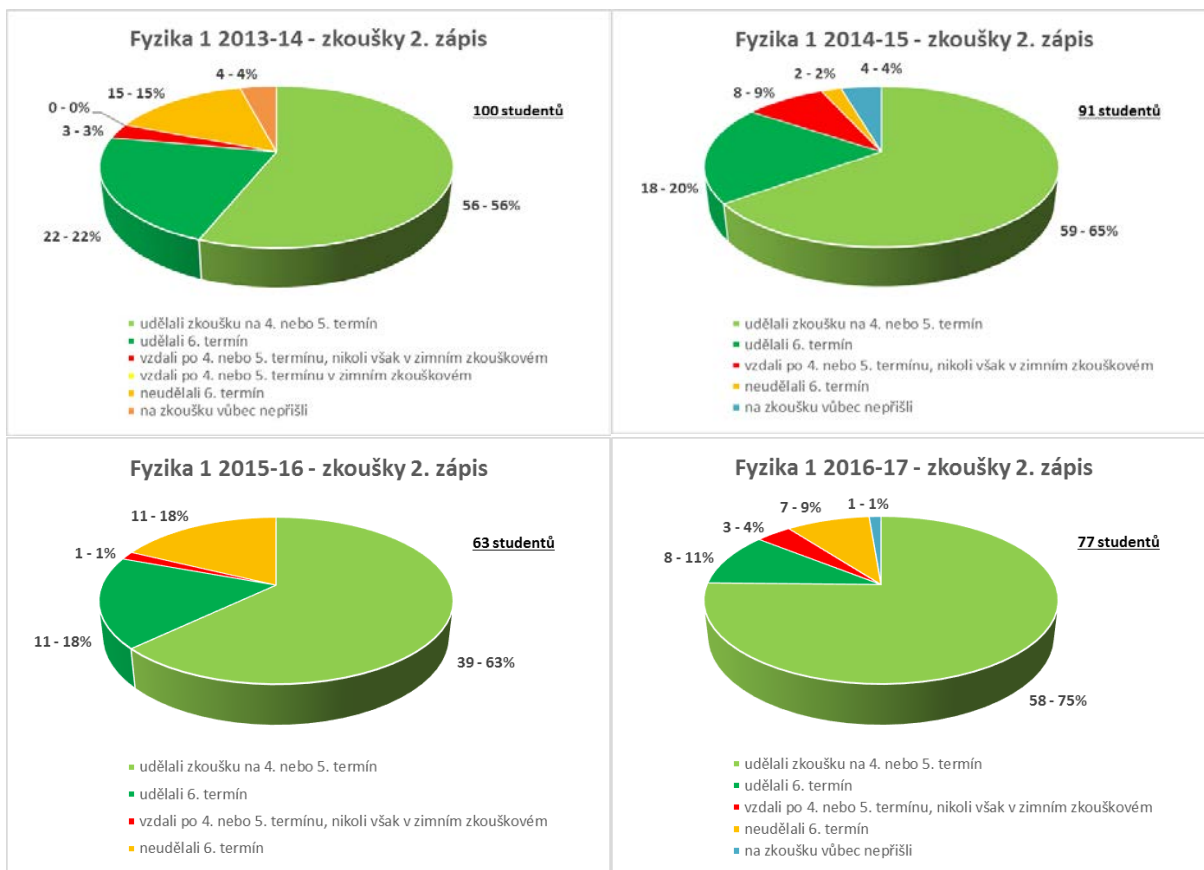
Trendy z přechozích let se stále opakují, nicméně v posledních letech se problémy prohlubují, viz grafy níže. Podle našich analýz byl dříve největším problémem statistik výsledků u zkoušek z předmětu Fyzika 1 na 1. zápis nezájem studentů. Ačkoli zápočet získal relativně velký počet studentů, ke zkoušce se nedostavilo ani v jednom termínu téměř 45 % studentů. Nezájem se v průběhu let prohluboval, v roce 2013/14 se na zkoušku nedostavilo až 54 % studentů. Část z nich ponechává studium na 2. zápis a ostatní bezdůvodně zanechávají studia. Další skupinou jsou ti, kteří nevyužijí všech termínů k získání zkoušky v 1. zápisu. Pouhých 5 - 8 % studentů je odkázáno na 2. zápis poté, co neudělali zkoušku na 3. termín. V tomto světle je počet studentů, kteří zkoušku udělali na 1. zápis stále pozitivní, ačkoli jde procentuálně o 18 - 24 % studentů, kteří získali zápočet. V akademickém roce 2015/2016 došlo k výrazné změně statistických výsledků. Důvodem jsou zejména změny v hodnocení u zkoušek, které přinesl tehdejší garant předmětů Fyzika 1 a Fyzika 2 prof. RNDr. Pavel Demo, CSc. V rámci nového hodnocení získalo zkoušku na 1. zápis 36 studentů. Ačkoli výrazně vzrostl počet studentů, kteří se v 1. zápisu dostavili ke zkoušce (celkem 71 % z těch, kteří získali zápočet), zůstává velká skupina studentů, kteří nesplní kritérium 5 bodů k postupu k ústní části zkoušky. Jde o téměř 68 % z těch, kteří se vůbec dostavili ke zkoušce. V akademickém roce 2016/2017 odpovídá počet těchto studentů hodnotě 56 %. Možné příčiny byly analyzovány na různých místech tohoto dokumentu a je třeba brát je velmi vážně. Podotýkáme, že ve valné většině případů je volba příkladů k písemné části zkoušky taková, aby obtížnost odpovídala spíše středoškolské fyzice. Obecně vzato by obtížnost předmětu Fyzika 1 měla být plně srovnatelná s ostatními fakultami ČVUT. Nastavením pravidel totožných s požadavky na Fakultě stavební ČVUT garant předmětu ukázal, že příčinou nízké průchodnosti není způsob a kvalita výuky fyziky na FD. Příčiny je třeba hledat v komplexním přístupu FD k výuce všech předmětů a v nastavení požadované úrovně kvality přijímaných studentů dané přijímacím řízením.





4. Zkoušky z předmětu Fyzika 1, 2. zápis

Ve výsledcích studentů, kteří mají Fyziku 1 na 2. zápis, nezaznamenáváme problémy. Z celkového počtu udělených zápočtů získá zkoušku okolo 75 % studentů (grafy níže). V akademickém roce 2015/2016 tento počet vzrostl až na 81 % a má dále rostoucí tendenci. Je velmi pozitivní, že téměř všichni studenti, kteří získali zápočet, se také dostavili ke zkoušce. Ti, kteří nakonec u zkoušky neuspěli, absolvovali většinou maximální počet termínů. Ze statistik vyplývá, že volba minimálního bodového kritéria k udělení zápočtu ve 2. zápisu je správná. Dojde k selekci studentů, kteří svými schopnostmi a přístupem mají šanci zkoušku úspěšně absolvovat. Studenti 2. zápisu předmětu chápou, že požadavky předmětu Fyzika 1 jsou neměnné. Nezbyvá tedy, než se jim přizpůsobit a začít individuálně pracovat na vlastním růstu. Výsledky studentů u zkoušek ukazují, že se to daří, a předpokládáme, že se to projevuje i v lepším pochopení látky v oborových předmětech, které se bez znalosti základních fyzikálních principů neobejdou.



Vybrané statistiky výsledků předmětu Fyzika 2

Analýza předmětu Fyzika 2 nemusí být zdaleka tak podrobná, protože v předmětu Fyzika 2 se potýkáme s výrazně menšími problémy v porovnání s předmětem Fyzika 1. Je nutné říci, že studenti vyšších ročníků mají obecně lepší přístup ke studiu, navíc jde o skupinu těch, kteří mají o studium skutečný zájem. Fyzika 2 je navazujícím předmětem Fyziky 1, studenti většinou upřednostňují vykonání zkoušky z Fyziky 1 a poté se dostaví ke zkoušce z Fyziky 2. V uplynulém semestru akademického roku 2017/2108 se potýkáme s mírným nárůstem počtu studentů, kteří se pokoušejí o zkoušku z Fyziky 2, aniž by měli vykonanou zkoušku z Fyziky 1. Vzhledem k překotným změnám ve výuce to lze do jisté míry chápat, studenti si nemohou být jisti skladbou předmětů ani v následujícím semestru, protože zásah vedení FD do harmonogramu výuky může být nenadálý a nepředvídatelný. Stále však platí, že předmět Fyzika 2 tématy navazuje na Fyziku 1 a je více než vhodné vykonat nejdříve zkoušku z Fyziky 1 a její poznatky pak využít ve Fyzice 2. Stejná návaznost učiva bude platná také pro předmět FYZ a na ní navazující PEM, EMO, OEM.

V posledních letech pozorujeme výrazný úbytek počtu studentů, kteří zapisují předmět Fyzika 2. Podle našeho názoru je toto způsobeno obecně nižším počtem studentů, kteří nastupují do 2. ročníku studia. Vzhledem k nastavení akreditace, chybějícímu přijímacímu řízení a obecnému nezájmu o studium na FD pracujeme na Fakultě s velkou skupinou studentů, kteří se nezajímají o technický obor doprava. Tito studenti postupně zanechávají studia, případně je k tomu donutí potíže se splněním kritéria minimálního počtu kreditů k postupu do dalšího semestru. Tato situace se naopak v kladném slova smyslu promítá do průběhu výuky předmětu Fyzika 2 - zápočet z předmětu získává výrazně vyšší procento studentů než v předmětu Fyzika 1, a to jak v rámci 1. zápisu, tak i ve 2. zápisu předmětu. Také úspěšnost u zkoušek je výrazně vyšší než ve Fyzice 1. Fyziku 2 totiž absoluuje skupina studentů, která většinou skutečně studovat chce a také podle toho pracuje. Ve výuce nemají místo ti, kteří systematicky bojkotují jakákoli pravidla, neprospívají a tím zhoršují statistická data předmětů. Je však třeba umět se takových studentů zbavit a tím dát ostatním najevo, že bez systematické práce nelze dosáhnout úspěchu. Toto se na Fakultě dopravní bohužel zatím děje pouze v omezené míře.

Do výuky předmětu Fyzika 2 se však stále více či méně přenáší problémy, které byly zmiňovány jako kritické při výuce předmětu Fyzika 1. Přes veškerou snahu se vyučujícím fyziky ani v předmětu Fyzika 2 nedaří některé studenty přesvědčit, že jejich nedostatky a z toho vyplývající nízké bodové hodnocení vyžadují zaměřit se již na vstupní předpoklady předmětu Fyzika 1. Studenti se musí soustředit na omezení chyb v algebraických úpravách, orientovat se v problémech přednosti matematických operací, provádět jednoduché derivace, resp. integrace, dosazovat podmínky do obecného řešení a nalézt tyto podmínky v textu zadání, rozlišovat pojmy vektor a skalár a bezpečně znát základy vektorové analýzy (velikost a směr vektoru, skalární a vektorový součin, úhel mezi vektory). Ačkoli tyto vstupní požadavky neustále opakujeme, studenti na ně v některých případech nereflektují a poté mají výtky k velké obtížnosti zadání. Ačkoli je takových studentů v ročníku menšina, obracejí se někteří se svými problémy na určité osoby na Fakultě dopravní a požadují od nich změny, které by jim nastavily snazší podmínky k absolvování studia. Následkem tohoto vznikají snahy o zásah do výuky fyziky, nicméně oprávněnost takových změn je s ohledem na skutečný počet stěžujících si studentů přinejmenším sporná.

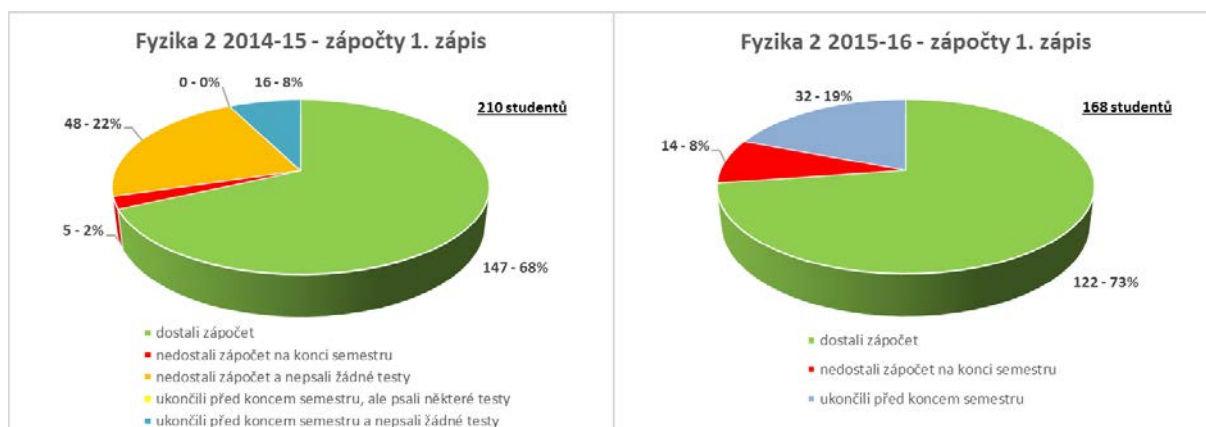
1. Zápočty z předmětu Fyzika 2, 1. zápis

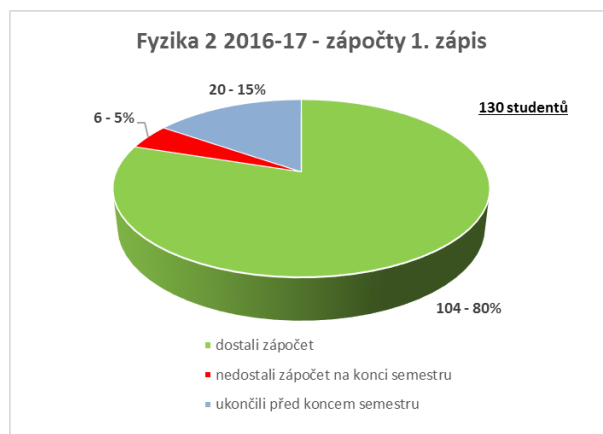
Procento studentů, kteří v 1. zápisu předmětu Fyzika 2 získají zápočet, je znatelně vyšší, než v případě Fyziky 1 (viz grafy níže). Je však třeba říci, že v předmětu Fyzika 2 je zapsán výrazně nižší počet studentů než ve Fyzice 1. V předmětu je také mnohem méně studentů, kteří o studium nejeví zájem a postupně by během semestru studia zanechávali. V roce 2014/15 získalo

zápočet více než 68 % studentů, v dalších letech procentuální podíl studentů s uděleným zápočtem vytrvale roste, v posledním semestru (2016/2017) již atakujeme hranici 80 %.

Pro vysvětlení je třeba analyzovat skupinu studentů, která zápočet nezískala. V akademickém roce 2014/2015 (tedy před zavedení změn novým garantem prof. Demo z FSv ČVUT) představovala skupina těch, kteří během semestru nenapsali žádné průběžné testy (tedy přestali navštěvovat cvičení ještě před 1. průběžným testem a pravděpodobně počítají s 2. zápisem předmětu, protože studium neukončili) až 23 % všech studentů 1. zápisu předmětu. Zároveň se objevila početná skupina, která si sice předmět zapsala, ale již v průběhu semestru ukončila studium na FD (dalších 8 %). V následujících letech můžeme vzhledem ke změnám v systému výuky sledovat pouze studenty, kteří zanechali studia během semestru (v systému KOS jsou na konci semestru vedeni ve stavu "ukončené studium"), a studenty, kteří nezískají zápočet pro nesplnění podmínek. Z grafů je vidět, že počet těch, kteří zápočet nezískali z důvodu nesplnění podmínek, představuje méně než 10 % všech studujících, v posledním akademickém roce jde pouze o 5 % studentů. **Stále však zůstává poměrně početná skupina studentů, kteří zanechali studia během semestru. Vzhledem k průběhu výuky předmětů Fyzika 1 i Fyzika 2 je však nemožné, aby důvodem zanechání studia byla právě fyzika, protože 1. zápis předmětu Fyzika 2 probíhá ve 3. semestru studia. I kdyby student nesplnil požadavky k zápočtu v předmětu Fyzika 1 ve 2. semestru, může předmět Fyzika 1 zapsat podruhé ve 4. semestru studia. Neexistuje žádná podmínka, která by studentovi ukončila studium před vyčerpáním možnosti 2. zápisu předmětu Fyzika 1, což nastává nejdříve po 4. semestru. Důvody ukončení studia na FD je třeba hledat jinde a je na vedení FD, aby tyto příčiny zevrubně analyzovalo a zbytečně se neuchylovalo k předčasným závěrům a z nich plynoucím nesmyslným zásahům do stávající výuky.**

Akademický rok 2017/2018 je velmi specifický. **Vedení FD se z důvodu neuspokojivé finanční situace rozhodlo pro rozsáhlé změny ve výuce, které citelně změnily harmonogram výuky. Cílem změn je udržet co možná nejvyšší počet studentů na fakultě bez ohledu na jejich schopnosti a ochotu studovat. Vzhledem k tomu, že změny vešly v platnost i pro stávající studenty, dochází ve výuce často až k bizarním situacím.** Jednou z nich je dobíhající předmět Fyzika 2, který má být nahrazen novými povinnými (PEM) a povinně volitelnými předměty (EMO, OEM). **Předmět Fyzika 2 musí být stávajícím studentům vyučován až do doby, kdy poslední student buď úspěšně zakončí předmět zkouškou, nebo ukončí studium.** V akademickém roce 2017/2018 nenastoupili do předmětu Fyzika 2 již žádní noví studenti. Jde o studenty, kteří mají Fyziku 2 na 2. zápis a pak o ty, kteří si z neznámého důvodu nezapsali předmět podruhé hned v následujícím akademickém roce (že to vůbec jde, je trochu nesmyslné). Z tohoto důvodu jsme statistiku předmětu za akademický rok 2017/2018 zpracovali jako 2. zápis, protože to mnohem lépe odpovídá skladbě studentů. V příštím akademickém roce 2018/2019 nicméně očekáváme, že Fyzika 2 se bude vyučovat znovu právě z důvodu dalších studentů, kteří ještě neabsolvují 2. zápis.



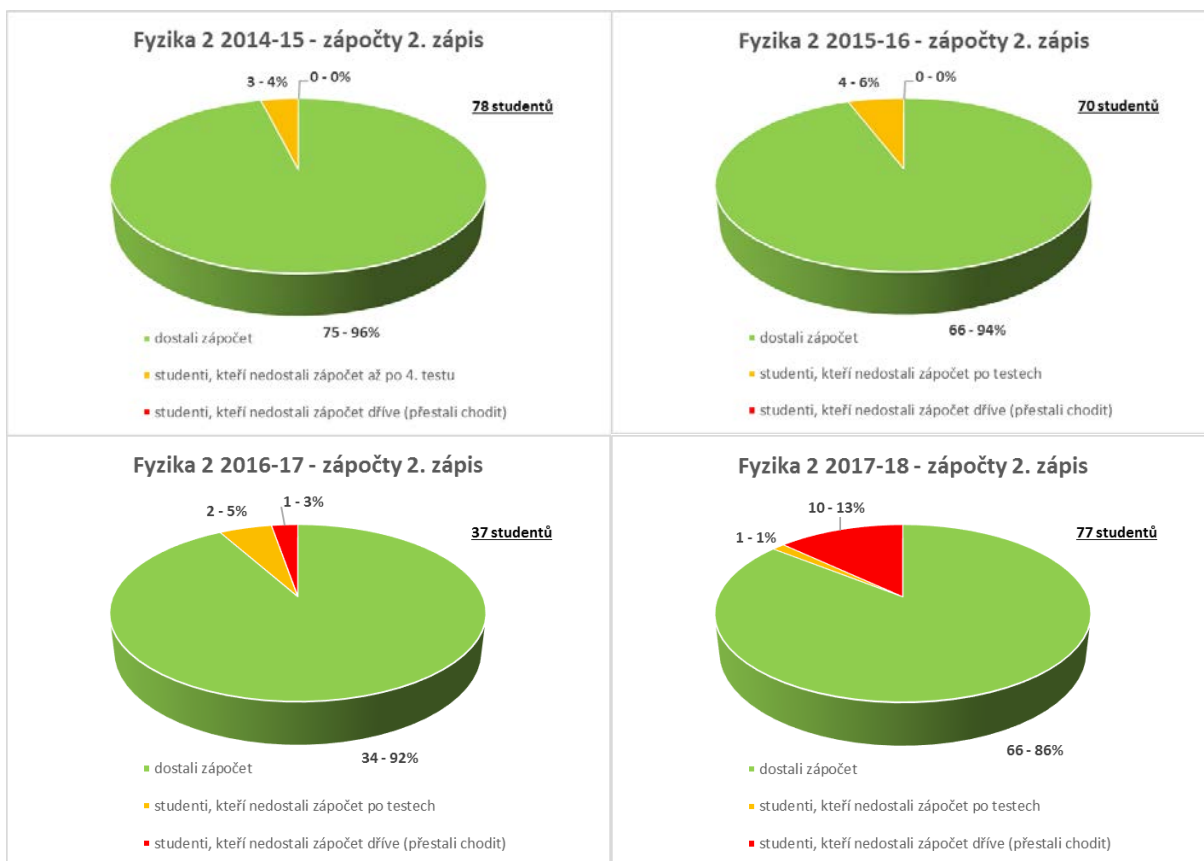


2. Zápočty z předmětu Fyzika 2, 2. zápis

Ačkoli je 2. zápis předmětu Fyzika 2 zatížen stejným kritériem 3 bodů ze závěrečného testu k udělení zápočtu (či dřívějším kritériem 15 bodů z průběžných testů), nečiní toto studentům výraznější problémy. Procento udělených zápočtů bylo do akademického roku 2016/2017 vždy vyšší než 92 %, zbylých několik procent neudělených zápočtů představovalo pouze jednotlivé studenty (2 - 6 dle akademického roku).

Zde je nutné zopakovat, že v předmětu je vždy zapsán výrazně nižší počet studentů než ve Fyzice 1. V předmětu je také mnohem méně studentů, kteří o studium nejeví zájem a postupně během semestru studia zanechávají. 2. zápis Fyziky 2 je v tomto nejdále, ve většině případů jde o studenty 3. ročníku bakalářského studia, kteří již chtějí studium zdárně dokončit. Tomu také odpovídá přístup těchto studentů ke studiu. Toto je velmi dobře patrné nejen ve statistice zápočtů z předmětu Fyzika 2, ale zejména ve statistice výsledků u zkoušek (viz dále). Po zavedení změn v hodnocení od akademického roku 2016/2017 bylo ve 2. zápisu předmětu Fyzika 2 zapsán výrazně nižší počet studentů (pouze 37 oproti předchozím rokům, kdy jsme měli vždy více než 70 studentů). Toto lze nejspíš vysvětlit celkově nižším počtem studentů zapsaných do Fyziky 2 na 1. zápis v předchozím akademickém roce (2015/2016), dále menším počtem udělených zápočtů v témže semestru a následně vyšší úspěšností těchto studentů u zkoušky na 1. zápis.

Jak již bylo zmíněno výše, akademický rok 2017/2018 je velmi specifický, protože Fyziku 2 mají zapsanou zejména studenti, kteří předmět z různých důvodů opakují. Vyskytují se však také, kteří si zápis předmětu odložili a v tomto semestru jej zapisují poprvé. Toto vše je patrné na výsledcích. Jde zejména o sníženou úspěšnost zápočtů (86 %) a vyšší počet studentů, kteří k získání zápočtu nevyužili všechny možnosti (závěrečný test buď neabsolvovali vůbec, případně nepřišli na opravný termín). S těmito studenty se pravděpodobně setkáme v příštím akademickém roce, protože žádný z nich neukončil studium. Již nyní jde o studenty 3. ročníku, otázkou je jaký ročník budou studovat v následujícím akademickém roce.



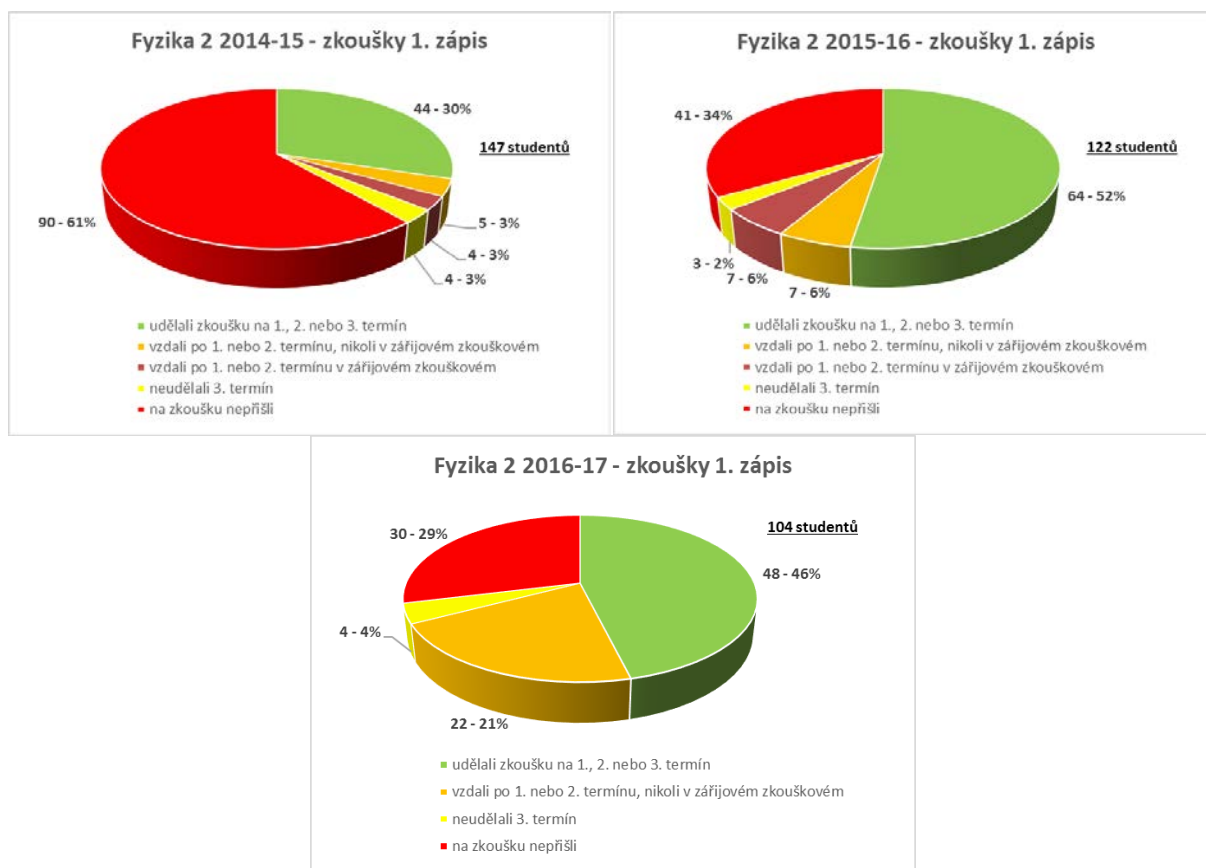
3. Zkoušky z předmětu Fyzika 2, 1. zápis

Ačkoli jsou výsledky studia předmětu Fyzika 2 během semestru pozitivnější než v případě předmětu Fyzika 1, situace u zkoušek není stále ideální. Stále existuje poměrně velké procento studentů, kteří na zkoušku vůbec nepřijdou, ačkoli mají zápočet. V průběhu let sice procento studentů, kteří se na zkoušku dostaví, poměrně strmě roste, nicméně stále zůstává téměř 30 % těch, kteří nepřijdou. Navíc roste počet studentů, kteří se o zkoušku pokusí jedenkrát a další termíny nevyužijí. Je však třeba říci, že také významně poklesl počet zapsaných studentů do předmětu a ruku v ruce s tímto poklesem i počet udělených zápočtů. Bohužel je třeba říci, že každý rok roste na FD podíl studentů s minimálním vztahem k technickým oborům. Důvod je nasnadě - snaha Fakulty dopravní udržet potřebný počet studujících studentů a tím zajistit finanční stabilitu instituce. Procházíme obdobím slabších populačních ročníků, bylo by logické, kdybychom měli také adekvátně nižší počet studentů v 1. ročníku. FD však vypisuje přijímací řízení i v září, kdy už skutečně není z čeho vybírat, a nutně potřebuje tyto studenty na fakultě udržet i za cenu snižování požadavků v jednotlivých předmětech. Tito studenti ale často ukončují studium poměrně brzy (často již v 1. ročníku). Do vyšších ročníků postupují pouze ti studenti, kteří skutečně chtějí studovat. Dostáváme se tedy na počty studentů, které bychom za běžné situace měli mít v každém ročníku. S ohledem na současné podmínky studia na FD ale počet studentů se zájmem o nabízené obory každým rokem klesá, důvody hledejme v ústupcích méně zdatným studentům, což u těch zdatnějších často vyvolá pocit znechucení a tito studenti odcházejí na jiné fakulty či vysoké školy, což je velmi dobře patrné na klesajícím zájmu studentů o magisterské a doktorské obory.

Problémem nižší úspěšnosti u zkoušek je také fakt, že studenti sice získají zápočet z předmětu, nicméně o zkoušku nejeví zájem. Předmět Fyzika 2 tematicky navazuje na předmět Fyzika 1. Mnoho jevů je vysvětlováno s odkazem na problematiku, které byly předmětem výuky Fyziky 1, nicméně se bez nich ve Fyzice 2 nelze obejít - namátkou vybíráme aplikace z mechaniky (hybnost, moment hybnosti, práce, kinetická a potenciální energie, zákony zachování), úvod do

vlnění a interference vln či poznatky z vektorového pole pro studium elektrického pole a elektromagnetických vln. Studentům, kteří dosud neabsolvovali zkoušku z Fyziky 1 a chtějí mít uzavřený předmět Fyzika 2, zdůrazňujeme, že výše zmíněné problematiky jsou při studiu Fyziky 2 stěžejní a obtížnou látku předmětu bez jejich znalosti nelze pochopit. Proto studentům doporučujeme nejdříve uzavřít předmět Fyzika 1 a poté absolvovat zkoušku z Fyziky 2. Toto může být jedním z důvodů, proč studenti na zkoušku z Fyziky 2 nechodí - počítají totiž s 2. zápisem předmětu Fyzika 1, nicméně jim nedochází, že po jeho úspěšném absolvování lze zkoušku z Fyziky 2 stihnout ještě na 1. zápis. Statistika předmětu Fyzika 2 je tímto výrazně zkreslená, protože ostatní, kteří zkoušku skutečně v 1. zápisu neudělají (tedy vyčerpají všechny termíny), tvoří velmi malou skupinu do 5 %.

V akademickém roce 2017/2018 nenastoupili do předmětu Fyzika 2 již žádní noví studenti. Vzhledem k tomu, že skladba studentů spíše odpovídá studentům 2. zápisu předmětu, byla statistika předmětu za akademický rok 2017/2018 zpracována jako 2. zápis (viz dále).

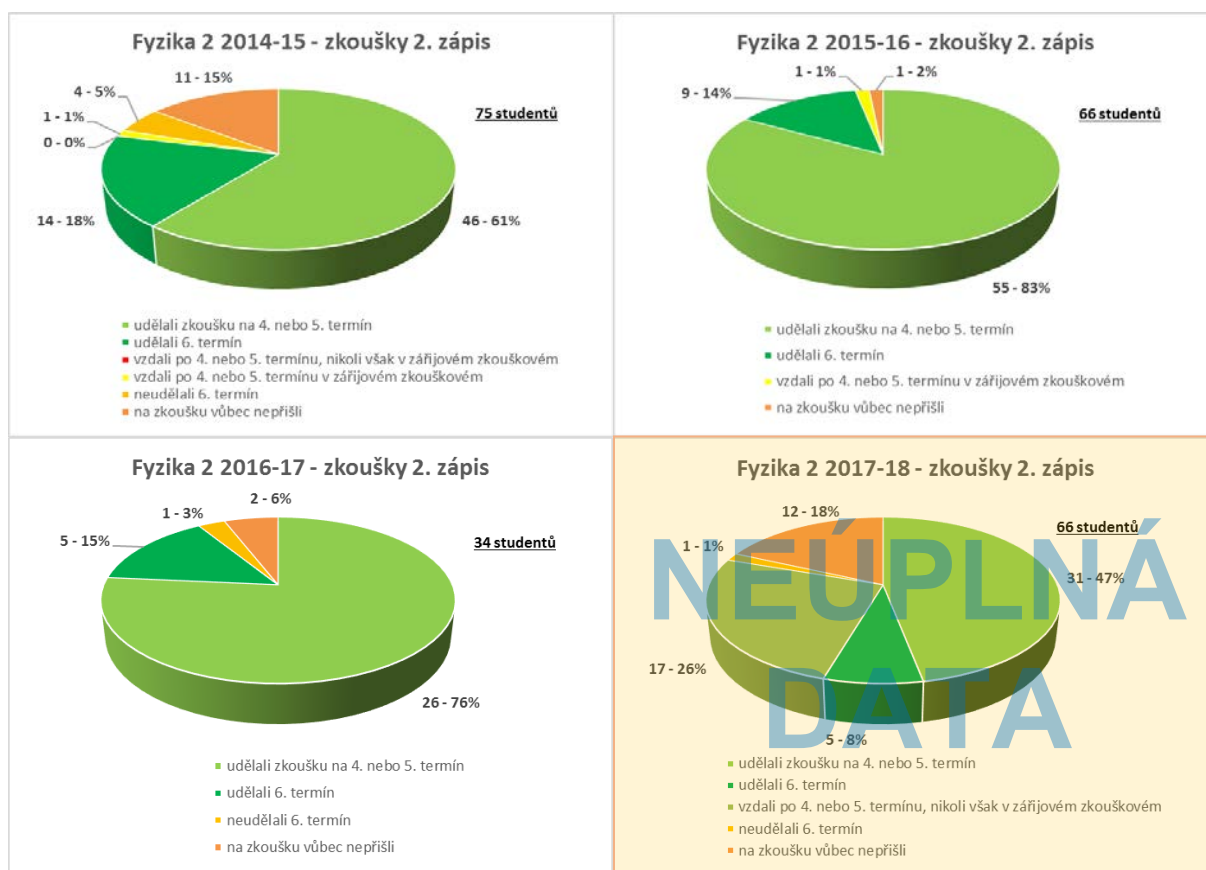


4. Zkoušky z předmětu Fyzika 2, 2. zápis

Získají-li studenti zápočet z předmětu Fyzika 2 na 2. zápis, jde ve valné většině již o studenty 3. ročníku, kteří většinou nemají problémy se studiem a často i chápou, že požadavky kladené na získání zkoušky jsou oprávněné. Výsledky těchto studentů o tom vypovídají jasně - zkoušku nakonec úspěšně absolvuje až 83 % těch, kteří získali zápočet. Velmi malá skupina studentů nesplní požadavky a zkoušku nezíská ani na 3. pokus 2. zápisu. V průběhu let se podařilo významně snížit počet studentů, kteří i ve 2. zápisu předmětu nikdy nepřijdou na zkoušku, ačkoli získali zápočet. Ve 3. ročníku je pokračování ve studiu pro studenta velmi klíčové a pravděpodobně zde již neexistují studenti, kteří by o studium neměli zájem. Dle našeho názoru může jít o případy, kdy studenti z nedostatku času, velkého množství předmětů, které dohánějí, a dalších problémů využívají možnosti ukončit studium a následně do něj znovu nastoupit s tím, že neztratí nic z dosažených výsledků (za podmínky splnění podmínek uznání předmětů) a studium

si pouze prodlouží o minimální nutnou dobu, během které získají chybějící předmět a poté podávají přihlášku k bakalářským státnicím.

Průběžné statistiky ukazují, že do roku 2016/2017 meziročně klesal počet studentů 2. zápisu Fyziky 2. Možné příčiny byly analyzovány výše. Zde je třeba konstatovat, že zbývající studenti jsou s ohledem na výsledky studia mnohem kvalitnější a nedělá jim problém úspěšně složit zkoušku. V akademickém roce 2015/2016 získalo zkoušku 97 % studentů 2. zápisu, kteří dostali zápočet. V následujícím akademickém roce 2016/2017 to bylo 91 % studentů. Akademický rok 2017/2018 ještě nebyl uzavřen, studenti mohou zkoušku vykonat ještě v letním zkouškovém období, případně v zářijovém termínu. Po uzavření zimního zkouškového období má zkoušku z Fyziky 2 již 55 % studentů, dalších 26 % studentů se o zkoušku alespoň jednou pokusilo a pouhý 1 student již vyčerpal neúspěšně všechny termíny. Zbýlých 18 % se ještě ke zkoušce nedostavilo.



Pozn.: Datum vyhodnocení statistických dat je 22.02.2018. V tomto termínu ještě nebyly uzavřeny povinnosti všech studentů zapsaných v daném akademickém roce. Všechny grafy s poznámkou "NEÚPLNÁ DATA" vždy souvisí s tím, že statistika má k dispozici pouze část konečných dat k analýze.

Závěry

- 1) V letech 2011 - 2015 byl systém výuky předmětů Fyzika 1 a Fyzika 2 neměnný. Získaná statistická data byla tedy v jednotlivých letech plně srovnatelná. Ve výsledcích se výrazně projevovaly jakékoli vnější změny - zavedení státních maturit, faktické zrušení přijímacího řízení na FD, snížení zájmu studentů o studium na naší fakultě, změny v socio-demografickém vzorku studentů, atp.
- 2) Od letního semestru akademického roku 2015/2016 převzal předměty Fyzika 1 a Fyzika 2 nový garant - prof. RNDr. Pavel Demo, CSc. (t.č. vedoucí katedry fyziky FSv ČVUT). Pod jeho vedením byly přepracovány sylaby obou předmětů a bylo zavedeno nové jednotné bodové hodnocení u zkoušek. Změny nevedly k vyšší průchodnosti předmětu, změnila se však skladba známek u úspěšných studentů, což je dle našeho názoru způsobeno hlavně tím, že v předchozím bodovém systému bylo možné získat známku E již po písemné části zkoušky, čehož většina, a to i dobrých studentů, využívala. V tomto ohledu nepřinesla změna garanta předmětu kýžený výsledek, tedy zvýšit průchodnost předmětu. Příčiny je pravděpodobně třeba hledat jinde než ve fyzice. Možné příčiny jsou zmíněny v dílčích analýzách v tomto dokumentu.
- 3) Statistiky po změnách uvedené v tomto dokumentu nejsou úplné. K analýze změn by bylo třeba ponechat garantem zavedené změny v platnosti minimálně 2 roky, kdy předmětu studuje jedna skupina studentů, a to v 1. i v 2. zápisu předmětu. Vzhledem k tomu, že změny nevedly k okamžitému nárůstu úspěšnosti studentů, rozhodlo se vedení FD provést další změny, čímž zcela znehodnotilo práci všech dosavadních garantů fyziky na FD. Ze zásahů je patrná zoufalá snaha o zvýšení atraktivity studia pro kohokoli, kdo zajistí nutný příjem finančních prostředků do rozpočtu fakulty. Toho nelze dosáhnout jinak, než výrazným snížením nároků kladených na studenty v jednotlivých předmětech. Chápeme, že vztah studentů k fyzice je negativní, což je celospolečenský problém. Tyto názory jsou však velmi podporovány nejen staršími studenty, ale také některými osobami ve vedení FD, a to v rámci sociálních sítí, seznamovacích pobytů pro nastupující studenty a v neposlední řadě také v rámci předmětů, jejichž výuka fyzice předchází. **Fyzika je exaktní věda, nelze ji nahradit populárně-humanitním předmětem, kterými se to na FD jen hemží. Je třeba si uvědomit, že FD je (prozatím stále) součástí ČVUT, což je instituce s dlouhou tradicí kvalitní výuky studentů technických oborů. Nepodkopávejme tyto tradice kvůli krátkodobým cílům a pokusme se dostat se do popředí zájmu středoškolských absolventů kvalitou, odborností a vědeckou činností, nikoli nesmyslnými sliby o zjednodušeném systému a dobrou prostupností studia.**
- 4) Pod vedením prof. Demo byly přepracovány sylaby předmětů Fyzika 1 a Fyzika 2 tak, aby lépe odpovídaly hodinové dotaci obou předmětů a současně aby akceptovaly požadavky odborných kateder na FD. Hotové sylaby byly po schválení vedoucím Ústavu aplikované matematiky předloženy vedení FD. Inovované sylaby byly do výuky zavedeny od letního semestru akademického roku 2016/2017 (počínaje Fyzikou 1). V loňském roce (2017) nebylo možné předjímat jakékoli budoucí vlivy těchto změn na výuku fyziky na FD. První analýzy byly přislíbeny po konci zimního semestru akademického roku 2017/2018, tedy poté, co bude sylabus obou předmětů alespoň jednou odpřednášen. Vzhledem k překotným změnám ve výuce fyziky na FD však nelze jakékoli analýzy zveřejnit, neboť loňský zásah vedení FD do systému výuky byl natolik velký, že veškerá práce byla znehodnocena. Kromě přesunu Fyziky 1 do 3. semestru došlo také k faktické likvidaci předmětu Fyzika 2.
- 5) Předměty Fyzika 1 a Fyzika 2 jsou ve srovnání s jinými předměty na FD obtížné, protože přímo navazují na středoškolské znalosti, a to z fyziky a z matematiky. Studenti jsou v mnoha případech náročností předmětů zaskočeni, ačkoli jistou obtížnost na instituci ČVUT lze očekávat. Mnozí se nevyrovnají se středoškolskými neznalostmi ve Fyzice 1

a Fyzika 2 je pak pro ně naprosto nezvládnutelná. Pokud pochopí, že zkoušku lze úspěšně absolvovat pouze vlastním přičiněním, ve valné většině jim pak nečiní problém zkoušky z předmětů složit. **Pro studenty, kteří s neutuchající pílí hledají cesty, jak se vyhnout obtížným předmětům a zkouškám, nezbývá jiná možnost, než se pokusit získat vysokoškolský titul na jiných univerzitách v ČR a v zahraničí. Ostatně mnozí studenti dokončují svá započatá studia ke vši spokojenosti na ČZU Praha, VŠO Praha, DFJP UP a dalších.**

- 6) Laboratorní cvičení z Fyziky je pro studenty Fakulty dopravní jedinečnou příležitostí samostatně měřit a provádět zpracování dat s vyhodnocením přesnosti měření. V tomto rozsahu je praktické měření na FD realizováno pouze v předmětech Fyzika 1 a Fyzika 2. Vyučující fyziky mají velmi široké portfolio kontaktů v praxi - od technologických firem, společností působících v automobilového průmyslu až po R&D centra provádějících nejruznější analýzy v dopravní problematice. **Většina z těchto zaměstnavatelů se shoduje, že velkým problémem současných absolventů je nízká ochota k samostudiu, neschopnost tvorby řešerše a kritické analýzy zdrojů informací, citací zdrojů a dále prezentace vlastních výsledků ve formě tabulkových a grafických výstupů.** Některé z těchto dovedností rozvíjí právě laboratorní cvičení z fyziky. **Současná úroveň velkého počtu absolventských prací na FD ukazuje, že tento stav je velmi špatný. Studenti nejsou cíleně vedeni k analytické práci, vytrácí se metodičnost a problémy řešené v bakalářských a magisterských pracích mají často charakter spíše humanitní. Celý problém je mnohem hlubší, než se zdá, nicméně zásahy do výuky fyziky na FD je nevyřeší, spíše je prohloubí.**
- 7) Obtížnost předmětu Fyzika se zvyšuje laboratorním cvičením, které problematikou často předchází přednášené látce. Jiný model laboratorního cvičení ale nelze vytvořit, protože studenti měří ve skupinách a není v reálných možnostech Ústavu aplikované matematiky zajistit dostačené prostory, počet úloh pro všechny skupiny v daném tématu a personální zajištění výuky. Model harmonogramu úloh pro laboratorní skupiny úspěšně funguje na mnoha českých i zahraničních univerzitách bez výraznějších problémů. Model však vyžaduje soustavnou přípravu studentů na měření a studium alespoň krátkého textu teorie pro pochopení principu. Tyto texty mají studenti k dispozici ve skriptech pro laboratorní cvičení. Rozsah teoretických textů skutečně není velký, obsahuje nutný teoretický základ pro pochopení principu úlohy. Teoretický text si studenti mohou zpracovat do přípravy a tu použít jak u vstupního testu, tak během měření. Praxe však ukazuje, že **studenti často ani neví, co jejich příprava ve skutečnosti obsahuje. Svědčí to o tom, že ji buď nevypracovali sami, nebo mají zásadní problém s tvorbou výtahu z psaného textu. Vyučující fyziky však tyto problémy studentů nemohou řešit a ani nevyřeší.**
- 8) Laboratorní cvičení představuje pravidelnou časovou zátěž studentů pracemi, které nejsou obvykle v jiných předmětech v takovém rozsahu vyžadovány. Dle informací od studentů je oproti 1. semestru pracovní zátěž ve 2. semestru výuky neúměrná (více předmětů požaduje soustavnou práci v semestru) a studenti ji nezvládají. Buď studium některých předmětů odkládají na 2. zápis, případně studium předčasně ukončují. Za tento stav ale nemůže fyzika. Jde o **nevhodně navržený studijní plán bakalářského studia, který se studentům dále komplikuje při opakování některého z předmětů. Zátěž na studenty by měla být rovnoměrná ve všech semestrech studia, není možné "zprůchodnit" 1. ročník studia z důvodu co nejvyšších finančních příspěvků do rozpočtu fakulty a poté zátěž skokově navýšit.** Vedení FD si slibuje zlepšení situace posunem výuky fyziky do 2. ročníku, vyučující fyziky jsou k tomuto skeptičtí. Podle našeho názoru **dojde k prohloubení "nečinnosti" studentů pod vlivem populárně-humanitních předmětů a vstup do 2. ročníku pro ně bude o to větším šokem.**

- 9) Studenti nejsou stávajícím kreditním systémem dostatečně motivováni k tomu, aby zkoušky z předmětů, které jsou hodnoceny více kredity, museli složit hned v 1. zápisu. K získání dostatečného počtu kreditů stačí, aby složili méně obtížné zkoušky a získali některé klasifikované zápočty. Dále se na nízkém počtu studentů, kteří získají zkoušku z předmětů Fyzika 1 a Fyzika 2, podepisuje "pověst" předmětů, která se šíří mezi studenty zejména prostřednictvím sociálních sítí. Mnozí studenti totiž na základě získaných informací splní povinnost absolvovat laboratorní cvičení a zkoušku nechávají až na 2. zápis. Situaci lze změnit pouze tím, že **nejen minorita studentů, kteří mají s fyzikou problém, bude sdělovat své názory v diskusích a budou zastávat pozice "informátorů" pro vedení FD.** Dále je třeba vyžadovat, aby ostatní pedagogové na FD fyziku nejen ve svých výkladech používali, ale aby neustále zdůrazňovali její důležitost v inženýrské praxi. Závěrem tohoto bodu **velmi děkujeme těm schopným studentům, kteří s fyzikou, průběhem její výuky i zkoušky na FD neměli nejmenší problém a tuto skutečnost neváhali sdělit během otevřených diskusí a na sociálních sítích. Zdůrazňujeme, že v našem případě nejde o jakýsi pokus o odvracení útoku a snahu o záchranu, ale jedná se čistě o vůli těchto studentů, kterým velmi vadí současná pozice fyziky a dalších exaktních předmětů na FD.** Vedení FD by si mělo uvědomit, že současný stav je již takový, že ti schopnější studenti velmi rychle pochopí situaci a po špatné zkušenosti z bakalářského studia podávají přihlášky na jiné fakulty ČVUT s cílem získat odborné vysokoškolské vzdělání odpovídající úrovně.
- 10) Celému vedení a všem vyučujícím na FD **důrazně doporučujeme provést kompletní analýzu výsledků studia všech předmětů v prvním a druhém semestru a získat tak údaje o skutečném zájmu studentů o studium** - například zjištěním počtu získaných zápočtů v jednotlivých předmětech a analýzou počtu trvale studujících, kteří se zapsali do studia v zářijovém termínu přijímacího řízení. Problémem Fakulty dopravní totiž evidentně není fyzika, ale obecný nezájem o studium, který je způsoben chudou nabídkou kvalitních oborů. Jinak si nedovedeme vysvětlit zmíněné vysoké podíly studentů, kteří přestanou předmět Fyzika 1 navštěvovat hned v prvních týdnech výuky. Dále je třeba statistiky doplnit o podrobnou analýzu smysluplnosti faktické neexistence přijímacího řízení na FD a dále o analýzu smysluplnosti přijímání studentů v zářijovém termínu přijímacího řízení.
- 11) Závěrem nám dovoluňte krátké zamyšlení, které je určeno všem studentům a zaměstnancům FD a také dalším, kdo si najde čas ke studiu tohoto textu. Cílem našeho snažení není sebeobhajoba před studenty či vedením Fakulty dopravní, ale poukázání na pravý stav věci, který skutečně není dobrý. Naše fakulta je prozatím plnohodnotnou součástí instituce ČVUT, jejíž snaha o kvalitní vzdělávání studentů je nezpochybnitelná. Výuka fyziky na FD nijak nevybočuje ze standardů kvality jiných fakult ČVUT ani jiných srovnatelných českých a zahraničních univerzit. Vyučující fyziky nežijí v izolaci na nepřístupném ostrově, ale čile udržují vztahy s kolegy na jiných fakultách ČVUT a dále s kolegy na zahraničních univerzitách, tudíž mají poměrně velké množství poznatků pro výuku odpovídající úrovně. Cesta pro přežití Fakulty dopravní by skutečně neměla být spatřována v odstraňování překážek a zvyšování průchodnosti studia na úkor dobrého jména. Jednou z cest, jak toto pochopit, je vlastní sebereflexe a nastartování odborné činnosti na teoretické i praktické úrovni. Tímto je možné výrazně zvýšit vlastní prestiž a tím také atraktivitu studia pro skutečné zájemce o studium. Je to cesta bolestivá, ale jediná možná. Naši kritici nemusí mít obavy, že nemáme žádný vztah k oboru doprava, jak je nám často předhazováno. Někteří z nás se ve svém volném čase věnují železničnímu a leteckému modelářství, studujeme historii letecké i pozemní dopravy, zajímáme se o diagnostické systémy automobilů, fandíme smysluplným inovacím a moderním vědeckým poznatkům ve všech druzích dopravy, poznáváme řídicí systémy dopravních prostředků a sledujeme dynamiku dopravních toků. Naš vztah k dopravě je tedy více než kladný. V čem se však odlišujeme, je pohled

na věc očima fyziků a matematiků. V chování systémů v dopravě vidíme matematické modely, na křižovatkách vnímáme dopravní toky jako fyzikální jev, v řízení dopravy hledáme principy snímačů a způsoby přímého a zpětnovazebního řízení, v letecké dopravě vnímáme zejména aerodynamiku, termodynamiku a materiálovou technologii. Všechny tyto jevy popisují exaktní vědy a jako takové je třeba je takto vnímat. Neschovávejme fyziku v dopravě za jiné (možná zavádějící) názvy předmětů, protože fyzika je jen jedna. Ostatně William Shakespeare by k tomu mohl podotknout, že ...

Co různí zvou, i zváno jinak, vonělo by stejně.

Těšíme se na budoucí spolupráci v rámci předmětů Fyzika, PEM, EMO, OEM, MEP, EMU, MOE, UMO, MUB a dalších.

V Praze dne 28.03.2018

Zpracovali: Ing. Tomáš Vítů, Ph.D.
RNDr. Zuzana Malá, Ph.D.