**Vstupní text k debatě 1. 12. 2017:**

Základní problém: studenti prochází výukou i zkouškami a státnicemi, ale nakonec se stále znovu a znovu ukazuje, že často nerozumí úplně základním věcem, poznatky se jim nespojují a i když je nějaké téma "probrané", nelze se v navazující výuce spolehnout na to, že mu už studenti nějak rozumí.

Jinými slovy, studenti většinou nerozumí dostatečně látce, kterou se je snažíme naučit.

Problém nedostatečného porozumění má několik vrstev

1) Co dělají studenti ve výuce – učí se, jsou aktivní?

2) Zkoušíme u studentů porozumění, nebo něco jiného?

3) Dává výklad dohromady srozumitelný celek, nebo jde o sled izolovaných informací a tvrzení?

4) Jsou důkazy spíše "neprůhledný magický rituál", nebo "pomáhají porozumění podstatě problému"?

5) Rozumí vyučující studentům?

1) Co dělají studenti na přednáškách?

a) Příliš často chování studentů na přednáškách vystihují slova "teď si to jen zapíšu a pak se k tomu musím vrátit, abych to zkusil pochopit"

Pochopení matematiky často opravdu vyžaduje, abych nad ní v klidu vlastním tempem přemýšlel.

Ale část toho myšlení by se měla začít odehrávat už ve škole.

b) Výklad jede tak rychle, že studenti, kteří se snaží přemýšlet a chápat, tak přednášejícího ztratí při prvním zamyšlení (nevzpomenou si na pomocné tvrzení, nepřečtou něco na tabuli, zamyslí se nad nějakým krokem v důkazu… ), a pak už jen opisují, ale neposlouchají výklad, protože ten už je jinde. A často není jak to dohnat, protože ve výkladu typicky nejsou přestávky.

c) Většina studentů je zpočátku studia zvědavá na to, co se na přednáškách dozví. Ale většina se po určitém čase postupně vzdá očekávání, že na přednášce látku pochopí, a pak snadno upadá do pasivity. Ale pasivní student se nic nenaučí.

Jednou nutnou podmínkou pro možnost sledovat na přednášce myšlenky je: Dobrý studijní materiál

1. student by měl mít k dispozici dost dobrý studijní materiál, aby nebyl závislý na svých zápiscích z přednášky.

2. skripta definice/věta/důkaz jsou jen prvním krokem, formálním vymezením náplně kurzu – nejsou však dobrým studijním materiálem

3. Dobrý studijní materiál obsahuje: pro studenty srozumitelné motivace vět, ilustrace, příklady, alternativní vysvětlení a úhly pohledu, shrnutí hlavních myšlenek jak textu, tak důkazů.

2) Systém zkoušení by neměl testovat jen schopnost studenta reprodukovat, ale měl by cílit na testování porozumění. Zkoušení, u kterého stačí reprodukce formulí, početních postupů, znění vět a důkazů, podporuje paměťové a povrchní učení, podporuje formální přístup, na který jsou studenti naučení ze střední školy. Je známá věc, že systém zkoušení má v praxi velký dopad na to, jak se studenti učí.

3) Matematické tvrzení a věty jsou často předloženy bez dostatečné motivace a ilustrace. Když student neví, na jakou otázku odpovídáme, sám si ji nepoložil, tak mu odpověď moc říkat nebude. Těžko pak očekávat, že pochopí smysl tvrzení. Přichází tak i o radost z toho, že se něco dozví – k tomu by musel nejdřív vědět, co vlastně neví, mít o problematice nějakou představu.

Jak můžeme motivovat látku?

a) Když zavedeme nový pojem, umožnit studentům pomocí ilustrace, úlohy apod. k pojmu vytvořit alespoň hrubou představu, než začneme vykládat věty s pojmem spojené.

b) Předložit téma/větu jako problém, třeba ve zjednodušené podobě, a nechat studenty o něm přemýšlet. Dokáží o problému něco říci?

c) Je-li látka zobecněním látky dřívější, nevykládat ji separátně, ale ve vztahu k předchozí látce: Například velká část funkcionální analýzy je zobecnění lineární algebry – lze se soustředit na to, kde analogie funguje úplně a kde se situace zobecněním komplikuje a proč.

d) Někdy lze uvést problematiku na příkladu historického problému. Co matematici řešili, že je to vedlo k této teorii nebo větě?

4) Chceme učit studenty číst důkazy, rozumět jim a psát svoje vlastní. Přitom se často omezíme pouze na rovinu formálního zápisu důkazu a dbáme na to, aby byly všechny kroky zdůvodněné. Přitom ale často opomíjíme rovinu myšlenkovou – neukážeme studentům, jak na důkaz pohlížíme my, jaká je jeho myšlenková struktura, co je za těmi formálními kroky. Někteří vyučující to někdy trochu říkají, ale nepíšou, a chybí to i v učebních materiálech (a knihách obecně).

Dovednost popsat, o co v důkazu vlastně jde, co jsou v něm hlavní myšlenky, se nikdy nezkouší. Přesto je to důležitější, než to, zda si student bude důkaz pamatovat.

Studenti, kteří přicházejí na MFF, nevědí, jak s důkazy zacházet, jak se s nimi pracovat.

a) Často berou důkazy jako absolutní a hotové vědění, které se nezpochybňuje. Mají je jen absorbovat, být schopni důkazy krok od kroku zopakovat. Kritérium správnosti důkazu je, že jim ho odkývá učitel – nikoliv to, že věří platnosti všech kroků v důkazu, že si sami dali práci s tím hledat v důkazu mezery, že díky důkazu vidí, že věta opravdu musí platit, že výsledek má opravdu takové předpoklady…

b) Studentům chybí zkušenost toho, co to znamená pořádně rozumět nějakému důkazu a tvrzení. Nejsou schopni dobře rozpoznat, že jejich porozumění je nedostatečné. Například u důkazu, který má dva hlavní kroky, si studenti pamatují 5 dílčích technických kroků. Domnívají se , že tedy znají myšlenku a hlavní kroky, a ani neví, že pointa jim stále uniká.

c) Studenti často vůbec důkazům nerozumí, ale nedovedou si to naplno přiznat. To jim pak brání v tom naučit se je pořádně.

d) Studenti se potřebují teprve naučit kriticky o důkazech myslet. Přestože je předkládá autorita, musí se naučit zpochybňovat a kriticky prověřovat každý krok i celkovou myšlenku, a nebýt spokojeni, dokud pro ně celý proces důkazu není důvěryhodný proto, že sami dovedou posoudit jeho správnost.

Pro to, abychom studenty naučili pracovat s důkazy, může být kontraproduktivní je přehlcovat množstvím důkazů, které mají jen reprodukovat.

Důkazy je důležité procvičovat, a to s důrazem na schopnost popsat myšlenku důkazu, umět ji použít na analogický případ.

5) Aby se výuka nemíjela s tím, čemu mohou studenti reálně porozumět, musí mít vyučující dobrou představu, jak věci rozumí nebo spíše nerozumí studenti. Často většina přednášejících i cvičících ve výuce předpokládá u studentů mnohem lepší znalosti a porozumění, než jaký je skutečný stav. Výuka je pak jakžtakž srozumitelná a přístupná maximálně pro pár nejbystřejších jedinců, a ostatní se v tom plácají.

Ten rozpor často tušíme, ale naší bezradnost řešíme tím, že nepřiměřenost obsahu přednášek a cvičení kompenzujeme slevováním z nároků u zkoušek.

Nejlepší způsob, jak vidět, čemu studenti rozumí a čemu ne, je zadat jim vhodnou úlohu a pasivně pozorovat, jak ji řeší, jak vysvětlují řešení spolužákům.