



Rozvoj měkkých dovedností prostřednictvím Turnaje mladých fyziků

Jakým způsobem ovlivňuje účast v Turnaji mladých fyziků rozvoj měkkých dovedností studentů?



IO2 Dibali: 2019-1-SK01-KA201-060798

Jakým způsobem ovlivňuje účast v Turnaji mladých fyziků rozvoj měkkých dovedností studentů?

IO3 Dibali: 2019-1-SK01-KA201-060798

ZPRÁVA

Tato výzkumná zpráva se zabývá otázkou, jakým způsobem ovlivňuje badatelsky orientovaná výuka rozvoj měkkých dovedností středoškolských studentů. Za tímto cílem jsme se zaměřili na tři oblasti. V první jsme zkoumali, jaký význam přiřkládají studenti přípravě na Turnaj mladých fyziků (TMF) pro rozvoj svých měkkých dovedností. Ve druhé jsme zjišťovali, jak posuzují vliv přípravy na TMF na rozvoj měkkých dovedností svých studentů učitelé. Nakonec jsme hledali souvislost mezi tím, jak studenti hodnotili svoje měkké dovednosti, a výsledkem v badatelských aktivitách posuzovaným mezinárodním panelem odborníků v kontextu mezinárodního TMF. Shrnutím odpovědí na tyto tři oblasti otázek dohromady můžeme vyvodit, jak pomáhá badatelsky orientované učení rozvíjet měkké dovednosti studentů a následně jaký je vliv měkkých dovedností studentů na jejich výkon v badatelských aktivitách. Data pro první oblast otázek byla získána dotazníkovým šetřením mezi 308 studenty, pro druhou oblast pak rozhovory podle šablony se 33 učiteli, a pro třetí oblast jsme vyšli z bodování 794 odborníků (učitelů SŠ a VŠ, a vědců). Výsledky naší analýzy lze shrnout do třinácti doporučení, jak rozvíjet měkké dovednosti SŠ studentů. V dodatcích (pouze v anglickém jazyce) pak uvádíme podrobnosti o všech našich výsledcích. V prvním dodatku jsou shrnuty výsledky šetření vlivu *běžné výuky* (v anglických dodatcích jako *regular physics classes, RPC*), *přípravy na TMF (YPT*

activities; tímto zkráceně budeme označovat jak vlastní přípravu na TMF, tak účast v soutěži), a *ostatních soutěžích (non-YPT activities*; takto budeme souhrnně označovat ostatní fyzikální soutěže) na rozvoj měkkých dovedností studentů. Ve druhém dodatku jsou prezentovány výsledky šetření mezi učiteli o vlivu těchto aktivit na rozvoj měkkých dovedností studentů. Ve třetím dodatku pak shrnujeme data z bodování odborníků a rozebíráme jejich vztah s rozvojem měkkých dovedností studentů. Tato analýza byla provedena jako součást dvou diplomových prací, které tvoří samostatné dokumenty, na něž se budeme odkazovat jako na Dodatek B.

Rozvoj měkkých dovedností prostřednictvím badatelsky orientované výuky v TMF – nejdůležitější pozorování a doporučení

I. Příprava na TMF podporuje rozvoj měkkých dovedností

Studenti v našem šetření hodnotili *přípravu na TMF* jako přínosnou k rozvoji svých měkkých dovedností (viz Dodatek 1.2.1). Ačkoliv jsme zaznamenali určité odlišnosti v hodnocení jednotlivých měkkých dovedností, tak medián hodnocení přínosu *přípravy na TMF* byl na úrovni 4 na 5-stupňové škále. Široce řečeno, tato výzkumná zpráva tak ukazuje, že badatelsky zaměřené aktivity (jakožto klíčový prvek *přípravy na TMF*) vedou k rozvoji měkkých dovedností studentů. Hodnocení přínosu *přípravy na TMF* k rozvoji jednotlivých zkoumaných měkkých dovedností je silně korelován. Z toho vyvozujeme, že *příprava na TMF* má pro rozvoj měkkých dovedností celkově kladný vliv.

I *běžnou výuku* hodnotili studenti jako užitečnou pro rozvoj svých měkkých dovedností. V šetření jsme zaznamenali podobné hodnocení přínosu *běžné výuky* a *přípravy na TMF*; k podrobné analýze rozdílů jsme proto použili Studentův t-test; i jeho výsledky ukazují pouze drobné rozdíly v hodnocení přínosu. Pouze v případě „Debatních dovedností“ hodnotí studenti přínos *přípravy na TMF* lépe než u *běžné výuky*. Pro všechny ostatní zkoumané dovednosti nebyly rozdíly statisticky významné (signifikance $p \leq 0,10$).

Pro učitele tato zjištění znamenají, že *příprava na TMF* pomáhá studentům k rozvoji jejich měkkých dovedností a měla by proto doplňovat *běžnou výuku*. Navíc, alespoň pro některé specifické měkké dovednosti, je *příprava na TMF* přínosnější než *běžná výuka*. Nicméně data také ukazují, že studenti v průměru nepovažují *přípravu na TMF* za významně přínosnější k rozvoji svých měkkých dovedností. Učitelé by proto měli studentům vysvětlit, jakým způsobem *příprava na TMF* doplňuje *běžnou výuku*.

Výsledky Studentova t-testu rozdílu hodnocení přínosu *běžné výuky* oproti *přípravě na TMF*.

Dovednost	t	d.f.	p
Týmová práce	-0,845	97	0,400
Schopnost získávat a využívat informace	1,145	92	0,255
Tvořivost	0,223	91	0,824
Prezentační dovednosti	-1,104	95	0,272
Debatní dovednosti	-2,188	99	0,031
Angličtina	0,520	94	0,604

Poznámka: Záznamy se signifikancí $p \leq 0,10$ jsou zvýrazněny tučně.

II. Porovnání hodnocení přínosu *přípravy na TMF* a *ostatních soutěží*

Studenti jako součást šetření hodnotili také přínos *ostatních soutěží* (bez dalšího rozlišení se tak mohlo jednat např. o Fyzikální olympiádu, IJSO, EUSO, SOČ atd.) k rozvoji svých měkkých dovedností. Studenti vcelku hodnotí přínos *ostatních soutěží* dobře. Zjišťujeme, že *ostatní soutěže* mají obvykle silnější dopad než *běžná výuka*. Hodnocení přínosu *ostatních soutěží* je u měkkých dovedností lepší, s výjimkou „Prezentačních dovedností“ a „Debatních dovedností“.

Hodnocení přínosu *ostatních soutěží* k rozvoji měkkých dovedností je nutné vnímat s rezervou. Tyto aktivity si studenti volí sami, a mohou pro ně tedy být kladně zaujati. I takto můžeme v hodnocení chápat pozorovaný větší přínos *ostatních soutěží* ve srovnání s *přípravou na TMF*.

Pro učitele tato zjištění znamenají, že *příprava na TMF* i *ostatní soutěže* se mohou vzájemně doplňovat. Navrhujeme proto, aby učitelé ve své *běžné výuce* posílili badatelsky zaměřené aktivity a podporovali *přípravu na TMF*. Navíc by měli učitelé tyto aktivity propojovat s dalšími zájmovými činnostmi, aby zajistili rozvoj všestranných měkkých dovedností prostřednictvím obou typů aktivit.

Výsledky Studentova *t*-testu rozdílu hodnocení přínosu *přípravy na TMF* oproti *ostatním soutěžím*

Dovednost	<i>t</i>	d.f.	<i>p</i>
Týmová práce	-3,946	92	0,000
Schopnost získávat a využívat informace	-6,046	90	0,000
Tvořivost	-4,887	89	0,000
Prezentační dovednosti	-1,273	91	0,206
Debatní dovednosti	-0,102	94	0,919
Angličtina	-4,661	90	0,000

Poznámka: Výsledky Studentova *t*-testu. Záznamy se signifikancí $p \leq 0,10$ jsou zvýrazněny tučně.

III. Badatelsky zaměřená výuka staví na stávajících měkkých dovednostech

Hodnocení přínosu *přípravy na TMF* studenty závisí na počtu let do jejich maturitní zkoušky (viz Dodatek 1.2.2). V naší regresní analýze pozorujeme, že studenti maturitního a předmaturitního ročníku hodnotí přínos *přípravy na TMF* lépe než mladší studenti; rozdíly nejsou zjištěny pouze pro „Týmovou práci“ a „Angličtinu“. Pro *ostatní soutěže* nebyly obdobné rozdíly pozorovány.

Tato zjištění jsou ještě zajímavější ve srovnání, jak na počtu let do maturity závisí hodnocení přínosu *běžné výuky*. V naší analýze totiž pozorujeme opačný trend: studenti nižších ročníků vnímají *běžnou výuku* jako přínosnější než studenti maturitních ročníků. Ještě více je tak zdůrazněno vzájemné doplňování se *běžné výuky* a *přípravy na TMF*.

Pro učitele tato zjištění znamenají, že *příprava na TMF* působí jako vyvrcholení vzdělávání studentů. Aby studenti mohli z *přípravy na TMF* vytěžit maximum, musí učitelé studentům zajistit dostatečnou úroveň dovedností. Učitelé by proto měli stavět na dosavadních měkkých (i odborných) dovednostech studentů, aby v největší možné míře rozvinuli jejich měkké dovednosti v maturitním ročníku. Pro mladší studenty, kteří nejspíš mají slabší dovednosti než jejich starší spolužáci, z toho pak vyplývá, že potřebují silnější vedení učitelů. Učitelé by pak měli zajistit, aby studenti byli při *přípravě na TMF* dostatečně vybaveni, aby nebyli zahlceni náročností těchto aktivit. Takto se i mladším studentům podaří vytěžit maximum z *přípravy na TMF*.

Regrese hodnocení přínosu přípravy na TMF v závislosti na počtu let do maturity. Za základní hladinu je vzato hodnocení studentů maturitního ročníku.

↓ Dovednost Počet let do maturity →	1	2	3 a více	R ²
Týmová práce	0,086	-0,113	-0,239	0,017
Směrodatná odchylka	0,205	0,213	0,247	
Signifikance <i>p</i>	0,677	0,596	0,336	
Schopnost získávat a využívat informace	-0,024	-0,476	-0,498	0,053
Směrodatná odchylka	0,234	0,247	0,288	
Signifikance <i>p</i>	0,919	0,057	0,086	
Tvořivost	-0,164	-0,493	-0,146	0,038
Směrodatná odchylka	0,220	0,236	0,275	
Signifikance <i>p</i>	0,458	0,039	0,596	
Prezentační dovednosti	-0,029	-0,408	-0,108	0,036
Směrodatná odchylka	0,202	0,215	0,257	
Signifikance <i>p</i>	0,886	0,060	0,675	
Debatní dovednosti	0,021	-0,310	-0,383	0,046
Směrodatná odchylka	0,183	0,192	0,228	
Signifikance <i>p</i>	0,911	0,109	0,096	
Angličtina	-0,002	0,017	-0,271	0,015
Směrodatná odchylka	0,181	0,191	0,232	
Signifikance <i>p</i>	0,990	0,931	0,246	

Poznámka: údaje s hodnotami signifikance $p \leq 0,10$ jsou zvýrazněny tučně. Uvedeny jsou též hodnoty spolehlivosti R^2 lineární regrese.

IV. Badatelsky zaměřená výuka staví na stávajících fyzikálních dovednostech

V našem šetření jsme pozorovali, že studenti hodnotí přínos *přípravy na TMF* tím lépe, čím více mají hodin fyziky týdně (viz Dodatek 1.2.3), s výjimkou „Prezentačních dovedností“ a „Debatních dovedností“. Ačkoliv výsledky závisí na konkrétní měkké dovednosti, je zřejmé, že studenti se čtyřmi a více hodinami fyziky týdně hodnotí přínos *přípravy na TMF* nejlépe. Stejně je hodnocena i *běžná výuka*: čím více hodin fyziky, tím lépe studenti hodnotí její přínos. Pro *ostatní soutěže* jsme obdobný trend nepozorovali.

Pro učitele z tohoto vyplývá, že základní fyzikální dovednosti jsou důležitými předpoklady pro další rozvoj měkkých dovedností prostřednictvím *přípravy na TMF*. Jinak řečeno, studenti se solidními základy ve fyzice budou mít z *přípravy na TMF* největší prospěch i z hlediska rozvoje svých měkkých dovedností. Toto nastiňuje dvě doporučení pro učitele k posílení přínosu badatelsky zaměřené výuky. Za prvé, učitelé by měli před rozjezdem *přípravy na TMF* zohlednit míru dovednosti studentů ve fyzice. Učitelé mohou využít badatelsky zaměřenou výuku především v intenzivních kurzech s pokročilými studenty fyziky, kterým se pak měkké dovednosti nejvíce rozvinou. Za druhé, učitelé by měli zajistit, aby studenti před zapojením do *přípravy na TMF* měli dostatečné dovednosti ve fyzice. V opačném případě hrozí negativní výsledek z důvodu, že se studenti budou cítit přetíženi, což jsme již diskutovali výše. Zaznamenáváme i kladný vedlejší jev, kdy rozvoj odborných dovedností vede i k rozvoji dovedností měkkých.

Regrese hodnocení přínosu přípravy na TMF v závislosti na počtu hodin fyziky týdně. Za základní hladinu jsou vzaty odpovědi studentů bez pravidelné výuky fyziky.

↓ Dovednost Počet hodin fyziky týdně →	1	2	3	4	5 a více	R ²
Týmová práce	0,500	1,052	1,067	1,350	0,750	0,076
Směrodatná odchylka	0,654	0,507	0,518	0,530	0,580	
Signifikance <i>p</i>	0,446	0,040	0,042	0,012	0,198	
Schopnost získávat a využívat informace	1,083	1,048	1,126	1,233	1,083	0,034
Směrodatná odchylka	0,773	0,600	0,614	0,627	0,686	
Signifikance <i>p</i>	0,164	0,084	0,069	0,052	0,117	
Tvořivost	0,167	0,500	0,381	0,767	0,667	0,032
Směrodatná odchylka	0,720	0,559	0,573	0,584	0,638	
Signifikance <i>p</i>	0,817	0,373	0,507	0,192	0,299	
Prezentační dovednosti	0,167	0,649	0,598	0,857	0,792	0,036
Směrodatná odchylka	0,675	0,524	0,536	0,546	0,598	
Signifikance <i>p</i>	0,805	0,218	0,267	0,119	0,188	
Debatní dovednosti	-0,167	0,333	0,398	0,633	1,000	0,079
Směrodatná odchylka	0,601	0,466	0,476	0,487	0,525	
Signifikance <i>p</i>	0,782	0,476	0,405	0,196	0,059	
Angličtina	-0,083	0,648	0,770	1,000	0,917	0,092
Směrodatná odchylka	0,571	0,444	0,454	0,462	0,507	
Signifikance <i>p</i>	0,884	0,147	0,092	0,032	0,073	

Poznámka: údaje s hodnotami signifikance $p \leq 0,10$ jsou zvýrazněny tučně. Uvedeny jsou též hodnoty spolehlivosti R^2 lineární regrese.

V. Nedávná příprava na TMF posiluje rozvoj měkkých dovedností

V části našeho šetření jsme zkoumali, jak studenti hodnotí přínos přípravy na TMF v závislosti na datu své poslední účasti v *přípravě na TMF* (viz Dodatek 1.2.4). Dotazovaní měli na výběr z možností „Nikdy“, „V tomto roce“, a „V minulých letech“. S výjimkou „Angličtiny“ jsme nezaznamenali žádnou další statisticky významnou závislost. Zdá se nicméně, že nedávná *příprava na TMF* má silnější vliv než *příprava* dřívější. Obdobné chování pozorujeme i v případě hodnocení přínosu *běžné výuky*. S výjimkou „Prezentačních dovedností“ naše výsledky ukazují, že přínos *běžné výuky* k rozvoji měkkých dovedností je větší pro studenty, kteří se právě účastnili *přípravy na TMF*, než pro studenty, kteří se *přípravě na TMF* věnovali dříve. Možné vysvětlení je, že účast v aktivitách jako *příprava na TMF* posiluje motivaci studentů k maximálnímu možnému zlepšení svých měkkých dovedností i během *běžné výuky*.

Z těchto zjištění vyplývá pro učitele, že by měli badatelsky zaměřené aktivity do své výuky zařazovat pravidelně, a i *příprava na TMF* by měla být pravidelná. Studenti tak budou nejen přímo profitovat z *přípravy na TMF*, ale současně se pro ně umocní i přínos *běžné výuky*. Může se zdát, že toto doporučení poněkud jde proti výsledkům o největším přínosu *přípravy na TMF* v maturitním ročníku. Obě zjištění ale lze sloučit, pokud si uvědomíme, že *příprava na TMF* v nižších ročnících může sloužit jako investice pro dosažení největšího přínosu v získávání měkkých dovedností v maturitním ročníku. Jak jsme již uvedli výše, tato zjištění také ukazují, že studenti především nižších ročníků potřebují k *přípravě na TMF* dobré vedení, které zamezí nechtěným důsledkům pro rozvoj jejich měkkých dovedností.

Regrese hodnocení přínosu běžné výuky na datu poslední účasti v přípravě na TMF. Za základní hladinu jsou vzaty odpovědi studentů, kteří se přípravy na TMF doposud neúčastnili.

↓ Dovednost Poslední příprava na TMF →	V minulých letech	Tento rok	R ²
Týmová práce	-0,954	-0,954	0,078
Směrodatná odchylka	0,284	0,981	
Signifikance <i>p</i>	0,001	0,333	
Schopnost získávat a využívat informace	-0,966	1,117	0,081
Směrodatná odchylka	0,295	0,982	
Signifikance <i>p</i>	0,001	0,257	
Tvořivost	-0,856	0,298	0,060
Směrodatná odchylka	0,288	0,993	
Signifikance <i>p</i>	0,003	0,765	
Prezentační dovednosti	-0,406	1,209	0,024
Směrodatná odchylka	0,291	1,005	
Signifikance <i>p</i>	0,166	0,231	
Debatní dovednosti	-0,620	1,380	0,038
Směrodatná odchylka	0,320	1,065	
Signifikance <i>p</i>	0,055	0,197	
Angličtina	-0,538	0,000	0,023
Směrodatná odchylka	0,300	1,033	
Signifikance <i>p</i>	0,074	1,000	

Poznámka: údaje s hodnotami signifikance $p \leq 0,10$ jsou zvýrazněny tučně. Uvedeny jsou též hodnoty spolehlivosti R^2 lineární regrese.

VI. Nedávná příprava na TMF umocňuje přínosy ostatních soutěží

Podobně jako ve výše uvedené analýze, zde studujeme rozdíly mezi tím, jak studenti hodnotí přínos *ostatních soutěží* v závislosti na jejich poslední účasti na *přípravě na TMF* (viz též Dodatek 1.2.4). Naše výsledky naznačují, že studenti, kteří se na *TMF připravovali* nedávno, hodnotí lépe i přínos *ostatních soutěží*. I zde může být vysvětlení obdobné; *příprava na TMF* pravděpodobně motivuje studenty, aby si více odnášeli i z *ostatních soutěží*.

Je zajímavé, že v našich datech nepozorujeme podobný vliv *ostatních soutěží* (viz Dodatek 1.2.5). Ani v hodnocení přínosu *běžné výuky*, ani v hodnocení přínosu *ostatních soutěží* jsme nepozorovali, že by se nedávná účast v *ostatních soutěžích* projevovala lepším hodnocením. Zdá se tedy, jako kdyby se z *ostatních soutěží* nedařilo přenášet dovednosti a motivaci ani do *běžné výuky*, ani do *přípravy na TMF*; k přenosu dovedností z *přípravy na TMF* přitom dochází.

Pro učitele tato zjištění znamenají, že *příprava na TMF* má kladný vliv na *ostatní soutěže*. Opačný efekt – to znamená přínos *ostatních soutěží* na *přípravu na TMF* – ovšem nepozorujeme. Učitelům proto doporučujeme, aby do *přípravy na TMF* zařazovali zvláště studenty angažující se i v *ostatních soutěžích*. Učitelé tak studentům umožní rozvíjet své měkké dovednosti nejen přímo *přípravou na TMF*, ale i nepřímým umocněním vlivu *ostatních soutěží*.

Regrese hodnocení přínosu *ostatních soutěží* podle data poslední účasti v *přípravě na TMF*. Za základní hladinu jsou vzaty odpovědi studentů, kteří se *přípravy na TMF* doposud neúčastnili.

↓ Dovednost Poslední <i>příprava na TMF</i> →	V minulých letech	Tento rok	R^2
Týmová práce	-0,609	0,622	0,057
Směrodatná odchylka	0,222	0,765	
Signifikance p	0,007	0,418	
Schopnost získávat a využívat informace	-0,491	0,600	0,039
Směrodatná odchylka	0,229	0,730	
Signifikance p	0,034	0,413	
Tvořivost	-0,527	-0,427	0,044
Směrodatná odchylka	0,220	0,673	
Signifikance p	0,018	0,526	
Prezentační dovednosti	-0,527	1,056	0,032
Směrodatná odchylka	0,296	0,983	
Signifikance p	0,077	0,285	
Debatní dovednosti	-0,620	0,017	0,036
Směrodatná odchylka	0,280	0,892	
Signifikance p	0,028	0,985	
Angličtina	-0,610	0,556	0,051
Směrodatná odchylka	0,237	0,787	
Signifikance p	0,011	0,481	

Poznámka: údaje s hodnotami signifikance $p \leq 0,10$ jsou zvýrazněny tučně. Uvedeny jsou též hodnoty spolehlivosti R^2 lineární regrese.

VII. Učitelé hodnotí přínos *přípravy na TMF* kladně

Ve druhé oblasti šetření jsme zjišťovali, jak hodnotí přínos *přípravy na TMF* na rozvoj měkkých dovedností studentů učitelé. Obecně hodnotí učitelé tento přínos velmi vysoko (hodnocení 8 z 10, viz Dodatek 2.2.2). Takové hodnocení je mimořádně silné, zvláště když uvážíme, že *běžná výuka* je hodnocena 5 body z 10 (viz Dodatek 2.2.1). Tyto rozdíly jsou potvrzeny i párovými t -testy (viz Dodatek 2.3.1) a týkají se všech zkoumaných měkkých dovedností.

Ačkoliv tato zjištění nasvědčují přínosu *přípravy na TMF* k rozvoji měkkých dovedností studentů, je možno vznést určité námitky. Výzkumu se účastnili pouze učitelé, kteří již zkušenost s *přípravou na TMF* mají. Musíme proto zvažovat, zda nejsou výsledky průzkumu tímto směrem vychýleny. Toto může vysvětlit rozdíly v hodnocení přínosu *přípravy na TMF* studenty (viz Dodatek 1.2.1) a učiteli. Zatímco učitelé hodnotili *přípravu na TMF* jako přínosnější pro rozvoj všech měkkých dovedností, studenti ji lépe hodnotili pouze pro „Debatní dovednosti“. V doplňujícím rozboru (viz Dodatek 2.5) zjišťujeme, jak studenti i učitelé srovnávají přínos *běžné výuky* a *přípravy na TMF* k rozvoji měkkých dovedností studentů. Zjišťujeme, že učitelé hodnotí *přípravu na TMF* významně lépe pro všechny zkoumané měkké dovednosti. Naproti tomu hodnocení studentů je diferencovanější; *příprava na TMF* je v něm vyhodnocena jako přínosnější pouze u 4 ze 6 zkoumaných měkkých dovedností.

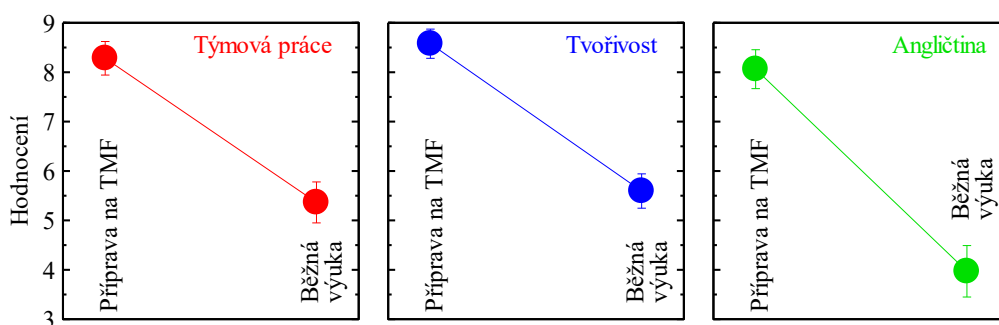
Pro učitele z těchto zjištění vyplývá, že by měli pravidelně sledovat rozvoj měkkých dovedností studentů během badatelsky zaměřených aktivit. Toto učitelům pomůže lépe zhodnotit, nakolik přínos *přípravy na TMF* na rozvoj měkkých dovedností studentů splňuje jejich očekávání. Na druhé straně tato zjištění také napovídají, že by učitelé měli studentům přínos *přípravy na TMF* k rozvoji jejich měkkých

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

dovedností vysvětlovat. Nejsou-li výsledky hodnocení přínosu důsledkem nereprezentativního vzorku, zůstává otázka, proč učitelé vnímají přínos *přípravy na TMF* mnohem příznivěji než studenti. Učitelé by tak měli žáky motivovat k *přípravě na TMF* a měli by jim vysvětlovat, že *příprava na TMF* není oproti *běžné výuce* zbytečná, ale že ji užitečně doplňuje.

Párové Studentovy t-testy (příp. Wilcoxonovy testy) rozdílů hodnocení přínosu *běžné výuky* a *přípravy na TMF* pro jednotlivé zkoumané měkké dovednosti.

Dovednost	Test	Statistika	d.f.	p
Týmová práce	Studentův	-6,503	31	< 0,001
Tvořivost	Studentův	-10,225	31	< 0,001
	Wilcoxonův	0		< 0,001
Debatní dovednosti	Studentův	-7,126	32	< 0,001
Schopnost získávat a využívat informace	Studentův	-7,742	31	< 0,001
	Wilcoxonův	0		< 0,001
Prezentační dovednosti	Studentův	-6,040	32	< 0,001
Angličtina	Studentův	-6,759	31	< 0,001



VIII. Učitelé hodnotí přínos *přípravy na TMF* lépe než *ostatní soutěže*

V rámci šetření hodnotili učitelé také přínos *ostatních soutěží* (bez dalšího rozlišení se tak mohlo jednat např. o Fyzikální olympiádu, IJSO, EUSO, SOČ atd.) k rozvoji měkkých dovedností studentů. Přes drobné rozdíly mezi jednotlivými měkkými dovednostmi hodnotili učitelé v průměru přínos *ostatních soutěží* obdobně, jako *běžnou výuku* (hodnocení 5 z 10, viz Dodatek 2.2.3). Jelikož je toto hodnocení nižší než u *přípravy na TMF*, srovnali jsme učitelské hodnocení přínosu *přípravy na TMF* a *ostatních soutěží* mezi sebou. Obdobně jako u *běžné výuky* uváděli učitelé, že *příprava na TMF* je pro rozvoj měkkých dovedností studentů výrazně přínosnější než *ostatní soutěže* (viz Dodatek 2.3.2).

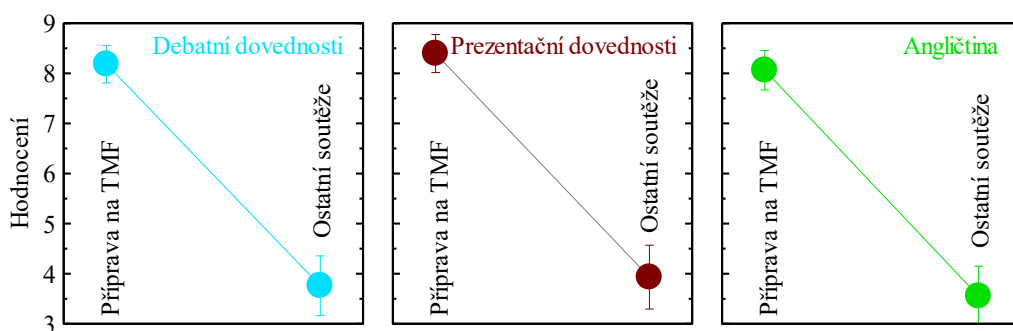
Opět zdůrazňujeme, že nereprezentativnost vzorku učitelů může vést k námitkám. Svoji zkušeností a zapojením do *přípravy na TMF* mohou být oslovení učitelé pro *přípravu na TMF* silně zaujati. Nicméně stejná námitka platí i pro studenty, kteří mohou být kladně zaujati pro jinou ze soutěží, kterou si sami zvolili (viz Dodatek 1.2.1). Toto může vysvětlit, proč učitelé hodnotí přínos *přípravy na TMF* mnohem lépe než přínos *ostatních soutěží*, zatímco hodnocení studentů bylo opačné s výjimkou „Prezentačních dovedností“ a „Debatních dovedností“.

Pro učitele tato zjištění znamenají, že by se měli pravidelně věnovat vyhodnocování rozvoje měkkých dovedností studentů při jejich badatelsky zaměřených aktivitách. Navíc tato zjištění také ukazují, že učitelé by měli kombinovat přínosy jednotlivých aktivit. Ani učitelé ani studenti by neměli *přípravu na*

TMF a na ostatní soutěže brát jako záměnné, nebo dokonce jako protichůdné. Místo toho by učitelé měli usměrňovat motivaci o ostatní soutěže i směrem k přípravě na TMF. Studenti by pak přípravu na TMF a ostatní soutěže měli vnímat jako vzájemně se doplňující. Toto je důležité, protože odpovědi studentů ukazují potenciál k synergii přínosů přípravy na TMF a ostatních soutěží.

Párové Studentovy *t*-testy (příp. Wilcoxonovy testy) rozdílu učitelského hodnocení přínosu přípravy na TMF a ostatních soutěží pro jednotlivé zkoumané měkké dovednosti.

Dovednost	Test	Statistika	d.f.	<i>p</i>
Týmová práce	Studentův	-6,503	31	< 0,001
Tvořivost	Studentův	-10,225	31	< 0,001
Debatní dovednosti	Studentův	0		< 0,001
Schopnost získávat a využívat informace	Studentův	-7,126	32	< 0,001
Prezentační dovednosti	Studentův	-7,742	31	< 0,001
	Wilcoxonův	0		< 0,001
Angličtina	Studentův	-6,040	32	< 0,001



IX. Měkké dovednosti zlepšují úroveň studentů

Upozornění: V této části se vychází z dat získaných při doplňkovém šetření prováděném výhradně na rakouském TMF. Z tohoto důvodu se poněkud liší stupnice hodnocení (1 – 3 místo 1 – 5), a místo „Tvořivosti“ bylo sledováno „Vědecké uvažování“.

S využitím bodování odborníků v rakouském TMF zjišťujeme jeho souvislost s vlastním hodnocením úrovně měkkých dovedností studentů (viz Dodatek 3.3, hypotéza P.2). V prvním kroku pozorujeme, že studenti, přisuzující svým měkkým dovednostem větší důležitost, dosahují vyššího bodování. I když tento výsledek může být předpojatý (mj. pouze studenti s rozvinutými měkkými dovednostmi je mohou považovat za důležité), může být toto zjištění využito k motivaci. Považují-li studenti svoje měkké dovednosti za důležité, jsou motivováni je dále rozvíjet a dosáhnout tak vyšší úrovně.

Ve druhém kroku jsme rozšířili rozbor o hledání souvislosti mezi vlastním hodnocením dovedností studentů a bodováním porotců. Po přípravných aktivitách rakouského TMF 2020 bylo bodování porotců úměrné vlastnímu hodnocení studentů u dovedností „Vědecké uvažování“, „Debatní dovednosti“ a „Angličtiny“.

Výsledky regresního modelu, v němž vlastní hodnocení úrovně studentů vystupuje (spolu s jejich věkem, rolí v soutěži a roce soutěže) jako nezávislá proměnná, a bodování porotců jako proměnná závislá.

Nezávislá proměnná	Regresní koeficient	Směrodatná odchylka	<i>t</i>	<i>p</i>
(Konstantní regresní koeficient)	-8,86	1,41	-6,30	0,000
Rok soutěže (0 = 2020, 1 = 2021)	1,61	0,25	6,39	0,000
Role referujícího (0 = ne, 1 = ano)	0,26	0,12	2,07	0,039
Role recenzenta (0 = ne, 1 = ano)	0,67	0,15	4,57	0,000
Věk studenta	0,27	0,07	3,87	0,000
Hodnocení své „Týmové práce“	1,46	0,18	8,00	0,000
Hodnocení své „Schopnosti získávat a využívat informace“	1,99	0,23	8,69	0,000
Hodnocení svého „Vědeckého uvažování“	0,58	0,18	3,15	0,002
Hodnocení svých „Prezentačních dovedností“	-2,20	0,35	-6,31	0,000
Hodnocení svých „Debatních dovedností“	1,08	0,25	4,40	0,000
Hodnocení své „Angličtiny“	-0,81	0,11	-7,52	0,000

Výsledky obdobného regresního modelu po přípravných aktivitách k rakouskému TMF v roce 2020

Nezávislá proměnná	Regresní koeficient	Směrodatná odchylka	<i>t</i>	<i>p</i>
(Konstantní regresní koeficient)	-2,42	1,67	-1,45	0,147
Rok soutěže (0 = 2020, 1 = 2021)	1,22	0,21	5,73	0,000
Role referujícího (0 = ne, 1 = ano)	0,29	0,14	2,13	0,033
Role recenzenta (0 = ne, 1 = ano)	0,66	0,17	4,01	0,000
Věk studenta	0,36	0,11	3,31	0,001
Hodnocení své „Týmové práce“	-0,14	0,19	-0,76	0,445
Hodnocení své „Schopnosti získávat a využívat informace“	-0,01	0,11	-0,06	0,953
Hodnocení svého „Vědeckého uvažování“	0,47	0,23	2,09	0,037
Hodnocení svých „Prezentačních dovedností“	-1,00	0,33	-3,07	0,002
Hodnocení svých „Debatních dovedností“	0,48	0,26	1,87	0,062
Hodnocení své „Angličtiny“	0,58	0,10	5,86	0,001

Pro učitele z těchto zjištění vyplývá, že měkké dovednosti jsou pro studenty důležité, a že jejich ovládnutí vede k lepším výsledkům. Učitelé by se tak měli zaměřovat na rozvoj těchto měkkých dovedností, aby rozvíjeli i odborné dovednosti ve fyzice (ale i v dalších oblastech). Jako podstatný prvek rozvoje dovedností by se měla uplatňovat snaha učitelů motivovat studenty také k rozvoji svých měkkých dovedností. Podle zjištění z prvních dvou částí této zprávy je za tímto účelem *příprava na TMF* velmi vhodným přístupem, zvláště pokud bude kombinována s dalšími fyzikálními soutěžemi.

X. Příprava na TMF posiluje badatelskou výkonnost

Upozornění: V této části se vychází z dat získaných při doplňkovém šetření prováděném výhradně na rakouském TMF. Z tohoto důvodu se poněkud liší stupnice hodnocení (1 – 3 místo 1 – 5), a místo „Tvořivosti“ bylo sledováno „Vědecké uvažování“.

Dále rozebereme, jakým způsobem vědecký výkon studentů posilují přípravné kurzy na TMF (viz Dodatek 3.3, hypotéza S.1a). Za tímto účelem srovnáme, jak hodnocení měkkých dovedností před a po rakouských přípravných kurzech na TMF ovlivnilo výkonnost v badatelsky orientovaných aktivitách. V naší studii pozorujeme, že pouze „Prezentační dovednosti“ byly před přípravou lepší. Zdá se však, že „Prezentační dovednosti“ jsou poněkud výjimečné. Nicméně u všech ostatních zkoumaných měkkých dovedností došlo po přípravě ke zlepšení.

Pro učitele to znamená, že přípravné kurzy na TMF posilují výkon studentů v badatelsky zaměřené výuce. Obdobně jako výše uvedené výsledky, i tyto ukazují, že se rozvíjejí i měkké dovednosti. Učitelé by proto měli studenty k účasti na přípravných akcích k TMF motivovat. Tímto učitelé napomůžou rozvoji měkkých dovedností studentů a jejich úspěchu v badatelsky zaměřené výuce.

Výsledky obdobného regresního modelu (jako v předchozí části) před přípravnými aktivitami rakouského TMF v roce 2021

Nezávislá proměnná	Regresní koeficient	Směrodatná odchylka	<i>t</i>	<i>p</i>
(Konstantní regresní koeficient)	-5,87	2,66	-2,20	0,028
Rok soutěže (0 = 2020, 1 = 2021)	0,36	0,15	2,48	0,013
Role referujícího (0 = ne, 1 = ano)	0,73	0,15	5,00	0,000
Role recenzenta (0 = ne, 1 = ano)	0,79	0,15	5,37	0,000
Věk studenta	-0,92	0,29	-3,21	0,001
Hodnocení své „Týmové práce“	-0,13	0,11	-1,17	0,244
Hodnocení své „Schopnosti získávat a využívat informace“	-0,03	0,27	-0,13	0,899
Hodnocení svého „Vědeckého uvažování“	0,74	0,41	1,81	0,071
Hodnocení svých „Prezentačních dovedností“	0,07	0,30	0,25	0,806
Hodnocení svých „Debatních dovedností“	-5,87	2,66	-2,20	0,028
Hodnocení své „Angličtiny“	—	—	—	—

XI. Přípravné aktivity k účasti na TMF posilují přínosy soutěže

Upozornění: V této části se vychází z dat získaných při doplňkovém šetření prováděném výhradně na rakouském TMF. Z tohoto důvodu se poněkud liší stupnice hodnocení (1 – 3 místo 1 – 5), a místo „Tvořivosti“ bylo sledováno „Vědecké uvažování“.

K rozboru vlivu přípravných aktivit k TMF na výsledky v soutěži budeme dále zjišťovat, jakým způsobem závisí výsledek bodování porotců rakouského TMF na době strávené badatelsky zaměřenými aktivitami (viz Dodatek 3.3, hypotéza S.1b). Naše zjištění naznačují, že studenti věnující přípravě více času mají i lepší bodování. Předpokládáme, že tento výsledek souvisí i s rozvojem měkkých dovedností. Přípravné aktivity dávají studentům příležitost cvičit svoje měkké dovednosti, což se pak zúročí ve vlastní soutěži.

Výsledky regresního modelu zaměřeného na vliv doby strávené přípravou na TMF (pouze Rakousko)

Nezávislá proměnná	Regresní koeficient	Směrodatná odchylka	<i>t</i>	<i>p</i>
(Konstantní regresní koeficient)	-5,77	0,97	-5,97	0,000
Rok soutěže (0 = 2020, 1 = 2021)	0,51	0,15	3,50	0,001
Role referujícího (0 = ne, 1 = ano)	0,34	0,14	2,52	0,012
Role recenzenta (0 = ne, 1 = ano)	0,65	0,17	3,94	0,000
Věk studenta	0,66	0,06	11,88	0,000
Počet hodin přípravy za měsíc	0,01	0,00	7,86	0,000

Je zajímavé, že studenti si jsou vědomi přínosů přípravných aktivit. Na dotaz, zda přípravné aktivity na TMF napomohly rozvoji jejich měkkých dovedností, byla průměrná odpověď napříč všemi měkkými dovednostmi 2,39 (v měřítku 1 = trochu, 3 = hodně). Vymykala se pouze angličtina s hodnocením 1,70. Pro ostatní měkké dovednosti přesahovalo průměrné hodnocení hodnotu 2,0; pro „Vědecké uvažování“ a „Debatní dovednosti“ pak dokonce hodnotu 2,7.

Popisná statistika hodnocení rozvoje měkkých dovedností.

Dovednost	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Počet týmů
Týmová práce	2,319	0,746	1,0	3,0	12
Schopnost získávat a využívat informace	2,319	0,533	1,5	3,0	12
Vědecké uvažování	2,750	0,405	2,0	3,0	12
Prezentační dovednosti	2,513	0,457	2,0	3,0	12
Debatní dovednosti	2,722	0,422	2,0	3,0	12
Angličtina	1,694	0,895	1,0	3,0	12
Rozvoj měkkých dovedností obecně	2,386	0,379	1,8	3,0	12

Pro učitele tato zjištění znamenají, že by měli významnou část výuky věnovat badatelsky zaměřeným aktivitám. Takto se automaticky podpoří rozvoj měkkých dovedností. Další čas věnovaný přípravným aktivitám na TMF pak umožní studentům vylepšit se i ve vědeckém bádání, ale i s tím bude spojen další rozvoj měkkých dovedností. Je možné předpokládat i efekty, které budou tyto vztahy vzájemně posilovat. Zdá se, že si studenti tyto výhody uvědomují, jak se ukazuje v jejich vyšším bodování v TMF. Učitelé by proto měli toto kladné vnímání studentů využít v jejich motivaci k přípravě na TMF. Nejlépe tak, že tuto přípravu propojí i s *ostatními soutěžemi*. Naše výsledky z prvních dvou částí této zprávy naznačují, že toto propojení přípravy na TMF a *ostatních soutěží* má synergický efekt.

XII. Vědecké uvažování, debatování a angličtina jako stěžejní měkké dovednosti

V souladu se zjištěními v práci Deep et al. (2019), bodování odborníků ukazuje, že vědecké uvažování, debatní dovednosti a angličtina vedou v TMF k dobrým výsledkům (viz Dodatek 3.3 a níže uvedené regresní koeficienty). Toto zdůrazňuje užitečnost přípravných aktivit k dosažení lepšího bodování na TMF. U „Vědeckého uvažování“ a „Debatních dovedností“ studenti uváděli, že přípravné aktivity

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

zásadně přispěly k rozvoji jejich měkkých dovedností (viz níže uvedené regresní koeficienty). Studenti současně uváděli, že považují tyto dovednosti za velice důležité pro umístění v TMF (viz níže uvedené hodnocení jejich důležitosti). Pouze v případě „Angličtiny“ nicméně pozorujeme, že ji studenti nepovažují k úspěchu na TMF zásadní, ani nevěří, že by přípravné aktivity na TMF jejich angličtinu významně vylepšily. Zatímco toto může naznačovat samo vyplňující se proroctví (tj. studenti nepovažují angličtinu za podstatnou, a proto nevnímají, jak se jí zlepšuje), může to znamenat i mezeru v náplni přípravných aktivit.

Pro hlubší analýzu se vrátíme k výsledkům prvních dvou částí naší analýzy (viz Dodatky 1.2 and 2.2). Ty ukazují, že příspěvek k rozvoji „Debatních dovedností“ je výjimečně důležitý, protože zde studenti hodnotili vlastní úroveň pod průměrem všech měkkých dovedností (hodnocení 3,65 oproti 3,92). Studenti navíc podprůměrně hodnotili i přínos *běžné výuky* k rozvoji svých debatních dovedností (hodnocení 3,56 oproti 3,74). Pro „Angličtinu“ nicméně hodnocení vlastních dovedností dosahovalo 4,13 a přínos *běžné výuky* ke zlepšování angličtiny byl též hodnocen vysoko (3,97). Vysvětlení by mohlo spočívat v tom, že z přípravných aktivit na TMF studenti nezískali žádný nový jazykový podnět. Toto vysvětlení nicméně nesouhlasí s šetřením mezi učiteli. Tito na rozdíl od studentů odpovídali, že zatímco *běžná výuka* fyziky přispívá k rozvoji „Angličtiny“ pouze slabě (hodnocení 4,04), tak přínos *přípravy na TMF* je zásadní (8,07 s tím, že obě tato hodnocení jsou na škále od 1 do 10).

Tato zjištění mají pro učitele zásadní důsledky. Za prvé doporučujeme, aby se učitelé zaměřovali především na rozvoj „Vědeckého uvažování“, „Debatních dovedností“ a „Angličtiny“, kteréžto měkké dovednosti mají nejsilnější vliv na výkon studentů v badatelských činnostech. Za druhé, učitelé by měli vyžadovat od studentů zpětnou vazbu, aby mohli zjistit, proč přípravné aktivity na TMF nerozvíjejí jejich angličtinu. Tato zpětná vazba může buď ukazovat na ono samo vyplňující se proroctví, nebo může ukazovat, že přípravné aktivity na TMF by se měly změnit tak, aby podporovaly i vylepšování angličtiny. Za třetí, učitelé by měli pátrat, proč pouze 3 ze 6 zkoumaných měkkých dovedností vylepšují bodování v TMF. Pokud budou studenti cítit, že v badatelsky orientované výuce nemohou uplatnit všechny svoje měkké dovednosti, může to mít negativní vliv na jejich motivaci k další práci na rozvoji těchto svých dovedností, což může vést k dlouhodobým neblahým důsledkům.

Nezávislá proměnná	Příspěvek k výkonu	Příspěvek k rozvoji	Důležitost
Hodnocení své „Týmové práce“	-0,14	2,319	4,250
Hodnocení své „Schopnosti získávat a využívat informace“	-0,01	2,319	3,902
Hodnocení svého „Vědeckého uvažování“	0,47	2,750	4,777
Hodnocení svých „Prezentačních dovedností“	-1,00	2,513	4,375
Hodnocení svých „Debatních dovedností“	0,48	2,722	4,736
Hodnocení své „Angličtiny“	0,58	1,694	3,319

Poznámka: „Příspěvkem k výkonu“ je míněn koeficient lineární regrese mezi bodováním na TMF a vlastním hodnocení svých měkkých dovedností. „Příspěvkem k rozvoji“ je míněn průměrný příspěvek přípravy na TMF k rozvoji měkkých dovedností (škála 1 – 3). „Vnímaná důležitost“ pak znamená průměrnou důležitost, kterou studenti přiřadili vlivu každé z měkkých dovedností na bodování v TMF (škála 1 – 5).

XIII. Rozdíly mezi státy jsou podstatné

Jelikož naše data obsahují odpovědi studentů a učitelů z více zemí, zkoumali jsme i rozdíly mezi jednotlivými zeměmi (viz Dodatek 1.3 a 2.4). Pozorujeme, že odpovědi studentů i učitelů se mezi

zeměmi liší. Lokální prvky (jako vzdělávací systém, učební plány, styl výuky) ovlivňují, jak studenti i učitelé hodnotí rozvoj měkkých dovedností prostřednictvím různých přístupů. Ve shodě s tímto pozorováním také zjišťujeme, že studenti z různých zemí hodnotí své měkké dovednosti odlišně.

Nicméně rozdíly napříč státy jsou také mezi hodnocením studentů a učitelů. Zatímco u studentů zaznamenáváme rozdíly mezi zeměmi v hodnocení přínosu *přípravy na TMF* u všech zkoumaných měkkých dovedností, u učitelů pozorujeme rozdíly mezi zeměmi pouze pro „Schopnost získávat a využívat informace“. A naopak, zatímco hodnocení přínosu *ostatních soutěží* u učitelů se mezi zeměmi liší, tak v hodnocení studentů rozdíly nezaznamenáváme.

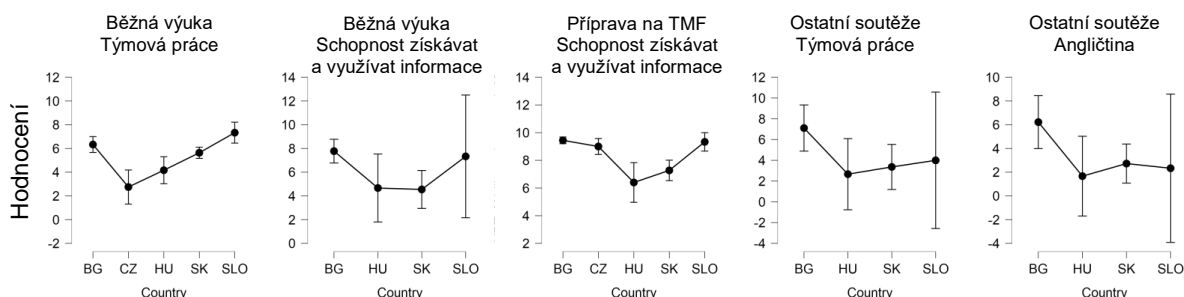
Pro učitele z tohoto vyplývá, že jejich vedení *přípravy na TMF* může vyžadovat výraznější přizpůsobení, než původně očekávali. Studentské hodnocení přínosu přípravy na TMF se mezi zeměmi lišilo, zatímco hodnocení učitelů bylo bez významných rozdílů. Tento nesoulad vysvětlujeme tím, že učitelé si na rozdíl od studentů nejsou tolik vědomi specifických potřeb a eventualit, které vyvstávají ze vzdělávacího systému nebo obecněji z kultury jednotlivých zemí v širším smyslu.

Přístupy a dovednosti, u nichž byly testem ANOVA (hodnocení ~ země) zaznamenány statisticky významné rozdíly (signifikance $p \leq 0,10$) ve studentském hodnocení přínosu mezi zeměmi.

Přístup	Dovednost	d.f.	F	p
Běžná výuka	Týmová práce	4	3,637	0,007
Běžná výuka	Tvořivost	4	2,021	0,094
Příprava na TMF	Týmová práce	8	7,812	0,000
Příprava na TMF	Schopnost získávat a využívat informace	7	4,602	0,000
Příprava na TMF	Tvořivost	7	5,272	0,000
Příprava na TMF	Prezentační dovednosti	8	16,316	0,000
Příprava na TMF	Debatní dovednosti	8	7,476	0,000
Příprava na TMF	Angličtina	8	6,749	0,000

Přístupy a dovednosti, u nichž byly testem ANOVA (hodnocení ~ země) zaznamenány statisticky významné rozdíly (signifikance $p \leq 0,10$) v učitelském hodnocení přínosu mezi zeměmi.

Přístup	Dovednost	d.f.	F	p
Běžná výuka	Týmová práce	4	3,188	0,028
Běžná výuka	Schopnost získávat a využívat informace	4	3,550	0,018
Příprava na TMF	Schopnost získávat a využívat informace	4	2,763	0,048
Ostatní soutěže	Týmová práce	3	3,365	0,034
Ostatní soutěže	Angličtina	3	4,235	0,015



Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

The relationship between inquiry-based learning in YPT and the development of soft skills

IO2 Dibali: 2019-1-SK01-KA201-060798

SUPPLEMENTARY MATERIALS

In this document, we provide supplementary materials that offer further details on the condensed guidelines presented in our report. These supplementary materials consist of three sections. The first section shows survey results on students' assessment of soft-skill development through regular physics classes, YPT-related activities, and other extracurricular activities. The second section present results from a survey of teachers' assessment of soft-skill development through these three types of activities. In section three, we present result from an expert evaluation of the relation between soft skills and performance in inquire-based learning. This analysis was conducted as part of two master theses that are included in Appendix B (separate documents).

1. Students' Assessment of Soft-Skill Development

1.1 Data characteristics

In total, 308 students from nine countries participated in the survey. While gender was not included in some of the surveys, the female-male split overall was about one third to two thirds. In some countries the share of male participants in the survey was even 70% and beyond (Czech Republic, Hungary). In one country (Slovenia), the share of females exceeded that of male participants.

Students were classified based on the school years until they would write their final exams. Overall, for this categorization the split was even: 19% of students were in their final school year, 26% had one and 28% had two years until completion. About one fifth of the participants still had to complete three or more years until their final exams. Slovenia constitutes somewhat of an outlier with 22% of participants in their final year and 78% of participants in their second to last school year. As part of the survey, students were asked about their regular weekly physics classes. About half of participants took four hours of weekly physics classes. In the case of students from Slovakia and Slovenia, this share is even higher at 65% and 78%, respectively. 25% of participants from Bulgaria and 19% of participants from Hungary took 5 hours or more of weekly physics classes. Students also reported the time they spent on physics-related extracurricular activities. 28% of participants reported that they spent more than 20 hours per month on physics-related extracurricular activities, another 22% answered that they spent between 10 and 20 hours per month on these activities. Again, country differences seem to persist. 43% and 44% of students from Czech Republic and Slovenia, respectively, reported that they spend more than 20 hours per month on extra-curricular activities.

Gender

Country	Unknown		Female		Male		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	13	100	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	0	0	7	33	14	67	21	7
Czech Rep.	0	0	7	30	16	70	23	7
Germany	3	100	0	0	0	0	3	1
Hungary	1	1	19	26	52	72	72	23

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Iran	1	100	0	0	0	0	1	0
Russia	1	100	0	0	0	0	1	0
Slovakia	0	0	63	38	102	62	165	54
Slovenia	0	0	5	56	4	44	9	3
Total	19	6	101	33	188	61	308	100

Years to final exam

Country	Unknown		0		1		2		3+		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	13	100	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	0	0	7	33	6	29	4	19	4	19	21	7
Czech Rep.	0	0	9	39	5	22	6	26	3	13	23	7
Germany	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
Hungary	1	1	22	31	22	31	22	31	5	7	72	23
Iran	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Russia	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Slovakia	0	0	20	12	40	24	53	32	52	32	165	54
Slovenia	0	0	2	22	7	78	0	0	0	0	9	3
Total	19	6	60	19	80	26	85	28	64	21	308	100

Regular physics classes per week

Country	Unknown		0		1		2		3		4		5+		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	13	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	0	0	2	7	1	4	7	25	0	0	11	39	7	25	28	10
Czech Rep.	0	0	2	9	1	4	0	0	9	39	11	48	0	0	23	8
Germany	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
Hungary	1	1	1	1	2	3	14	19	21	29	20	27	14	19	73	25
Iran	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Russia	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Slovakia	0	0	3	2	5	4	2	1	37	27	90	65	2	1	139	48
Slovenia	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22	7	78	0	0	9	3
Total	19	7	8	3	9	3	23	8	69	24	139	48	23	8	290	100

Average hours spent on physics-related extracurricular activities per month

Country	Unknown		≤5		≤10		≤20		>20		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	0	0	13	100	0	0	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	4	19	2	10	3	14	5	24	7	33	21	7
Czech Rep.	3	13	1	4	1	4	8	35	10	43	23	7
Germany	0	0	3	100	0	0	0	0	0	0	3	1
Hungary	12	17	4	6	11	15	24	33	21	29	72	23

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Iran	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	0
Russia	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	0
Slovakia	56	34	1	1	38	23	27	16	43	26	165	54
Slovenia	1	11	1	11	0	0	3	33	4	44	9	3
Total	76	25	27	9	53	17	67	22	85	28	308	100

Participants indicated their most recent participation in YPT-related activities. Only in the case of “Work on problems” events, more than half (53%) of the students participated in YPT-related activities at least once. In the other events the majority of students had never participated. When asked about their participation in other physics competitions and events, students gave similar responses as for YPT-related events. With the exception of Ad hoc competitions (42%) and Other Science Olympiads (50%), more than half of the students had never participated in any events. Yet 46% of students had participated in a Physics Olympiad at least once. Only a part of the participants evaluated their overall experience with YPT. Yet for these 73 participants, the overall evaluation was very positive (median of 4). Although the results also show some outliers, the evaluation seems equally positive across all countries.

Most recent participation in YPT-related activities

Event	This year		Last year		Earlier		Never		Total #
	#	%	#	%	#	%	#	%	
Preparatory seminar	42	19	27	12	12	5	139	63	220
Work on problems	84	35	29	12	13	5	112	47	238
Regional YPT event	47	22	21	10	16	8	125	60	209
National YPT event	50	25	9	4	15	7	129	64	203
AYPT or similar international event	9	5	5	3	13	7	161	86	188
IYPT	21	11	6	3	14	7	151	79	192

Participation in other physics competitions or preparation for them

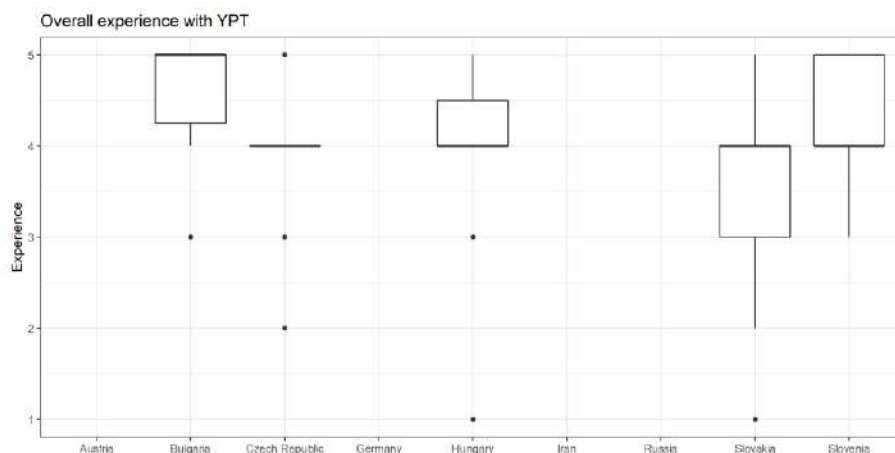
Event	This year		Last year		Earlier		Never		Total #
	#	%	#	%	#	%	#	%	
Physics Olympiad	46	19	29	12	36	15	128	54	239
IJSO or EUSO	2	1	9	5	3	2	173	93	187
IYNT	2	1	2	1	5	3	176	95	185
Other Science Olympiad	60	26	24	10	32	14	117	50	233
Project Science Competition	18	15	9	8	8	7	83	70	118
Seminar or correspondence	42	20	16	7	28	13	129	60	215
Ad hoc competitions	73	32	38	17	29	13	87	38	227
Debate club or similar	18	9	14	7	17	8	156	76	205

Overall experience with YPT

Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
73	235	3.82	4	0.96	1	5

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS



1.2 Findings

In the survey, students were asked to evaluate their own soft skills. In addition to this evaluation, students also indicated the usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities to develop these soft skills. Most students (about 280) completed questions on the self-evaluation of soft skills. For the assessment of usefulness of physics classes, YPT-related activities, and other activities, only responses from half the participants are available (about 140 responses).

On average, students evaluated their soft skills very positively (median = 4). The lowest mean evaluations were on “Debating skills” (3.65). The highest self-evaluations were on “Ability to locate and use information” (4.18) and “English skills” (4.13). Self-evaluations for all categories of soft skills were positively correlated ($r \sim 0.3$).

In the survey, students responded that regular physics classes, YPT-related activities, as well as other activities were useful to enhance their soft skills (median ≥ 4). It seems that other activities were perceived as most useful to increase soft skills and that YPT-related activities contributed slightly more than regular physics classes (see tests below). For all three types of activities, usefulness was positively correlated across categories of soft skills. These correlations were highest for YPT-related activities ($r \sim 0.5-0.6$), indicating that YPT-related activities have the most holistic impact on soft skills.

Self-evaluation by student

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	277	31	3.91	4	0.84	1	5
Ability to loc. and use information	264	44	4.18	4	0.76	1	5
Creativity	263	45	3.94	4	0.91	1	5
Presentation skills	274	34	3.73	4	1.04	1	5
Debating skills	275	33	3.65	4	1.03	1	5
English skills	276	32	4.13	4	0.90	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.35	1.00				
3	Creativity	0.25	0.60	1.00			
4	Presentation skills	0.20	0.29	0.25	1.00		
5	Debating skills	0.39	0.29	0.29	0.38	1.00	
6	English skills	0.25	0.21	0.23	0.17	0.33	1.00

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Note: Pearson correlation coefficients.

Usefulness of regular physics classes

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	154	154	3.79	4	1.07	1	5
Ability to loc. and use information	150	158	3.81	4	1.01	1	5
Creativity	154	154	3.58	4	1.03	1	5
Presentation skills	152	156	3.75	4	1.03	1	5
Debating skills	151	157	3.56	4	1.06	1	5
English skills	151	157	3.97	4	1.01	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.64	1.00				
3	Creativity	0.55	0.51	1.00			
4	Presentation skills	0.51	0.51	0.29	1.00		
5	Debating skills	0.47	0.50	0.41	0.50	1.00	
6	English skills	0.43	0.41	0.39	0.45	0.37	1.00

Note: Pearson correlation coefficients.

Usefulness of YPT activities

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	142	166	3.82	4	1.03	1	5
Ability to loc. and use information	133	175	3.97	4	0.92	1	5
Creativity	127	181	3.93	4	0.90	1	5
Presentation skills	139	169	3.56	4	1.07	1	5
Debating skills	135	173	3.67	4	1.01	1	5
English skills	141	167	3.67	4	1.19	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.60	1.00				
3	Creativity	0.60	0.63	1.00			
4	Presentation skills	0.67	0.55	0.49	1.00		
5	Debating skills	0.69	0.47	0.53	0.58	1.00	
6	English skills	0.67	0.45	0.49	0.55	0.65	1.00

Note: Pearson correlation coefficients.

Usefulness of other activities

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
-------------	-------	---------	------	--------	----	------	------

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Teamwork	149	159	4.32	4	0.79	2	5
Ability to loc. and use information	146	162	4.38	5	0.73	2	5
Creativity	144	164	4.38	4	0.68	3	5
Presentation skills	145	163	3.93	4	0.98	1	5
Debating skills	141	167	3.94	4	0.90	1	5
English skills	146	162	4.40	5	0.79	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.49	1.00				
3	Creativity	0.32	0.33	1.00			
4	Presentation skills	0.40	0.45	0.29	1.00		
5	Debating skills	0.38	0.40	0.28	0.44	1.00	
6	English skills	0.36	0.46	0.31	0.28	0.36	1.00

Note: Pearson correlation coefficients.

1.2.1 Differences in usefulness of RPC, YPT and other activities for Soft Skills

To verify the descriptive statistics from above, we use t-tests to test for differences between the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities. With the exception of “Debating skills” ($p = 0.031$), we observe no statistically significant differences between the perceived usefulness of regular physics classes and YPT-related activities. We find that participants indicated greater usefulness for other activities than for regular physics classes across all categories of soft skills ($p < 0.100$). We also observe that students perceived other activities as more useful ($p < 0.001$) than YPT-related activities. Only in the case of “Presenting skills” ($p = 0.206$) and “Debating skills” ($p = 0.919$), we observed no statistically significant differences between YPT-related activities and other activities.

Usefulness of regular classes vs. YPT activities

Soft Skills	t	df	p
Teamwork	-0.845	97	0.400
Ability to loc. and use information	1.145	92	0.255
Creativity	0.223	91	0.824
Presentation skills	-1.104	95	0.272
Debating skills	-2.188	99	0.031
English skills	0.520	94	0.604

Note: Student’s t-test. coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Usefulness of regular classes vs. other activities

Soft Skills	t	df	p
Teamwork	-5.422	147	0.000
Ability to loc. and use information	-6.650	142	0.000

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Creativity	-8.820	142	0.000
Presentation skills	-1.890	142	0.061
Debating skills	-4.101	138	0.000
English skills	-5.527	142	0.000

Note: Student's t-test. coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Usefulness of YPT activities vs. other activities

Soft Skills	t	df	p
Teamwork	-3.946	92	0.000
Ability to loc. and use information	-6.046	90	0.000
Creativity	-4.887	89	0.000
Presentation skills	-1.273	91	0.206
Debating skills	-0.102	94	0.919
English skills	-4.661	90	0.000

Note: Student's t-test. coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

1.2.2 Impact of years to final exam on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' level of knowledge—the number of years to their final exam. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students in their final year as baseline.

For regular physics classes, we find greater perceived usefulness for “Ability to locate and use information” ($p = 0.084$) and “Creativity” ($p = 0.045$) for students who still had three or more years until their final exam. Students who had only two years until their final exam only indicated greater usefulness of regular physics classes for “Creativity” ($p = 0.067$). Students who were in their last year before their final exam perceived regular physics classes as more useful for “English skills” ($p = 0.086$). For the usefulness of YPT-related activities, we found somewhat surprising results. Students who still had two years until their final exam indicated lower usefulness of YPT-related activities for “Ability to located and use information” ($p = 0.057$), “Creativity” ($p = 0.039$), “Presentation skills” ($p = 0.060$). Students with three or more years until their final exam considered lower usefulness of YPT-related activities for “Ability to located and use information” ($p = 0.086$) and “Debating skills” ($p = 0.096$). Apart from these differences, we observed no significant variation in the usefulness for YPT-related activities. For the perceived usefulness of other activities, we found no significant differences dependent on number of years to final exam.

Differences in usefulness of regular classes based on years to final exam

Soft Skills - RPC	1	2	3+	R ²
Teamwork	-0.071	0.457	0.417	0.051
Std. Error	0.243	0.230	0.263	
p-value	0.772	0.049	0.115	
Ability to loc. and use information	0.053	0.371	0.447	0.035
Std. Error	0.236	0.225	0.257	
p-value	0.824	0.101	0.084	
Creativity	0.253	0.414	0.514	0.033

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Std. Error	0.238	0.225	0.254	
p-value	0.289	0.067	0.045	
Presentation skills	0.021	0.115	-0.079	0.004
Std. Error	0.240	0.228	0.262	
p-value	0.929	0.616	0.762	
Debating skills	0.067	0.188	-0.003	0.006
Std. Error	0.251	0.237	0.269	
p-value	0.790	0.429	0.991	
English skills	0.405	0.060	0.237	0.025
Std. Error	0.234	0.222	0.258	
p-value	0.086	0.787	0.359	

Note: Linear regression, baseline: year of final exam, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of YPT activities based on years to final exam

Soft Skills - YPT	1	2	3+	R ²
Teamwork	0.086	-0.113	-0.239	0.017
Std. Error	0.205	0.213	0.247	
p-value	0.677	0.596	0.336	
Ability to loc. and use information	-0.024	-0.476	-0.498	0.053
Std. Error	0.234	0.247	0.288	
p-value	0.919	0.057	0.086	
Creativity	-0.164	-0.493	-0.146	0.038
Std. Error	0.220	0.236	0.275	
p-value	0.458	0.039	0.596	
Presentation skills	-0.029	-0.408	-0.108	0.036
Std. Error	0.202	0.215	0.257	
p-value	0.886	0.060	0.675	
Debating skills	0.021	-0.310	-0.383	0.046
Std. Error	0.183	0.192	0.228	
p-value	0.911	0.109	0.096	
English skills	-0.002	0.017	-0.271	0.015
Std. Error	0.181	0.191	0.232	
p-value	0.990	0.931	0.246	

Note: Linear regression, baseline: year of final exam, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of other activities based on years to final exam

Soft Skills - Other	1	2	3+	R ²
Teamwork	-0.081	-0.070	-0.167	0.005
Std. Error	0.184	0.176	0.203	
p-value	0.659	0.693	0.412	
Ability to loc. and use information	0.090	0.061	-0.047	0.005
Std. Error	0.175	0.165	0.190	
p-value	0.609	0.711	0.807	

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Creativity	-0.163	-0.079	0.003	0.010
Std. Error	0.163	0.154	0.176	
p-value	0.318	0.606	0.985	
Presentation skills	-0.028	0.012	-0.056	0.001
Std. Error	0.234	0.221	0.253	
p-value	0.906	0.957	0.826	
Debating skills	0.037	0.135	-0.140	0.011
Std. Error	0.218	0.208	0.238	
p-value	0.866	0.517	0.558	
English skills	0.279	-0.017	-0.057	0.028
Std. Error	0.186	0.177	0.200	
p-value	0.136	0.925	0.776	

Note: Linear regression, baseline: year of final exam, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

1.2.3 Impact of physics classes on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' weekly physics classes. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students without weekly physics classes as baseline.

As expected, we observe that students perceive their regular physics classes the more useful the greater the number of weekly physics classes. With some variation, we find that students who take more hours of weekly physics classes consider their classes as more useful to develop the "Ability to locate and use information", "Creativity", and "English skills". At the same time, we find no significantly greater effects for students with five or more hours of weekly physics classes. For the participation in YPT-related activities, we observe greater perceived usefulness to enhance "Teamwork" skill, the "Ability to locate and use information", "Debating skills", and "English skills" contingent on the number of weekly physics classes. For participation in other activities, we find lower usefulness to develop the "Ability to locate and use information", "Creativity", and "Debating skills" for students who take only one hour of weekly physics classes.

Differences in usefulness of regular classes based on regular physics classes per week

Soft Skills - RPC	1	2	3	4	5+	R ²
Teamwork	0.350	0.239	0.805	0.156	0.327	0.063
Std. Error	0.707	0.487	0.497	0.533	0.568	
p-value	0.621	0.625	0.108	0.771	0.566	
Ability to loc. and use information	0.867	0.904	1.343	1.033	0.836	0.071
Std. Error	0.726	0.460	0.471	0.503	0.536	
p-value	0.235	0.051	0.005	0.042	0.121	
Creativity	0.850	1.230	1.274	1.267	1.055	0.051
Std. Error	0.682	0.470	0.481	0.514	0.549	
p-value	0.215	0.010	0.009	0.015	0.057	
Presentation skills	-0.150	0.216	0.673	0.489	0.145	0.050
Std. Error	0.686	0.472	0.484	0.517	0.551	
p-value	0.827	0.648	0.166	0.346	0.792	
Debating skills	-0.450	0.314	0.544	0.522	0.164	0.034

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Std. Error	0.712	0.491	0.502	0.537	0.573	
p-value	0.528	0.523	0.280	0.332	0.775	
English skills	0.950	1.257	1.270	1.089	0.927	0.057
Std. Error	0.669	0.461	0.471	0.504	0.538	
p-value	0.158	0.007	0.008	0.032	0.087	

Note: Linear regression, baseline: no weekly physics classes, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of YPT activities based on regular physics classes per week

Soft Skills - YPT	1	2	3	4	5+	R ²
Teamwork	0.500	1.052	1.067	1.350	0.750	0.076
Std. Error	0.654	0.507	0.518	0.530	0.580	
p-value	0.446	0.040	0.042	0.012	0.198	
Ability to loc. and use information	1.083	1.048	1.126	1.233	1.083	0.034
Std. Error	0.773	0.600	0.614	0.627	0.686	
p-value	0.164	0.084	0.069	0.052	0.117	
Creativity	0.167	0.500	0.381	0.767	0.667	0.032
Std. Error	0.720	0.559	0.573	0.584	0.638	
p-value	0.817	0.373	0.507	0.192	0.299	
Presentation skills	0.167	0.649	0.598	0.857	0.792	0.036
Std. Error	0.675	0.524	0.536	0.546	0.598	
p-value	0.805	0.218	0.267	0.119	0.188	
Debating skills	-0.167	0.333	0.398	0.633	1.000	0.079
Std. Error	0.601	0.466	0.476	0.487	0.525	
p-value	0.782	0.476	0.405	0.196	0.059	
English skills	-0.083	0.648	0.770	1.000	0.917	0.092
Std. Error	0.571	0.444	0.454	0.462	0.507	
p-value	0.884	0.147	0.092	0.032	0.073	

Note: Linear regression, baseline: no weekly physics classes, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of other activities based on regular physics classes per week

Soft Skills - Other	1	2	3	4	5+	R ²
Teamwork	-0.200	0.064	0.287	0.022	0.164	0.022
Std. Error	0.533	0.367	0.377	0.401	0.428	
p-value	0.708	0.862	0.448	0.956	0.703	
Ability to loc. and use information	-1.000	-0.114	0.038	-0.278	-0.227	0.060
Std. Error	0.513	0.373	0.381	0.401	0.423	
p-value	0.053	0.760	0.920	0.489	0.592	
Creativity	-1.167	-0.138	-0.038	-0.111	-0.136	0.055
Std. Error	0.512	0.345	0.352	0.371	0.392	
p-value	0.024	0.691	0.913	0.765	0.728	
Presentation skills	-0.850	0.372	0.454	0.576	-0.145	0.074

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Std. Error	0.646	0.446	0.459	0.490	0.520	
p-value	0.191	0.406	0.324	0.241	0.780	
Debating skills	-0.867	-0.357	-0.171	-0.200	-0.018	0.027
Std. Error	0.663	0.420	0.434	0.462	0.490	
p-value	0.194	0.397	0.694	0.666	0.970	
English skills	-0.250	0.375	0.405	0.500	0.727	0.041
Std. Error	0.558	0.405	0.415	0.436	0.461	
p-value	0.655	0.357	0.331	0.254	0.117	

Note: Linear regression, baseline: no weekly physics classes, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

2.2.4 Impact of participation in YPT activities on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' most recent participation in YPT-related activities. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students who never participated in YPT-related activities as baseline. Depending on the year of the survey, the year of reference—"This year"—is either 2021 or 2020. For some tests, no students responded that they had participated in YPT-related activities two or more years prior to the survey. In this case, the category is omitted in the regression tables.

For some types of soft skills, we observe that students that participated previously in YPT-related activities consider regular physics classes and other activities as less useful to develop these soft skills. We observe these effects for nearly all types of soft skills. This suggests that synergies between YPT-related activities and regular physics classes as well as other activities are limited. Apart from "English skills", we observe no differences in the perceived usefulness of YPT-related activities based on the most recent participation.

Differences in usefulness of regular classes based on most recent participation in YPT activities

Soft Skills - RPC	Earlier	This year	R ²
Teamwork	-0.954	-0.954	0.078
Std. Error	0.284	0.981	
p-value	0.001	0.333	
Ability to loc. and use information	-0.966	1.117	0.081
Std. Error	0.295	0.982	
p-value	0.001	0.257	
Creativity	-0.856	0.298	0.060
Std. Error	0.288	0.993	
p-value	0.003	0.765	
Presentation skills	-0.406	1.209	0.024
Std. Error	0.291	1.005	
p-value	0.166	0.231	
Debating skills	-0.620	1.380	0.038
Std. Error	0.320	1.065	
p-value	0.055	0.197	

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

English skills	-0.538	0.000	0.023
Std. Error	0.300	1.033	
p-value	0.074	1.000	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of YPT activities based on most recent participation in YPT activities

Soft Skills - YPT	Earlier	This year	R ²
Teamwork	-0.239	0.437	0.014
Std. Error	0.234	0.635	
p-value	0.309	0.493	
Ability to loc. and use information	0.102	0.837	0.013
Std. Error	0.269	0.728	
p-value	0.706	0.253	
Creativity	-0.302	0.669	0.024
Std. Error	0.252	0.681	
p-value	0.233	0.328	
Presentation skills	-0.090	0.521	0.008
Std. Error	0.232	0.644	
p-value	0.699	0.420	
Debating skills	-0.172	-0.113	0.006
Std. Error	0.214	0.581	
p-value	0.422	0.846	
English skills	-0.393	0.401	0.039
Std. Error	0.205	0.553	
p-value	0.057	0.470	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of other activities based on most recent participation in YPT activities

Soft Skills - Other	Earlier	This year	R ²
Teamwork	-0.609	0.622	0.057
Std. Error	0.222	0.765	
p-value	0.007	0.418	
Ability to loc. and use information	-0.491	0.600	0.039
Std. Error	0.229	0.730	
p-value	0.034	0.413	
Creativity	-0.527	-0.427	0.044
Std. Error	0.220	0.673	
p-value	0.018	0.526	
Presentation skills	-0.527	1.056	0.032
Std. Error	0.296	0.983	
p-value	0.077	0.285	
Debating skills	-0.620	0.017	0.036

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Std. Error	0.280	0.892	
p-value	0.028	0.985	
English skills	-0.610	0.556	0.051
Std. Error	0.237	0.787	
p-value	0.011	0.481	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

1.2.5 Impact of participation in non-YPT competitions on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' most recent participation in other, non-YPT activities. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students who never participated in other activities as baseline. Depending on the year of the survey, the year of reference—"This year"—is either 2021 or 2020.

Based on our survey, we cannot identify any differences in the perceived usefulness of activities to develop soft skills based on recent participation in non-YPT activities consider.

Differences in usefulness of regular classes based on most recent participation in other activities

Soft Skills - RPC	Earlier	This year	R ²
Teamwork	0.007	-1.593	0.026
Std. Error	0.343	1.187	
p-value	0.983	0.184	
Ability to loc. and use information	0.223	-1.635	0.050
Std. Error	0.301	1.008	
p-value	0.462	0.110	
Creativity	0.005	-1.528	0.028
Std. Error	0.320	1.104	
p-value	0.987	0.171	
Presentation skills	-0.288	-1.788	0.048
Std. Error	0.312	1.102	
p-value	0.359	0.109	
Debating skills	0.005	-1.462	0.026
Std. Error	0.322	1.111	
p-value	0.987	0.193	
English skills	0.260	-1.673	0.039
Std. Error	0.349	1.204	
p-value	0.459	0.169	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of YPT activities based on most recent participation in other activities

Soft Skills - YPT	Earlier	This year	R ²
-------------------	---------	-----------	----------------

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Teamwork	-0.065	-1.065	0.024
Std. Error	0.213	0.845	
p-value	0.761	0.212	
Ability to loc. and use information	0.130	-0.783	0.016
Std. Error	0.233	0.921	
p-value	0.577	0.399	
Creativity	-0.106	-0.932	0.018
Std. Error	0.230	0.905	
p-value	0.648	0.307	
Presentation skills	0.158	-0.978	0.027
Std. Error	0.229	0.893	
p-value	0.493	0.278	
Debating skills	0.138	-1.122	0.035
Std. Error	0.204	0.816	
p-value	0.500	0.173	
English skills	-0.134	-1.178	0.036
Std. Error	0.203	0.802	
p-value	0.511	0.147	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of other activities based on most recent participation in other activities

Soft Skills - Other	Earlier	This year	R²
Teamwork	0.006	-0.327	0.002
Std. Error	0.243	0.838	
p-value	0.979	0.698	
Ability to loc. and use information	0.019	-0.365	0.004
Std. Error	0.218	0.710	
p-value	0.930	0.608	
Creativity	-0.145	-0.529	0.016
Std. Error	0.208	0.676	
p-value	0.489	0.436	
Presentation skills	0.197	0.120	0.008
Std. Error	0.282	0.916	
p-value	0.488	0.896	
Debating skills	0.167	0.083	0.006
Std. Error	0.295	0.925	
p-value	0.575	0.929	
English skills	-0.041	-0.327	0.002
Std. Error	0.279	0.929	
p-value	0.884	0.727	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

1.2.6 Impact of RPC, YPT and other activities on self-evaluation

We test the benefits of regular physics classes, participation in YPT-related activities, and participation in other activities in terms of the students' self-evaluation of soft skills. Our results provide strong support that these activities enhance the students' evaluation of their soft skills. We find positive correlation coefficients between regular physics classes, participation in YPT-related activities, and participation in other activities and self-evaluation for all types of soft skills. Using multivariate regression analysis, we find statistically significant relations between physics-related activities and the self-evaluation of soft skills ($p \leq 0.100$). We consider this as support for the usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities to develop students' soft skills.

Soft Skills – Self-evaluation	RPC	YPT	Other
Teamwork	0.46	0.25	0.48
Ability to loc. and use information	0.70	0.42	0.57
Creativity	0.47	0.31	0.53
Presentation skills	0.54	0.30	0.74
Debating skills	0.35	0.46	0.56
English skills	0.48	0.40	0.56

Note: Pearson correlation coefficients for self-evaluation with usefulness of each activity for the respective skill.

Soft Skills – Self-evaluation	RPC	YPT	Other	Adj. R ²
Teamwork	0.331	0.183	0.331	0.349
Std. Error	0.080	0.096	0.110	
p-value	0.000	0.061	0.003	
Ability to loc. and use information	0.578	0.265	0.137	0.637
Std. Error	0.081	0.080	0.100	
p-value	0.000	0.001	0.176	
Creativity	0.346	0.303	0.201	0.446
Std. Error	0.102	0.086	0.112	
p-value	0.001	0.001	0.077	
Presentation skills	0.279	0.129	0.686	0.750
Std. Error	0.063	0.068	0.079	
p-value	0.000	0.061	0.000	
Debating skills	0.190	0.198	0.356	0.335
Std. Error	0.071	0.087	0.100	
p-value	0.008	0.025	0.001	
English skills	0.332	0.207	0.477	0.452
Std. Error	0.078	0.104	0.118	
p-value	0.000	0.049	0.000	

Note: Linear regression of self-evaluation for soft skills on usefulness of each activity for the respective skill, coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

1.3 Differences in soft skills development across countries

SUPPLEMENTARY MATERIALS

To test the impact of country differences on our results, we use ANOVA to test for differences in self-evaluation and perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities contingent on the student's home country. We observe that students' self-evaluations for nearly all types of soft skills differ by country. We find across-country differences in the perceived usefulness of regular physics classes for only two out of six soft skills. In the case of YPT-related activities, however, we observe that the perceived usefulness for all types of soft skills depends on students' home countries. We observe no country differences for the usefulness of participation in other activities.

Differences in self-evaluation based on country

Soft Skills – self-evaluation	df	F	p
Teamwork	8	1.664	0.107
Ability to loc. and use information	6	1.825	0.073
Creativity	7	2.828	0.005
Presentation skills	8	2.519	0.012
Debating skills	8	1.816	0.096
English skills	8	2.115	0.043

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of regular physics classes based on country

Soft Skills – RPC	df	F	p
Teamwork	4	3.637	0.007
Ability to loc. and use information	4	0.502	0.734
Creativity	4	2.021	0.094
Presentation skills	4	1.944	0.106
Debating skills	4	0.587	0.672
English skills	4	1.892	0.115

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of YPT activities based on country

Soft Skills – YPT	df	F	p
Teamwork	8	7.812	0.000
Ability to loc. and use information	7	4.602	0.000
Creativity	7	5.272	0.000
Presentation skills	8	16.316	0.000
Debating skills	8	7.476	0.000
English skills	8	6.749	0.000

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

Differences in usefulness of other activities classes based on country

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

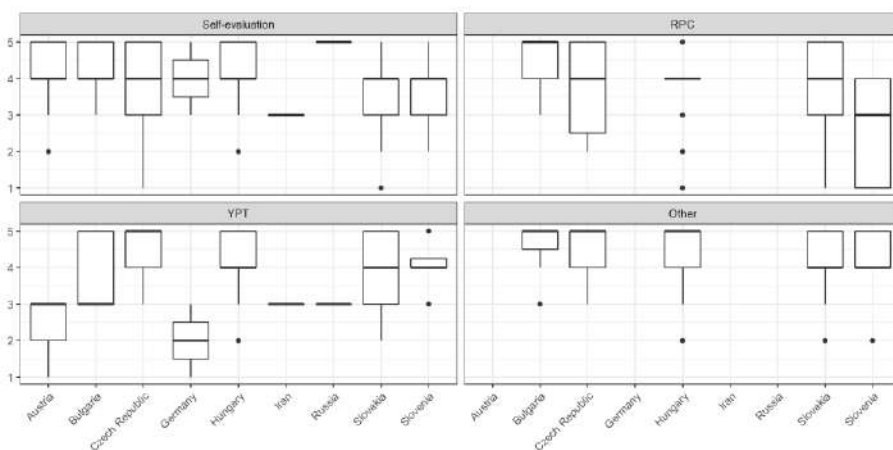
SUPPLEMENTARY MATERIALS

Soft Skills – Other	df	F	p
Teamwork	4	0.452	0.770
Ability to loc. and use information	4	0.620	0.649
Creativity	4	1.540	0.194
Presentation skills	4	0.804	0.524
Debating skills	4	0.658	0.623
English skills	4	0.741	0.566

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with $p \leq 0.10$ highlighted bold.

To further investigate the results from above, we provide country-level summary statistics for students’ self-evaluation and the usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities for each soft skill separately. Note: For Austria, Germany, Iran, and Russia, data on the perceived usefulness of YPT-related activities is coded on a scale from 1 to 3 instead of the 1 to 5 scale applied to all other measurements.

Teamwork



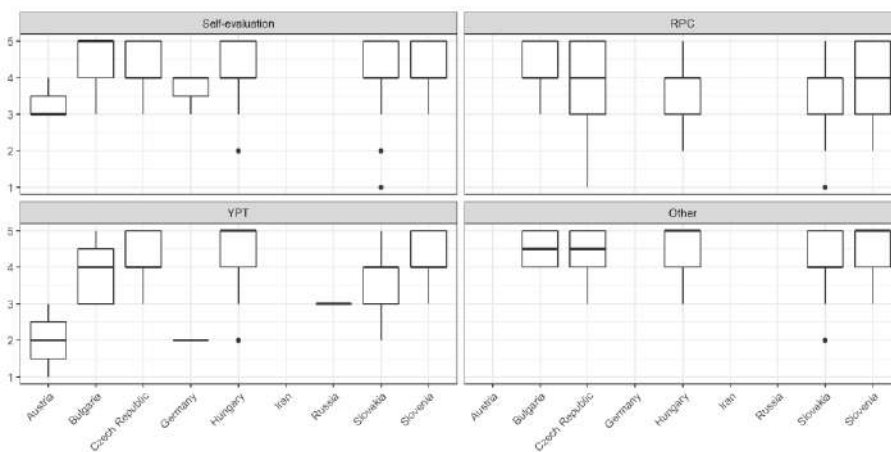
Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	4.08	4.0	0.95	2	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	2.38	3.0	0.77	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.19	4.0	0.75	3	5
	RPC	7	14	4.43	5.0	0.79	3	5
	YPT	7	14	3.86	3.0	1.07	3	5
	Other	7	14	4.57	5.0	0.79	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.68	4.0	1.25	1	5
	RPC	19	4	3.68	4.0	1.29	2	5
	YPT	15	8	4.40	5.0	0.83	3	5
	Other	20	3	4.40	5.0	0.75	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	4.00	4.0	1.00	3	5

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	46	26	4.11	4.0	0.71	2	5
	RPC	41	31	3.76	4.0	1.11	1	5
	YPT	46	26	4.11	4.0	0.85	2	5
	Other	39	33	4.36	5.0	0.81	2	5
Iran	Self-evaluation	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	164	1	3.85	4.0	0.80	1	5
	RPC	78	87	3.91	4.0	0.89	1	5
	YPT	48	117	3.83	4.0	0.93	2	5
	Other	75	90	4.27	4.0	0.78	2	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.44	4.0	1.01	2	5
	RPC	9	0	2.67	3.0	1.41	1	4
	YPT	8	1	4.13	4.0	0.64	3	5
	Other	8	1	4.13	4.0	0.99	2	5

Ability to locate and use information



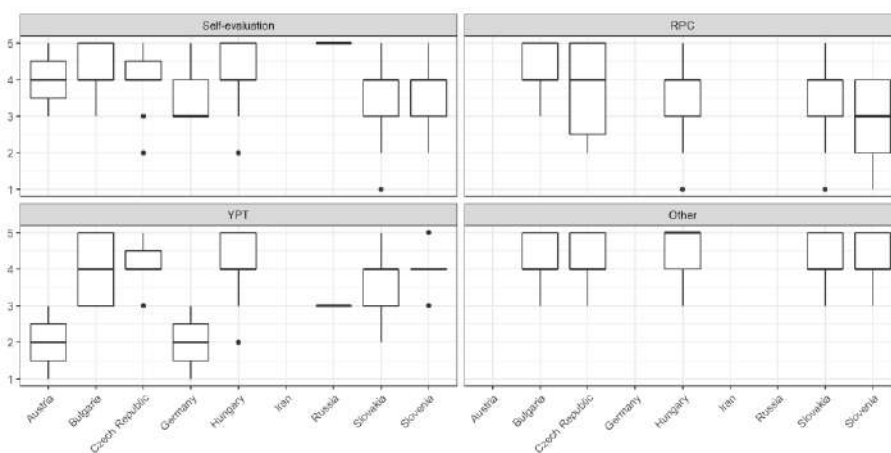
Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	3	10	3.33	3.0	0.58	3	4
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	10	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.48	5.0	0.60	3	5

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

	RPC	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
	YPT	7	14	3.86	4.0	0.90	3	5
	Other	6	15	4.50	4.5	0.55	4	5
Czech Rep.	Self-evaluation	21	2	4.10	4.0	0.77	3	5
	RPC	18	5	3.72	4.0	1.41	1	5
	YPT	15	8	4.27	4.0	0.70	3	5
	Other	18	5	4.28	4.5	0.83	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.67	4.0	0.58	3	4
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	0.00	2	2
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.31	4.0	0.76	2	5
	RPC	39	33	3.72	4.0	1.02	2	5
	YPT	48	24	4.31	5.0	0.83	2	5
	Other	39	33	4.49	5.0	0.64	3	5
Iran	Self-evaluation	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	162	3	4.14	4.0	0.78	1	5
	RPC	77	88	3.83	4.0	0.92	1	5
	YPT	47	118	3.79	4.0	0.78	2	5
	Other	74	91	4.31	4.0	0.78	2	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	4.33	4.0	0.71	3	5
	RPC	9	0	3.78	4.0	1.09	2	5
	YPT	9	0	4.11	4.0	0.78	3	5
	Other	9	0	4.56	5.0	0.73	3	5

Creativity



Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

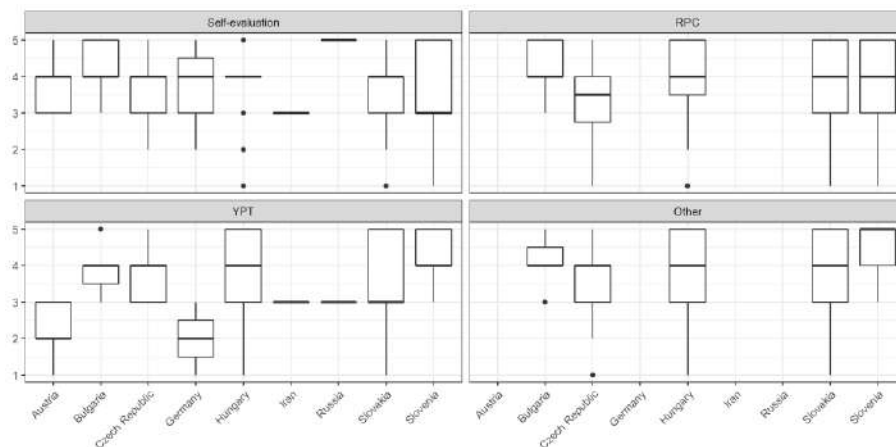
SUPPLEMENTARY MATERIALS

Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	3	10	4.00	4.0	1.00	3	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	10	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.19	4.0	0.81	3	5
	RPC	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
	YPT	7	14	4.00	4.0	1.00	3	5
	Other	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.95	4.0	0.91	2	5
	RPC	19	4	3.74	4.0	1.19	2	5
	YPT	15	8	4.07	4.0	0.70	3	5
	Other	16	7	4.31	4.0	0.60	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.67	3.0	1.15	3	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.31	4.0	0.73	2	5
	RPC	40	32	3.60	4.0	1.08	1	5
	YPT	44	28	4.25	4.0	0.75	2	5
	Other	38	34	4.61	5.0	0.59	3	5
Iran	Self-evaluation	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	162	3	3.81	4.0	0.94	1	5
	RPC	79	86	3.56	4.0	0.94	1	5
	YPT	45	120	3.80	4.0	0.81	2	5
	Other	74	91	4.30	4.0	0.72	3	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.78	4.0	0.97	2	5
	RPC	9	0	2.89	3.0	1.05	1	4
	YPT	9	0	4.11	4.0	0.60	3	5
	Other	9	0	4.22	4.0	0.67	3	5

Presentation skills

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS



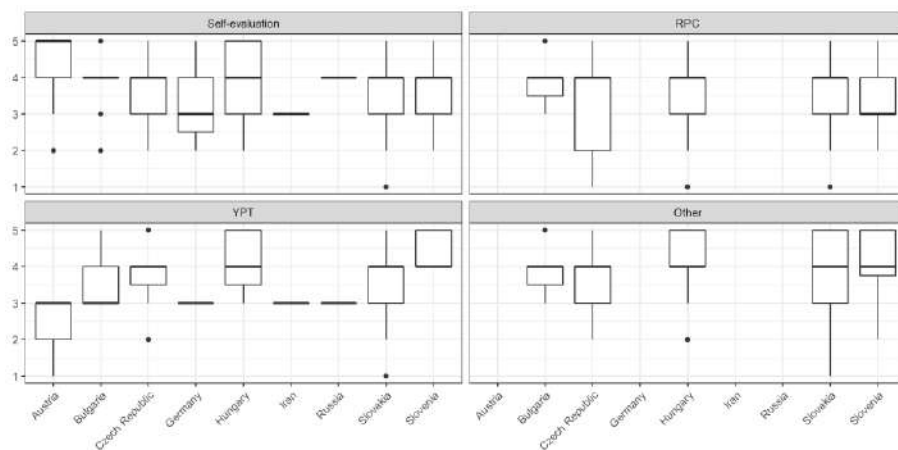
Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	3.92	4.0	0.76	3	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	2.38	2.0	0.65	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.33	4.0	0.66	3	5
	RPC	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
	YPT	7	14	3.86	4.0	0.69	3	5
	Other	7	14	4.14	4.0	0.69	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.84	4.0	0.83	2	5
	RPC	20	3	3.25	3.5	1.02	1	5
	YPT	15	8	3.80	4.0	0.77	3	5
	Other	20	3	3.70	4.0	1.03	1	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.67	4.0	1.53	2	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	3.89	4.0	0.93	1	5
	RPC	39	33	3.87	4.0	1.06	1	5
	YPT	45	27	3.78	4.0	0.97	1	5
	Other	36	36	3.94	4.0	0.95	1	5
Iran	Self-evaluation	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	162	3	3.59	4.0	1.10	1	5
	RPC	77	88	3.79	4.0	0.96	1	5
	YPT	45	120	3.53	3.0	1.16	1	5

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

	Other	75	90	3.92	4.0	1.02	1	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.44	3.0	1.42	1	5
	RPC	9	0	3.56	4.0	1.42	1	5
	YPT	9	0	4.33	4.0	0.71	3	5
	Other	7	2	4.43	5.0	0.79	3	5

Debating skills



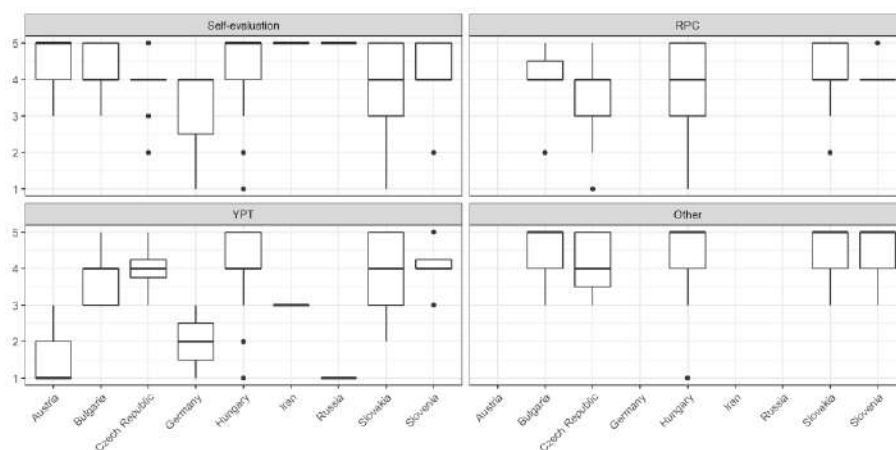
Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	4.23	5.0	1.01	2	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	2.38	3.0	0.77	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	3.95	4.0	0.80	2	5
	RPC	7	14	3.86	4.0	0.69	3	5
	YPT	7	14	3.57	3.0	0.79	3	5
	Other	7	14	3.86	4.0	0.69	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	21	2	3.81	4.0	0.81	2	5
	RPC	19	4	3.32	4.0	1.20	1	5
	YPT	15	8	3.80	4.0	0.94	2	5
	Other	18	5	3.67	4.0	0.84	2	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.33	3.0	1.53	2	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	2	1	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.07	4.0	0.86	2	5
	RPC	39	33	3.54	4.0	1.19	1	5
	YPT	43	29	4.05	4.0	0.75	3	5
	Other	34	38	4.09	4.0	0.90	2	5
Iran	Self-evaluation	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	4.00	4.0	0.00	4	4
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	161	4	3.44	4.0	1.07	1	5
	RPC	77	88	3.64	4.0	1.01	1	5
	YPT	44	121	3.57	4.0	1.11	1	5
	Other	74	91	3.93	4.0	0.93	1	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.56	4.0	0.88	2	5
	RPC	9	0	3.33	3.0	0.87	2	5
	YPT	9	0	4.33	4.0	0.50	4	5
	Other	8	1	4.00	4.0	1.07	2	5

English skills



Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	4.62	5.0	0.65	3	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	1.38	1.0	0.65	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.38	4.0	0.67	3	5
	RPC	7	14	4.00	4.0	1.00	2	5
	YPT	7	14	3.71	4.0	0.76	3	5
	Other	7	14	4.43	5.0	0.79	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.95	4.0	0.78	2	5
	RPC	19	4	3.63	4.0	1.01	1	5
	YPT	16	7	4.00	4.0	0.73	3	5
	Other	19	4	4.11	4.0	0.81	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.00	4.0	1.73	1	4
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.38	5.0	0.89	1	5
	RPC	39	33	3.72	4.0	1.34	1	5
	YPT	45	27	4.13	4.0	0.97	1	5
	Other	35	37	4.43	5.0	0.98	1	5
Iran	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	1.00	1.0	0.00	1	1
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	164	1	4.01	4.0	0.90	1	5
	RPC	77	88	4.14	4.0	0.82	2	5
	YPT	47	118	3.83	4.0	0.89	2	5
	Other	76	89	4.45	5.0	0.70	3	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	4.22	4.0	0.97	2	5
	RPC	9	0	4.22	4.0	0.44	4	5
	YPT	8	1	4.13	4.0	0.64	3	5
	Other	9	0	4.44	5.0	0.73	3	5

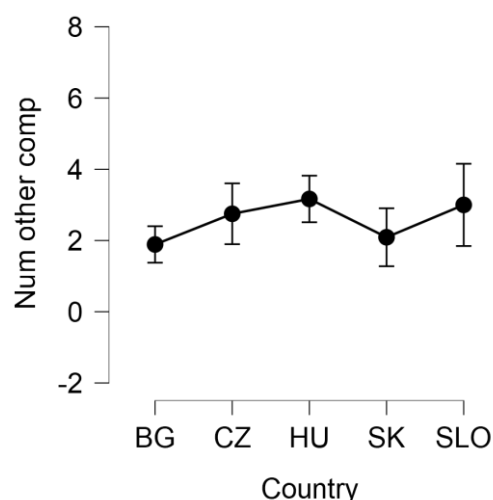
2. Teachers' Assessment of Soft-Skill Development

2.1 Data characteristics

In this project, we have conducted a survey among 11 Slovakian, 9 Bulgarian, 6 Hungarian, 4 Czech and 3 Slovenian teachers, who are involved in preparing high school students for IYPT or any local organized YPT competitions. We have mapped they observed or assumed effect on soft (e.g. teamwork, creativity) and physical hard skills (e.g. high school physics, data analysis) in different teaching forms (RCP, YPT and Non-YPT competitions). Given the COVID situation, teachers carried out their preparatory work in 2020/2021 mainly online. This is why it is important to mention that most colleagues have been involved in preparing for YPT-type competitions for several years. Teachers had to fill in a questionnaire and answer 16x3 quantitative and 15 qualitative questions about the impact and characteristics of RCP, YPT and Non-YPT competitions.

Descriptives - Num other comp

Country	Mean	SD	N
BG	1.889	1.537	9
CZ	2.750	1.708	4
HU	3.167	1.602	6
SK	2.091	2.700	11
SLO	3.000	2.000	3



Data on teachers' answers from the questionnaire were provided in Excel format. For carrying out the empirical analysis, the software JASP¹ was used. First, descriptive analyses on skills as well as a correlation matrix using all variables. Secondly, for testing the hypotheses paired and independent t-tests (and Wilcoxon or Mann-Whitney-tests where needed) were computed. If Wilcoxon or Mann-Whitney-test was used, it is always the relevant result, t-tests are in these cases not relevant.

2.2 Results

The study investigates soft skills in the context of RPC, YPT, and non-YPT. Based on the teachers' evaluation, we can determine which effect their colleagues see in different educational settings. In addition, we can explore relationships between effects that provide indirect insights into teachers' work.

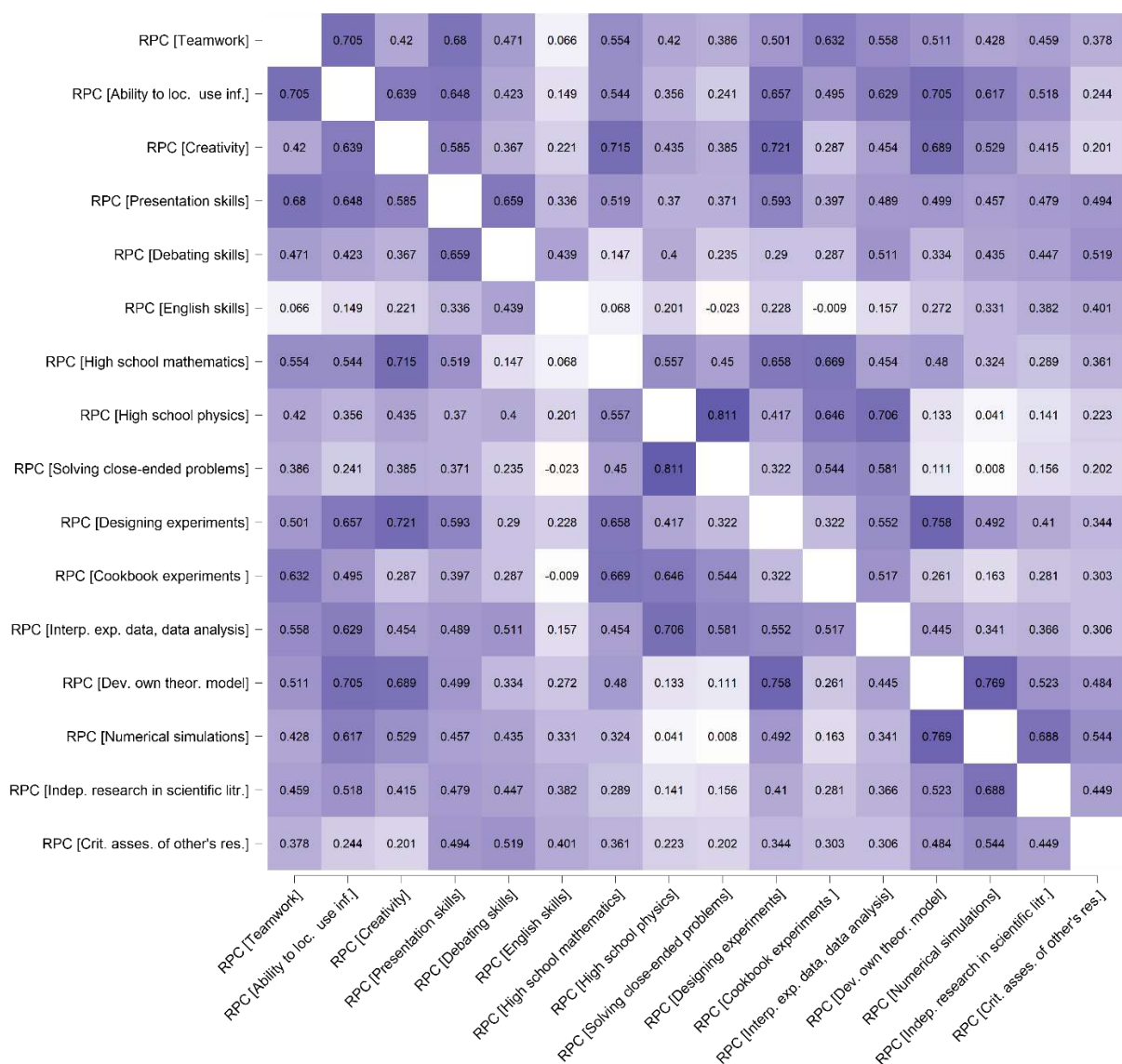
¹ <https://jasp-stats.org/>

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

3.2.1 Regular physics classroom: RPC

Descriptive Statistics: Soft skills in RPC

	RPC [Teamwork]	RPC [Ability to loc. use inf.]	RPC [Creativity]	RPC [Presentation skills]	RPC [Debating skills]	RPC [English skills]
Valid	33	33	32	33	33	32
Missing	0	0	1	0	0	1
Mean	5.364	5.788	5.594	6.000	4.727	3.969
Std. Dev.	2.382	2.522	1.965	2.179	2.349	2.946
Minimum	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000
Maximum	10.000	10.000	9.000	10.000	9.000	10.000



Of the soft skills, RPC develops most the *Presentation skills* $m = 6.172$, which shows a very strong correlation with *Designing experiments* $r = 0,671$ $p < .001$. *Teamwork* shows the highest degree of correlation with *Interpreting experimental data, data analysis* $r = 0.764$ $p < .001$, while *Creativity* with

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

the *Designing experiments* shows $r = 0.746$ $p < .001$, which correlations show the conscious choice of teachers' working methods. In physics classes, teachers feel the least development of *English language skills* $m = 4.036$. The development of *English skills* in regular physics classes (RPC) does not correlate with anything, it is probably not actually present in the classes, it is a possibility only – there is only one mentionable correlation with Debating skills, but it must be because of the assumptions of the questioned teachers, who are making some debates in English in their lessons. The other soft skills do not show much relationship with each other either, which may suggest that colleagues are trying to develop these soft skills independently in RPC. The strongest correlation was found between *Teamwork* and *Ability to use and locate information* $r = 0.71$ $p < .001$, and between *Debating* and *Presentation skills* $r = 0.628$ $p < .001$. The two values probably illustrate well the relationships found in teachers' ways of organizing work, and the both skills are having interrelations. In the Hard Skills the strongest correlation to be found is between *High school physics* and *Solving close ended problems in physics* $r = 0.837$ $p < .001$. This one is highly the strongest correlation in RPC, which are also the main skills of a successful final exam. It is also clear that *Numerical simulations* $m = 2.966$ are not typical in RPC education, for which teachers choose other platforms.

2.2.2 Young Physicists' Tournament: YPT

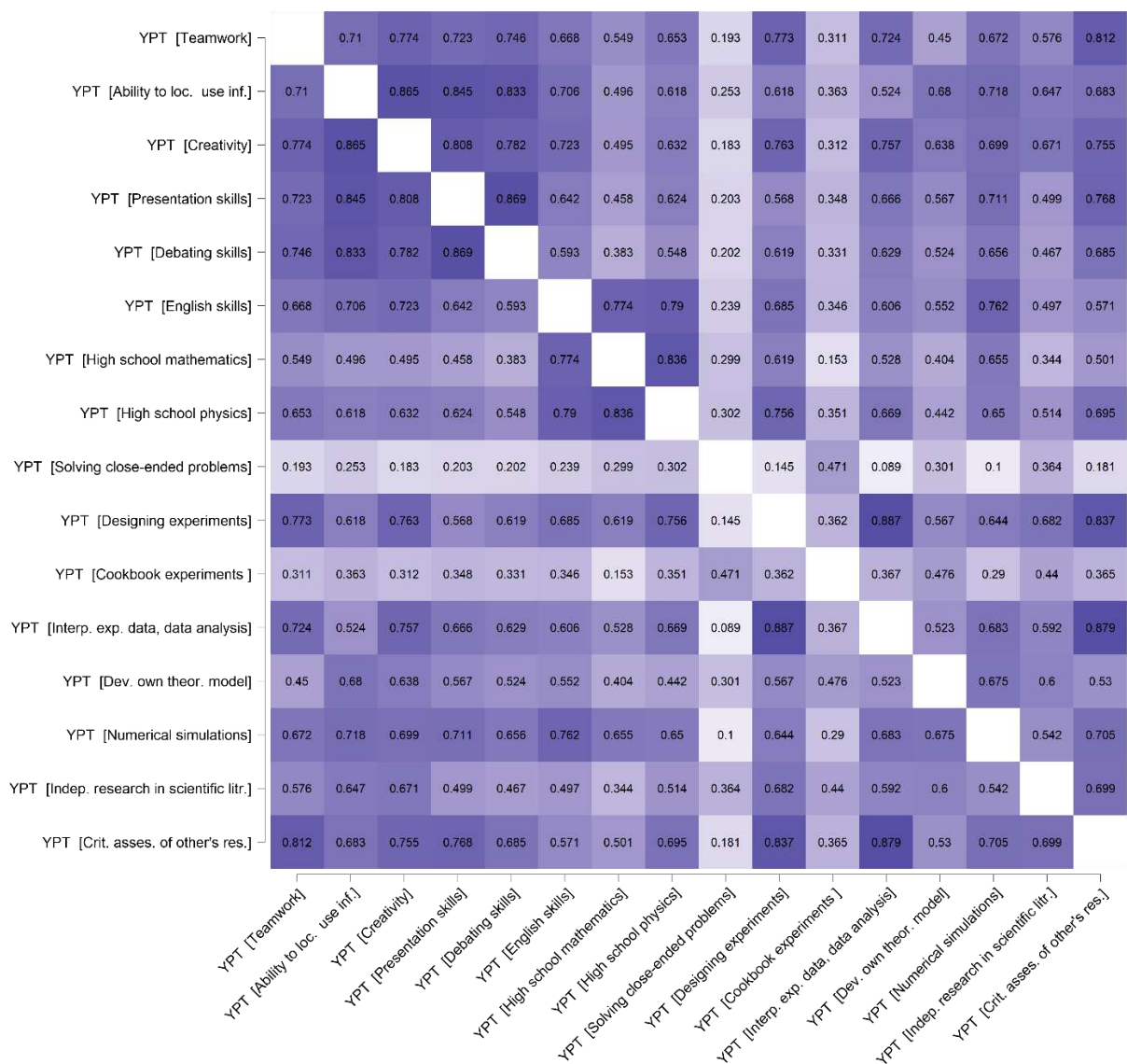
Descriptive Statistics: Soft skills in YPT

	YPT [Teamwork]	YPT [Ability to loc. use inf.]	YPT [Creativity]	YPT [Presentation skills]	YPT [Debating skills]	YPT [English skills]
Valid	32	32	33	33	33	33
Missing	1	1	0	0	0	0
Mean	8.281	8.156	8.576	8.394	8.182	8.061
Std. Deviation	1.922	2.259	1.696	2.179	2.157	2.263
Minimum	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000
Maximum	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

In the case of YPT preparation, all soft skills show a high value in terms of judging the developmental effect compared to the RPC values. Paired t-tests show a positive significant difference for all soft skills (3.3.1). Teachers assess all soft-skills types to be strongly positively correlated.

In the case of YPT-type competitions, there is no meaningful correlation among the Soft Skills, and in the opinion of teachers, a strong connection can be discovered between almost everything. *High school physics* shows very strong correlations ($r > 0.8$) with *Teamwork*, *High school mathematics*, *Designing experiments*, *Interpreting experimental data*, *data analysis* and *Critical thinking of others results*. *Cookbook experiments* and *Solving close-ended problems* are having remarkable low marks.

SUPPLEMENTARY MATERIALS



2.2.3 Non-YPT like competitions: Non-YPT

Czech teachers did not answer the questions of the questionnaire in this part, so the answers belong to the teachers of Bulgaria, Hungary, Slovakia and Slovenia.

Descriptive Statistics: Soft skills in Non-YPT

	Non YPT [Teamwork]	Non YPT [Ability to loc. use inf.]	Non YPT [Creativity]	Non YPT [Presentation skills]	Non YPT [Debating skills]	Non YPT [English skills]
Valid	29	28	29	29	29	29
Missing	0	1	0	0	0	0
Mean	4.448	6.607	6.207	3.931	3.759	3.552
Std. Deviation	3.460	2.726	2.513	3.432	3.214	3.214
Minimum	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Maximum	10.000	10.000	9.000	10.000	10.000	10.000

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Non YPT [Teamwork]		0.61***	0.544**	0.598***	0.543**	0.398*	0.192	0.37	0.166	0.496**	0.34	0.624***	0.479**	0.466*	0.399*	0.606***
Non YPT [Ability to loc. use inf.]	0.61***		0.625***	0.673***	0.626***	0.492**	0.119	0.328	0.13	0.556**	0.502**	0.573**	0.46*	0.641***	0.676***	0.58**
Non YPT [Creativity]	0.544**	0.625***		0.577**	0.524**	0.552**	0.342	0.568**	0.177	0.548**	0.541**	0.673***	0.496**	0.664***	0.463*	0.559**
Non YPT [Presentation skills]	0.598***	0.673***	0.577**		0.85***	0.687***	-0.115	0.147	-0.116	0.489**	0.343	0.534**	0.666***	0.632***	0.402*	0.72***
Non YPT [Debating skills]	0.543**	0.626***	0.524**	0.85***		0.739***	0.159	0.335	0.139	0.586***	0.473**	0.503**	0.721***	0.645***	0.646***	0.791***
Non YPT [English skills]	0.398*	0.492**	0.552**	0.687***	0.739***		0.218	0.448*	0.242	0.567**	0.611***	0.638***	0.655***	0.651***	0.611***	0.643***
Non YPT [High school mathematics]	0.192	0.119	0.342	-0.115	0.159	0.218		0.902***	0.77***	0.317	0.432*	0.447*	0.366	0.297	0.551**	0.237
Non YPT [High school physics]	0.37	0.328	0.568**	0.147	0.335	0.448*	0.902***		0.718***	0.483**	0.571**	0.568**	0.502**	0.498**	0.614***	0.389*
Non YPT [Solving close-ended problems]	0.166	0.13	0.177	-0.116	0.139	0.242	0.77***	0.718***		0.481**	0.619***	0.337	0.284	0.224	0.455*	0.141
Non YPT [Designing experiments]	0.496**	0.556**	0.548**	0.489**	0.586***	0.567**	0.317	0.483**	0.481**		0.752***	0.646**	0.746***	0.707***	0.564**	0.579**
Non YPT [Conducting experiment]	0.34	0.502**	0.541**	0.343	0.473**	0.611***	0.432*	0.571**	0.619***	0.752***		0.539**	0.543**	0.656***	0.602***	0.385*
Non YPT [Interp. exp. data, data analysis]	0.624***	0.573**	0.673***	0.534**	0.503**	0.638***	0.447*	0.568**	0.337	0.646***	0.539**		0.658***	0.51**	0.47*	0.553**
Non YPT [Dev. own theor. model]	0.479**	0.46*	0.496**	0.666***	0.721***	0.655***	0.366	0.502**	0.284	0.746***	0.543**	0.658***		0.683***	0.551**	0.728***
Non YPT [Numerical simulations]	0.466*	0.641***	0.664***	0.632***	0.645***	0.651***	0.297	0.498**	0.224	0.707***	0.656***	0.51**	0.683***		0.692***	0.714***
Non YPT [Indep. research in scientific litr.]	0.399*	0.676***	0.463*	0.402*	0.646***	0.611***	0.551**	0.614***	0.455*	0.564**	0.602***	0.47*	0.551**	0.692***		0.656***
Non YPT [Crit. asses. of other's res.]	0.606***	0.58**	0.559**	0.72***	0.791***	0.643***	0.237	0.389*	0.141	0.579**	0.385*	0.553**	0.728***	0.714***	0.656***	

Traditional competitions are judged by teachers to help students *Ability to locate and use information* and develop *Creativity*, but the other soft skills are also less than the impact of RPC development. Due to the diversity of Non-YPT competitions, there is only a few strong correlations between their effects on soft skills as judged by teachers: *Presentation* and *Discussion skills* $r = 0.85$ $p < .001$, and between *Discussion* and *English language skills* $r = 0.739$ $p < .001$.

In the case of YPT-type competitions, it can be said that the impact on the development of different soft skills forms a complete system. This is a good reflection of the practice, as successful racing requires all of the soft skills listed, and it is not possible to single out a few of them in terms of importance.

2.3 Comparison of soft skills

The comparison between the values given for the assessment of the soft skills listed in section 1.4 and the relationships and differences between them can be found in the following paragraphs. Also some of the results (mostly with significant difference) are shown.

2.3.1 Paired t-test on soft skills (RPC vs. YPT)

One of the most striking questions in our research is whether we see these significant differences between RPC and YPT in their impact on soft skills. To do this, we perform paired t-tests – or Wilcoxon-test, if needed.

Test of Normality (Shapiro-Wilk): Soft Skill in RCP vs. YPT

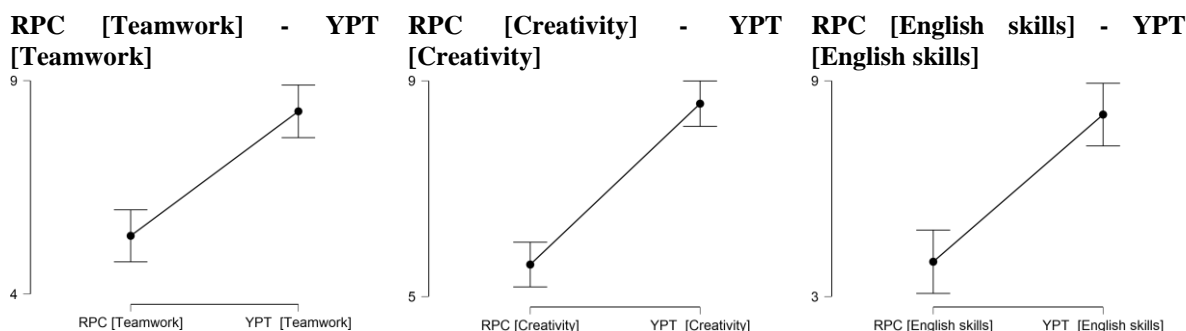
		W	p
RPC [Teamwork]	- YPT [Teamwork]	0.949	0.135
RPC [Creativity]	- YPT [Creativity]	0.925	0.028
RPC [Debating skills]	- YPT [Debating skills]	0.951	0.143
RPC [Ability to loc. use inf.]	- YPT [Ability to loc. use inf.]	0.918	0.018
RPC [Presentation skills]	- YPT [Presentation skills]	0.960	0.263
RPC [English skills]	- YPT [English skills]	0.940	0.075

Note. Significant results suggest a deviation from normality.

Paired Samples T-Test: Soft Skill in RCP vs. YPT

Measure 1	Measure 2	Test	Statistic	df	p
RPC [Teamwork]	- YPT [Teamwork]	Student	-6.503	31	< .001
RPC [Creativity]	- YPT [Creativity]	Student	-10.225	31	< .001
		Wilcoxon	0.000		< .001
RPC [Debating skills]	- YPT [Debating skills]	Student	-7.126	32	< .001
RPC [Ability to loc. use inf.]	- YPT [Ability to loc. use inf.]	Student	-7.742	31	< .001
		Wilcoxon	0.000		< .001
RPC [Presentation skills]	- YPT [Presentation skills]	Student	-6.040	32	< .001
RPC [English skills]	- YPT [English skills]	Student	-6.759	31	< .001

As can be seen, YPT achieved a significantly better effect than class work in all of the soft skill areas examined, which is, of course, due to the significant difference from class work organization methods.



2.3.2 Paired t-test on soft skills (YPT vs. Non-YPT, without CZ)

Also, an important question in our research is whether we see these significant differences between YPT and non-YPT in their impact on soft skills. To do this, we perform paired t-tests – and Wilcoxon-test if needed.

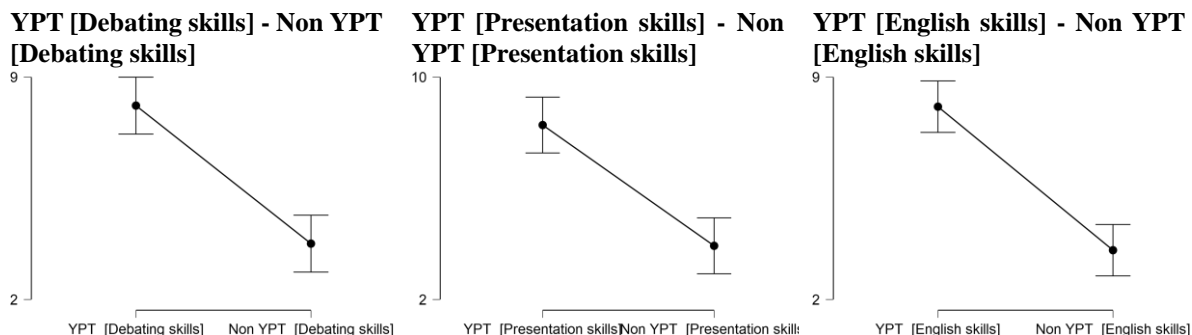
Test of Normality (Shapiro-Wilk): Soft Skills in YPT vs. Non-YPT

		W	p
YPT [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	0.941	0.117
YPT [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	0.940	0.097
YPT [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	0.967	0.473
YPT [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	0.931	0.067
YPT [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	0.928	0.048
YPT [English skills]	- Non YPT [English skills]	0.949	0.173

Paired Samples T-Test: Soft Skills in YPT vs. Non-YPT

Measure 1	Measure 2	Test	Statistic	df	p
YPT [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	Student	5.393	27	< .001
YPT [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	Student	5.752	28	< .001
YPT [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	Student	7.026	28	< .001
YPT [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	Student	2.731	27	0.011
YPT [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	Student	6.265	28	< .001
		Wilcoxon	293.500		< .001
YPT [English skills]	- Non YPT [English skills]	Student	8.089	28	< .001

As the results show well, non-YPT-type competitions give a significantly worse developmental effect for all soft skills than *Ability to locate. & use information*, according to teachers.



2.3.3 Paired t-test on soft skills (RPC vs. Non-YPT, without CZ)

It is also an important relation for the research hypothesis, and an interesting addition for the whole picture of the soft skills. Since basically RPC and traditional tournaments are in a kind of symbiosis, no major differences are expected.

Test of Normality (Shapiro-Wilk): Soft Skills in RPC vs. non-YPT

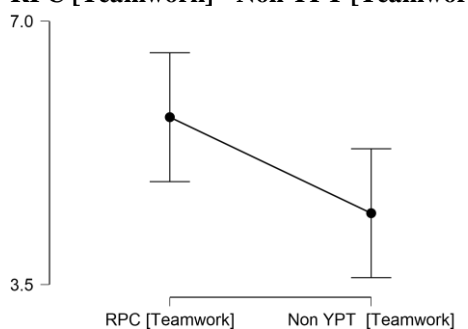
		W	p
RPC [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	0.970	0.567
RPC [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	0.942	0.113
RPC [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	0.932	0.062
RPC [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	0.933	0.075
RPC [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	0.968	0.519
RPC [English skills]	- Non YPT [English skills]	0.972	0.623

Paired Samples T-Test: Soft Skills in RPC vs. non-YPT

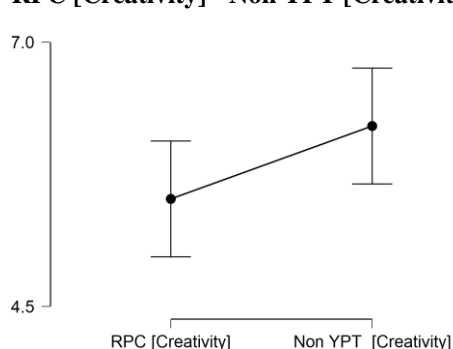
Measure 1	Measure 2	t	df	p
RPC [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	2.158	28	0.040
RPC [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	-1.823	28	0.079
RPC [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	2.059	28	0.049
RPC [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	-0.915	27	0.368
RPC [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	3.447	28	0.002
RPC [English skills]	- Non YPT [English skills]	0.584	27	0.564

What can be seen, with great certainty, only three significant differences can be observed. *Teamwork* is significantly worse for Non-YPT than for RPC $t = 2.158$ $p = .04$. In addition, *Debating skills* are less developed in Non-YPT tournaments even compared to RPC $t = 2.059$ $p = .049$., and *Presentation skill*, is also significantly worse in Non-YPT as in RPC $t = 3.447$ $p = .002$.

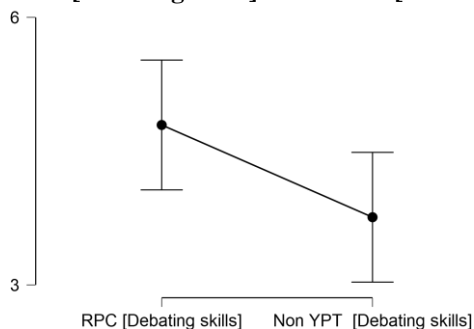
RPC [Teamwork] - Non YPT [Teamwork]



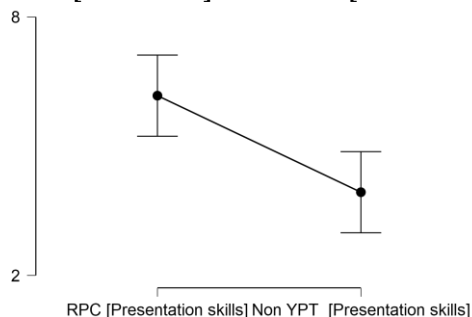
RPC [Creativity] - Non YPT [Creativity]



RPC [Debating skills] - Non YPT [Debating skills]



RPC [Pres. skills] - Non YPT [Presentation skills]



To sum up, according to the answers of the teachers YPT has in every questioned Soft skill a significantly higher positive influence than RPC or Non-YPT competitions.

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

2.4 Country-level effects

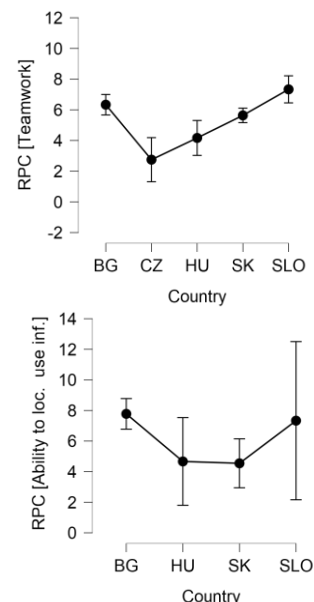
First we investigated the soft skills in RPC in the 5 countries. Here we can see the full analysis of them. The only skill *Ability to use and locate information* seems to have a country dependent value. The very similar values of the soft skills in RPC show that investigated countries have basically quite similar educational styles.

ANOVA - RPC [Teamwork]

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
Country	56.841	4	14.210	3.188	0.028	0.313
Residuals	124.795	28	4.457			

ANOVA - RPC [Ability to loc. use inf.]

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
Country	68.482	4	17.121	3.550	0.018	0.336
Residuals	135.033	28	4.823			



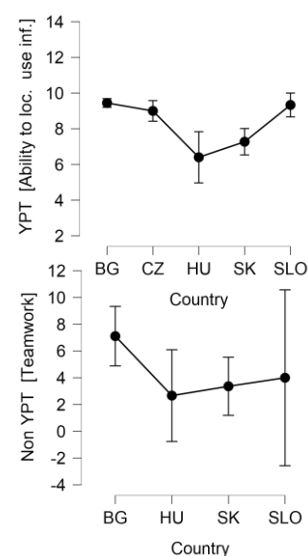
In the following we also only show skills where a significant effect of the country has been found: Ability to locate and use information in YPT, Teamwork and English skills in Non-YPT (without CZ). That depends on mostly on the different competition culture of Bulgaria (only 6 of the 19² mentioned competitions are only on national level) compared to the 3 other countries (41 of 54² mentioned competitions are only on national level, and the 11 mentioning are “Physics Olympiad” which is also a competition on mother tongue). It is important to emphasize that no significant effect of the countries in YPT has been found in any soft skill.

ANOVA - YPT [Ability to loc. use inf.]

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Country	45.948	4	11.487	2.763	0.048	0.290
Residuals	112.271	27	4.158			

ANOVA - Non YPT [Teamwork]

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
Country	96.405	3	32.135	3.365	0.034	0.288
Residuals	238.768	25	9.551			

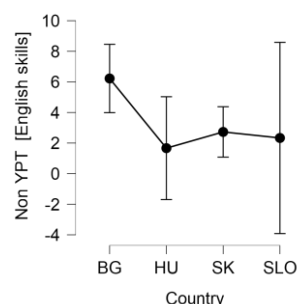


² beside YPT competitions

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

ANOVA - Non YPT [English skills]

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
Country	97.435	3	32.478	4.235	0.015	0.337
Residuals	191.737	25	7.669			

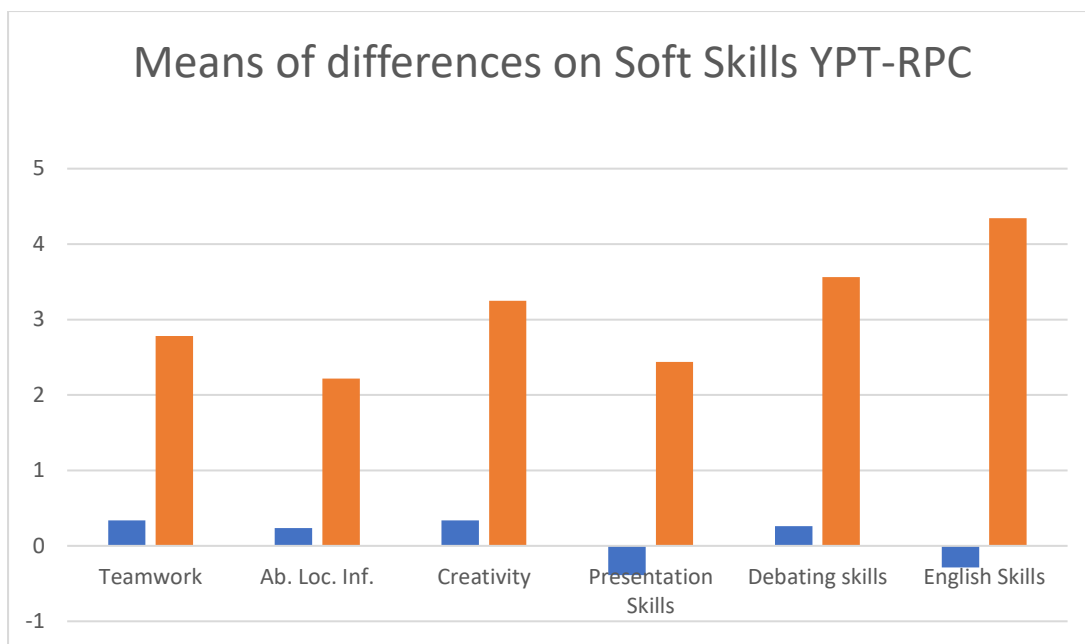


2.5 Comparison of soft-skill evaluations between students and teachers

Based on survey results on the perceived usefulness of regular physics classes and YPT-related activities by students and teachers, we compared how these two groups considered the two types of activities. For this analysis, complete answers by participants are a precondition, therefore we heavily cleaned data: only 77 students and 32 teachers answered all the questions. In addition, students' answers don't show normal distributions: thus, we applied Mann-Whitney tests.

Group Descriptives: Differences of Soft Skills between YPT and RPC

	Group	N	Mean	SD	SE
Diff. Team	Student	77	0.338	2.664	0.304
	Teacher	32	2.781	2.419	0.428
Diff. Ab.loc.	Student	77	0.234	2.470	0.282
	Teacher	32	2.219	1.621	0.287
Diff. Crea.	Student	77	0.338	2.210	0.252
	Teacher	32	3.250	1.967	0.348
Diff. Pres.	Student	77	-0.390	2.848	0.325
	Teacher	32	2.438	2.299	0.406
Diff. Deb.	Student	77	0.260	2.520	0.287
	Teacher	32	3.563	2.758	0.488
Diff. Eng.	Student	77	-0.286	1.856	0.211
	Teacher	32	4.344	3.404	0.602



Note: Blue bar shows differences in evaluation for regular physics classes and YPT-related activities by students; orange bar shows differences in evaluation for regular physics classes and YPT-related activities by teachers.

Independent Samples T-Test: Differences of Soft Skills between YPT and RPC

	Test	Statistic	df	p
Diff. Team	Student	-4.477	107	< .001
	Mann-Whitney	544.000		< .001
Diff. Ab.loc.	Student	-4.181	107	< .001
	Mann-Whitney	560.500		< .001
Diff. Crea.	Student	-6.463	107	< .001
	Mann-Whitney	355.500		< .001
Diff. Pres.	Student	-4.978	107	< .001
	Mann-Whitney	495.500		< .001
Diff. Deb.	Student	-6.059	107	< .001
	Mann-Whitney	413.500		< .001
Diff. Eng.	Student	-9.137	107	< .001
	Mann-Whitney	311.500		< .001

Across all types of soft skills, we observe that the differences in the perceived usefulness of regular physics classes in comparison to YPT-related activities are significantly less pronounced in the evaluation by students than in the evaluation by teachers ($p < 0.001$). Overall, however, we also find that students as well as teachers consider YPT-related activities as more useful than regular physics classes to develop the students' soft skills. Only in the case of "Presentation skills" and "English skills", students reported that they considered their regular physics classes as more useful to develop their soft skills. Teachers reported greater assumed usefulness for YPT-related activities across all types of soft skills.

3. The Effect of Soft Skills in Inquiry-Based-Learning on Student Performance

In this deep-dive, we investigate how students' soft skills development influences learning outcomes. To this end, two master theses (Poier, 2021; Schweighart, 2021; Full theses appended) investigated how student performance in the Austrian Young Physicists' Tournament related to students' self-assessed soft skills development. A separate round of qualitative interviews with teachers guided the development of the questionnaire for this subsection of IO2.

The master theses of Poier (2021) and Schweighart (2021) dealt with the question, to what extent soft skills effect student performance in inquiry-based learning (IBL) and problem-based learning (PLB) environments. This document summarizes the theoretical background of IBL, PBL and soft skills. Afterwards, the empirical analysis based on the data from the Austrian Young Physicists Tournament (AYPT) is presented and discussed in the light of current literature.

3.1 Theoretical background

IBL is known under many different terms, such as scientific inquiry, inquiry-based teaching, authentic inquiry, modelling and argumentation, or hands-on science (Furtak et al., 2012; Rönnebeck et al., 2016). All of them have in common that the approach aims for students to “*develop the ability to think and act in ways associated with inquiry, including asking questions, planning and conducting investigations, using appropriate tools and techniques to gather data, thinking critically and logically about relationships between evidence and explanations, constructing and analyzing alternative explanations, and communicating scientific arguments*” (National Research Council, 1996, page 105). While IBL is most often connected with STEM courses, it is not limited to those subjects. In effect, IBL is used in a variety of subjects (Mieg, 2019).

Pedaste et al. (2015) identified a framework which comprises the phases of the inquiry cycle. After an orientation phase, where students become interested in the topic, the conceptualization phase can either include questioning or hypothesis generation depending on whether specific ideas what to investigate already exist. Experiments or other methods to find answers are carried out in the investigation phase where the data is also interpreted. In the conclusion phase, the question or hypothesis from the conceptualization phase is compared to the data. All phases are accompanied by a discussion phase (Pedaste et al., 2015).

Many articles were published discussing whether IBL positively impacts student performance. A widely-known article by Kirschner et al. (2006) compared IBL to minimally guided instruction and argued that due to cognitive overload of the working memory the outcomes in IBL situations are worse than student performance in traditional teaching settings. Hmelo-Silver et al. (2007) clarified that IBL does not necessarily entail minimal guidance and that especially with the use of guidance, several studies show that guided IBL settings led to improved performance compared to direct instruction. Furtak et al. (2012), as well as Lazonder and Harmsen (2016) supported this view in their meta-studies which found that guided IBL settings were more effective than minimally or unguided versions.

In a longitudinal study among high school students from the UK, the effect of IBL on scores of the science sections of the General Certificate of Secondary Education and PISA test was only small. Students filled in a questionnaire alongside their examinations how much IBL took place in the time before the testing. The authors, however, point out that while the impact on grades was minimal, other factors were not taken into account, such as possibly improved motivation, interest and engagement as a result of IBL (Jerrim et al., 2019).

3.1.1 Problem-based learning

The main difference of IBL and PBL lies in its origins. In its beginnings, IBL was mainly used in science education, while PBL originated from medical courses (Hmelo-Silver et al., 2007). In PBL, the approach how the problem is worked on and how the solution is found is considered the final product. While the teacher supports the students that work in small groups, they are to work on their solution in a self-directed manner, which helps them to gain “lifelong learning skills” (Hmelo-Silver, 2004, page 235). These process skills comprise for example critical thinking skills and the capability to analyse situations in depth (Oliver, 2000). IBL and PBL need to be differentiated from project-based learning (PjBL), which does not comprise an ill-defined problem and where a concrete solution needs to be produced (Bereiter & Scardamalia, 2006). Both, PBL and IBL are based on constructivism which states that the students construct or create knowledge themselves as opposed to having it transferred to them by the instructor (Chang & Mao, 1999).

Othmann et al. (2013) proposed a framework for PBL settings called “Ladder of Active Learning”, where the ladders start with the introduction to the problem, input, group meeting, presentation, and exercises. While all of the ladders entail different steps, they all end with the reflection step. In a meta-analysis which investigated how effective PBL settings were compared to more traditional teaching methods, slightly more knowledge was acquired in conventional learning environments compared to PBL environments (Dochy et al., 2003). However, Ibrahim et al. (2018) observed that students perceived PBL helpful to learn especially the basics of the science curriculum and that students reported of higher motivational levels. In addition, students’ satisfaction levels in PBL classes are improved (Khoshnevisasl et al., 2014). Many authors conclude that the main advantage of PBL is the possibility to develop soft skills (Bruder & Prescott, 2013; Carvalho, 2016; Choi et al., 2014; Dochy et al., 2003; Hattie, 2009; Mohd-Yusof et al., 2013; Yeh et al., 2011). In the following section, the term soft skills will be scribed in more detail.

3.1.2 Soft skills

Many different synonyms for the term soft skills exist, such as generic competences, life skills, transferable skills, twenty-first century skills, or noncognitive skills (Cinque, 2016; Heckman & Kautz, 2012). But all of them have in common that they are defined as “personal transversal competences such as social aptitudes, language and communication capability, friendliness and ability of working in team, and other personality traits that characterize relationships between people (Cimatti, 2016, page 97). However, an exact list which competencies fall under the category soft skills does not exist (Cinque, 2016; Vogler et al., 2018).

Li et al. (1999) showed that students that are involved in learning communities at university perceived to develop critical thinking skills and communication skills due to integration of academic and social aspects. Other studies also found that collaborating at university can lead to problem-solving and decision-making skills (Smith & Bath, 2006), as well as other generic skills (Ballantine & McCourt Larres, 2007). It was observed that classes which incorporated the teaching of content knowledge and soft skills at the same time were found to be more effective than courses which focused on teaching only soft skills (Chamorro-Premuzic et al., 2010).

Many articles deal with the topic of which soft skills are developed in the course of IBL and PBL settings. In the analysis of the literature by Poier (2021), communication skills, critical thinking skills and research skills were mentioned most often in connection with IBL (see Appendix A / Table 1). In connection with PBL, the soft skills stated most often were communication skills, problem-solving skills, and teamwork skills (see Appendix A / Table 2).

To what degree soft skills have an influence on student performance was analysed by Chamorro-Premuzic et al. (2010). In this study, academic success was positively linked to how important students perceived soft skills for success, as well as how much they felt they had developed soft skills. This

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

positive relationship was confirmed in a study among 536 (vice)principals in Nigeria who reported the same perception (Obilor, 2019). However, the same opinion could not be found among students (Majid et al., 2012). In a study by Hwang (2018), a positive correlation between teamwork skills and improved performance at an Enterprise Resource Planning simulation with university students could be found.

3.1.3 Research questions and hypotheses

Sungur and Tekkaya (2006) suggest further research to find out to what extent soft skills influence academic performance in IBL and PBL settings.

The master thesis of Poier (2021) stated as the research question was: How does proficiency in soft skills influence student performance in IBL situations? For this purpose, the following hypotheses were tested:

Hypothesis P.1: The more important students gauge soft skills to be for success, the better their academic performance.

Hypothesis P.2: The better the students self-assess their development of soft skills during the preparation period, the better their academic performance.

Hypothesis P.3: The better students self-assess their teamwork skills, the better their performance.

Hypothesis P.4: The better students self-assess their English skills, the better their performance.

Schweighart (2021) examined the following research questions in her master thesis: “How does the self-assessed development of soft skills influence student performance in PBL situations? Which soft skills are considered most important for PBL in order to be successful?” In this context, the following hypotheses were tested:

Hypothesis S.1.a: The development of soft skills in IBL situations (preparation for AYPT) is expected to be higher compared to regular physics classes.

Hypothesis S.1.b: The self-assessed development of soft skills in IBL situations (preparation for AYPT) is expected to be higher the more hours the pupils spent preparing for AYPT.

Hypothesis S.2: The higher students’ self-assess the development of soft skills (after the preparation for AYPT) the better they perform.

Hypothesis S.3.a: Students self-assess their problem-solving skills higher after the preparation period.

Hypothesis S.3.b: Students self-assess other skills (beside problem-solving) higher after the preparation period.

Hypothesis S.4: The higher students rate their problem-solving skills (after the preparation) the more they feel to develop specific content knowledge.

Hypothesis S.5.a: Students who think problem solving is important to succeed, score higher on AYPT.

Hypothesis S.5.b: Students who think other skills (beside problem solving) are important for success, score higher on the AYPT.

3.2 Methodology

The data used for the empirical testing stems from the AYPT of the years 2020 and 2021. Team leaders/teachers filled in questionnaires on their impression of students’ soft skills development. The results were then used to create a survey for students which they filled out around the time of the competitions (see Appendix B for the full theses including data on the survey). Five teams completed the questionnaire in 2020, and seven teams in the year 2021. Appendix C (Table 3) includes an overview

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

of all teams participating in 2020 and 2021 (in an anonymized way) and further information on the mean grade, the standard deviation, the minimum and maximum grade received as well as the number of stages the team participated in and the number of grades received.

In the two years, jurors awarded 1,338 grades in total. However, only grades of teams were used for statistical analysis who also filled in the questionnaire. The grades function as the dependent variables.

The questionnaires gathered data on the following soft skills: teamwork, independent research in literature and other sources, scientific reasoning skills, presentation skills, debating skills, English skills, creativity, self-directed learning, and problem-solving (the last three soft skills were added in 2021). For each soft skill, the students were asked to rate the importance for success, self-assess their proficiency before their very first AYPT and after the current preparation phase as well as the development in the soft skill during the preparation phase.

The hypotheses were tested via linear regressions using the ordinary least squares (OLS) method. The two master theses focused on the following aspects: Poier (2021) used only those variables that were part of the survey in both years leading to fewer variables, but a more observations (794) for the sample (see Appendix D / Table 4 for descriptive statistics on the variables)(Poier, 2021). And Schweighart (2021) included all variables. This is why only the respondents from 2021 could be considered for the linear regressions of the new variables. This led to between 507 and 582 observations for the sample (see Appendix E / Table 5).

3.3 Results

In this section, the results of various linear regressions to test the hypotheses are presented.

Poier (2021) tested the importance of soft skills twofold: First, the aggregated independent variable General importance soft skills (which includes importance of teamwork, independent research, scientific reasoning, presentation, debating and English skills) was used. The linear regression showed an estimator of 0.6473 and a low p-value of 0.00013 (see Appendix F / Table 6). When computing the linear regressions via the importance of individual soft skills, the result is more varied: While a positive relationship between the importance of teamwork (estimator = 1.6635), independent research (estimator = 2.1286), scientific reasoning (estimator = 0.8897), and debating skills (estimator = 1.0368) and grade could be found, a negative link was observed between the importance of presentation skills (estimator = -2.6363), the importance of English skills (estimator = -0.9365) and grade (see Appendix F / Table 7). For hypothesis P.1 it can be summarized that in general, the more important students gauge soft skills for success, the better their performance. When looking at the level of individual soft skills, support for hypothesis P.1 can be found for the soft skills of teamwork, independent research, scientific reasoning and debating skills (Poier, 2021).

Also the influence of soft skills development was calculated in two ways: While the general development of soft skills did not yield significant results (see Appendix G / Table 10) because of a p-value of 0.080, the development of individual soft skills led to significant results for the development of teamwork (estimator = 1.6261), scientific reasoning (estimator = 3.4105), presentation skills (estimator = -3.0370), debating skills (estimator = -1.6347), and English skills (estimator = 0.2993) (see Appendix G / Table 11). Thus, it can be summarized support for hypothesis P.2, which predicted the positive influence of the development of soft skills on academic success, could be found for teamwork, scientific reasoning, and English skills (Poier, 2021).

Support for hypothesis P.3, “The better students self-assess their teamwork skills, the better their performance”, could not be found due to insignificant results of the independent variable (p-value of 0.986) (see Appendix H / Table 14) (Poier, 2021).

Hypothesis P.4, which predicted that better English skills positively influenced academic success, was supported by the results of the linear regression: An increase of one point on the self-assessment scale of proficiency would lead to an improved score of 0.4241 (with a p-value of 0.000) (see Appendix I / Table 15) (Poier, 2021).

For hypothesis S.1.a., the regression results of the proficiency in soft skills after the preparation phase of 2020 (see Appendix J / Table 16) and the proficiency before the preparation phase of 2021 (see Appendix J / Table 17) were compared. It was summarized the better students self-assessed to be in soft skills due to the preparation for AYPT, the better their grades – except for presentation skills (prof_post_presentation: -1.00 and prof_prae_presentation: 0.74) (Schweighart, 2021).

Support for hypothesis S.1.b could be observed: For each additional hour the students invest in the preparation for AYPT, their grades increase by 0.01 points (see Appendix K / Table 18) (Schweighart, 2021).

Schweighart (2021) further analysed the influence of soft-skill development during the preparation for the AYPT on grade (see Appendix G / Tables 12 and 13). A significant positive correlation was found for the development of teamwork (estimator = 0.86), and scientific reasoning (estimator = 2.63). A significant negative links was found for the development of independent research skills (estimator = -0.69), presentation skills (estimator = -1.80), and creativity (estimator = -0.42). Thus, hypothesis S.2 was only partially be supported.

Linear regressions for individual soft skills were computed (see Appendix K / Tables 19-28) with a focus on the proficiency before and after the preparation phase to test hypothesis S.3. (Schweighart, 2021).

All students who filled in the survey felt that they acquired “a lot” content knowledge. This led to too little variance and was the reason, why hypothesis S.4. could not be tested (Schweighart, 2021).

Last, the impact of the importance of individual soft skills was tested for the hypotheses S.5.a and S.5.b. A significant positive relationship with grade was observed for the importance of teamwork (estimator = 1.46), independent research (estimator = 1.99), scientific reasoning (estimator = 0.58), debating skills (estimator = 1.08), and self-directed learning (estimator = 0.31). A significant negative relationship was found with the importance of presentation skills (estimator = -2.20), and English skills (estimator = -0.81). No significant results were observed for the importance of problem-solving and creativity (see Appendix F / Tables 8 and 9) (Schweighart, 2021).

3.4 Discussion

After having presented the results of the empirical analysis in the previous section, these will be discussed in the light of literature:

The fact that the general importance of soft skills (hypothesis P.1) as well as the importance of most individual soft skills (hypotheses P.1, S.5.a, and S.5.b) correlated positively with student performance is in accordance with studies among secondary (vice-)principals (Obilor, 2019) and among UK students (Chamorro-Premuzic et al., 2010), but contradictory to a survey among students from Singapore (Majid et al., 2012).

Computing the linear regressions to test the influence of soft skills development on grade (hypotheses P.2 and S.2) resulted in significant positive correlations for the development in teamwork, scientific reasoning, and English skills. This corresponds to the findings of Chamorro-Premuzic et al. (2010). While Palmer (2002) did not statistically analyse the influence of soft-skill development on grades, the study did show an improvement in grades and the author experienced the development of a variety of soft skills herself. The literature could not provide explanations for the significant negative influence for development of presentation and debating skills as well as creativity on academic success.

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

When analysing the effect of teamwork skills on student performance, no support for hypothesis P.3 was found due to a high p-value. This is opposed to a study by Hwang (2018) who found that high teamwork skills are linked to improved outcomes in an Enterprise Resource Planning simulation at university. Also Bruder and Prescott (2013) predicted a positive relationship.

The finding that better English skills can lead to improved success at AYPT (hypothesis P.4) is in line with expectations and also a study of Amaral et al. (2002).

The results from the linear regressions that tested hypotheses S.3.a and S.3.b were partially in line with a study by Choi et al. (2014), which was aimed at analysing which impact a PBL setting had on critical thinking, problem-solving, and self-directed learning skills (compared to a traditional teaching method). The positive effect from the study could also be shown in the findings by Schweighart (2021), where most independent variables showed positive estimators except for independent research and scientific reasoning skills.

The results of Schweighart (2021) to the second research question, “Which soft skills are considered most important for PBL in order to be successful?”, led to research, teamwork, and debating skills, which is in agreement with the findings of Deep et al. (2019).

3.5 Limitations

Possible limitations in the master theses of Poier (2021) and Schweighart (2021) lie in the fact that the data on soft skills is based on self-assessment. Thus, students possibly have different impression of their soft skills as opposed to reality. However, according to Chamorro-Premuzic et al. (2010) it is not possible to test soft skills in an objective and accurate way anyway. Other studies on IBL also faced this limitation by self-reported data from students and consequential “reporting and recall inaccuracies” (Jerrim et al., 2019, page 42).

In addition, it is possible that the jurors considered certain aspects regarding soft skills when deciding on a grade (e.g. professional presentation or discussion influencing the grade positively). This would lead to a situation where the data on grades and on soft skills is not as independent as it should be.

3.6 Conclusion

This summary presented the theoretical background on IBL, PBL, and soft skills. In addition, the results of Poier (2021) concluded that the perceived importance of soft skills on academic performance have a positive effect when using the aggregated variable. When analysing the effect of the importance of individual soft skills, the importance of teamwork, independent research, and debating skills had a positive impact, while the importance of presentation skills and English skills were negatively correlated. The influence of soft skills development in general on grade could not be proven due to a too high p-value. However, the analysis on the individual soft skill level showed that a positive relationship could be observed for the development of teamwork, scientific reasoning, and English skills on grade. A negative influence on grade was found for the development of presentation and debating skills. The proficiency in teamwork did not influence student performance significantly. While proficiency in English had a significant positive impact on the grade.

The results of Schweighart (2021) showed that IBL led to more soft-skill development than traditional physics classes. Further, the more hours the students invested in preparation for AYPT, the better their grades. A clear link between student performance and soft skills development could not be observed. Students who perceived their soft skills to have been improved by IBL, received better grades (except for research, scientific reasoning, and English skills). Due to too little variance, the relationship between acquisition of content knowledge and development of problem-solving skills could not be investigated. Student performance could be predicted by the perceived importance of soft skills (except for creativity, English, and presentation skills). Grade was most influenced by independent research skills.

4. Bibliography

- Agbeh, A. (2014). The impact of problem-based learning on problem solving skills and a sense of community in the classroom. *Review of Higher Education & Self-Learning*, 7(25), 99–105.
- Amaral, O. M., Garrison, L., & Klentschy, M. (2002). Helping english learners increase achievement through inquiry-based science instruction. *Bilingual Research Journal*, 26(2), 213–239. <https://doi.org/10.1080/15235882.2002.10668709>
- Baharom, S., & Palaniandy, B. (2013). Problem Based Learning : A Process for the Acquisition of Learning and Generic Skills. *The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL)*.
- Bahri, N., Azli, N., & Samah, N. (2013). From Conventional to Non-conventional Laboratory: Electrical Engineering Students ' Perceptions. *The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL) 2013 From*.
- Ballantine, J., & McCourt Larres, P. (2007). Cooperative learning: a pedagogy to improve students' generic skills? *Education + Training*, 49(2), 126–137. <https://doi.org/10.1108/00400910710739487>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2006). Education for the Knowledge Age: Design-Centered Models of Teaching and Instruction. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 695–713). Lawrence Erlbaum Associates Publishers. https://www.ikit.org/fulltext/2006_EducationFor.pdf
- Brownell, J., & Jameson, D. A. (2004). Problem-based learning in graduate management education: An integrative model and interdisciplinary application. *Journal of Management Education*, 28(5), 558–577. <https://doi.org/10.1177/1052562904266073>
- Bruder, R., & Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 811–822. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0542-2>
- Carvalho, A. (2016). The impact of PBL on transferable skills development in management education. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(1), 35–47. <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1020327>
- Chamorro-Premuzic, T., Arteche, A., Bremner, A. J., Greven, C., & Furnham, A. (2010). Soft skills in higher education: Importance and improvement ratings as a function of individual differences and academic performance. *Educational Psychology*, 30(2), 221–241. <https://doi.org/10.1080/01443410903560278>
- Chan, Z. (2013). Exploring creativity and critical thinking in traditional and innovative problem-based learning groups. *Journal of Clinical Nursing*, 22(15–16), 2298–2307. <https://doi.org/10.1111/jocn.12186>
- Chang, C. Y., & Mao, S. L. (1999). Comparison of taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, 92(6), 340–346. <https://doi.org/10.1080/00220679909597617>
- Chen, R. H. (2021). Fostering students' workplace communicative competence and collaborative mindset through an inquiry-based learning design. *Education Sciences*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/educsci11010017>
- Choi, E., Lindquist, R., & Song, Y. (2014). Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning. *Nurse Education Today*, 34(1), 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.02.012>
- Chu, S., Chow, K., Tse, S., & Collier, K. C. (2008). Grade 4 Students' Development of Research Skills through Inquiry-Based Learning Projects. *School Libraries Worldwide*, 14(1), 10.

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

- Cimatti, B. (2016). Definition, development, assessment of soft skills and their role for the quality of organizations and enterprises. *International Journal for Quality Research*, 10(1), 97–130. <https://doi.org/10.18421/IJQR10.01-05>
- Cinque, M. (2016). “Lost in translation”. Soft skills development in European countries. *Tuning Journal for Higher Education*, 3(2), 389. [https://doi.org/10.18543/tjhe-3\(2\)-2016pp389-427](https://doi.org/10.18543/tjhe-3(2)-2016pp389-427)
- Cooper, C., & Carver, N. (2012). Problem based learning in mental health nursing: The students’ experience. *International Journal of Mental Health Nursing*, 21(2), 175–183. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0349.2011.00788.x>
- Deep, S., Salleh, B. M., & Othman, H. (2019). Improving the soft skills of engineering undergraduates in Malaysia through problem-based approaches and e-learning applications. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 9(4), 662–676. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-07-2018-0072>
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533–568. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7)
- Font, A., & Cebrian, G. (2013). The Impact of PBL Training on Legal Professions. In K. Mohd-Yusof, M. Arsat, M. T. Borhan, E. de Graaff, A. Kolmos, & F. A. Phang (Eds.), *PBL Across Cultures* (pp. 100–109). Aalborg University Press.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Günügen, N. P., Serçeku, P., & Edeer, A. D. (2014). A Comparison of Problem-Based and Traditional Education on Nursing Students’ Locus of Control and Problem-Solving Skills. *International Journal of Nursing Knowledge*, 25(2), 110–115.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour Economics*, 19(4), 451–464. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2012.05.014>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Hoidn, S., & Kärkkäinen, K. (2014). Promoting Skills for Innovation in Higher Education: A Literature Review on the Effectiveness of Problem-based Learning and of Teaching Behaviours. *OECD Education Working Papers*, 100. <http://dx.doi.org/10.1787/5k3tsj671226-en>
- Hwang, M. I. (2018). Relationship between teamwork and team performance: Experiences from an ERPsim competition. *Journal of Information Systems Education*, 29(3), 157–168.
- Ibrahim, M., AlShahrani, A., Abdalla, M., Abubaker, I., & Mohamed, M. (2018). The Effectiveness of Problem-based Learning in Acquisition of Knowledge, Soft Skills During Basic and Preclinical Sciences: Medical Students’ Points of View. *Acta Informatica Medica*, 26(2), 119. <https://doi.org/10.5455/aim.2018.26.119-124>
- Ismail, N. (2013). Defining Vocational Education and Training for Tertiary Level Education : Where does Problem Based Learning Fit in? – A Literature Review. *The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL) 2013*, 173–180.

- Jerrim, J., Oliver, M., & Sims, S. (2019). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, 61(January), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.004>
- Justice, C., Rice, J., & Warry, W. (2009). Developing Useful and Transferable Skills: Course Design to Prepare Students for a Life of Learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2). <https://doi.org/10.20429/ijstol.2009.030209>
- Khoshnevisasl, P., Sadeghzadeh, M., Mazloomzadeh, S., Hashemi Feshareki, R., & Ahmadiafshar, A. (2014). Comparison of Problem-based Learning With Lecture-based Learning. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(5). <https://doi.org/10.5812/ircmj.5186>
- Kienzler, H., & Fontanesi, C. (2017). Learning through inquiry: a Global Health Hackathon. *Teaching in Higher Education*, 22(2), 129–142. <https://doi.org/10.1080/13562517.2016.1221805>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Lasa, A., Txurruka, I., Simón, E., & Miranda, J. (2013). Problem based learning implementation in the degree of human nutrition and dietetics. *6th International Conference of Education, Research and Innovation*, 1687–1692.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Li, G., Long, S., & Simpson, M. E. (1999). Self-Perceived Gains in Critical Thinking and Communication Skills: Are There Disciplinary Differences? *Research in Higher Education*, 40(1), 43–60. <http://www.jstor.org/stable/40196323>
- Magnussen, L., Ishida, D., & Itano, J. (2000). The impact of the use of inquiry-based learning as a teaching methodology on the development of critical thinking. *Journal of Nursing Education*, 39(8), 360–364. <https://doi.org/10.3928/0148-4834-20001101-07>
- Majid, S., Liming, Z., Tong, S., & Raihana, S. (2012). Importance of Soft Skills for Education and Career Success. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, 2(2), 1036–1042.
- Mgangira, M. B. (2003). Integrating the Development of Employability Skills into a Civil Engineering Core Subject through a Problem-Based Learning Approach. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 759–761.
- Mieg, H. A. (2019). Inquiry-Based Learning – Undergraduate Research. In H. A. Mieg (Ed.), *Inquiry-Based Learning – Undergraduate Research The German Multidisciplinary Experience*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14223-0>
- Mohd-Yusof, K., Arsat, M., Borhan, M. T., Graaff, E., & Kolmos, A. (2013). PBL Across Cultures. *4th International Symposium on Problem Based Learning*, 422.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- Obilor, E. I. (2019). Soft Skills and Students' Academic Achievement. *International Journal of Innovative Psychology & Social Development*, 7(2), 27–37. www.seahipaj.org
- Oliver, K. M. (2000). Methods for Developing Constructivist Learning on the Web. *Educational Technology*, 40(6), 5–18. <http://www.jstor.org/stable/44428633>

- Othman, H., Salleh, B. M., & Sulaiman, A. (2013). 5 ladders of active learning: An innovative learning steps in PBL process. *The 4th International Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL) 2013*, 245–253. http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/4019/1/5_Ladders_of_Active_Learning.pdf
- Palmer, S. (2002). Enquiry-Based Learning Can Maximise a Student's Potential. *Psychology Learning & Teaching*, 2(2), 82–86. <https://doi.org/10.2304/plat.2002.2.2.82>
- Panwong, P., & Kemavuthanon, K. (2014). Problem-based learning framework for junior software developer: Empirical study for computer programming students. *Wireless Personal Communications*, 76(3), 603–613. <https://doi.org/10.1007/s11277-014-1728-9>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Poier, S. (2021). *The Effect of Soft Skills on Student Performance in Inquiry-Based Learning Situations*. Vienna University of Economics and Business (WU).
- Pratminingsih, S. A. (2009). Problem Based Learning As An Approach To Increase Students' Soft Skills: Case Study At Economics Faculty, Widyatama University, Bandung, Indonesia. *The 9TH SEAAIR Annual Conference: Pulau Pinang, Malaysia*. <http://www.dlib.widyatama.ac.id/jspui/handle/123456789/1329>
- Rau, D., Chu, S., Lin, Y., & Chang, M. (2006). Development and Teaching Approaches of Technical and Vocational Education Curricula. *9th International Conference on Engineering Education*, 17–22.
- Razzaq, Z., & Ahsin, S. (2011). PBL wrap up sessions: an approach to enhance generic skills in medical students. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad : JAMC*, 23(2), 162–165.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Schweighart, M. (2021). *The Effect of Soft Skills on Student Performance in Problem-Based Learning Situations*. Vienna University of Economics and Business (WU).
- Seneviratne, R., Samarasekera, D., Karunathilake, I., & Ponnampereuma, G. (2001). Students' perception of problem-based learning in the medical curriculum of the Faculty of Medicine, University of Colombo. *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, 30(4), 379–381.
- Seren, S., & Ustun, B. (2008). Conflict resolution skills of nursing students in problem-based compared to conventional curricula. *Nurse Education Today*, 28(4), 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2007.07.005>
- Smith, C., & Bath, D. (2006). The Role of the Learning Community in the Development of Discipline Knowledge and Generic Graduate Outcomes. *Higher Education*, 51(2), 259–286. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6389-2>
- Sungur, S., & Tekkaya, C. (2006). Effects of problem-based learning and traditional instruction on self-regulated learning. *Journal of Educational Research*, 99(5), 307–320. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.5.307-320>
- Tan, D. K. Y., Koppi, A., & Field, D. J. (2016). First year agricultural science student perspectives in graduate attribute development through problem-based learning. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(1), 54–66.
- Vogler, J. S., Thompson, P., Davis, D. W., Mayfield, B. E., Finley, P. M., & Yasserli, D. (2018). The hard work of soft skills: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary

SUPPLEMENTARY MATERIALS

- teamwork. *Instructional Science*, 46, 457–488. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11251-017-9438-9>
- Warnock, J. N., & Mohammadi-Aragh, M. J. (2016). Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills. *European Journal of Engineering Education*, 41(2), 142–153. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1040739>
- Yeh, R. C., Chen, Y. C., Kuo, S. H., & Chung, P. (2011). The effect of problem-based learning on enhancing students' workforce competence. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 9(4), 239–245.
- Yu, L., & Adaikkalavan, R. (2016). Developing Soft Skills by Applying Problem-Based Learning in Software Engineering Education. In E. Railean, G. Walker, A. Elçi, & L. Jackson (Eds.), *Handbook of Research on Applied Learning Theory and Design in Modern Education* (pp. 405–418). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9634-1.ch019>

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Appendix A: Overview of soft skills mentioned in literature

Table 1: Overview of Mentioned Soft Skills in Relation to IBL (Poier, 2021)

	Collaborative skills	Communication Skills	Creativity	Critical thinking	Data analysis	Deep learning	English skills	IT Literacy	Organization skills (incl. time mgmt.)	Presentation skills	Problem-solving	Research	Reasoning	Self-directed learning
Developing Useful and Transferable Skills: Course Design to Prepare Students for a Life of Learning (Justice et al., 2009)		x				x			x			x	x	x
Enquiry-Based Learning Can Maximise a Student's Potential (Palmer, 2002)		x			x				x	x		x		
Fostering students' workplace communicative competence and collaborative mindset through an inquiry-based learning design (Chen, 2021)	x	x									x			
Grade 4 Students' Development of Research Skills through Inquiry-Based Learning Projects (Chu et al., 2008)	x	x	x	x	x			x				x		x
Helping English learners increase achievement through inquiry-based science instruction (Amaral et al., 2002)							x							
Learning through inquiry: a Global Health Hackathon (Kienzler & Fontanesi, 2017)										x				
The impact of the use of inquiry-based learning as a teaching methodology on the development of critical thinking (Magnussen et al., 2000)				x										
Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement (Hattie, 2009)				x										

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 2: Overview of Mentioned Soft Skills in Relation to PBL (Poier, 2021)

	Analytical skills/thinking	Application of knowledge	Argumentation skills	Communication Skills	Conflict resolution	Creativity	Critical thinking	Documentation Skills	ICT skills	Information management	Interpersonal skills	Language ability	Leadership	Lifelong learning	Motivation	Multidisciplinary skills	Organization skills	Personal development	Persuasion	Presentation skills	Problem-solving	Research	Reasoning	Self-confidence	Self-directed learning	Self-discipline	(Self-)Learning	Teamwork	Time management	Work ethics
A Comparison of Problem- based learning and Traditional Education on Nursing Students' Locus of Control and Problem- Solving Skills (Günüşen et al., 2014)																					x									
Case study: use of problem- based learning to develop students' technical and professional skills (Warnock & Mohammadi-Aragh, 2016)				x																	x			x						
Conflict resolution skills of nursing students in Problem-based learning compared to conventional curricula (Seren & Ustun, 2008)					x																									
Defining Vocational Education and Training for Tertiary Level Education: Where does Problem Based Learning Fit in? – A Literature Review (Ismail, 2013)				x							x			x							x									
Developing Soft Skills by Applying Problem-Based Learning in Software Engineering Education (Yu & Adaikkalavan, 2016)				x				x			x									x	x						x			
Development and Teaching Approaches of Technical and Vocational Education Curricula (Rau et al., 2006)		x		x								x	x								x					x	x			
Effects of Problem-Based Learning and Traditional Instruction on Self- Regulated Learning (Sungur & Tekkaya, 2006)							x								x													x		
Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self- directed learning (Choi et al., 2014)							x														x			x						
Exploring creativity and critical thinking in traditional and innovative problem- based learning groups (Chan, 2013)						x	x																							
First Year Agriculture Science student perception in students attribute development through Problem-based learning (Tan et al., 2016)				x									x			x		x			x	x					x	x		
From Conventional to Non- conventional Laboratory: Electrical Engineering Students' Perceptions (Bahri et al., 2013)				x																x									x	
Improving the soft skills of engineering undergraduates in Malaysia through problem-based approaches and e- learning applications (Deep et al., 2019)					x							x	x							x	x	x		x			x			

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 2: Overview of Mentioned Soft Skills in Relation to PBL (Poier, 2021) (continued)

	Analytical skills/thinking	Application of knowledge	Argumentation skills	Communication Skills	Conflict resolution	Creativity	Critical thinking	Documentation Skills	ICT skills	Information management	Interpersonal skills	Language ability	Leadership	Lifelong learning	Motivation	Multidisciplinary skills	Organization skills	Personal development	Persuasion	Presentation skills	Problem-solving	Research	Reasoning	Self-confidence	Self-directed learning	Self-discipline	(Self-)Learning	Teamwork	Time management	Work ethics
Integrating the Development of Employability Skills into a Civil Engineering Core Subject through a Problem- based learning (Mgangira, 2003)				x						x			x				x				x							x		
PBL wrap up sessions: an approach to enhance generic skills in medical student (Razzaq & Ahsin, 2011)		x		x					x											x				x						
Problem Based Learning Implementation in the Degree of Human Nutrition and Dietetics (Lasa et al., 2013)									x																			x		
Problem-Based Learning as an Approach to increase students' soft skills (Pratminingsih, 2009)				x							x										x				x			x		
Problem-based learning framework for junior software developer: Empirical study for computer programming students (Panwong & Kemavuthanon, 2014)										x							x						x					x		
Problem-Based Learning in Graduate Management Education: An Integrative Model and Interdisciplinary Application (Brownell & Jameson, 2004)				x	x								x						x											
Problem-based learning in mental health nursing: The students' experience (Cooper & Carver, 2012)				x	x						x				x					x	x	x						x		
Problem-Based Learning: A Process for the Acquisition of Learning and Generic Skills (Baharom & Palaniandy, 2013)	x			x			x							x							x				x			x		
Promoting Skills for Innovation in Higher Education: A Literature Review on the Effectiveness of Problem-based Learning and of Teaching Behaviours (Hoidn & Kärkkäinen, 2014)		x		x																	x			x				x		
The effect of problem-based learning on enhancing students' workforce competence (Yeh et al., 2011)													x													x	x	x		x
The impact of PBL on transferable skills development in management education (Carvalho, 2016)		x	x		x															x			x					x		
The Impact of PBL Training on Legal Professions (Font & Cebrian, 2013)					x		x						x										x					x	x	
The impact of Problem- based learning on problem-solving skills and a sense of community in the classroom (Agbeh, 2014)							x														x									
The student perception of Problem-based learning in medical curriculum of the Faculty of medicine. University of Colombo (Seneviratne et al., 2001)				x																	x									

Appendix B: Master theses

See full theses attached in separate documents

*Appendix C: Descriptive statistics on teams**Table 3: Descriptive Statistics on Teams*

Team	Year	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N Stages	N Grades
Team 1	2021	8.141	0.793	6.200	9.111	12	105
Team 2	2020	7.825	0.845	6.714	9.166	8	58
Team 3	2020	7.288	0.734	6.166	8.571	8	60
Team 4	2021	7.249	0.566	6.333	7.888	12	108
Team 5	2021	7.166	0.883	5.625	8.444	9	78
Team 6	2021	6.970	0.978	5.333	8.714	12	102
Team 7	2020	6.646	1.035	5.666	8.500	6	40
Team 8	2020	6.634	0.623	5.833	7.333	6	38
Team 9	2021	6.522	0.723	5.100	7.444	9	75
Team 10	2021	6.462	0.671	5.666	7.500	9	72
Team 11	2021	6.322	0.517	5.500	7.333	9	75
Team 12	2021	6.278	0.817	4.555	7.142	9	75
Team 13	2020	5.928	0.869	4.857	7.333	6	40
Team 14	2021	5.797	1.249	3.500	7.333	9	75
Team 15	2020	5.552	0.949	4.142	7.000	6	38
Team 16	2021	5.435	1.547	2.900	7.285	9	75
Team 17	2020	5.424	1.665	3.166	8.142	6	38
Team 18	2021	5.095	1.002	3.000	6.125	9	75
Team 19	2021	5.077	0.840	3.428	6.111	9	75
Team 20	2020	4.390	0.433	4.000	5.000	6	36

Appendix D: Descriptive statistics on teams

Table 4: Descriptive Statistics on Soft Skills Variables (Poier, 2021)

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N Teams
Importance teamwork	4.250	1.179	1.0	5.0	12
Importance independent research	3.902	0.524	3.0	4.6	12
Importance scientific reasoning	4.777	0.410	4.0	5.0	12
Importance presentation skills	4.375	0.611	3.0	5.0	12
Importance debating skills	4.736	0.411	4.0	5.0	12
Importance English skills	3.319	1.092	2.0	5.0	12
General importance soft skills	4.226	0.415	3.2	4.8	12
Proficiency (post-prep) teamwork	4.138	0.673	3.0	5.0	12
Proficiency (post-prep) independent research	3.486	0.862	2.0	5.0	12
Proficiency (post-prep) scientific reasoning	4.106	0.789	3.0	5.0	11
Proficiency (post-prep) presentation skills	4.000	0.738	3.0	5.0	12
Proficiency (post-prep) debating skills	4.097	0.871	2.5	5.0	12
Proficiency (post-prep) English skills	4.347	0.865	2.5	5.0	12
Development teamwork	2.319	0.746	1.0	3.0	12
Development independent research	2.319	0.533	1.5	3.0	12
Development scientific reasoning	2.750	0.405	2.0	3.0	12
Development presentation skills	2.513	0.457	2.0	3.0	12
Development debating skills	2.722	0.422	2.0	3.0	12
Development English skills	1.694	0.895	1.0	3.0	12
General development soft skills	2.386	0.379	1.8	3.0	12

Appendix E: Descriptive statistics on variables

Table 5: Descriptive Statistics on Variables (Schweighart, 2021)

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
age	16.42	1.10	15	18
importance_teamwork	4.40	0.95	1	5
importance_research	3.83	0.51	3	4.666667
importance_reasoning	4.78	0.40	4	5
importance_presentation	4.48	0.54	3	5
importance_debating	4.81	0.34	4	5
importance_english	3.40	1.09	2	5
importance_problem_solving	4.49	0.50	4	5
importance_self_learning	4.18	0.63	3	5
importance_creativity	3.87	0.99	3	5
h_prep_AYPT	95.58	67.30	30	208.3333
total_h_prep_supervised	45.05	48.90	0	130
total_h_prep_after_Febr	50.57	28.05	8.5	100
n_prep_sessions_by_teacher	11.51	11.12	0	30
ave_n_students_present_per_sessions	3.69	3.63	0	15
prof_post_teamwork	4.22	0.65	3	5
prof_post_research	3.41	0.81	2	5
prof_post_reasoning	4.12	0.72	3	5
prof_post_presentation	4.01	0.75	3	5
prof_post_debating	4.01	0.83	2.5	5
prof_post_english	4.29	0.86	2.5	5
prof_post_problem_solving	4.07	0.64	3	5
prof_post_self_learning	3.43	0.46	3	4
prof_post_creativity	3.82	0.81	3	5
prof_prae_teamwork	3.57	0.87	2	5
prof_prae_research	2.86	0.85	2	4
prof_prae_reasoning	2.70	0.89	1	4
prof_prae_presentation	3.63	0.85	2	5
prof_prae_debating	3.19	0.93	2	4
prof_prae_english	3.60	1.23	1	5
prof_prae_problem_solving	3.27	1.12	1	4
prof_prae_self_learning	2.95	0.75	2	4
prof_prae_creativity	3.63	0.77	3	5
helpful_participation_career	4.46	1.18	1	5
preparation_helped_content_knowledge	3.00	0.00	3	3
dev_teamwork	2.32	0.75	1	3
dev_research	2.35	0.53	1.5	3
dev_reasoning	2.80	0.36	2	3
dev_presentation	2.56	0.45	2	3
dev_debating	2.78	0.38	2	3
dev_english	1.73	0.89	1	3
dev_problem_solving	2.62	0.49	2	3
dev_self_learning	2.19	0.63	1	3
dev_creativity	2.06	0.74	1	3

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být zodpovědná za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

Appendix F: Regression results for importance of soft skills

Table 6: Regression Results for General Importance of Soft Skills (Poier, 2021)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
(Intercept)	-4.5146 (1.196) [0.000173]	4.6921 (0.936) [0.000001]	-4.1114 (1.195) [0.001]	2.2143 (0.771) [0.004]
General importance soft skills	0.6473 (0.168) [0.00013]	0.9148 (0.183) [0.000001]	0.7892 (0.162) [0.000001]	0.9916 (0.179) [0.000]
Age	0.5836 (0.053) [0.000]		0.5365 (0.051) [0.000]	
Year 2021 (x)	0.4347 (0.145) [0.003]	-0.0444 (0.152) [0.770]		
Opposition (x)	-0.2567 (0.128) [0.045]	-0.2567 (0.140) [0.067]	-0.2567 (0.128) [0.046]	
Reviewer (x)	0.4181 (0.152) [0.006]	0.4181 (0.166) [0.012]	0.5489 (0.146) [0.000182]	
Juror Bias	0.9672 (0.149) [0.000]		0.9601 (0.150) [0.000]	
Comp_Avg_Grade	-0.2629 (0.071) [0.000]	-0.3292 (0.078) [0.000001]	-0.2553 (0.071) [0.000372]	
Adjusted R²	0.228	0.072	0.220	0.036

(x) Dummy variables
The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 7: Regression Results for Importance of Individual Soft Skills (Poier, 2021)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
(Intercept)	-4.9897 (1.510) [0.001]	-2.5344 (1.292) [0.050]	-7.4135 (1.532) [0.000002]	-6.9799 (1.257) [0.000]
Importance teamwork	1.6635 (0.178) [0.000]	1.9093 (0.158) [0.000]	0.7841 (0.141) [0.000]	0.9731 (0.121) [0.000]
Importance independent research	2.1286 (0.219) [0.000]	2.2570 (0.220) [0.000]	0.9378 (0.161) [0.000]	0.9863 (0.164) [0.000]
Importance scientific reasoning	0.8897 (0.182) [0.000001]	1.1262 (0.154) [0.000]	0.8258 (0.189) [0.000014]	1.0300 (0.163) [0.000]
Importance presentation skills	-2.6363 (0.342) [0.000]	-2.9906 (0.326) [0.000]	-0.7536 (0.248) [0.002]	-0.8618 (0.233) [0.000237]
Importance debating skills	1.0368 (0.234) [0.000011]	1.0501 (0.242) [0.000016]	1.1844 (0.242) [0.000001]	1.2940 (0.258) [0.000001]
Importance English skills	-0.9365 (0.105) [0.000]	-1.0651 (0.092) [0.000]	-0.4507 (0.086) [0.000]	-0.5614 (0.075) [0.000]
Age	0.1712 (0.070) [0.014]		0.2323 (0.072) [0.001]	
Year 2021 (x)	1.8823 (0.244) [0.000]	1.9511 (0.251) [0.000]		
Opposition (x)	-0.2567 (0.118) [0.030]	-0.2567 (0.122) [0.036]	-0.2567 (0.122) [0.036]	
Reviewer (x)	0.4181 (0.140) [0.003]	0.4181 (0.145) [0.004]	0.5882 (0.144) [0.000046]	
Juror Bias	1.0094 (0.138) [0.000]		1.0095 (0.143) [0.000]	
Comp_Avg_Grade	-0.3827 (0.072) [0.000]	-0.4518 (0.072) [0.000]	-0.2732 (0.073) [0.000196]	
Adjusted R²	0.340	0.291	0.291	0.188

(x) Dummy variables
The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 8: Regression Results for Importance of Individual Soft Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.86	1.41	-6.30	0.00000000
tournamentAYPT2021	1.61	0.25	6.39	0.00000000
roleRep	0.26	0.12	2.07	0.03915244
roleRev	0.67	0.15	4.57	0.00000555
age	0.27	0.07	3.87	0.00011965
importance_teamwork	1.46	0.18	8.00	0.00000000
importance_research	1.99	0.23	8.69	0.00000000
importance_reasoning	0.58	0.18	3.15	0.00171139
importance_presentation	-2.20	0.35	-6.31	0.00000000
importance_debating	1.08	0.25	4.40	0.00001239
importance_english	-0.81	0.11	-7.52	0.00000000

Table 9: Regression Results for Importance of Individual (New) Soft Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-3.99	1.56	-2.55	0.01092850
roleRep	0.36	0.15	2.41	0.01618754
roleRev	0.73	0.15	4.86	0.00000153
age	0.34	0.20	1.68	0.09278475
importance_problem_solving	0.84	0.45	1.88	0.06060011
importance_self_learning	0.31	0.14	2.25	0.02503817
importance_creativity	-0.10	0.09	-1.18	0.23871505

Appendix G: Regression results for development of soft skills

Table 10: Regression Results for the General Development of Soft Skills (Poier, 2021)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
(Intercept)	-1.8209 (1.069) [0.089]	8.2783 (0.688) [0.000]	-0.6735 (1.051) [0.522]	5.8802 (0.453) [0.000]
General development soft skills	-0.2993 (0.171) [0.080]	0.1346 (0.185) [0.467]	-0.1163 (0.168) [0.489]	0.2402 (0.185) [0.195]
Age	0.6291 (0.054) [0.000]		0.5545 (0.052) [0.000]	
Year 2021 (x)	0.6507 (0.144) [0.000007]	0.1284 (0.152) [0.397]		
Opposition (x)	-0.2567 (0.129) [0.046]	-0.2567 (0.142) [0.071]	-0.2567 (0.130) [0.049]	
Reviewer (x)	0.4181 (0.153) [0.006]	0.4181 (0.169) [0.013]	0.6188 (0.148) [0.000032]	
Juror Bias	0.9928 (0.150) [0.000]		0.9798 (0.152) [0.000]	
Comp_Avg_Grade	-0.2786 (0.072) [0.000108]	-0.3479 (0.079) [0.000012]	-0.2690 (0.072) [0.000219]	
Adjusted R²	0.217	0.043	0.197	0.001

(x) Dummy variables
The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 11: Regression Results for the Development of Individual Soft Skills (Poier, 2021)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
(Intercept)	-9.5255 (1.242) [0.000]	5.6875 (0.789) [0.000]	-5.0705 (1.167) [0.000016]	3.1175 (0.661) [0.000003]
Development teamwork	1.6261 (0.175) [0.000]	0.2036 (0.166) [0.221]	0.8883 (0.157) [0.000]	0.1286 (0.164) [0.435]
Development independent research	-0.3376 (0.192) [0.080]	-0.2721 (0.222) [0.221]	-0.5505 (0.199) [0.006]	-0.1532 (0.222) [0.490]
Development scientific reasoning	3.4105 (0.321) [0.000]	1.6816 (0.345) [0.000001]	2.9327 (0.329) [0.000]	1.3316 (0.347) [0.000137]
Development presentation skills	-3.0370 (0.357) [0.000]	-0.4012 (0.358) [0.263]	-1.8665 (0.342) [0.000]	-0.2027 (0.363) [0.577]
Development debating skills	-1.6347 (0.259) [0.000]	0.2689 (0.260) [0.301]	-0.3484 (0.216) [0.108]	0.3088 (0.238) [0.196]
Development English skills	0.2993 (0.122) [0.014]	-0.3835 (0.130) [0.003]	-0.0712 (0.118) [0.546]	-0.3849 (0.131) [0.003]
Age	1.0123 (0.070) [0.000]		0.6631 (0.058) [0.000]	
Year 2021 (x)	1.5442 (0.186) [0.000]	-0.1046 (0.171) [0.542]		
Opposition (x)	-0.2567 (0.118) [0.029]	-0.2567 (0.136) [0.060]	-0.2567 (0.123) [0.037]	
Reviewer (x)	0.4181 (0.140) [0.003]	0.4181 (0.162) [0.010]	0.6558 (0.142) [0.000005]	
Juror Bias	1.0015 (0.137) [0.000]		1.0038 (0.143) [0.000]	
Comp_Avg_Grade	-0.3843 (0.067) [0.000]	-0.4278 (0.077) [0.000]	-0.3904 (0.070) [0.000]	
Adjusted R²	0.346	0.124	0.289	0.075

(x) Dummy variables
The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 12: Regression Results for the Development of Individual Soft Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-11.53	1.87	-6.15	1.43601772E-09
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01342152
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000078
age	0.99	0.07	13.67	4.94349863E-37
dev_teamwork	0.86	0.26	3.29	0.00106516
dev_research	-0.69	0.23	-2.96	0.00317238
dev_reasoning	2.63	0.68	3.88	0.00011848
dev_presentation	-1.80	0.55	-3.29	0.00106810
dev_debating	-0.49	0.31	-1.60	0.10919536

Table 13: Regression Results for the Development of Individual (New) Soft Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.67	1.34	-3.48	0.00053119
roleRep	0.36	0.15	2.43	0.01539813
roleRev	0.73	0.15	4.89	0.00000128
age	0.77	0.09	8.87	8.91420530E-18
dev_problem_solving	-0.45	0.23	-1.96	0.05034733
dev_self_learning	0.15	0.22	0.69	0.48779323
dev_creativity	-0.42	0.16	-2.65	0.00828371

Appendix H: Regression results for proficiency in teamwork

Table 14: Regression Results for Proficiency in Teamwork (Poier, 2021)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
(Intercept)	-2.2246 (1.104) [0.044]	7.8149 (0.732) [0.000]	-3.4024 (0.916) [0.000217]	5.2867 (0.413) [0.000]
Proficiency (post-prep) teamwork	0.0016 (0.092) [0.986]	0.1537 (0.100) [0.125]	0.1601 (0.088) [0.070]	0.2783 (0.097) [0.004]
Age	0.6103 (0.054) [0.000]		0.5573 (0.052) [0.000]	
Year 2021 (x)	0.5903 (0.145) [0.000052]	0.0947 (0.153) [0.536]		
Opposition (x)	-0.2567 (0.129) [0.047]	-0.2567 (0.142) [0.071]	-0.2567 (0.131) [0.051]	
Reviewer (x)	0.4181 (0.153) [0.006]	0.4181 (0.169) [0.013]	0.5861 (0.149) [0.000090]	
Juror Bias	0.9813 (0.150) [0.000]		0.9907 (0.153) [0.000]	
Comp_Avg_Grade	-0.2749 (0.073) [0.000196]	-0.3223 (0.081) [0.000073]		
Adjusted R²	0.214	0.046	0.187	0.009

(x) Dummy variables
The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

Appendix I: Regression results for proficiency in English skills

Table 15: Regression Results for Proficiency in English Skills (Poier, 2021)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
(Intercept)	-2.3206 (1.024) [0.024]	6.1942 (0.581) [0.000]	6.6406 (0.549) [0.000]	4.5729 (0.315) [0.000]
Proficiency (post-prep) English skills	0.4241 (0.071) [0.000]	0.6081 (0.074) [0.000]	0.5241 (0.069) [0.000]	0.4408 (0.072) [0.000]
Age	0.5201 (0.054) [0.000]			
Year 2021 (x)	0.8096 (0.142) [0.000]	0.5548 (0.151) [0.00026]		
Opposition (x)	-0.2567 (0.126) [0.042]	-0.2567 (0.136) [0.060]	-0.2567 (0.134) [0.056]	
Reviewer (x)	0.4181 (0.150) [0.005]	0.4181 (0.162) [0.010]	0.5965 (0.152) [0.000099]	
Juror Bias	0.9931 (0.147) [0.000]		0.9844 (0.156) [0.000]	
Comp_Avg_Grade	-0.3362 (0.071) [0.000003]	-0.4269 (0.076) [0.000]	-0.3830 (0.075) [0.000]	
Adjusted R²	0.247	0.118	0.146	0.044

(x) Dummy variables
The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

Appendix J: Regression results for comparison between IBL and regular physics class

Table 16: Regression Results for Proficiency after Preparation Phase in 2020 (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-2.42	1.67	-1.45	0.14684470
tournamentAYPT2021	1.22	0.21	5.73	0.00000001
roleRep	0.29	0.14	2.13	0.03331587
roleRev	0.66	0.17	4.01	0.00006743
age	0.36	0.11	3.31	0.00097471
prof_post_teamwork	-0.14	0.19	-0.76	0.44499886
prof_post_research	-0.01	0.11	-0.06	0.95270594
prof_post_reasoning	0.47	0.23	2.09	0.03661578
prof_post_presentation	-1.00	0.33	-3.07	0.00225924
prof_post_debating	0.48	0.26	1.87	0.06169911
prof_post_english	0.58	0.10	5.86	0.00000001

Table 17: Regression Results for Proficiency before Preparation Phase in 2021 (Schweighart, 2020)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-5.87	2.66	-2.20	0.02789855
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01342152
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000078
age	0.79	0.15	5.37	0.00000011
prof_prae_teamwork	-0.92	0.29	-3.21	0.00139121
prof_prae_research	-0.13	0.11	-1.17	0.24442857
prof_prae_reasoning	-0.03	0.27	-0.13	0.89899302
prof_prae_presentation	0.74	0.41	1.81	0.07114430
prof_prae_debating	0.07	0.30	0.25	0.80597444
prof_prae_english	-	-	-	-

Appendix K: Regression results for hours spent preparing

Table 18: Regression Results for Hours Spent Preparing (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-5.77	0.97	-5.97	3.66E-09
tournamentAYPT2021	0.51	0.15	3.50	0.00050284
roleRep	0.34	0.14	2.52	0.01183890
roleRev	0.65	0.17	3.94	0.00008833
age	0.66	0.06	11.88	7.83E-30
h_prep_AYPT	0.01	0.00	7.86	1.39E-14

Appendix L: Regression Results for Individual Soft Skills

Table 19: Regression Results for Problem-Solving Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	10.98	3.04	3.61	0.00033003
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01336641
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000077
age	-1.31	0.36	-3.63	0.00030906
importance_problem_solving	4.47	0.75	5.97	0.00000000
prof_post_problem_solving	0.15	0.11	1.34	0.18179661
prof_prae_problem_solving	-0.81	0.13	-6.05	2.57959819E-09
dev_problem_solving	-0.59	0.19	-3.03	0.00259591

Table 20: Regression Results for Teamwork (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.88	0.91	-5.35	0.0000001
roleRep	0.36	0.15	2.47	0.0139858
roleRev	0.73	0.15	4.97	0.0000009
age	0.83	0.06	13.25	0.0000000
importance_teamwork	-0.44	0.21	-2.13	0.0339140
prof_post_teamwork	0.21	0.20	1.03	0.3049109
prof_prae_teamwork	-0.29	0.08	-3.90	0.0001067
dev_teamwork	-0.09	0.19	-0.49	0.6244983

Table 21: Regression Results for Independent Research Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	0.45	1.48	0.30	0.76315062
roleRep	0.36	0.15	2.47	0.01396031
roleRev	0.73	0.15	4.97	0.00000090
age	0.36	0.09	4.08	0.00005105
importance_research	1.32	0.30	4.36	0.00001566
prof_post_research	-2.16	0.40	-5.34	0.00000013
prof_prae_research	-0.85	0.13	-6.31	0.00000000
dev_research	1.86	0.37	5.07	0.00000054

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 22: Regression Results for Scientific Reasoning Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-6.90	1.74	-3.96	0.00008648
roleRep	0.43	0.15	2.79	0.00548096
roleRev	0.73	0.15	4.74	0.00000281
age	0.60	0.12	5.05	0.00000063
importance_reasoning	1.07	0.21	4.99	0.00000082
prof_post_reasoning	-0.31	0.13	-2.40	0.01676674
prof_prae_reasoning	-0.23	0.15	-1.59	0.11145954
dev_reasoning		-	-	-

Table 23: Regression Results for Presentation Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-5.27	1.23	-4.30	0.00001970
roleRep	0.36	0.15	2.41	0.01620572
roleRev	0.73	0.15	4.86	0.00000154
age	0.85	0.06	13.53	0.00000000
importance_presentation	-0.33	0.16	-2.09	0.03738902
prof_post_presentation	0.18	0.09	1.94	0.05304621
prof_prae_presentation	-0.26	0.08	-3.21	0.00139855
dev_presentation	-0.22	0.14	-1.66	0.09803643

Table 24: Regression Results for Debating Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-6.76	2.35	-2.88	0.00416394
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01334130
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000076
age	0.91	0.07	12.74	0.00000000
importance_debating	0.33	0.59	0.57	0.56850407
prof_post_debating	0.24	0.12	2.02	0.04340459
prof_prae_debating	-0.23	0.07	-3.18	0.00152770
dev_debating	-1.27	0.23	-5.58	0.00000004

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Table 25: Regression Results for English Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-6.83	0.93	-7.32	8.60960724E-13
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01336348
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000077
age	0.70	0.05	13.09	0.00000000
importance_english	-0.63	0.12	-5.35	0.00000013
prof_post_english	0.28	0.14	2.01	0.04511322
prof_prae_english	0.45	0.15	2.93	0.00356195
dev_english	0.57	0.14	4.00	0.00007181

Table 26: Regression Results for Self-Directed Learning Skills (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.34	1.27	-3.43	0.00066314
roleRep	0.27	0.16	1.70	0.09061880
roleRev	0.67	0.16	4.30	0.00002100
age	0.72	0.10	6.86	0.00000000
importance_self_learning	0.25	0.12	2.14	0.03324166
prof_post_self_learning	0.25	0.22	1.16	0.24804051
prof_prae_self_learning	-0.58	0.11	-5.07	0.00000056
dev_self_learning	-0.64	0.23	-2.83	0.00478459

Table 27: Regression Results for Creativity (Schweighart, 2021)

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-5.38	1.31	-4.10	0.00004647
roleRep	0.36	0.15	2.46	0.01432018
roleRev	0.73	0.15	4.95	0.00000098
age	0.75	0.06	12.99	0.00000000
importance_creativity	-0.03	0.11	-0.29	0.77473688
prof_post_creativity	0.55	0.18	3.05	0.00235545
prof_prae_creativity	-0.35	0.12	-2.94	0.00346858
dev_creativity	-0.64	0.26	-2.51	0.01249636