

Dokažte tvrzení: Pokud má nezáporné celé číslo  $t$  nějakou reprezentaci, pak má také reprezentaci, ve které je méně než  $2k$  z čísel  $a_1, a_2, \dots, a_n$  nenulových. (Polsko)

5. Nechť  $ABC$  je ostroúhlý trojúhelník, kde  $|AB| < |AC|$ . Označme  $D$  patu jeho výšky z vrcholu  $A$ . Body  $B'$  a  $C'$  leží po řadě na polopřímkách  $AB$  a  $AC$  tak, že body  $B', C'$  a  $D$  leží na téže přímce a body  $B, C, B'$  a  $C'$  leží na téže kružnici se středem  $O$ . Označme  $M$  střed úsečky  $BC$  a  $H$  průsečík výšek trojúhelníku  $ABC$ . Dokažte, že  $DHMO$  je rovnoběžník. (Slovensko)

6. Uvažujme trojúhelník  $ABC$ . Osa jeho vnitřního úhlu  $ABC$  protíná stranu  $AC$  v bodě  $L$  a dále kružnici opsanou trojúhelníku  $ABC$  v bodě  $W \neq B$ . Kolmý průmět bodu  $K$  na přímkou  $AW$  označme  $L$ . Kružnice opsaná trojúhelníku  $BLC$  dále protíná přímkou  $CK$  v bodě  $P \neq C$ . Přímkou  $BP$  a  $AW$  se protínají v bodě  $T$ . Dokažte, že platí  $|AW| = |WT|$ . (Ukrajina)

7. Definujme posloupnost přirozených čísel  $a_1, a_2, a_3, \dots$  takto:

$$a_1 = 1 \text{ a pro každé přirozené číslo } k \text{ je } a_{k+1} = a_k^3 + 1.$$

Dokažte, že pro všechna prvočísla  $p$  tvaru  $3\ell + 2$ , kde  $\ell$  je celé nezáporné číslo, existuje takové přirozené číslo  $n$ , že  $p$  dělí  $a_n$ . (Polsko)

8. Celé číslo  $n$  nazveme *slezské*, jestliže existují přirozená čísla  $a, b$  a  $c$  tak, že

$$n = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{ab + bc + ca}.$$

a) Dokažte, že existuje nekonečně mnoho celých slezských čísel.

b) Dokažte, že existuje přirozené číslo, které není slezské.

(Německo)

Organizací příštího (13.) ročníku soutěže, který se uskuteční koncem srpna 2019, byla pověřena Česká republika.

Pavel Calábek

## Mezinárodní olympiády v informatice v roce 2018



Naši nejlepší řešitelé Matematické olympiády kategorie P (programování) se každoročně účastní dvou mezinárodních soutěží v informatice a programování. V roce 2018 se nejprve v první polovině srpna konala v polské Varšavě Středoevropská olympiáda v informatice CEOI 2018 (Central European Olympiad in Informatics), na začátku září se potom v japonském

městě Tsukuba uskutečnila celosvětová Mezinárodní olympiáda v informatice IOI 2018 (International Olympiad in Informatics).

Reprezentační družstva pro obě mezinárodní olympiády v informatice jsme v dřívějších letech sestavovali pouze na základě výsledků dosažených v ústředním kole příslušného ročníku Matematické olympiády – kategorie P. V posledních dvou letech jsme pro výběr reprezentantů využili třídní výběrové soustředění, na které jsme pozvali všechny úspěšné řešitele ústředního kola MO kategorie P. Soustředění se konalo v dubnu v prostorách Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze a mělo podobný charakter, jako mají mezinárodní olympiády. Studenti na něm tedy řešili pouze praktické úlohy na počítačích. Rozbory soutěžních úloh následující po každém soutěžním dnu posloužily navíc jako příprava na účast v dalších programátorských soutěžích. Při výběru reprezentantů se počítaly výsledky dosažené v ústředním kole MO-P a na tomto výběrovém soustředění. Na celosvětovou olympiádu IOI jsme vybrali družstvo sestavené ze čtyř nejlepších řešitelů bez ohledu na ročník jejich studia. Na střeoevropskou soutěž CEOI jezdí tradičně další čtyři studenti, kteří ještě nejsou v maturitním ročníku a navíc splňují nižší věkový limit určený pravidly soutěže. Těmto mladším reprezentantům se účast na CEOI stává významným zdrojem zkušeností, které často využijí při své účasti v dalších ročnících národních i mezinárodních programátorských soutěžích.

Studenti vybraní k účasti na IOI a CEOI se na svoji soutěž každoročně připravují na týdenním přípravném soustředění. Soustředění označované jako CPSPC (Czech-Polish-Slovak Preparation Camp) je společné pro řešitele informatických olympiád z Čech, Polska a Slovenska a tyto tři země se také střídají v jeho pořádání. Letošní ročník CPSPC se konal na začátku července na Slovensku na Fakultě matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislavě.

Střeoevropská olympiáda v informatice CEOI 2018 probíhala ve dnech 12. až 18. srpna 2018 v Polsku v hlavním městě Varšavě. Byl to jubilejní 25. ročník této regionální soutěže mladších středoškoláků. Soutěž se konala v prostorách Fakulty matematiky, informatiky a mechaniky Varšavské univerzity, účastníci byli ubytováni v nedalekém hotelu Reduta Ibis. Měli jsme velmi kvalitní a příjemné ubytování, jehož velkou výhodou byla i možnost dojít pěšky na univerzitu. Celkem soutěžilo 55 studentů ze 13 zemí. Vedle osmi tradičních účastnických střeoevropských států (Česká republika, Chorvatsko, Maďarsko, Německo, Polsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko) přijeli navíc jako hosté soutěžící z Ázerbájdžánu, Gruzie, Itálie, Rakouska a Švýcarska. Tyto země se účastní CEOI poměrně často, ale protože se nepodílejí na střídavém pořádání olympiády, musí si svoji účast sami vždy uhradit. Jako obvykle se zúčastnilo také druhé družstvo z pořadatelské země.

České reprezentační družstvo bylo tvořeno těmito studenty:

Jan Kaifer, student gymnázia Jana Keplera v Praze

Jiří Kalvoda, student gymnázia na tř. Kpt. Jaroše v Brně

Radek Olšák, student Mensa gymnázia v Praze

Petr Zahradník, student gymnázia dr. V. Šmejkal v Ústí nad Labem

Vedoucími české delegace na CEOI 2018 byli doc. RNDr. Tomáš Pitner, Ph.D. z Fakulty informatiky Masarykovy univerzity v Brně a doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc. z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Vlastní soutěž se jako vždy odehrávala v průběhu dvou soutěžních dnů. V každém dni soutěžící řešili tři náročné algoritmické úlohy, na jejichž vyřešení měli pět hodin času. Večer před soutěží vedoucí všech delegací společně schválili soutěžní úlohy navržené pořadatelskou zemí, upravili podle potřeby jejich formulace a přeložili je pak do mateřského jazyka svých studentů. Čeští studenti tedy dostali jak anglickou, tak i českou verzi zadání úloh.

Každý soutěžící pracuje na přiděleném osobním počítači s nainstalovaným soutěžním prostředím, které umožňuje vyvíjet a testovat programy a odesílat je k vyhodnocení. Správnost vypracovaných programů organizátoři testují v průběhu soutěže pomocí předem připravené sady testovacích dat, každý test je navíc omezen časovým limitem. Tím je zajištěna nejen kontrola správnosti výsledků, ale pomocí časových limitů se také odliší kvalita použitého algoritmu. Při testování každé úlohy se používají sady testovacích dat různé velikosti, takže teoreticky správné řešení založené na neefektivním algoritmu zvládne dokončit včas výpočet pouze pro některé testy – pro ty menší a jednodušší. Takové řešení je potom ohodnoceno částečným počtem bodů. Krátce po odevzdání vypracovaného programu do vyhodnocovacího systému se soutěžící dozví hodnocení svého řešení a má pak ještě možnost opravit ho a odevzdat znovu. Jedná se o podobný systém, jaký používáme v posledních letech u nás v Matematické olympiádě kategorie P pro praktické úlohy domácího a ústředního kola.

Místní organizátoři zpříjemnili všem účastníkům olympiády pobyt v Polsku několika zajímavými doprovodnými akcemi. Hned první den po slavnostním zahájení a seznámení se soutěžním prostředím jsme měli možnost projít si centrum Varšavy s profesionálními průvodci. Součástí této procházky byla i návštěva vyhlídkové věže známého varšavského Paláce kultury a sportu. Mezi oba soutěžní dny byl zařazen jednodenní odpočinek s celodenním výletem. Každý účastník si mohl podle svého zájmu zvolit buď šestnáctikilometrový sjezd nedaleké řeky na kánoích, nebo autokarový poznávací zájezd, který navštívil rodiště známého polského hudebního skladatele Fryderyka Chopina v obci Żelazowa Wola, architektonicky zajímavý kostel Brochów a zámek Nieborów s barokními zahradami. V závěrečném dnu po skončení soutěže jsme pak ještě společně navštívili Koperníkovo středisko vědy ve Varšavě.

Poslední den našeho pobytu v Polsku proběhlo také slavnostní zakončení soutěže s vyhlášením výsledků. Každá ze soutěžních úloh byla hodnocena maximálně 100 body, takže celkově bylo teoreticky možné získat až 600 bodů. To se tentokrát nikomu nepodařilo – nejvyššího hodnocení 565 bodů dosáhli dva soutěžící, jeden z Polska a druhý z Rumunska. Úspěšnější polovina soutěžících dostává na

CEOI medaili, přičemž zlaté, stříbrné a bronzové medaile se rozdělují v přibližném poměru 1 : 2 : 3. Na CEOI 2018 bylo uděleno 5 zlatých, 9 stříbrných a 14 bronzových medailí. Středoevropská olympiáda v informatice je soutěží jednotlivců, žádné pořadí zúčastněných zemí v ní není vyhlášováno.

Naši reprezentující dosáhli následujících výsledků:

30.	Jan Kaifer	239 bodů
32.	Jiří Kalvoda	204 bodů
35.	Radek Olšák	200 bodů
47.	Petr Zahradník	127 bodů

Nikdo z našich studentů tedy nezískal žádnou medaili.

Veškeré informace o soutěži, texty soutěžních úloh i podrobné výsledky všech soutěžících lze nalézt na Internetu na adrese <https://ceoi2018.pl/>. Následující 26. ročník Středoevropské olympiády v informatice CEOI 2019 se bude konat v Bratislavě na Slovensku. Konkrétní datum zatím nebylo stanoveno, soutěž proběhne pravděpodobně začátkem srpna někdy před datem konání celosvětové olympiády IOI 2019.



**IOI 2018 JAPAN**  
TSUKUBA, IBARAKI

Také Mezinárodní olympiáda v informatice IOI 2018 měla letos kulaté výročí. Její třicátý ročník se konal ve dnech 1. – 8. září 2018 v japonském městě Tsukuba v prefektuře Ibaraki vzdáleném asi 50 kilometrů od hlavního města Tokia. Akci organizovala University of Tsukuba ve spolupráci s městem Tsukuba, japonským ministerstvem školství, kultury, sportu, vědy a techniky a dalšími organizacemi, a podpořila ji účastí na slavnostním zahájení i vnučka současného císaře, princezna Kako Akišino.

Soutěž probíhala ve sportovní hale Tsukuba Capio, doprovodný program a zasedání komisí pak v blízkém mezinárodním kongresovém centru. V sousedícím hotelu byli také ubytováni vedoucí všech delegací a hosté, zatímco soutěžící bydleli na poměrně vzdálených kolejích výzkumné organizace KEK. Oproti jiným ročníkům tak program pro soutěžící zahrnoval i mnoho autobusových přesunů.

Letošní olympiády se zúčastnilo celkem 335 soutěžících z rekordních 87 zemí celého světa, mimo soutěž navíc ještě druhé družstvo pořádající země. Naše české družstvo mělo následující složení:

Pavel Hudec, absolvent Gymnázia Jiřího Gutha-Jarkovského v Praze 1

Michal Jireš, student Gymnázia F. M. Pelcla v Rychnově nad Kněžnou

Martin Kurečka, absolvent Gymnázia na tř. Kpt. Jaroše v Brně

Josef Minařík, student Gymnázia na tř. Kpt. Jaroše v Brně

Vedoucími české delegace na IOI 2018 byli jmenováni doc. Mgr. Zdeněk Dvořák, Ph.D. a Bc. Václav Rozhoň, oba z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Vlastní soutěž se konala jako obvykle ve dvou dnech, oddělených jedním od-

počinkovým dnem. Průběh soutěže i způsob hodnocení úloh je na IOI stejný, jako na CEOI. Oproti CEOI letošní novinkou v pravidlech IOI bylo, že soutěžící během soutěže dostávají průběžně informaci o tom, kolik bodů celkově získali ostatní soutěžící za jednotlivé úlohy. Tyto údaje by měly slabším účastníkům poskytnout informaci o tom, která z úloh je nejsnadnější.

Pro všechny účastníky olympiády byl kromě samotné soutěže připraven i bohatý doprovodný program, v jehož rámci měli účastníci možnost navštívit několik zajímavých míst v blízkosti Tsukuby: Warp station Edo (areál, v němž se natáčí filmy z japonského středověku), expozici japonské vesmírné agentury JAXA, svatyni Isosaki, akvárium Aqua World Oarai a park Hitachi.

Každá ze šesti soutěžních úloh je hodnocena maximálně 100 body, takže celkem bylo možné získat až 600 bodů. Letošním absolutním vítězem se stal student Benjamin Qi z USA, který získal 499 bodů. Na rozdíl od CEOI, při IOI se rozdělují medaile podle dosažených bodů na základě přesně stanovených pravidel. Některou z medailí obdrží nejvýše polovina účastníků soutěže, přičemž zlaté, stříbrné a bronzové medaile se rozdělují v poměru 1:2:3 s ohledem na to, aby soutěžící se stejným bodovým ziskem získali stejnou medaili. Na letošní IOI bylo uděleno celkem 167 medailí, z toho 29 zlatých, 55 stříbrných a 83 bronzových.

Výsledky našich soutěžících:

87.	Josef Minařík	269 bodů	bronzová medaile
111.	Pavel Hudec	244 bodů	bronzová medaile
133.	Michal Jireš	220 bodů	bronzová medaile
252.	Martin Kurečka	92 bodů	

Zisk tří bronzových medailí je pro nás určitým zhoršením oproti předchozím letům, například loni získali naši soutěžící na IOI jednu zlatou, jednu stříbrnou a dvě bronzové medaile. I tak nás ale dosažený medailový zisk řadí přibližně do poloviny celkového pořadí zúčastněných zemí. Mezinárodní olympiáda v informatice je výhradně soutěží jednotlivců a oficiální pořadí zúčastněných zemí v ní není vyhlášováno. Nejúspěšnější zemí se čtyřmi zlatými medailemi se tentokrát stala Čína, dalšími nejúspěšnějšími zeměmi byla Korea (tři zlaté a jedna stříbrná medaile) a USA (tři zlaté a jedna bronzová medaile). Slovenské družstvo získalo v letošním roce stejně jako my tři bronzové medaile.

Podrobné informace o soutěži i texty soutěžních úloh lze nalézt na Internetu na adrese <https://ioi2018.jp/>, kompletní výsledková listina je k dispozici na webové stránce se statistikami <http://stats.ioinformatics.org/results/2018>. Další ročníky Mezinárodní olympiády v informatice se budou konat v Ázerbájdžánu (2019), v Singapuru (2020), v Egyptě (2021) a Indonésii (2022). Pořadatelé příští mezinárodní olympiády v informatice z Ázerbájdžánu na místě pozvali všechny delegace zúčastněné na IOI 2018, aby se zúčastnily také následujícího 31. ročníku soutěže. Proběhne v hlavním městě Baku v srpnu 2019.

*Pavel Töpfer*