

ČESKOSLOVENSKÁ  
SPOLEČNOST  
PRO MECHANIKU  
PŘI ČSAV

# BULLETIN



3 · 1980

# BULLETIN 3 '80

ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU PŘI ČSAV

Končí šestá pětiletka a nastává období hodnocení dosažených výsledků, kritického a odpovědného rozboru nabytých zkušeností a jejich využití při vykročení do další pětiletky. I Čs. Společnost pro mechaniku při ČSAV se musí se stejnou vážností zamyslet nad svou dosavadní činností a zvážit všechny své možnosti pro plnou podporu hlavních úkolů 7. pětiletky, zasahujících jí sledovaný vědní obor.

Při této příležitosti je vhodné uvést několik citátů z projevu předsedy ČSAV akademika Jaroslava Kožešníka, čestného člena naší Společnosti, "Úkoly ČSAV po 14. plénu ÚV KSČ", předneseného na XXXVIII. Valném shromáždění členů ČSAV.

"Přínosy základního výzkumu jsou ovlivněny především kvalitou, komplexností a aktuálností produkovaných nových poznatků, ale také schopnostmi aplikacích sfér nové poznatky využít, včetně organizace a řízení celého procesu uplatnění vědy v současné čs. společnosti.

V usnesení nejvyšších stranických orgánů z poslední doby je zdůrazněno, že právě míra rozvoje a praktického uplatnování vědy dosud neodpovídá reálným možnostem a objektivním potřebám naší společnosti a že tato skutečnost tvoří vlastní jádro obtíží, s nimiž se setkává naše národní hospodářství".

"Není pro nás jiné cesty než zintenzivnit a zefektivnit vědeckou práci, prosazovat její výsledky do praxe i její plné a trvalé pronikání do vědomí širokých mas pracujících. Musíme svádět doslovny boj za plné pochopení a uplatnění vědy. Je to zvláště nutné v oblasti výroby, protože dnes je třeba chápát výrobu převážně jako aplikovanou vědu.

Realizace poznatků základního výzkumu však nemůže být rozhodně odkázána jenom do sféry samé vědy - jde o záležitost celé společnosti".

Dodejme: i celé Československé Společnosti pro mechaniku při ČSAV. Na tom je též založen plán naší Společnosti pro příští rok i pro celou příští pětiletku.

předsednictvo Čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV

---

BULLETIN

3/1980

---

Čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV

vydává Čs. Společnost pro mechaniku při ČSAV  
ve spolupráci s Jednotou čs. matematiků a fyziků v Praze

odpovědný pracovník: Ing. Rudolf Dvořák, CSc  
vědecký tajemník Společnosti

redakce Bulletingu: Ing. Pavel Komárek  
SVUSS, Praha 1, Husova 8, tel. 247751-5 1.3

adresa sekretariátu: Vyšehradská 49, 128 00 Praha 2

určeno členům Čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV

tiskne: Polygrafia 6 (Prometheus), Praha 8

evid.č. UVTEI 79 038

ČINNOSŤ SLOVENSKEJ SPOLOČNOSTI PRE MECHANIKU PRI SAV  
V OBDOBÍ ROKOV 1977 - 1980

1. Informácia o Valnom zhromaždení SSM pri SAV dňa 2. apríla 1980

Valné zhromaždenie bolo riadne zvolané Ústredným výborom Spoločnosti.

Valné zhromaždenie otvoril predseda ÚV SSM prof. Brilla.

V otváracom prejave privítal čestných hostí: akademika Jána Gondu čestného člena a predsedu Spoločnosti, prof. Medeka člena KOVS, člena korešp. Rudolfa Skrúcaného, DrSc., člena Predsedníctva SAV ako i zahraničného hosta prof. Sobolevského z Minska. Priopomelenul, že od minulého VZ opustili navždy rady Spoločnosti: čestný člen akademik Oto Dub a podpredseda ÚV SSM prof. Stegmann. Prítomní uctili ich pamiatku minútou ticha.

Boli prednesené dve vedecké prednášky pod spoločným názvom "Výstavba vodných diel na Dunaji a niektoré problémy mechaniky", ktoré predniesli prof. Peter a prof. Brilla. V diskusnom príspevku vystúpil prof. Sobolevský, ktorý upozornil na niektoré problémy filtrácie.

Správu o činnosti Spoločnosti za funkčné obdobie od 27.1.

1977 do 31.3.1980 predniesol tajomník Spoločnosti Ing. Lichardus, správu o hospodárení Spoločnosti predniesol doc. Kaiser a správu revíznej komisie prečítał Ing. Štraus.

Valné zhromaždenie s predloženými správami jednomyselne súhlasilo a odstupujúcemu výboru udelilo absolutórium.

Predseda volebnej komisie Ing. Mészároš oboznámil VZ s kandidátkou a so spôsobom volieb. Konštatoval, že prítomných je viac ako 1/3 platiacich členov Spoločnosti. Volebný akt sa vykonal tajným hlasovaním.

Prof. Brilla predniesol návrh na zahraničného člena Spoločnosti prof. Sarkisjana z Univerzity v Tbilisi, ZSSR. Návrh bol odhlasovaním jednomyselne prijatý. Návrh uznesení prečítał prof. Sobota. Uznesenia boli prijaté bez pripomienok.

Nový hlavný výbor bol zvolený v tomto zložení:

Predsedníctvo:

predseda prof. Ing. dr. Jozef Brilla, DrSc  
podpredsedovia člen korešp. Norbert Szuttor, DrSc  
prof. Ing. Pavel Peter, DrSc  
prof. Ing. Július Šoltész, CSc  
Ing. Svetozár Lichardus, CSc  
Hospodár doc. Ing. Jaroslav Kaiser, CSc

- 2 -

ved. tajomník  
členovia

Ing. Rudolf Chmúrny, CSc  
člen korešp. Ján Balaš, DrSc  
doc. Ing. Igor Ballo, CSc  
doc. Ing. Vladimír Feranec, CSc  
Ing. Rudolf Dvořák, CSc  
Ing. Karol Kosorín, CSc  
dr. Ing. Juraj Kozák, CSc  
člen korešp. Jaroslav Jeřábek, DrSc  
prof. Ing. Andrej Medvec, CSc  
Ing. Bohuslav Novotný, CSc  
Ing. Vladimír Oravský, CSc  
Ing. Ján Ravinger, CSc  
Ing. Dušan Schálek, CSc  
prof. Ing. Ján Sobota, CSc  
doc. Ing. Juraj Stradiot, CSc  
doc. Ing. Stanislav Štěrba, CSc  
doc. Ing. František Trávníček, CSc  
Ing. Viliam Štraus, CSc  
doc. Ing. Jaroslav Valenta, DrSc  
Ing. Márton Gančo, CSc  
Ing. Jozef Kuzma, CSc  
Ing. Ivan Pivovarov, CSc  
doc. Ing. Ján Syč-Milý, CSc  
ing. Miroslav Žajdlik, CSc

náhradníci  
výboru

2. Správa o činnosti Slovenskej spoločnosti pre mechaniku pri SAV za obdobie medzi 4. a 5. Valným zhromaždením, tj. od 27.1.1977 do 2.4.1980

Činnosť SSM pri SAV úspešne pokračuje už v 2. desaťročí od založenia Spoločnosti v januári 1967. Odvtedy sa zišli členovia Spoločnosti na štyroch Valných zhromaždeniach a to v marci 1970, v októbre 1972, v novembri 1974 a v januári 1977. Valné zhromaždenie konané 2.4.1980 je piatym pracovným Valným zhromaždením Spoločnosti a hodnotí činnosť v období od januára 1977 do konca marca 1980.

Slovenská spoločnosť pre mechaniku pri SAV má k 31.3.1980 190 členov, z toho 36 nemá vyrovnané členské. Toto číslo vychádza nie z počtu prihlásených, ale podľa Stanov Spoločnosti riadne platiacich členov. Spoločnosť má jedného čestného člena a zároveň čestného predsedu akademika Jána Gondu a dvoch zahraničných členov a to akademika A.S. Ambarcumjana, rektora Univerzity v Jerevane a akademika W. Nowackého, predsedu Poľskej akadémie vied.

Sídлом Spoločnosti je Bratislava a sekretariát je pri Ústave stavebnictva a architektúry SAV, Dúbravská cesta, 885 46 Bratislava. Spoločnosť má dve pobočky a to v Košiciach, ktorá je pri Katedre technickej mechaniky Strojnickej fakulty, Švermova 9/B a v Žiline pri katedre stavebnej mechaniky Vysokej školy dopravy a spojov, Moyzesova 20.

Organizačne bola Spoločnosť rozdelená na dve sekcie a to na Sekcii mechaniky pevných a poddajných telies a Sekcii mechaniky tekutín

- 3 -

a plynov. Sekcia mechaniky pevných a poddajných telies sa ďalej delí na tri odborné skupiny a to: stavebná mechanika, mechanika strojov a mechanika zemín.

Na čele Spoločnosti je Ústredný výbor a na čele pobočiek výbory pobočiek. Ústredný výbor pracoval od 4. Valného zhromaždenia v tomto zložení:

predseda prof.Ing.dr. Jozef Brilla,DrSc

podpredsedovia člen korešp. Norbert Szuttor,DrSc

prof.Ing. Pavel Peter,DrSc

Ing. Gustáv Martinček,DrSc a až do svojej smrti

prof.Ing. Gustáv Stegmann,DrSc

hospodár doc.ing. Jaroslav Kaiser,CSc

tajomník Ing. Svetozár Lichardus,CSc

zastupcovia prof.Ing. Andrej Medvec,CSc (Košice)

poboček člen korešp. Jaroslav Jeřábek,DrSc (Žilina)

Zástupcovia ČSSM při ČSAV boli prof.Ing. Karel Juliš,CSc a doc.Ing. Zdeněk Sobotka,DrSc.

Od posledného VZ sú zástupcami doc.Ing. Jaroslav Valenta,DrSc a Ing. Rudolf Dvořák,CSc.

Zástupcom VTS stavebnej je dr.Ing. Juraj Kozák,CSc.

Revízna komisia: Ing. Vladimír Oravský,CSc  
Ing. Viliam Štrauss,CSc

Členovia výboru: člen korešp. Ján Balaš,DrSc

doc.Ing. Igor Ballo,CSc

prof.Ing. Ján Sobota,CSc

prof.Ing. Július Šoltész,CSc

prof.Ing. Alexander Paciga,DrSc

Ing. Dušan Schalek,CSc

doc.Ing. František Trávníček,CSc

doc.Ing. Juraj Stradiot,CSc

Ing. Rudolf Chmúrny,CSc

člen korešp. Ondrej Puchner,DrSc

Ing. Karol Kosorin,CSc

doc.Ing. Stanislav Štěrba,CSc

Ing. Ivan Grund,CSc

Ing. Ivan Pivočarov,CSc

Náhradníkmi boli doc.Ing. Vladimír Feranec,CSc

Ing. Ján Ravinger,CSc

Počas volebného obdobia požiadal člen korešp. Puchner o uvolnenie z funkcie člena výboru a prevedenie do zoznamu členov ČSSM pri ČSAV, nakoľko sa prestáhal do Prahy.

So žialom sme vzali na vedomie, že v priebehu roka 1979 zomreli dvaja významní členovia Spoločnosti, a to čestný člen akademik Otto Dub a podpredseda prof.Ing. Gustáv Stegmann,DrSc. Vzhľadom k tomu, že sa blížilo ukončenie volebného obdobia a pripravovalo sa VZ nebol určený na zvyšné volebné obdobie ďalší podpredseda výboru.

Na čele pobočky v Košiciach bol výbor v zložení: predseda - prof.Ing. Andrej Medvec,CSc., tajomník - Ing. František Trebuňa,CSc a hospodár - Ing. Ladislav Friedrich,CSc.

Na čele pobočky v Žiline bol výbor v zložení: predseda - člen korešp. Jaroslav Jeřábek,DrSc, tajomník - doc.Ing. Vladimír Feranec,CSc a členovia výboru - doc.Ing. Ondrej Podolec,CSc a Ing. Milan Trantarič,CSc.

Pri hodnotení činnosti Spoločnosti je potrebné podakovať všetkým členom Ústredného výboru Spoločnosti a členom výborov v Košiciach a Žiline, ktorí boli hlavnými iniciátormi a organizátormi akcií usporiadanych Spoločnosťou v uplynulom období.

Počas hodnoteného obdobia Spoločnosť usporiadala spolu 5 konferencií a sympozii s účasťou 455; 133 seminárov s účasťou 1610; 111 prednášok s účasťou 1870 a jednu panelovú diskusiu s účasťou 15 prítomných. Z prednesených prednášok 32 prednášatelia bolo zo zahraničia a to zo ZSSR 14, z PLR 10, z NDR a BLR po dvaja a po jednom z MVR, Švédska, Veľkej Británie a Japonska.

Najvýznamnejšie podujatia usporiadane v hodnotenom období:

Sekcia mechaniky pevných a poddajných telies:

#### Stavebná mechanika

(prof.dr.Ing. Jozef Brilla,DrSc., Ústav aplikovanej matematiky a výpočtovej techniky UK, Mlynská dolina, 816 00 Bratislava)

Pri priležitosti 60.výročia VOSR bola usporiadana celoštátna konferencia "Neklasické problémy mechaniky kontinua" (1977), na ktorej sa zúčastnilo 35 účastníkov, bolo prednesených 26 referátov a bol vydaný zborník. Spoločnosť bola spoluusporiadateľom celoštátej akcie "Dynamika stavebných konštrukcií" (1977), kde bola medzinárodná účasť 10 pracovníkov a 54 domácich odborníkov. Bolo prednesených 44 referátov, a bol vydaný zborník.

Najvýznamnejšou akciou bolo usporiadanie EUROMECH Colloquium 97 (1978) v spolupráci s Ústavom aplikovanej matematiky a výpočtovej techniky UK. Na akcii sa zúčastnilo 55 domácich vedeckých a zahraničných pracovníkov z 11 európskych krajín. Spolu prednesli 30 referátov, ktorých rezumé boli vydané v zborníku. Celé kolokvium bolo organizačne veľmi dobre pripravené, čo je aj zásluhou pracovníčok OSVS a Organizáčného výboru. Z účastníkov zo socialistických krajín boli hostami SSM pri SAV akademik N.CH. Arutjunjan z Inštitútu problémov mechaniky AN ZSSR v Moskve a prof. G.A. Teters z Inštitútu polymérov v Rige. Prof. E.N. Vašagmadze z Inštitútu matematiky v Tbilisi bol hostom UK v Bratislave.

Odborná skupina stavebnej mechaniky bola usporiadateľom 6. sovietsko-čs. porady o spolupráci v použití metód teórie funkcii a funkcionálnej analýzy pri riešení problémov matematickej fyziky a numerickej matematiky (1979). Na akcii sa zúčastnilo 23 hostí zo ZSSR, z toho 9 členov AV ZSSR, 8 zástupcov vysokých škôl a jeden člen vládneho výboru ZSSR pre vedu a techniku.

Bolo usporiadaných 22 kolokviálnych prednášok, ktoré predniesli domáci a zahraniční prednášatelia medzi nimi aj akademik W. Olszak, V. Gnuni, riaditeľ Ústavu mechaniky v Jerevane, prof. H. Zorski z PAN, prof. A. Bergfeld zo Švédska a ďalší.

Pravidlne sa konali semináre "Aplikácia funkcionálnej analýzy" a "Teória konečných prvkov".

## Mechanika strojov

(člen korešp. Norbert Szuttor,DrSc., Ústav mechaniky strojov SAV,  
Dúbravská cesta, 809 31 Bratislava)

Bol usporiadany celoštátny seminár "Problemy tlmenia a vibroizolácie mechanických sústav" (1977), na ktorom sa zúčastnilo 51 odborníkov z ČSSR a predniesli 19 referátov. Akcia bola na počest 60. výročia VOSR. Bol zorganizovaný cyklus prednášok "Moderné metódy riešenia kmitania mechanických sústav", ktorý obsahoval 12 prednášok, venovaných moderným spôsobom formulácie a riešenia problémov kmitania diskrétnych spojítých mechanických sústav pomocou maticového a operátového počtu. Ďalej bolo usporiadaných 11 seminárnych prednášok, ktoré predniesli pracovníci ÚMS SAV. Zahraniční účastníci predniesli 6 prednášok, medzi nimi napr. prof. Sergejev z IMAŠ Moskva a prof. Tagava z Takaoka Toyama Univerzity v Japonsku a ďalší.

Boli organizované semináre Ústavom mechaniky strojov SAV. Zo zahraničných hostí prednášal A.V. Sinev z IMAŠ Moskva, dr. H. Koch z Drážďan a pracovníci ÚMS SAV predniesli prednášky na seminároch v Košiciach.

## Odborná skupina pre mechaniku zemín

(prof.Ing. Pavel Peter,DrSc., Katedra geotechniky SF SVŠT, Radlinského 11, 884 20 Bratislava)

Zorganizovala celoštátné sympózium "Stabilitné problémy zemných konštrukcií" (1978), na ktorom sa zúčastnilo 140 pracovníkov a bolo prednesených 9 referátov. Na Hydrostave np. Bratislava bola usporiadaná panelová diskusia o mechanických vlastnostiach samotvrdnúcej suspenzie.

Odborná skupina sa nepriama podielala na kolokviu "Moderné metódy výstavby tunelov". Členovia odbornej skupiny prednášali na konferencii "O hĺbkovom zakladaní a odvodňovaní stavebných jám" ako aj na zahraničných konferenciách v Budapešti a v Soluni (1978).

Odborná skupina bola usporiadateľom významnej celoštátej akcie spojenej nielen s problematikou mechaniky zemín, ale aj tvorby a ochrany životného prostredia, sympózia "Odkaliská a odpadové skládky". Na sympózium sa zúčastnilo 42 pracovníkov a bolo prednesených 21 referátov. Z akcie bol vydaný zborník (1979).

## Sekcia mechaniky tekutín a plynov

(prof.Ing. Július Šoltész,CSc., Katedra hydrotechniky SF SVŠT, Radlinského 11, 884 20 Bratislava)

V hodnotenom období najvýznamnejšou akciou bolo usporiadanie konferencie "Výsledky a perspektívy výskumu v hydrológii a hydromechanike" v októbri 1978. Konferencie sa zúčastnilo 120 domácich a 40 zahraničných odborníkov z KST. Odznelo 80 referátov zameraných na stacionárne a nestacionárne prúdenie s volnou hladinou, pohyb prielomových vln po havárii priehrad, metodologické otázky výskumu turbulentného prúdenia, aktuálne problémy hydrotechnického výskumu plavebnych komôr, a problémy hydraulickej kontajnerovej dopravy. Okrem toho sekcia usporiadala 5 prednášok, ktoré predniesli domáci prednášatelia. Prednášky sa uskutočnovali na Ústave hydrologie a hydrauliky SAV a na SVŠT.

## Pobočka Košice

(prof.Ing. Andrej Medvec,CSc., Katedra technickej mechaniky Strojnickej fakulty VŠT, Švermova 9, 040 00 Košice)

Výbor pobočky v Košiciach úzko spolupracuje s organizačiou SVTS pri Strojnickej fakulte VŠT v Košiciach. V r. 1977 usporiadali cyklus 28 prednášok na tému "Moderné metódy riešenia kmitania mechanických sústav". V r. 1978 pokračovali prednášky o metódoch využitia výpočtovej techniky, predovšetkým MKP, experimentálne metódy v dynamike, pružnosti a pevnosti a použitie maticových metód. Bolo predniesenných 14 prednášok. V r. 1979 bol ukončený cyklus prednášok "Úvod do metódy konečných prvkov".

## Pobočka Žilina

(člen korešp. Jaroslav Jeřábek,DrSc., Vysoká škola dopravy a spojov, Moyzesova 20, 010 88 Žilina)

Bola spoluusporiadateľom konferencie "Dynamika dopravných stavieb a stavebných konštrukcií", na ktorej predniesli členovia pobočky 6 prednášok a ďalšie 4 predniesli na konferencii "Dynamika stavebných konštrukcií". O niektorých otázkach mechaniky prednášal J. Vozlinský zo ZSSR. V r. 1978 usporiadali 13 prednášok pričom jeden prednášateľ bol z PLR - prof. Cieszielski. V r. 1979 predniesli 9 prednášok v rámci 6. vedeckej konferencie VSDS.

## Zahraničné styky

Spoločnosť v hodnotenom období mala iba pasívne zahraničné styky. Jednalo sa o prednášateľov zo zahraničia, ako aj o hostí SAV, ktorími boli akad. Arutjunan a prof. Teters zo ZSSR a akad. W. Nowacki a akad. W. Olszak z PLR.

## Spolupráca s čs. vedeckými spoločnosťami

SSM pri SAV úzko spolupracuje s Československou Společnosťou pre mechaniku pri ČSAV. Dvaja členovia tejto Spoločnosti sú členmi ÚV SSM pri SAV a 4 delegáti SSM pri SAV sa zúčastňujú schôdzí ČSSM pri ČSAV.

V dňoch 3.-4.12 1980 usporiada SSM pri SAV z priležitosti 35. výročia oslobodenia ČSSR II. celoštátny seminár "Neklasické problémy mechaniky kontinua" v Domove vedeckých pracovníkov SAV v Smoleniciach. Prednášky popredných vedcov a účasť na seminári je zabezpečená spoločne predsedníctvami hlavných výborov ČSSM pri ČSAV a SSM pri SAV.

Ing. Svetozár Lichardus,CSc

## CYKLUS SEMINÁŘŮ ČS. SPOLEČNOSTI PRO MECHANIKU PŘI ČSAV

V červnu t.r. skončil první cyklus seminářů Čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV - "Materiál - dimensování - spolehlivost - životnost a bezpečnost". Úkolem přednášek a seminářů tohoto cyklu bylo podání uceleného a kvalifikovaného pohledu na kvalitativní změny, k nimž došlo v těchto oblastech mechaniky, které úzce souvisejí s problematikou klasických konstrukčních materiálů. Tyto změny se nutně musí odrazit i v novém přístupu k dimensování konstrukčních prvků a celých konstrukcí, a v racionálním přístupu k posuzování jejich spolehlivosti, životnosti a bezpečnosti.

Kladný ohlas a přijetí tohoto cyklu vedlo předsednictvo Společnosti k uspořádání dalšího cyklu seminářů na téma

### "Mechanika kompozitních materiálů",

který proběhne v šesti seminářích od října 1980 do dubna 1981 v přednáškovém sále Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV s tímto programem:

- 21.10.1980 akademik J. Němec - ÚTAM ČSAV Praha  
Současnost a budoucnost kompozitních materiálů  
v inženýrské praxi  
Ing. R.A. Bareš, CSc - ÚTAM ČSAV Praha  
Základy pro tvorbu a užití kompozitních materiálů
- 20.11.1980 člen koresp. J. Pluhař - ČVUT FSI Praha  
Některé společné problémy porušování  
v kompositních materiálech  
Doc. Ing. J. Javornický, CSc - ÚTAM ČSAV Praha  
Současný stav teorie napjatosti kompozitních materiálů
- 22.1. 1981 Prof. Ing. K. Veselý - VÚMCH Brno  
Možnosti rozvoje plněných a vyztužených  
termoplastů v ČSSR  
Ing. J. Hugo, CSc - SVÚM Praha  
Kompozitní materiály se spojitou polymerní fází  
a rozptýleným plnivem
- 19.2. 1981 Dr. Ing. E. Kanclíř, CSc - Ústav anorganické chemie ČSAV  
Bratislava  
Keramické kompozitní materiály
- 20.3. 1981 Ing. A. Táborský, CSc - Ústav vlastností kovů SAV  
Bratislava  
Kovové kompozitní materiály
- 23.4. 1981 Ing. J. Kabelka, CSc - ÚT ČSAV Praha  
Kompozitní materiály s vláknitou výztuží  
Ing. J. Minster, CSc - ÚTAM ČSAV Praha  
Vláknitá kompozita typu technického textilu

V prvním přednáškovém cyklu došlo k řadě změn v datech přednášek, vesměs vzhledem k neodkladným služebním povinnostem některých přednášejících. Doufáme, že by v tomto cyklu k tomu nemělo dojít. Od prvního (výše uvedeného) plánu k jeho realizaci je však dlouhá doba a konec jedné a začátek další pětiletky může též dohodnutý program ovlivnit. Všem členům bude proto rozesílána ještě zvláštní pozvánka, event. zpřesněny zde uvedené termíny. Zájemci o bližší informace o náplni seminářů, ev. termínech, se mohou obrátit buď na sekretariá Společnosti, nebo na Ing. R.A. Bareše, CSc, vedoucího vědeckého pracovníka Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, Vyšehradská 49, 128 00 Praha 2, tel. 296451, který cyklus připravil.

## PŘIPRAVOVANÉ KONFERENCE V ZAHRANIČÍ

16. - 22.2. 1981 The International Symposium on Air Breathing Engines  
(ISABE)  
Bangalore, Indie  
Informace: Čs. Společnost pro mechaniku při ČSAV nebo  
Organising Secretary 5th ISABE  
Propulsion Division,  
National Aeronautical Laboratory,  
Post Bag No.1779, Bangalore 560 017, India
7. - 12.6. 1981 8th Canadian Congress of Applied Mechanics  
Moncton, Canada  
Informace: Dr. N.K. Srivastava, Chairman CANCAM 81  
Faculty of Science and Engineering  
Université de Moncton  
N.B. E1A 3E9, Moncton, Canada
8. - 12.9. 1981 Symposium on Aeroelasticity in Turbomachines  
(pod patronací IUTAM)  
Lausanne, Švýcarsko  
Informace: Prof. P. Suter  
Institut de Thermique Appliquée  
Ecole Polytechnique Fédérale  
Ecublens - ME  
CH - 1015, Lausanne

## Z JEDNÁNÍ PŘEDSEDNICTVA A HLAVNÍHO VÝBORU SPOLEČNOSTI

V uplynulém roce se předsednictvo i hlavní výbor Společnosti zabývali především hodnocením činnosti Společnosti z hlediska jejího významu při podpoře plnění úkolů státního plánu výzkumu a při realizaci základního výzkumu v praxi. Podrobně byla probrána činnost jednotlivých odborných pracovních a zájmových skupin v uplynulém období a příprava plánu jejich činnosti pro r. 1981 a celou příští pětiletku. Příprava takového dlouhodobého plánu byla vědeckým Společnostem při ČSAV uložena Komisi presidia ČSAV pro organizaci vědeckých Společností při ČSAV (KOVS) poprvé. Je motivována potřebou účinné a cílevědomé pomoci Společnosti při urychleném a efektivním přenášení výsledků základního i aplikovaného výzkumu do praxe.

Předsednictvo projednávalo zejména způsoby práce a zabývalo se otázkami zvyšování atraktivnosti a efektivnosti činnosti Společnosti. Kladně byla hodnocena činnost obou zájmových skupin, které na svých akcích soustřeďují pracovníky z výzkumu i výroby a umožňují tak bezprostřední neformální přenos výsledků vědecké práce praxe.

Rámcový plán Čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV pro rok 1981 vychází z návrhu plánu činnosti na příští pětiletka, který byl v prvním znění projednán na schůzi hlavního výboru dne 25. června t.r. Podrobné znění tohoto dlouhodobého plánu bude projednáno předsednictvem i hlavním výborem počátkem října t.r.

Činnost Společnosti v r. 1981 bude zaměřena zejména

- na urychlené a co nejvíce publikování výsledků vědecko-výzkumných prací dosažených v uplynulé pětiletce jak v resortu ČSAV, tak i na ostatních pracovištích čs. VVZ,
- na plnou aktivisaci členů Společnosti k podpoře řešení vybraných úkolů státních programů rozvoje vědy a techniky tematicky souvisejících s činností Společnosti a začínajících v příští pětiletce,
- na prohloubení spolupráce vědecko-výzkumných pracovníků s průmyslem (zejména prostřednictvím kolektivních členů Společnosti) a s ČVTS,
- na propagaci výsledků vědecké práce ČSAV a na zvýšení vzájemné informovanosti o náplni práce jednotlivých výzkumných pracovišť v ČSSR, o způsobech práce a dosažených výsledcích, o využívání přístrojové techniky, apod.,
- na aktualizaci odborných znalostí svých členů a na sledování a využívání výsledků vědy a techniky v ostatním světě.

Svoji činnost bude Společnost zajišťovat prostřednictvím

- pravidelných schůzek jednotlivých odborných a zájmových skupin, na nichž dochází k rychlé a neformální výměně odborných poznatků, a na nichž mají i mladší pracovníci možnost předložit k ověření a diskusi se specialisty v oboru výsledky své práce.

- přednášek našich předních odborníků a vědeckých pracovníků a vybraných zahraničních hostí. Pro rok 1981 plánujeme cca 120 přednášek, které budou přeneseny jak na schůzkách odborných skupin, tak ve formě samostatných přednášek.

- užších i celostátních seminářů, ev. konferencí, specializovaných na určité téma. Pro rok 1981 plánujeme cca 3 semináře a 1 konferenci
- cyklus přednášek na vybrané širší téma. Pro rok 1981 plánujeme cyklus přednášek na téma "Mechanika kompositních materiálů".

Předsednictvo připravilo a schválilo rozpočet pro r. 1981. Konstatovalo, že čerpání rozpočtu na r. 1980 je pravidelné a účelné a je v souladu s představami plánu. Přispěvková morálka není ještě plně uspokojivá (dosud stále ještě téměř 10% členů nezaplatilo své příspěvky).

## KRONIKA

Dne 1. července 1980 zemřel náhle ve věku 67 let vedoucí vědecký pracovník katedry stavební mechaniky stavební fakulty ČVUT, nositel Felberovy medaile ČVUT a člen Čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV

Ing. Miloš Milbauer, CSc

Opustil nás nečekaně v pilné práci a s mnoha tvůrčími myšlenkami do budoucna. Ing. M. Milbauer, CSc zanechal po sobě rozsáhlé množství vědecko-výzkumných prací. Bohatá vědecko-výzkumná činnost Ing. M. Milbauera, CSc byla oceněna získáním tří osobních a pěti kolektivních cen ČSAV a dvou kolektivních cen ČVUT. Ing. M. Milbauer, CSc publikoval desítky článků v odborných časopisech a ve vědeckých sbornících. Je autorem a spoluautorem tří knih. Čtvrtou rozpracovanou knihu již nastačil dokončit.

Nejnovější práce Ing. M. Milbauera, CSc byly věnovány teorii a experimentu biomechanických systémů a jejich modelování. Ing. Milbauer, CSc byl moderním průkopníkem vnašení inženýrských věd do biosystémů. Úzce spolupracoval se svým kolektivem s předními našimi ortopedickými a chirurgickými pracovišti na velké řadě úkolů, které měly vždy nejkratší cestu do života. Aplikace výsledků jeho výzkumů přinášely v krátké době při chirurgických výkonech lidem to nejcennější - pohyb a zdraví. Rozsáhlá a velmi úspěšná práce v posledních patnácti letech z analýz napjatosti a interakcí elementů lidského skeletu jsou důkazem jeho orientace k biosystémům a k životu.

Přes celou řadu pocitů a uznání zůstával vždy přímým, skromným, pracovitým a ušlechtilým člověkem se srdečným vztahem k lidem. Byl vynikajícím a nezíštným rádcem nejenom v odborných disciplinách, ale i moudrým rádcem v životě. Vždy pomáhal mladším spolupracovníkům na cestě za poznáním. Ing. Miloš Milbauer, CSc byl upřímným a spontánním vyznavačem života, veselým a oblíbeným společníkem.

Celoživotní dílo Ing. Miloše Milbauera, CSc je projevem nehasnoucí tvořivé práce. Za to vše náleží Ing. M. Milbauerovi, CSc srdečný dík a trvalé vděčné vzpomínky.

Doc. Ing. Miroslav Petrtýl, CSc

## O DVOU METODÁCH ŘEŠENÍ ÚLOH Z MECHANIKY

Prof.Ing. Cyril Höschl

Chceme-li posoudit rovnováhu soustavy těles, můžeme postupovat tak, že tělesa uvolníme, jejich vzájemné působení nahradíme vnitřními rekacemi a pro každé těleso napišeme šest podmínek rovnováhy, do nichž vstupují složky sil a silových dvojic. Pracujeme tedy přímo s vektory, jež můžeme považovat za geometrický obraz fyzikálních veličin (sil a silových dvojic). Můžeme však postupovat také jinak, udělit totiž soustavě libovolný virtuální posuv a vypočítat práci, kterou přitom vykonají akční sily a silové dvojice; tato práce musí být nulová. V tomto druhém případě počítáme s jedinou skalární veličinou (prací), jež nemá geometrický význam. Obě metody jsou rovnocenné, tj. vedou k týmž výsledkům, ačkoli se v principu podstatně liší. Je zajímavé, že obě metody proleskuji v původních, často ne zcela přesných formulacích mechanických zákonů v naučné literatuře od Aristotelových dob až po současnost.

Aristoteles (384 až 322 př.n.l.) usoudil, že sily na páce se navzájem vyvažují, jsou-li nepřímo úměrné rychlostem. V dnešní terminologii bychom mohli toto tvrzení nazvat principem virtuálních výkonů. Také Simon Stevin (1548 až 1620) odvodil zákon o dvou nakloněných rovinách "logickou silou" z úvahy o energii. Galileo Galilei (1564 až 1642) doplnil Aristotelův zákon důležitou poznámkou, že totiž nejde o rychlosti působiště sil, ale o jejich složky do směru působících sil. Usoudil, že síla koná práci jen na té složce posunu svého působiště, která spadá do jejího směru. Ukázal, že práce sil při (pomalém) posunutí tělesa na nakloněné rovině je nulová a že odtud plyne stejný zákon o rovnováze, jaký dostal Stevin. Princip virtuálních prací však v celé obecnosti formuloval teprve Jan Bernoulli (1667 až 1748) v díle Varignonovi r. 1717.

Vektorová formulace zákonů o rovnováze a o pohybu těles se zpravidla spojuje s Newtonovým jménem (1642 až 1727). Skutečně, jeho proslovité tři zákony vyjadřují myšlenku, že hybnost a síla, tedy dvě vektorové veličiny, jsou základem všeho mechanického pohybu. Avšak jeho současník G.W. Leibnitz (1646 až 1716) považoval za takový základ dvě skalárni veličiny; je to "vis viva" (živá síla, dvojnásobek kinetické energie) a práce působících sil. Mohli bychom říci, že jde o kinetickou a potenciální energii. Avšak toto označení užil pro "zásobu práce působících sil" teprve J. Rankine (1820 až 1872).

- 12 -

D'Alembert (1717 až 1785) převedl úlohy o zrychleném pohybu na úlohy o rovnováze připojením zdánlivých setrváčních sil. J.L. Lagrange (1736 až 1813) sjednotil d'Alembertův princip s principem virtuálních prací v jeden variační princip. Rozpoznal nadřazenost tohoto variačního principu nad pohybovými zákony, neboť k popisu pohybu můžeme vybrat libovolné parametry (zobecněné souřadnice) nezávislé na souřadné soustavě a celou soustavu těles můžeme pojímat jako celek.

Jakub Bernoulli (1654 až 1705) a L. Euler (1707 až 1783) začali aplikovat mechanické zákony i na pružná tělesa. Ale teprve A.L. Cauchy (1789 až 1857) a další velcí badatelé devatenáctého století správně formulovali zákony platné pro pružné kontinuum, které má nekonečně mnoho stupňů volnosti.

V druhé polovině našeho století jsme svědky neuvěřitelného vývoje a rozšíření číslicových počítačů, což otevírá nebyvalé možnosti řešení nejrůznějších úloh numerickými metodami. Pokud jde o mechaniku kontinua, mají tyto metody společný základ v omezení počtu stupňů volnosti vhodným výběrem reprezentativních parametrů, jimiž je popsáno hledané pole (až statické nebo dynamické) v celé zkoumané oblasti. Typickým příkladem je metoda konečných prvků. Lze ji odvodit z příslušného variačního principu v podstatě stejným způsobem, jaký použil k přibližnému řešení diferenciálních rovnic W. Ritz (1878 až 1909). Rozdíl je jen ve výběru bázových funkcí. Historicky však metoda konečných prvků vznikla jinak, a to intuitivním zobecněním rutinního inženýrského postupu často používaného k řešení prutových a rámových konstrukcí na číslicových počítačích ("přímé tuhostní metody"). Tato skutečnost naznačuje, že existuje společný teoretický základ řešení úloh z mechaniky kontinua s metodami řešení soustav těles s konečným počtem stupňů volnosti, nebo - což je totéž - že existuje nějaký jednotící princip pro analytické a numerické metody řešení.

Tuto souvislost objasňuje funkcionální analýza, jejímž spolužakladatelem je D. Hilbert (1862 až 1943). Definujeme-li vhodně skalární součin veličin popisujících napjatost a deformaci kontinua v Hilbertově prostoru a vytvoříme-li jejich protějšky pro vektory v podprostorech s konečným počtem rozměrů, ukáže se, že vztahy, které pomoci vhodných operátorů vyjadřují energetické, statické a kinematické podmínky, mají stejný tvar pro prutovou soustavu i pro kontinuum. A tak různé metody užívané k řešení prutových soustav mají své protějšky v metodách řešení úloh c kontinuu a naopak.

---

Úvodní část přednášky pro Čs.Společnost pro mechaniku při ČSAV  
dne 23.dubna 1980

- 13 -

## MOŽNOSTI A PERSPEKTIVY KRIMINALISTICKÉ BIOMECHANIKY

doc.kpt.ing. Viktor Porada,CSc

Boj proti kriminalitě je i v podmírkách vyspělé socialistické společnosti dlouhodobou, složitou a obtížnou záležitostí. Významné místo v tomto boji proti kriminalitě, kromě činnosti různých státních, hospodářských a společenských organizací, přísluší socialistické kriminalistice.

Kriminalistika, jako samostatná věda, přispívá k ochraně společenských vztahů vhodných a výhodných pro dělnickou třídu a osatní pracující před jednáními nebezpečnými pro společnost tím, že objasňuje zákonitost vzniku, shromažďování a využívání různých stop a soudních důkazů, a že vypracovává podle potřeb trestního zákona a trestního řádu metody a jím odpovídající postupy, prostředky a operace v zájmu úspěšného odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti.

Pojem kriminalistické vědy zahrnuje i kriminalistickou techniku. Kriminalistickou technikou rozumíme systém technických metod, prostředků a postupů, který slouží k shromažďování a zkoumání trestně-procesních důkazů a jiných kriminalisticky relevantních skutečností při odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti. Protože kriminalistiku jako celek chápeme jako jednotnou interdisciplinární vědní disciplinu, rozumíme kriminalistickou technikou především kriminalisticko-technickou stránku samostatných kriminalistických metod a jím odpovídajících prostředků, postupů, metodik a operací, tedy kriminalisticko-technické aspekty přípravy, provádění a fixování výsledků jednotlivých samostatných metod kriminalistico-praktické činnosti.

Využívání kriminalistické techniky v činnosti bezpečnostních orgánů má své nezaměnitelné poslání a představuje jeden z rozdihujících článků úspěšného stíhání kriminality a jejího předcházení. Rychle se rozvíjející socialistická kriminalistická věda poskytuje kriminalisticko-bezpečnostní praxi jako zdokonalené tradiční (klasické), tak nové kriminalisticko-technické metody a prostředky, které

Poznámka redakce:

V návaznosti na zprávu o semináři "Stav a rozvoj biomechaniky v ČSSR", o němž jsme informovali v předchozím Bulletinu č. 1 a 2/1980, uveřejňujeme v tomto čísle informaci o jedné z možných aplikací biomechaniky, a to ve zcela pro biomechaniku netradiční a nové oblasti.

- 14 -

v procesu kriminalisticko-technické expertizní činnosti (identifikaci) vytvářejí rozsáhlé možnosti odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti a v neposlední řadě umožňují objektivizovat proces dokazování a tím celé trestní a bezpečnostní řízení.

V kriminalistické vědě i kriminalisticko-praktické činnosti je důležité v současné době vyřešit mimo jiné takové problémy a úkoly, které by ve svých důsledcích směřovaly ještě k větší objektivizaci identifikačních procesů na jedné straně, a na straně druhé k získání takových informací z kriminalistických stop, takové kvality a kvantity, které by buď (jednoznačně) směřovaly k možnosti identifikovat konkrétní objekt, nebo alespoň vymezily okruh konkrétních objektů (určení skupinové příslušnosti) tak úzce, že jejich vyhledání, zjištění a zajištění by nemělo činit problémy a to na základě přiřazení exaktních a konkrétních technických parametrů (faktů, údajů, znaků) zjištěných, resp. zpětně vypočtených z příslušných kriminalisticko-technických měření a experimentů.

Domníváme se, že významným prvkem hledání objektivní pravdy je právě kriminalisticko-technický aspekt kriminalistických metod odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti. Zjištěním exaktních vedecky verifikovaných údajů, spolu s informacemi získanými ze stop na místě činu, se získá takový soubor věrohodných poznatků, ze kterých půjde vyvodit nezbytnou sdruženou informaci pro úspěšné, rychlé a zejména co nejobjetivnější odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti.

Zmíněná sdružená informace, nejenom že bude mít významnou kriminalisticko-technickou a taktickou hodnotu, ale odrazí se v ní významnou měrou i vlastní způsob spáchání a utajení trestné činnosti, resp. jeho jednotlivé prvky a další okolnosti, mající kriminalistický význam.

Soudobý bouřlivý rozvoj vědy a techniky zasahuje všechny oblasti života společnosti, přičemž současně modifikuje ideologické, politické, ekonomické, sociální a další znaky života dnešní civilizace, její metody a formy práce i vlastní způsob života. Pochopitelně zasahuje a ovlivňuje i oblast páčení a utajování trestné činnosti pachatele.

Současně s tím rozvoj vědy a techniky také modifikuje a rozšiřuje hranici vlastního stupně kriminalistického poznání a determinuje zdokonalování kriminalistických metod, prostředků, postupů a operací jak v oblasti kriminalistické vědy, tak i v oblasti kriminalisticko-praktické činnosti. Vedecko-technická revoluce klade vysoké

- 15 -

nároky na použité kriminalisticko-technické metody, na přesnost, citlivost přístrojů a správnou interpretaci výsledků.

Vyhodnocením teoretických úvah kriminalistů se zákonitě naskytla mimo jiné možnost zapojení biomechaniky do vědecko-výzkumné a posléze i praktické činnosti v oblasti kriminalisticko-bezpečnostní teorie a praxe.

Událost trestného činu je jedním z materiálních procesů objektivní skutečnosti. Jako taková je v souvislosti a vzájemně podmíněná s jinými procesy, událostmi a jevy, odráží se v nich a přitom je sama odrazem nějakých procesů.

Důsledkem vzájemného působení událostí a prostředí jsou změny v prostředí. Z biomechanických aspektů jsou tyto změny způsobeny člověkem, jsou objektivní realitou a existují nezávisle na vědomí člověka.

V dalším textu uvedeme příklady některých základních možností aplikace biomechanického aspektu v kriminalistické bezpečnostní teorii a praxi, jež by umožnily prohloubení teoretické a praktické přípravy příslušníků kriminalisticko-bezpečnostních oborů.

Aplikace biomechanického aspektu, vycházející ze všeobecné teorie, z fyzikálního a biologického základu biomechaniky na specifický předmět poznání a za účelem plnění specifických úkolů přichází v úvahu zejména v těchto oblastech:

1. Oblast kriminalisticko-technické teorie a praxe specifických kriminalistických metod.
2. Oblast dopravní služby.
3. Oblast teoretické-metodických základů speciální pohybové přípravy.
4. Oblast výuky kriminalisticko-bezpečnostních oborů – - příprava a postupné zavádění poznatků aplikované biomechaniky do výukového procesu.

#### Příklady možné aplikace biomechaniky:

##### ad 1) Oblast kriminalisticko-technické teorie a praxe specifických kriminalistických metod:

V této oblasti je možné vycházet z některých současných názorů na pojem "stopa trestného činu", klasifikace a informační obsah stop. Možnost využití biomechaniky je priorně závislá na tom, aby stopa měla tzv. biomechanický obsah. Lze obrazně říci, že všechny stopy trestného činu, které vznikly při mechanické interakci člověk – živé či neživé okolí, nebo opačně, ať již za zprostředkovujícího použití nástrojů či nikoliv, mají více či méně zjevný biomechanický obsah.

Pozn.: Tento biomechanický obsah nemají např. stopy vzniklé při mechanických interakcích neživých těles, uvažujeme-li finální fáze těchto interakcí – např. jsou to stopy destrukce způsobené střelou, která uvázla ve zdi, stopy destrukce po střetu vozidel apod.

Velmi názorný bývá biomechanický obsah stop spadajících do oblasti identifikace pachatele podle stop obuvi a jiných podobných stop (kriminalistická trasologie). Tak např. vhloovené stopy vyvolané silovým působením nohy na podložku při stání (statická stopa), chůzi nebo běhu (dynamická stopa) jsou z biomechanického hlediska dobře analyzovatelné. Další studium této otázky, jež jsme uvedli pouze jako příklad, by určitě pomohlo objasnit souvislosti např. mezi geometrickými vlastnostmi takovéto stopy a způsobem pohybu pachatele, stavbou jeho dolních končetin, hmotnosti a výškou těla pachatele apod.

Biomechanika by mohla pomoci prohloubit oblast kriminalisticko-technické teorie a praxe specifických metod souhrnně zejména v těchto směrech:

- a) mohla by pomocí prohloubit teoretické a experimentální poznatky týkající se etiologie kriminalisticko-technických stop, které mají biomechanický obsah;
- b) pro svůj exaktní charakter a pracovní metody by mohla biomechanika dále pomoci při geometrické, kinematické a dynamické analýze, kvantifikaci a vyhodnocení těchto stop, vzniklých za biomechanických souvislostí;
- c) výše uvedený přínos by dovolil dále stanovit potřebné pracovní a technické postupy, které je třeba používat při výhledávání, zajišťování a vyhodnocení stop, které vznikly při interakci biomechanického charakteru, a to jak v oblasti kriminalisticko-praktického využití např. v experitní činnosti tak ve sféře aplikovaného biomechanického výzkumu v teorii kriminalisticko-bezpečnostní činnosti. Zde je rovněž možno předpokládat, že dosavadní měřící a dokumentační postupy a prostředky vzhledem k biomechanickému obsahu stop nebudou stačit. V souvislosti s tím bude třeba rozvíjet stereofotogrammetry (jednosnímkovou, dvousnímkovou), početně grafické metody apod.

##### ad 2) Oblast dopravní služby:

Vysoká společensko-ekonomická závažnost nehodovosti v dopravě a snaha o její snížení vedla ke vzniku speciálního odvětví biomechaniky, institucionálně představovaného Mezinárodním výzkumným komitem pro biomechaniku střetu automobilových vozidel. Dalším dokladem zvýšené pozornosti v tomto směru je i to, že některé automobilové společnosti zřídily společnou speciální laboratoř fyziologie a biomechaniky, zabývající se řízením motorových vozidel, bezpečnosti a úrazy při jejich provozu. V souvislosti s tím se naskytá možnost spojení biomechanického a bionického aspektu při řešení této problematiky.

S ohledem na literaturu, charakter biomechaniky a na některé otázky z oblasti bezpečnosti silniční a městské dopravy, tak jak je řeší např. Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Ústav silniční a městské dopravy MV ČSR, bychom spatřovali možnou další aplikaci biomechaniky zejména při řešení těchto otázek:

- a) limitující motoricko-biomechanické faktory při řízení motorových vozidel (viditelnost, reakční schopnost, doba trvání manipulačních pohybů, reakci vozu jako systému, psychický stav řidiče a jeho vliv na ovládání vozidla, vliv mikroatmosféry vozidla na řidiče, stav vycvičenosť a mentalita řidiče, závislost pohybu kol ovládaných převodovým mechanismem na pohyb volantu ovládaného řidičem vzhledem k časovým dispozicím, které poskytuje daná situace, biomechanický aspekt při mechanismu brzdění apod.);
- b) biomechanický aspekt v konstrukci motorových vozidel a jeho vybavení. Sem spadá např. zkoumání vztahu mezi mechanikou vozidla a vznikem únavy řidiče - tlumení - konstrukce sedadel, ovládací rychlosť při manipulaci s pákami, charakteristiky brzd, zajištění proti silovým impulsum z nárazů čelních, bočních a zadních. Rovněž tak konstrukce a vybavení motorových vozidel bezpečnostními pásy, dále např. řešení otázky poškození a deformace tělních orgánů při dopravní nehodě, průběh deformace při střetu s ohledem na tolerance lidského těla na náraz, opěrné podložky na hlavu apod.;
- c) biomechanické vlastnosti lidského těla a jeho mechanická impedance (odpor, odolnost, rezistence) při havarii.

Zvláštní typ biomechanického přístupu představují interakce člověka s okolím, které vedou k poškození těla. Řešení této tematiky se začalo zvýšenou měrou objevovat v biomechanice zejména v poslední době. Jedním z důležitých podnětů byly zřejmě úrazy při silničním, leteckém a jiném provozu, nebo při jiné pohybové činnosti člověka a snaha o pochopení mechanismu vzniku poškození těla a její prevence. Hlavní pozornost byla zaměřena na poškození hlavy, páteře a hrudníku. Domníváme se, že této problematice bude v budoucnu věnována pozornost i ze strany soudního lékařství a soudního inženýrství, zejména při řešení významných otázek zajímajících kriminalistickou vědu i praxi.

Důsledky řešení naznačených otázek by se v dalším zřejmě týkaly jednak zlepšení znalecké expertizní činnosti, jednak zkvalitnění výcviku a výběru řidičů, doplnění provozních předpisů a technických norem, přesnějšího zjištění příčin a mechanismu průběhu dopravních nehod, zlepšení konstrukce a vybavení vozidel apod.

### ad 3) Oblast teoreticko-metodických základů speciální pohybové přípravy

Zde nemáme na mysli pohybovou přípravu příslušníků, jejímž účelem je rozvoj všeobecné fyzické zdatnosti a speciálních pohybových dovedností. U speciálních pohybových dovedností máme na mysli takovou

přípravu příslušníků, která by zajišťovala zejména úspěšný postup při zadržení a případném zneškodnění a předvedení pachatele beze zbraně nebo vyzbrojeného různým způsobem. V tomto směru by mohlo zejména pomocí teoretické rozpracování tzv. multisignálního systému sebeobrany, zaměřeného na úkoly při zadržení a zajištění pachatele a dále zpracování potřebné metodiky nácviku.

Přispěvkem ke zlepšení teoreticko-metodických základů speciální pohybové přípravy ve výše naznačeném smyslu by bylo rozpracování tohoto problému, podle našeho názoru v těchto směrech:

- a) aplikace moderní teorie multisignálního systému sebeobrany na různé situace a biomechanické podklady teoreticko-technického zvládnutí konfliktní situace;
- b) predikace pohybového chování útočníka;
- c) modelování a schematizace taktiky hybné činnosti účastníků konfliktu při zadržení, zneškodnění a předvedení pachatelů trestné činnosti v souvislosti s přesně a jednoznačně vyjádřeným právním obsahem.

### ad 4) Oblast výuky kriminalisticko-bezpečnostních oborů:

Zde již jen stručně naznačíme základní okruh otázek, vyplývajících z výše uvedených oblastí:

- a) příprava posluchačů ve vybraných částech biomechaniky jako předpoklad pro prohloubení vědního základu a pro lepší porozumění a využití výše uvedených kriminalisticko-biomechanických aplikací;
- b) postupné zavádění aplikované kriminalistické biomechaniky do znalecké činnosti v příslušných oborech kriminalistickej techniky.

Výše naznačená problematika byla z hlediska teoretického, experimentálního a metodologického již průběžně konzultována na odd. biomechaniky FTVS UK Praha (ved. doc. PhDr. Vladimír Karas, DrSc.) a Ústavu soudního inženýrství VUT Brno (ved. Ing. Albert Bradáč, CSc.). Byly rovněž provedeny ve spolupráci některé experimenty a měření týkající se zejména kriminalistické trasologie člověka, získány základní informace a zpracovány výchozí materiály. O výsledcích jakož i o dalších možnostech aplikace biomechaniky byli někteří odborníci již zpraveni cestou speciálních odborných tematických seminářů. Problematici kriminalistické biomechaniky věnoval průběžnou pozornost i výbor sekce biomechaniky, zejména předseda Československé Společnosti pro mechaniku při ČSAV doc. Ing. Jaroslav Valenta, DrSc., který se osobně seznámil s možnostmi aplikací biomechaniky v kriminalisticko-bezpečnostní praxi na Kriminalistickém ústavu Veřejné bezpečnosti Federální správy VB v Praze za účasti vedoucího ústavu genmjr. JUDr. Štefana Kordíka.

Ing. E. Ulrych, CSC SVÚSS Praha

Během posledních deseti let byly v populárně vědecké literatuře mnohokrát diskutovány otázky o možnostech návštěvy naší planety mimozemskými bytostmi v minulosti i přítomnosti. Základ k těmu domněnkám položil zejména E. Dāniken ve svém bestselleru "Vzpomínky na budoucnost", který nalezl řadu napodobitelů (u nás např. L. Souček). Dānikenova idea o výkladu nevysvětlitelných prehistorických faktů na základě zásahu mimozemských bytostí byla již mnohokrát předmětem kritiky zejména ze strany archeologů a historiků. Daleko méně kritických připomínek bylo však (kupodivu) vneseno ze strany techniků a fyziků, i když realizace dané hypotézy je především technickou záležitostí.

Chtěl bych nejprve předeslat, že se chci v tomto příspěvku zabývat výhradně otázkou fyzického kontaktu s mimozemskými civilizacemi, nikoliv problémem přenosu informací pomocí rádiových či jiných signálů. Nutným předpokladem fyzického kontaktu mezi dvěma civilizacemi je ovšem transport člověka na jinou, obydlenou planetu, nebo ekvivalentní opačná úloha, tj. transport analogické živé bytosti z jiné planety na Zemi.

Autoři hypotéz o návštěvách cizích kosmonautů na naší planetě měli ještě do nedávné doby snadnější úlohu než dnes. Jakmile totiž přistání automatických sond Veněra na Venuši a Viking na Marsu učinilo definitivně tečku za představami o životě na těchto planetách, bylo jasné, že původ cizích kosmonautů je možné hledat pouze mimo sluneční soustavu. Doprava kosmonautů na tuto vzdálenost není však již otázkou meziplanetárních, ale mezihvězdných (transstelárních) letů. Poměr vzdáleností mezi hvězdami a planetami je ovšem řádu  $10^6$  (vzdálenost planety Venuše v nejpříznivější pozici činí  $4 \cdot 10^7$  km, vzdálenost nejbližší hvězdy Proxima Centauri  $4 \cdot 10^{13}$  km). Tento velký kvantitativní rozdíl má za následek kvalitativně odlišný charakter daného technického problému. Jednoduchý výpočet např. ukazuje, že cesta k nejbližší hvězdě druhou kosmickou rychlosťí by trvala 115 000 roků, třetí kosmickou rychlosťí ještě 78 000 roků. K tomu, aby mezihvězdné lety měly reálnou naději na úspěch, by bylo třeba použít dopravního prostředku, jehož rychlosť by byla srovnatelná s rychlosťí světla, totiž tzv. fotonové rakety.

Ponecháme zatím stranou otázkou konstrukce fotonové rakety, (která je za současného stavu techniky zcela neprověditelná) a přijmeme jako pracovní hypotézu existenci takového stroje. Pak lze provést

- 20 -

kinematickou i dynamickou analýzu mezihvězdných letů, nikoliv však jen na základě zákonů klasické mechaniky, ale s přihlédnutím ke speciálnímu principu relativity, jehož matematickým vyjádřením je tzv. Lorentzova transformace.

#### Lorentzova transformace a její důsledky

Protože se jedná o všeobecně známé pojmy, uvedu jen několik základních vztahů, nutných pro další dedukce. Lorentzova transformace popisuje přechod mezi dvěma inerciálními systémy. První z nich, systém  $x, y, z, t$  se označuje jako "nečárkováný" ( $\Sigma$ ) a je v dalších úvahách pevně spojen se Zemí. Druhý systém "čárkováný" ( $\Sigma'$ )  $x', y', z', t'$ , je pevně spojen s raketou, o které budeme v prvním přibližení předpokládat, že se vzhledem k Zemi pohybuje rovnoměrně přímočaře (ve směru osy  $x$ ) unášivou rychlosťí  $v$ . Z požadavku zachování stálé rychlosti světla  $c$  v obou systémech lze odvodit vztahy

$$x' = (x - vt) / (1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = (t - \frac{vx}{c^2}) / (1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2} \quad (1)$$

které popisují transformaci prostoročasových souřadnic při přechodu od systému  $\Sigma$  k systému  $\Sigma'$  (tzv. přímá transformace). Z důsledků Lorentzovy transformace, které nás budou v dalších úvahách zajímat uvedeme dilataci času

$$\Delta t' = \Delta t / (1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2} \quad (2)$$

kontrakci délek

$$\Delta L' = \Delta L (1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2} \quad (3)$$

a přírůstek hmotnosti tělesa

$$m = m_0 / (1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2} \quad (4)$$

Pro přechod od systému  $\Sigma'$  k systému  $\Sigma$  platí inversní transformace, lišící se jen znaménkem ve vzorcích (1). Snadno lze odvodit, že uvedené relativistické efekty jsou pro inversní transformaci formálně stejné, např. vztah (2) nabývá tvaru

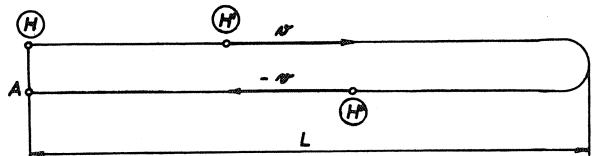
$$\Delta t = \Delta t' / (1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2} \quad (5)$$

tj. dilatace času je vzájemná.

Připomeňme ještě, že podle Einsteinova speciálního principu relativity jsou oba systémy - nečárkovaný i čárkovaný - stejnecenné, tj. žádný z nich není ve vesmíru nějakým způsobem preferován. Aplikace tohoto principu na problémy mezihvězdných letů vede však někdy ke zdánlivým paradoxům, zapříčiněným nesprávným chápáním vztažných systémů. Ó jednom z nich - tzv. paradoxu hodin - se zmínime bliže.

### Paradox hodin

někdy též nazývaný "problém dvojčat" vyplývá z následujícího myšlenkového experimentu (viz obr. 1).



Obr. 1

Z místa A (např. se Země), kde jsou umístěny hodiny H, startuje v čase  $t = 0$  raketa, která poletí stálou rychlostí  $v$  až do místa B, kde se (teoreticky) v zanedbatelně krátkém okamžiku obrátí a vraci se rychlostí  $-v$  zpět do místa A. V rakete jsou umístěny hodiny H', spojené se systémem  $\Sigma'$ , který se vzhledem k systému  $\Sigma$  (hodinám H) pohybuje rovnoměrně přímočáre rychlostí  $v$ . Po návratu rakety budou ukazovat hodiny H čas  $t = 2L/v$ . Hodiny H' v systému  $\Sigma'$ , které se vzhledem k hodinám H zpožděují, budou při návratu ukazovat čas  $t'$ , který se určí podle inversní Lorentzovy transformace (5):

$$t' = t \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \quad (6)$$

Celkové zpoždění hodin H' měřené v místě A tedy bude:

$$\Delta t = t - t' = \frac{2L}{v} \left[1 - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}\right] \quad (7)$$

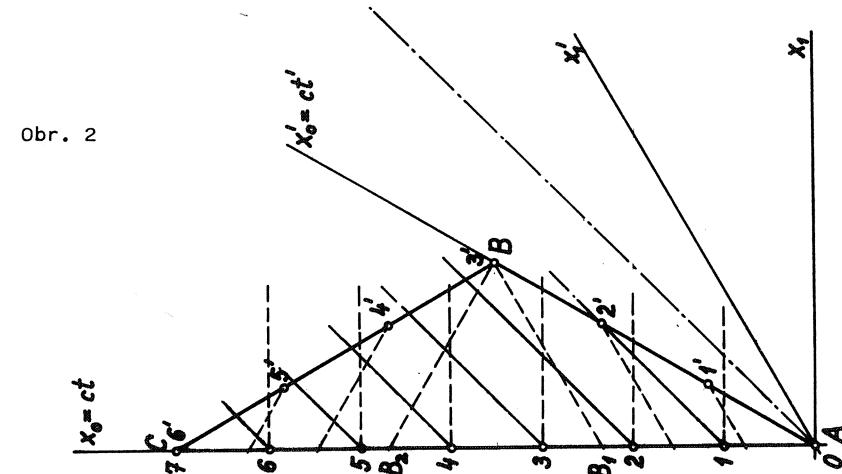
Aplikujeme-li tuto úvahu na živé bytosti, snadno dojdeme k závěru, že např. dvojčata, z nichž jedno setrvá na Zemi a druhé poletí v raketě, pohybující se rychlostí  $v = 0,87c$ , zestárnou v poměru 2:1 (za 10 let zestárně dvojče, které vykonalo cestu raketou pouze o 5 let).

Proti tomuto výpočtu lze však vznést vážné námitky z hlediska dvojčete (pozorovatele) v raketě. Tento pozorovatel může tvrdit, že vzhledem k jeho hodinám H' se opožději naopak pozemské hodiny H v souhlasu s (2). Protože podle speciálního principu relativity není žádný z inerciálních systémů nějak preferován, dochází oba pozorovatelé ke zdánlivě neřešitelnému paradoxu, který byl v minulosti Einsteinovými odpůrci uváděn dokonce jako důkaz, svědčící proti správnosti teorie relativity. Chybnost takového "důkazu" spočívá v tom, že systémy  $\Sigma$  a  $\Sigma'$  nejsou fyzikálně stejnecenné. Systém  $\Sigma$  byl po celou dobu letu inerciální, kdežto systém  $\Sigma'$  změnil v bodě B svůj pohybový stav nejen vzhledem k Zemi - ale - což je s ohledem na Machův princip podstatné - vzhledem ke všem ostatním tělesům ve vesmíru!

Kinematický rozbor daného problému ukazuje, že je třeba korigovat klasický pojem "současnost" v systémech  $\Sigma$  a  $\Sigma'$ . Názorný výklad podává např. J. Térleckij [1] na základě zobrazení prostoročasu v tzv. Minkowského rovině (viz obr. 2). Nechť je přímočáry pohyb bodu v systému  $\Sigma$  popsán pravoúhlými souřadnicemi  $x_0 = ct$  a  $x_1$ . Pak lze ukázat, že Lorentzově transformaci odpovídá transformace pravoúhlých souřadnic  $x_0, x_1$  do kosoúhlých  $x'_0 = ct', x'_1$  definovaná rovnicemi:

$$\begin{aligned} x'_1 &= x_1 \cosh \gamma - x_0 \sinh \gamma \\ x'_0 &= -x_1 \sinh \gamma + x_0 \cosh \gamma \end{aligned} \quad (8)$$

$$\text{kde } \cosh \gamma = 1/\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \quad \sinh \gamma = \frac{v}{c}/\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \quad (9)$$



Obr. 2

Pohybový stav pozorovatele v systému nečárkováném (a tedy i hodin  $H$ ) je v tomto diagramu znázorněn úsečkou  $\overline{AC}$ . Časové jednotky, odměřované hodinami  $H$  jsou znázorněny body 1 - 7. Pohyb rakety (hodin  $H'$ ) je znázorněn lomenou čarou  $ABC$  a časové jednotky, odměřované hodinami  $H'$  jsou znázorněny body 1' až 6'. Čárkování rovnoběžky s osou  $x_1$  ukazuje, že hodiny  $H'$  se opoždějí vzhledem k hodinám  $H$  z hlediska pozorovatele v systému  $\Sigma$ . Rovnoběžky s osou  $x'_1$  však ukazují, že z hlediska pozorovatele v  $\Sigma'$  se naopak opoždějí hodiny  $H$  proti hodinám  $H'$ , v souladu se vztahy (2) a (5). Přesto je z obrázku zřejmé, že hodiny  $H$  odměří během letu 7 časových jednotek zatím co hodiny  $H'$  jich odměří jen 6. Jak je to možné? - Přiletu rakety do místa B odpovídá v systému  $\Sigma$  současná událost v bodě  $B_1$ . V bodě B však změní hodiny  $H'$  svoji rychlosť v  $-v$  a pohybují se pak po úsečce  $\overline{BC}$ . V okamžiku, kdy v bodě B působí setrvačné sily, "poskočí" z hlediska pozorovatele v  $\Sigma'$  hodiny  $H$  do bodu  $B_2$ , takže okamžiku zahájení návratu rakety odpovídá v systému  $\Sigma$  současná událost v bodě  $B_2$ .

Třeba však připomenout, že v systému  $\Sigma'$  nedochází k nějaké nespojitosti v čase. Budou-li např. v systému  $\Sigma$  vysílány v pravidelných intervalech světelné signály, znázorněné čerchovanými čarami, pak pozorovatel v  $\Sigma'$  je bude přijímat zkreslené pouze Dopplerovým efektem, jak je z obrázku patrné. (Světelný paprskům odpovídají v obou systémech rovnoběžky se symetrálou os  $x_0, x_1$ , resp.  $x'_0, x'_1$ , což je důsledek principu stálé rychlosti světla.)

Úplný výklad daného problému z hlediska dynamiky je ovšem možný pouze na základě obecné teorie relativity. Poznamenejme jen, že dilatace času byla experimentálně ověřena na základě porovnávání životnosti a proletěné dráhy mionů (mezonů  $\mu$ ), vznikajících v ionosféře. Pokud se týče otázky, jak dalece lze dilataci času rozšířit na živé organismy, lze jí z hlediska biomechaniky zodpovědět kladně - i když mnozí biologové tento názor nesdílejí. Vzhledem k tomu, že relativistická dilatace času platí zcela obecně, tj. pro všechny fyzikální děje v mikro i makrokosmu, lze očekávat, že stejnou měrou ovlivní i pochody v živém organismu (např. srdeční tep, rytmus dýchání apod.), aniž by si to ovšem daná osoba uvědomovala.

#### Pohyb rakety při konečném zrychlení

V předchozích úvahách jsme diskutovali transformaci prostoročasových souřadnic mezi dvěma systémy (nečárkováným, spojeným se Zemí a čárkováným, spojeným s raketou), které se pohybují vzájemně rovnoměrně a přímočaře, tzn., že po celou dobu letu k cíli a rovněž po

celou dobu návratu byly tyto systémy rýze inerciální. Takový předpoklad je ovšem nereálný jak z důvodů technických, tak i z důvodů biologických, neboť člověk snese jen konečné - relativně velmi malé - zrychlení. Chceme-li tedy uvažovat o technické realizaci mezihvězdých letů, musíme se nejprve zabývat otázkami relativistické kinematiky a dynamiky raketového letu při konečném zrychlení.

Tímto problémem se zabýval již v r. 1956 prof. Ackeret [2], který odvodil (za zjednodušujícího předpokladu stálého zrychlení) pohybové rovnice rakety pro rychlosti, bližící se rychlosti světla. Dané řešení respektuje všechny důsledky Lorentzovy transformace a ve vedení k pozoruhodným výsledkům; přesto je však naší technické veřejnosti poměrně málo známo.\* ) Bizarní je ovšem ta skutečnost, že na výsledky Ackeretovy práce se odvolává i Däniken, aniž by zřejmě pochopil podstatu věci.

Princip Ackeretova řešení je následující. Čárkováný systém (tj. raketa) se v daném okamžiku pohybuje vzhledem k nečárkovánemu systému (tj. vzhledem k Zemi) unášivou rychlostí  $v$  ( $v$  je srovnatelná s rychlosťí světla  $c$ ). Rychlosť nějakého tělesa vzhledem k raketě (tj. třeba rychlosť člověka, pohybujícího se v raketě) označíme jako  $u'$ :

$$u' = \frac{dx'}{dt} = (\dot{x})' . \quad (10)$$

Rychlosť téhož tělesa, měřená ze Země bude  $u$

$$u = \frac{dx}{dt} = \dot{x} , \quad (11)$$

přičemž veličiny  $u$ ,  $u'$  spolu souvisí podle Einsteinova vzorce pro skládání rychlostí

$$u = (u' + v) / (1 + \frac{u'v}{c^2}) . \quad (12)$$

Předpokládejme pohyb se stálým zrychlením. Vlastní zrychlení rakety (vztažené k čárkovánemu systému) bude  $(\dot{u})'$

$$(\dot{u})' = \frac{du'}{dt} = a . \quad (a = \text{konst.}) \quad (13)$$

\* ) Zmiňuje se o něm akad. Gonda v [3]

Zrychlení rakety vzhledem k Zemi je

$$\ddot{u} = \frac{du}{dt} \quad (14)$$

Dále lze odvodit, že obě zrychlení  $\ddot{u}$  a  $(\dot{u})'$  spolu souvisí vztahem

$$\dot{u}' = (\dot{u})' \cdot (1 - \frac{v^2}{c^2})^{3/2} / (1 + \frac{u'v}{c^2})^3 \quad (15)$$

Zrychlení rakety  $a = (\dot{u})'$  je však úměrné zrychlující síle  $F$

$$F = ma, \quad (16)$$

kde  $F$  značí tah raketových motorů a  $m$  klidovou hmotnost ( $m = m_0$ ). Výhodnost daného řešení spočívá právě v tom, že v pohybové rovnici (16) není třeba brát v úvahu relativistický přírůstek hmotnosti, protože zrychlení  $a$  je definováno vzhledem k čárkovánu systému. Protože však rychlosť  $u'$  je velmi malá vzhledem k unášivé rychlosti  $v$ , lze při dalších úvahách u vzhledem k  $v$  i  $c$  pomíjet, čímž dospíváme k jednoduché diferenciální rovnici

$$\ddot{u} = \dot{v} = \frac{dv}{dt} = a \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}, \quad (17)$$

jejíž integraci obdržíme vztah

$$\frac{at}{c} = \frac{v}{c} / \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \quad (18)$$

Z poslední rovnice lze explicitně vyjádřit poměr  $v/c$

$$\frac{v}{c} = \frac{at}{c} / \left[1 + \left(\frac{at}{c}\right)^2\right]^{1/2} \quad (19)$$

Pokusime se nalézt limitu tohoto výrazu pro  $t \rightarrow \infty$ ; obdržíme

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{v}{c} = 1. \quad (20)$$

To je první důležitý výsledek daného řešení: Při stálém zrychlení  $a = du'/dt'$  (tj. při konstantní měrné hnací síle  $F/m$ ) se raketa vzhledem k Zemi urychluje stále pomaleji a rychlosti světla  $c$  by dosáhla až po nekonečně dlouhé době. Obecně platí, že při konečně velké hnací

síle nelze raketu nikdy urychlit až na rychlosť světla.

Obdobným postupem bychom obdrželi rovnici analogickou (18), platnou pro čas  $t'$  měřený v raketě:

$$\frac{at'}{c} = \operatorname{argth} \frac{v}{c} = \frac{1}{2} \ln \left[ \left(1 + \frac{v}{c}\right) / \left(1 - \frac{v}{c}\right) \right] \quad (21)$$

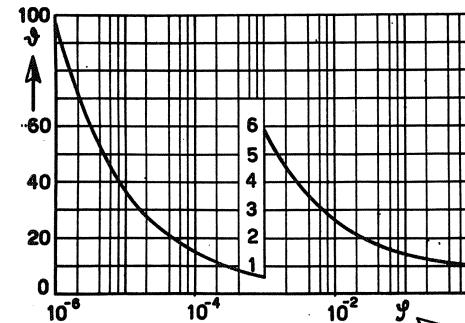
Odtud lze již jednoduše vypočítat "prodloužení palubního času" neboli tzv. integrální diletaci času  $\vartheta$  pro raketu, rovnoměrně zrychlovanou až na rychlosť  $v$ :

$$\vartheta = \frac{t}{t'} = \left( \frac{at}{c} \right) / \left( \frac{at'}{c} \right) = 2 \frac{v}{c} / \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \ln \left[ \left(1 + \frac{v}{c}\right) / \left(1 - \frac{v}{c}\right) \right] \quad (22)$$

Tato závislost je graficky znázorněna na obr. 3 v semilogaritmických souřadnicích. Místo nezávislé proměnné  $v$  (resp.  $v/c$ ) je parametrem veličina  $\varphi$

$$\varphi = 1 - \frac{v}{c} \quad (23)$$

Tedy např. pro  $v = 0$   $\varphi = 1$  pro  $v = 0,9 c$   $\varphi = 0,1$   
pro  $v = c$   $\varphi = 0$  pro  $v = 0,999 c$   $\varphi = 0,001$  atd.



Obr. 3

Ptejme se dále, jak dlouhá bude proletěná dráha za čas  $t$ , měřený pozemskými hodinami, resp. za čas  $t'$ , měřený palubními hodinami. Za tím účelem zavedeme "pozemský čas" vyjádřený v rocích

$$\tau = \frac{t}{S} \quad (24)$$

kde  $S$  je počet sekund za rok ( $S = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 3,15 \cdot 10^7$  s). Analogicky lze vyjádřit "palubní čas", vyjádřený v rocích

$$\tau' = \frac{t'}{S} . \quad (25)$$

Proletěnou vzdálenost, měřenou ve světelných rocích označíme jako  $\xi$

$$\xi = \frac{x}{cS} , \quad (26)$$

kde  $x$  je vzdálenost v m a  $c$  rychlosť světla.

Dalším postupem řešení se zde již nebudeme zabývat a uvedeme pouze výsledný vztah pro dráhu  $\xi$ , proletěnou za čas  $\tau'$  (měřený palubními hodinami) při stálém zrychlení  $a$ :

$$\xi = \frac{c}{aS} \left( \cosh \frac{as}{c} \tau' - 1 \right) \quad (27)$$

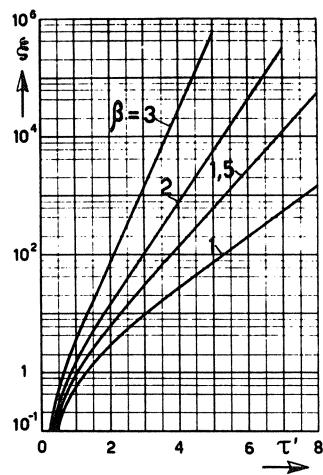
Uvedená závislost byla zpracována ve formě nomogramu a je uvedena na obr. 4. Nomogram je sestrojen v semiologaritmických souřadnicích. Na vodorovné osu se vynáší palubní čas  $\tau'$ , měřený vrocích a na svislou osu proletěná vzdálenost  $\xi$ , měřená ve světelných rocích. Izoplety přísluší zrychlení rakety  $a$ , vyjádřené v násobcích gravitačního zrychlení  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$a = \beta g \quad (28)$$

pro  $\beta = 1, 1,5, 2, 3$  (Pozor!

$\beta$  zde neznačí poměr  $v/c$ !)

Z nomogramu můžeme odečíst velmi zajímavé výsledky. Tak např. zjištujeme, že při stálém zrychlení  $a = g$  ( $\beta = 1$ ) urazí raka ta za dobu letu  $\tau' = 3$  roky vzdálenost 10 světelných roků, při zrychlení  $a = 2g$  již 100 světelných roků a při zrychlení  $a = 3g$  dokonce více než 1000 světelných roků.



Obr. 4

Jak patrné, pohybuje se raketa - z hlediska kosmonauta - zdánlivě nadsvětelnou rychlosťí (Dokonce známý teoretik z oblasti fotonových raket E. Sänger [4] mluví v tomto smyslu o "nadsvětelných rychlostech"). Jak je to možné? Zde je třeba vzít v úvahu další relativistický efekt, o kterém jsme se již zmínili, totiž kontrakci délky, danou vztahem (3). Vzdálenosti mezi hvězdami se totiž jeví kosmonautovi ve směru letu menší, než vzdálenosti klidové, podobně, jako pozorovatel jedoucí v "Einsteinově rychliku" naměří kratší vzdálenost mezi telegrafními sloupy, nežli pozorovatel na trati. Skutečná relativní rychlosť rakety vůči kterémukoliv objektu ve vesmíru zůstane však vždy menší než rychlosť světla.

Pokud se týče aplikace nomogramu 4 na výpočet doby letu k vybrané hvězdě, je třeba upozornit, že veličina  $\tau'$ , odečtená z nomogramu, má význam poloviční doby letu k danému objektu, jehož vzdálenost je  $2\xi$ . Skutečný let by bylo možno realizovat pouze tím způsobem, že až do poloviny cesty by byla raketa urychlována, kdežto druhou polovinu cesty brzděna, tak aby se v oblasti cílového tělesa dosáhlo opět nulové rychlosti. Zrychlení by patrně nemohlo být trvale větší než  $g$ , neboť trvalé přetížení je pro lidský organismus škodlivé. Zrychlení  $a = g$  je z hlediska posádky optimální, neboť cestovatelé by se během letu cítili "jako na Zemi".

Nejdůležitějším parametrem pro realizaci takového letu bude ovšem spotřeba pohonného hmot. Poměr hmotnosti rakety  $m$  na konci akcelerace k hmotnosti  $M$  na začátku akcelerace je dán Ciolkovského rovnicí

$$\mu_1 = \frac{m}{M} = e^{-\frac{v}{w}} , \quad (29)$$

kde  $v$  je maximální rychlosť, dosažená na konci akcelerace a  $w$  výtoková rychlosť hnacího media. Při použití fotonové rakety bude zřejmě  $w = c$ . Za  $v$  je třeba dosadit maximální rychlosť, měřenou v čárkováném systému

$$v = v_{\max} = at' \quad (30)$$

a lze tedy psát

$$\frac{v}{w} = \frac{at'}{c} \quad (31)$$

Poměr  $v/w$  dosadíme do Ciolkovského rovnice. S přihlédnutím k rovnici (21) obdržíme vztah pro hmotnostní poměr ve tvaru

$$\mu_1 = e^{-\frac{at'}{c}} = \left[ 1 - \left( \frac{v}{c} \right)_{\max} \right]^{1/2} / \left[ 1 + \left( \frac{v}{c} \right)_{\max} \right]^{1/2}. \quad (32)$$

Pro let k cíli bude třeba jedné akcelerace a jedné retardace a hmotnostní poměr tedy bude

$$\mu = \mu_1^2 = \left[ 1 - \left( \frac{v}{c} \right)_{\max} \right] / \left[ 1 + \left( \frac{v}{c} \right)_{\max} \right]. \quad (33)$$

Pro let tam i zpět ze stejných důvodů platí

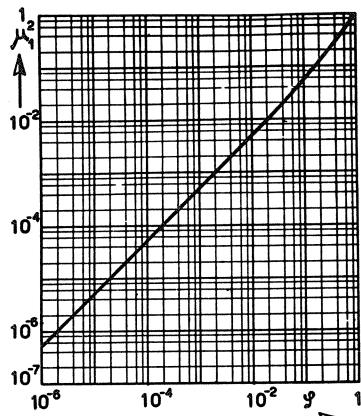
$$\mu = \mu_1^4. \quad (34)$$

Závislost hmotnostního poměru  $\mu_1^2$  na parametru  $\varphi = 1 - (\frac{v}{c})_{\max}$  je vynesena v logaritmických souřadnicích v diagramu na obr. 5.

Aby si čtenář učinil představu o realizaci mezihvězdných letů, provedeme na ukázku konkrétní numerický výpočet. Mezi nejbližší hvězdy o kterých je známo, že jsou doprovázeny velkými planetami patří soustavy τ Ceti nebo 61 Cygni. Obě tyto soustavy jsou od nás vzdáleny přibližně 11 světelných roků. Dobu letu, měřenou v palubním čase, zjistíme z nomogramu 4. Poloviční vzdálenost  $\xi = 5,5$  svět. roků urazí raketa při zrychlení  $a = g$  v čase  $\tau' = 2,6$  roků. Celková doba trvání jedné cesty bude  $2\tau' = 5,2$  roků. Doba trvání expedice (tj. cesta tam i zpět bez zdržení na místě) bude minimálně  $4\tau' = 10,4$  roku. Uprostřed cesty se dosáhne maximální rychlosti  $v = 0,99 c$ , čemuž odpovídá rychlostní poměr  $\varphi = 1 - \frac{v}{c} = 0,01$ . Pro toto  $\varphi$  odečteme z diagramu 3 prodloužení palubního času  $\vartheta = 2,6$ . Na Zemi tedy zatím uplyne doba  $T = \vartheta \cdot 10,4 = 27$  roků,

kdežto kosmonauti zestárnu jen o 10,4 roků. Tyto výsledky ukazují, že z hlediska kinematiky je taková expedice docela dobře uskutečnitelná.

Ke zcela jinému závěru však dojdeme, provedeme-li alespoň přibližný odhad množství pohonného látek. Neznámým faktorem je ovšem v této úvaze hmotnost vlastní kosmické lodi a pohonné části fotonové



Obr. 5

rakety. Uvážíme-li, že kosmická loď by musela posádce několika osob poskytovat po dobu více než 10 let veškeré životní potřeby, pak by její hmotnost obnášela v nejlepším případě několik set tun. (pro srovnání: vystrojená kosmická loď Apollo měla hmotnost 44 t). Připočteme-li k tomu hmotnost pohonného systému fotonové rakety, jehož stěžejní časťí je odrazné zrcadlo o ploše minimálně několika  $\text{km}^2$  \*), pak odhad její celkové hmotnosti  $m = 10^6 \text{ kg}$  (1000 tun) je minimální. Hmotnostní poměr podle (33) má pro řešený příklad hodnotu

$$\mu^2 = 5 \cdot 10^{-3} = 1/200 \quad (\text{pro cestu "tam"})$$

$$\mu^4 = 2,5 \cdot 10^{-5} \quad (\text{pro cestu "tam i zpět"})$$

Startovní hmotnost rakety musí tedy být v každém případě větší než 200 000 tun (pro jednu cestu), resp. 40 milionů tun (pro obě cesty). Tato čísla mají ovšem jen teoretický (limitní) význam, neboť byla stanovena za předpokladu přeměny veškerého paliva v energii podle vztahu  $E = mc^2$ . Při termonukleárních reakcích se však přeměňuje pouze asi jedno promile paliva v energii. Startovní hmotnost rakety musí být tedy v praxi alespoň 1000x větší, takže při použití termojaderné reakce dospíváme k hodnotám startovní hmotnosti

$$M > 2 \cdot 10^8 \text{ t}, \quad (\text{pro jednu cestu})$$

$$M > 4 \cdot 10^{10} \text{ t} \quad (\text{pro obě cesty}).$$

Tato hodnota se již blíží hmotnosti malých planetek (asteroidů).

Je samozřejmé, že pro jakýkoliv jiný pohonný systém než fotonový motor (tedy pro  $w < c$ ) vyjde hmotnostní poměr ještě daleko nepriznivější.

### Závěr

Z provedeného šetření vyplývá nemožnost technické realizace mezihvězdných letů s lidskou posádkou v blízké i vzdálené budoucnosti. Protože problém návštěvy naší planety cizími kosmonauty je fyzikálně ekvivalentní, je třeba hledat vysvětlení nevyřešených záhad minulosti v jiných příčinách.

S tímto závěrem snad nebudu někteří čtenáři souhlasit. V historii techniky se již tolikrát "nemožné" stalo skutečností. Minulého

\* ) Bližší šetření ukazuje, že k docílení zrychlení  $a = g$  by bylo třeba zrcadla o ploše řádově stovky  $\text{km}^2$ !

roku byl např. uskutečněn přelet kanálu La Manche pouze lidskou silou, i když to odborníci - aeronautici pokládali za nemožné. Je třeba si ovšem uvědomit, že pokroku techniky bylo vždy dosaženo správným využitím fyzikálních zákonů, nikoliv ve sporu s nimi. Realizace mezihvězdých letů - a to jen v naší galaxii - by však vyžadovala anulování principů současné fyziky, zejména teorie relativity. Speciální princip relativity je však však již tak hluboce teoreticky i experimentálně podložen, že nelze ani v budoucnosti očekávat jeho vyvrácení, pouze jeho zahrnutí do ještě obecnějších principů (např. unitární teorie relativity).

V těsné souvislosti s těmito problémy bývá často kladena i otázka o možnosti překonání absolutní rychlosti světla. Pokud se jedná o těleso s nenulovou klidovou hmotností, je možno na tuto otázku odpovědět jen záporně - jinak bychom museli připustit imaginární hodnotu di-latačního faktoru  $(1 - \frac{v^2}{c^2})^{1/2}$  a tím de facto i rozbití prostoročasu. V oblasti science fiction by ovšem taková hypotéza přinesla jejím autorům netušené možnosti - bylo by např. možné tvrdit, že prehistorické má-vštěvy Země byly uskutečněny našimi potomky. Myslím však, že ve světě současné fyziky nejsou Dānikenovy hypotézy o pravidelných návštěvách mimozemských kosmonautů o nic méně absurdní.

#### Literatura

- [1] Těrleckij J.P.: Paradoxy těorii otmositelnosti. Nauka, Moskva 1966
- [2] Ackeret J.: Über die Grenzen der Erreichbarkeit ferner Welt-körper. Interavia, Zürich, 1956, Nr.12
- [3] Gonda J.: Dynamika pre inžinierov, NSAV Bratislava, 1966
- [4] Sänger E.: Zur Theorie der Photonenraketen. Ingenieur-Archiv, Bd.XXI, Berlin, 1953