

Stroje a množiny Zdzisława Pawlaka

Jiří Novotný

*Ústav matematiky a deskriptivní geometrie
Stavební fakulta VUT v Brně
Žižkova 17, 662 37 Brno
e-mail: novotny.j@fce.vutbr.cz*

Abstrakt

Příspěvek je věnován vynikajícímu představiteli matematických základů informatiky Zdzisławu Pawlakovi, který letos v dubnu zemřel v nedožitých osmdesáti letech. Hlavní pozornost je upřena na tzv. Pawlakovy stroje – model programovatelného počítače a na teorii hrubých množin – nástroj pro analýzu vágních a nepřesných dat.

Profesor Zdzisław Pawlak se narodil 10. listopadu 1926 v Lodži, umřel 7. dubna 2006 ve Varšavě.



Z. Pawlak získal světovou proslulost, když v roce 1982 zformuloval novou teorii, představující doplnění teorie množin, kterou nazval teorií hrubých množin (anglicky rough set theory). Tématům spojeným s touto teorií se věnovalo mnoho mezinárodních konferencí, bylo publikováno několik tisíc vědeckých článků a vydáno několik desítek knih. Z. Pawlak je též znám ve spojitosti s konstrukcí prvních polských elektronických počítačů GAM-1 v padesátých letech minulého století. Navrhl novou metodu generování náhodných čísel, kterou opublikoval v roce 1953 v prestižním americkém vědeckém časopise. Byla to pravděpodobně první vědecká práce z informatiky polského autora uveřejněná v zahraničí. Dále se Z. Pawlak věnoval minusdvojkové aritmetice. Pod jeho vedením byl sestaven počítačový stroj UMC 1 pracující podle tohoto teoretického modelu. Posléze se profesor Pawlak zabýval teoretickou informatikou. Speciálně navrhl novou třídu bezkontextových jazyků zobecňující známou polskou bezkontextovou

notaci, představil nový formální model počítače nazývaný potom jeho jménem – Pawlakův stroj (anglicky Pawlak machine). Pracoval také na formálním matematickém modelu genetických kódů DNA a přinesl nový matematický přístup v teorii konfliktů.

Profesní a kariérní vývoj Z. Pawlaka začal v Lodži, kde v roce 1939 ukončil základní školu. V době okupace během druhé světové války pracoval ve firmě Siemens. Po válce v roce 1946 udělal externě maturitu a v roce 1947 nastoupil na fakultu elektrotechniky Politechniky v Lodži, odkud přešel na fakultu spojovací techniky Politechniky ve Varšavě. Diplom magistra inženýra spojů získal v roce 1951. Po skončení studia pracoval do roku 1957 v Institutu matematiky Polské akademie věd jako asistent. V letech 1957–1959 pracoval na Varšavské Politechnice. Přitom na Institutu základních problémů techniky Polské akademie věd získal v roce 1958 doktorát (kandidát technických věd) za práci Použití teorie grafů v syntéze překladačů. Docentem (habilitovaným doktorem) v oboru matematika se stal v roce 1963 po obhajobě práce Struktura bezadresových strojů. Titul mimořádného profesora získal v Institutu matematiky Polské akademie věd v roce 1971. Řádným profesorem matematiky byl jmenován v Institutu základů informatiky Polské akademie věd v roce 1978, kde byl v letech 1971–1979 zástupcem ředitele pro vědeckou činnost. V roce 1983 se stal členem korespondentem Polské akademie věd, řádným členem v roce 1991. Od roku 1985 až do roku 2006 pracoval v Institutu teoretické i aplikované

informatiky Polské akademie věd v Gliwicích. V letech 1989–1996 byl ředitelem Institutu informatiky na fakultě elektroniky Politechniky ve Varšavě. A konečně v letech 1998–2006 působil i na Vyšší škole aplikované informatiky a zařízení.

Profesor Z. Pawlak vydal několik knih a více než 200 vědeckých článků v renomovaných nakladatelstvích s mezinárodním dosahem. Byl školitelem asi 30 aspirantů (doktorandů) z oblasti matematiky a informatiky. Byl více než stokrát pozván na mezinárodní konference, semináře a další akce, aby proslovil referáty na témata těchto vědeckých setkání. Několikrát působil jako hostující profesor na univerzitách ve Spojených státech, Kanadě a Evropě, kde přednášel matematické základy informatiky, matematickou logiku, strukturu číslicových počítačů, matematickou lingvistiku a jiné.

Z. Pawlak získal mnoho cen a vyznamenání, státních i vědeckých, byl členem asi 20 vědeckých rad, mnoha redakcí národních i zahraničních časopisů, mj. byl zástupcem hlavního redaktora Bulletinu Polské akademie věd. Z jeho iniciativy byl založen známý časopis *Fundamenta Informaticae*.

V roce 1969 Z. Pawlak prezentoval v práci *Maszyny programowane* (Programovatelné stroje) zjednodušený teoretický model imitující aktivity programovatelného počítače. Je to vlastně množina stavů s parciální unární operací. Jestliže začneme v nějakém stavu, program buď směřuje výpočet do dalšího stavu, nebo výpočet ukončí. Homomorfismy a simulace těchto strojů byly definovány a studovány Wiktorem Bartolem v roce 1974 v práci *Programy dynamiczne obliczeń* (Dynamické programy výpočtů). Protože teorie Pawlakových strojů je blízká teorii monounárních algeber, někteří brněňští matematici se snažili přenést své metody a výsledky z úplných monounárních algeber na parciální monounární algebry a Pawlakovy stroje. Jedná se např. o práce Miroslava Novotného *On some problems concerning Pawlak's machines* z roku 1975 a *On mappings of machines* z roku 1976, Oldřicha Kopečka *Construction of all machine homomorphisms* z roku 1976 a *Homomorphisms of machines* z roku 1978 a Jiřího Novotného *The category of Pawlak machines* z roku 1982 a *Další vlastnosti kategorie Pawlakových strojů* z roku 1990. Tyto odkazy demonstrují, že práce *Maszyny programowane* profesora Z. Pawlaka byla velmi inspirující a přispěla mj. k prokázání užitečnosti studia monounárních algeber.

Pojem hrubé množiny Pawlak představil v práci *Rough Sets* v roce 1982 jako matematický nástroj pro analýzu vágních a nepřesných dat. Tento přístup je originální a liší se od podobné teorie fuzzy množin Lofti A. Zadeha z roku 1965. Ukázalo se, že Pawlakem navržený přístup je důležitý v mnoha disciplínách imitace intelektu (anglicky *artificial intelligence*), jako např. ve strojovém učení, rozpoznávání obrazců, analýze dat, v rozhodovacích a expertních systémech apod.

Výchozím bodem Pawlakových úvah je zjištění, že v mnoha aplikacích je dána množina objektů (stavů, procesů, pozorování atd.), ale my je nejsme schopni rozlišit pomocí dostupných měření, pozorování nebo popisů. Jinými slovy, náš nedostatek znalostí může být vážnou překážkou při rozhodování o objektech, fenoménech, procesech atd. Tedy základní poznatek je, že vágnost nebo nepřesnost vede k nerozlišitelnosti, která formálně reprezentuje náš nedostatek znalostí a je základní myšlenkou podtrhující filozofii hrubých množin. Relace nerozlišitelnosti se používá k definování základních operací na množinách – dolní a horní aproximaci množiny, které se využívají místo přesných pojmů. Obvykle ztotožňujeme pojmy s podmnožinami nějakého univerza. S každou množinou dat pak nakládáme jako se speciálním druhem rozhodovací tabulky. Dolní a horní aproximace se používají k analýze vlastností rozhodovacích tabulek. Např. tabulka může obsahovat data o pacientech trpících nějakou určitou chorobou. Symptomy pacientů jsou pak považovány za podmínkové atributy a např. zdravotní stav pacienta se dá považovat za rozhodovací atribut. Pak hlavní otázkou je, zda zdravotní stav pacienta se dá definovat pomocí jeho symptomů. Jinými slovy, zajímáme se o závislosti mezi atributy v rozhodovací tabulce. Přístup teorie hrubých množin se ukázal pro analýzu otázek tohoto typu jako velmi vhodný. V současnosti byla implementována a úspěšně aplikována celá řada systémů analýzy počítačových dat, a to v průmyslu, lékařské sociologii, psychologii, pedagogice a dalších oborech.