

I.

Tendence zkoumat společenskou budoucnost se v Československu objevily teprve nedávno, a to dosti zjevně v souvislosti s demokratizací společenského řízení, které hodlá respektovat vývojové dispozice řízených systémů větší měrou než doposud. Řídící procesy se tak mají opírat spíše o optimalizaci prováděnou na sériích vývojových variant než o direktivní příkazy k akcím.

Ve světě existují určité zkušenosti s prognostikou národohospodářskou a s prognostikou techniky, avšak prognostika empirických věd zůstává neřešeným problémem, i když právě ony jsou zdrojem nejhlubších a nejrychlejších změn naší civilizace. Lze namítnout, že prognostika přírodních a technických věd je implicitně zahrnuta v prognózách národohospodářských, kde se jí může dostat i určitého kvantitativního smyslu, například v rozepsaných produkčních funkcích. Podobně v prognostice techniky se vypočítává o řadě fenoménů souvisejících s existencí empirických věd, a nejinak je tomu v prognostice sociální. Podrobnější pohled však ukáže, že tyto typy prognóz mají pro řízení vědy malou cenu. Provede-li se totiž například důkladná národohospodářská prognóza, jejíž projekce budou velmi pravděpodobně dodrženy, pak shledáme, že ukazatele chování vědy jsou v ní tak skryty, že pro řízení vědy samotné nelze takové prognózy použít. Růst hrubého národního produktu USA je v celém tomto století téměř konstantní a použijeme-li jej jako ukazatele budoucích stavů národního hospodářství této země, neučiníme patrně příliš velkou chybu. Přesto nám neřekne téměř nic o budoucnosti vědy. Je naopak dobře známo, že právě vliv existence empirických věd vyvolává změny a posuny v trendech setrvalého vývoje jednotlivých oblastí společenské techniky a vzdělání, takže empirické vědy vystu-

pují jako zdroj nejistoty rozmanitých prognóz společenského vývoje.

Existuje často domněnka, že prognostika vědy má vypovídat o tom, co bude v budoucnu objeveno a k čemu to bude dobré. Prognostická činnost by v takovém případě nahrazovala úsilí badatele ztělesněné ve vědeckém výzkumu. To však odporuje zkušenosti, že za získání určité informace se musí platit určitou energií, a naopak. Badatelská praxe dokazuje, že teoretizace empirických faktů probíhá souběžně a v určité rovnováze s energeticky i informačně nákladným experimentálním ověřováním hypotéz badatele. Tomu se badatel nemůže vyhnout, chce-li, aby jeho teorie zůstávala plodnou pokud jde o další poznání i o její společenskou aplikovatelnost [1]. Řečeno obrazně, badatel staví jakousi stavbu z dílců, které jsou dosti standardní a o jejichž povaze i historických změnách leccos známe. Můžeme docela dobře předpovědět, že i další patra stavby budou utvořena právě z těchto dílců. Nemůžeme však předem říci, jakých architektonických prvků stavitel použije, jaké formy budou mít ona vyšší patra budovy, neboť ty se rodí v průběhu stavby tak, jak se stavitel nechává jí samotnou inspirovat.

Prognostika empirických věd, má-li být užitečná pro potřeby řízení, si musí všimnout kvalit, které jsou na jednotlivých výsledcích vědy sice závislé, avšak mají obecnější charakter a univerzálnější společenský význam. Je to tedy jiná hladina prognostiky, než na které pracuje badatel, když využívá prognostického obsahu přírodních zákonů pro další orientaci své práce. Když Mendělejev sestavil svůj periodický systém chemických prvků, použil jeho prognostické síly k objevu několika dalších chemických prvků. Společenský význam Mendělejevova objevu však nahlédneme teprve tehdy, umístíme-li jeho objev do životního času společnosti a vyznačíme-li jeho vazby na společenskou

techniku a vzdělání. Jeho objev se tak stane společenskou akcí *sui generis*, která má zcela určité rysy podobnosti s jinými akcemi tohoto druhu; tyto rysy lze sledovat a popřípadě lze předvídat i jejich budoucí stavy. Tak je možno například sledovat i předvídat vývoj teoretizační schopnosti vědeckého výzkumu, vývoj experimentální techniky, početní techniky aj. Tato druhá hladina prognostiky tedy má univerzálnější společenský smysl, neboť nevypovídá o jednotlivých objevech, nýbrž o vědě jako společenské činnosti, zahrnující typickou intelektuální i materiální stránku.

II.

Současný výzkum empirických věd věnuje pozornost měření vědy, které můžeme chápat jako určitý druh sociometrie. Souběžně se rozvíjí i široká kauzální analýza fenoménů doprovázejících existenci empirických věd, která se koncentruje kolem vznikající vědy o vědě. Pro prognostiku empirických věd mají oba přístupy podstatný význam.

Statistická šetření D. S. Price, G. M. Dobrova, V. V. Nalimova a dalších se opírají o sledování několika fenoménů, které jsou čitelné a jejichž charakteristika zůstává v historii vědy poměrně stálá. Nejčastěji se v této souvislosti uvádějí počty badatelů, počty vědeckých periodik, počty citací, objemy nákladů na jednoho badatele, apod. Zjištěné hodnoty těchto fenoménů vedou k představě exponenciálního růstu vědy během posledních 300 let. Ježto extrapolace této představy vede velmi rychle k absurdním hodnotám, je možno přijmout dvojí řešení budoucnosti: Buď rychlost růstu vědy, měřená zmíněnými ukazateli vztaženými k jednotce času, poklesne v důsledku působení nějakých retardačních faktorů, nebo zmíněné jevy pozбудou schopnost vyjádřit růst vědy a růstové křivky konstruované jejich použitím ztratí svou definiční schopnost.

Prvá varianta řešení je v pracích D. S. Price [2] uvedena představou růstu po S- křivce (typu hyperbolické tangenty), která je určitou analogií růstu živých organismů. Po fázi rychlého růstu vyvolaného existencí stimulačních faktorů dochází k zpomalování a posléze k ukončení růstu tou měrou, jakou sílí působení

faktorů retardačních. Za retardační faktory považuje D. S. Price např. nedostatek vědců určité inteligence, nedostatek prostředků na výzkum, obtíže s komunikací uvnitř vědy a se zpracováváním informací, aj. Podobná interpretace růstu se nabízel i V. V. Nalimovovi [3], když sledoval závislost výkonu vědců na jejich počtu v týmu a zjistil, že se stoupajícím počtem jejich výkon klesá. Přesto se žádný z těchto autorů nedomnívá, že dojde k saturaci vývoje vědy. Předpokládají, že se objeví nové stimulační faktory a růst bude pokračovat po nové, navazující S-křivce. V. V. Nalimov se domnívá, že se může zvýšit efektivnost experimentální techniky, informační techniky a různých služeb, takže méně vědců zastane více práce, apod.

Druhá varianta řešení, totiž ztráta definiční schopnosti sledovaných fenoménů vědy, je naznačena např. S. Toulminem [4], který uvádí, že pokud bude za charakteristickou veličinu růstu vědy došazován počet badatelů ve vědě a výzkumu, nebo náklady na jednoho vědce, pak bude stále obtížnější charakterizovat jimi růst vědy. Již dnes činí obtíže rozlišit vědeckou a nevědeckou populaci nebo rozlišit náklady na vědecký výzkum a na nevědecké činnosti. Tato varianta se zdá bližší pravdě především proto, že sama věda se neustále vnitřně mění a tytéž parametry mohou mít v jednotlivých historických údobích zcela odlišnou vypočítací sílu pokud jde o její růst. Všimneme-li si pouze počtů vědců, je zřejmé, že hrají dnes jinou úlohu než v minulosti. Tak například specializace vědců na teoretiky a experimentalisty mění význam jednotlivých badatelských profesí, jsou zaměstnávání technici pro údržbu a zdokonalování experimentální techniky, lidé pro informační servis, atd. Práce badatele se může někdy změnit v inženýrskou aplikaci, jindy se technik může zapojit do procesu tvůrčí práce a provést vědecký objev.

Tato situace navádí k hledání dalších ukazatelů růstu vědy, jejichž obsah by byl bohatší zejména tím, že by si všímal lidské společnosti, ve které věda existuje a která působí změny významu různých fenoménů, jež ve vědě sledujeme. V této souvislosti se nabízejí následující tři oblasti:

A. *Oblast interakcí mezi vědeckými objevy a potřebami společnosti.* Je možno sledovat oblasti potřeb, které jednotlivé vědní obory mohou svými výsledky potenciálně krýt, a naopak, z vývoje potřeb lze usuzovat na pravděpodobnou stimulaci jednotlivých oborů empirických věd.

B. *Oblast interakcí mezi vědeckými vynálezy, chápeme-li je jako technicky dořešené aplikace vědeckých objevů, a inovacemi společenské techniky a vzdělání.* Určité oblasti techniky, resp. vzdělání, pohlcují vědecké vynálezy intenzivněji, jiné méně. Jejich sledováním lze dospět k představě selektivního působení jednotlivých vědních disciplín na techniku a vzdělání, a naopak k postižení selektivního působení těchto fenoménů na existující empirické vědy.

C. *Oblast interakcí mezi inovacemi techniky a vzdělání, které byly docíleny realizací vědeckých vynálezů, a lidskou činností z hlediska sociologického, antropologického a biologického.* Tyto interakce zahrnují konečný dopad empirických věd na člověka jako druh a zároveň vypovídají o jeho dispozicích provádět vědu jako individuální i společenskou aktivitu.

Je užitečné poznamenat, že tyto oblasti zahrnují i samotné empirické vědy, ve kterých pracují lidé s určitou technikou, používají ve své práci vědeckých vynálezů a jejich individuální i společenský život je ovlivňován vědeckými inovacemi badatelské techniky jak experimentální, tak informační. V určitém smyslu je jejich život předobrazem života společnosti, která by kvantitativně rozvíjela dnešní vědu.

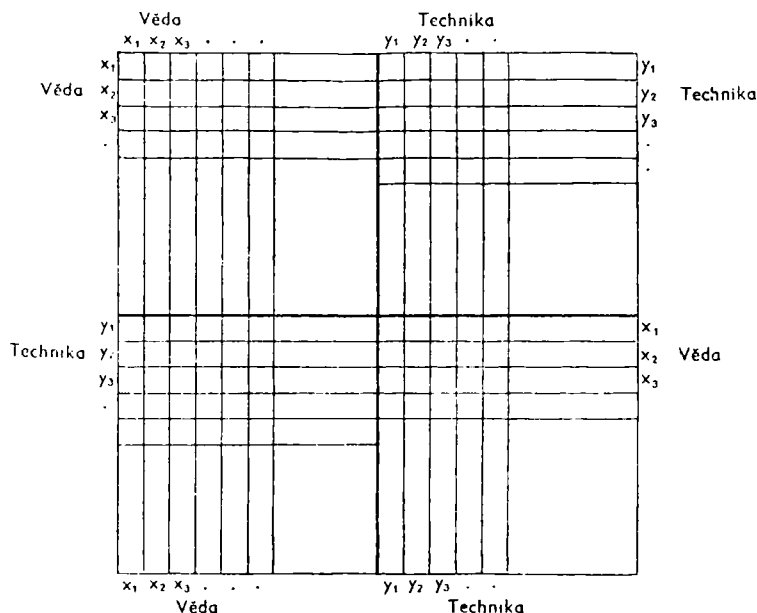
Třetí z navrhovaných oblastí zahrnuje problematiku, která je v současnosti často sledována jako úloha tzv. lidského faktoru ve vědeckotechnické revoluci. V této souvislosti vzniká pro prognostiku vědy důležitý, ale nesnadný problém. Vyjde-li prognóza z údajů, které vykreslí dispozice a schopnosti empirických věd a nebude-li si všimát přání, potřeb, cílů a zájmů lidí, bude falešná. Ve vývoji vědy se tyto lidské faktory projevují, i když je nelze ve všech případech — a ani ve většině z nich — vhodně kvantifikovat. Na podobný problém narazil E. Jantsch [5] při předvídaní techniky. Zjistil, že budoucnost

techniky se odvíjí od dvou pólů lidské aktivity: od daného, dosaženého stavu vývoje techniky, ve kterém jsou zakotveny určité možnosti a předpoklady dalších cest technického pokroku, a od společenských cílů, přání a potřeb, které přitom existují a působí jako určité normy společenského pokroku. Došel tak k představě určitého zpětnovazebního či iterativního mechanismu prognostiky, který bude s určitými obměnami účelné vzít v úvahu i pro prognostiku empirických věd. Charakter prognózy vyplývá pak z respektování obou zmíněných pólů lidské aktivity: na jedné straně je zapotřebí provádět projekce a extrapolovat dosavadní vývojové tendence a jejich kombinací získávat představu o různých variantách budoucnosti z hlediska vlastní potence vědy, a na druhé straně je zapotřebí provádět projekce společenských požadavků na vědu. Teprve vhodným propojením obou sérií projekcí je patrně možno dospět k uspokojivému modelu budoucích stavů vědy. Mechanismus propojení musí nějakým způsobem (zpětnovazebním nebo iterativním) zachytit oscilační pohyb, ke kterému dochází ve vývoji vědy, a to mezi genezí objevů a genezí společenských požadavků na vědu. Věda poskytuje s postupem poznání série určitých objevů, z nichž některé naleznou ohlas ve společnosti tím, že uspokojí určité požadavky, avšak zároveň vyvolají požadavky nové, které „tlačí“ vědecký výzkum k určitým cílům. Věda je tak určitým způsobem směřována, může např. v důsledku nedostatku fondů na určité projekty řešit jen tč. společensky nejdůležitější problémy. Dojde-li nyní k sérii dalších objevů, nemusí a také obvykle nebývá dosaženo přesně toho cíle, který společnost očekávala, nýbrž je možno pokrýt nějakou jinou potřebu, od které se nyní začíná odvíjet řetěz nových potřeb a nové směřování vědy. Je zřejmé, že vypracování prognóz, které by respektovaly tento mechanismus, vyžaduje, aby prognostika vědy byla prováděna v úzké souvislosti s prognostikou sociální a aby využila dat, která jsou v této oblasti již k dispozici.

Poměrně rozsáhlé údaje o interakcích mezi vědou a společenskou technikou se v poslední době začínají objevovat v informačních bankách prognostických institucí, jejichž prognózy slouží k orientaci podnikání větších podniků, ale i k orien-

taci státní politiky v oblasti národohospodářského podnikání.¹ Složitost interakcí, jejichž povahu je nutno časově zachytit a vhodně kvantifikovat, můžeme nahlédnout z matice (viz obr. 1), která se používá pro prognostiku techniky a která ve svém prvním kvadrantu respektuje i vzájemné působení jednotlivých vědních oborů.

Obr. 1



$x_1, x_2 \dots$ atd. značí jednotlivé podoblasti vědy (podle disciplín)

$y_1, y_2 \dots$ atd. značí jednotlivé podoblasti techniky (podle odvětví, resp. oborů)

Průsečíky označují výstupy (resp. vstupy) z (resp. do) jednotlivých podoblastí, měřené např. hodnotově

Takové matice se používá v socioekonomických prognózách, takže kvantifikace je prováděna prostřednictvím cenových údajů, pokud jsou k dispozici. Přitom zřejmě není nemožné provádět kvantifikaci prostřednictvím jiných ukazatelů, vycházejících např. z údajů spotřeby, populace, testů inteligence apod. To ovšem předpokládá mimo jiné i hlubší kauzální analýzu jednotlivých interakcí, která by dovolila říci přesněji, jakou cenu mají jednotlivé ukazatele pro vývoj celého systému vědy. Je zřejmé, že matice, která by měla zachytit celou sociální podmíněnost vědy, by musila obsahovat ještě další sektory, zejména oblast vývoje potřeb, vzdělání aj.

Závěrem této části je užitečné připomenout, že v mnoha futurologických studiích lze nalézt zajímavé kauzální rozbor, jejichž použití je pro prognostiku vědy obtížné, ježto faktory, kterými je věda charakterizována, jsou nekvantifikovatelné. Naopak statistická měření vědy, o kterých jsem se zmínil, jsou omezena na poměrně úzký okruh fenoménů, jejichž

kauzální souvislosti s dalšími jevy nejsou vyjasněny. Bude tedy pro prognostiku vědy patrně velmi užitečné, když kauzální rozbor půjde v úzké spolupráci se statistickým měřením vědy. Na obdobný problém v souvislosti s účinností národohospodářských prognóz narazil též H. Gerfin [6] a zdá se, že se dotýká jakékoli společensky účinné prognostiky.

III.

Při odpovědi na otázku, jak budovat prognostiku vědy, aby se stala účinnou jako nástroj řídicí činnosti ve společnosti, nelze se vyhnout respektování institucionální struktury vědy, resp. respektování presti-

¹ Battellův ústav vypracovává ve své ženevské odbočce výhledy pro větší firmy, ale též varianty pro národní hospodářství Itálie, Francie aj.

že a samostatnosti, které v určitém společenském uspořádání věda má. Je skutečností, že jinak přistupují k řízení vědy průmysloví manažeři, jinak vojenští experti či ředitelé samostatných státních či vysokoškolských institucí, i když v jejich ústavech se může jednat o stejný druh výzkumu. H. Brooks [7], který uvažuje o možnostech plánování vědy, se domnívá, že pro tento účel je zapotřebí členit vědu podle společenského poslání. Má-li však prognostika vědy v sobě odrážet diferencovanost poslání různých institucí, musí tuto diferencovanost respektovat a musí tedy být v určitém smyslu vůči těm institucím, o jejichž osudu vypovídá, demokratická. Kdybychom totiž chtěli vybudovat jakousi centrální prognózu vědy na základě zprůměrovaných a zidealizovaných informací z řady badatelských institucí, dojdeme sice k nějakým dosti obecným trendům ve vývoji vědy, podobně jako je to provedeno např. v zevrubné studii P. Augera[8], ale málo tím získáme vzhledem k potřebám řízení na nižších úrovních, v jednotlivých oblastech a podoblastech vědy. Ony samy si vytvářejí vlastní prognostickou techniku, pomocí které mohou řešit své specifické situace. Rozrůzněnost jejich dalších postupů nemůže proto být centrální prognózou substituována, nýbrž může být jaksi zarámována do mezí, které v souladu s celospolečenskými zájmy — a tedy i zájmy aktivně badajících vědeckých institucí samotných — může centrální prognóza upřesňovat a v závislosti na postupu poznání průběžně měnit. Je zřejmé, že takovýto mechanismus řízení předpokládá intenzivní výměnu informací mezi jednotlivými úrovněmi řízení a respektování jejich hodnoty na všech úrovních řízení.

Nebezpečí, že prognóza prováděná nedemokratickou cestou se stane direktivou a nikoli kompasem, vyplývá podle mého mínění především z nedostatku informací o samotné podstatě vědecké tvůrčí práce. Existuje však i nedostatečné povědomí o možných efektech vědeckých inovací, jak je patrné z prací R. Richty a jeho týmu. Věda je na jedné straně přijímána do společenské techniky a vzdělání hladově, avšak na druhé straně stále těžkopádněji. Vědecký vývoj nové techniky je mnohdy tak nákladný, že samotné nalezení optimálního řešení je pro podnikatele časově nepřijatelné a proto vědomě při-

jímá řešení suboptimální. E. Jantsch uvádí ve své studii [5] řadu metodik prognostiky, jejichž cena pro přípravu nové vědecké techniky může dokonce převyšovat i cenu samotné výroby této techniky. Podnikání a tedy i řízení vědeckého výzkumu se v takovém případě střetává se sociálními ekonomickými i mimoekonomickými kritérii, která normují další osud a směřování výzkumu. V soudobé řídicí praxi je proto nemyslitelné, aby vyšší rozhodovací úrovně mohly dát vyčerpávající prognózy vývoje vědy, aniž by ponechaly prostor pro samostatné rozhodování úrovní nižších, jejichž reakce se vytvářejí na základě tak složitých společenských interakcí.

Uvedená problematika je jen jakýmsi uvedením do systematické prognostiky empirických věd, která se konstituuje pod tlakem řídicí praxe. Konstrukce uspokojivého mechanismu prognostiky však závisí na poznání vědy samotné i na poznání jejích společenských účinků.

*

Odkazy na literaturu

- [1] L. Brillouin, *Observation, Information and Imagination*, ve sborníku *Information and Prediction in Science*, Academic Press, New York 1965, s. 1—14.
- [2] D. S. Price, *Little Science, Big Science*, Columbia University Press, 2. vyd. 1965.
- [3] V. V. Nalimov, *Količestvennyje metody procesa razvitiija nauky*, *Voprosy filozofiji*, 1966/12, s. 38.
- [4] S. Toulmin, *Is There a Limit to Scientific Growth?* *Science Journal*, August 1966, s. 80.
- [5] E. Jantsch, *Technological Forecasting in Perspective* OECD, DAS/SPR/66. 12.
- [6] H. Gerfin, *Langfristige Wirtschaftsprognose*, J. C. B. Mohr, Tübingen, 1964.
- [7] H. Brooks, *Can Science be Planned?* *Harvard University Program on Technology and Society*, Reprint No. 3.
- [8] P. Auger, *Current Trends in Scientific Research*, UNESCO, Paris 1961.

Резюме

Франтишек Петрашек: Прогностика эмпирических наук

Потребность предвидения в области эмпирических наук вынуждается управлением народнохозяйственного и технического развития на заводских и государственных уровнях решения. Прогностика науки приобретает конкретность не в связи с предвидением отдельных открытий, но в связи с соблюдением более общих черт труда в науке. В частности это касается моментов, имеющих связь с раз-

витиём теоретизации познания в науке, с развитием экспериментальной и арифметической техники исследования и т.д. Практика показала, что развитие науки всегда определяется не только достигнутым состоянием познания и техники исследования, но одновременно и состоянием общественных требований к науке. Эту действительность должен соблюдать и механизм прогнозтики.

Существующие до сих пор прогнозы преимущественно исходят из экстраполяции современного развития некоторых показателей роста науки. Не считаются достаточно с общественной детерминированностью науки, не соблюдают ее эффекты дальше, чем на пример к количеству цитаций или публикаций, не интересуясь при этом характером инновации общественной техники или же образования, которое их воздействием появляется в обществе. В связи с этим кажется более целесообразным использовать для прогнозтики науки данные об интердействиях, происходящих при переносе сведений науки в технику и наоборот, которые скапливаются в информационных банках институций, занимающихся социальноэкономическими и техническими прогнозами.

Характер прогностической модели науки должен принимать во внимание институциональное членение науки согласно общественному назначению, которое упомянутые институции выполняют. Прогноза, проведенная на высшем уровне не может субституировать собственную прогностическую деятельность отдельных институций, но наоборот, должна предоставить им простор для самостоятельного решения.

Summary

František Petrášek: Forecasting in Empirical Sciences

The necessity of prediction in the area of empirical sciences is enforced by the control of the economic and technical progress on

the enterprise as well as the State levels of decision-making. Forecasting in science acquires concreteness not in connection with foreseeing the separate discoveries, but in connection with tracing more general features of scientific work. It is especially a question of the moments connected with the development of the theoretization of knowledge in science, with the development of experimental and computing technique in research, etc. Practice shows that the development of science is always determined not only by the achieved state of knowledge and research technique, but simultaneously also by the state of social requirements on science. This reality must also be taken into consideration by the mechanism of prognostication.

The prognoses worked out hitherto have proceeded from the extrapolation of the present development of some indices of the growth of science. They do not take sufficiently into account the social determination of science; they do not follow its effects beyond e. g. the number of citations or publications, without taking interest in the character of the innovations of social technique or education which, due to their influence, make their appearance in society. In this connection it seems adequate to use, for the purposes of forecasting in science, data concerning the internalization taking place during the transfer of scientific findings into technique and vice versa, which are accumulated in the information banks of the institutions dealing with socio-economic and technical prognoses.

The nature of the prognostic model in science must also take into account the institutional division of science according to the social mission these institutions perform. The prognosis carried out on a higher level cannot substitute the prognostic activity of the separate institutions, but must leave them space for independent decision-making.