

## 6 Metody předvídání potřeb logistických výkonů

### 1 Význam prognózování v logistice

Prognózování v logistice je metodou odhadu budoucího stavu nebo vývoje určité logistické veličiny (ukazatele), či případně stavu nebo vývoje určitého logistického systému (např. v podniku, národní ekonomice, odvětví či oboru, ap.) a jeho okolí nebo jeho významných částí. Funkce prognózování zpravidla těsně navazuje na funkci plánování. Zatímco výsledek prognózování (tj. prognóza) je obvykle neutrální vzhledem k postojům či přáním subjektů a vyjadřuje do jisté míry objektivní možnou variantu budoucího stavu či vývoje, je výsledek plánování (tj. plán) chápán jako výraz určitého rozhodnutí ekonomického subjektu a spočívá zpravidla na výběru jedné žádoucí varianty, kterou hodlá daný subjekt realizovat. Plánovatelné jevy jsou ty, které jsou do určité míry pod kontrolou a ovlivnitelné rozhodováním subjektu, kdežto prognózovatelné jevy jsou obvykle mimo možnost přímého rozhodování tohoto subjektu. Prognózování se obvykle zaměřuje spíše na okolí logistického systému, kdežto plánování se týká daného logistického systému a jeho funkce rozhodování. Účelem jak prognózování, tak i plánování je především snížit neurčitost a varietu rozhodování, a tedy zvýšit určitost možného chování systému a jeho okolí.

V logistice se využívá celá řada typů prognóz. Nejčastěji jsou používány prognózy poptávky, cen, vývoje trhů, které vyplývají z funkce marketingu, ale v řadě případů vyžaduje logistika i své vlastní prognózy (např. krátkodobé předpovědi charakterizující chování dodavatelů (např. dodací lhůty a jejich variabilita). V logistice se obvykle velmi těsně prolíná funkce prognózování s funkcí plánování (např. prognóza poptávky a chování zákazníků navazuje na funkci příjmu objednávek, dále na plán prodeje a distribuce (DRP) a plán výroby (MRP), dále na plán dodávek materiálu a plány zásobování, prognózy zákaznických a dodavatelských trhů slouží k stanovení hladiny pojistných zásob v distribuci, nákupních či výrobních skladech, atd.). Prognózování v logistice využívá celé řady metod marketingového průzkumu (dotazníky, osobní dotazy či rozhovory se zákazníky, dodavateli, obchodními zástupci, interními či externími experty, atd.), vychází z analýz a prognóz ekonomiky (světové, jednotlivých, států, regionů, atd.), z kvalifikovaných odhadů expertů (z řad výzkumných ústavů, vysokých škol, konzultantských firem).

Základní typy prognóz používanými v logistice jsou následující:

- dlouhodobé prognózy (strategické předpovědi vývoje ekonomiky, trhů, konkurence, technologií, atd. - obvyklý časový horizont je 5-15 let členěný na jednotlivá roční nebo až pětiletá období),
- střednědobé prognózy (taktické předpovědi vývoje poptávky v konkurenčních odvětvích či oborech podnikání – obvyklý časový horizont je 1-5 let členěný na kvartály až roční období),
- krátkodobé prognózy (operativní předpovědi pro nejbližší budoucnost s časovým horizontem stanoveným ve dnech, týdnech či měsících).

Hlavními oblastmi potřeby prognóz v podnikové logistice jsou:

- prognózy odbytových a nákupních trhů, zákazníků, dodavatelů, konkurence, substitutů, poptávky a nabídky,
- prognózy tržeb, objemů prodeje (celkových, vybraných skupin či položek produktů),
- prognózy cen, dopravních tarifů, úrokové míry, vnitřní výnosové míry, rentability,
- prognózy produktivity a nákladů nákupu, výroby a distribuce,
- prognózy požadavků na výrobní a skladovací kapacity, pracovníky, dopravní a manipulační prostředky,
- prognózy vývoje zásob nakupovaných materiálů, rozpracované výroby, hotových výrobků a zboží,
- prognózy průběžných lhůt výroby, průběžných lhůt zakázek (objednávek), dodacích lhůt.

Předmětem prognózování v logistice jsou především objemy a hodnoty prodeje, přepravy, zásob, a to jak v oblasti nákupu, výroby a distribuce v podniku, ale také vývoje cen nakupovaných materiálů a prodáváných výrobků a služeb, dopravních tarifů, nákladů na výrobu a distribuci zboží, a také vývoje úrokové míry, míry nezaměstnanosti v regionu atd.

Většina prognózovaných údajů může být získávána společně s funkcemi podnikového marketingu, podnikových financí, technického a technologického rozvoje podniku, atd. Některé prognózované údaje však musí být získávány samostatně jen pro účely logistiky podniku (pro řízení skladů, manipulace s materiálem, apod.). Řada údajů prognostického charakteru může být získána z oficiálních (zveřejňovaných) prognóz vlády, různých institucí, atd.

Získávání určité prognózy může být metodologicky jednoduché (např. předpověď sezónní poptávky či trendu) nebo složité (např. předpověď získaná pomocí ekonometrického modelu vývoje určitého odvětví), podle toho jestli se týkají jednoduchých nebo složitých jevů či jejich soustav.

Prognózy mohou být jednorázové (týkající se specifické situace, např. při vybudování nového distribučního skladu či nového hypermarketu) nebo opakované (např. krátkodobé opakované předpovědi poptávky po jednotlivém zboží či výrobku).

Výsledkem činnosti prognózování je prognóza (předpověď) ve formě dokumentu, který popisuje budoucí vývoj (nebo stav) zkoumaných jevů a využívá k tomu jak kvantifikovaných údajů (např. medián, aritmetický průměr, rozptyl, index korelace, koeficient determinace, atd.), tak výsledků systematického ohodnocení (např. párová srovnávání, bodovací či jiná klasifikační nebo taxonomická hodnocení jevů) nebo vyjádřených kvalifikovaným odhadem odborníků (expertní odhady).

Dokument prognózy musí být ucelený, a to nejen co do popisu účelu (cílů) prognózy, vstupních a výsledných údajů (kvantitativních i kvalitativních), či vyjádřených názorů odborníků, ale také s uvedením všech použitých metod, modelů a postupů, kterými byly tyto údaje či názory získány (interview, dotazníky, různé statistické metody, simulační metody, metody scénářů vývoje veličin nebo systémů, speciální prognostické metody, jako např. Delphi či metoda brainstormingu, atd.)

Postup při vytváření prognózy je zpravidla hierarchický (metodou shora dolů), a to od agregovaných ukazatelů, např. za podnik jako celek, přes jednotlivé výrobní řady či skupiny až k jednotlivým položkám. Vyplývá to z toho, že je obvykle snadnější (méně pracné) a často i přesnější předvídat pro daný časový horizont globální údaje (např. celkové tržby podniku z prodeje zboží) než prodeje nebo tržby za jednotlivé položky (důvodem je rozdílná variabilita odhadu objemů prodeje a cen: celkové agregáty (např. za teritorium, sortiment apod.) mají zpravidla nižší variabilitu nežli detailní položky, které naopak mívají vysokou variabilitu vývoje).

## **2 Základní pojmy z prognostiky**

Prognostika je metoda vědeckého předvídání budoucnosti, kdy na základě zkoumání minulých jevů a procesů (včetně současného stavu) určujeme budoucí jevy a procesy, přičemž charakteristickým rysem těchto jevů a procesů je jejich nejistota a neurčitost.

Prognóza (predikce, předpověď) je cíl, resp. výsledek prognostické činnosti. Prediktorem nazýváme systém, který je schopen vytvářet (generovat) předpovědi (tj. predikce, prognózy). Prediktorem může být jak matematický model (ekonometrický nebo statistický), tak i člověk či skupina lidí nebo i nejrůznější kombinace předchozích. Dílčí prediktor může fungovat jak samostatně, tak i jako komponenta jiného složeného prediktoru. Je výhodné, jestliže budoucnost předvídáme pomocí několika různých prediktorů, neboť šance na získávání kvalitních předpovědí se zvyšují. Z praktických důvodů (např. vysoké pracnosti či nákladnosti) jsme schopni obsluhovat (např. vstupními daty) obvykle jen několik málo zvolených prediktorů. Všechny, které dlouhodobě nejsou úspěšné, postupně eliminujeme z portfolia prediktorů a event. je nahrazujeme jinými. Tímto způsobem experimentálně postupně ověřujeme různé prediktory a v aktuálním portfoliu prediktorů ponecháváme pouze ty, které byly v poslední době hodnoceny jako nejúspěšnější.

## **3 Predikce a její vlastnosti**

Většinou spolehlivě nevíme s jakou jistotou (pravděpodobností) daný jev nebo proces v budoucnosti nastane, protože mnohdy neznáme příčinné souvislosti mezi těmito jevy nebo procesy. Další překážkou může být slabá identifikovatelnost jevů nebo procesů, a to v případech, kdy nejsme schopni jednoznačně určit, zda daný jev nebo proces nastal

nebo nenastal a musíme se smířit s jeho neurčitostí (mlhavostí, nejasností, fuzziness, atp.).

Ekonomické procesy jsou zpravidla svou povahou dynamické a nestacionární. Zatímco u stacionárního procesu by bylo poměrně jednoduché stanovit dostatečně přesnou předpověď pomocí průměru z několika prvních postupných realizací stacionární náhodné veličiny, je v nestacionárních dynamických procesech stanovení dostatečně přesné předpovědi skutečným problémem. Důsledkem je, že předpovědi mohou být rovněž nestacionární dynamické hodnoty.

Existují určité metodologické rozdíly mezi prognózováním přírodních jevů (např. vývoje počasí) a prognózováním sociálně-ekonomických jevů (např. vývoje cen, vývoje inflace apod.). Zatímco u přírodních jevů prognózy nebo subjektivní preference neovlivňují vývoj reálných veličin (bylo by podivné, kdyby vývoj počasí závisel na jeho předpovědi nebo na přání většiny), u sociálně-ekonomických jevů tomu tak nemusí být (např. zveřejněné prognózy nebo plány mohou ovlivnit další reálný vývoj některých ekonomických veličin), stejně tak jako racionální očekávání nebo preference určitých událostí či situací může způsobit, urychlit nebo podporovat jejich realizaci, nebo naopak jejich realizaci zabránit. Reálný vývoj ekonomických veličin tedy může být prognózami, očekáváním či subjektivními preferencemi pozitivně nebo negativně ovlivněn. Proto je u sociálně-ekonomických veličin v odůvodněných případech vhodné statisticky vyhodnocovat nakolik závisí skutečný vývoj na prognózovaném vývoji, tj. nakolik se sama prognóza podílí na skutečném vývoji. V tomto smyslu je plán prognózou, která je silně závislá na rozhodnutí subjektu.

Při tvorbě předpovědí požadujeme, aby tyto předpovědi byly tvořeny na základě vědeckých a pokud možno objektivními metodami zjistitelných či ověřitelných poznatků. Vědecká předpověď by měla být co nejvíce exaktní, tj. opřena o vědecké (a to nejen matematické) metody, a vycházet z ověřitelných a dostatečně přesných faktů. Toto vědecké pojetí ovšem nevylučuje možnost využívání i subjektivních znalostí a odhadů vynikajících expertů, při maximální možné objektivizaci výsledků (prognóz) získávaných expertními odhady. Klíčovým momentem vědeckého předvídání je důsledné porovnávání předpovědí se skutečností, analýza a následné vyhodnocování úspěšnosti či neúspěšnosti prognózy. Metody důsledného porovnávání, analýzy a vyhodnocování kvality předpovědí jsou základem experimentálního přístupu k prognózování, který spočívá v postupném zlepšování použitých prognostických metod a modelů, v selekci úspěšných a eliminaci neúspěšných postupů či metod z portfolia prediktorů.

Vědecká předpověď je vždy podmíněná, např.: Jestliže...(nastane situace X), pak platí... (alternativa prognózy B)... U jednoduchých prognóz je možno podmíněnost mlčky předpokládat, u složitějších prognóz (zejména dlouhodobých) musíme podmíněnost explicitně vyjádřit, tj. za jakých podmínek či okolností prognóza platí.

Určování možné budoucnosti se nezabývá pouze prognostika, ale také i jiné vědní obory jako jsou např.: futurologie, plánování, projektování a rozhodování. Mezi těmito obory a prognostikou jsou úzké vzájemné vztahy. Kvalitní prognóza svými výsledky podkládá plán, tj. optimální rozhodování. Naopak, plánovitě rozhodnutí může ovlivnit směr vývoje, a tím i výběr alternativ pro prognózu. Projekt (plán) vzniká rozhodnutím subjektu (např. stanovení optimální velikosti projektovaného skladu, stanovení ceny na základě uplatněné cenové strategie, rozhodnutí o optimální velikosti výrobní dávky, optimální výše pojistné zásoby v odbytovém skladu, atd.). Plán vzniká výběrem jediné (nejvýhodnější) alternativy z možného vývoje. Plán je predikcí, která je direktivní a zaměřená především na ovladatelné složky vývoje. Na rozdíl od plánu prognóza má vyjadřovat veškeré pravděpodobné základní alternativy vývoje. Není direktivní. Je možná, ale nikoliv vždycky žádoucí, chtěná. Neměla by být ovlivněna přáním rozhodovacího subjektu, nýbrž naopak být vzhledem k prioritám subjektu neutrální.

#### 4 Metody a druhy prognóz

Prognózy můžeme klasifikovat podle nejrůznějších hledisek, např. takto:

- prognózy komplexních systémů nebo prognózy jednotlivých veličin (jevů, ukazatelů),
- prognózy individuálních jevů nebo prognózy opakovaných jevů,
- prognózy založené na minulých datech (např. metody regresní analýzy, metody exponenciálního vyrovnávání) nebo prognózy založené na představě o budoucnosti (např. analýza SWOT: silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb),
- prognózy založené na objektivních (např. matematických) metodách nebo prognózy založené na subjektivních metodách (např. předpovědích expertů),
- prognózy založené na jediném dílčím postupu (prediktory) nebo prognózy získané kombinováním různých přístupů (multiprediktory),
- prognózy krátkodobé (např. předpověď dodací lhůty s časovým horizontem několika dnů či týdnů) nebo prognózy dlouhodobé (např. předpověď vývoje tzv. zkušenostní křivky u nového výrobku s časovým horizontem několika měsíců či roků),
- předpovědi založené na znalostech příčinných souvislostí (např. předpovědi cenového vývoje založené na ekonometrických modelech nabídky a poptávky) nebo předpovědi, které nepředpokládají znalosti příčinných souvislostí mezi veličinami (např. extrapolace časových řad s využitím metody klouzavých průměrů).

Nejpoužívanějšími prognostickými metodami jsou následující metody:

- a) osobní prognózy (např. expertní odhady),
- b) skupinové prognózy (metoda brainstormingu, metoda DELPHI),
- c) socio-technicko-ekonomické prognózy (cenové kalkulace, benchmarking, hodnotová analýza, marketingový průzkum, scénáře vývoje, atd.),

d) některé metody operačního výzkumu (stochastické rozhodovací stromy, teorie her, simulační modely, atd.),

e) jednoduché statistické metody (nevyžadující ekonomické modelování zkoumaného procesu):

- metody klouzavých průměrů (prostých nebo vážených),
- metody extrapolace pomocí jednoduché regresní analýzy (mají statické vlastnosti, neboť přiřazují stejnou váhu jak minulým tak i nedávným údajům v časové řadě; jednotlivé předpovědi se nestávají vstupními daty regresního modelu, nýbrž jsou pouze jeho výsledkem),
- metody exponenciálního vyrovnání prvního a vyššího stupně (mají dynamické vlastnosti, neboť přiřazují vzdálenějším minulým údajům menší váhu než údajům nedávno minulým, mají rekursivní charakter, neboť jednotlivé dřívější předpovědi se stávají systematickou složkou modelu ve formě vstupních údajů a tím reagují adaptivně na své dřívější předpovědi, resp. na chyby v dřívějších prognózách),
- metody jednoduché analýzy časových řad (sezónnost, trendy, hospodářské cykly).

f) složitější statistické metody, které sice nevyžadují ekonomické modelování, nicméně však předpokládají nebo vytvářejí určitou statistickou hypotézu o vztazích mezi veličinami, a tedy vyžadují interpretaci výsledků, kterou může realizovat pouze kvalifikovaný a zkušený ekonom-statistik (např. vícerozměrná analýza časových řad, vícerozměrná regresní analýza, faktorová analýza, shluková analýza a další metody tzv. vícerozměrné statistické analýzy, atd.),

g) ekonometrické metody (jednoduché i složité) předpokládají vytvoření dílčího nebo obecného ekonometrického modelu, bez něhož nelze výsledky interpretovat, platí zde zásada *ceteris paribus* (tj. výsledná prognóza platí pouze za předpokladu, že se ostatní podmínky, které nebyly zahrnuty do modelu, nijak významně nezměnily, což u většiny praktických okolností je jen obtížně splnitelná podmínka),

h) metodou kombinování několika dílčích prediktorů v jeden multiprediktor. Kombinací různých dílčích prediktorů (matematických i lidských) můžeme získat i několik různých multiprediktorů, které opět mohou poskytovat navzájem odlišné předpovědi, z nichž některé dávají lepší a jiné horší výsledky z hlediska zmíněné kvality předpovědi,

i) prognózy časových řad mohou být prováděny v základních přirozených jednotkách (např. při prognózování vývoje ceny v peněžních jednotkách), ale je obvyklé, a v případě kombinování předpovědí získaných z více různých přirozených jednotek je nezbytné, přejít na indexní metody předvídání. V úvahu přicházejí jak tzv. bazické indexování, tak i řetězové indexování.

## 5 Možnosti využití exaktních metod v prognózování

Problémy v prognózování jsou obvykle složité a stěží řešitelné využitím jen jednoznačně algoritmizovatelných ("tvrdých") metod. V praxi se obvykle neobejdeme bez využití i

nealgoritmizovatelných nebo jen částečně algoritmizovatelných („měkkých“) metod. Vzájemnou kombinací tvrdých a měkkých metod můžeme v konkrétních situacích dosáhnout i vyšší efektivity (resp. účinnosti) prognózování.<sup>1</sup>

Při praktické prognostické analýze se obvykle setkáváme jak s kvantitativními<sup>2</sup>, tak i s kvalitativními údaji, a to jak na vstupu, tak i výstupu řešení prognostických problémů. Kategorizaci údajů na kvantitativní a kvalitativní můžeme i rozšířit a rozdělit data podle stupně jejich "tvrdosti", a to na následující taxonomické kategorie:

### **Tvrdá data**

Jsou relativně snadno kvantifikovatelné a měřitelné údaje (např. průměrná lhůta zakázky a její variabilita), přestože v konkrétních případech velmi záleží na modelu měření a jeho interpretaci (tj. které objekty měříme, jak určujeme počátky a konce událostí, vzájemné srovnatelnosti různých objektů měření, atp.). Z toho plyne, že ani tvrdá data nejsou až tak "zcela tvrdá", ale pouze v převažující a prakticky postačující míře.

### **Polotvrdá data**

Jsou kvantifikované výsledky subjektivních odhadů veličin, které jsou sice v principu kvantifikovatelné a měřitelné, ale jejich měření by mohlo být technicky obtížné či neekonomické, morálně nevhodné, atd.

### **Poloměkká data**

Jsou opakovaně se vyskytující se kvalitativní údaje, které vznikly na základě určité ex ante přijaté taxonomické stupnice nebo přijatého etalonu (etalonem může např. být určitá obdobná vlastnost nebo kvalitativní jev u konkurence) a u kterých lze zjistit rozdělení četnosti výskytu daného kvalitativního jevu (např. rozdělení četnosti výskytu "normálních", "kritických", "havarijních" a jiných stavů v jakých se v určitém okamžiku může nacházet zakázka, stav zásoby či pod.).

### **Měkká data**

Jsou to údaje vzniklé kvalitativním hodnocením individuálních jevů (jednorázových, neopakovatelných), jejichž taxonomické hodnocení je zcela závislé na ex post přijaté stupnici či etalonu a posudku expertů (vznikají tím hodnotící údaje jako "dostatečný", "průměrný", "nízký", "příjemný", "srovnatelný", atp., např. při hodnocení některých jevů v oblasti public relations jako jsou goodwill (ochota) dodavatele, transparentnost (průhlednost, jednoduchost, jasnost, srozumitelnost) objednávkového systému nebo reklamačního systému, atp. Přijatým etalonem zde zpravidla bývá obdobný jev u konkurence, pokud se ovšem dá takový nalézt.

---

<sup>1</sup> Za měkké metody považujeme ty, které jsou opřeny o lidský faktor (expertní odhady, skupinový brainstorming, metodu Delphi, SWOT analýzu, metody box analýzy, různé bodovací metody a d.), kdežto matematické, statistické, fuzzy, simulační, logické nebo uspořádací metody považujeme za tvrdé metody.

<sup>2</sup> Často se vyskytující rozlišování metod na kvantitativní metody nebo kvalitativní metody nemá někdy jednoznačný význam. Za kvantitativní nebo kvalitativní můžeme označit spíše údaje a nikoliv metody. Některé kvantitativní metody mohou totiž pracovat jak s „kvantitativními“ údaji - čísly, tak i s „kvalitativními“ údaji - znaky (např. regresní analýza, uspořádací metody, atd.).

Důležitým poznatkem je, že čím komplexnější prognostickou analýzu požadujeme, tím vyšší se ukazuje potřeba vzájemné účelné kombinace měkkých a tvrdých metod hodnocení s tím, že vůbec nejvyššího stupně komplexnosti hodnocení lze dosáhnout jen použitím vhodného mixu tvrdých a měkkých metod, s využitím všech relevantních údajů, a to jak „tvrdých“, „polotvrdých“, „poloměkkých“ i „měkkých“.

## 6 Testování a analýza kvality prediktorů

Testování kvality prediktorů (prognózy) z hlediska jejich úspěšnosti či neúspěšnosti je jednou z nejdůležitějších fází prognostického procesu. Nezapomínejme, že reálný ekonomický proces je obvykle dynamický a stochasticky nestacionární, což samozřejmě ztěžuje rozhodování o tom, který z použitých prediktorů má být hodnocen jako úspěšnější než jiný prediktor.

Při posuzování predikční úspěšnosti prediktorů se především snažíme oddělit náhodné chyby od tzv. systematických chyb předpovědí. Avšak i systematické chyby předpovědí se mohou časem měnit, a jsou de facto dynamickými vlastnostmi. Nicméně, oddělení náhodných chyb predikce (prediktoru) od systematických chyb nám dovoluje využít při prognózování i ty prediktory, které zdánlivě, tj. při povrchním posuzování, nedávají kvalitní předpovědi. Systematické chyby prediktorů lze z předpovědí poměrně snadno statistickými prostředky odstranit. Typické odstranitelné chyby prediktorů mohou být např.:

- předpovědi mohou být oproti skutečnosti v průměru různým způsobem posunuté (tj. vychýlené) o určitou konstantní hodnotu, nebo mohou být zvětšeny či zmenšeny o určitou násobící konstantu,
- mohou být v průměru správné pouze znaménkově (růst, pokles), přičemž absolutní hodnota velikosti růstu/poklesu nijak nekoreluje se skutečnými údaji,
- může se jednat o významné rozdíly v trendech skutečných údajů a prognózy, přičemž však po odstranění trendového rozdílu jsou údaje skutečnosti a prognózy vysoce korelované,
- může se vyskytnout chybné, ale konstantní časové posunutí, tj. přiřazení jinak správné předpovědi k nesprávnému období (to se může snadno stát u předpovědí pro vzdálenější období, kdy kvantitativně správná předpověď se realizuje dříve, resp. později než v období, pro které byla vytvořena, přičemž toto posunutí realizace oproti předpovědi je systematické (např. konstantní)),
- případy tzv. zvrácené předpovědi, kdy stačí jen obrátit "znaménko" předpovědi. Tento kuriosní<sup>3</sup> přístup nemá sice praktickou hodnotu, ale poslouží k dokreslení celkového pojetí otázky úspěšnosti či kvality určitého prediktoru.

---

<sup>3</sup> Viz např. metodu ověřování předpovědi s využitím „největšího blbce“, jehož výsledky rozhodování jsou spolehlivě chybné - jak uvádí ve své humoristické knize N. Parkinson: *Zákony profesora Parkinsona*



Většinu těchto systematických chyb lze statistickými metodami poměrně snadno eliminovat, to co zůstává je "čistá" náhodná chyba prediktoru, kterou již nelze systematicky vyloučit a vyjadřuje základní predikční vlastnost prediktoru. Tuto reziduální průměrnou náhodnou chybu předpovědi oproti skutečnosti má zpravidla každý z použitých prediktorů pro daný proces různou, a tedy některý z nich může být (být možná jen dočasně) lepší, tj. přesnější než ostatní prediktory.

Nabízí se zde určitá analogie se střelbou z pušky, kdy dáváme přednost pušce, která sice při střelbě do terče od jeho středu poněkud vychyluje, ale má menší rozptyl, před puškou, která má velký rozptyl, i když je dobře vycentrovaný okolo středu terče. Posunutím záměru o určitý konstantní úhel lze pak snadno u první pušky docílit přesnější střelby.

Cílem analýzy kvality prediktoru je stanovení reziduální (neodstranitelné) náhodné chyby prediktoru, jejíž průměrná velikost vyjadřuje jeho kvalitu<sup>4</sup>. K tomu abychom získali tuto reziduální složku je třeba z předpovědi získané prediktorem odstranit všechny systematické (tj. v podstatě deterministické, a tedy předvídatelné) chyby jako jsou: systematická (konstantní) průměrná odchylka předpovědi od skutečnosti, chyby systematického převýšení či zmenšení předpovědi (tj. např. jako násobící konstanta variabilní složky), atd. Analýzu kvality předpovědi můžeme provádět vesměs jednoduchými statistickými metodami, i když v některých složitějších případech se mohou ukázat tyto metody jako nedostačující. Základní informace o kvalitě předpovědi nám poskytne zejména matematický rozklad střední kvadratické chyby předpovědi od skutečnosti, který dokáže oddělit jednotlivé systematické (deterministické) složky chyb předpovědi od reziduální náhodné složky. K analýze kvality předpovědi můžeme využít i jednoduché statistické metody. Dalším důležitým nástrojem pro analýzu vlastností prediktoru jsou tzv. diagramy prognózy a skutečnosti (tzv. PS diagramy). Regresní a korelační analýzou PS (předpověď/skutečnost) diagramů a matematickým rozkladem střední kvadratické chyby lze získat separovatelné "deterministické" složky a oddělit tak "čistou" náhodnou chybu (tzv. bílý šum), která charakterizuje kvalitu prediktoru.

Existuje celá řada testů kvality prediktoru založených jak na jednoduchých statických metodách (např. index korelace nebo koeficient korelace), tak na jednoduchých dynamických metodách analýzy (např. tzv. Triggův koeficient a další metody). Kromě těchto jednoduchých základních statistických metod jsou využívány i složitější a náročnější metody analýzy kvality předpovědi, a to zejména v případě využívání ekonometrických modelů.

Samotný průběh reálného ekonomického procesu může být do značné míry závislý a ovlivněný předpovědi, a být predeterminován předpovědi (plánem, očekáváním,

---

<sup>4</sup> Tato náhodná veličina je někdy označována jako „bílý šum“, pokud má následující vlastnosti: její střední hodnota je rovna nule, má konstantní rozptyl a není autokorelovaná.

komplotem subjektů nebo i pouhým fixlováním, tj. např. dodatečnými úpravami výsledků směrem k předpovědi, atd.).

Proto je zapotřebí analyzovat do jaké míry je skutečnost na předpovědích závislá. Opět zde můžeme využít jak statické prostředky regresní a korelační analýzy nebo dynamické prostředky odvozené z některých dynamických adaptivních metod (např. statistických metod exponenciálního vyrovnávání).

Je třeba si uvědomit, že všechny veličiny jsou u nestacionárního dynamického systému opakovaných postupných předpovědí nutně rovněž nestacionárně dynamické, a to jak reálné hodnoty, tak i jejich předpovědi, a tedy rovněž i složky kvality předpovědí dynamického prediktoru (a to jak střední kvadratická odchylka předpovědí od skutečnosti, tak i její jednotlivé separovatelné složky (tj. systematické či předvídatelné odchylky předpovědí od skutečnosti) či lépe řečeno zjištěné střední hodnoty těchto složek).

## **7 Časový horizont předpovědi**

Dalším důležitým problémem, se kterým je třeba se vypořádat je časový horizont předpovědí. Je třeba říci, že vývoj ekonomických procesů a veličin lze s dostatečnou spolehlivostí předvídat pouze na mnohem kratší časový horizont (např. vývoj ceny konkrétního výrobku snad jen max. na 1 až 3 roky) než procesy technického a technologického rozvoje (např. rozvoj produktivity zhruba na 5 i více let).

Podobně, ekonomické agregáty lze úspěšněji předvídat na delší dobu než základní ekonomické veličiny, ze kterých byly odvozeny. Je třeba si uvědomit, že plánování (tj. deterministické určování jediné konkrétní varianty budoucího vývoje) na velmi dlouhé období je velmi obtížně realizovatelné, a proto z dlouhodobého hlediska jsou metody prognózování účinnější než jakékoliv metody plánování, neboť dlouhodobě má plán jen nepatrný vliv na vývoj ekonomických veličin.

Z dlouhodobého hlediska nakonec převládá neurčitost a nejistota. Úspěšnost některých, zejména jednoduchých statistických metod, rychle klesá s délkou časového horizontu předpovědi. Naopak ekonometrické (kauzální) metody mají větší šanci při dlouhodobějších předpovědích, nicméně zde hrají již roli i možné scénáře či hypotézy budoucího vývoje, takže interpretace výsledků ekonometrického modelu je pak závislá na variantě budoucího rozvoje, kterou bereme v úvahu, a tedy v tomto smyslu se již jedná o podmíněnou předpověď.

## **8 Efektivnost a spolehlivost předpovědi**

Veličiny, jež v logistice předvídáme, jsou svým charakterem náhodnými veličinami a jsou mnohdy vzájemně stochasticky závislé a mají dynamický a často i nestacionární charakter, a proto nejsme schopni jejich chování zcela přesně a úplně popsat. Proto

neexistuje systém, který by mohl zaručit absolutní spolehlivost předpovědí budoucích událostí. Každý systém předpovědí, tj. prediktor (jako např. ekonometrický model, jednoduchá statistická metoda, člověk-expert, atp.), se může ve svých předpovědích mýlit, a tedy funguje s určitou předpovědní chybou. Zdrojem chyb může být nejen vlastní náhodný proces, jehož události se snažíme předvídat, ale i sama metoda či použitý predikční model může být dodatečným zdrojem chyb předpovědí.

Nejběžnější používanou mírou přesnosti u opakovaných kvantitativních předpovědí je střední kvadratická chyba (rozptyl) předpovědí od skutečnosti. Čím je střední kvadratická chyba u opakovaných předpovědí větší, tím je kvalita, tj., spolehlivost předpovědí nižší.

Další obvykle používanou mírou relativní variability odchylek předpovědí od skutečnosti je tzv. variační koeficient (podíl standardní odchylky a průměru), který umožňuje vzájemné srovnávání různých náhodných veličin.

Jestliže nelze žádným jiným způsobem (např. získáním dodatečných informací, použitím vhodnější statistické metody, nebo využitím lepšího experta, atp.) snížit střední kvadratickou odchylku předpovědí od skutečností, pak musíme tuto střední kvadratickou odchylku považovat v dané situaci za dále již neodstranitelnou (reziduální) variabilitu samotného procesu předvídání.

Při opakujících se předpovědích se jednotlivé předpovědi obvykle liší od skutečnosti. Systematické velikosti těchto rozdílů, tj. střední kvadratické chyby předpovědí, jsou v praxi často závislé:

- na volbě modelu předvídání (např. jednoduchý statistický model může dávat větší chyby nežli odpovídající ekonometrický model, i když tomu může být i naopak),
- velikost střední kvadratické chyby opakovaných předpovědí obvykle roste v závislosti na délce časového horizontu (proporcionálně, podproporcionálně, nadproporcionálně), čím je delší časový horizont předpovědí, tím větší budou i střední hodnoty chyb předpovědí,
- na volbě stupně agregace; agregáty (např. celkových tržeb podle sortimentu, teritoria, atp.) mnohdy poskytují spolehlivější (přesnější) předpovědi než základní veličiny (předpovědi celkových tržeb vytvářených součtem předpovědí jednotlivých dílčích tržeb všech položek sortimentu), tj. s růstem stupně agregace roste formální spolehlivost (tj. jistota, že předpovědi budou relativně přesné), ale současně s růstem stupně agregace roste i neurčitost těchto předpovědí (např. nevíme, zda jednotlivé položky uvnitř sortimentní skupiny se budou vyvíjet stejně jako celá sortimentní skupina). Obecně platí, že agregace vede ke ztrátě informací obsažených v původních základních souborech měřených dat. Podobný problém jako u agregace vzniká i při využití metody

- reprezentantů, kdy jedna „typická“ položka sortimentu nahrazuje při předpovědích celou skupinu jednotlivých příbuzných položek,
- na volbě velikosti souboru (např. na počtu dotazovaných osob).

V praxi se mohou vyskytovat případy, kdy opakované předpovědi jsou buď systematicky (tj. v průměru) nadhodnocené či podhodnocené. Systematické nadhodnocování či podhodnocování předpovědí nemusí nutně diskvalifikovat daný prediktor, neboť lze obvykle tyto systematické chyby následně eliminovat při vytváření konečné verze předpovědí.<sup>5</sup>

Dalším důležitým činitelem kvality předpovědí je „významnost“ předpovědi určité veličiny vzhledem k řešenému problému. V praxi nestačí jenom získávat přesné či spolehlivé předpovědi, je rovněž zapotřebí, aby současně byly tyto předpovědi důležité, resp. významné. Významnost vytvořených předpovědí lze sice do určité míry testovat i některými statistickými metodami<sup>6</sup>, ale v obecném případě je třeba významnost předpovědí posuzovat různými analytickými metodami, a to v závislosti na řešeném problému.

### **Ztrátová funkce**

S odchylkami předpovědí od skutečností jsou v ekonomických systémech spojeny určité ztráty (resp. dodatečné náklady). Tyto ztráty lze vyjádřit jako funkci odchylek předpovědí od skutečností. Jestliže nastane větší odchylka, pak obvykle bude větší i tato ztráta. Označme tento vztah mezi velikostí této odchylky a ztrátami jako ztrátovou funkci. Ztrátová funkce může mít nejrůznější průběh, může být např. symetrická nebo asymetrická (viz obr. symetrického a asymetrického průběhu).

Předpokládejme, že v ekonomickém systému je možné definitivní cílovou hodnotu prognózy (resp. plánovanou hodnotu) určit do jisté míry nezávisle na původní prognóze určené prognostickým systémem (např. prognosticky stanovenou hodnotu poptávky můžeme z různých důvodů záměrně snížit, statisticky zjištěný střední očekávaný termín dodávky můžeme naplánovat odlišně, atd.) a že ztrátová funkce je v ekonomickém systému je vyvolávána odchylkami skutečné realizace od této cílové hodnoty a nikoliv od původní prognózy.

Za ekonomicky optimální předpověď (tj. efektivní očekávání) budeme považovat takovou cílovou hodnotu prognózy, při níž se v ekonomickém systému dosahuje minimální hodnoty ztrátové funkce.

Je možno ukázat, že v případě symetrické ztrátové funkce bude touto optimální cílovou hodnotou vždy statisticky optimální předpověď (tj. nevychýlená střední hodnota, jejíž

---

<sup>5</sup> Platí zde analogie se střelením z malorážky, kdy dáme přednost zbrani, která při střelbě na terč sice systematicky vychyluje od středu, ale má malý rozptyl, nežli jiná, která vykazuje sice vycentrovaný, ale zato velký rozptyl. Dobrý střelec dokáže systematickou výchylku eliminovat.

<sup>6</sup> Využití statistických metod testování hypotéz, testování kvality intervalových předpovědí získaných jednoduchou nebo vícenásobnou regresní analýzou nebo analýzou časových řad (např. "pásy spolehlivosti", „hladiny významnosti“), ad.

odchylky vytvářejí tzv. bílý šum). V případě nesymetrické ztrátové funkce se může cílová hodnota předpovědi odlišovat od statisticky optimální předpovědi.

Budeme-li předpokládat normální rozdělení odchylek předpovědí od skutečnosti, pak pro symetrickou ztrátovou funkci budou optimálními cílovými hodnotami v ekonomickém systému jejich statisticky nevychýlené prognózy, tj. prognózy s nulovou odchylkou (viz další obr.). Kdyby se cílové hodnoty systematicky odlišovaly od nejlepších (tj. nevychýlených) předpovědí, pak by ekonomický systém, který využívá tyto prognózy k rozhodování, dosahoval vyšší ztráty nežli je nezbytně nutné.

Jinak tomu bude v případě, když ekonomický systém dosahuje vzhledem k odchylkám skutečnosti od tzv. cílové hodnoty tzv. nesymetrické ztráty (např. dodávky po termínu plnění mohou být penalizovány, na rozdíl od dodávek před termínem plnění). V takových případech lze uvažovat o možnosti optimalizace ztrát, tj. o stanovení optimální cílové hodnoty prognózy, která je rozdílná od její statisticky optimální hodnoty.

## **9 Metody předvídání založené na extrapolaci časových řad**

Jestliže se jedná o předvídání postupně se opakujících se výskytů (realizací) veličiny, která vytváří časovou posloupnost hodnot (např. posloupnost realizací dodací lhůty, posloupnost vývoje cen určitých výrobků nebo materiálů, posloupnost vývoje peněžních kurzů, atp.), pak můžeme k tvorbě předpovědí využít jednoduchých statistických metod k předvídání tohoto vývoje. Jejich společným nedostatkem je skutečnost, že jsou založeny výhradně na minulých, tj. historických údajích časové řady. Všude tam, kde tato závislost na minulosti není dostatečně výrazná je použití těchto metod problematické.

Lze využít některé z následujících jednoduchých metod:

- extrapolace metodou klouzavých průměrů,
- extrapolace metodou exponenciálního vyrovnání (prvního nebo vyššího stupně),
- extrapolace metodou regresní analýzy (lineární i nelineární),
- extrapolace metodou analýzy časových řad.

### **Metoda prostých klouzavých průměrů**

Spočívá v postupném výpočtu aritmetických průměrů z po sobě jdoucích prvků posloupnosti hodnot dané veličiny, a to tak že při každém dalším výskytu postupně posouváme interval, ze kterého nové průměry vypočítáváme. Průměry, tj. nové předpovědi, tedy vypočítáváme z určitého vhodně zvoleného počtu posledních realizací výskytu veličiny. Více různých předpovědí můžeme získat z dané řady tím, že vypočítáváme nové průměry (předpovědi) při různé délce zvoleného intervalu (např. roční interval nebo 1/2 roční interval z měsíčně měřených určovaných údajů). Volba délky intervalu je rozhodnutím, které by mělo být založeno na testování a analýze

kvality předpovědi. Metoda klouzavých průměrů je natolik jednoduchá a všeobecně známá, takže není nutné ji zde ilustrovat. I přes svoji jednoduchost může tato metoda, za příznivých okolností, dávat docela dobré výsledky, tj. dostatečně kvalitní předpovědi.

### **Metoda vážených klouzavých průměrů**

Představuje rozšířenou variantu předchozí metody o číselné váhy přiřazené jednotlivým členům časové posloupnosti v uvažovaném intervalu.

### **Metody prosté (jednoduché) regresní analýzy**

Jsou všeobecně velmi dobře známy. Bývají součástí softwarového vybavení počítačů, obvykle tabulkových procesorů (např. EXCEL, SPSS atd.). Uživatel snadno aplikuje tuto metodu na jakoukoliv časovou řadu a může použít jak lineární, tak i nelineární regresní analýzy spočívající v aproximaci (proložení) hodnot časové řady nejvhodnější přímkou nebo jinou standardní křivkou (parabola, exponenciální křivka, atd.), tj. takovou, která pro každý druh zvolené křivky co nejtěsněji přiléhá k hodnotám časové řady (metodou nejmenších čtverců).

Metody regresní analýzy jsou v podstatě statické, i když je lze do určité míry dynamizovat vhodnou volbou intervalu, ze kterého regresní analýzu postupně vypočítáváme (obdobně jako při volbě intervalu pro výpočty klouzavých průměrů). Statické vlastnosti regresní analýzy spočívají v tom, že přikládají stejnou důležitost (váhu) časově vzdáleným minulým údajům jako údajům nedávno minulým.

Pro tyto své vlastnosti nebyvají metody regresní analýzy vždy tím nejvhodnějším prostředkem pro získávání předpovědi (při velké délce zvoleného intervalu na časové řadě pak převažuje, naráží tato metoda při extrapolaci na vysokou "setrvačnost", resp. malou "flexibilitu" odhadu ovlivněnou minulými daty a volbou druhu regresní křivky, a naopak při volbě příliš krátkého intervalu se může dostavit značné nadhodnocování nebo podhodnocování předpovědi).

Zkrátka, regresní metody nejsou dostatečně ohebné (flexibilní), aby spolehlivě odrážely význam posledních událostí oproti starým údajům, což ve většině případů u opakujících se předpovědí časových řad požadujeme. Využívání těchto metod se jeví ve srovnání s následujícími jednoduchými metodami exponenciálního vyrovňování poněkud těžkopádné. Za příznivých podmínek však mohou tyto metody předvídání dávat docela kvalitní předpovědi.

Regresní analýza bývá doprovázena ještě korelační analýzou, která spočívá ve vyjádření míry v jaké zvolená regresní funkce "přiléhá" k hodnotám časové řady. Index determinace (resp. jeho odmocnina: index korelace; nebo koeficient korelace v případě volby lineární regrese) udává stupeň těsnosti empirických hodnot vůči regresní křivce. Hodnota indexu korelace je definována v intervalu (0,1). Jestliže se index korelace blíží 1, pak se jedná o vysokou míru těsnosti a naopak, jestliže se blíží 0, pak je míra

těsnosti nízká. Vysoká míra těsnosti nám sice poskytuje vyšší naději na kvalitní předpověď získanou extrapolací pomocí zvolené křivky, ale nijak nám tuto kvalitu nezaručuje.

Výpočet indexu korelace (resp. koeficientu korelace) pro zvolený interval a zvolenou křivku při regresní analýze empirických hodnot časové řady má z hlediska analýzy kvality postupných předpovědí jen částečný význam. Neřeší totiž otázku kvality zvoleného prediktoru (v tomto případě konkrétního regresního modelu), tj. systému postupných předpovědí ve vztahu k jejich postupným realizacím, nýbrž pouze stupeň těsnosti zvoleného typu křivky při jediné extrapolaci pro zvolený interval časové řady. Proto je třeba zkoumat analýzu kvality prediktoru samostatně, a to ze vztahů postupných předpovědí vytvořených daným prediktorem (postupnými extrapolacemi) a jejich realizací (empirickými hodnotami). Analýza kvality prediktoru, jako samostatný krok prognostického procesu, bude popsán dále.

### **Metody prosté (jednoduché, jednorozměrné) extrapolace časových řad**

Mohou poskytovat relativně lepší prognózy nežli použití prosté (jednoduché) regresní analýzy na časovou řadu. Jsou schopny analyzovat zejména trendy, sezónnost a případně i hospodářské cykly. Poskytují i prostředky pro tvorbu nejen bodových předpovědí, ale také i tzv. „intervalových“ předpovědí s předem požadovanou spolehlivostí (danou koeficientem spolehlivosti, resp. hladinou významnosti. Časový horizont předpovědí lze rozšířit i na několik budoucích časových period.

### **Metody exponenciálního vyrovnávání**

Jsou ve srovnání s předcházejícími metodami mnohem pružnější a předpovědi se mohou lépe přizpůsobit dynamice procesu. Vzhledem k tomu, že přes svoji jednoduchost nejsou širší veřejnosti v oblasti managementu dostatečně známé, uvedeme zde jejich stručný výklad.

a) metoda exponenciálního vyrovnávání 1. stupně:

je založena na myšlence, že odhad budoucí neznámé hodnoty dalšího prvku nějaké časové statistické řady získáme na základě známých hodnot dosavadních prvků tak, že tento nový odhad odvodíme z odhadu za období právě minulé, korigované o část chyby, které jsme se při minulém odhadu dopustili. Tato myšlenka je dána výrazem:

$$P_j = P_{j-1} + a(S_{j-1} - P_{j-1}) \quad (1)$$

kde

$P_j$  .... prognóza na  $j$ -té období

$S_j$  .... skutečnost v  $j$ -tém období

$a$  .... koeficient v intervalu  $0 < a < 1$ , jímž se určuje do jaké míry má chyba v minulé předpovědi korigovat novou prognózu; je-li  $a = 0$ , pak se prognóza nekoriguje, čili systém je na aktuální změnu necitlivý. Je-li  $a = 1$ , pak se chyba minulé předpovědi promítá plně. Koeficient  $a$  určuje hodnotu váhy, kterou přisuzujeme jednotlivým minulým údajům, jak lze zjistit po úpravě výrazu (1) na tvar:

$$\begin{aligned} P_j &= P_{j-1} + aS_{j-1} - aP_{j-1} \\ P_j &= aS_{j-1} + (1-a)P_{j-1} \end{aligned} \quad (2)$$

Veličinu  $P_{j-1}$  je ale možno obdobně jako  $P_j$  vyjádřit vztahem:

$$\begin{aligned} P_{j-1} &= aS_{j-2} + (1-a)P_{j-2} \\ P_{j-2} &= aS_{j-3} + (1-a)P_{j-3} \end{aligned}$$

atd.

Zpětným dosazením do výrazu pro  $P_j$  pak dostaneme pro  $n$  minulých období:

$$P_j = [a S_{j-1} + a(1-a)S_{j-2} + a(1-a)^2 S_{j-3} + \dots + a(1-a)^{n-1} S_{j-n}] + (1-a)^n P_{j-n} \quad (3)$$

Z uvedeného tvaru vidíme, že metoda exponenciálního vyrovňování přisuzuje minulým údajům tím menší váhu, čím jsou staršího data, přičemž tyto váhy se zmenšují exponenciálně - odtud se odvozuje i název této metody. V této své základní podobě je tato metoda málo citlivá na trendový vývoj, a to vzhledem k tomu, že není schopna predikovat hodnotu vyšší, než je nejvyšší v minulosti naměřená hodnota.

b) metoda exponenciálního vyrovňování 2. stupně:

Tato metoda byla vypracována v několika variantách. Vzhledem k tomu, že některé z těchto variant mají spíše teoretický než praktický význam a při praktickém použití narážejí na určité nesnáze [viz lit.], které zde nebudu uvádět, uvedu zde pouze jednu prakticky použitelnou variantu spočívající v zavedení oscilací do modelu, a to tak, že do modelu zavedeme zpoždění u proměnné  $P$ :

$$P_j = aS_{j-1} + 2(1-a)P_{j-1} - (1-a)P_{j-2} \quad (4)$$

tento výraz lze upravit na:

$$P_j = a S_{j-1} + (1-a)(2P_{j-1} - P_{j-2}) \quad (5)$$

Je zřejmé, že je-li  $P_{j-1} = P_{j-2}$ , tj. jestliže je trend nulový, přechází výraz na tvar jednoduchého exponenciálního vyrovňování podle vzorce (2). Je-li  $P_{j-1} > P_{j-2}$ , pak vykazuje řada vzestupný trend, je-li  $P_{j-1} < P_{j-2}$ , pak vykazuje řada sestupný trend. Metoda exponenciálního vyrovňování 2. stupně je mnohem citlivější na změny úrovně než metoda exponenciálního vyrovňování 1. stupně a odstraňuje již zmíněný nedostatek spočívající nemožnosti překročení max. dosažené skutečné hodnoty (resp. podkročení min. skutečné hodnoty) a je tedy schopna poskytovat predikce i vyšších (event. nižších) hodnot než byly dosud dosaženy. Tato zvýšená citlivost se však může ukázat v některých případech jako nežádoucí.

## 10 Jednoduchá kritéria kvality predikce

Při systematickém vytváření prognóz budoucího chování určité veličiny se obvykle nespokojíme s jedinou metodou či jediným modelem, nýbrž se snažíme vytvářet prognózy této veličiny pomocí určitého počtu prediktorů zahrnutých do portfolia prediktorů, a to především podle kritéria jejich úspěšnosti. Rozsah tohoto portfolia sestaveného z úspěšných prediktorů závisí na rozhodnutí uživatele, který posoudí kvalitu predikcí jednotlivých prediktorů (modelů, lidí, metod, atd.) a provádí doplnění,



modifikace či eliminace prvků tohoto portfolia, a to nejen s ohledem na kvalitu předpovědí, ale také na možnosti hospodárného využívání jednotlivých prediktorů, možností získávání informačních zdrojů, atd. Kriterium kvality předpovědí je však nejdůležitějším faktorem tohoto rozhodování.

Existuje celá řada metod pro hodnocení kvality předpovědí. Jedním z nejdůležitějších je Triggův koeficient, jenž je velmi rychlým, ale poněkud jednostranným testem kvality předpovědí. Používá se ve dvou variantách:

- 1. varianta: má statické vlastnosti, tj. je vhodná pro stacionární procesy, ale může být snadno dynamizována podobně jako metoda klouzavých průměrů,
- 2. varianta: je v dynamické formě odvozené z metody exponenciálního vyrovnání 1. stupně.

1. varianta: je založena na odchylce  $d$  a absolutní odchylce  $|d_i|$  předpovědí od skutečností. Označme:

$$\begin{aligned} d_i &= S_i - P_i \\ |d_i| &= |S_i - P_i| \end{aligned} \quad (6)$$

přičemž  $i=1,2,\dots,n$ .

Pro stacionární proces je kriteriem kvality Triggův koeficient  $k$ , pro který platí:

- 1)  $-1 < k < 1$
- 2) jestliže  $k = 0$ , pak odchylky  $d_i$  skutečností od předpovědí se v průměru vyrovnávají, tj. předpovědi jsou nevychýlené,
- 3) jestliže  $0 < k < 1$ , pak jsou předpovědi v průměru nižší než skutečnosti, tj. předpovědi jsou podhodnoceny,
- 4) jestliže  $-1 < k < 0$ , pak jsou předpovědi nadhodnoceny.

2. varianta: v případě nestacionárního dynamického procesu lze opět využít metody exponenciálního vyrovnávání.

V obou variantách koeficient  $k$  vyjadřuje tendence prediktoru k chybným predikcím, jestliže se  $k$  blíží 1 nebo -1. Jestliže se  $k$  blíží 0, pak jsou předpovědi nevychýlené. Triggův koeficient (nazývaný též signálem chybných predikcí) je rychlým prostředkem jak získat informace o kvalitě předpovědí. Při velkém počtu prognózovaných položek, jako je tomu u zásobovacích systémů (v obchodních domech jsou např. desetitisíce položek, které je třeba prognózovat), je možno využít počítače k rychlé signalizaci překročení tolerance, která může být předem pro hlášení výjimek nastavena (např. v rozmezí od -0,8 do +0,8).

Bohužel tento jednoduchý prostředek neposkytuje hlubší analýzu k posouzení kvality prediktoru a není schopen dostatečně rozlišit systematické a náhodné chyby prediktoru. Tyto možnosti poskytují další metody: analýza diagramů prognózy a skutečnosti,

matematický rozklad střední kvadratické chyby (tj. analýza rozptylu), statistické testování hypotéz, ad.

## 11 Předvídání poptávky s využitím ekonometrického modelu

Předpověď budoucí poptávky je velmi často výchozím bodem pro další důležitá logistická rozhodnutí. Prognóza poptávky má mnoho aspektů:

- věcné (jednotlivé výrobky a služby, jejich agregáty: spotřební zboží atd.),
- časové periody (dny, týdny, měsíce, roky),
- časový horizont: (krátkodobý, střednědobý, dlouhodobý),
- dynamika (trendy, sezónnost, hospodářské cykly, stacionární a nestacionární vývoj),
- teritoriální (obce, regiony, státy, atd.),
- tržní (jednotliví zákazníci, jejich skupiny, tržní segmenty, atd.),
- sociálně-psychologické (móda, spotřební návyky, tradice, atd.),
- sociálně-ekonomické (uspokojování potřeb, míra nezaměstnanosti, příjmy atd.),
- sociálně-politické (stávky, krize, politické změny, války, atd.),
- technicko-technologické (vznik nových výrobků, technologií a substitutů),
- statisticko-stochastické (vzájemné závislosti a korelace mezi jednotlivými aspekty prognózy, různá pravděpodobnostní rozdělení chyb předpovědí, atd.).

Základní statistické metody předvídání (např. regresní analýza, metody exponenciálního vyrovnávání, a d.) nevyžadují při sestavení konkrétního modelu jakoukoliv dílčí nebo obecnou ekonomickou teorii, nýbrž vycházejí přímo z empirických dat. Ekonometrické metody však naopak k vytvoření konkrétního modelu vyžadují analýzu kauzálních vztahů mezi veličinami, a tedy tím i určitou dílčí nebo obecnou ekonomickou teorii. Tento rozdíl je možno charakterizovat jako kauzální (ekonometrický model) nebo nekauzální (statistický model) přístup k předvídání.

Ekonometrický model, který byl vytvořený za účelem předvídání, může vycházet jak z „klasické“, tj. standardně uznávané teorie, tak i z „teorie“ vytvořené ad hoc, tj. pro daný případ, aniž by aspiroval na úplný teoretický popis jevů v oblasti, ve které hodlá některé ekonomické veličiny předvídat. Tak např. při předvídání velikosti poptávky nemusí nutně vycházet z pojetí vztahů mezi poptávkou a nabídkou, tak jak je popisuje ekonomická teorie, nýbrž se spokojí s jednodušším modelem, který vychází z kauzálního vztahu např. mezi velikostí poptávky, cenou a spotřebitelským důchodem.

Ekonometrický model může být v obecném případě využit:

- pro předvídání budoucího vývoje ekonomických veličin, resp. jeho možných variant,
- pro testování platnosti ekonomických hypotéz (resp. teorií),

- pro posouzení důsledků určité hospodářské politiky (např. důsledků hospodářské politiky vlády nebo i jiných subjektů).

Ekonometrické modely pro předvídání mohou být využity na různých úrovních popisu ekonomického systému, tj. na úrovni makroekonomické (např. vývoj HDP a jeho částí), mezzoeconomické (vývoj v konkrétním odvětví či oboru) a mikroekonomické (vývoj některých ukazatelů konkrétního podniku nebo organizace). Modely na nižších úrovních mohou využít výsledků analýz získaných na vyšších úrovních (vývoj inflace nebo vývoj cen určitého výrobního oboru, atd. mohou být využity při vytvoření ekonometrického modelu na úrovni podniku).

Hlavní kroky při sestavení ekonometrického modelu pro předvídání jsou následující:

- 1) Vybrat vhodnou teorii vysvětlující ekonomické chování zkoumaného ekonomického systému a rozhodnout, které ekonomické veličiny (proměnné) jsou předmětem našeho zájmu. Veličiny, jejichž chování je třeba vysvětlit na základě chování jiných veličin, považujeme za endogenní. Veličiny, jejichž chování vysvětluje chování endogenních veličin, považujeme za exogenní. Endogenní veličiny jsou výstupem z modelu, kdežto exogenní veličiny jsou vstupem do modelu a jsou tedy určovány mimo námi vytvořený model zkoumaného ekonomického systému.
- 2) Zapsat tuto teorii ve formě simultánní soustavy rovnic, které popisují vzájemné vztahy mezi proměnnými. Je přitom nezbytné rozhodnout i o případném časovém zpoždění u jednotlivých proměnných. Může zde být využito matematického aparátu jak diferenčních, tak diferenciálních rovnic.
- 3) Nalézt vhodná historická data pro exogenní i endogenní proměnné, a to taková, která nejvíce odpovídají teoretickému konceptu použitého modelu. Použitá data mnohdy upravujeme (např. agregace údajů, očištění od trendů a sezonních vlivů, očištění časových řad od extrémních hodnot vzniklých mimořádným příčinami, atd.).
- 4) Sestavení a výpočet ekonometrického modelu:
  - a) Zjištění hodnot dosud neznámých parametrů soustavy rovnic, a to použitím vhodné statistické metody, např. metody nejmenších čtverců (s využitím historických dat).
  - b) Zjistíme počáteční hodnoty jednotlivých proměnných zvolené soustavy rovnic v okamžiku předpovědi (některé mohou být určeny na základě evidence, jiné mohou být výsledkem samostatných předpovědí, atd.).
  - c) Pokud jsou k předpovědím hodnot endogenních proměnných zapotřebí i předpovědi budoucích hodnot exogenních proměnných, pak tyto získáme nejlépe některou standardní statistickou metodou (např. extrapolací časové řady pomocí regresní analýzy, metodou exponenciálního vyrovnávání apod.)

- d) Výpočtem parametricky ohodnocené soustavy rovnic z počátečních podmínek a příp. i z budoucích hodnot exogenních proměnných (viz krok 4c) generujeme předpovědi budoucích hodnot endogenních proměnných.
  - e) modelem získané předpovědi hodnot endogenních (výstupních) proměnných podrobíme další statistické analýze uvedené v bodě (5)
- 4) Vyhodnotíme spolehlivost a efektivnost předpovědi použitím vhodných statistických nástrojů (např. Triggův koeficient, analýza a rozklad rozptylu, analýza diagramů předpovědi/skutečnosti a dalšími metodami).
  - 5) Event. vyloučíme předpovědi, které jsou technicky či ekonomicky nemožné či zcela nepravděpodobné. V takovém případě obvykle upravujeme původní podmínky modelu (parametry, soustavu rovnic, počáteční podmínky apod.) a opakujeme předchozí kroky.
  - 6) Provedeme event. následnou korekci předpovědi (na základě výsledků v kroku 5) a event. také i „zpětné“ úpravy takto získané předpovědi (trendy, sezonnost, atp.), tj. opačně vzhledem k úpravám provedeným v kroku 3. Eventuálně také posoudíme efektivnost, resp. optimalitu předpovědi vzhledem k nákladům, ziskům či ztrátám, které mohou mít i asymetrický průběh vůči kladným či záporným chybám v předpovědi, a podle této analýzy příslušně upravíme předpověď. Tyto korekce mohou mít i subjektivní důvody, které vznikají v důsledku širšího posouzení celkového problému.
  - 7) Využijeme „upravenou“ předpověď k rozhodování nebo ke konkrétnímu účelu (např. oficiální zveřejnění předpovědi apod.).

Pro ilustraci výše uvedených kroků uvažujme o předpovědi s využitím jednoduchého ekonometrického modelu velikosti poptávky po alkoholických nápojích:

1. Vybrat vhodnou teorii pro vyjádření velikosti poptávky. Budeme předpokládat, že velikost poptávky je dána funkcí:

$$q=f(p,Y) \tag{7}$$

kde  $q$  je velikost poptávky po alkoholických nápojích,  $p$  je relativní průměrná cena alkoholických nápojů (relativní vůči průměrné cenové hladině),  $Y$  je reálný spotřebitelský důchod (celkový, tj. nikoliv průměrný na obyvatele). Vzhledem k tomu, že zde nejsou explicitně uvedeny časové údaje, je zřejmé, že se jedná o model bez časového zpoždění, takže vlivy exogenních proměnných  $p$  a  $Y$  na endogenní proměnnou  $q$  jsou simultánní (tj. současné).

2. Nyní vybereme konkrétní „soustavu“ rovnic, která nejlépe odpovídá charakteru zkoumaného ekonomického systému. Zřejmě se jedná v tomto případě o výběr jediné rovnice, která bude nejlépe odpovídat popisu chování poptávky po alkoholických

nápojích. K tomu je obvykle zapotřebí několika dílčích úvah, abychom nakonec zvolili tu nejvhodnější rovnici (resp. soustavu). Předpokládejme nejdříve, že chování velikosti poptávky je dáno jednoduchým vztahem

$$q_t = \alpha \frac{Y_t}{p_t}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (8a)$$

Tento model můžeme interpretovat tak, že velikost poptávky je přímo závislá na velikosti celkového reálného spotřebitelského důchodu a nepřímo úměrná relativní průměrné ceně alkoholického nápoje. Koeficient  $\alpha$  svou velikostí zabraňuje tomu, aby se pilo „na dluh“, tj. nad rámec důchodu. Protože se „na dluh“ ani v minulosti nepilo, lze očekávat, že po ohodnocení velikosti parametru na základě historických dat bude postupná velikost parametru  $\alpha$  statisticky vyrovnána (např. využitím regresní analýzy) na konstantu  $\alpha$ , která bude pravděpodobně nižší než jedna. Tento koeficient  $\alpha$  vlastně vyjadřuje poměr, v jakém se celkový reálný důchod použije na spotřebu alkoholických nápojů. Po nahrazení konstantního parametru  $\alpha$  za variabilní  $\alpha$  dostáváme vhodný model pro předvídání:

$$q_t = \alpha \frac{Y_t}{p_t}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (8b)$$

I když bychom se mohli již nyní spokojit s výše uvedenou formulací modelu poptávky, která se zdá být logickým vyjádřením kauzálních vztahů, pokusme se poněkud kritičtěji podívat na výše uvedený vztah. Zdá se, že při této jednoduché formulaci byla opomenuta určitá stránka chování spotřebitelů vzhledem k pružnosti ceny a pružnosti důchodu. Lze totiž racionálně očekávat, že spotřebitelé reagují nejen na relativní úroveň ceny, resp. úroveň důchodu, nýbrž dokonce i na změny této úrovně, což je možno vyjádřit koeficienty pružnosti. Z toho důvodu přeformulujeme původní model takto

$$q_t = \alpha \frac{Y_t^\lambda}{p_t^\beta}, \quad \alpha, \beta, \lambda > 0 \quad (9)$$

Tento model se interpretuje již poněkud obtížněji. Např. již není jasné, zda můžeme velikost parametru  $\alpha$  omezit hodnotou jedné nebo zda by dokonce nemohl být zcela vypuštěn, čímž bychom snížili počet parametrů v rovnici. Parametr  $\alpha$  raději zachováme, a to spíše z matematických důvodů než z důvodů snadnosti ekonomické interpretace, neboť při absenci tohoto parametru by při praktickém předvídání mohly vztahy (9) produkovat méně kvalitní předpovědi.

Výpočetní tvar modelu získáme po logaritmování vztahu (9) ve tvaru lineární logaritmické funkce:

$$\log q = \log \alpha - \beta \log p + \lambda \log Y + u \quad (10)$$

Kde parametry  $\beta$ ,  $\lambda$  jsou cenová a důchodová pružnost velikosti poptávky a parametr  $\alpha$  je násobící člen původního modelu (9). Člen  $u$  vyjadřuje souhrnný vliv dalších vesměs náhodných faktorů, které nebyly zahrnuty do modelu a o kterých současně předpokládáme, že je jich značně veliký počet a že jejich vliv na výslednou předpověď se vzájemně kompenzuje a lze ho tedy do jisté míry při tvorbě předpovědi zanedbat. Pokud by se ale při testování kvality předpovědi ukázalo, že se nejedná o reziduální bílý

šum, pak by i tento člen bylo vhodné zachovat a pokusit se o jeho předvídání (tzn. pokusit se v rovnici identifikovat další faktor, jehož zahrnutím by se snížila střední kvadratická chyba). V „úloze předvídání“ lze tento zbytkový faktor odhadnout a spokojíme se s tím, že se podílí na opravě původní předpovědi. V úloze „testování ekonomické teorie“ je zapotřebí tento zbytkový faktor dále interpretovat a pokusit se o jeho další rozklad a event. zjištění skutečných ekonomických faktorů, které ho podkládají.

3. Nyní k problému dat. V ideálním případě bychom mohli požadovat přesná a prvotně zjišťovaná data. Bohužel taková data nejsou obvykle k dispozici. Většina publikovaných dat vzniká kompromisem mezi různými potřebami různých uživatelů dat - ekonomů, úřadů, podnikatelů, vládních institucí, atd. Dále, pojem alkoholický nápoj by bylo vhodné upřesnit: víno, pivo, tvrdý alkohol je nutno přepočítávat na společné měrné jednotky čistého alkoholu, což zajistí deformuje skutečné vztahy v poptávce. Dále, prakticky je nezbytné v modelu použít agregátní údaje, a to jak u důchodu, tak i co do množství a ceny, což vede k dalším nepřesnostem ve vyjádření poptávky. To ale znamená, že i způsob vyjádření dat se podílí na reziduálním šumu, který však není v tomto případě zcela reziduální, neboť si dovedeme představit zpřesnění, které bychom mohli dosáhnout při předpovědích pomocí neagregovaných prvotních údajů, což se může ukázat jako prakticky neuskutečnitelné nebo neefektivní. Dále, téměř všechny oficiálně zveřejňované údaje jsou neúplné (např. nebývají podchyceny všechny prodeje malých firem či dokonce „šedé“ ekonomiky (pašované zboží). Existuje celá řada dalších problémů s daty (např. preferování výběrových šetření před šetřením typu úplný census, problémy s metodickými aj. chybami při zjišťování dat, atd.)

4. a) Zjištění (resp. statistický odhad) dosud neznámých konstantních parametrů  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$ . Obvyklou metodou je některá z variant metody regresní analýzy, v tomto případě např. dvojrozměrné lineární regresní analýzy, vzhledem k tomu, že máme dvě lineární proměnné ve vztahu (10).

b) počáteční hodnoty exogenních proměnných v okamžiku předpovědi získáme v tomto případě podle následujícího bodu (c).

c) v našem případě, vzhledem k tomu že se jedná o simultánní (tj. současný) vliv exogenních proměnných  $p$  a  $Y$  na endogenní proměnnou  $q$ , musíme získat nejdříve předpovědi obou těchto exogenních proměnných některou statistickou metodou uplatněnou na časové řady těchto proměnných (např. metodami analýzy časových řad, metodami exponenciálního vyrovňování, Box-Jenkins metodou a d.).

d) Můžeme se pokusit o výběr nejvhodnější metody uplatněním statistických kritérií a testů.

5. Generujeme předpověď s využitím soustavy rovnic, s ohodnocenými parametry a stanovenými počátečními podmínkami. Pokud však bychom ovšem řešili úlohu z pozice vládních ekonomů, mohli bychom poněkud modifikovat zadání úlohy tím, že bychom např. mohli považovat hodnotu  $p$  za plně nebo částečně regulovatelnou

(prostřednictvím spotřebitelské daně), čímž by se počet odhadovaných exogenních veličin zredukoval na důchod  $Y$ .

## **12 Zavádění prognostických metod do podniku a organizace prognostických činností**

Je třeba říci, že prognostická činnost v každém podniku v určité formě obvykle již existuje (jako součást soustavy plánování a rozpočtování, cenových kalkulací, marketingu, řízení nákupu materiálů či zboží, atd.), jde tedy pouze o to tyto činnosti vzájemně zkoordinovat, rozšířit a zlepšit jejich prognostickou úspěšnost, a tím dosáhnout určité konkurenční výhody v podnikání. Jestliže chceme vybudovat dobře fungující prognostickou soustavu v podniku, pak se musíme držet určitých osvědčených organizačních zásad. Prognózování by především v podniku nemělo zvýšit počet pracovníků tím, že by se stalo činností nad rámec dosavadních, nýbrž by mělo být vykonáváno jednak centralizovaně a jednak i decentralizovaně, a to prakticky s tímtež počtem pracovníků, který je k dispozici, mění se pouze náplň jejich zaměření. Centralizovaně lze zařadit prognózování např. do útvaru podnikového marketingu nebo strategického řízení rozvoje podniku a decentralizovaně do různých podnikových útvarů, které v rámci svých specializovaných činností určité formy prognostických činností zabezpečují (např. útvary cenových kalkulací, finančního plánování, atd.) nebo do útvarů marketingových oddělení závodů a příp. i dalších. Nemělo by dojít ke zvýšení počtu pracovníků při zařazení této funkce - otázky koordinace jsou rozhodující.

### **A) přípravná fáze**

Je nezbytné připravit implementaci prognostiky řadou organizačních kroků. Především je třeba určit cíle a předmět prognostické činnosti (např. prognostické scénáře technického rozvoje podniku, prognózování cenového vývoje vstupů a výstupů, prognózování vývoje úplných výrobních a logistických nákladů, prognózování různých finančních ukazatelů, platební schopnosti podniku, atd.).

Pro ilustraci organizačních opatření zde předpokládejme, že cílem prognostické činnosti je odhad cenového vývoje vstupů (surovin, materiálů, energie, mezd, atd.) a výstupů (výrobků a služeb) v některém hutním podniku. Tyto odhady cenového vývoje budou využity pro další podnikové analýzy (analýzu vývoje cash flow, cost-benefit analýzu, investiční analýzu, atd.).

Organizačně je nutné stanovit útvar, který se bude prognózováním cenového vývoje zabývat a bude metodicky i věcně tento proces v podniku zabezpečovat a koordinovat (např. útvar podnikového marketingu). Hlavní role tohoto centrálního prognostického útvaru je především koordinační, včetně některých zabezpečovacích funkcí (např. zabezpečování informačních zdrojů, vydávání zpráv, organizování prognostických seancí, poskytování počítačové podpory apod.).

Vlastní realizací prognostické činnosti je však vhodné pověřit interdisciplinární tým složený z podnikových i externích odborníků z různých profesí. Realizační tým by mohl být složen z 5-7 pracovníků, kteří budou zavedení prognostiky cen realizovat:

- pracovník marketingu (metodik pro analýzu poptávky),
- pracovník výsledných a plánových kalkulací (metodik cenových kalkulací),
- zástupce odbytu závodu (metodik prodeje),
- pracovník technického rozvoje závodu (metodik rozvoje závodu),
- externí konzultant pro prognózování cen (odborník z vysoké školy nebo výzkumného ústavu).

Dílčí kroky:

1. Ustavení realizačního týmu a určení vedoucího týmu.
2. Školení zainteresovaných vedoucích pracovníků a pracovníků realizačního týmu v problematice prognózování cen.
3. Určení prognostického centra (útvaru) jehož vedoucí zodpovídá za úspěšné zavedení prognostiky cen do podniku. Jemu bude zodpovídat vedoucí realizačního týmu. Centrum zabezpečuje, podporuje a kontroluje přípravu a realizaci prognózování, shromažďuje základní informační prognostické zdroje a distribuuje je účastníkům týmu a dalším zainteresovaným osobám, pomáhá organizovat schůzky týmu, zajišťuje počítačovou podporu, projednává problémy s vedením podniku a závodu, atd.
4. Výběr objektu prognózování (výrobku či reprezentanta skupiny výrobků, včetně tržních segmentů, kterých se bude prognóza týkat), cílů prognózování a jeho etap, stanovení prognostických period a časových horizontů prognózy (např. 1/4, 1/2, 1, 2 roky), pracovních postupů realizačního týmu a prognostických seancí (brainstorming nebo delphi metoda), výběr způsobů predikce (tj. jednotlivých prediktorů, kterými mohou být jak matematické modely, jednotlivé osoby nebo skupiny lidí, či kombinace předchozích).
5. Určení a získání potřebných informačních zdrojů a způsobů zjišťování informací. Jde o vytvoření zpravodajské sítě, která systematickým způsobem získává a zpracovává informace pocházející z různých zdrojů (o vývoji poptávky a nabídky v jednotlivých segmentech trhu, cenách konkurence, používaných výrobních a logistických technologiích, atd.).
6. Výběr konkrétních prognostických metod (regresních modelů, modelů exponenciálního vyrovnání prvního a vyššího stupně, atd.), postupů a forem predikce (např. skupinová nebo individuální prognóza, brainstorming, Delphi metoda, atd.).



7. Vytipování prognostických ukazatelů (cenových či nákladových indexů či kalkulací, subjektivních odhadů, kolektivních odhadů, intervalů, limitů, atp.).
8. Určení časových horizontů cenové prognózy a period opakování prognóz. Lze doporučit, aby na začátku byl přijat režim čtvrtletních opakování prognostických seancí a časové horizonty byly stanoveny takto: 1/4, 1/2, 1 a 2 roky.
9. Určení používaných metod testování a analýzy kvality předpovědí (diagramy skutečnosti a předpovědí, koeficienty korelace či determinace, Triggův koeficient, střední kvadratická chyba a její matematický rozklad, další statistické testy, atd.).

#### B) fáze zavedení

Zahájení pravidelné (např. čtvrtletně opakované) prognostické činnosti pro jeden vybraný výrobek (reprezentant) a jeden tržní segment (či příp. pro všechny tržní segmenty). Vytvoří se pro každý časový horizont několik predikcí různými prediktory (různé modely, osoby, kolektivy). Po uplynutí časového horizontu (1/4, 1/2, 1, 2 roky) se testuje a vyhodnocuje kvalita předpovědi jednotlivých prediktorů. Neúspěšné prediktory jsou eliminovány nebo zlepšovány (změny parametrů, proces učení u lidí, zlepšení a zvýšení informovanosti, atd.).

Úkolem centrálního pracoviště je připravovat agendu pro prognostické seance, výpočty modelů, atd. Úkolem členů realizačního týmu je spolupracovat na tvorbě a vyhodnocování předpovědí, hledání informací a jejich zdrojů, zlepšování metodiky prognóz, aktualizace portfolia prediktorů (predikcí), atd. Po prognostických seancích a výpočtech pomocí modelů se jednotlivé postupy a informace vyhodnocují, upravují parametry v modelech, způsoby komunikace mezi členy týmu, atd.

Závěrečnou fází cyklických (opakovaných prognóz v jednotlivých prognostických obdobích) je oficiální vyhlášení výsledků prognózy (tj. prognózovaný vývoj ceny v jednotlivých periodách budoucího vývoje až do max. časového horizontu prognózy) a výsledků testování kvality prognóz (podle úspěšnosti jednotlivých prediktorů: matematických modelů a metod či osob nebo kolektivu). Výsledky se vnitropodnikově zveřejní pro využití v řízení. Zvažují se i výsledky ostatních druhů prognóz (finančních, kapitálových, technických a technologických, atd.). Závěrem se vydá v každém období zpráva, která obsahuje veškeré hlavní předpovědi, podmínky, za nichž jsou předpovědi učiněny, zhodnocení nejen kvantitativní (statistické) i kvalitativní (jako názor prognostického týmu). Tato zpráva vydaná prognostickým centrem bude vydávána pravidelně (např. kvartálně).

Postupně bude docházet k rozšiřování spektra prognózovaných výrobků, procesů a veličin. Později se zavede i metodika vytváření scénářů možné budoucnosti podniku a jeho okolí, takže předpovědi veličin budou svázány s pravděpodobným scénářem

budoucnosti (využití stochastických rozhodovacích stromů, atd.). Rozhodující bude vazba podnikových prognóz na prognózy odvětví hutní výroby jako celku či jednotlivých výrobních oborů, které danému podniku konkurují.

### 13 Rámcový algoritmus prognózování cen

1. krok:

Vytvoření prognostického centra v podniku (včetně zpravodajské informační sítě zaměřené na problematiku cen). Určení organizačních podmínek, vytvoření týmu prognostiků, stanovení periodických seancí (např. kvartálních), organizačního zabezpečení metod a režimu předvídání (včetně počítačové podpory), určení jednotlivých časových horizontů prognóz (např. 1/4, 1/2, 1, 2 roky) a další podmínky.

2. krok:

Sběr důležitých informací a jejich přeměna v systematicky udržované údaje (tj. vytvoření a udržování databáze údajů týkajících se cenové problematiky).

3. krok: Analýza, vyhodnocení a posouzení jejich závažnosti vzhledem připravované seanci prognózy.

4. krok: Příprava a realizace prognostické seance (organizační, informační a počítačové zabezpečení). Paralelně se připraví některé z následujících druhů prognóz:

a) prognostické cenové kalkulace (s využitím počítačového modelu)

b) prognózy s využitím jednoduchých statistických metod:

- extrapolací regresní analýzou (lineární i nelineární regrese),
- exponenciální vyrovnávání prvního a vyššího stupně.

c) prognózy s využitím ekonometrických modelů (založené na ekonomicko-matematickém modelování funkcí nabídky a poptávky firmy nebo odvětví).

d) subjektivní metody prognózy (expertní odhady, metoda DELPHI, metoda brainstormingu) zaměřené na:

- přímý odhad budoucího vývoje ceny v jednotlivých úsecích časového horizontu,
- prognózy různých faktorů budoucnosti (získané metodou SWOT či případně i dalšími metodami BOX analýzy),
- sestavení scénářů vývoje budoucnosti s odhadem pravděpodobností podél jednotlivých větví stochastického rozhodovacího stromu a výpočtem finálních pravděpodobností jednotlivých větví.

e) prognózy s využitím multiprediktorů (kombinací předchozích dílčích prediktorů vznikne několik navzájem různých multiprediktorů).

5. krok: Statistické testování kvality prediktorů a multiprediktorů.

6. krok: Oficiální vyhlášení nejspolehlivější předpovědi:

- týmové posouzení kvality prediktorů a multiprediktorů s ohledem na výsledky statické či dynamické analýzy kvality,
- týmové vyhodnocení nejlepšího prediktoru či multiprediktoru podle různých časových horizontů predikce,
- oficiální vyhlášení jednotlivých hodnot predikce pro jednotlivé časové horizonty s event. korekcí po odsouhlasení v prognostickém týmu.

7. krok: Rozhodnutí o zařazení nových a vyřazení neúčinných prediktorů či multiprediktorů z portfolia prediktorů (s ohledem na pracnost obsluhy celého portfolia).

8. krok: Běžné využívání nově stanovené prognózy cen v podnikovém plánovacím a strategickém rozhodovacím systému (výpočty cash-flow, cost/benefit analýzy, investiční analýzy apod.).