

## 1. VYMEDZENIE POJMU OPERAČNÁ ANALÝZA

**Operačná analýza, operačný výskum** („*Operational Research*“ príp. „*Operations Research*“ resp. „*Management science*“) je **rozsiahly súbor relatívne samostatných oblastí, zameraných na analýzu a riešenie rozličných druhov rozhodovacích problémov**. Podstata operačného výskumu = slovné pomenovanie „*výskum operácií*“. Operačná analýza nachádza aplikácie všade tam, kde sa jedná o analyzovanie problémov, ***optimálne rozhodovanie*  $\Rightarrow$  *efektívne riadenie*** činností a procesov v rámci určitého, jednoznačne vymedzeného, systému.

**Operačná analýza = súhrn vhodných metód a nástrojov pre získanie exaktných podkladov, ktoré možno využiť pre nájdenie optimálneho rozhodnutia.**

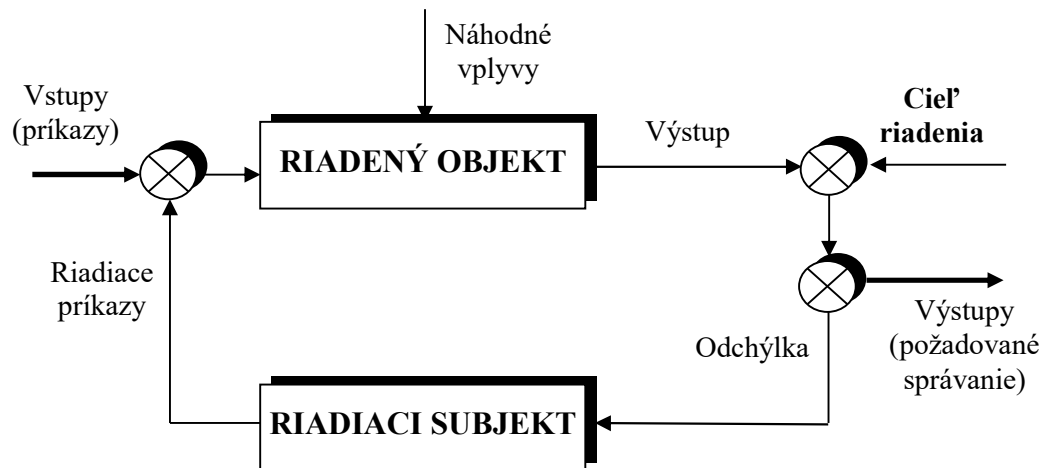
Napomáha manažérovi pri objektivizácii riadenia komplexných systémov.

Pre pochopenie podstaty procesu optimalizácie v rozhodovaní je nutné objasniť základné chápanie pojmov „optimálny“ a „optimalizácia“, najmä v spojitosti s pojmi ako „optimálne riadenie“ a „optimálne rozhodovanie“.

## 2. RIADENIE ZLOŽITÝCH SYSTÉMOV

**Riadenie** = každé cieľavedomé pôsobenie riadiaceho subjektu (rozhodovateľ) na riadený objekt (systém). Pri riadení systému sú významné tri základné pojmy a to: **cieľ riadenia**, **riadiaci subjekt (rozhodovateľ)** a **riadený objekt (systém)**.

Zjednodušená schéma pre proces riadenia (obr. 1.1).



Obr. 1.1. Základná schéma riadenia.

**Príklad: riadenie zložitého systému, napr. činnosť fakulty vysokej školy**

- 1. Vstupy (vstupné veličiny)** = kvalita prijímaných študentov, štruktúra fakulty, kvalifikácia a odbornosť vedecko-pedagogického zboru, úroveň materiálneho / finančného zabezpečenia činnosti fakulty, súvis riešených projektov so študijnými programami, apod.
- 2. Cieľ riadenia** = transformácia vstupov - študentov na čo najkvalitnejšie výstupy - absolventov, ktorí sú schopní tvoriť pridanú hodnotu v študovanom odbore.
- 3. Transformácia vstupov na výstupy** = prebieha formou výučby, samostatnej študijnej a odbornej činnosti študentov, praktických zamestnaní, ale aj preverovania znalostí atď.
- 4. Okolie systému** = vybrané náhodné činitele, ktoré manažment fakulty (riadiaci subjekt), nedokáže výraznejšie ovplyvňovať, ale na vplyv ktorých musí v riadení reagovať, napr. zmeny požiadaviek na trhu práce, existujúca školská legislatíva a jej zmeny, pridelené rozpočtové prostriedky a pravidlá nakladania s nimi, sociálna situácia v spoločnosti apod.
- 5. Výstupy (požiadavky na systém)** = ak absolventi štúdia určený cieľ (profil absolventa) nespĺňajú, je nutné do systému zasiahnuť - vykonať zmeny, napr. skvalitnenie prijímacieho konania študentov, zvýšenie kvality, kompetencií a činnosti učiteľov, zlepšenie materiálneho

*vybavenia (modernizácia laboratórií, skvalitnenie e-learningovej podpory, prepojenie štúdia na prax, dovybavenie technikou a softvérovou podporou) a ďalšie.*

V každom systéme riadenia musí byť zaistený zber, prenos a spracovanie informácií. Riadiaci subjekt musí vhodne spracované informácie vyhodnotiť, na základe toho vykonať rozhodnutie, ale aj zaistiť realizáciu a kontrolu prijatého **rozhodnutia**.

Pojem **rozhodovanie** je jeden zo základných pojmov v oblasti operačnej analýzy.

### 3. ROZHODOVANIE V SYSTÉME RIADENIA

Kľúčom k riadiacej zodpovednosti je **rozhodovanie**. Platí: „*Kto nič nerobí, nič nepokazí, ale ani nič nevyrieši*“. Pokiaľ chceme niečo zlepšovať, zmeniť, vytvoriť - musíme realizovať určité rozhodnutia.

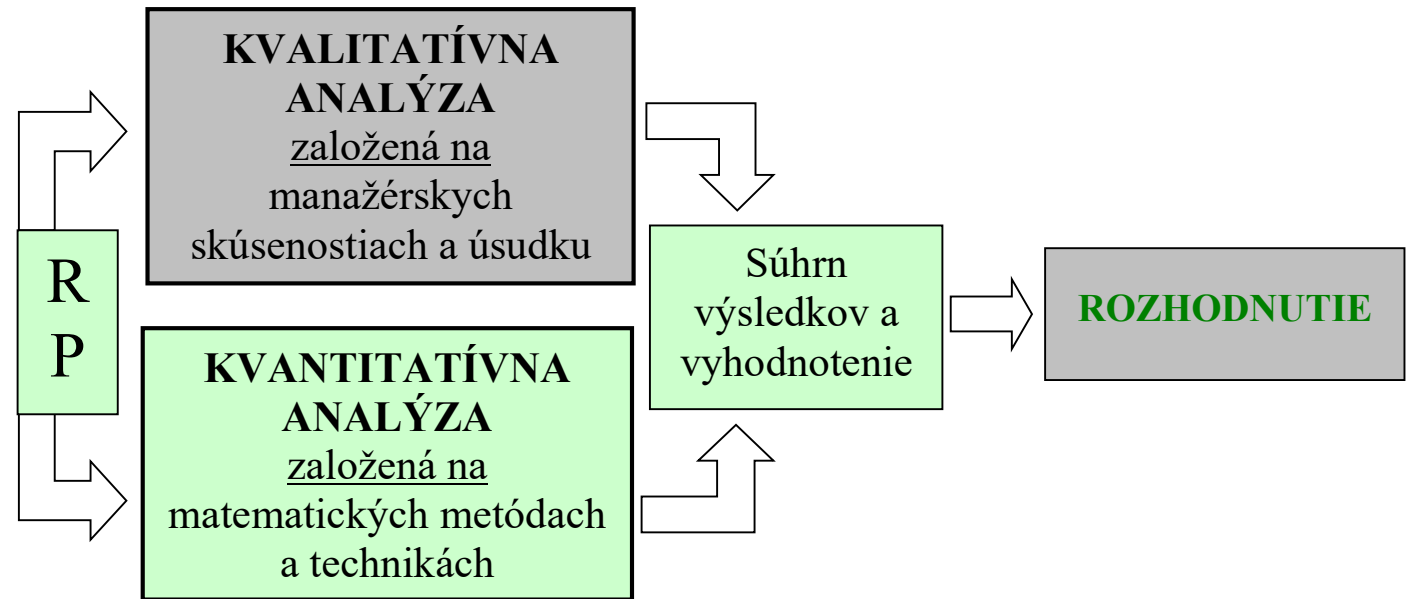
Rozhodovací proces začína obvykle vtedy, keď tomu, kto má rozhodnúť (**rozhodovateľ, manažér**), vznikne určitý **rozhodovací problém (RP)**.

Každý rozhodovací problém možno analyzovať dvomi základnými prístupmi.

- **Kvalitatívna analýza** – rozbor RP je realizovaný iba na základe znalostí a osobných skúseností rozhodovateľa. Rozhodnutia sa posudzujú z hľadiska ich dopadov na riadený systém, ale *bez využitia priamych kvantitatívnych prepočtov*. Takéto prepočty často nie sú (vzhľadom na množstvo alebo nejasnú definíciu všetkých vstupujúcich činiteľov) možné. ***Rozhodujúce sú preto najmä znalosti, skúsenosti, správny odhad, ale často aj intuícia rozhodovateľa.***
- **Kvantitatívna analýza** – rozbor RP je realizovaný prostredníctvom kvantitatívnych údajov, t.j. informácií a parametrov, ktoré *je možné kvantifikovať (vyjadriť v numerickej podobe)*. Na základe poznania takýchto parametrov a predpokladaných väzieb medzi nimi je možné zostaviť tzv. ***kvantitatívny (matematický) model*** skúmaného systému a jeho vyriešením získať numerické údaje, vhodné pre objektívne rozhodnutie. ***Rozhodujúce sú znalosti matematických techník a schopnosti zostaviť „adekvátny kvantitatívny model RP“.***

***Poznámka:*** pojem „vhodný“ predstavuje dostatočne jednoduchý (dostupnými nástrojmi riešiteľný), ale reálnemu systému stále primerane odpovedajúci = relevantný model.

Rozhodovací proces možno zjednodušene definovať schémou (obr.1.2).



**Obr.1.2** Všeobecná schéma rozhodovacieho procesu

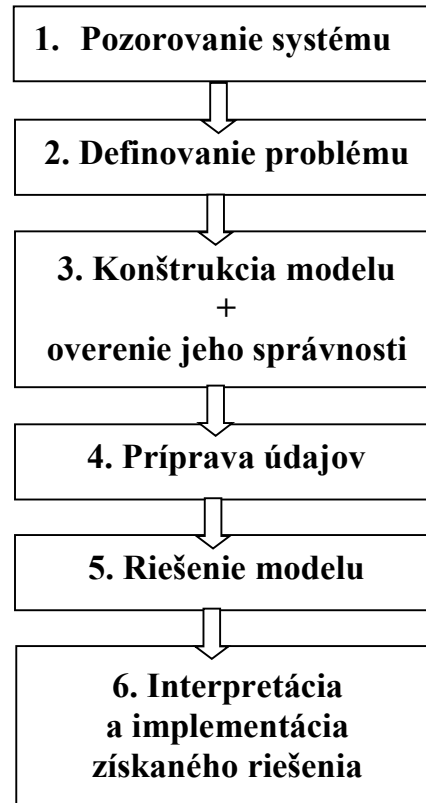
Obvykle sa realizuje a implementuje iba jeden z týchto prístupov.

Ktorý z prístupov je vhodnejší?? To závisí hlavne od **zložitosti RP, jeho dôležitosti**, ale aj **znalostí a schopností rozhodovateľa**.

Pri rozhodovaní je obvykle nutné získať množinu **vhodných riešení** (získaných na základe *kvalitatívneho* alebo/aj *kvantitatívneho prístupu*)  $\Rightarrow$  konečné **rozhodnutie**.

**Dôvody pre využívanie kvantitatívneho prístupu pri rozhodovaní:**

- ***RP je nový a manažér nemá s jeho riešením predchádzajúce skúsenosti*** a preto rozhodovateľ (manažér) vyžaduje výsledky kvantitatívnej analýzy, aby mal k dispozícii relevantné vstupy pre svoje ďalšie úvahy.
- ***RP je veľmi dôležitý*** (napríklad vyžaduje vysoké náklady) a manažér potrebuje mať dôkladnú analýzu ešte pred vyslovením rozhodnutia.
- ***RP je výrazne zložitý*** a preto manažér, bez pomoci špecialistov, ktorí problém sformulujú do vhodného modelu, nedokáže nájsť žiadne “dobré riešenie”.
- ***RP sa opakuje*** a preto manažér šetrí čas a úsilie tým, že rutinné rozhodnutia vykoná podľa už v minulosti overených a aplikovaných kvantitatívne založených postupov.



**Všeobecný postup kvantitatívnej analýzy (obr.1.3).**

- 1. Pozorovanie systému** – v rámci systému je nutné najskôr RP identifikovať; potrebné spoznať systém = dôkladné pozorovanie celého systému - zvnútra, zvonku  $\Rightarrow$  identifikovanie prvkov systému a väzieb medzi nimi.
- 2. Definovanie problému** – identifikovaný RP je nutné čo najpresnejšie špecifikovať a systém zdefinovať = zistiť všetky súvislosti a činitele, ktoré majú na riešený problém vplyv a ktoré môžu ovplyvniť jeho riešenie.
- 3. Konštrukcia (tvorba) modelu** – tvorba modelu závisí hlavne na druhu RP. Členenie jednotlivých základných modelov operačnej analýzy bude uvedené neskôr.

**Obr.1.3** Proces kvantitatívnej analýzy rozhodovacieho problému



**Neustále overovanie správnosti (verifikácia) modelu** - začína už vo fáze tvorby modelu RP a pokračuje až do konca jeho analýzy. *V každej fáze práce s modelom RP je nutné overovať, či je navrhnutý model adekvátny pozorovanému systému.*

**4. Príprava údajov** - pre zaistenie objektívnosti riešenia RP je nutné mať k dispozícii všetky potrebné údaje. *Fáza získavania a prípravy údajov je veľmi dôležitá, nakoľko s nepresnými údajmi prináša aj správne definovaný model nesprávne výsledky.*

**5. Riešenie modelu** - spočíva v nájdení najlepšie vyhovujúceho (t.j. *optimálneho*) riešenia = podľa vopred určeného cieľa (kritéria). Často, najmä pri zložitých RP, je možné určiť iba tzv. *heuristické* (kompromisné = približné, čo možno najlepšie) riešenie. *Samotné riešenie RP je už viac-menej iba technická záležitosť. Úlohou rozhodovateľa je už iba výber vhodného softvérového nástroja. Preto musí mať aspoň základnú predstavu o softvérových riešeniach, vhodných pre konkrétne typy RP.*

**6. Interpretácia výsledkov** – výsledkom riešenia modelu je obvykle iba množina určitých číselných údajov. Získané kvantifikované číselné charakteristiky je nutné správne interpretovať na podmienky riešeného RP. *Táto etapa je pre menej skúseného*

*rozhodovateľa často problematická - dokáže síce teoretický model RP definovať, matematicky vyriešiť, avšak nevie, čo získané údaje v skutočnosti (pre reálne modelovaný systém) znamenajú. Obvykle to súvisí najmä s nepochopením podstaty riešeného modelu alebo použitých premenných v ňom.*

**Implementácia rozhodnutia** – predstavuje vlastnú realizáciu riešenia v podmienkach reálneho systému. Táto fáza už nesúvisí priamo s operačnou analýzou, ale z hľadiska riadenia (manažmentu) je to krok najvýznamnejší. Veľa výborných riešení sa nakoniec neuplatní, nakoľko zodpovední pracovníci nie sú schopní riešenia presadiť v praxi.

### Účel využitia teórie rozhodovania a jej metód

Znalosť a vhodná aplikácia metód optimálneho rozhodovania môže poskytnúť exaktne určené **podklady pre kvalifikované a zdôvodniteľné rozhodovanie.**

**Rozhodovací proces (rozhodovanie)** = nenáhodná voľba jedného z množiny tzv. *prípustných riešení*, realizovaná na základe premysleného a zdôvodneného postupu.

## 4. ROZDELENIE METÓD ROZHODOVANIA

Z hľadiska stupňa využitia exaktne definovaných postupov pri formulácii a zdôvodnení rozhodnutia rozdeľujeme metódy rozhodovania do 3 skupín a to na metódy:

- empirické
- exaktné a
- heuristické (zmiešané).

### 4.1 Empirické metódy rozhodovania

Empirické metódy rozhodovania (empíria = skúsenosť) sú **založené na poznaní oblasti rozhodovacieho problému a vlastnej skúsenosti rozhodovateľa**. Kvalita rozhodnutia závisí najmä na kvalifikácii, skúsenostiach, poznatkoch o systéme, ale aj na aktuálnej dispozícii rozhodovateľa.

1. Metóda „**Trial and Error**“ (*pokusy a omyly*) – základná metóda empirického rozhodovania. V klasickom ponímaní predstavuje náhodnú postupnosť rozhodnutí s

následným vyhodnotením toho, ako činnosť riadeného objektu (t.j. správanie sa systému) po realizácii uvedeného rozhodnutia splňa požadovaný cieľ riadenia.

Za rozhodnutie, ktoré bude nakoniec realizované sa zvolí to riešenie, pri ktorom je *odchýlka skutočného správania sa riadeného systému od požadovaného stavu (cieľa riadenia) minimálna.*

2. Metóda „**Brainstormingu**“ (*búrenie mozgov*) – rozhodovacia technika, pri ktorej je *subjektívne rozhodnutie jednotlivca nahradené rozhodnutím, ktoré vzniklo kolektívnou analýzou RP.* Kolektívna diskusia je obvykle vedená podľa špecifických pravidiel, ktorých cieľom je vyprovokovať účastníkov k formulovaniu vlastných predstáv o možnostiach riešenia úlohy. Prezentované predstavy sú následne podrobené analýze a z nej vyplývajúcej kritike jednotlivých návrhov. V závislosti na kvalifikácii a tvorivom potenciáli zúčastnených je možné nájsť vhodné riešenia aj relatívne komplikovaných rozhodovacích problémov. Analýza problému tímom odborníkov (expertov), môže do určitej miery subjektivitu pri empirickom rozhodovaní významne znížiť.

## 4.2 Exaktné metódy rozhodovania

**Exaktné rozhodovanie** = *súhrn činností pre určenie „najlepšieho“ rozhodnutia pri ktorých využívame vedecky podložené princípy a metódy..*

**Podstata exaktného rozhodovania** = *možnosti modelového zobrazenia a matematického riešenia (algoritmizácia) modelu rozhodovacieho problému.* Primárnou úlohou exaktných metód je určiť z množiny možných riešení RP také riešenie, ktoré vzhľadom na stanovený cieľ rozhodovania, vyhovuje najlepšie. Výhodou je, že exaktné metódy poskytujú široký priestor na uplatnenie výpočtovej techniky.

Za exaktné metódy rozhodovania považujeme takmer všetky metódy a algoritmy pre popis, analýzu a riešenie RP v rámci **operačnej analýzy**

Náplňou predmetu budú najmä úlohy *matematického programovania (lineárne, celočíselné), distribučné problémy, základy teórie grafov, sieťová analýza, ale aj tzv. viackriteriálne hodnotenie variantov, ktoré patria medzi najvýznamnejšie tzv. deterministicky definované modely operačnej analýzy.*

### 4.3 Heuristické (zmiešané) metódy rozhodovania

„**Heuristický**“ = výraz charakterizujúci postup založený sčasti na subjektívnom hodnotení (úsudku), ktorého výsledky sa však ďalej spracovávajú exaktnými postupmi (algoritmami) tak, aby mohlo byť vyslovené čo najobjektívnejšie rozhodnutie.

Heuristické (zmiešané) metódy rozhodovania sú **prienikom medzi empirickým a exaktným prístupom k rozhodovaniu**. Logický základ tvorí postupné spoznávanie modelovaného systému a dôležitých podmienok, ktoré umožňujú jeho účelné riadenie.

Súčasťou heuristických prístupov sú rôzne matematicko-štatistické metódy, vrátane teórie pravdepodobnosti. Typickými nástrojmi sú **rozhodovacie stromy, rozhodovacie tabuľky** alebo postupy **rozhodovacej analýzy v podmienkach rizika, či neistoty**.

V manažérskej praxi predstavujú heuristické prístupy racionálny kompromis. Nakoľko čerpajú aj z praktických znalostí, skúseností a poznania riadeného systému sú v praxi značne obľúbené. Ich realizácia je obvykle záležitosťou odborných tímov a nie ako výsledok rozhodovania jednotlivca.

## 5. ZÁKLADNÉ PRINCÍPY OPTIMALIZÁCIE

Všetky skupiny metód rozhodovania smerujú k spoločnému cieľu a tým je získanie objektívnych a zdôvodniteľných – **najlepších možných = optimálnych** – rozhodnutí.

Významnú časť rozhodovacích metód preto tvoria tzv. **optimalizačné postupy**. Ich účelom je zvoliť z množiny všetkých tzv. **prípustných riešení (rozhodnutí)** také, ktoré bude z určitého pohľadu – tzv. **kritéria** - najvhodnejšie a preto bude vopred určeným požiadavkám a obmedzeniam – t.j. **cieľu optimalizácie**, vyhovovať najlepšie.

Význam pojmov „optimálny“ a „optimálne riešenie“ budeme v operačnej analýze chápať ako **určenie takých riešení, ktoré najlepšie vyhovujú stanovenému kritériu.**

Príklad: **návrh plánu výroby, pri ktorom bude dosiahnutý maximálny zisk** znamená, že **riešením je stanovenie plánu výroby** (výrobný program) a **kritériom optimálnosti bude maximálny zisk z realizácie výrobného programu**, príp. to môžu byť aj minimálna vyťaženosť strojov / pracovníkov pri zadanom objeme výroby a pod.

Problematika optimalizácie je v zásade problémom *hľadania extrémov funkcií* – t.j. *takých hodnôt riešenia, ktoré prinesú extrémnu (MAX alebo MIN) hodnotu vhodne zvolenej účelovej funkcie.*

Základné princípy tzv. extremalizácie funkcií sú najčastejšie založené na teórii:

- **voľných extrémov funkcií** a hlavne
- **viazaných extrémov funkcií.**

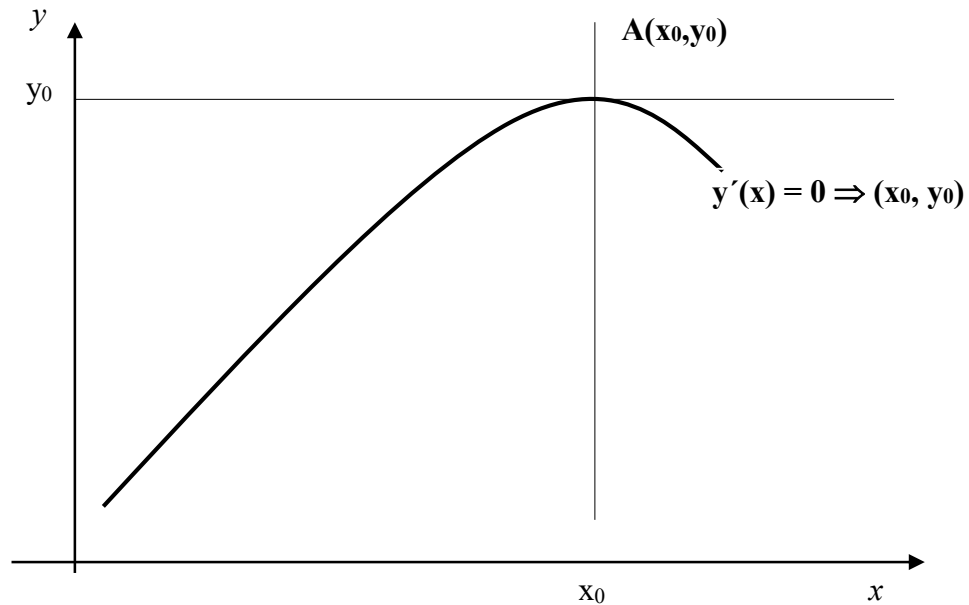
### 5.1 Voľné extrémny funkcií

Problematika určovania tzv. *voľných extrémov funkcií* jednej / viac premenných je detailne rozpracovaná vo vyššej matematike. Vo všeobecnosti však platí:

*Extrém (maximum alebo minimum) priebehu funkcie y o jednej premennej (obr. 1.5) určujeme z podmienky, že derivácia funkcie je rovná nule ( $y' = 0$ ).*



Skutočnosť, či ide o MAX alebo MIN jednoznačne určuje znamienko druhej derivácie funkcie ( $y''=0$ ). Platí: ak  $y'' > 0$  - ide o extrém **MIN (minimum)**, ak je hodnota  $y'' < 0$  – jedná sa o extrém **MAX (maximum)**.



**Obr.1.5.** Extrém funkcie o jednej premennej

**Príklad 1.1:** Určite, ktorý z obdĺžnikov s obvodom  $O = 20$  má najväčší obsah!

*Riešenie:* Označme strany obdĺžnika  $a$  a  $b$ . Pre jeho obsah  $S$  potom platí  $S = a \cdot b$  a jeho obvod bude  $O = 2 \cdot (a + b)$ . Zo vzťahu pre  $O$  je možné vyjadriť napr.  $b = \frac{O}{2} - a$  a po jeho dosadení do vzťahu pre výpočet  $S$  dostaneme

$$S = a \cdot \left( \frac{O}{2} - a \right) = \frac{O}{2} \cdot a - a^2 \quad \text{pre všetky } a \in (0, O/2).$$

Z podmienky  $\frac{dS}{da} = 0$  dostaneme  $\frac{O}{2} - 2 \cdot a = 0 \Rightarrow a = \frac{O}{4}$  a dosadením do vzťahu pre  $b = \frac{O}{2} - a$  dostaneme  $b = \frac{O}{4}$ .

**Interpretácia výsledkov:** maximálny obsah má štvorec ( $a = b$ ), tzn. po dosadení  $S = 25$ .

V praxi sa vyskytujú aj úlohy, keď *na jednej premennej závisia dve i viac funkcií súčasne*, a ktoré dosahujú svojich extrémnych hodnôt pri rôznych hodnotách takejto nezávislej premennej.

Napríklad: majme všeobecne zadanú funkciu  $n$  – premenných  $y = f(x_1, x_2 \dots x_n)$ ; súradnice extrému  $x_1^{(0)}, x_2^{(0)} \dots x_n^{(0)}$  dostaneme ako riešenie sústavy  $n$  – rovníc, tvorených rovnicami parciálnych derivácií funkcie podľa jednotlivých premenných a teda platí

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial x_2} = 0, \quad \dots \quad \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0.$$

**Príklad 1.2:** Určite rozmery hranatej nádrže so zadaným objemom  $V$  tak, aby jej povrch  $P$  (dno a štyri steny) bol minimálny.

*Riešenie:* Označme rozmery dna  $x$  a  $y$  a výšku nádrže  $z$ . Pre jej objem platí vzťah

$$V = x \cdot y \cdot z$$

a pre povrch nádrže platí

$$P = x \cdot y + 2 \cdot x \cdot z + 2 \cdot y \cdot z.$$

Ak z rovnice pre  $V$  vyjadríme  $z = \frac{V}{x \cdot y}$  a dosadíme do rovnice pre  $P$ , pre povrch bude platiť

$$P = x \cdot y + \frac{2 \cdot V}{y} + \frac{2 \cdot V}{x}.$$

Jednotlivé parciálne derivácie funkcie  $P$  potom budú v tvare

$$\frac{\partial P}{\partial x} = y - \frac{2 \cdot V}{x^2} = 0 \quad \text{a} \quad \frac{\partial P}{\partial y} = x - \frac{2 \cdot V}{y^2} = 0.$$

Po ich úprave dostaneme:  $x^2 \cdot y = 2 \cdot V$  a  $x \cdot y^2 = 2 \cdot V$ .

Podielom oboch výrazov dostaneme  $\frac{x}{y} = 1$ , z čoho vyplýva  $x = y$ . Po dosadení platí

$$x - \frac{2 \cdot V}{x^2} = 0 \quad \Rightarrow \quad x = \sqrt[3]{2 \cdot V} = y \quad \Rightarrow \quad z = \frac{V}{\left(\sqrt[3]{2 \cdot V}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{V}{4}}.$$

**Interpretácia výsledkov:** Optimálne je, aby podstava nádrže bola štvorcová ( $x = y$ ). Napríklad pre zadanú hodnotu  $V = 32$  je optimálne riešenie  $x = y = 4$  a  $z = 2$ .

## 5.2 Viazané extrémny funkcií

Problematika *viazaných extrémov funkcií* (t.j. *extrémy, ktoré musia splňať aj niektoré ďalšie podmienky*), tvorí teoretický základ najrozsiahlejšej časti operačnej analýzy – tzv. **matematického programovania**.

Napríklad: nájsť extrém funkcie viacerých premenných  $y = f(x_1, x_2 \dots x_n)$  pri splnení podmienok v tvare

$$\begin{aligned} F_1(x_1, x_2 \dots x_n) &= 0, \\ F_2(x_1, x_2 \dots x_n) &= 0, \\ &\vdots \qquad \qquad \qquad \vdots, \\ F_m(x_1, x_2 \dots x_n) &= 0 \end{aligned}$$

je analyticky možné pomocou tzv. **Lagrangeových multiplikátorov**  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_m$ .

V ekonomických, ale aj technických aplikáciách sa k modelovaniu systémových závislostí využívajú hlavne **lineárne funkcie, jednej / viac premenných**.

V takomto prípade však s Lagrangeovou teóriou multiplikátorov neuspějeme (pretože výsledkom derivácie lineárnych funkcií je iba konštanta a nie funkcia).

Obmedzujúce podmienky pre bežné (reálne) rozhodovacie problémy sú častejšie definované v tvare nerovnic ako v tvare rovníc, čo ešte viac komplikuje výpočet.

**Riešením rozhodovacích problémov, kde kritériálna – účelová - funkcia, aj všetky obmedzujúce podmienky, majú tvar lineárnych funkcií s viac premennými, sa zaoberá jedna z najvýznamnejších oblastí deterministicky definovaných modelov operačnej analýzy tzv. lineárne programovanie (LP).**

Postup riešenia úlohy LP spočíva v tom, že k hľadanému optimálnemu riešeniu výpočtový algoritmus konverguje postupne (po krokoch - tzv. **iteračný postup**), pričom sa najčastejšie využíva „špeciálny algoritmus“ založený na princípoch Gaussovej eliminácie – známy ako **simplexový algoritmus**.

## ZÁVER

**Rozhodovací proces** je proces začínajúci *identifikáciou rozhodovacieho problému*, pokračuje *analýzou RP* (kvalitatívna alebo kvantitatívna), s následným *vyhodnotením* výsledkov vykonaných analýz a súhrnu ďalších podstatných informácií, ktoré slúžia k vysloveniu a realizácii *rozhodnutia*.

**Operačná analýza** (resp. *operačný výskum*) predstavuje **súhrn prístupov a metód, ktoré sú určené na riešenie rozhodovacích problémov.**

Podstata využívaných metód sa opiera o systémové skúmanie javov a procesov založené na využití tzv. **modelového prístupu** – t.j. **tvorby a riešenia modelov.**

V rámci predmetu „Operačná analýza“ budú z vyššie uvedených skupín metód využívané výhradne kvantitatívne prístupy, najmä **metódy exaktné**, obvykle založené na hľadaní viazaných extrémov funkcie, ktorou je jednoznačne popísané kritérium pre posudzovanie optimálnosti riešenia. Pre riešenie úloh viackriteriálneho hodnotenia variantov budú využité aj vybrané prístupy **heuristickej povahy.**