

A solid red arrow pointing to the right, positioned on the left side of the slide, partially overlapping the title text.

Rozhodování

Ing. Bc. Alena Šafrová Drážilová, Ph.D.

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

O čem je rozhodování?

▶ video

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Obsah bloku

- typy rozhodování
- principy rozhodování
- rozhodovací fáze
- základní pojmy hodnotícího procesu
- rozhodovací podmínky
- rozhodování v podmínkách jistoty
- vztah jedince k riziku
- rozhodování v podmínkách rizika
- rozhodování v podmínkách nejistoty
 - pravidlo maximin
 - pravidlo maximax
 - Hurwitzovo pravidlo
 - Laplaceovo pravidlo
- víceetapové rozhodovací procesy

Typy rozhodování

rozhodování	naplňování zájmu	realizace	stupeň determinace
osobní	vlastního	rozhodovatelem	velmi nízký
politické	jiných lidí	jinými lidmi	nízký až střední
velitelské			nízký až vysoký
správní			vysoký
manažerské			nízký až střední

- individuální × kolektivní
- stupeň determinace = míra standardizovanosti rozhodovacího procesu z hlediska postupu, termínů, kontroly atd.

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Principy rozhodování

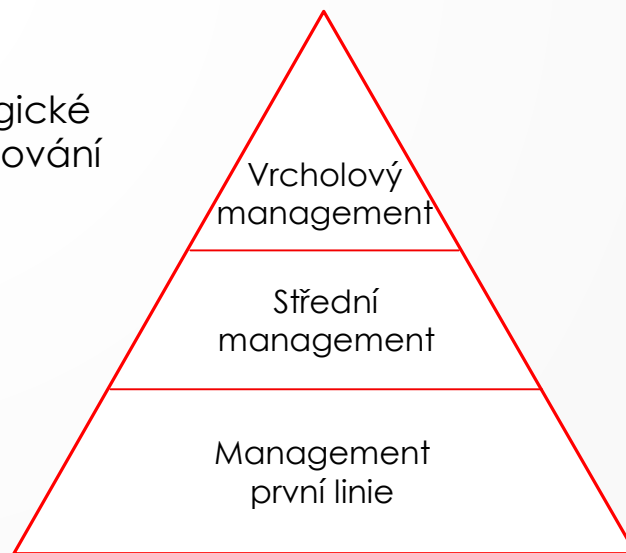
- ▶ organizační stránka – kdo? o čem?
 - ▶ kvalifikační předpoklady
 - ▶ role rozhodovatele (rozhodovatelů)
 - ▶ zájmová orientace
 - ▶ informační zabezpečení
- ▶ procesní stránka – jak?
 - ▶ cíle
 - ▶ varianty
 - ▶ kritéria
 - ▶ stavy okolí

Organizační stránka rozhodování

- ▶ rozhodovatel by měl rozhodovat o tom
 - ▶ k čemu má vhodnější hodnotovou orientaci
 - ▶ k čemu má kvalifikační předpoklady
 - ▶ o čem má nejlepší informace
- ▶ čím níž, tím líp

Strategické
rozhodování

Operativní
rozhodování



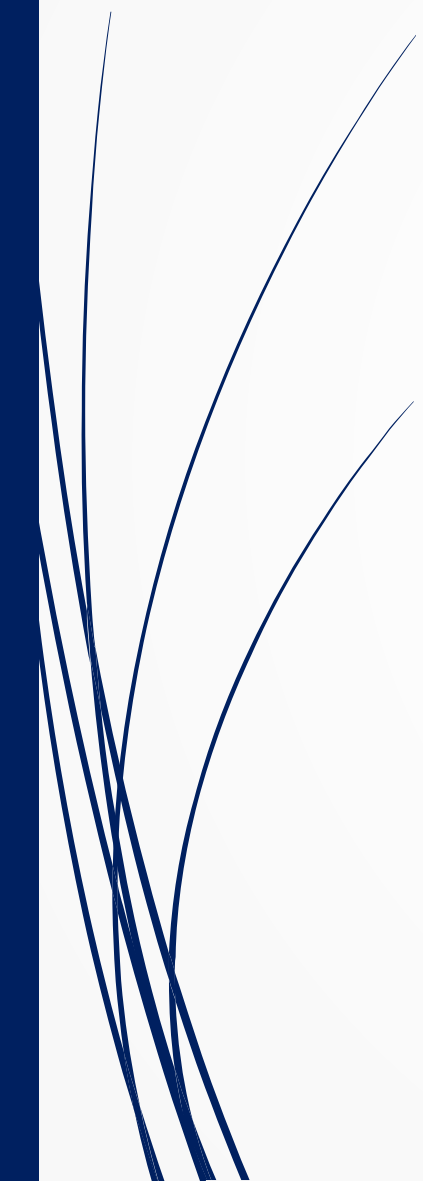
A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Procesní stránka rozhodování

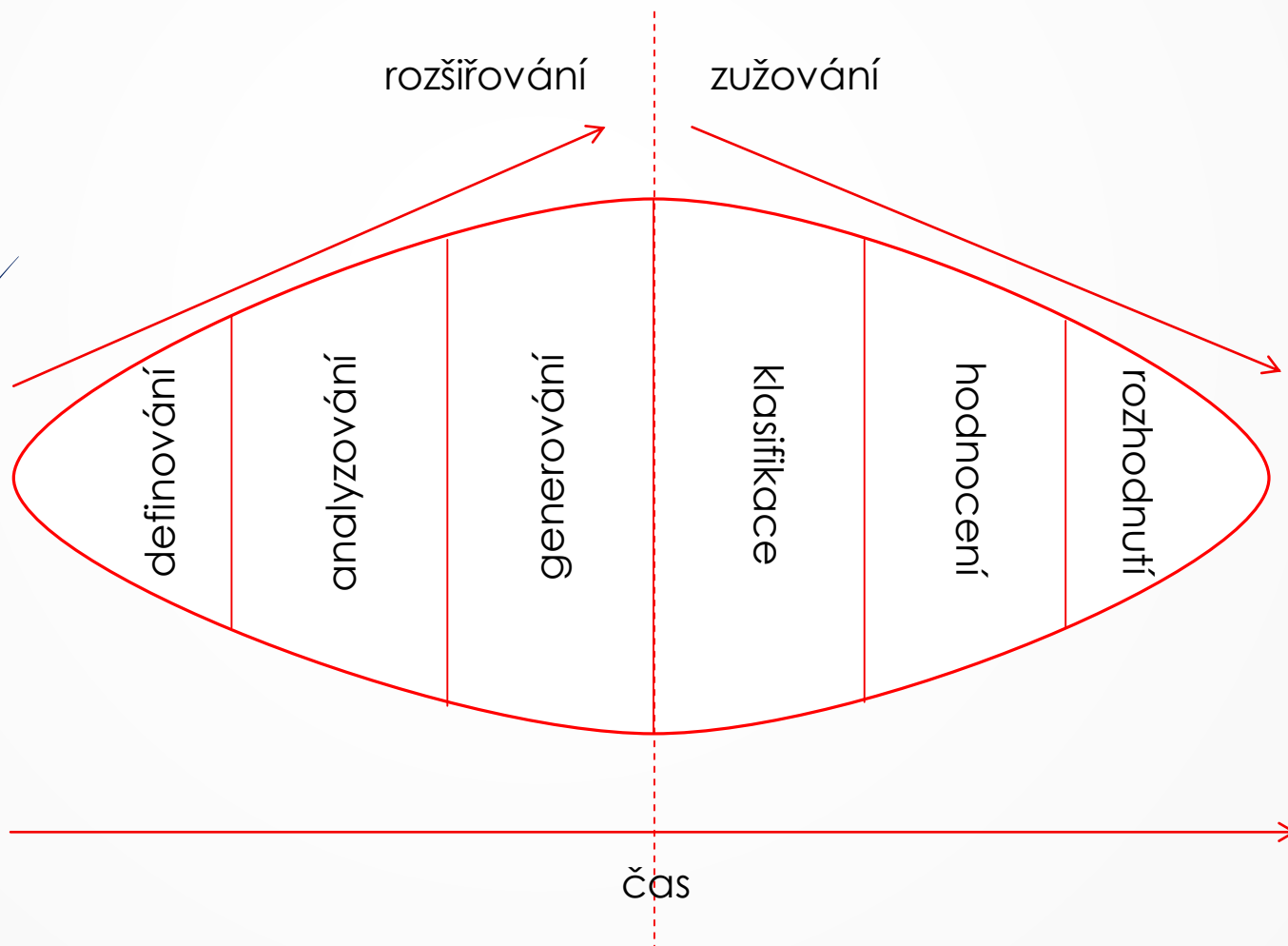
- strukturovanost rozhodovacího procesu
 - fáze rozhodovacího procesu
 - definování
 - analyzování
 - generování
 - klasifikace
 - hodnocení
 - rozhodnutí
- } rozšiřování
- } zužování

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Strukturovanost

- 
- Several thin, dark blue lines that originate from the left side of the slide and curve upwards and to the right, creating a decorative, organic pattern.
- ▶ **dobře strukturované** (opakované, přehledné, rutinní, nezatížené vysokým rizikem, vyhodnotitelné matematickými nástroji)
 - ▶ **špatně strukturované** (složité, nepřehledné, unikátní, kreativní, často intuitivní, vysoce rizikové)

Fáze rozhodovacího procesu



A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Definování

- ▶ spočívá ve stanovení cíle, jehož je třeba rozhodnutím dosáhnout
- ▶ cíl = žádoucí stav, který má nastat

- ▶ cíle ve vztazích
 - ▶ **hierarchických** – dosažení vyššího cíle je podmíněno dosažením cíle nižšího
 - ▶ **rovnocenných** – cíle jsou na stejné hierarchické úrovni
 - ▶ komplementární
 - ▶ konkurující
 - ▶ neutrální

- ▶ charakter cílů SMART (Specifický, Měřitelný, Akceptovatelný, Realizovatelný, Termínovaný)

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Analyzování

- stanovení rozsahu potřebných informací a jejich sběr, analýza a interpretace
- limity
 - příliš mnoho informací
 - čas nutný ke sběru
 - analytické kapacity
 - finanční zdroje
 - časové rozlišení – informace o současném stavu vs. informace o budoucnosti

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Generování

- ▶ hledání všech možných cest (variant chování), které povedou ke splnění cíle
 - ▶ **systematicko-analytické metody** (např. morfologická analýza, metoda analogie)
 - ▶ **metody stimulující intuici** (např. Brainstorming, Brainwriting, Think Tank)

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Klasifikace

- ▶ vytřídění relevantních variant (redukce jejich počtu), jejich utřídění do skupin obsahujících podobné varianty a rozpracování
- ▶ kritéria vytřídění
 - ▶ rozpočtová, kapacitní a časová omezení
 - ▶ duplicity, nesmyslné návrhy
 - ▶ právní předpisy, morální hodnoty, přírodní zákony
- ▶ metody
 - ▶ metoda ďáblova advokáta
 - ▶ antibrainstorming

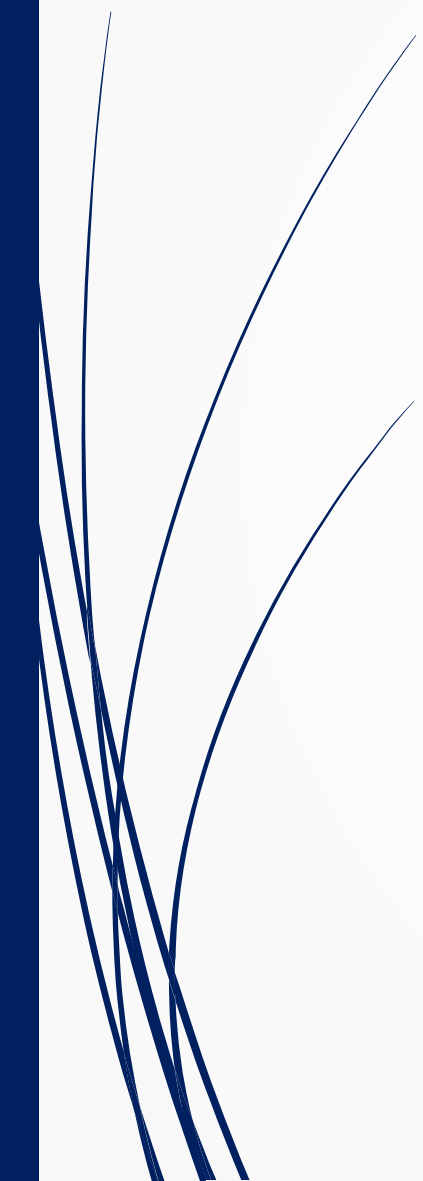
Metoda párového porovnávání

- slouží k užšímu výběru variant pro následné hodnocení srovnáním vždy dvou mezi sebou

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	Σ	pořadí
V ₁		1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	4.–6.
V ₂	0		0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11.
V ₃	0	1		1	1	0	0	0	0	0	0	3	9.–10.
V ₄	1	1	0		0	1	1	1	0	0	0	5	4.–6.
V ₅	0	0	0	1		0	1	1	0	0	1	4	7.–8.
V ₆	0	0	1	0	1		1	1	0	0	0	4	7.–8.
V ₇	0	1	1	0	0	0		1	0	0	0	3	9.–10.
V ₈	1	1	1	0	0	0	0		0	1	1	5	4.–6.
V ₉	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	10	1.
V ₁₀	1	1	1	1	1	1	1	0	0		1	8	2.
V ₁₁	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0		6	3.
celkem												55	

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Hodnocení + rozhodnutí

- 
- Several thin, dark blue lines that curve upwards and to the right, starting from the left edge of the slide and extending towards the text area.
- posuzování jednotlivých variant podle stanovených kritérií a výběr optimální varianty
 - hodnocení se liší podle vlastností rozhodovací úlohy a podle rozhodovacích podmínek

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Základní pojmy hodnotícího procesu

- cíl (C) – žádoucí stav, jehož je třeba dosáhnout
- varianta (V) – jedna z cest k dosažení cíle
- kritérium (K) – měřítko míry dosažení cíle
- váha kritéria (v) – důležitost jednoho kritéria ve vztahu k ostatním (0–1)
- hodnota kritéria (x)
- užitek (u) – efekt z dosažení cíle
- faktor (f) – veličina, která má vliv na míru dosažení cíle v dané variantě
- scénář (S) – množina faktorů
- pravděpodobnost scénáře (p)

A red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Rozhodovací podmínky

- rozhodování za podmínek jistoty
 - scénář je pouze jeden a pravděpodobnost jeho výskytu je 100 % ($p=1$)
- rozhodování za podmínek rizika
 - scénářů je více, ale pravděpodobnost jejich výskytu je známa, tzn. každému scénáři je přiřazena pravděpodobnost 0–1 a součet těchto pravděpodobností je 1 ($\sum p_k=1$)
- rozhodování za podmínek nejistoty
 - scénářů je více a jejich pravděpodobnost není známa

Kritéria

- ▶ počet
 - ▶ jedno – jednokriteriální rozhodování
 - ▶ více – vícekriteriální rozhodování
- ▶ typ
 - ▶ nákladová × výnosová
 - ▶ selektivní × neselektivní
- ▶ stanovení vah kritérií
 - ▶ expertní názor
 - ▶ integrace názorů více expertů
 - ▶ párové srovnávání

normovaná váha
j-tého kritéria

$$v_j = \frac{b_j}{n \times \frac{(n-1)}{2}}$$

počet preferencí j-tého kritéria

počet
kritérií

Výchozí matice veličin

	K_1	K_2	K_3	...	K_j	...	K_n
V_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	x_{1j}	...	x_{1n}
V_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	x_{2j}	...	x_{2n}
...
V_i	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	...	x_{ij}	...	x_{in}
...
V_m	x_{m1}	x_{m2}	x_{m3}	...	x_{mj}	...	x_{mn}

máme n kritérií

hodnota j -tého kritéria
ve 2. variantě

máme m variant

hodnota 2. kritéria
v i -té variantě

A red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Základní zadání

- ▶ Pan Novák se rozhodl koupit nové auto a je pro něj rozhodující **pouze nejnižší cena.**
- ▶ Předpokládejme, že pana Nováka v tuto chvíli nezajímají žádné jiné parametry, nebo vybral pouze ty modely automobilů, které zcela odpovídají jeho požadavkům a jsou pro všechny vybrané varianty stejné.
- ▶ Pan Novák se rozhoduje mezi čtyřmi modely, které jsou pro něj variantami ve smyslu rozhodování – V_1 , V_2 , V_3 a V_4 .
- ▶ Cena prvního modelu je **260 000,- Kč**,
cena druhého **268 000,- Kč**,
cena třetího **276 000,- Kč** a
cena čtvrtého je **284 000,- Kč**.
- ▶ Ceny jsou jasně dané a nebudou se za žádných okolností měnit.

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Jednokriteriální rozhodování za jistoty

	Cena (K_1)
V_i	1,0 (v_1)
V_1	260 000,-
V_2	268 000,-
V_3	276 000,-
V_4	284 000,-

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Vícekriteriální rozhodování za jistoty

- ▶ Předpokládejme nyní, že pan Novák změnil své požadavky. Protože se oženil a založil rodinu, zajímá jej nejen **cena vozu**, ale i **počet dveří**, kvůli pohodlnému usazení dětských sedaček. V každém případě chce, aby měl vůz zadní pár dveří a kufr, tj. celkem 5 dveří. Pana Nováka dále zajímá **spotřeba pohonných hmot** (pro zjednodušení uvažujme jeden typ) – čím méně, tím lépe. Důležitá je také **záruka vozu** (tentokrát je však úměra obrácená – čím delší záruka, tím lépe) a **výše povinného ručení**.
- ▶ Všechna zmíněná kritéria jsou pro pana Nováka **stejně důležitá**, pouze u počtu dveří se jedná o kritérium, které musí být za všech okolností splněno a není možné jej vyvážit úžasnými vlastnostmi v jiné oblasti.

Vícekriteriální rozhodování za jistoty

K_j	Cena (K_1)	Spotřeba (K_2) v l/100 km	Záruka (K_3) v letech	Povinné ručení (K_4) v Kč/rok	Počet dveří (K_5) v ks
v_i	0,25 (v_1)	0,25 (v_2)	0,25 (v_3)	0,25 (v_4)	----
V_1	260 000,-	7,3	6	4 000,-	5
V_2	268 000,-	5,2	5	4 600,-	5
V_3	276 000,-	6,5	5,5	3 800,-	5
V_4	284 000,-	6,8	5	3 900,-	3

Výchozí × rozhodovací matice

- ▶ výchozí matice obsahuje základní jednotky (roky, koruny, body, expertní hodnocení, škály,...)
- ▶ potřebujeme jednotné hodnocení jednotlivých kritérií – hodnoty dílčích užiteků
 - ▶ přímé expertní stanovení (škálou, např. 0–10, expert hodnotí (ne)linearitu kritérií)
 - ▶ metoda lineárních dílčích užiteků

$$u_{ij}^n = \frac{x_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

normovaná hodnota dílčího užítku i-té varianty dle j-tého kritéria

nejlepší dosažená hodnota j-tého kritéria

nejhorší dosažená hodnota j-tého kritéria

hodnota j-tého kritéria v i-té variantě

Rozhodovací matice

	K ₁	K ₂	K ₃	...	K _j	...	K _n	celkový užitek
	V ₁	V ₂	V ₃	...	V _j	...	V _n	
V ₁	U ₁₁	U ₁₂	U ₁₃	...	U _{1j}	...	U _{1n}	U ₁
V ₂	U ₂₁	U ₂₂	U ₂₃	...	U _{2j}	...	U _{2n}	U ₂
...
V _i	U _{i1}	U _{i2}	U _{i3}	...	U _{ij}	...	U _{in}	U _i
...
V _m	U _{m1}	U _{m2}	U _{m3}	...	U _{mj}	...	U _{mn}	U _m

součet vah kritérií = 1

$$U_i = \sum_{j=1}^n v_j \times u_{ij}$$

$$U_1 = (v_1 \times u_{11}) + (v_2 \times u_{12}) + (...) + (v_j \times u_{1j}) + (...) + (v_n \times u_{1n})$$

Vícekritériální rozhodování za jistoty

K_j	Cena (K_1)	Spotřeba (K_2) v l/100 km	Záruka (K_3) v letech	Povinné ručení (K_4) v Kč/rok
V_i	0,25 (v_1)	0,25 (v_2)	0,25 (v_3)	0,25 (v_4)
V_1	260 000,-	7,3	6	4 000,-
V_2	268 000,-	5,2	5	4 600,-
V_3	276 000,-	6,5	5,5	3 800,-

nejhorší dosažená
hodnota j -tého kritéria

hodnota j -tého kritéria
v i -té variantě

$$u_{ij}^n = \frac{x_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

nejlepší dosažená
hodnota j -tého kritéria

$$u_{11}^n = \frac{260\,000 - 276\,000}{260\,000 - 276\,000} = 1$$

$$u_{21}^n = \frac{268\,000 - 276\,000}{260\,000 - 276\,000} = 0,5$$

$$u_{31}^n = \frac{276\,000 - 276\,000}{260\,000 - 276\,000} = 0,0$$

Vícekriteriální rozhodování za jistoty

K_j	Cena (K_1)	Spotřeba (K_2)	Záruka (K_3)	Povinné ručení	Celkový užitek varianty (u_j)
v_i	0,25 (v_1)	0,25 (v_2)	0,25 (v_3)	0,25 (v_4)	
V_1	1,0	0,0	1,0	0,75	0,6875
V_2	0,5	1,0	0,0	0,0	0,3750
V_3	0,0	0,38	0,5	1,0	0,4700

$$u_1 = (u_{11} \times v_1) + (u_{12} \times v_2) + (u_{13} \times v_3) + (u_{14} \times v_4)$$

Co jsme vlastně spočítali?

cena	spotřeba	záruka	pojistka	= 1
------	----------	--------	----------	-----

V1:

cena	spotřeba	záruka	pojistka	= 0,6875
------	----------	--------	----------	----------

V2:

cena	spotřeba	záruka	pojistka	= 0,3750
------	----------	--------	----------	----------

V3:

cena	spotřeba	záruka	pojistka	= 0,4700
------	----------	--------	----------	----------

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Rozhodnutí

- ▶ kontrola rozhodovací matice
 - ▶ součet vah kritérií = 1
 - ▶ v každém sloupci se vyskytuje dílčí užitek 0 u nejhorší hodnoty kritéria a 1 u nejlepší hodnoty kritéria
 - ▶ stejné absolutní hodnoty kritéria mají stejné normované hodnoty dílčího užitku

- ▶ ze všech variant vybereme tu, která má nejvyšší celkový užitek U

Vztah jedince k riziku

- **objektivní pravděpodobnost** – založena na experimentu, matematických pokusech, statistickém pozorování,...
- **subjektivní pravděpodobnost** – intuitivní, vyjádřena zpravidla verbálně

Vyjádření subjektivní pravděpodobnosti	
verbální	číselné
zcela vyloučeno	0,0
krajně nepravděpodobné	0,1
dost nepravděpodobné	0,2–0,3
spíše nepravděpodobné	0,4
spíše pravděpodobné	0,6
dost pravděpodobné	0,7–0,8
nanejvýš pravděpodobné	0,9
zcela jisté	1,0

Subjektivní vnímání rizika

- ▶ předpokládejme, že existuje 5 různých variant s různými pravděpodobnostmi úspěchu
 - ▶ úspěchem je zisk 10 peněžních jednotek,
 - ▶ neúspěchem ztráta vkladu

varianta	úspěch		neúspěch		očekávaná hodnota
	pravděpodobnost	hodnota	pravděpodobnost	hodnota	
	p	x	p	x	
V_1	1,0	10	0,0	0	10
V_2	0,75	10	0,25	0	7,5
V_3	0,5	10	0,5	0	5
V_4	0,25	10	0,75	0	2,5
V_5	0,00	10	1,0	0	0

Subjektivní vnímání rizika

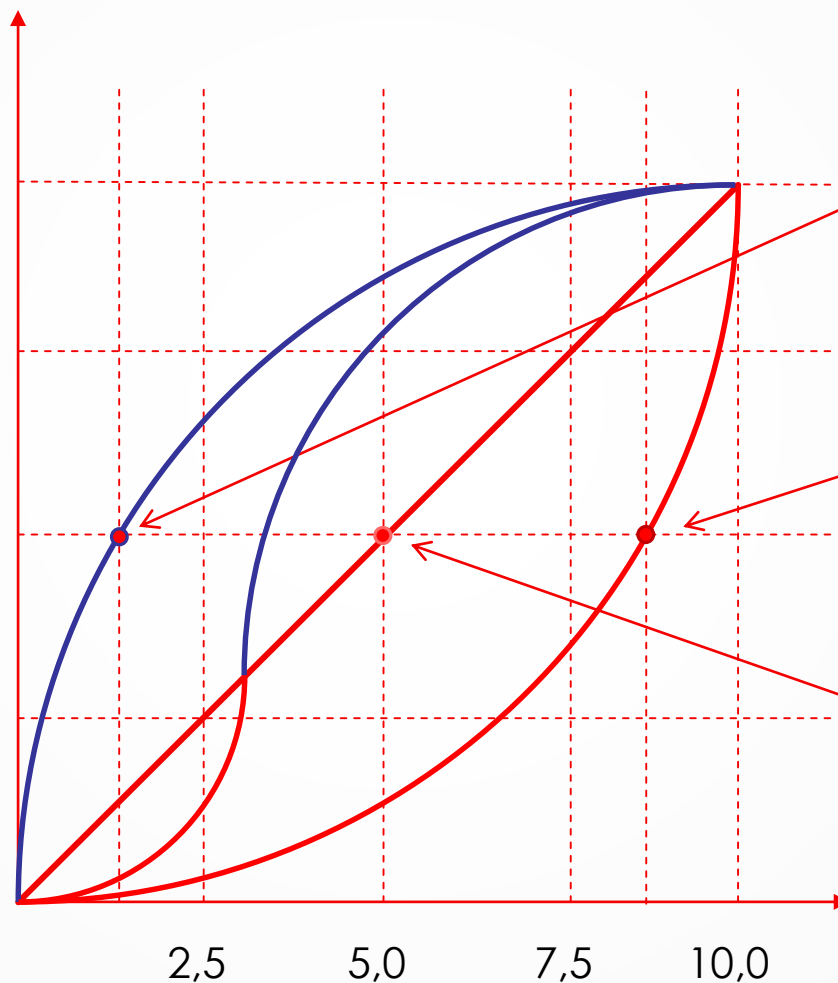
$V_1: x_0 = 10,0$

$V_2: x_0 = 7,5$

$V_3: x_0 = 5,0$

$V_4: x_0 = 2,5$

$V_5: x_0 = 0,0$



negativní vztah k riziku –
subjekt vloží 1,5 jednotek,
i když je očekávaná
hodnota 5

pozitivní vztah k riziku –
subjekt vloží 8,5 jednotek,
i když je očekávaná
hodnota pouze 5

neutrální vztah k riziku –
subjekt vloží 5 jednotek,
je-li očekávaná hodnota 5

Rozhodování v podmínkách rizika

pravděpodobnost, že nastane k-tý scénář

	s_1	s_2	s_3	...	s_k	...	s_t	očekávaná hodnota kritéria
$\sum p_k = 1$	p_1	p_2	p_3	...	p_k	...	p_t	
V_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	x_{1k}	...	x_{1t}	x_{O1}
V_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	x_{2k}	...	x_{2t}	x_{O2}
...
V_i	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	...	x_{ik}	...	x_{it}	x_{Oi}
...
V_m	x_{m1}	x_{m2}	x_{m3}	...	x_{mk}	...	x_{mt}	x_{Om}

hodnota kritéria ve 2. variantě, nastane-li 3. scénář

$$x_{Oi} = \sum_{k=1}^t p_k \times x_{ik}$$

$$x_{O1} = (p_1 \times x_{11}) + (p_2 \times x_{12}) + (\dots) + (p_k \times x_{1k}) + (\dots) + (p_t \times x_{1t})$$



Rozhodování v podmínkách rizika

Vícekriteriální rozhodování

- 1) sestavení vícekriteriální matice zvlášť pro každý scénář (jako při rozhodování za jistoty)
- 2) stanovení celkových užiteků pro všechny varianty v každém scénáři (jako při rozhodování za jistoty)
- 3) sestavení matice celkových užiteků s pravděpodobnostmi (jako při jednokriteriálním rozhodování za rizika)
- 4) stanovení očekávané hodnoty užitku
- 5) výběr optimální varianty

Rozhodování v podmínkách rizika

	s_1	s_2	s_3	...	s_k	...	s_t	očekávaná hodnota kritéria
$\sum p_k = 1$	p_1	p_2	p_3	...	p_k	...	p_t	
v_1	U_{11}	U_{12}	U_{13}	...	U_{1k}	...	U_{1t}	U_{O1}
v_2	U_{21}	U_{22}	U_{23}	...	U_{2k}	...	U_{2t}	U_{O2}
...
v_i	U_{i1}	U_{i2}	U_{i3}	...	U_{ik}	...	U_{it}	U_{oi}
...
v_m	U_{m1}	U_{m2}	U_{m3}	...	U_{mk}	...	U_{mt}	U_{om}

$$U_{oi} = \sum_{k=1}^t p_k \times U_{ik}$$

$$U_{O1} = (p_1 \times U_{11}) + (p_2 \times U_{12}) + (...) + (p_k \times U_{1k}) + (...) + (p_t \times U_{1t})$$

Jednokriteriální rozhodování za rizika

- ▶ Pan Novák se rozhodl, že si vytvoří z dostupných informací **jedno kritérium**, kterým budou **náklady na jeden rok provozu vozidla v záruce**.
- ▶ Podle předchozích zkušeností zjistil, že **za rok ujede 12 000 km**.
- ▶ Předpokládá, že po konci záruky vůz prodá a to ve všech třech případech za **100 000,- Kč**.
- ▶ **Rozdíl** mezi pořizovací a prodejní cenou následně **rozpočítá na jednotlivé roky**. Vzorec jeho kritéria tedy bude následující:

$$K = \{(K_1 - 100\ 000) / K_3\} + \{(K_2 / 100) * 12\ 000 * c\} + K_4$$

Diagrammatic annotations for the formula:

- pořizovací cena (purchase price) points to K_1
- počet let záruky (warranty years) points to K_2
- spotřeba (consumption) points to $12\ 000$
- cena PHM (PHM price) points to c
- povinné ručení (compulsory insurance) points to K_4
- K_3 is also annotated with "povinné ručení" (compulsory insurance)

Jednokriteriální rozhodování za rizika

- ▶ Problém je v tom, že cena pohonných hmot není konstantní.
- ▶ Pan Novák si pečlivě prostudoval vývoj cen a dospěl k názoru, že průměrná cena ve sledovaných letech bude
 - ▶ s pravděpodobností 0,25 (p_1) rovna 27,- Kč/l (S_1),
 - ▶ s pravděpodobností 0,50 (p_2) rovna 30,- Kč/l (S_2),
 - ▶ s pravděpodobností 0,25 (p_3) rovna 33,- Kč/l (S_3).
- ▶ Cena pohonných hmot je pro pana Nováka proměnnou a její konkrétní hodnota představuje tři možné scénáře.

Scénář	S_1	S_2	S_3
Cena	27,- Kč/l	30,- Kč/l	33,- Kč/l
Pravděpodobnost	0,25 (p_1)	0,5 (p_2)	0,25 (p_3)

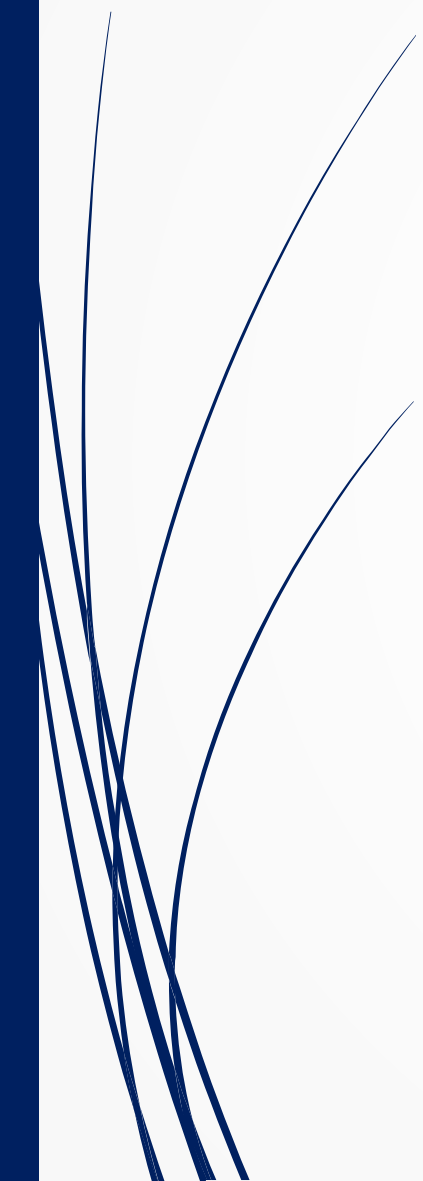
Jednokriteriální rozhodování za rizika

- vypočítat hodnotu kritéria každé varianty pro každý scénář
- Bayesovo pravidlo – vynásobit ji pravděpodobností, že scénář nastane (= očekávaná hodnota kritéria v daném scénáři)
- sečíst očekávané hodnoty ve všech scénářích pro danou variantu

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)	Očekávané náklady
p_i	0,25	0,5	0,25	$\Sigma\{K(S_k, V_j) \cdot p_k\}$
V_1	54 319	56 947	59 575	56 947
V_2	55 048	56 920	58 792	56 920
V_3	56 860	59 200	61 540	59 200

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Analýza citlivosti

- 
- Several thin, dark blue lines of varying lengths and curves, extending from the left side of the slide towards the center, creating a decorative, abstract background element.
- ▶ odpovídá na otázku „jak citlivý je celkový výsledek na změnu jednotlivých faktorů rizika?“
 - ▶ **kvantitativní analýza citlivosti** – postupnou změnou jednotlivých faktorů o 10 % (při zachování hodnot všech ostatních kritérií) a dopočítáním celkové hodnoty kritéria zjišťujeme, který faktor má na kritérium největší vliv
 - ▶ **analýza citlivosti metodou Monte Carlo** – počítačově simulovaná metoda vhodná pro situace, kdy hodnota kritéria je ovlivňována kombinací působení řady faktorů, které mohou nabývat značného počtu hodnot

A red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Analýza citlivosti

- ▶ Pan Novák si vybral variantu V_2 . Do této chvíle předpokládal, že
 - ▶ pořizovací cena vozidla je neměnná (co když si ale bude chtít do vozu dokoupit klimatizaci?),
 - ▶ cena pohonných hmot nabude jedné z předpokládaných hodnot,
 - ▶ spotřeba uvedená v dokumentaci vozidla bude totožná se skutečnou spotřebou.
- ▶ Je však třeba vzít v úvahu i změnu těchto hodnot a zjistit, jaký bude mít změna vliv na celkové roční náklady.

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Analýza citlivosti

V₂	Požizovací cena	Cena PHM	Spotřeba
Původní	268 000,-	30,- Kč	5,2
Růst o 10 %	294 800,-	33,- Kč	5,72
Původní hodnota nákladů	56 920,-	56 920,-	56 920,-
Nová hodnota nákladů	62 280,-	58 792,-	58 792,-
Změna	+ 9,4 %	+ 3,3 %	+ 3,3 %



Rozhodování v podmínkách nejistoty

- ▶ chybí informace o pravděpodobnostech jednotlivých scénářů

- 1) sestavení rozhodovací matice (uvažujme jednokriteriální rozhodování)
- 2) volba pravidla pro výběr optimální varianty
- 3) jeho aplikace

Pravidla pro rozhodování v nejistotě

- ▶ pravidlo maximin
 - ▶ defenzivní – výběr varianty, která při nejhorším možném scénáři přináší nejmenší ztrátu nebo nejlepší možný výsledek
 - ▶ u každé varianty nejprve vybereme minimální hodnotu kritéria (tj. nejhorší scénář)
 - ▶ z těchto minimálních hodnot vybereme tu, která je nejpříznivější

$$\max_i \left(\min_k x_{ik} \right)$$



Pravidla pro rozhodování v nejistotě

- ▶ pravidlo maximax
 - ▶ ofenzivní – výběr varianty, která při nejlepším možném scénáři přináší nejlepší možný výsledek
 - ▶ u každé varianty nejprve vybereme maximální hodnotu kritéria (tj. nejlepší scénář)
 - ▶ z těchto maximálních hodnot vybereme tu, která je nejpříznivější

$$\max_i \left(\max_k x_{ik} \right)$$

Maximin vs. Maximax

- ▶ U pravidla **maximin** se snaží pan Novák vybrat tu variantu, kde je v případě nejméně příznivého vývoje hodnota kritéria nejlepší.
- ▶ U pravidla **maximax** je naopak pan Novák optimista a vybírá tu variantu, pro niž je v případě nejprůzřivějšího vývoje hodnota kritéria nejlepší.

	S₁ (27,- Kč/l)	S₂ (30 Kč/l)	S₃ (33 Kč/l)
V ₁	54 319	56 947	59 575
V ₂	55 048	56 920	58 792
V ₃	56 860	59 200	61 540

Pravidla pro rozhodování v nejistotě

► Hurwitzowo pravidlo

- pracuje s parametrem β , který vyjadřuje optimismus, resp. pesimismus rozhodovatele (0 = extrémně pesimistický, 1 = extrémně optimistický)
- u každé varianty určíme maximální a minimální hodnotu kritéria
- vypočteme hodnotu užitku podle vztahu

$$u_i = (\beta \times \max_k x_{ik}) + ((1 - \beta) \times \min_k x_{ik})$$

- vybereme variantu s nejpříznivější hodnotou užitku

Hurwitzovo pravidlo

- Předpokládejme, že pan Novák má hodnotu parametru $\beta=0,5$. Pro každou variantu je pak třeba provést následující výpočet:
 - určení maximální, tj. nejvýhodnější (x_{imax}) a minimální, tj. nejméně výhodné (x_{imin}) hodnoty kritéria v jednotlivých řádcích,
 - výpočet souhrnné hodnoty kritéria každé varianty dle vztahu
 - $K = \beta \cdot x_{imax} + (1 - \beta) \cdot x_{imin}$

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)	K
V_1	54 319 (x_{1max})	56 947	59 575 (x_{1min})	56 947
V_2	55 048 (x_{2max})	56 920	58 792 (x_{2min})	56 920
V_3	56 860 (x_{3max})	59 200	61 540 (x_{3min})	59 200

Pravidla pro rozhodování v nejistotě

- ▶ Laplaceovo pravidlo
 - ▶ „neznáme-li pravděpodobnost jednotlivých scénářů, jsou všechny stejně pravděpodobné“
 - ▶ sečteme hodnoty kritérií v jednotlivých řádcích
 - ▶ výsledek vydělíme počtem scénářů
 - ▶ vybereme variantu s nejvyšším užitekem

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)	u_i
V_1	54 319	56 947	59 575	56 947
V_2	55 048	56 920	58 792	56 920
V_3	56 860	59 200	61 540	59 200



Vícekriteriální rozhodování za rizika

- ▶ Pan Novák se zmínil manželce, že chce koupit nový automobil a ta přidala k jeho nákladovému kritériu ještě design vozu.
- ▶ Paní Nováková hodnotí design jednotlivých variant na bodové stupnici od 1 do 10, přičemž 10 bodů je nejlepší hodnocení.
- ▶ Manželé Novákovi se dohodli, že váha designu vozu bude 0,3 a váha ročních nákladů 0,7.
- ▶ Nováková hodnotí design následovně:

	Design
V_1	6
V_2	3
V_3	8



S₁ (27 Kč/l)	Náklady		Design		u_i
V _j	0,7		0,3		
V ₁	54 319	1,0	6	0,6	0,880
V ₂	55 048	0,71	3	0	0,497
V ₃	56 860	0,0	8	1	0,300

S₂ (30 Kč/l)	Náklady		Design		u_i
V _j	0,7		0,3		
V ₁	56 947	0,99	6	0,6	0,873
V ₂	56 920	1,0	3	0	0,700
V ₃	59 200	0,0	8	1	0,300

S₃ (33 Kč/l)	Náklady		Design		u_i
V _j	0,7		0,3		
V ₁	59 575	0,72	6	0,6	0,684
V ₂	58 792	1,0	3	0	0,700
V ₃	61 540	0,0	8	1	0,300

Vícekriteriální rozhodování za rizika

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)	u_j
p_j	0,25	0,5	0,25	
V_1	0,880	0,873	0,684	0,8275
V_2	0,497	0,700	0,700	0,6492
V_3	0,300	0,300	0,300	0,3000

A solid red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Rozhodování s poptávkou (za rizika)

- ▶ Podnikatel rozhoduje o nákupu určitého sezónního zboží pro další prodej. Nákupní cena zboží je **800 Kč za kus**. Prodejní cena během sezóny je **1000 Kč za kus**. V případě, že se nepodaří zboží prodat v období sezóny, jeho prodejní cena klesne na **500 Kč za kus**. Podnikatel uvažuje o možné výši poptávky a v souladu s tím uvažuje o třech možných variantách výše nákupu zboží a to – **30 tis. ks, 50 tis. ks nebo 80 tis. ks**. Pravděpodobnost toho, že poptávka bude odpovídat 30 tis. kusům je stejná jako v případě 80 tis. kusů a to **20%**, pravděpodobnost poptávky po 50 tis. kusech je **60%**.

Přepis zadání

➤ kupní cena.....	800,- Kč
➤ prodejní cena v sezóně.....	1 000,- Kč
➤ prodejní cena po sezóně.....	500,- Kč
➤ zisk v sezóně.....	200,- Kč
➤ ztráta po sezóně.....	- 300,- Kč
➤ poptávka 30 tis. ks.....	$p_p = 0,2$
➤ poptávka 50 tis. ks.....	$p_r = 0,6$
➤ poptávka 80 tis. ks.....	$p_o = 0,2$

kolik nakoupit? 30, 50 nebo 80 tis. ks?

A large red arrow pointing to the right, located at the top left of the slide.

Varianty a scénáře

➤ $V_1: 30\ 000\ \text{ks}$

➤ $S_1: 30\ 000\ \text{ks}$

➤ $V_2: 50\ 000\ \text{ks}$

➤ $S_2: 50\ 000\ \text{ks}$

➤ $V_3: 80\ 000\ \text{ks}$

➤ $S_3: 80\ 000\ \text{ks}$

➤ $V_1/S_1: 30\ 000 \times 200 = 6\ 000\ 000$

➤ $V_1/S_2: 30\ 000 \times 200 = 6\ 000\ 000$

➤ $V_1/S_3: 30\ 000 \times 200 = 6\ 000\ 000$

➤ $V_2/S_1: (30\ 000 \times 200) - (20\ 000 \times 300) = 0$

➤ $V_2/S_2: (50\ 000 \times 200) = 10\ 000\ 000$

➤ $V_2/S_3: (50\ 000 \times 200) = 10\ 000\ 000$

➤ $V_3/S_1: (30\ 000 \times 200) - (50\ 000 \times 300) = -9\ 000\ 000$

➤ $V_3/S_2: (50\ 000 \times 200) - (30\ 000 \times 300) = 1\ 000\ 000$

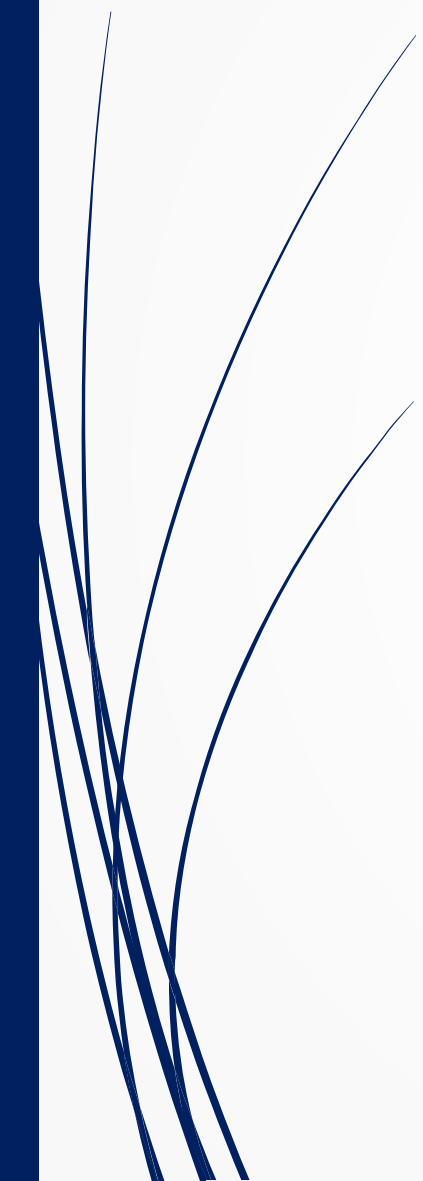
➤ $V_3/S_3: (80\ 000 \times 200) = 16\ 000\ 000$

Rozhodovací matice

	S_1	S_2	S_3	Očekávané zisky
P_i	0,2	0,6	0,2	$\Sigma\{K(S_k, V_j) \cdot p_k\}$
V_1	6 000 000	6 000 000	6 000 000	6 000 000
V_2	0	10 000 000	10 000 000	8 000 000
V_3	-9 000 000	1 000 000	16 000 000	2 000 000

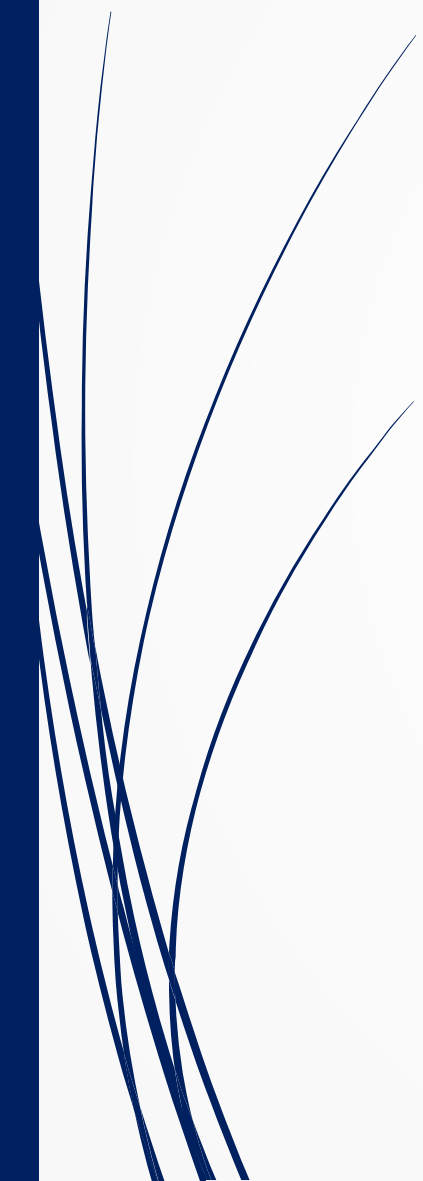
A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Víceetapové rozhodovací procesy

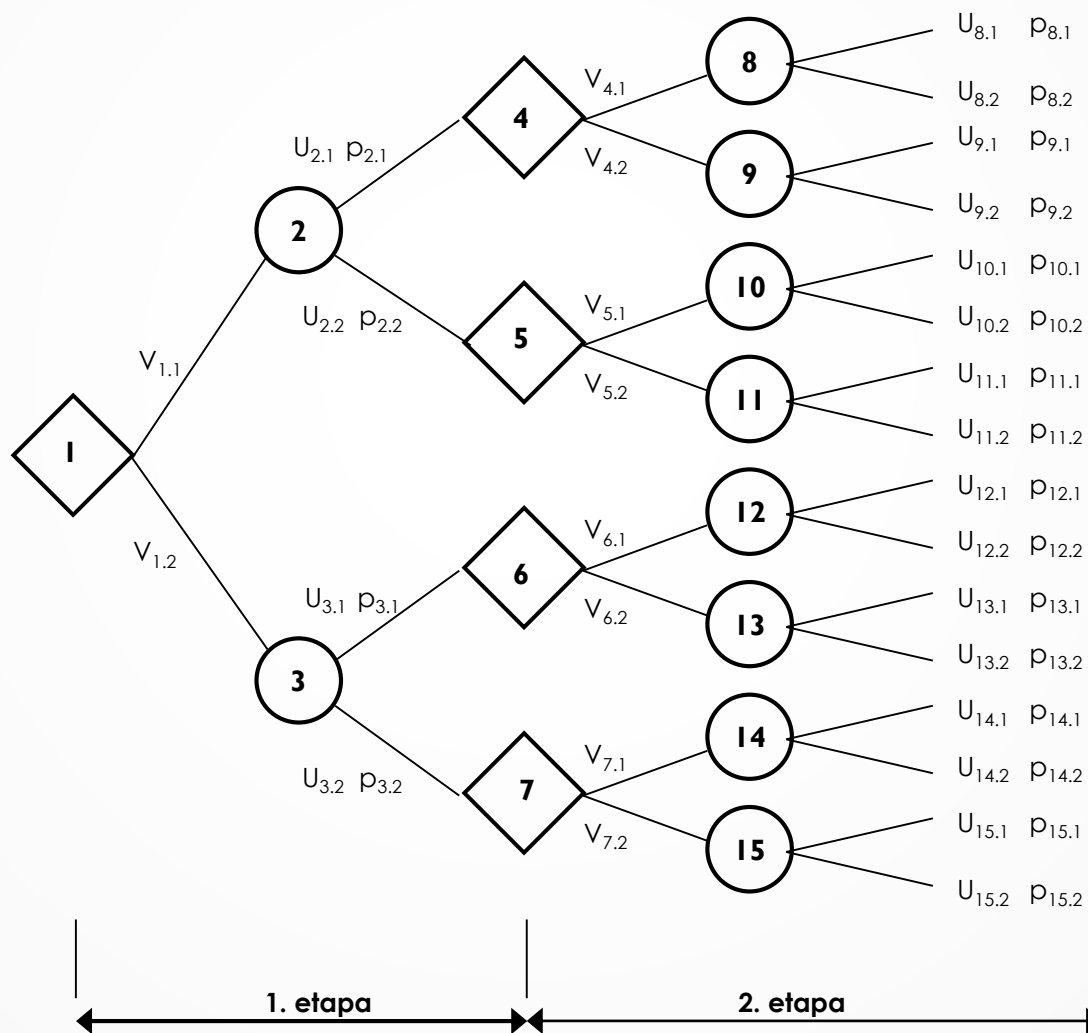
- 
- Several thin, dark blue curved lines originate from the left side of the slide and sweep across the page towards the right, creating a decorative, organic feel.
- rozhodovací proces není jednorázový, ale skládá se z více etap
 - nejde o optimalizaci jednotlivých rozhodnutí, ale celkovou strategii v rámci celého procesu
 - jednokriteriální rozhodování v podmínkách rizika nebo nejistoty

A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Rozhodovací strom

- 
- A series of thin, dark blue, curved lines that originate from the left side of the slide and extend downwards and outwards, creating an abstract, organic shape.
- ▶ grafický nástroj zobrazující rozhodovací proces
 - ▶ skládá se z uzlů a hran
 - ▶ rozhodovací uzly (kosočtverce) – znázorňují volbu určité varianty z daného souboru variant (znázorněné hranami)
 - ▶ situační uzly (kroužky) – realizace určité varianty s možnými výsledky realizace (znázorněné hranami)

Rozhodovací strom



Zadání

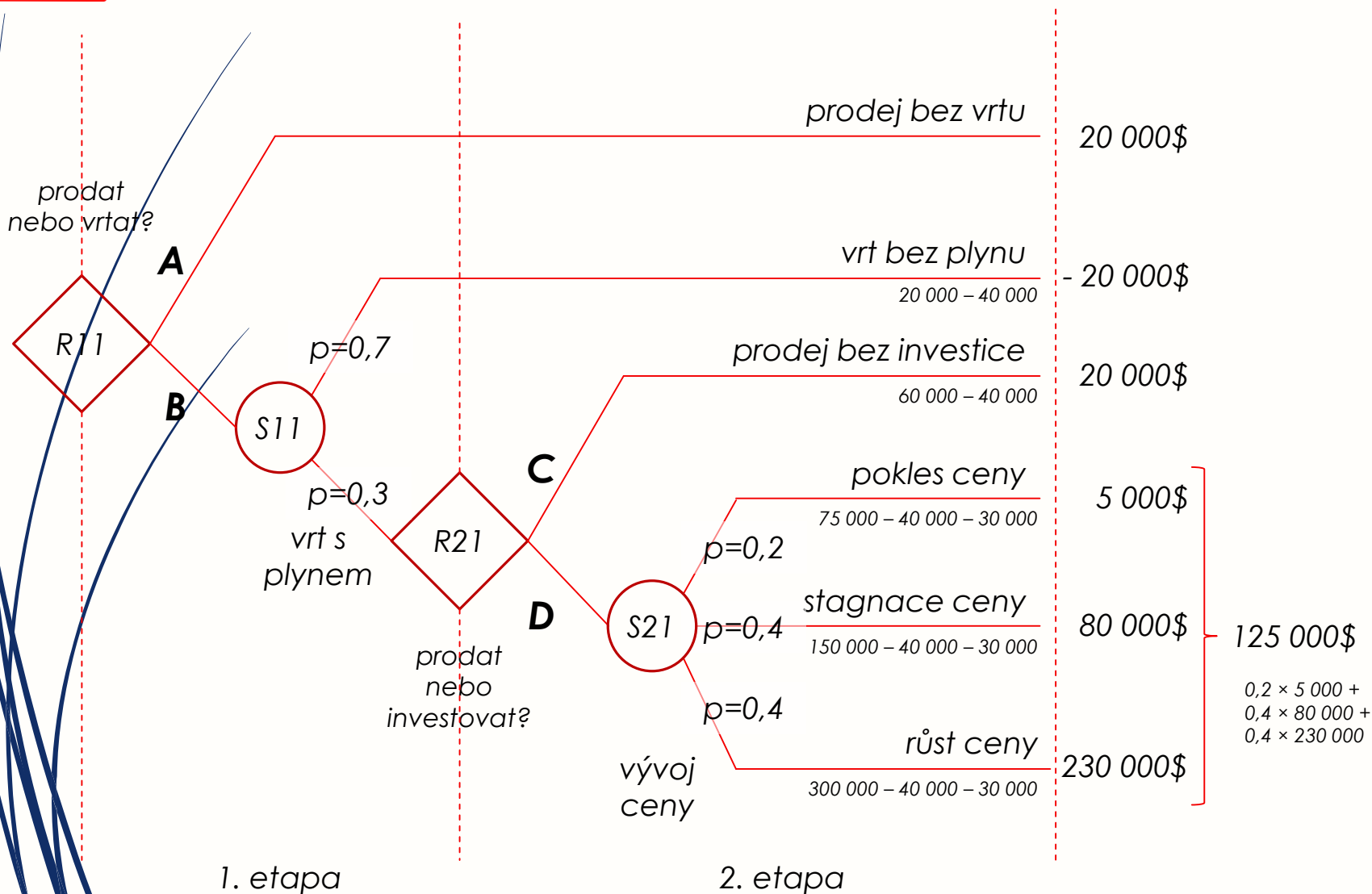
- Společnost Oxenol vlastní **pozemek** v oblasti bohaté na zemní plyn. Některé společnosti v geografickém okolí provedly na svých pozemcích úspěšné vrty zemního plynu, které posléze úspěšně komerčně využily. Společnost Oxenol proto přemýšlí, zda vrt na svém pozemku **provést také** (samotný pozemek má hodnotu **20 000\$**, za niž ho lze bez problémů prodat bez ohledu na to, zda se na něm vyskytuje nebo nevyskytuje zemní plyn; v případě že je na pozemku skutečně ložisko zemního plynu, lze pozemek bez dalších investic do výrobního a kontrolního zařízení prodat bez problémů za **60 000\$**). Náklady na vrtání resp. objevování zemního plynu se odhadují ve výši **40 000\$**. V případě objevení ložiska zemního plynu může společnost Oxenol dále investovat **30 000\$** na nákup potřebného výrobního a kontrolního zařízení pro vrt. Za současných cen zemního plynu bude mít vrt vybavený výrobním a kontrolním zařízením v případě jeho úspěšnosti hodnotu **150 000\$**. Pokud ceny zemního plynu o polovinu poklesnou, bude mít vrt v případě jeho úspěšnosti hodnotu **75 000\$**. Pokud se ovšem cena zemního plynu zdvojnásobí, bude mít ložisko hodnotu **300 000\$**. Společnost předpokládá, že pravděpodobnost úspěchu odhalení ložiska plynu je **30%**. Současně společnost věří, že naděje na vzrůst cen zemního plynu na dvojnásobek je **40%**, na pokles cen je **20%** a na fixaci ceny je pak **40%**.



Přepis zadání

- ▶ Prodej bez vrtu 20 000\$
- ▶ Náklady na vrt 40 000\$
- ▶ Pravděpodobnost plynu 0,3
- ▶ Prodej s vrtem bez vybavení 60 000\$
- ▶ Vybavení vrtu 30 000\$
- ▶ Hodnota s poloviční cenou plynu 75 000\$ ($p_p=0,2$)
- ▶ Hodnota se současnou cenou plynu 150 000\$ ($p_f=0,4$)
- ▶ Hodnota s dvojnásobnou cenou plynu 300 000\$ ($p_r=0,4$)

Rozhodovací strom



A solid red arrow pointing to the right, positioned at the top left of the slide.

Optimalizace rozhodnutí

- ▶ *když najdeme plyn, tak prodat nebo investovat?*
 - ▶ $C_o = 20\ 000\$$
 - ▶ $D_o = 125\ 000\$$ **investovat!**
- ▶ *prodat nebo hledat plyn?*
 - ▶ $B_o = (0,3 \times 125\ 000) + (0,7 \times -20\ 000) = 23\ 500\$$ **hledat!**
 - ▶ $A_o = 20\ 000\$$
- ▶ *optimální strategie je při neutrálním vztahu k riziku **hledat** plyn a následně do něj v případě nalezení **investovat** a vytěžit ho*



2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.

2.



The slide features several decorative elements: a solid dark blue vertical bar on the far left edge; a red arrow pointing to the right, positioned horizontally across the top left; and several thin, dark blue curved lines that originate from the left side and sweep upwards and to the right, creating a sense of movement or a stylized plant-like structure.

Děkuji za pozornost!