

S-2183



MANAGEMENT RIZIK

s pravděpodobnostním přístupem ke stanovení rizik

Milan ŠEBESTA

Rudolf SCHWARZ

	Expert i										M_j	σ_j	D_j	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Faktor j	1	0,1	0,15	0,13	0,15	0,12	0,12	0,15	0,13	0,15	0,1	0,13	0,02000	0,000400
	2	0,1	0,1	0,12	0,08	0,1	0,1	0,1	0,08	0,12	0,1	0,1	0,01333	0,000178
	3	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,08	0,058	0,00919	0,000084
	4	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,032	0,00422	0,000018
	5	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,064	0,00516	0,000027
	6	0,15	0,1	0,12	0,12	0,15	0,12	0,15	0,15	0,1	0,12	0,128	0,02044	0,000418
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00000	0,000000
	8	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,07	0,054	0,00843	0,000071
	9	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,046	0,00516	0,000027
	10	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00471	0,000022
	11	0,08	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,08	0,069	0,00994	0,000099
	12	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,072	0,00632	0,000040
	13	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00471	0,000022
	14	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,034	0,00516	0,000027
	15	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,034	0,00699	0,000049
	16	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,00816	0,000067
	17	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,03	0,042	0,00919	0,000084
	18	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,037	0,00483	0,000023
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

Vojenská akademie v Brně
Fakulta velitelská a štábní

Schvaluji:
Děkan fakulty
plk. gšt. doc. Ing. Jiří Gajdošík, CSc.

Poř. č. tisku: S-2183



MANAGEMENT RIZIK

s pravděpodobnostním přístupem
ke stanovení rizik

Doc. Ing. Milan ŠEBESTA, CSc.
RNDr. Rudolf SCHWARZ, CSc.

BRNO 2003

Pořadové číslo tisku: S-2183

Skriptu detailně objasňují úkoly managementu rizik. Těžiště je položeno do objasnění pravděpodobnostního přístupu ke stanovení rizik pomocí metody použitelné v praxi. Široce jsou rozebrány metody identifikace rizik a stanovení jejich priorit. Skriptu vyúsťují ve využití kombinace celkové pravděpodobnosti negativního jevu a jeho dopadu (odhadnutého experty) ve stanovení souhrnného rizika a ve stanovení postupu, jak rizika eliminovat.

Autoři: Doc. Ing. Milan Šebesta, CSc.
RNDr. Rudolf Schwarz, CSc.

Oponenti: Doc. Ing. Luděk Hodboď, CSc.
Doc. Ing. Rudolf Horák, CSc.
Doc. RNDr. Pavel Kovařík, CSc.

Vydání bylo projednáno na zasedání Katedry managementu a práva dne 17. X. 2003.
Publikace neprošla jazykovou úpravou.

Systemem \LaTeX 2 ϵ vysázel RNDr. Rudolf Schwarz, CSc.

Obsah

1. Úvod	4
2. Funkce a činnosti managementu rizik	11
2.1. Management rizik a jeho činnosti	11
2.2. Funkce managementu rizik	13
2.2.1. Identifikace rizik	13
2.2.2. Analýza rizikových faktorů a ztrát	15
2.2.3. Komunikace	17
2.3. Metody a nástroje řízení rizik	19
2.3.1. Metody a nástroje pro individuální činnost a malé subtýmy	19
2.3.2. Metody a nástroje kolektivní činnosti	25
3. Pravděpodobnostní přístup ke stanovení rizik	30
3.1. Zjištění rizika na základě stanovení pravděpodobnosti výskytu negativního jevu	32
3.1.1. Přímá metoda	33
3.1.2. Modifikovaná Churchman – Ackoffova metoda	35
3.2. Statistické rozhodování a jeho využití pro určení rizik	38
3.2.1. Aplikace statistického rozhodování na akvizici vojenského materiálu	38
3.2.2. Aplikace statistického rozhodování na volbu optimální strategie	39
3.2.3. Testování statistických hypotéz	42
4. Metody identifikace rizik a stanovení jejich priorit	45
4.1. Manažerská metoda pro stanovení rizik a jejich priorit	45
4.2. Stanovení pravděpodobnosti výskytu rizikových faktorů a jejich dopadu	51
4.3. Příklad výpočtu celkové pravděpodobnosti a souhrnného rizika manažerskou metodou	57
4.3.1. Určení celkové pravděpodobnosti pro případ technických a technologických faktorů	59
4.3.2. Určení souhrnného rizika v rámci technických a technologických faktorů	59
5. Závěr	61
6. Použitá literatura	62
7. Seznam zkratek	63

1. Úvod

Management rizik řeší problematiku rizik spojenou s koncepcí, návrhem, vývojem, výrobou, akvizicí a provozem produktů se zaměřením na potřeby armády. Management rizik je nutno uvažovat jako **průběžnou** činnost spojenou s určováním a identifikací rizik a s **rozhodováním** ve **všech** fázích životního cyklu projektu.

Na managementu rizik se podílejí všechny vrstvy **projekčního týmu** od řadových projektantů, pracovníků zkušeben, přes technické vedení či **projektový management**, přes **orgány dodavatele** až po orgány **státního ověřování jakosti** dodávek do rezortu obrany.

Cílem identifikace rizik je vyhledání a lokalizace rizik dříve než se stanou problémem. Vytváří **proces transformace nejistot** a výsledků projektu do **zřetelných rizik**, které mohou být popsány a změřeny.

Jsou-li faktory a podmínky jejich působení **určité**, pak existují jistoty, co se stane v důsledku rozhodnutí. Jsou-li faktory **nahodilé**, pak jsou pouze známy pravděpodobnostní charakteristiky (máme-li k dispozici předchozí statistickou informaci) a díky nejistotám, plynoucím ze statistického pojetí existují **rizika**, rovněž ohodnocena pravděpodobnostně. Jsou-li faktory neurčité, znamená to, že jejich hodnoty jsou v okamžiku rozhodování neznámé a nelze je určit ze vztahů mezi proměnnými. Tato situace nastává v případě nedostupných či nespolehlivých informací, ale i v případě zcela nových produktů neověřených praxí, nových dodavatelů, nových toků, inovací výroby apod. I v těchto případech však existují teorie, metody a postupy, směřující k relativně efektivnímu rozhodování. Jsou to např. metody expertního hodnocení, využívající zkušenost a kolektivní rozum expertů. Nebo teorie her s počítačovou simulací nebo rychle se rozvíjející teorie fuzzy množin (tj. množin mlhavých, matných, neostrých).

Svět kolem nás je plný nahodilostí. Vlivem turbulentního okolí i v důsledku charakterových vlastností lidí žádná akce neprobíhá přesně podle plánu. Lidské selhání, nezkušenost, nízká kvalifikace a objektivně působící faktory technického rázu, politického a ekonomického rázu vedou ke vzniku negativních jevů a k následným ztrátám. Existují nejistoty a rizika toho, že vzrostou náklady, že nebude splněn plánovaný rozvrh, že nebude dosaženo plánované podpory akce. Rizika a nejistota existují i proto, že budoucnost je neznámá, že existují neurčitosti, které snad můžeme odhadnout, ale nemůžeme je předem poznat. S tímto faktem bojuje lidstvo od počátku své civilizace a dosáhlo zatím jen skromných výsledků.

Jistota je stav, který nevyvolává jakékoliv pochybnosti. Opakem jistoty je **nejistota**, se kterou jsou spojeny pochybnosti o naší možnosti předpovědět budoucí výsledek nebo probíhající akce. Je to stav naší mysli — nejistota vzniká, když člověk vnímá svou neschopnost znát výsledek s jistotou.

Existuje řada definic a aplikací termínu **riziko**, žádná z nich není univerzálně přijatá. Jako příklad uveďme čtyři definice:

Riziko je potenciálem variace výsledku

[Williams].

Riziko je potenciálem realizace neočekávaných negativních důsledků nějakého jevu

[Rowe].

Riziko je mírou pravděpodobnosti a závažnosti nepříznivých účinků

[Lowrance].

Riziko je pravděpodobností utrpět ztrátu, poškození, nevýhodu nebo zničení

[Webster's].

Riziko je bezprostředně spojeno s nejistotou. Riziko má dvě složky — pravděpodobnost výskytu negativního jevu a důsledek (dopad). Dopadem může být snížení kvality výrobku, zvýšené náklady, zpoždění realizace nebo závada atp.

Vystavení se riziku vzniká vždy, když v důsledku nějaké činnosti nemůže být přesně předpovězen zisk nebo ztráta. Je třeba podotknout, že i v řadě ryze technických problémů se mohou vyskytovat nejen ztráty vyjádřené v penězích, ale i ztráty politické, morální či etické.

Riziko má objektivní charakter, čili je měřitelné.

Pokud se týče nejistot, rozlišujeme **4 úrovně** (viz následující tabulka):

		příklad
Nulová úroveň	výsledek může být přesně předpovězen	fyzikální zákony
1. úroveň (objektivní)	výsledky jsou identifikovány a pravděpodobnosti známy	hry karetní, hry s kostkami
2. úroveň (subjektivní)	výsledky jsou identifikovány, pravděpodobnosti neznámé	požár, dopravní nehoda
3. úroveň	výsledky nejsou plně identifikovány, pravděpodobnosti jsou neznámé	kosmický výzkum, genetický výzkum

Pokud jde o organizace a společnosti, největší význam mají 2. a 3. úroveň. Zde je na první pohled zřejmé, že kontaktní omezení mohou posunout 3. úroveň na 2. úroveň nejistot. Obecně vzato, redukce nejistoty závisí na množství a typu informace, která je k dispozici z možných výsledků a odhadu jejich pravděpodobnosti. Dalším zdrojem této redukce je komunikace v rámci managementu organizace a jeho aktivit.

Riziko musí být vyjádřeno jasně, aby bylo pochopeno. To značí, že musí být popsány podmínky vedoucí ke ztrátě a že musí být i popsána tato ztráta či negativní důsledek příslušného jevu.

Přijmeme definici rizika, kterou můžeme matematicky vyjádřit jako součin pravděpodobnosti (*Prob*) nepříznivého výsledku (*NV*) a vzniklou ztrátou (*Loss*), zapříčiněnou nepříznivým výsledkem.

$$(Risk)R = Prob(NV) * Loss(NV) \quad (1.1)$$

Pravděpodobnost se pohybuje v intervalu $[0;1]$, ztrátu (dopad) budeme rovněž normalizovat v intervalu $[0;1]$, kde **0** značí, že ke ztrátě nedošlo, **1** značí maximální ztrátu (dopad). V těchto mezích budeme určovat i riziko. Na obr. 1.1 je funkce (1.1) graficky znázorněna pro různé hodnoty *R*. Předpokládejme hodnotu $R = 0,5$ jako kritickou. Pak rizika nad touto hranicí jsou nepřijatelná a musí se redukovat — buď snížením pravděpodobnosti výskytu nepříznivého jevu nebo redukcí ztrát.

Efektivnost snížení rizika (*ESR*) se vyjadřuje vzorcem

$$ESR = \frac{R_{původní} - R_{snížené}}{\sum \text{nákladů na snížení}} \quad (1.2)$$

Je chybou, když se management rizik zaměří jen na faktory s buď vysokou pravděpodobností *NV* a nebo s vysokou ztrátou. Ve vzájemné kombinaci to nemusí být klíčové faktory. Protože nemáme předběžnou statistickou informaci k dispozici, je nutné pravděpodobnost odhadovat. Odhady nám zavádějí do procesu vlastní nejistoty, které mohou podstatně ovlivnit určení rizika. Rovněž je třeba činit rozdíl mezi generickými riziky, společnými pro všechny projekty a mezi specifickými riziky, příslušející pouze danému konkrétnímu projektu. Mezi generická rizika lze zařadit náchylnost k chybám zjištěných testování a verifikací, potíže zjištěné již v raných fázích verifikací a validací požadavků a návrhu, neřízené projekty, neřízené výroby zjištěné managementem konfigurace a jakosti. Do specifických rizik můžeme např. zařadit neurčitosti uživatelského rozhraní, ambiciózní funkční požadavky, přísný rozpočet, překážky návrhu atp.

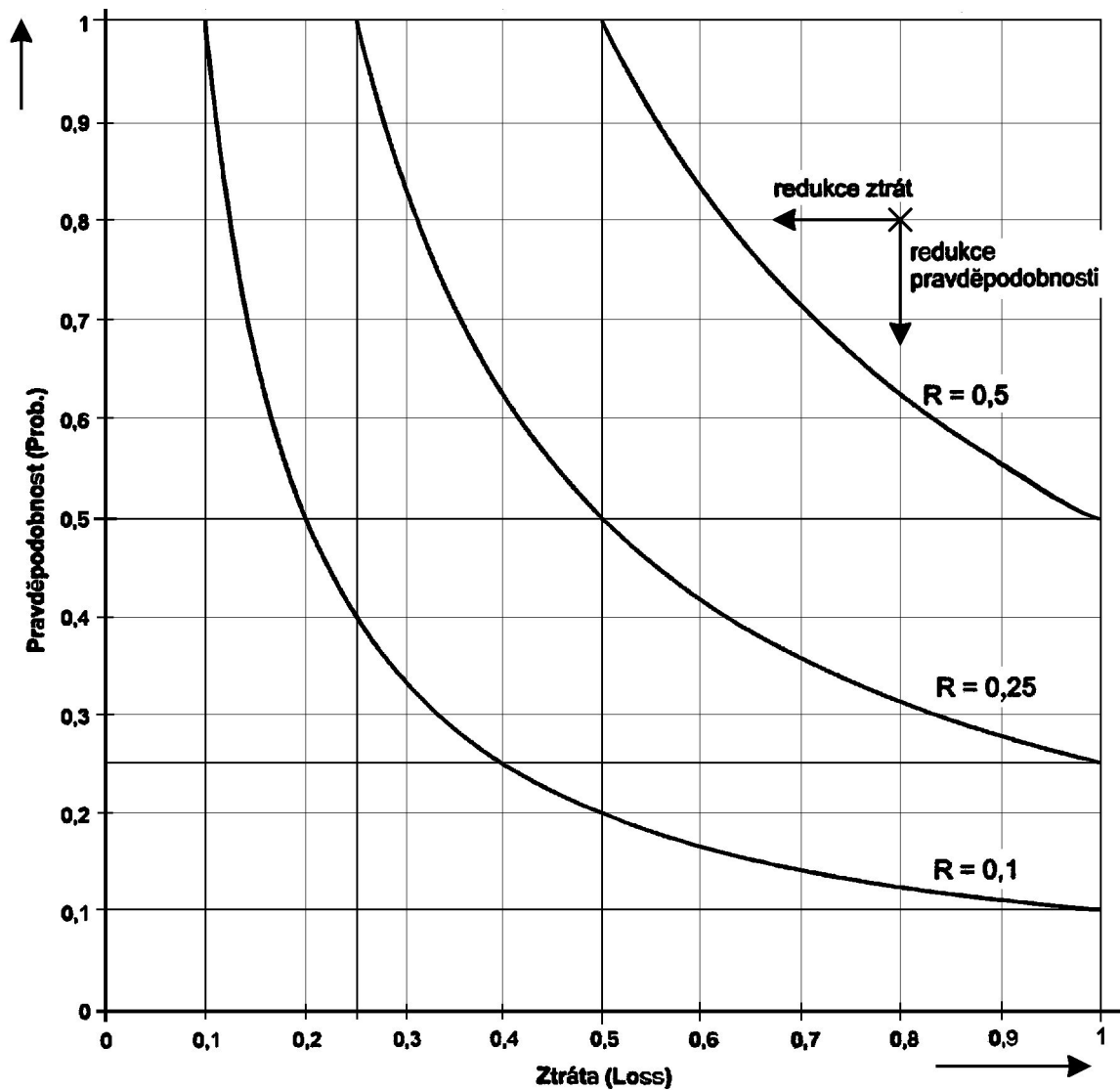
Identifikace rizik je proces, v rámci kterého organizace systematicky a průběžně identifikuje rizika a nejistoty. Identifikační aktivity rozvíjejí informace o zdrojích rizik, rizikových faktorů, nebezpečí a vystavení se ztrátám.

Zdroji rizik chápeme okolí (prostředí), které může přispět k negativním výsledkům.

Rizikové faktory jsou charakteristiky, které ovlivňují pravděpodobnost ztráty a její hodnoty.

Nebezpečím či *hrozbou* rozumíme potenciální příčiny ztrát.

Vystavení se ztrátám jsou objekty či situace vytvářející možné ztráty.

Obrázek 1.1 — Grafy funkce (1.1) pro různá R [rovnoosé hyperboly]

Zdroje rizik (z hlediska prostředí) můžeme určitým způsobem kategorizovat:

1. technické prostředí;
2. přírodní prostředí;
3. sociální prostředí;
4. politické prostředí;
5. právní prostředí;
6. operační prostředí;
7. ekonomické prostředí;
8. kognitivní (znalostní) prostředí.

Hlavními zdroji rizik z vojenského pohledu zkoumání je technické a operační prostředí, ve kterém se odehrávají procesy spojené s vývojem, výrobou a užitím vojenské techniky. Z pohledu pojišťovnictví to bude určitě přírodní prostředí a do značné míry politické a ekonomické prostředí. Ze všech hledisek je důležité kognitivní prostředí, určující *jak pochopíme účinek nejistoty či rizik na příslušný proces, projekt nebo organizaci případně jak poznáme, zda je náš předpoklad reálný?*

Významným aspektem identifikace rizik je zkoumání problematiky *vystavení se ztrátám*. Rovněž tuto oblast je možné kategorizovat na ztráty objektů (od výrobků až po budovy), ztráty z plnění záruk a lidské ztráty (od produktivity až po ztráty na životech).

Základní metodou identifikace rizik je **systemový přístup** k identifikaci. Používají se však i některé formální procedury. Je třeba začít seznamem všech potenciálních rizik a ztrát, se kterými se může setkat libovolná organizace. Poté je možné zkoumat rizika vzhledem ke konkrétním podmínkám okolí, poznaným a existujícím rizikům, novým rizikům a ke změnám rizikového profilu organizace.

Seznam rizik je základním rámcem, v němž se organizace pohybuje. *Prvním krokem* aplikace seznamu je zjistit zdroj rizik analýzou výše uvedených 8 typů prostředí. Každé relevantní okolí lze rozdělit do 4 kategorií — uživatelé, dodavatelé, obchodníci, řídicí orgány. *Druhým krokem* je zjištění strategických záměrů a mise organizace. *Dalším krokem* je identifikace rizikových faktorů, hrozeb a vystavení se riziku. To může mít logickou posloupnost.

Metody identifikace rizik lze členit na:

1. metodu finančního dopadu;
2. metodu diagramu toků;
3. analýzu a hlediska rozmístění výrobku v systému, projektu a výroby;
4. plánované interakce všech oddělení;
5. interakce s externími zdroji;
6. analýzu kontraktu;
7. statistickou analýzu ztrát.

Je třeba zdůraznit, že metody se mohou prolínat a dále, že identifikace rizik je spojitým a nepřetržitým procesem.

Ad 1) Uplatněním **metody finančního dopadu** může manažer rizik identifikovat, jakým rizikům jsou vystaveny budovy, stroje, výrobky, jaká rizika plynou ze závazků a jakým rizikům je vystaven personál. Rizika lze odhalit z účetních dokladů, kde jsou finanční částky precizně a jasně deklarovány. Nabízí se běžný způsob měření ztrát ve finančním vyjádření. Samozřejmě je nutné prověřovat i jiné dokumenty, jako závazky nebo právní podklady. V tab. 1.1 je uveden příklad.

Tabulka 1.1 — Metoda finančního dopadu

Účetní doklad	Specifický majetek	Potenciální ztráty	Hrozba
Inventář	Suroviny: – u dodavatelů – ve skladech – ve výr. závodě	přímé ztráty nepřímé ztráty	oheň, bouře, vloupání
	Výrobky: – ve výr. závodě – tranzit do skladů	Ztráty ze závazků – při dopravě – při výrobě – zranění	nedbalost, porušení závazků
	Sklady: – doprava k odběrateli – u odběratele	Personální ztráty	smrt, ublížení na zdraví, ztráta zaměstnání, předčasný důchod

Ad 2) Metoda diagramu toků je systematickou procedurou.

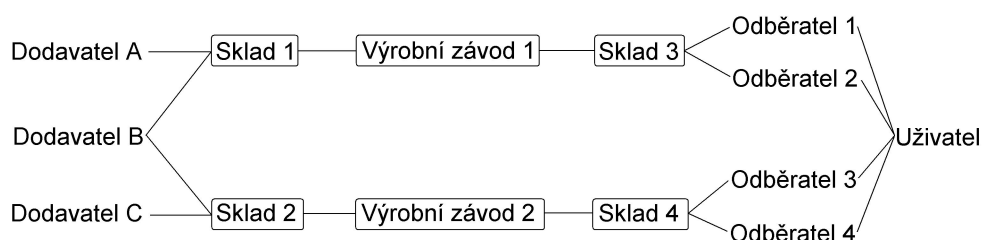
Popisuje veškeré akce v organizaci počínaje surovinami, energiemi a ostatními vstupy u dodavatele a konče hotovými výrobky u odběratele. Příklad je uveden na obr. 1.2.

Rizika plynoucí z činnosti v rámci tohoto obrázku jsou: Ztráty na majetku a zařízení, na surovinách, na výrobcích během výroby i na hotových výrobcích, plynoucí z hrozeb a v rámci dopravy. Dále jsou to výrobní ztráty z prostojů v důsledku ztrát. U uživatelů jsou to ztráty ze záruk v důsledku vadných výrobků způsobených zraněním, nedodržením termínů dodávek a nedbalostí a z právní odpovědnosti vůči zaměstnancům. Personální ztráty plynou buď ze zranění či smrti a mohou ovlivnit projekt, výrobu či akvizici a vedou k poškození rodin v důsledku ztráty zaměstnání či zdravotních omezení zaměstnanců.

Ad 3) Analýza z hlediska rozmístění zahrnuje všechna zařízení organizace, které musí manažer rizik dokonale poznat, aby mohl čelit rizikům, kterým je organizace vystavena.

Ad 4) Interakce jednotlivých oddělení. Tato metoda zahrnuje systematické návštěvy manažera rizik všech oddělení, které spolupracují na návrhu, vývoji a výrobě produktu tak, aby získal hluboké informace o aktivitách všech oddělení a možných rizicích, plynoucích z těchto aktivit. Dále půjde o analýzu ústních nebo písemných zpráv jednotlivých oddělení o vzniklých rizicích nebo ztrátách. Je důležité, jak rychle se manažer rizik o problémech dozví a zda se dozví pravdu o příčinách nedostatků.

Obrázek 1.2 — Metoda diagramu toků



- Ad 5) Interakce externích zdrojů.** Jde o doplněk předešlé metody rozšířené o externí konzultanty, právníky, auditory a další specialisty, většinou z certifikačních orgaizací.
- Ad 6) Analýza kontraktu.** Řada rizik plyne pro organizaci z nedokonalého kontraktu, ve kterém nejsou jednoznačně stanoveny požadavky odběratele a možnosti dodavatele.
- Ad 7) Statistické záznamy o ztrátách.** Tyto záznamy a jejich analýza může být zdrojem poučení a může odhalit možné ztráty v budoucnosti. Je třeba analyzovat příčiny ztrát, jejich umístění, velikost a další proměnné. Při dostatečném statistickém souboru lze předpovídat náklady spojené s dopady rizik.

Studium předkládaných skript předpokládá u čtenáře základní znalosti z oblasti řízení jakosti, které vyžadují pochopení výstavby systémů řízení jakosti na bázi požadavků **Total Quality Managementu**. Skripta dávají čtenáři do rukou prostředek umožňující pochopit funkce a činnosti managementu rizik s pravděpodobnostním přístupem ke stanovení rizik. Managerskou metodu pro stanovení rizik a jejich priorit je nutno chápat jako obecný návod pro praxi. Při reálném použití je ji nutno doplnit o konkrétní charakteristiky dodané řešiteli. Hodnoty pravděpodobnosti, uvedené v ilustraticích příkladech, jsou zobecněním poznatků orgánů státního ověřování jakosti AČR.

Posláním skript je naznačení možného postupu pro výpočet celkové pravděpodobnosti rizikových faktorů a určení souhrnného rizika — nutného při akvizici vojenského materiálu.

2. Funkce a činnosti managementu rizik

2.1. Management rizik a jeho činnosti

Termín **management rizik** je použit v řadě různých disciplín, jako např. ve statistice, ekonomice, psychologii, sociálních vědách, biologii, technických vědách, toxikologii, systémové analýze, operačním výzkumu, teorii rozhodování a dalších. Pro mnohé politiky, analytiky, akademiky i techniky je riziko spojováno s ekologickými i jadernými problémy, ovlivňujícími spolu s technologickými makroriziky naši existenci. Pro bankéře a finančníky jde o problémy spojené s měnovou politikou a úrokovými mírami, pro pojišťovny pak jde o rizika plynoucí z plnění pojistných událostí a pro pojištěnce o snahu zmírnit náklady na pojištění, jinak se budou na rizika dívat lékaři a nemocnice, jinak bezpečnostní agentury.

Management rizik v dnešní vysoce organizované a formalizované podobě (ve výše uvedeném pojetí) je záležitostí posledních 10 ÷ 20 let. **Strukturu** takto chápaného pojetí tvoří dvě větve:

- **určení rizika**, zahrnující identifikaci rizika, analýzu rizika, stanovení priorit rizika;
- „**řízení**“ **rizika**, zahrnující plánování, řešení (zmírňování) a monitorování rizika.

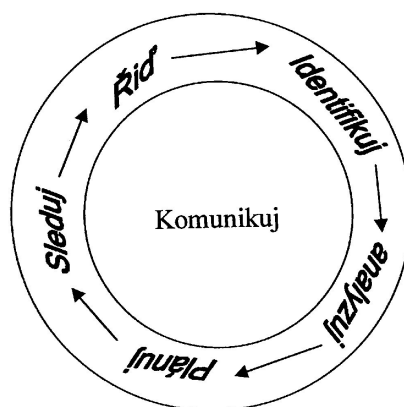
Management rizik je možno začlenit do obecných funkcí managementu, která se snaží o identifikaci, určení a oslovení příčin a účinků nejistot a rizik v organizaci.

Management rizik v rámci organizace řadíme spolu se strategickým managementem a operačním managementem do širšího rámce (obr. 2.1). Všechny tři složky dohromady tvoří hlavní funkce organizace.

Obrázek 2.1



Obrázek 2.2



Strategický management se snaží o identifikaci poslání organizace, jejich cílů a strategie a zabezpečuje vyhodnocování aktivních výsledků.

Operační management se zabývá aktivitami, které jsou aktuální v organizaci během celé doby její aktivity. . To znamená bezprostředními procesy, spojenými s výrobky a službami.

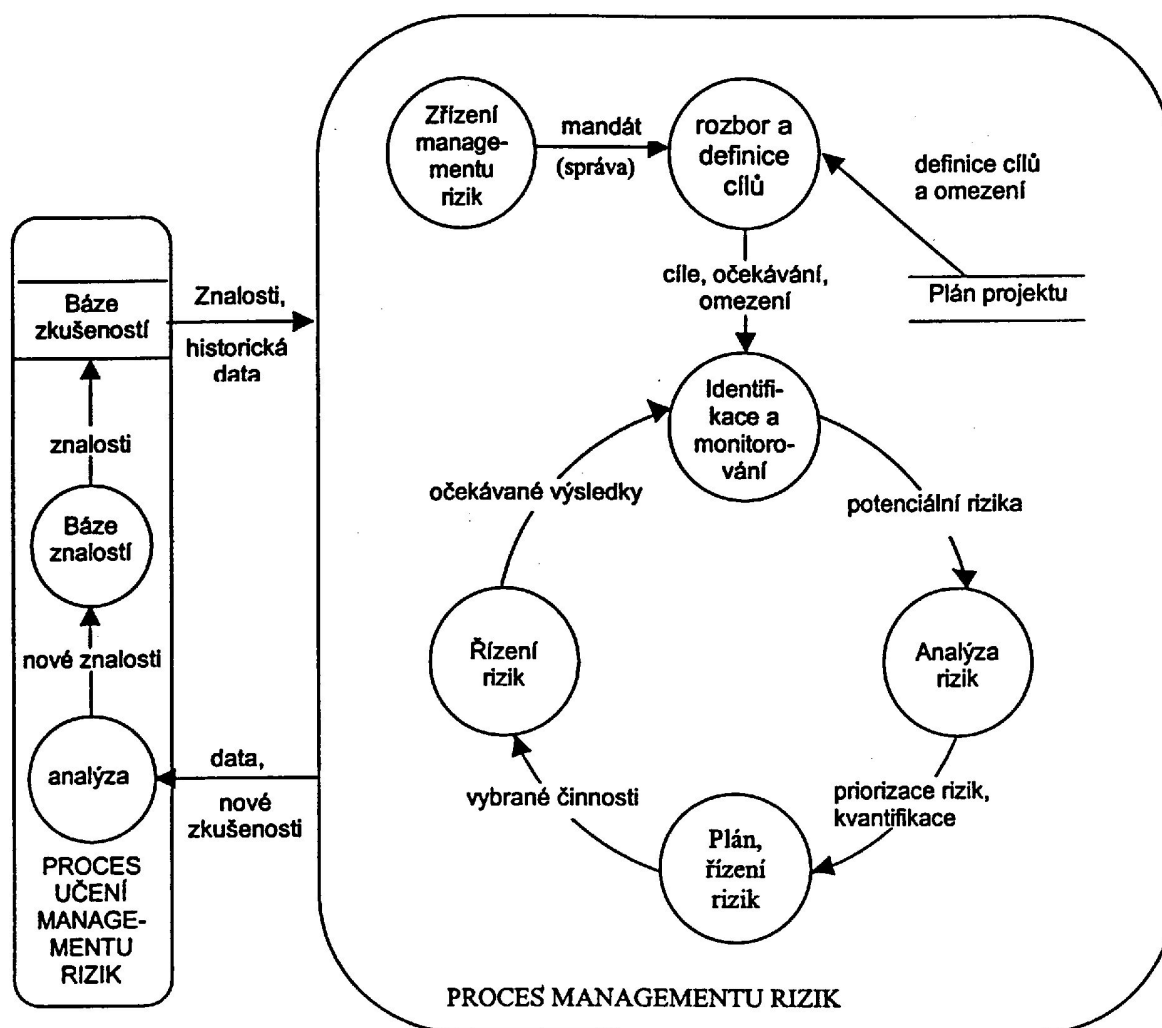
Management rizik zasahuje do výše uvedených aktivit přímo ovlivňujících dosažení stanovených cílů organizace.

Management rizik lze definovat jako vědní disciplínu zabývající se možnostmi, že budoucí jevy či události mohou způsobit nepříznivé účinky [Kloman].

Management rizik budeme pro naše potřeby uvažovat jako průběžnou činnost spojenou s určováním a identifikací rizik a s rozhodováním o jejich eliminaci.

Aktivity v rámci managementu rizik během životního cyklu vyjadřuje obr. 2.2, činnost managementu rizik lze schématicky znázornit na obr. 2.3.

Obrázek 2.3 — Schématické znázornění činnosti managementu rizik



Databáze musí být rozšířena o podstatné informace o rizicích, jejich popisu a kontextu a o jejich řešení. Z databáze pak lze vyhledat analogie a poučení, křížové vazby v rámci projektu a příslušné trendy a strategie.

2.2. Funkce managementu rizik

Každé riziko prochází postupně funkcemi identifikace, analýzy, plánování, sledování a řízení, ale aktivity působí souběžně, to znamená, že známá rizika jsou sledována paralelně a nová jsou identifikována. Jde o iterativní proces, jelikož činnosti směřující ke zmírnění jednoho rizika může vytvořit riziko jiné.

Uvedené funkce rozepíšeme:

Identifikace — vyhledávání a lokalizace rizika.

Analýza — transformace dat o riziku v rozhodovací informaci. Vyhodnocení dopadu, pravděpodobnosti výskytu, časového rámce, klasifikace rizik, priorit rizik.

Plánování — převedení informace o riziku do rozhodovacích a zmírňovacích činností (současných i budoucích) a jejich implementace.

Sledování — monitorování rizikových identifikátorů a zmírňovacích činností.

Řízení — korekce odchylek od plánu zmírňování rizik, tj. plánu „řízení“ rizik.

Komunikace — zabezpečení informací o aktivitách managementu rizik, o existujících rizicích a o nenadále vzniklých rizicích a zajištění vnitřní a vnější zpětné vazby na projekt. Komunikace probíhá v rámci všech funkcí managementu rizik.

2.2.1. Identifikace rizik

Cílem **identifikace rizik** je vyhledání a lokalizace rizik ještě dříve, než se stanou problémem. Při identifikaci rizik je nutno si uvědomit, že:

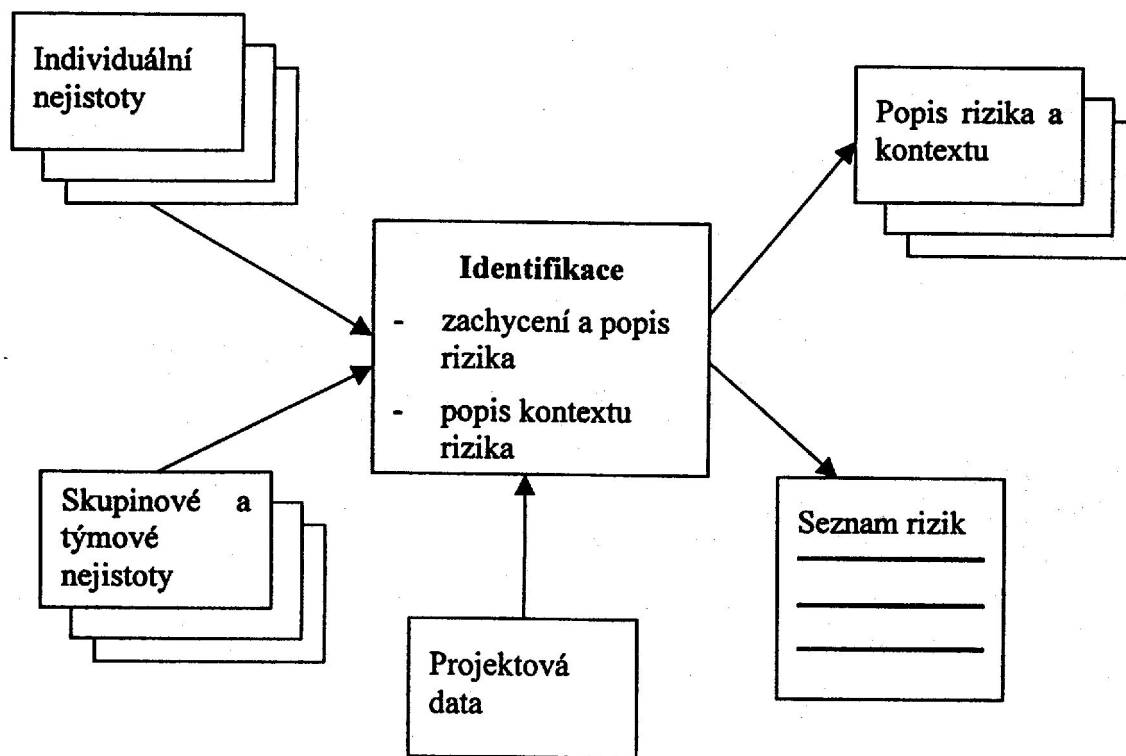
- jde o průběžný proces, ne o jednorázovou činnost;
- v týmu musí být uplatněny otevřená komunikace a perspektivní pohled na další vývoj akce, to znamená, že nová rizika se objeví tehdy, bude-li tým schopen se přenést za současné problémy, které ho tlačí;
- i když v managementu rizik hraje určitou úlohu osobní podíl manažerů, je třeba zvýraznit týmovou práci při identifikaci nových rizik a uplatnění kolektivního rozumu, zkušeností a znalostí.

Identifikace rizik je proces transformace nejistot a výsledků projektu do zřetelných rizik, které mohou být popsány a změřeny. Zahrnuje dvě činnosti:

1. zachycení a popis rizika;
2. zjištění kontextu rizika, to je dodatečných informací o okolnostech vzniku rizika.

Vstupy a výstupy funkce identifikace jsou na obr. 2.4.

Obrázek 2.4 — Vstupy a výstupy funkce identifikace



Jednotliví manažeři mají své nejistoty a závěry o projektu a jeho rozvoji, které mohou být, ale nemusí být riziky. V rámci skupinové (týmové) práce mohou manažeři společně identifikovat nejistoty a závěry o projektu a jeho rozvoji, které mohou, ale nemusí být riziky.

Projektová data jsou podpůrnou informací, jejíž složky jsou rozvrh, rozpočet, plány, struktura rozvržení práce atd., které mohou zajistit informaci pro identifikaci rizik, tzn. dříve neznámé souvislosti a závislosti.

Zjištěná rizika jsou popsána včetně okolností jejich vzniku a je zpracován přehledný seznam rizik.

Každé riziko má svůj **identifikátor**, který pomáhá při sledování a řízení rizika. Může to být číslopřídělené produktu s číselnou kombinací, či jiná kombinace číslic a písmen, přiřazená sledovanému prvku..

V rámci identifikace rizik používá management různé **nástroje**. Pro jednotlivé činnosti jsou uvedeny v tabulce 2.1.

Popis rizika má zpravidla dvě složky:

Tabulka 2.1

Činnost	Nástroj či metoda
1. Zachycení a popis rizika	<ul style="list-style-type: none"> – Brainstorming, – Periodické zprávy o rizicích, – Charakteristiky rizikových faktorů a jejich dopad, – Dokumentace rizik prováděná managementem rizik, – Taxonomický dotazník, – Porady realizující zásady komunikace.
2. Zachycení a popis okolností vzniku rizika	
1. <i>podmínky vzniku rizika</i> : jednoduchá věta krátce popisující okolnosti, situace, atd., které mohou zapříčinit starost, pochybnost, úzkost či nejistotu;	
2. <i>důsledek</i> : jednoduchá věta popisující možný negativní dopad průběžných podmínek. Explicitní popis důsledků je často vynechán a přidán až k plánovací fázi.	

Pro všechny aktivity je vhodné zavést sešit, kde se zaznamenávají veškeré dostupné informace o rizicích.

Formulář *podmínky – důsledky* nám dá ucelenější obraz o riziku a využije se především ve fázi plánování zmírnění rizika. Složka *podmínky* se zaměřuje na to, co je obvykle příčinou zájmu. Tato složka zabezpečuje informace, které jsou důležité pro určení **JAK** zmírnit riziko. Složka *důsledky* se zaměřuje na střednědobé a dlouhodobé dopady rizika. Pochopení hloubky a šířky dopadu je užitečnou informací při určování kolik času, zdrojů a úsilí musí být použito na zmírnění rizika.

Zachycení a popis okolností (kontextu) rizika se zpravidla provádí souběžně se zachycením a popisem rizika. Cílem popisu kontextu rizika je zabezpečení doplňkové informace o riziku tak, aby případné hrozby plynoucí z daného rizika byly správně a hlavně i v souvislostech pochopen i jinými pracovníky. Popis kontextu tvoří okolnosti, jevy, vzájemné vazby uvnitř projektu, které mohou ovlivnit riziko. Udává co, kdy, kde, jak a proč souvisí s rizikem, jaký je podíl rizikových faktorů, jaká je vzájemná vazba výsledků projektu a jaké jsou potenciální důsledky rizika.

Struktura kontextu tvoří neformalizovaný text, který může tvořit krátký vysvětlující komentář. Může rovněž zahrnovat závěry osobní, technické, manažerské, komunikace a další hodící se aspekty projektu.

2.2.2. Analýza rizikových faktorů a ztrát

Příčiny závad a nehod

Existují dva hlavní přístupy k posouzení příčin — **inženýrské hledisko** a **hledisko lidského selhání**. Do inženýrských příčin ztrát patří vady materiálu, chyb-

ná konstrukce součástí a výrobků, chybná instalace, stroje bez příslušných ochranných a jistění. Do lidských hledisek patří nezkušenost, nevyškolenost, charakterové vady, nedbalost, hazardérství a další, které vedou k porušení zásad bezpečnosti práce a následnému vyřešení či pochopení výrobku a zařízení, zranění nebo vyřazení z činnosti, v důsledku čehož dochází ke ztrátám, narušení harmonogramu a neschopnosti výrobku plnit misi. V některých teoriích se uplatňuje *princip domina*, to značí, že jedna závada či nehoda má za následek řadu dalších problémů a ztrát.

Analýza ztrát

Manažer rizik si vytváří informační systém o vyskytujícím se nebezpečí, potenciálních i skutečných závadách a příslušná hlášení formalizuje. Největšími zdroji informací jsou pracovníci bezprostředně zapojení do daného cyklu činnosti a přímí účastníci nehod. Je třeba zahrnout i závady a nehody, které v daném případě nevedly ke ztrátám — za jiných okolností ke ztrátám dojít může. Formy zpráv o závadách a ztrátách mohou být různé — od univerzálních po specifické, zohledňující příslušné hledisko.

Analýza rizikových faktorů

Analýza musí vést k určení podstatných faktorů, které musí být zkoumány pečlivěji. Je třeba podrobit analýze i ty faktory, které bezprostředně nevedly k negativnímu jevu, je třeba využít zkušeností i jiných organizací a analyzovat i činnost řídicích orgánů. Zvláštní analýzu si vynucují inovace postupů a výrobků, kde nejsou žádné předběžné zkušenosti. K určení příčin a účinků závad se efektivně využívá metody **stromu závad**. Jinou používanou metodou je **rizikový řetězec**, zkoumající vztahy mezi rizikovými faktory, ztrátami a okolím. Tato metoda umožňuje nejen určení rizik, ale i návrh příslušných nástrojů pro řízení rizik a strategií.

Měření rizika

Identifikace rizik je prvním krokem v rámci určování rizik. Poskytuje však málo informace pro stanovení důležitosti pro organizaci. Je nutná další informace o odhadech možných finančních a jiných důsledků a odhadech pravděpodobnosti jejich výskytu. **Měření rizik** vyžaduje, aby manažer rizik

- určil míry pro měření důležitosti rizika pro organizaci,
- aplikoval tyto míry na identifikovaná rizika.

Rozlišení mezi **přímými** a **nepřímými** náklady tvoří základ pro odhalování finančních nákladů.

Přímé náklady jsou přímým dopadem nebezpečí působícího na výrobek, objekty či osoby. Jde o přímé finanční ztráty, materiálové náhrady, ztráty vynaloženého času zničením nebo poškozením výrobku atp.

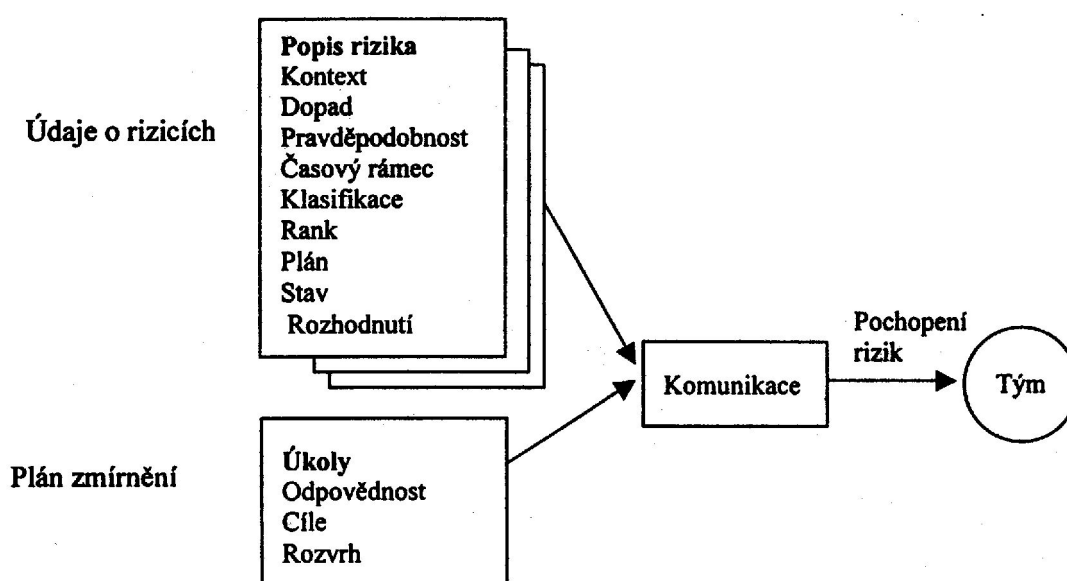
Nepřímé náklady jsou spojeny s poškozeními či ztrátami vyplývajícími z nebezpečí, které ale nejsou jeho přímým dopadem. Jde o ztráty výdělku, prémie, zaměstnání, o časové ztráty v důsledku prostojů, změn konstrukce a mohou značně přesahovat přímé náklady, uvádí se, že jsou až čtyřnásobné.

2.2.3. Komunikace

Uvedli jsme, že **komunikace** zabezpečuje výměnu informací v rámci jednotlivých funkcí managementu rizik. Můžeme tvrdit, že z hlediska **identifikace** rizik má komunikace zcela zásadní význam. Komunikace obecně vzato je obrazem kultury vžité v rámci určité organizace, specificky vzato je obrazem určitých vztahů a poměrů v rámci týmu. V našem případě je úkolem komunikace seznámit tým se zjištěnými riziky a s popisem rizik v příslušném kontextu tak, aby všichni pracovníci pochopili podstatu rizik, alternativy a možnosti jejich zmínění odstraněním překážek a omezení v zájmu akvizice. Je třeba eliminovat všechny bariéry bránící otevřené a efektivní komunikaci.

Vstupy a výstupy komunikace představuje obr. 2.5.

Obrázek 2.5



Existuje několik kategorií komunikace:

Obecná — uplatňuje se v interní i externí komunikaci, zahrnuje komunikaci mezi sobě rovnými, komunikaci uvnitř skupiny a uvnitř organizace. Jako příklad uveďme diskusi mezi dvěma projektanty o možných rizicích v rámci výsledku jejich práce.

V rámci týmu — jde o komunikaci uvnitř malého týmu.

Externí — jde o formální i neformální komunikaci mezi managementem akvizice a uživateli, dodavateli a vrcholovým managementem organizace. Jako příklad uveďme diskusi o strategii zmírnění rizik, nebo kdo má být uvědoměn o možném riziku atp.

Komunikace v rámci managementu rizik vyjadřuje:

- volný tok informací v určité úrovni i mezi úrovněmi projektu;
- formální a neformální komunikaci i komunikaci bez přípravy;

- neomezené použití spolehlivých dat;
- procesy, které respektují i individuální hlas;
- konsens v týmové práci.

Efektivnost komunikace se zvyšuje, když je problém posuzován z více hledisek. Přitom všeobecná znalost a pochopení problému neznamená nutně, že dojde k souhlasu všech zúčastněných stran. Lidé mohou nesouhlasit se závěry, ale mohou pochopit jiná hlediska vzhledem k těmto závěrům. V každém případě přispívá úspěšná komunikace k celkové efektivnosti práce.

Mezi faktory zvyšujícími efektivnost komunikace patří jasná definice úkolů projektu a příslušných odpovědností, vizualizace aktivit a rozhraní, příkladnost vedoucích, podpora iniciativních pracovníků a jejich odměňování.

Naopak účinnost komunikace se může zhoršit, když se např. řeší problémy aniž jsou známa všechna fakta, když je vyžadováno a prosazováno unáhlené řešení, když existují obavy, že šířitel nepříznivé zprávy nebo ten, kdo hledá pomoc bude nějak postizen. Rovněž se na celkovém výsledku projeví vyčkávání, až potenciální riziko se stane vážným problémem. Rovněž nedostatek důvěry může redukovat nebo narušit věrohodnost získaných dat, která mohou být subjektivní nebo spekulativní. Každý člověk má svou vlastní stupnici hodnot a ji používá i k měření a porovnávání získaných zpráv a informací. Proto musí být týmová práce postavena na bázi konsensu.

Rovněž je třeba potlačit individuální či skupinové zájmy, které vedou v zájmu vlastního prospěchu k zamlčování některých údajů, či zveličování hrozeb plynoucích z rizik. Cestou k řešení těchto nedostatků je vytvoření objektivního systému odměňování, založeného na prokazatelných dílčích i celkových výsledcích. Efektivnost komunikace se rovněž snižuje v důsledku rozdílné připravenosti i rozdílného chápání závěrů. Rovněž je škodlivé svalovat vinu na druhého — k tomu může být zneužita informace o rizicích. Příjemci informace by neměli být zneklidňováni a nevyslyšeni. Management musí zabezpečit a podporovat otevřenou komunikaci, nesmí použít výslednou informaci jako trestající odplatu a musí věnovat pozornost verbální i neverbální zpětné vazbě, využívat a popularizovat dobré zkušenosti a příklady.

Úspěšná komunikace v rámci managementu rizik nemusí vyústit v odsouhlasení kontroverzních závěrů ani v uniformitu lidského chování. Ani nemusí redukovat konflikty mezi lidmi a zjednodušit management rizik. Rozhodování managementu může některé lidi získat, ale pravděpodobně ne každého. Zrovna tak obecné pochopení nevede nutně ke konsensu. I když rozhodnutí předpokládají zisk pro projekt, je třeba si uvědomit, že toto rozhodnutí a jejich realizace mohou být ovlivněny osobním přístupem pracovníků.

Je typické, že rizika jsou identifikována personálem nižší úrovně než je management těchto rizik. Proto efektivní komunikace je životně důležitá pro koordinaci identifikace rizik a příslušným managementem.

Pro management je interní komunikace důležitá k tomu, aby zabezpečil účinné přenesení informace mezi všemi úrovněmi organizace. Pro každou úroveň musí být informace patřičně abstrahována a filtrována. Lze doporučit následující typy pro komunikaci v rámci managementu rizik:

- Nejprve uveď globální obraz.
- Odpověz na klíčové otázky.
- Zabezpeč kvalitativní popis, nestačí uvést číselnou hodnotu.
- Použij reálné příklady ze života a analogie.
- Řekni nejen co víš, ale i čeho se obáváš.
- Vyhni se přílišným detailům.
- Upozorni na slabé údaje.
- Vysvětli, v čem spočívá neurčitost.
- Identifikuj pozici zainteresovaných.

2.3. Metody a nástroje řízení rizik

2.3.1. Metody a nástroje pro individuální činnost a malé subtýmy

1) Informační záznam o riziku

Informační seznam o riziku je primárním dokumentem. Jde o vyplněný jednostránkový formulář jako podklad pro rozšířený sumarizovaný záznam, využívaný při sledování rizik. Níže je charakterizován obsah příslušného záhlaví tabulky.

ID — jednotný identifikátor rizika (např. v podobě číselně abecedního kódu).

Identifikováno — datum, kdy bylo riziko identifikováno.

Stav — stav rizika k datu identifikace.

Kontext — přidružená informace, která objasňuje riziko, okolnosti jeho vzniku atp. Zpravidla je shromažďována k datu identifikace.

Zdroj — osoba nebo organizace, která riziko identifikovala (organizace se uvádí, je-li riziko přeneseno).

Priorita — rank priority rizika.

Pravděpodobnost – pravděpodobnost nebo relativní četnost výskytu negativního jevu. Hodnota závisí na typu analýzy, zpravidla se pohybujeme v odhadech a zařazení do intervalů např. „*velká*“, „*střední*“, „*malá*“, či do jemnějšího dělení.

Dopad — stupeň dopadu, například „*vážný*“, „*střední*“, „*malý*“, „*katastrofický*“, „*okrajový*“ atp.

Časový rámec — časový rámec, ve kterém se riziko projevuje nebo řeší. Obvykle pracujeme s krátkodobým, střednědobým či dlouhodobým rámcem, nebo odhadujeme měsíce či roky.

Třída — klasifikace rizika. Může být uváděna víc než jedna hodnota.

Odpovídá — osoba, které byla přidělena odpovědnost za zmírnění rizika.

Strategie zmírnění — zvolená strategie pro zmírnění rizika.

Plán nepředvídaných vydání — jestliže plán existuje, uvádí se jevy nebo časy pro uvolnění prostředků pro podporu strategie zmírnění.

Stav/datum — průběžný stav rizika vázaný na příslušné datum popisuje historii vývoje rizika, co bylo uděláno a jak se riziko změnilo.

Schválil — schválení strategie zmírnění nebo uzavření rizika. Je-li riziko přeneseno, může být vyžadováno potvrzení od organizace, která riziko přenesla.

Datum uzavření — datum, kdy bylo riziko uzavřeno.

Důvod uzavření — důvod, proč bylo riziko uzavřeno (např. pravděpodobnost je nulová).

2) Taxonomická klasifikace

Taxonomická klasifikace je metodou vyvinutou pro management rizik, jakosti, konfigurace, a pro personální management a zkoušení. Taxonomická klasifikace organizuje rizika do skupin. Kriteria pro klasifikaci (např. nejbližší příčiny negativních jevů, podmínky, dopady) jsou zvolena a použita tak, aby se hodila pro taxonomii rizik. Vstupy a výstupy taxonomické klasifikace aplikované na akvizici jsou na obr. 2.6.

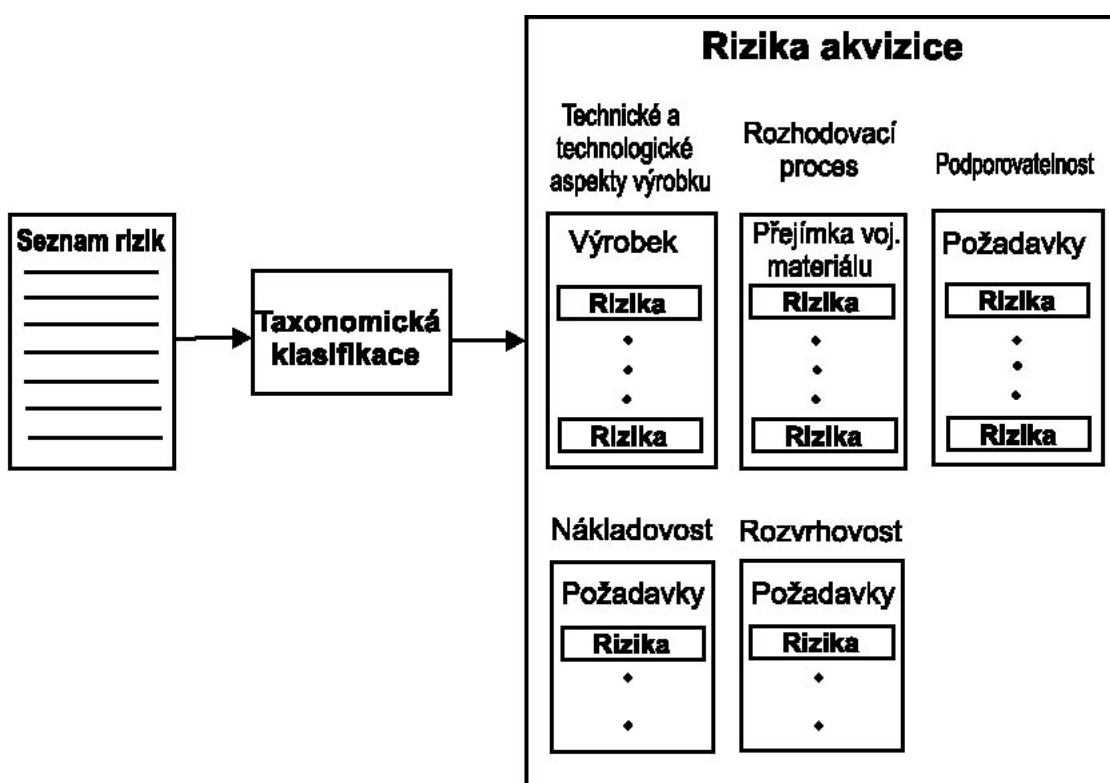
Taxonomická klasifikace může být prováděna individuálně nebo skupinově. Jde-li o skupinu větší než tři pracovníků, pak jeden práci řídí a zapisuje, ale rovněž se na klasifikaci podílí.

Tato metoda je vhodná pro roztrídění rizik podle jejich kontextu a pro vytvoření základní klasifikační struktury. Metoda má omezení v různém chápání příčin negativních jevů a dopadů různými lidmi. Pro klasifikaci je nutné, aby tyto rozdílnosti byly minimální. Výsledky taxonomické klasifikace jsou vstupy pro plánování strategií řízení rizik.

Procedura taxonomické klasifikace je následující:

1. krok — **Přehled rizik**. Účastníci studují popis rizik a příslušných kontextů za účelem jejich pochopení.
2. krok — **Volba klasifikačního kritéria**. Účastníci dojdou ke konsensu jak zařadit riziko do taxonomických skupin. Do společných kritérií jsou zahrnuty okolnosti, nejbližší příčiny a dopady rizika.
3. krok — **Určení třídy**. Účastníci se shodnou na tom, do které třídy z uvedených nejlépe riziko zapadá.

Obrázek 2.6



- *Technické a technologické aspekty výrobku*: požadavky, podmínky, zařízení, kvalifikace personálu, standardizace atd.
- *Rozhodovací proces*: metody, procedury, nástroje, převímka vojenského materiálu.
- *Podporovatelnost*: kontrakční, organizační a operační podpora mimo přímého řízení lokálním managementem.
- *Nákladovost*: Požadavky, personál, zařízení, omezení.
- *Rozvrhovost*: Fondy, kapacity zařízení, personál, řízení akvizice, logistické zabezpečení.

4. krok – Určení rizikových faktorů v rámci technických a technologických aspektů.

- *Požadavky na výrobek*: Definice co má výrobek dělat, jakým potřebám musí vyhovovat a jak má být používán. Požadavky na výkonové a jakostní charakteristiky. Jaká má být dokumentace, zda bylo dosaženo fyzické úrovně konfigurace, použitelnost standardů a norem, požadavky na zkušební zařízení a posouzení patentových práv.
- *Technologie akvizice*: Zařazení výrobku do kategorie kusové a malosériové výroby nebo do kategorie hromadné výroby. Posouzení technologické úrovně

dodavatele, technologické inovace.

- *Provoz výrobku*: Posouzení uživatelského prostředí, požadavky na funkčnost a rozšiřitelnost funkcí, hrozby, logistické zabezpečení provozu, úroveň servisu a stabilita mise.

5. krok — Určení rizikových faktorů rozhodovacích procesů v rámci akvizice.

- *Přejímka vojenského materiálu*: Směrnice pro přejímku, komplexnost a rozsah požadavků a jejich stabilita, podpora, metody přejímky, standardy a normy, volba kritérií pro rozhodování, testování hypotéz, úroveň testovacího a kontrolního zařízení.
- *Management*: kvalifikace managementu akvizice, stabilita mise a úloh služeb, legislativa akvizice, pracovní klima a prostředí, hrozby, personál, kontrakt, kapacita testovacího a kontrolního zařízení, komunikace mezi managementem akvizice a ostatními managementy, úroveň plánování.
- *Omezení*: Posouzení zdrojů, rozvrhu, rozpočtu, požadavků na komerční materiál a státem dodávaný materiál, počty personálu.

6. krok — Určení rizikových faktorů podporovatelnosti akvizice.

- *Požadavky*: Spolehlivost a udržitelnost výrobku, logistické zabezpečení, zabezpečení standardy, normami a směrnicemi, kontraktace dat a služeb, úroveň povýrobní podpory, možnosti zrychlené akvizice komerčních a státem dodávaných výrobků, řízení konfigurace komerčních součástí, posouzení odpovědnosti za podporu akvizice.
- *Výrobek*: Komplexnost výrobní dokumentace, směrnice pro přejímku, úroveň konfigurace výrobku, stabilita parametrů výrobku, HW a SW nástroje podpory akvizice, úroveň implementace změn.

7. krok — Určení rizikových faktorů nákladovosti akvizice.

- *Požadavky*: Zdroje, rozsah akvizice, technologie, stabilita požadavků.
- *Personál*: Dostupnost, kvalifikace, management.
- *Zařízení*: Dostupnost, standardy, normy a směrnice, patentová práva, konfigurace, certifikace a kalibrace.
- *Omezení*: Zdroje, okolí, patentová práva, státem dodávané výrobky, komerční výrobky.

8. krok — Určení rizikových faktorů rozvrhovosti akvizice.

- *Požadavky*: Včasnost a adekvátnost rozhodnutí, včasnost a adekvátnost přidělení fondů, dostupnost a kapacita testovacího a kontrolního zařízení, stabilita mise a parametrů výrobku, kontraktace dat a služeb, plán akvizice.
- *Personál*: Naplněnost plánovaných počtů, kvalifikace a zkušenost, osvědčení o bezpečnosti práce, stabilita, pracovní prostředí.
- *Management*: Řízení akvizice, podíl uživatele na akvizici, vliv okolí, logistické zabezpečení.

9. krok — **Kontrola zařazení všech rizik do tříd a skupin.** Po klasifikaci všech rizik se znovu posoudí, zda je zařazení rizika do příslušné třídy a prvku patřičné a zařazení se potvrdí. V případě pochyb je třeba znovu provést kroky 3 až 6.

Taxonomická klasifikace rizik probíhá dobře, když na určení klasifikačních kritérií spolupracují 2–3 odborníci a pak je podle těchto kritérií vytvářena taxonomická struktura rizik. Jestliže nedojde k rychlému konsensu během např. 3 minut, je třeba provést hrubý odhad a přejít k posouzení a zařazení dalšího rizika. Po posouzení skupin rizik bude zřejmé, zda jsou rizika zařazena patřičně a lze provést přesun.

3) Metoda vyhodnocení vazeb mezi složkami rizik

Vstup a výstup této metody je znázorněn na obr. 2.7. Složkami rizika jsou pravděpodobnost výskytu negativního jevu, dopad a časový rámeček. Při skupinovém zpracování každý účastník vyhodnotí pro každé riziko tyto složky, pak se ve skupině hledá konsensus.

Obrázek 2.7



Jde o kvalitativní metodu, která se používá k odlišení rizik při jejich velkém počtu. Některá z rizik mají stejné vyhodnocení, ale stupeň každé vlastnosti se může lišit. Pak je metoda neúčinná. (Např. riziko \mathcal{A} i \mathcal{B} mají velkou pravděpodobnost, vážný dopad a blízký časový rámeček. Riziko \mathcal{A} však znamená posunutí termínu o 20 %, riziko \mathcal{B} zvýšení nákladů o 30 %). Rovněž se konsensus ve skupině může získávat s obtížemi. Výhodou je, že metoda nevyžaduje zvláštní náklady na vybavení, pracuje pouze se znalostmi účastníků.

Jednotlivé aktivity mohou mít několik stupňů (zpravidla pracujeme se třemi stupni):

pravděpodobnost — malá, střední, velká

dopad — malý, střední, vážný

riziko — nízké, mírné, vysoké

časový rámec — blízký, střednědobý, dlouhodobý

Riziko jako kombinace pravděpodobnosti a dopadu má v tomto případě 9 možností. Na obr. 2.8 je znázorněn stupeň rizika jako příslušný intuitivní výsledek.

Obrázek 2.8

		Pravděpodobnost		
		<i>malá</i>	<i>střední</i>	<i>velká</i>
Dopad	<i>malý</i>	nízké	nízké	mírné
	<i>střední</i>	nízké	mírné	vysoké
	<i>vážný</i>	mírné	vysoké	vysoké

Zhodnocení může být provedeno individuálně nebo ve skupině. Je třeba, aby byla předem stanovena kritéria pro zhodnocení jednotlivých tříd rizika, prvků a vlastností, musí být například zřejmé, že vážný dopad u rozvrhu znamená posunutí termínu o víc než 20 % atp. V tabulce 2.2 jsou orientačně uvedeny hodnoty pro jednotlivé stupně složek rizika

Tabulka 2.2

Stupeň	Dopad	Pravděpodobnost	Časový rámec
1	malý Posun termínu rozvrhu < 10% Překročení nákladů < 10% Malý vliv na morálku Malý vliv na jakost	malá $P < 0,3$	vzdálený Akvizice nevyžaduje zásah v nejbližších 180 dnech
2	střední Posun termínu rozvrhu 10÷20% Překročení nákladů o 10÷25% Určitý vliv na morálku Určitý vliv na jakost	střední $0,3 < P < 0,7$	střednědobý Akvizice vyžaduje zásah v 90 až 180 dnech
3	vážný Posun termínu rozvrhu > 20% Překročení nákladů o > 25% Akvizice vyčerpala fondy Vysoké náklady Výrobek je nepoužitelný Vážný dopad na morálku, lidé odcházejí	vysoká $0,7 < P \leq 1$	blízký Akvizice vyžaduje zásah v nejbližších 90 dnech

Je zřejmé, že kriteria jsou vágní, což umožňuje poměrně širokou interpretaci. Metoda je vhodná, je-li počet rizik velký. Metoda je jednoduchá a vytváří základ pro detailnější analýzu. Ze zkušenosti vyplývá, že během 1 hodiny může být vyhodnoceno v průměru až 40 rizik, což samozřejmě závisí na schopnostech manažerů.

2.3.2. Metody a nástroje kolektivní činnosti

Mezi metody, ve vazbě na nástroje kolektivní činnosti, lze zařadit:

1. rozšířený záznam o sledování rizika;
2. diagram semaforových světel;
3. hlasovací seznamy.

ad 1) Rozšířený záznam o sledování rizika

Sledování rizik probíhá souběžně se sledováním plnění rozvrhu, nákladů a dalších parametrů projektu. Tato metoda se využívá projektovými manažery, manažery jakosti a konfigurace a dalšími pracovníky. Pro potřeby porady se tyto záznamy shromažďují i od pracovníků, kteří se porady bezprostředně nezúčastňují. Po provedení záznamu o závěrech z diskuse a zapsání změn se tyto rozšířené záznamy vrací příslušným pracovníkům. Tento záznam nezabezpečuje detailní popis stavu rizika a jeho příčin, není tedy dostatečný pro seznámení nových pracovníků s riziky. Tyto informace obsahuje již psaný informační záznam o riziku.

Níže jsou popsány jednotlivé kroky při tvorbě rozšířeného záznamu o riziku.

1. krok — **Vytvoření počáteční verze rozšířeného záznamu.** Je to požadováno pouze pro první rozbor.
2. krok — **Cirkulace kopií stávajících záznamů.** Dříve než začne porada, každý účastník se seznámí se záznamy o sledování rizik.
3. krok — **Záznam informace o rizicích.** Každý pracovník odpovědný za riziko (je-li pověřen sledováním rizik, pak pro každé zvlášť):
 - zaznamenává nový stav rizika (např. změny pravděpodobnosti nebo dopadu);
 - zaznamená nové změny v podmínkách ovlivňujících riziko;
 - zaznamená doporučení týkající se rizik, (např. převzetí, sledování, zmírnění či uzavření), které mají podstatný vliv na změny projektu.
4. krok — **Uspořádání zasedání věnovaných rozborům.** Tato zasedání jsou zpravidla součástí pravidelných porad, plánovaných v rámci akvizice. Rozbory mají následující skladbu:
 - *rozbor* — Postupně jsou posuzovány rozšířené záznamy, každé riziko je posuzováno zvlášť.

- *diskuse a rozhodnutí* — O každém riziku probíhá diskuse, zaměřená na změny od posledního rozboru. Diskuse končí rozhodnutím co dál (např. změna plánu zmírnění, pokračovat ve sledování, změna priorit atd.).
 - *určení odpovědnosti* — za jednotlivé činnosti se určí odpovědný pracovník.
5. krok — **Vyhotovení rozšířeného záznamu.** Rozšířený záznam, databáze, chronologie akcí, informační záznam o riziku aj. jsou po rozboru převedeny do elektronického formátu.

Formulář pro rozšířený záznam o sledování rizika je včetně příkladu uveden na obrázku 2.9.

Obrázek 2.9

Rozšířený záznam o riziku						
ID	Priorita	Popis rizika	Stav rizika	P	D	Odpovídá
AB06	1	Podskupina nemusí být funkční	Provedená simulace ukazuje možnost snížení výkonu o 25%	3	3	Novák
CD14	2	Čas vyčleněný pro testování není přiměřený	Beze změny. Zabezpečit větší kapacity pro testování	3	2	Horák
AB09	3	Rozpočet může být vyčerpán před dokončením	Podána žádost o zvýšení fondu na rozpočet	2	2	Procházka

Legenda: ID — identifikační číslo rizika
 P — stupeň pravděpodobnosti výskytu
 D — stupeň dopadu

ad 2) Diagram semaforových světel

Manažer rizik bývá často žádán, aby použil jednoduchou metaforu semaforových světel (**ČERVENÁ** – **ORANŽOVÁ** – **ZELENÁ**) při referování o problémech, rozvrhu a rozpočtu. Rozšíření metody na stav rizik je intuitivní.

Metodu semaforových světel využijeme v rámci komunikace o stavu zmírňovacích akcí. Může indikovat, jak dobře akce probíhají či zda je nutný zásah managementu.

Metoda nepracuje s přílišnými detaily. Její použití je jednoduché. Každý plán zmírnění rizik je k danému času charakterizován takto:

ZELENÁ — znamená, že plán se plní dle očekávání a zásah managementu není nutný.

ORANŽOVÁ — plán se neplní zcela dle očekávání, zatím není nutné bezprostředně zasahovat, pokud bude situace trvat, nelze vyloučit budoucí zásah.

ČERVENÁ — indikuje zhroucení plánu a nutnost manažerských akcí s cílem dostat situaci pod kontrolu.

Často se doporučuje, aby diagram semaforových světel obsahoval podmínky dřívější periody tak, aby bylo možné zaznamenat změny, uvádí se v komentáři, viz obr. 2.10. Frekvence použití metody závisí na rozhodnutí managementu akvizice a periodách kontrol plánu zmírnění rizik.

Obrázek 2.10 — Formulář diagramu semaforových světel

Podmínka	ID	Popis rizika	Odpovídá	Plánovaná akce	Mílníky	Komentář
červená	.					
	.					
	.					
oranžová	.					
	.					
	.					
	.					
	.					
zelená	.					
	.					
	.					
	.					
	.					

Světlá **ČERVENÁ** — **ORANŽOVÁ** — **ZELENÁ** musí být definována při spuštění plánu zmírnění. Metoda může být využita i při záznamu vývoje dopadu na projekt v rámci jeho analýzy.

ad 3) Hlasovací seznamy (Multivoting)

Metoda hlasovacích seznamů je obecnou hlasovací metodou. Může být použita pro výběr nejdůležitějších položek ze seznamu při omezené diskusi s cílem redukovat velký počet položek. Každý účastník hlasuje o položkách v seznamu. Hlasuje se ve skupině, která má přinejmenším 3 účastníky. Používá se v případech, kdy je zřejmé, že položka A je důležitější než B , ale není to kvantifikováno. Hlasovat se musí několikrát, abychom určili prioritu některých položek. Jde o poměrně rychlou a užitečnou metodu.

Procedura hlasovacích seznamů je uvedena níže:

1. krok — **Posouzení položek z hlediska pochopitelnosti.** Organizátor se přesvědčí, že účastníci rozumí všem položkám.
2. krok — **Volba kritérií hlasování.** Volba závisí na cílech projektu a na omezeních. Účastníci musí rozhodnout, na základě jakých kritérií budou položky seřazeny z hlediska významu pro projekt. Např.:

Obrázek 2.11 — Formulář pro individuální hlasování

Hlasovací formulář	Jméno
Položky	Body
Položka A	
Položka B	
Položka C	
⋮	

Obrázek 2.12 — Formulář pro výpočet přidělených bodů

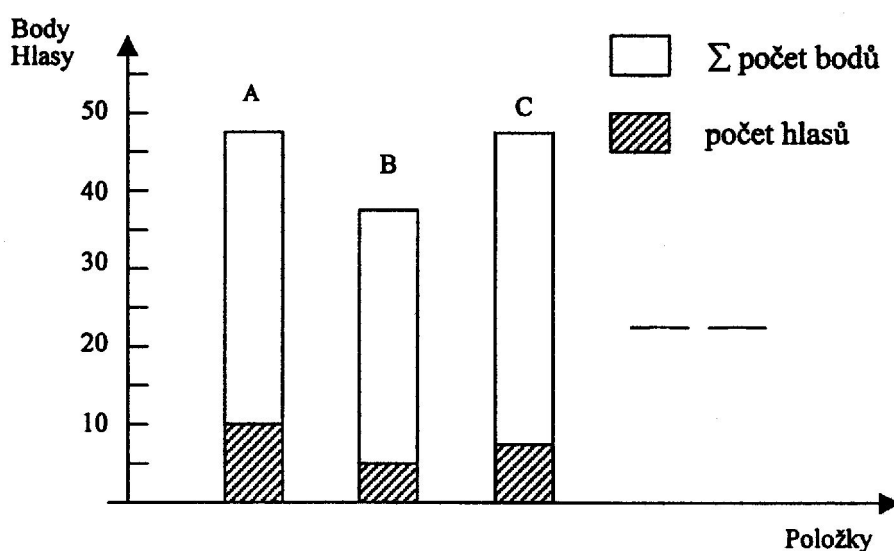
Formulář pro výpočet přidělených bodů										
Položka	Hlasování účastníků v bodech									Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	5	11	8	6		4		10		44
B	12		10		8		5			35
C		9		8		5	10		12	44
⋮										
⋮										
⋮										

- Které položky mají vážný dopad?
 - Které položky mají vysokou pravděpodobnost výskytu?
 - Které položky více ovlivňují výsledek?
3. krok — **Volba počtu hlasování.** Obecným pravidlem je, že každý účastník má počet hlasů, který odpovídá jedné třetině počtu položek.
4. krok — **Hlasování.** Každý účastník hlasuje individuálně. Existují dvě varianty:
- všechny hlasy mají váhu jednoho bodu;
 - hlasy jsou váženy podle počtu hlasů (například má účastník 5 hlasů, to znamená při zařazení položky na první místo 5 bodů, na druhé místo 4 body atd.).
5. krok — **Zařazení položek do ranků.** Organizátor vypočte konečné pořadí
- sečtením počtu bodů;
 - tříděním položek podle celkového počtu bodů od nejvyššího po nejnižší.

6. krok — **Posouzení pořadí účastníků.** Organizátor oznámí pořadí a následuje diskuse účastníků o konečném pořadí.
7. krok — **Je-li to nutné, opakování kroků 3 až 6.** Při velkém počtu položek, nemusí být jednoznačně určeny nejdůležitější položky. V tomto případě se seznam redukuje a vyřadí položky s malým počtem bodů a hlasuje se znovu. Účastníci mají samozřejmě menší počet hlasů.

Je výhodné znázornit výsledek hlasování pomocí sloupcového diagramu (obr. 2.13).

Obrázek 2.13 — Výsledky hlasování



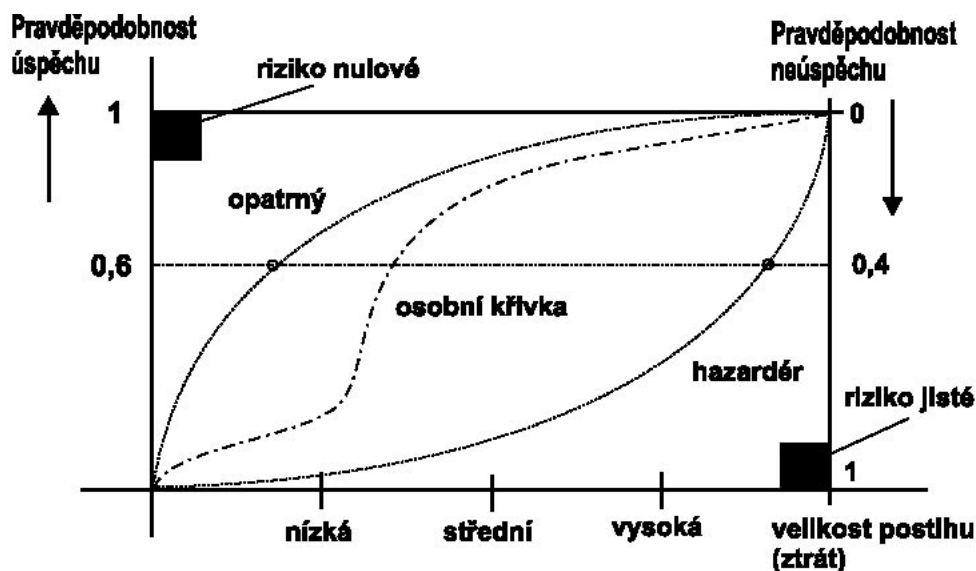
3. Pravděpodobnostní přístup ke stanovení rizik

V úvodu jsme riziko spojili s rozhodováním. Potenciální riziko se stane reálným až v případě rozhodnutí, to je při volbě jedné z variant. Přitom k negativnímu jevu, ohodnoceným jeho pravděpodobností, vůbec nemusí dojít. Zákonitosti mají statistickou platnost, to je: platí pro velký počet pokusů provedených za stejných nebo velmi podobných podmínek. Je-li úspěch ohodnocen určitou pravděpodobností P , pak riziko neúspěchu, doprovázeného ztrátou, postihem nebo jinými dopady bude mít pravděpodobnost

$$P_R = 1 - P \quad (3.1)$$

Rozhodování je vždy subjektivní záležitostí, i když lze k jeho objektivizaci přispět různými metodami — všestrannou analýzou, expertním hodnocením, kvalitou informací a podkladů atp. Obvykle se uvádí hodnota pravděpodobnosti úspěchu při rozhodování v podmínkách rizik 0,6, což znamená dle (3.1) přijatelné riziko neúspěchu 0,4. Tyto hodnoty však platí pro určitou kategorii manažerů — nazveme je **opatrnými** — jen v případě, kdy jsou doprovázeny nízkými postihy (obr. 3.1). Existuje současně skupina manažerů — nazveme je **hazardéry** — schopnými jít na tyto hodnoty i při vysokých postizích. Dostaneme křivky dvou extrémů, mezi nimiž probíhají osobní křivky běžných manažerů, kteří jsou zpravidla ochotni hazardovat, když jde o málo, ale stávají se opatrnými (to je vyžadují pravděpodobnost úspěchu značně vyšší než 0,6), jsou-li ztráty a postihy vysoké.

Obrázek 3.1



Z obrázku 3.1 rovněž vyplývá, že budeme-li normovat postih v intervalu $[0;1]$, samotné riziko se bude rovněž pohybovat v intervalu hodnot $[0;1]$. Při 100 % naději na úspěch a nulovém postihu je riziko nulové (hodnota 0), při nulové naději na úspěch a vysokém postihu je riziko jisté (hodnota 1). Pravděpodobnou hodnotu postihu (ztráty, negativního dopadu) snadno zjistíme, vynásobíme-li hodnotu normovaného postihu (z intervalu $[0;1]$) maximálně možnou hodnotou postihu (ztráty).

Jsou-li faktory vstupující do procesu rozhodování a podmínky jejich působení **určité** (deterministické), pak existují jistoty o tom, co se stane v případě rozhodnutí. Jsou-li faktory **nahodilé** (vnější vlivy omezující zdroje, poruchy, čas, subjektivní psychologické faktory, umělé i přírodní překážky, atd.) můžeme pouze určit charakteristiky rozložení pravděpodobnosti (máme-li k dispozici předchozí statistickou informaci) a díky daným nejistotám existují **rizika** toho, že cíl nebude v plánované podobě dosažen. Jsou-li faktory **neurčité**, jejich hodnoty jsou v daném okamžiku neznámé a nelze je určit vztahy mezi proměnnými. Tato situace nastává, je-li vyvíjen nový výrobek, je-li použita nová technologie, není-li zkušenost s provozem nového zařízení, dále v případě nových dodavatelsko–odběratelských vztahů atp. I když nejsou k dispozici předchozí statistické údaje, lze hodnoty faktorů účinně odhadovat. Metody určování rizik se zpravidla opírají o expertní hodnocení využívající kolektivní rozum a znalosti expertů. V poslední době se pro řešení rozhodovacích úloh v neurčitých podmínkách začalo používat teorie fuzzy množin (neostrých, mlhavých, matných).

Existují dva pohledy na neúplnost informace — nepřesnost a neurčitost. Budeme předpokládat, že informaci lze vyjádřit formou logických výroků obsahující predikáty a v případě nutnosti kvantifikátory. Dále předpokládáme bázi znalostí — množinu dat, údajů a poznatků týkajících se dané problémové oblasti a existujících v informačním systému respektive u expertů samotných. Libovolný výrok lze posuzovat jako tvrzení o vzniku určitého jevu. Množinu dat můžeme posuzovat ze tří hledisek — struktury, obsahu a vztahu k realitě.

Informační jednotku tvoří čtveřice — předmět, příznak, hodnota a věrohodnost. Mezi příznakem a hodnotou existuje funkční závislost, která odpovídá některému predikátu. Věrohodnost je ukazatelem spolehlivosti dané informační jednotky. Složky čtveřice mohou mít i charakter množin či proměnných. Z tohoto hlediska **nepřesnost** má vztah k obsahu informace (složka *hodnota*), **neurčitost** pak k jistotám vzhledem k realitě (složka *věrohodnost*).

Stupeň neurčitosti informace se vyjadřuje pomocí modálností typu: *pravděpodobný, možný, nutný, nelze, věrohodně, přípustný* atd.

Pravděpodobnost, kterou zpravidla objektivně pojmáme jako výsledek statistického zkoumání z hlediska četnosti vzniku daného jevu má i ryze subjektivní stránku vyjadřovanou slovně (*málo pravděpodobné, s vysokou pravděpodobností, nepravděpodobné* atd.).

Rovněž tak **možnost** může mít charakter objektivní míry přesnosti a realizovatelnosti nebo subjektivního slovního posouzení, obvykle svého autora. Možnost i pravděpodobnost lze v přirozeném jazyce odstupňovat. Zcela zásadně lze tvrdit, že věrohodné je vše, co lze přímo dedukovat z báze znalostí, přípustné je vše, co s ní není v protikladu.

Informaci nazýváme **přesnou**, má-li v dané čtveřici *hodnota* bodový charakter, to je nelze ji rozložit na části. V opačném případě bude **nepřesná** (imprecise). Tato nepřesnost se může projevit tolerančním polem s ostrými mezemi. Budou-li tyto meze vágní (volné) nebo nejasné (mlhavé, matné, neostře, rozmazané), dostaneme se do kategorie fuzzy množin, kde anglickým výrazem *fuzzy* sjednotíme výše uvedená synonyma. V při-

rozeném jazyce je budou charakterizovat výrazy jako: *přibližně, více–méně, hodně, málo, rychle, pomalu*, atd.

Teorie pravděpodobnosti je kompaktní, úplná s jasnými a všeobecně uznanými axiomy, z nichž za základní se považuje axiom o aditivnosti **neslučitelných** jevů. Pravděpodobnost se chápe jako limita četnosti příznivých jevů z pozorovaných jevů, což vyžaduje dostatečný počet pokusů, opakovatelnost pokusů atd. Existuje i subjektivistická škola, interpretující pravděpodobnost jako míru nejistoty. Hodnota pravděpodobnosti se chápe jako číslo, proporcionální sumě, kterou je subjekt ochoten zaplatit v případě, že výrok či závěr dle jeho mínění pravdivý se ukáže býti nepravdivým. Tento přístup, v řadě případů úspěšný, však v řadě dalších případů selhává. Především tam, kde je informace málo, kde se subjekt nechová zcela racionálně. V některých typech neurčitostí, v případech, kdy se teorie pravděpodobnosti jeví jako příliš normativní, se pak vhodnějším jeví použití teorie fuzzy množin.

K popisu jevů se používá **přirozený jazyk**. Může ale dojít k nedorozumění v důsledku víceznačnosti slov i chápání jejich vazeb. Z tohoto hlediska **umělý jazyk** se snaží tuto víceznačnost vyloučit a jeho formalizace je vhodná pro počítačové zpracování.

3.1. Zjištění rizika na základě stanovení pravděpodobnosti výskytu negativního jevu

Zjištění rizika jako pravděpodobnosti neúspěchu doprovázeného příslušnou ztrátou je základem pro činnost pojišťovnictví, úvěrové politiky v bankách, ale i ve vojenství při volbě strategie operací nebo stanovení bojové efektivity. V pojišťovnictví musí být na bázi teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky v určité rovnováze příjmy za pojistky, výdaje za plnění pojistných událostí, náklady na režii a zisk pojišťovny. Problémy zpravidla nastávají při živelných pohromách nebo katastrofách velkého rozsahu, kdy teoretické předpoklady situované do normálních podmínek přestávají platit. Podobně se přistupuje i v bankovním sektoru při stanovení úrokových měr vkladů a úvěrů, s přihlédnutím k režii, zisku a k situaci na trhu. Rovněž zde mohou nastat rizikové situace nesplácením úvěrů a živelným vybíráním vkladů. Analýzou takto pojatých rizik se v bankách zabývají příslušné týmy a formulují zásady politiky banky z hlediska minimalizace rizik obecně i vzhledem ke konkrétním klientům.

V oblasti vojenství se rozhodování o operacích či misích se zpravidla posuzuje podle strategií, k nimž jsou přiřazovány pravděpodobné ztráty. Obvykle jde o vícekriteriální úlohy, jejichž řešení je díky nahodilým a skrývaným manévřům protivníka či vlivům relevantního okolí zatíženo řadou nejistot, nepřesností a neurčitostí. Navíc jsou operace málokdy totožné, můžeme se opírat pouze o počty a o známé charakteristiky výzbroje a techniky, které jsou výsledkem statistického šetření.

Pravděpodobnostní přístup ke stanovení rizik je klasickým přístupem a bezprostředně vyplývá z definice rizika: **Riziko je kombinací pravděpodobnosti výskytu negativního jevu a jeho dopadu na systém (proces).**

Pravděpodobností ze statistického hlediska je číslo vyjadřující poměr počtu experimentálních výsledků, produkujících tento jev k celkovému počtu výsledků uvažovaných jako možné.

Matematická statistika je prostředkem k získání závěru o neznámých charakteristikách statistického souboru. Zajímá nás zákon rozdělení náhodné veličiny, reprezentovaný buď funkcí hustoty pravděpodobnosti nebo její distribuční funkcí, z nich lze určit matematickou naději respektive střední hodnotu, dispersi (varianci, rozptyl) nebo směrodatnou odchylku, konfidenční intervaly atp.

Ke zjištění těchto údajů potřebujeme předchozí statistickou informaci. Zkoumané jevy či procesy však bývají spojeny s inovacemi nebo jsou zatíženy neurčitostmi a předchozí statistické informace nebývá k dispozici. Do určité míry můžeme nahradit chybějící charakteristiky odhady expertů využívajících svoji kvalifikaci a zkušenost. Nicméně zákonitosti zjištěné při práci s nahodilostmi jsou platné jen ve statistickém pojetí, to je pro velký počet pokusů. Ty obvykle nemůžeme realizovat buď z důvodů jednorázového rozhodování zpravidla strategického významu nebo z nedostatku času i podkladů umožňujících definovat a zpracovat statistický soubor. Z toho plyne, že **samotné riziko je rovněž náhodnou veličinou, nemůže být stanoveno přesně, ale jen rámcově s určitým rozptylem** a jeho přijatelnost či nepřijatelnost a z toho vyplývající rozhodnutí budou věcí rutiny a zkušenosti managementu. Z těchto důvodů je zbytečné se snažit o spojitě vyjádření rizika, obvykle vystačíme s **diskrétním** odstupňováním, např.:

dvoustupňové (binární) → riziko *je* × riziko **není**;
 třístupňové → riziko je: *nízké, mírné, vysoké*;
 pětistupňové → riziko je: *velmi nízké, nízké, mírné, vysoké, velmi vysoké*.

Bude pak pouze záležitostí managementu, jestli pro daný proces (provoz systému, nejruznější operace) bude přijatelné nízké riziko doprovázené opatřeními, které zabrání jeho zvyšování resp. jej budou průběžně snižovat, či přijmout mírné riziko za cenu zvýšeného monitorování a v případě potřeby okamžitého zásahu.

Jak plyne z definice rizika, **důležité jsou obě složky**. Z hlediska pravděpodobnosti je prioritní určení funkce hustoty pravděpodobnosti případně distribuční funkce náhodné veličiny. Z ní pak lze usuzovat o zákonu rozdělení a určit základní charakteristiky. Není-li k dispozici statistický soubor, využijeme **metod expertního hodnocení**. Z nich jsou dvě metody poměrně rychlé a pro potřeby managementu dostatečně přesné a použitelné.

3.1.1. Přímá metoda

Nechť je negativní jev spojen s dobou realizace projektu, což ovlivňuje náklady a rozvrh. Rozdělíme období od nejkratší doby (optimistický odhad) do nejdelší doby (pesimistický odhad) do kratších period a požádáme experty o pravděpodobnostní ohodnocení jednotlivých intervalů. Součet přiřazených pravděpodobností musí být u každého experta roven jedné. Statistickým zpracováním odpovědí expertů zjistíme sjednocené mínění a z histogramu můžeme usuzovat na přibližný zákon rozdělení (normální, trojúhelníkový, stejné pravděpodobnosti atd.).

Tabulka 3.1 — Expertní hodnocení pravděpodobnosti výskytu jednotlivých intervalů délky řešení projektu

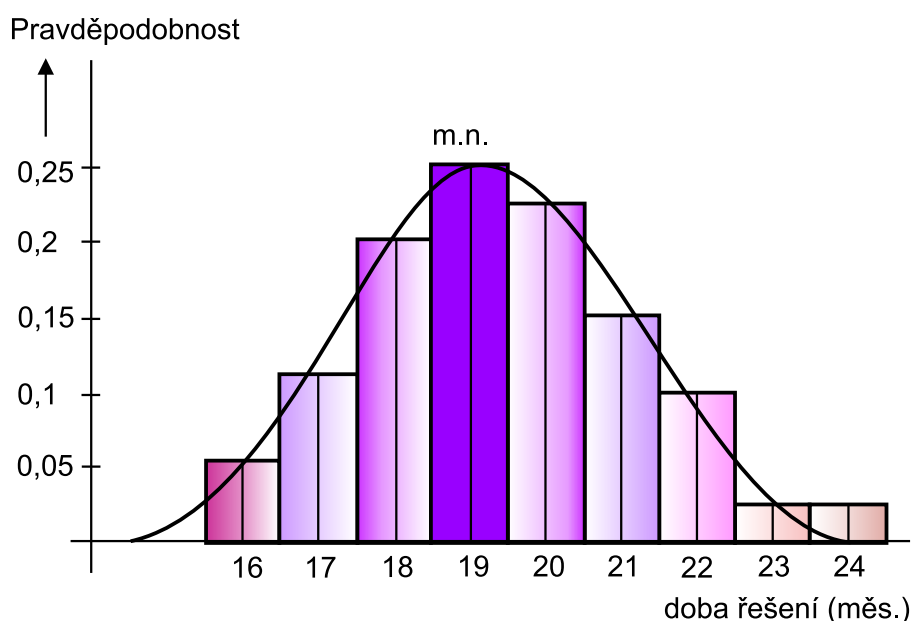
		Doba řešení (měs.) - j									
		Hodnocení	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Experti - i	1	Pravděpodobnost	0,1	0,2	0,4	0,2	0,05	0,05	-	-	-
		Pořadí	4	2	1	3	5	6	7	8	9
		Rank	4	2	1	3	5	6	7	8	9
	2	Pravděpodobnost	-	0,05	0,1	0,2	0,5	0,1	0,05	-	-
		Pořadí	7	5	3	2	1	4	6	8	9
		Rank	7	5,5	3,5	2	1	3,5	5,5	8	9
	3	Pravděpodobnost	-	0,05	0,3	0,3	0,3	0,05	-	-	-
		Pořadí	6	4	2	1	3	5	7	8	9
		Rank	6	4,5	2	2	2	4,5	7	8	9
	4	Pravděpodobnost	0,05	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,05	-	-
		Pořadí	6	4	2	1	3	5	7	8	9
		Rank	6,5	4,5	2,5	1	2,5	4,5	6,5	8	9
	5	Pravděpodobnost	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Pořadí	6	4	2	1	3	5	7	8	9
		Rank	5,5	5,5	5,5	1	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
	6	Pravděpodobnost	-	-	0,1	0,3	0,4	0,2	-	-	-
		Pořadí	7	5	4	2	1	3	6	8	9
		Rank	7	5	4	2	1	3	6	8	9
	7	Pravděpodobnost	0,1	0,2	0,4	0,2	0,05	0,05	-	-	-
		Pořadí	4	2	1	3	5	6	7	8	9
		Rank	4	2,5	1	2,5	5,5	5,5	7	8	9
	8	Pravděpodobnost	-	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	-	-
		Pořadí	7	4	2	1	3	5	6	8	9
		Rank	7	4	4	1	4	4	4	8	9
	9	Pravděpodobnost	-	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	-	-
		Pořadí	8	6	4	2	1	3	5	7	9
		Rank	8	5	5	2,5	1	2,5	5	7	9
	10	Pravděpodobnost	-	-	-	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
		Pořadí	9	8	7	5	2,5	1	2,5	5	5
		Rank	9	8	7	5	2,5	1	2,5	5	5
P_j	$\sum P_j = 1$	0,035	0,09	0,18	0,25	0,22	0,125	0,06	0,02	0,02	
S_j		64	46,5	34,5	22	30	36,5	53,5	73,5	82,5	
K_j	$\sum K_j = 1$	-	-	0,2	0,4	0,3	0,1	-	-	-	

- Kde:
- i = označení experta; $i = 1, 2, \dots, 10$
 - j = délka řešení projektu v měsících; $j = 16, 17, \dots, 24$
 - m_j = počet expertů vyjadřujících se k j -tému intervalu
 - $C_{i,j}$ = pravděpodobnost, kterou dal i -tý expert j -tému intervalu
 - $P_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_j} C_{i,j}$
 - $R_{i,j}$ = rank j -tého intervalu i -tým expertem
 - $S_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_j} R_{i,j}$
 - m'_j = počet prvního pořadí j -tého intervalu
 - $K_j = \frac{m'_j}{m_j}$

V tab. 3.1 jsou uvedena expertní hodnocení pravděpodobnosti výskytu jednotlivých intervalů délky řešení projektu. Pořadí je stanoveno od nejvyšší pravděpodobnosti po nejnižší. Optimistický odhad doby řešení byl stanoven rovněž experty na 16 měsíců, pesimistický odhad na 24 měsíců.

Údaje expertů 1 až 10 byly zpracovány metodikou uvedenou v [11]. Zobecněné mínění expertů vede k závěru, že nejpravděpodobnější dobou je 19 měsíců. Svědčí o tom minimální suma ranků i nejvyšší hodnota K_j . Histogram zobecněných pravděpodobností P_j je uveden na obr. 3.2. Z něj plyne, že zákon rozdělení náhodných dob řešení projektu dle hodnocení expertů silně připomíná normální zákon s matematickou nadějí 19,5 měsíců a směrodatnou odchylkou přibližně 1,5 měsíce.

Obrázek 3.2



3.1.2. Modifikovaná Churchman – Ackoffova metoda

Tato metoda byla rozpracovaná jako prostředek třídění jevů podle pravděpodobnosti. Lze ji s úspěchem využít pro stanovení funkce hustoty pravděpodobnosti. Je univerzální, za jevy lze považovat ranky hodnot nákladů spojených s realizací projektu, doby řešení, doby trvání provozních charakteristik či jiných aktivit v rámci programu.

Metoda je vhodná i pro jediného experta, který ale musí mít zkušenosti a znalosti týkající se relativních hodnot ranků v rámci příslušných jevů. Posouzení a závěry experta sebou nesou určitou míru nepřesnosti, i když použitý matematický aparát je přesný.

1. krok. Určíme relevantní ranky hodnot. Pohybují se v rozmezí bodů s nulovou pravděpodobností výskytu, to je jakýchkoli nízkých a vysokých, které musí být specifikovány. Mezi nimi se pohybují ranky reálných hodnot. Postupujeme takto:

1. Začneme u nejnižší hodnoty relevantního ranku.
2. Pokračujeme do doby, kdy expert může rozlišit relativní pravděpodobnosti výskytu dvou charakteristických hodnot, to znamená že je schopen říci, že jedna z hodnot má větší šanci nebo menší šanci výskytu než druhá.
3. Použijeme vyšší hodnotu z takto specifikované škály jako nový základ dalšího ranku a opakujeme postup ad 2).
4. Skončíme s tvorbou ranků při dosažení horního bodu rozmezí.

Příklad: Nechť charakteristické hodnoty vyjadřují dobu zkoušek daného zařízení. Nulovou pravděpodobnost má 0 dní (nejnižší hodnota), a 27 dní (nejvyšší hodnota). Ranky mezi těmito hodnotami stanovíme po třech dnech (Tab. 3.2).

Tabulka 3.2

$O_1 = 0$ až 3 dny
$O_2 = 4$ až 7 dní
$O_3 = 8$ až 11 dní
$O_4 = 12$ až 15 dní
$O_5 = 16$ až 19 dní
$O_6 = 20$ až 23 dní
$O_7 = 24$ až 27 dní

Tabulka 3.3

$O_1 = 6 \times$
$O_2 = 5 \times$
$O_3 = 4 \times$
$O_4 = 3 \times$
$O_5 = 2 \times$
$O_6 = 1 \times$
$O_7 = 0 \times$

2. krok. Požádáme experta o párové srovnání 1. intervalu hodnot (O_1) s každým dalším intervalem a o posouzení, zda šance výskytu je větší ($>$), stejná ($=$) nebo menší ($<$). Např.: $O_1 < O_2, O_1 < O_3, O_1 < O_4, O_1 < O_5, O_1 < O_6, O_1 < O_7$. Pokračujeme pro následující interval O_2 . Např.: $O_2 < O_3, O_2 < O_4, O_2 < O_5, O_2 < O_6, O_2 < O_7$. Pokračujeme do doby, kdy všechny O_i jsou vzájemně porovnána.

3. krok. Zjistíme, kolikrát byla hodnota O_i preferována před ostatními. Příklad je uveden v tab. 3.3.

Seřadíme hodnoty v sestupném pořadí preferencí a zaměňme symboly z O_i na X_j (tak jak je uvedeno v tab. 3.4).

Tabulka 3.4

char. hodnota	rank preference	nový symbol
12 – 15 dní	1	X_1
8 – 11 dní	2	X_2
16 – 19 dní	3	X_3
4 – 7 dní	4	X_4
20 – 23 dní	5	X_5
0 – 3 dny	6	X_6
24 – 27 dní	6	X_6

Tabulka 3.5

	pravděpod. bodů
RX_1	100
RX_2	80
RX_3	50
RX_4	25
RX_5	10
RX_6	0
RX_7	0

4 krok. Přiřadíme rating 100 bodů charakteristické hodnotě s nejvyšší četností výskytu, tj. X_1 . Nyní je expert dotázán na názor, jaká je relativní šance druhé hodnoty v pořadí X_2 vzhledem k X_1 . Nechť např. stanoví šanci 8/10. Pak expert stejným způsobem posoudí šanci X_3 vůči X_1 a X_2 . Nechť je tato šance 5/10 vůči X_1 a 5/8 vůči X_2 . Pro nižší pořadí je nutné šance zprůměrovat. Je-li např. šance X_4 3/10 vůči X_1 , 1/4 vůči X_2 a 1/2 vůči X_3 , pak budou absolutní ratingy pro X_4 30, 20 a 25 bodů a průměr bude 25. Výsledek tohoto procesu je v tab. 3.5.

5. krok. Převedeme hodnoty relativní četnosti na skutečnou pravděpodobnost. Ponecháme $P(X_1)$ rovnu skutečné subjektivní pravděpodobnosti výskytu nejvyšší hodnoty. Pak $P(X_2)$ bude definováno jako

$$P(X_2) = \frac{R_{X_2}}{R_{X_1}} P(X_1)$$

a $P(X_i)$ pro $i = 3, 4, \dots, 7$

$$P(X_i) = \frac{R_{X_i}}{R_{X_1}} P(X_1) \quad .$$

Protože suma pravděpodobností neslučitelných jevů musí být rovna jedné, pak

$$\begin{aligned} P(X_1) + \frac{R_{X_2}}{R_{X_1}} P(X_1) + \frac{R_{X_3}}{R_{X_1}} P(X_1) + \frac{R_{X_4}}{R_{X_1}} P(X_1) + \\ + \frac{R_{X_5}}{R_{X_1}} P(X_1) + \frac{R_{X_6}}{R_{X_1}} P(X_1) + \frac{R_{X_7}}{R_{X_1}} P(X_1) = 1 \end{aligned}$$

Tuto rovnici řešíme vůči $P(X_1)$. Potom zbývající řešíme dle vzorce

$$P(X_i) = \frac{R_{X_i}}{R_{X_1}} P(X_1) \quad .$$

Na základě tab. 3.5 dostaneme

$$P(X_1) + \frac{80}{100}P(X_1) + \frac{50}{100}P(X_1) + \frac{25}{100}P(X_1) + \frac{10}{100}P(X_1) = 1 \quad \Rightarrow \quad P(X_1) = 0,377$$

$$\begin{aligned} \text{Potom} \quad P(X_2) &= 0,80 \cdot 0,377 = 0,301 \\ P(X_3) &= 0,50 \cdot 0,377 = 0,189 \\ P(X_4) &= 0,25 \cdot 0,377 = 0,095 \\ P(X_5) &= 0,10 \cdot 0,377 = 0,038 \\ P(X_6) &= 0 \cdot 0,377 = 0 \\ P(X_7) &= 0 \cdot 0,377 = 0 \end{aligned}$$

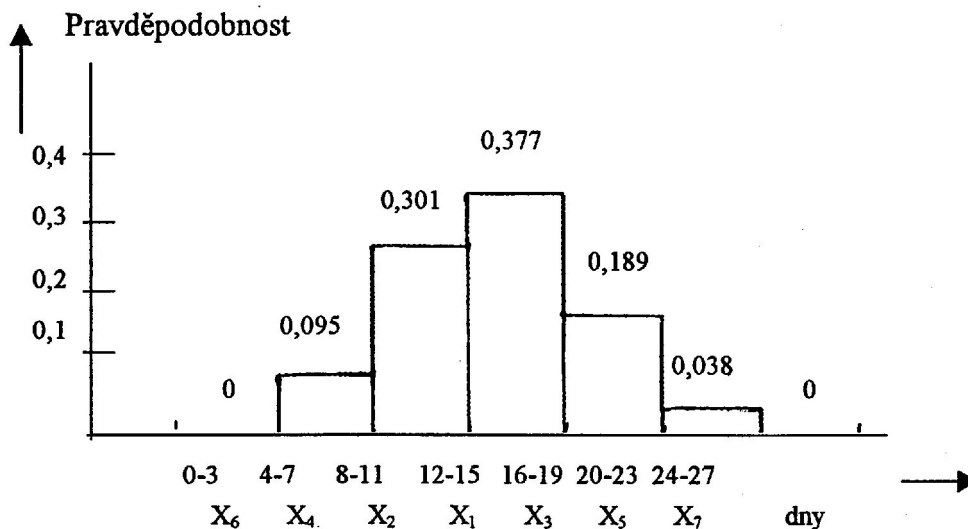
Suma $P(X_i)$ $\boxed{= 0,377 + 0,301 + 0,189 + 0,095 + 0,038 + 0 + 0}$ je rovna jedné.

Na základě těchto výpočtů můžeme kreslit histogram, kde každý obdélník nad úsekem má plochu, odpovídající pravděpodobnosti (obr. 3.3).

Někdy nestačí hrubý odhad jednoho experta a je nutné sjednotit mínění několika expertů. Metoda *Delfy* rozpracovaná RAND Corp. odstraňuje tlaky vzniklé prací v komisi zpracováním anonymních anket, je však nutno zdůraznit, že tato metoda naní založena na odhadu jednoho experta.

Metoda *Delfy* je podrobně popsána např. v [11].

Obrázek 3.3



3.2. Statistické rozhodování a jeho využití pro určení rizik

Rozhodování jako volba optimální varianty z možných má četná úskalí. Někdy tato volba závisí na jednom či několika parametrech, z nichž lze získat informace zatížené nepřesnostmi nebo nejistotami v podobě náhodných chyb. Někdy se setkáváme s náhodnými veličinami, jejichž rozdělení a tudíž i charakteristiky jsou neznámé. Úkolem teorie statistického rozhodování je stanovit pravidla pro rozhodování v podmínkách nejistoty vedoucí k minimalizaci střední hodnoty ztrát.

3.2.1. Aplikace statistického rozhodování na akvizici vojenského materiálu

Pokud nejde o přejímku jednotlivých kusů podle zadané specifikace, ale o dodávku z hromadné výroby (malorážová munice, elektronické součásti atp.), usuzujeme o převzetí na základě výběru z dodávky. Rozhodování má dvě alternativy — dodávku přijmout (s rizikem, že se při použití objeví vadné kusy), nebo nepřijmout (v daném případě musí dodavatel dodávku přetřídit).

Nechť je v dodávce $100\pi\%$ neshodných kusů, kde π zpravidla kolísá v rámci intervalu $[0;1]$. Dodávka vyhovuje, je-li π menší než stanovené π_0 , což ovšem z dané metodiky přejímky nezjistíme.

Označme X – počet vadných kusů ve výběru, což je náhodná veličina, N – počet kusů v dodávce, n – počet kusů ve výběru.

Přijme-li se dodávka s $M = N\pi$ vadnými kusy, vznikají náklady $aN\pi$, kde je a škoda způsobená vadným kusem (cena opravy výrobku, do kterého byly vadná součást zamontována, škoda způsobená havárií v důsledku vadné součásti atp.).

Rozhodovacím pravidlem (rozhodovací funkcí) bude přiřazení každé z možných hodnot náhodné veličiny X jedno z možných rozhodnutí — *přijetí* nebo *odmítnutí*.

Náhodná veličina X má hypergeometrické rozdělení

$$P(X = x) = \frac{1}{\binom{N}{n}} \binom{N\pi}{x} \binom{N - N\pi}{n - x} \quad (3.2)$$

$$x = \max(0; N\pi - N + n), \dots, \min(N\pi; n)$$

3.2.2. Aplikace statistického rozhodování na volbu optimální strategie

Nechť probíhá daná operace v nahodilých podmínkách (technologický proces, vojenské operace atp.). Při působení nahodilých faktorů je každá strategie vytvářející příslušnou variantu spojena s množstvím výstupů, přičemž každý výstup má předem známou matematickou naději a rozptyl, zjištěné zpracováním předchozí statistické informace. Nechť existuje i -variant charakterizovaných určitým ukazatelem efektivnosti η v podobě souhrnu výstupů a nechť je optimální variantou varianta s maximálním η_i . V důsledku nespolehlivých informací nebo nejistot plynoucích ze samé podstaty pravděpodobnosti však zvolená varianta optimální být nemusí.

Opět jde o statistický rozhodovací problém. Mějme $i = 3$. Je-li skutečná optimální varianta η_s a vybereme-li nahodile i -tou variantu, pak při $i = s$ nevznikne ztráta. Není-li tomu tak, ztráta bude úměrná rozdílu mezi $\max_{1 \leq i \leq 3}(\eta_i)$ a η_s .

$$a \max_{1 \leq i \leq 3}(\eta_i - \eta_s) \quad (3.3)$$

Jak vyplývá z uvedených příkladů, základními prvky statistického rozhodování jsou:

Prostor rozhodování D , což je množina možných variant rozhodnutí d .

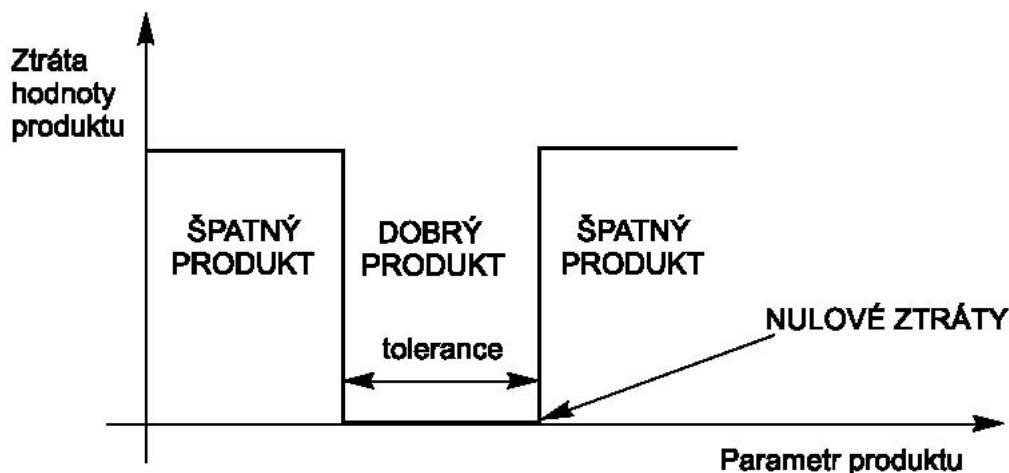
Výběrový prostor Λ , což je množina možných výsledků příslušné nahodilé volby či experimentu.

Parametrický prostor Ω s prvky θ , což je množina možných hodnot parametrů rozdělení pravděpodobnosti výsledků dané volby či experimentu.

Ztrátová funkce $W(d, \theta)$ definovaná na $D \times \Omega$, která udává ztrátu vzniklou rozhodnutím d , je-li správná hodnota parametru θ .

Ztrátovou funkci lze názorně demonstrovat u produktu jako matematickou funkci, která ukazuje, jak se hodnota produktu snižuje (jak se jakostní charakteristiky vzdalují od cílové hodnoty). Obvykle ji určujeme tak, že produkt, který svými parametry leží v mezích tolerance je produktem jakostním, zatímco produkt vně zadaných hodnot je nekvalitní. Tuto skutečnost lze vyjádřit graficky na obr. 3.4.

Obrázek 3.4 — Tradiční představa o ztrátové funkci.



Z obrázku je patrné, jak se ztrácí hodnota produktu se změnou nějaké jeho měřené kvalitativní vlastnosti. Ztráta je nulová, dokud produkt spadá do oblasti vymezené horní a spodní hranicí specifikace. Jakmile měřená vlastnost z tohoto pole vybočí, je ztráta značná a produkt je nepoužitelný.

Uvedený obrázek lze však považovat za umělou konstrukci, který neukazuje reálnou ztrátovou funkci, protože lze dokázat, že produkt ležící těsně u hranice z jedné strany se nebude nikterak lišit od produktu, který leží těsně u hranice z druhé strany.

Z výsledků statistických výzkumů odvodil G. TAGUCHI, že skutečná křivka ztrát je křivkou spojitou. Ztráty mají nejmenší hodnotu tehdy, když má zkoumaný parametr produktu **přesně** požadovanou hodnotu. Se vzdalováním se od této ideální hodnoty pak ztráty postupně narůstají, což je graficky vyjádřeno na obr. 3.5. Sestrojením křivky ztrát, například na základě technických expertíz, lze účelně stanovit a odůvodnit toleranční meze.

V 3.2.1. je prostor rozhodnutí $D = \{d_1, d_2\}$, kde d_1 značí *přijetí dodávky*, d_2 znamená *odmítnutí dodávky*.

Výběrový prostor $\Lambda = \{\max(0; N\pi - N + n), \max(0; N\pi - N + n) + 1, \dots, \min(N\pi; n)\}$. Parametrický prostor Ω je interval $[0; 1]$. Ztrátovou funkci lze volit různě, např.:

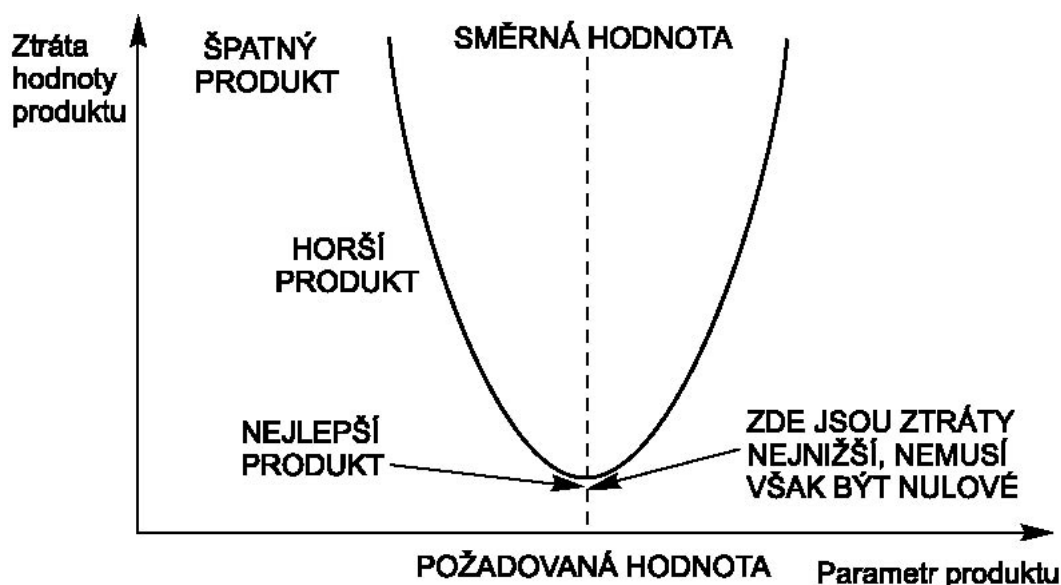
$$\begin{aligned} W(d_1; \pi) &= a N\pi \\ W(d_2; \pi) &= C \end{aligned} \quad (3.4)$$

kde C je náklad na přetřídění u dodavatele, a je škoda způsobená vadným kusem u odběratele.

Ztrátovou funkci by bylo možné též vyjádřit

$$\begin{aligned} W(d_1; \pi) &= 0 && \text{pro } \pi \leq \pi_0 \\ &= 1 && \text{pro } \pi > \pi_0 \end{aligned} \quad (3.5)$$

Obrázek 3.5 — Kvadratická křivka ztrát produktu



$$W(d_2; \pi) = \begin{cases} 1 & \text{pro } \pi \leq \pi_0 \\ 0 & \text{pro } \pi > \pi_0 \end{cases}$$

Tato ztrátová funkce nevyjadřuje absolutní velikost ztráty, ale fakt, že při $\pi \leq \pi_0$ je rozhodnutí d_1 správné a při $\pi > \pi_0$ je správné rozhodnutí d_2 .

Rozhodovací funkcí je pravidlo, přiřazující každému z možných výsledků experimentu určité rozhodnutí, tj. funkci $d(x)$ zobrazující Λ do D . Pro kap. 3.2.1. je nejpřirozenější rozhodovací funkcí

$$d(x) = \begin{cases} d_1 & \text{pro } x < c \\ d_2 & \text{pro } x \geq c \end{cases} \quad (3.6)$$

čili přijmout dodávku, je-li počet vadných kusů ve výběru menší než dané číslo c a zamítnout ji, je-li větší.

Riziková funkce je ztráta utrpěná v důsledku rozhodnutí. Protože rozhodnutí je výsledkem náhodného experimentu, bude i ztráta (dopad rozhodnutí) náhodnou veličinou. Její střední hodnota je zmíněnou rizikovou funkcí.

$$R(\theta) = E\{W[d(X); \theta]\} \quad (3.7)$$

Je základem pro srovnávání různých rozhodovacích pravidel.

Rozhodovací funkce pro úlohy se dvěma rozhodnutími a jednoduchou ztrátovou funkcí jsou ve statistice známy jako **testy statistických hypotéz**. Vzhledem k tomu, že v rámci vojenské přejímky máme dvě rozhodnutí, kdy při *přijetí dodávky* vzniká možné riziko neshodného výrobku na straně odběratele, při *odmítnutí dodávky* vznikají požadavky na nápravná opatření a příslušné ztráty na straně dodavatele.

Úloha testování statistické hypotézy

Nechť $D = \{d_1; d_2\}$, a parametrický prostor Ω je rozdělen na dvě části ω a $\bar{\omega} = \Omega - \omega$. Při $\theta \in \omega$ je výhodnější rozhodnutí d_1 , při $\theta \in \bar{\omega}$ je výhodnější rozhodnutí d_2 .

Tvrzení $\Omega \in \omega$ označíme jako hypotézu H_0 , tvrzení $\Omega \in \bar{\omega}$ jako alternativní hypotézu H_1 . Je-li hypotéza H_0 správná, je na místě rozhodnutí d_1 , čili **přijetí** hypotézy H_0 a volba d_2 znamená **zamítnutí** hypotézy H_0 (přijetí hypotézy H_1). **Test hypotézy H_0** je pravidlo, podle něhož na základě náhodného experimentu se rozhodujeme H_0 přijmout či zamítnout.

3.2.3. Testování statistických hypotéz

Pokračujme v kap. 3.2.1. V podstatě jde o test hypotézy $H_0 : \pi \leq \pi_0$ (podíl neshodných výrobků v dodávce nepřekračuje stanovený počet π_0). Zamítnutí hypotézy H_0 znamená nepřevzetí dodávky a její přetřídění u dodavatele. Parametrický prostor Ω má v tomto případě části $\omega = [0; \pi_0]$ a $\bar{\omega} = \Omega - \omega = (\pi_0; 1]$. Testem hypotézy H_0 je:

zamítnout $H_0 : \pi \leq \pi_0$ když ve výběru $x \geq c$, kde c je zadané číslo.

Test (rozhodovací pravidlo) je zcela popsán rozkladem výběrového prostoru Λ na dvě disjunktní části — část *zamítnout H_0* a část *nezamítnout H_0* .

Množina prvků z výběrového prostoru, kterým je přiřazeno rozhodnutí *zamítnout hypotézu H_0* je **kritický obor**.

V rámci 3.2.1. parametr π není znám a může mít jakoukoliv hodnotu z intervalu $[0; 1]$; výsledkem experimentu mohou být kterákoliv celá kladná čísla z intervalu $[0; n]$. Kritický obor pro test $H_0 : \pi \leq \pi_0$ je množina

$$W = \{c, c + 1, \dots, n\} \quad (3.8)$$

Je-li $T = T(X)$ nějaká statistika, pak

$$P[T(X) \geq c \mid \theta = \theta_0] \quad (3.9)$$

bude značit pravděpodobnost jevu $\{T(X) \geq c\}$ počítanou při hodnotě $\theta = \theta_0$.

Tato pravděpodobnost by měla být co nejmenší, když H_0 je správné ($\theta \in \omega$) a co největší, když platí hypotéza H_1 , tj. $\theta \in \Omega - \omega$.

Silofunkce testu (kritického oboru) je funkce $P_w(\theta)$ na Ω , které ke každému $\theta \in \Omega$ udává pravděpodobnost zamítnutí hypotézy H_0 , když parametr má hodnotu θ .

$$P_w(\theta) = P(X \in W \mid \theta) \quad (3.10)$$

Hodnota silofunkce v určitém bodě $\theta = \theta'$ je **síla testu** vůči alternativě $\theta = \theta'$.

Při testu statistické hypotézy může dojít k chybnému rozhodnutí dvěma způsoby:

1. Hypotéza H_0 je správná a testem je zamítnuta — **chyba 1. druhu**.
2. Hypotéza H_0 je přijata, ale správná je hypotéza H_1 — **chyba 2. druhu**.

Snažíme se především omezit **riziko** chyby 2. druhu, protože je to **riziko odběratele**. Vybíráme kritický obor tak, aby pravděpodobnost chyby 1. druhu nepřekročilo předem zadané číslo α zpravidla volíme $\alpha < 0,1$ (např. $\alpha = 0,05$). Potom na kritický obor je kladena podmínka

$$P_w(\theta) \leq \alpha \quad \text{pro všechna } \theta \in \omega \quad (3.11)$$

Parametr α je **hladinou významnosti** a kritický obor splňující podmínku (3.9) je testem na hladině významnosti α .

Zbývá nám určit hodnotu c .

Nechť $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)'$ je náhodný výběr z alternativního rozdělení $H_1(\pi)$. To znamená, že X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) jsou výsledky n nezávislých náhodných pokusů. *Úspěch*, to znamená zjištění vadného výrobku se zaznamená jako $X_i = 1$, *neúspěch*, to znamená výrobek je dobrý, jako $X_i = 0$.

Kritický obor pro test jednostranné hypotézy $H_0 : \pi \leq \pi_0$ (π_0 je zadané číslo) proti jednostranné alternativě $H_1 : \pi > \pi_0$ je

$$W = \{X \mid \sum_{i=1}^n x_i \geq c\} \quad (3.12)$$

c volíme tak, aby

$$P\left(\sum_{i=1}^n x_i \geq c \mid \pi = \pi_0\right) = \alpha \quad (3.13)$$

Náhodná veličina $\sum_{i=1}^n x_i$ má binomické rozdělení $\text{Bi}(n, \pi)$. Číslo c by mělo být určeno tak, aby

$$\sum_{j=c}^n \binom{n}{j} \pi_0^j (1 - \pi_0)^{n-j} = \alpha \quad (3.14)$$

Jelikož tato úloha není obecně řešitelná, volí se takové c , při kterém

$$\sum_{j=c}^n \binom{n}{j} \pi_0^j (1 - \pi_0)^{n-j} \leq \alpha < \sum_{j=c-1}^n \binom{n}{j} \pi_0^j (1 - \pi_0)^{n-j} \quad (3.15)$$

K tomu je možné využít tabulky binomického rozdělení [4]. Jiný postup je definován takto. Zamítnout hypotézu H_0 , když

$$\frac{n - \sum_{i=1}^n x_i + 1}{\sum_{i=1}^n x_i} \cdot \frac{\pi_0}{1 - \pi_0} \leq F_\alpha \left[2 \sum_{i=1}^n x_i, 2 \left(n - \sum_{i=1}^n x_i + 1 \right) \right] \quad (3.16)$$

kde $F_\alpha(\nu_1, \nu_2)$ je $100\alpha\%$ kvantil rozdělení F s ν_1 a ν_2 stupni volnosti, který je tabelován [7].

Příklad č. 3.1.

Nechť je $\pi_0 = 0,05$; to znamená, že je přípustné mít 5 % vadných výrobků. V náhodném výběru 50 kusů bylo nalezeno 6 vadných výrobků.

Testujeme hypotézu $H_0 : \pi \leq \pi_0 = 0,05$.

Po dosazení do levé strany vzorce (3.16) dostaneme

$$\frac{50 - 6 + 1}{6} \cdot \frac{0,05}{0,95} \doteq 0,395$$

Po dosazení do pravé strany dostaneme použitím tabulek

$$F_{0,05}(12; 90) = \frac{1}{F_{0,95}(90; 12)} = 0,425$$

Hypotézu H_0 na základě vzorce (3.16) musíme zamítnout.

Známe-li rozdělení náhodné veličiny, například Poissonovo, exponenciální, normální, Weibullovo atd., budeme určovat kritický obor v souladu s daným parametrem příslušného rozdělení a číslo c budeme určovat z příslušných statistik a pomocí tabulek či přímých výpočtů.

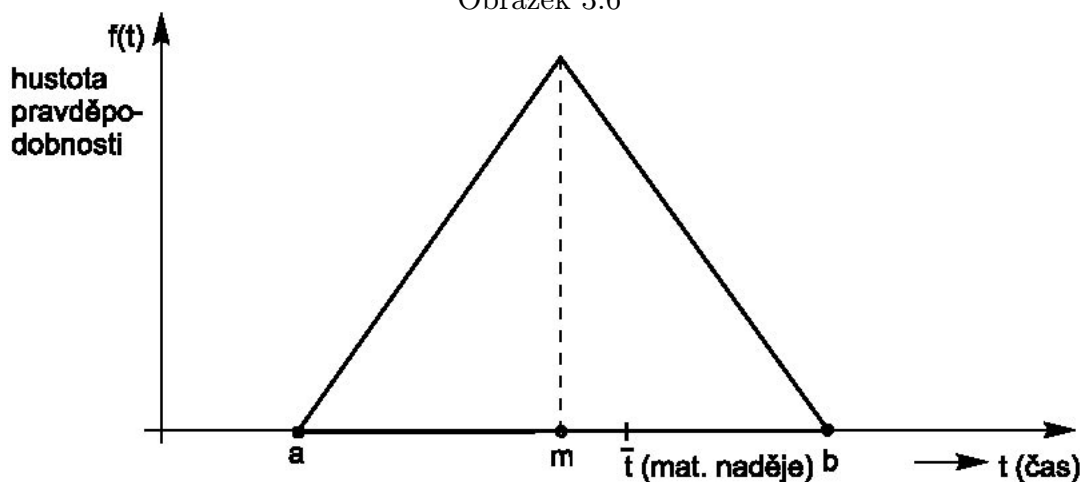
Kromě výše uvedených testů, které řadíme do kategorie testů **parametrických**, existují testy **neparametrické**, které nevycházejí z předpokládaného rozdělení, ale z obecnějších předpokladů. V případě neparametrických testů se pozorování v rámci experimentu nahrazují jejich pořadími. Neparametrické testy jsou typické pro zkoušky spolehlivosti.

V manažerské praxi se kvantitativní analýza rizik běžně provádí na základě odhadů 3 bodů — **pesimistické** hodnoty b daného parametru (např. času) reflektující možnost rizik, **optimistické** hodnoty a bez uvažování rizik a **realistické** hodnoty m , zjištěné zprůměrováním hodnot daného parametru ze statistického vzorku obdobných projektů. V metodě PERT se ohodnocení hrany (stochastická hodnota času t) převádí na matematickou naději \bar{t} , která má již charakter deterministický, pomocí vzorce

$$\bar{t} = \frac{a + 4m + b}{6} \tag{3.17}$$

Funkce hustoty pravděpodobnosti odpovídá trojúhelníkovému zákonu rozložení (obr. 3.6)

Obrázek 3.6



4. Metody identifikace rizik a stanovení jejich priorit

Jak bylo řečeno, akvizice je proces, pomocí kterého nabyvatel výrobku přejímá výrobek od dodavatele a předává ho uživateli. Z hlediska životního cyklu zabezpečuje dodavatel fázi koncepce a projektové definice, fázi návrhu, fázi vývoje a fázi výroby, nabyvatel pak fázi akvizice a uživatel fázi provozu a fázi vyřazování. Je nanejvýš žádoucí, aby jednotlivé fáze byly zpětnovazebně propojeny a aby se nabyvatel i uživatel určitým způsobem podíleli na fázích zabezpečovaných dodavatelem. Půjde především o prosazování požadavků na technické, funkční a operační parametry a o prosazování integrované logistické podpory životního cyklu výrobku.

Mezi základní činnosti libovolného managementu rizik patří identifikace rizik a stanovení jejich priorit. Popíšeme manažerskou metodu. I když byla vyvinuta pro vývoj softwaru, ukazuje se, že je dostatečně univerzální a může být aplikována pro libovolnou fázi životního cyklu výrobku.

V rámci akvizice se budeme zabývat pouze riziky tohoto procesu, což z hlediska řízení rizik podstatně zredukuje možnosti. Nabyvatel nese riziko přijetí nevyhovujícího výrobku a toto riziko se snaží testováním a kontrolami přenést na dodavatele. Další vnitřní činnosti managementu rizik akvizice však příliš dotčeny nebudou.

4.1. Manažerská metoda pro stanovení rizik a jejich priorit

Uvedená metoda byla publikována v USA [1]. Pojem *negativní jev* zaměňme za pojem *rizikový faktor*. Uvažujme pro fázi akvizice tyto třídy rizika:

- technická a technologická,
- rozhodovacích procesů,
- podporovatelnosti,
- nákladovosti,
- rozvrhovosti.

1. krok. Pro fázi akvizice stanovme rizikové faktory, které z hlediska příbuznosti můžeme sdružovat do určitých skupin v rámci každé třídy.

A. Technické a technologické faktory

- Výrobek:*
- výkonové a jakostní charakteristiky,
 - dokumentace,
 - konfigurace,
 - patentová práva,
 - standardy a normy,
 - zkušební zařízení.

Technologie: • kusová výroba × hromadná výroba
(uvažuje se jedna nebo druhá),

- úroveň,
- podpora,
- inovace.

Provoz výrobku: • uživatelské prostředí,

- požadavky na funkčnost,
- rozšiřitelnost funkcí,
- hrozby,
- logistické zabezpečení,
- servis,
- stabilita mise.

B. Faktory rozhodovacích procesů

Přejímka vojenského materiálu: • komplexnost požadavků,
• rozsah požadavků,
• stabilita požadavků,
• podpora požadavků,
• volba metod,
• standardy a normy,
• testování hypotéz
(platí pro hromadnou výrobu),
• volba kritérií,
• kontrolní zařízení.

Management: • management akvizice,

- stabilita mise a úloh služeb,
- legislativa,
- prostředí,
- hrozby,
- kontrakt,
- personál,
- rozhraní,
- využití kapacit,
- komunikace,
- plánování.

- Omezení:*
- zdroje,
 - rozvrh,
 - rozpočet,
 - komerční materiál,
 - státem dodávaný materiál,
 - personál.

C. Faktory podporovatelnosti

- Požadavky:*
- spolehlivost a udržitelnost,
 - logistická zabezpečení,
 - standardy a normy,
 - kontraktace dat a služeb,
 - povýrobní podpora,
 - zrychlená akvizice,
 - řízení konfigurace,
 - odpovědnost.

- Výrobek:*
- dokumentace,
 - konfigurace,
 - stabilita charakteristik,
 - HW a SW nástroje,
 - implementace změn.

D. Faktory nákladovosti

- Požadavky:*
- zdroje,
 - rozsah,
 - technologie,
 - stabilita.

- Personál:*
- dostupnost,
 - kvalifikace,
 - management.

- Zařízení:*
- dostupnost,
 - standardy a normy,
 - patentová práva,
 - konfigurace,
 - certifikace a kalibrace.

- Omezení:*
- zdroje,
 - patentová práva,
 - okolí,
 - státem dodávané výrobky,
 - komerční výrobky.

E. Faktory rozvrhovosti

- Požadavky:*
- včasnost rozhodnutí,
 - včasnost přidělení fondů,
 - dostupnost zařízení,
 - stabilita mise,
 - kontraktace dat a služeb,
 - plán akvizice.

- Personál:*
- naplněnost,
 - kvalifikace,
 - stabilita,
 - pracovní prostředí.

2. krok. Pro každý rizikový faktor určíme pravděpodobnost výskytu. Můžeme volit různé odstupňování těchto pravděpodobností. Zpravidla se používá třístupňové odlišení.

<i>Malá</i> pravděpodobnost výskytu (m)	$0 < P \leq 0,3$
<i>Střední</i> pravděpodobnost výskytu (s)	$0,3 < P \leq 0,6$
<i>Velká</i> pravděpodobnost výskytu (v)	$0,6 < P \leq 1$

Můžeme použít i jemnější pětistupňové odlišení.

<i>Velmi malá</i> pravděpodobnost výskytu (vm)	$0 < P \leq 0,2$
<i>Malá</i> pravděpodobnost výskytu (m)	$0,2 < P \leq 0,4$
<i>Střední</i> pravděpodobnost výskytu (s)	$0,4 < P \leq 0,6$
<i>Velká</i> pravděpodobnost výskytu (v)	$0,6 < P \leq 0,8$
<i>Velmi velká</i> pravděpodobnost výskytu (vv)	$0,8 < P \leq 1$

Je praktické nahradit pravděpodobnost relativní četností výskytu rizikového faktoru. Pro třístupňové odlišení to bude:

malá pravděpodobnost → zřídka se vyskytující jev
 střední pravděpodobnost → občas se vyskytující jev
 velká pravděpodobnost → často se vyskytující jev.

3. krok. Určíme dopad rizikových faktorů v rámci každé třídy rizik. Pro třístupňové odlišení mějme dopad:

- malý (m)
- střední (s)
- vážný (v)

Často se používá následujícího čtyřstupňového odlišení:

- zanedbatelný (nemá žádný vliv na projekt — misi)
- okrajový (bezprostředně neovlivní misi, ovlivní podružné stránky projektu — mise)
- kritický (dojde k redukci mise)
- katastrofický (dojde ke kolapsu mise)

Můžeme použít i jemnějšího pětistupňového odlišení dopadu:

- velmi malý (vm)
- malý (m)
- střední (s)
- vážný (v)
- velmi vážný (vv)

Tyto kategorie dopadu slovně vyjádříme pro každou třídu rizik (Tab. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

4. krok. Vzhledem k tomu, že faktorů je mnoho (obvykle 15 až 25), určíme tzv. **celkovou pravděpodobnost**, ta nám zapadne do určité kategorie, a rizika v rámci určité třídy, budeme určovat jako kombinaci celkové pravděpodobnosti a odhadnutého dopadu (buď intuitivně nebo pomocí expertů).

Celková pravděpodobnost se určuje následovně:

A. Zaměníme kategorie pravděpodobnosti výskytu daných faktorů za číselnou hodnotu, např.:

malá pravděpodobnost → hodnota = 1;
 střední pravděpodobnost → hodnota = 2;
 velká pravděpodobnost → hodnota = 3.

B. Přidělíme každému faktoru rovněž pomocí expertů **váhu**, kterou vyjádříme rizikovost faktoru (jeho důležitost z hlediska potenciálního vzniku rizika). Součet vah v rámci dané třídy musí být roven jedné.

- C. Vynásobením váhy a hodnoty dostaneme **váženou hodnotu**.
 D. Pro určení **celkové pravděpodobnosti** v rámci dané třídy existují tři variantní cesty:

- 1) Získáme **průměrnou hodnotu** pomocí vzorce (4.1)

$$h_{prům} = \text{průměrná hodnota} = \frac{\sum \text{hodnot}}{\text{počet faktorů}} \quad (4.1)$$

Potom celková pravděpodobnost bude:

$$\begin{aligned} \text{malá,} & \text{ jestliže } 1 < h_{prům} \leq 1,65; \\ \text{střední,} & \text{ jestliže } 1,65 < h_{prům} \leq 2,35; \\ \text{velká,} & \text{ jestliže } 2,35 < h_{prům} \leq 3. \end{aligned}$$

- 2) Získáme **střední váženou hodnotu** pomocí vzorce (4.2)

$$h_{stř.váž.} = \text{střední vážená hodnota} = \frac{\sum \text{vážených hodnot}}{\text{počet faktorů}} \quad (4.2)$$

V tomto případě bude celková pravděpodobnost

$$\begin{aligned} \text{malá,} & \text{ jestliže } a < h_{stř.váž.} \leq 0,66b, \\ \text{střední,} & \text{ jestliže } 0,66b < h_{stř.váž.} \leq 1,35b \\ \text{a velká,} & \text{ jestliže } 1,35b < h_{stř.váž.} \leq c, \end{aligned}$$

kde je

$$a = \frac{1}{\text{počet faktorů}} \quad (4.3)$$

$$b = \frac{2}{\text{počet faktorů}} \quad (4.4)$$

$$c = \frac{3}{\text{počet faktorů}} \quad (4.5)$$

- 3) Celkovou pravděpodobnost určuje faktor s maximální váženou hodnotou. Zpětně se dostaneme k číselné hodnotě faktoru a tím opět ke kategorii pravděpodobnosti (malé, střední, velké).

5. krok. Kombinace celkové pravděpodobnosti a dopadu (odhadnutého experty) nám určí souhrnné **riziko**. Zpravidla pracujeme v třístupňovém odlišení

- riziko nízké (n)
- riziko mírné (m)
- riziko vysoké (v)

nebo v pětistupňovém odlišení

- riziko velmi nízké (vn)
- riziko nízké (n)
- riziko mírné (m)
- riziko vysoké (v)
- velmi vysoké (vv)

Na obr. 4.1 je uvedeno intuitivní ohodnocení velikosti rizika jako společného působení pravděpodobnosti výskytu faktoru a jeho dopadu. Všechny veličiny jsou v třístupňovém odlišení.

Obrázek 4.1

		Pravděpodobnost		
		<i>malá</i>	<i>střední</i>	<i>velká</i>
Dopad	<i>malý</i>	nízké	nízké	mírné
	<i>střední</i>	nízké	mírné	vysoké
	<i>vážný</i>	mírné	vysoké	vysoké

Na obr. 4.2 jsou pravděpodobnost a dopad v třístupňovém odlišení, rizika v pětistupňovém.

Obrázek 4.2

		Pravděpodobnost		
		<i>malá</i>	<i>střední</i>	<i>velká</i>
Dopad	<i>malý</i>	velmi nízké	nízké	mírné
	<i>střední</i>	nízké	mírné	vysoké
	<i>vážný</i>	mírné	vysoké	velmi vysoké

Metodiku popsanou ve 4. a 5. kroku aplikujeme pro každou třídu rizik.

6 krok. Analýzou velikosti a závažnosti rizik určíme priority rizik a tím i pořadí činností vedoucí buď k eliminaci nebo k jejich redukci na přijatelnou úroveň.

4.2. Stanovení pravděpodobnosti výskytu rizikových faktorů a jejich dopadu

V tab. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 a 4.5 jsou uvedeny slovně vyjádřené četnosti výskytu rizikových faktorů pro jednotlivé třídy rizik v rámci fáze akvizice produktu a dopady v třístupňovém odlišení. Dále jsou uvedeny váhy jednotlivých faktorů, hodnoty pravděpodobnosti a vážené hodnoty, získané v rámci experimentu expertním hodnocením. Pro stanovení pravděpodobnosti výskytu faktoru bylo využito zobecněných poznatků orgánů státního ověřování jakosti, uvedených ve směrnici SM-3/00-HÚSKOJ MO/2.

Tabulka 4.1

A.		Pravděpodobnost výskytu faktoru			Váha M_j	Hodnota h_j	Vážená hodnota $M_j \cdot h_j$
Poř.č.	Technické a technologické faktory	zřídka se vyskytující $0 < P \leq 0,4$ hodnota 1	občas se vyskytující $0,4 < P \leq 0,7$ hodnota 2	často se vyskytující $0,7 < P \leq 1$ hodnota 3			
Výrobek							
1.	Výkonové a jakostní charakteristiky	Definovány všechny požadavky	Určité mezery	Neúplně definovány	0,13	2	0,26
2.	Dokumentace	Úplná, využitelná pro akviziční proces	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,1	2	0,2
3.	Konfigurace	Základní fyzická úroveň dosažena	Určité problémy	Značné problémy	0,056	3	0,168
4.	Patentová práva	Nenarušena	Určité problémy	Značné problémy	0,032	1	0,032
5.	Standards a normy	K dispozici, plně pokrývají požadavky	Určité problémy	Značné problémy	0,064	2	0,128
6.	Zkušební zařízení	K dispozici, kompatibilní, přesné a spolehlivé	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,128	1	0,128
Technologie							
7.	Kusová výroba	Výrobce má certifikát jakosti, existuje výstupní kontrola, výrobní zařízení ověřené	Vyskytují se určité nedostatky	Značné nedostatky	0	0	0
8.	Hromadná výroba	Výrobce má certifikát jakosti, výrobní zařízení ověřené, existuje výstupní kontrola	Vyskytují se určité nedostatky	Značné nedostatky	0,054	2	0,108
9.	Úroveň technologie	Úroveň je špičková	Úroveň je průměrná	Úroveň je podprůměrná	0,046	1	0,046
10.	Podpora	Probíhá dle plánu	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,03	2	0,06
11.	Inovace	Žádné	Určité inovace existují	Značné inovace	0,07	2	0,14
Provoz výrobku							
12.	Uživatelské prostředí	Stabilní, odpovídá požadavkům	Určité problémy	Značné problémy	0,072	1	0,072
13.	Požadavky na funkčnost	Stabilní a splnitelné	Určité problémy	Značné problémy	0,03	1	0,03
14.	Rozšiřitelnost funkcí	Nepředpokládá se	Je možná v malém rozsahu	Značné požadavky	0,034	2	0,068
15.	Hrozby	Bezvýznamné	Určité hrozby existují	Značné hrozby	0,034	2	0,068
16.	Logistické zabezpečení	Existuje, je plně aplikováno	Určité problémy	Značné problémy	0,04	2	0,08
17.	Servis	Plně zabezpečen	Určité problémy	Značné problémy	0,044	1	0,044
18.	Stabilita mise	Nepředpokládají se změny	Určité problémy mohou nastat	Může dojít ke značným změnám	0,037	2	0,074

Dopad	Malý	Střední	Vážný
	Okrajový vliv na proces akvizice a mise	Určitý vliv na proces akvizice a mise	degradace nebo kolaps akvizice a mise

Tabulka 4.2

Poř.č.	Faktory rozhodovacích procesů	Pravděpodobnost výskytu faktoru			Váha M_j	Hodnota h_j	Vážená hodnota $M_j * h_j$
		zřídka se vyskytující $0 < P \leq 0,4$ hodnota 1	občas se vyskytující $0,4 < P \leq 0,7$ hodnota 2	často se vyskytující $0,7 < P \leq 1$ hodnota 3			
Přejímka vojenského materiálu							
1.	Komplexnost požadavků	Požadavky úplné, plně postihují přejímku	Určité mezery v komplexnosti	Požadavky nekomplexní	0,07	1	0,07
2.	Rozsah požadavků	Zvládnutelný	Mírně přesahuje možnosti	Značně přesahuje možnosti	0,05	1	0,05
3.	Stabilita požadavků	Požadavky během přejímky stabilní	Určité změny požadavků	Značné změny	0,04	2	0,08
4.	Podpora požadavků	Úplná HW, SW a dokumentační podpora	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,02	2	0,04
5.	Volba metod	Zvolené metody adekvátní a ověřené	Jisté nedostatky	Metody neadekvátní a neověřené	0,05	1	0,05
6.	Standardy a normy	Plně pokrývající akviziční proces	Určité mezery v úplnosti	Neúplné	0,03	2	0,06
7.	Testování hypotéz pro přejímku materiálu hromadné výroby	Hypotézy ověřeny vědeckými metodami	Určité problémy	Neověřeny	0,05	2	0,1
8.	Volba kritérií rozhodovacího procesu	Kritéria komplexně pokrývají rozhodovací proces	Některá kritéria chybí	Kritéria neúplná	0,03	1	0,03
9.	Kontrolní zařízení	Kontrolní zařízení přesné, spolehlivé, k dispozici	Kontrolní zařízení méně přesné a spolehlivé, není plně k dispozici	Nepřesné a nespolehlivé, není k dispozici	0,03	1	0,03
Management							
10.	Management akvizice	Kvalifikovaný a zkušený	Menší kvalifikovanost a zkušenost	Nekvalifikovaný a nezkušený	0,07	1	0,07
11.	Stabilita mise a úloh služeb	Stabilní, neočekávají se změny	Mohou nastat určité změny	Nestabilní	0,02	2	0,04
12.	Legislativa akvizičního procesu	Úplná a dokumentovaná	Určité problémy	Neúplná a nedokumentovaná	0,03	1	0,03
13.	Pracovní klima a prostředí	Personál sebraný, prostředí vyhovující a klidné	Určité problémy	Značné problémy, pracovní spory	0,03	1	0,03
14.	Hrozby akvizičního procesu	Fondy neomezeny, polit. a ekon. vývoj státu stabilní	Určité problémy	Značná turbulence	0,02	1	0,02
15.	Kontrakt	Úplný a jasný, nezávislý	Určité problémy	Značné problémy	0,1	2	0,2
16.	Personál (kvalifikace, bezpečnost práce)	Kvalifikovaný, poučený o bezpečnosti práce	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,03	1	0,03
17.	Rozhraní akvizičního procesu	Vazby definovány a uplatňovány	Určité problémy	Nedefinováno	0,02	3	0,06
18.	Využití kapacity kontrolního zařízení	Zpracován plán, využití monitorováno	Určité problémy	Není sledováno	0,02	2	0,04
19.	Komunikace s ostatními managementy	Na úrovni, dokumentováno	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,02	1	0,02
20.	Plánování	Zpracován plán a je průběžně vyhodnocován	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,03	1	0,03
Omezení							
21.	Zdroje	Zdroje neomezené	Určitá omezení	Značná omezení	0,05	2	0,1
22.	Rozvrh	Bez omezení	Rámová omezení	Přísná omezení	0,04	2	0,08
23.	Rozpočet	Možno rozšířit	Určitá omezení	Přísná omezení	0,03	3	0,09
24.	Komerční materiál	Bez omezení	Limitová omezení	Přísná omezení	0,02	2	0,04
25.	Státem dodávaný materiál	Podle plánu	Určité problémy	Značné problémy	0,02	2	0,04
26.	Počty personálu	Bez omezení	Určitá omezení	Nelze zvýšit	0,08	2	0,16

Dopad	Malý	Střední	Vážný
	Plná schopnost akvizice	Určité omezení akvizice	

Tabulka 4.3

C.		Pravděpodobnost výskytu faktoru			Váha M_j	Hodnota h_j	Vážená hodnota $M_j * h_j$
Poř.č.	Faktory podporovatelnosti	zřídka se vyskytující $0 < P \leq 0,4$ hodnota 1	občas se vyskytující $0,4 < P \leq 0,7$ hodnota 2	často se vyskytující $0,7 < P \leq 1$ hodnota 3			
Požadavky							
1.	Spolehlivost a udržovatelnost	Výrobek testován dodavatelem, charakteristiky ověřeny	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,07	1	0,07
2.	Logistické zabezpečení	Systém ověřen, bez nedostatků	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,15	1	0,15
3.	Směrnice pro akvizici, standardy a normy	K dispozici, plně aplikovatelné	Ne zcela úplné	Neúplné, neexistují	0,12	1	0,12
4.	Kontraktace dat, materiálu a služeb	Kontrakt zpracován, úplný a vyhovuje	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,1	2	0,2
5.	Povýbní podpora	Plánovaná a zavedená	Ne zcela odpovídá	Neexistuje	0,08	2	0,16
6.	Zrychlená akvizice komerčních a státem dodávaných výrobků	Uplatněná, existuje plán	Určité nedostatky	Neexistuje	0,05	2	0,1
7.	Řízená konfigurace komerčních součástí	Probíhá dle plánu	Určité nedostatky	Neexistuje	0,04	2	0,08
8.	Odpovědnost	Stanovena, prověřována	Určitá nejednoznačnost	Neúplná, neproěřovaná	0,05	1	0,05
Výrobek							
9.	Výrobní dokumentace	Existuje, adekvátní, úplná	Určitá neadekvátnost	Neexistuje nebo neadekvátní a neúplná	0,15	1	0,15
10.	Konfigurace	Existuje management konfigurace, dokumentace úplná	Určité problémy	Dokumentace a řízení konfigurace mají značné nedostatky	0,05	2	0,1
11.	Stabilita jakostních a výkonových parametrů	Existuje, ověřena certifikací, kontrakt a mise stabilní	Určitá nestabilita	Značná turbulence parametrů	0,04	2	0,08
12.	HW a SW nástroje	Na místě, využitelné a plně vyhovující	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,06	2	0,12
13.	Implementace změn	Dle plánu, změny dokumentovány	Určité problémy	Značné problémy	0,04	2	0,08

Dopad	Malý	Střední	Vážný
	Akvizice není bezprostředně ohrožena	Akvizice určitým způsobem ohrožena	Akvizice ohrožena, není podporovatelná

Tabulka 4.4

D.		Pravděpodobnost výskytu faktoru			Váha M_j	Hodnota h_j	Vážená hodnota $M_j * h_j$
Poř.č.	Faktory nákladovosti	zřídka se vyskytující $0 < P \leq 0,4$ hodnota 1	občas se vyskytující $0,4 < P \leq 0,7$ hodnota 2	často se vyskytující $0,7 < P \leq 1$ hodnota 3			
Požadavky							
1.	Zdroje	Dostupné, plně vyhovující	Menší problémy	Nedostatečné	0,1	2	0,2
2.	Rozsah	Plně pokryt rozpočtem	Určité problémy	Značné problémy	0,08	2	0,16
3.	Technologie	Odpovídající možnostem	Jsou pokryty s určitými problémy	Nejsou pokryty v plném rozsahu	0,06	1	0,06
4.	Stabilita	Neočekávají se změny	Určité změny jsou možné	Mohou nastat velké změny	0,05	2	0,1
Personál							
5.	Dostupnost	Na místě, počet dostatečný	Určitý počet chybí	Značný počet chybí	0,12	2	0,24
6.	Kvalifikace	Zkušený s odpovídající kvalifikací	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,12	2	0,24
7.	Management	Jmenován, pracuje dobře	Pracuje s menšími nedostatky	Značné nedostatky v práci	0,08	2	0,16
Zařízení							
8.	Dostupnost	Na místě v dostatečném počtu	Určité problémy	Značné problémy	0,05	1	0,05
9.	Standardy, normy a směrnice	Plně pokrývají potřeby	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,04	1	0,04
10.	Patentová práva zařízení	Zachována, bez problémů	Určité problémy	Značné problémy	0,03	1	0,03
11.	Konfigurace	Odpovídá výchozím úrovním	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,04	3	0,12
12.	Certifikace a kalibrace	Zařízení certifikováno a kalibrováno	Určité problémy	Značné problémy	0,03	1	0,03
Omezení							
13.	Zdroje	Neomezeny z hlediska potřeb	Určitá omezení	Značná omezení	0,04	2	0,08
14.	Patentová práva akvizice	Nemají vliv na akvizici	Určitý vliv	Značný vliv	0,03	1	0,03
15.	Okolí	Nemá vliv	Určitý vliv	Značný vliv	0,04	1	0,04
16.	Státem dodávané výrobky	Dle plánu	Určitý skluz	Značný skluz	0,04	2	0,08
17.	Komerční výrobky	Dle plánu	Určitá omezení	Značná omezení	0,05	2	0,1

Dopad	Malý	Střední	Vážný
	Rozpočet nebude ovlivněn	Určité překročení nákladů	Značné překročení rozpočtu

Tabulka 4.5

E.		Pravděpodobnost výskytu faktoru			Váha M_j	Hodnota h_j	Vážená hodnota $M_j * h_j$
Poř.č.	Faktory rozvrhovosti	zřídka se vyskytující $0 < P \leq 0,4$ hodnota 1	občas se vyskytující $0,4 < P \leq 0,7$ hodnota 2	často se vyskytující $0,7 < P \leq 1$ hodnota 3			
Požadavky							
1.	Včasnost a adekvátnost rozhodnutí	Včasná a adekvátní rozhodnutí	Určité problémy	Značné problémy	0,15	2	0,3
2.	Včasnost a adekvátnost přidělení fondů	Fondy přiděleny včas a plně vyhovují	Určité problémy	Značné problémy	0,09	2	0,18
3.	Dostupnost a kapacita kontrolního a testovacího zařízení	Kontrolní zařízení k dispozici s odpovídající kapacitou	Určité problémy	Značné problémy	0,15	1	0,15
4.	Stabilita mise a parametrů výroby	Neočekávají se změny mise a požadavky na parametr výroby	Určité změny mohou nastat	Mohou nastat značné změny	0,03	1	0,03
5.	Kontraktace dat a služeb	Potřeby plně pokryty kontraktem	Určité problémy	Značné problémy	0,04	2	0,08
6.	Plán akvizice	Zpracován, realistický	Určité nedostatky	Značné nedostatky	0,08	1	0,08
Personál							
7.	Naplněnost plánovaných počtů	Na plánovaných počtech	Určité problémy	Značné problémy	0,12	2	0,24
8.	Kvalifikace a zkušenost, osvědčení o bezpečnosti práce	Kvalifikace odpovídá, zkušený, s osvědčením o bezpečnosti práce	Určité problémy	Značné problémy	0,1	2	0,2
9.	Stabilita	Neočekává se fluktuace	Určitá fluktuace je možná	Očekává se značná fluktuace	0,03	2	0,06
10.	Pracovní prostředí	Plně vyhovující	Určité problémy	Značné problémy	0,02	1	0,02
Management							
11.	Řízení akvizičního procesu	Bezchybné	Menší nedostatky	Značné nedostatky	0,06	2	0,12
12.	Účast uživatele na testování a zkouškách	Podílí se	Malá neúčast	Nepodílí se	0,04	2	0,08
13.	Vliv okolí na testování a zkoušky	Neovlivňuje	Menší vliv existuje	Značně ovlivňuje	0,03	1	0,03
14.	Logistické zabezpečení	Bezchybné	Určité nedostatky	Velké nedostatky	0,06	2	0,12

Dopad	Malý	Střední	Vážný
	Rozvrh zůstává realistický	Určitý posun rozvrhu	Značný posun rozvrhu

4.3. Příklad výpočtu celkové pravděpodobnosti a souhrnného rizika manažerskou metodou

Pomocí hodnocení expertů $i \in \{1, 2, \dots, 10\}$ byly získány váhy faktorů $j \in \{1, 2, \dots, 18\}$ ve všech třídách rizik (orámovaná část tabulky 4.6) a pravděpodobnostní hodnoty výskytu rizikových faktorů (orámovaná část tabulky 4.7).

Tabulka 4.6

		Expert i										$h_{j, \text{stř}}$	h_j
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Faktor j	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1,7	2
	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1,8	2
	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2,5	3
	4	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1,2	1
	5	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1,7	2
	6	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1,2	1
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2
	9	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1,4	1
	10	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1,9	2
	11	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1,7	2
	12	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1,3	1
	13	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1,4	1
	14	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1,9	2
	15	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1,8	2
	16	2	1	2	2	1	3	2	3	2	2	2	2
	17	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1,3	1
	18	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2,2	2

Za sjednocené mínění expertů považujeme pro jednoduchost střední hodnotu váhy;

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^{m_j} c_{ij} \quad (4.6)$$

kde $j = 1, \dots, n$ — číslo faktoru

$i = 1, \dots, m$ — číslo experta

m_j — počet expertů, vyjadřujících se k i -tému faktoru

c_{ij} — váha přidělená i -tému faktoru j -tým expertem

a za míru konkordance středněkvadratickou odchylku váhy

$$\sigma_j = \sqrt{D_j} \quad , \quad (4.7)$$

kde D_j je výběrová disperse

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^{m_j} (c_{ij} - M_j)^2 \quad (4.8)$$

Tabulka 4.7

	Expert i										M_j	σ_j	D_j		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Faktor j	1	0,1	0,15	0,13	0,15	0,12	0,12	0,15	0,13	0,15	0,1	0,13	0,02000	0,000400	
	2	0,1	0,1	0,12	0,08	0,1	0,1	0,1	0,08	0,12	0,1	0,1	0,01333	0,000178	
	3	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,08	0,058	0,00919	0,000084	
	4	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,032	0,00422	0,000018	
	5	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,064	0,00516	0,000027	
	6	0,15	0,1	0,12	0,12	0,15	0,12	0,15	0,15	0,1	0,12	0,128	0,02044	0,000418	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00000	0,000000	
	8	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,07	0,054	0,00843	0,000071	
	9	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,046	0,00516	0,000027	
	10	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00471	0,000022
	11	0,08	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,08	0,069	0,00994	0,000099	
	12	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,072	0,00632	0,000040	
	13	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00471	0,000022	
	14	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,034	0,00516	0,000027	
	15	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,034	0,00699	0,000049	
	16	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,00816	0,000067	
	17	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,03	0,042	0,00919	0,000084	
	18	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,037	0,00483	0,000023	
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					

Rozptyl bude v intervalu $\pm 3\sigma_j$.

Výpočty hodnot M_j , D_j a σ_j v tabulce 4.7 lze s výhodou provádět pomocí produktu *Microsoft Excel*, či jiného tabulkového procesoru. Využijeme statistické funkce *PRŮMĚR*, *DEVSQ*¹⁾ a matematickou funkci *ODMOCNINA*. Výsledek je opět uveden v tabulce 4.7.

Získané hodnoty $h_{j.stř}$ zaokrouhlíme (tab. 4.6) na celé hodnoty h_j pomocí vztahů

$$h_j = 1 \text{ když } 1 < h_{j.stř} \leq 1,65 \quad (4.9)$$

$$h_j = 2 \text{ když } 1,65 < h_{j.stř} \leq 2,35 \quad (4.10)$$

$$h_j = 3 \text{ když } 2,35 < h_{j.stř} \leq 3 \quad (4.11)$$

a hodnoty h_j uvedeme opět do odpovídajících tabulek 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 a 4.5. Poté v každém řádku vypočteme vážené hodnoty $M_j \cdot h_j$.

¹⁾ Pokud nám to nečiní potíže, je lepší, jestliže si zmíněné funkce sestavíme podle vzorců (4.6), (4.7) a (4.8) sami. Vyhneme se tím potížím, že v anglické verzi *EXCELU* funkci *PRŮMĚR* nenajdeme, protože se nazývá *AVERAGEA*, případně můžeme také využít vestavěné funkce *MEDIAN*. Stejně tak nemusíme bádát, zda například funkce *SMODCH* počítá *směrodatnou odchylku* nebo *výběrovou směrodatnou odchylku* apod.

4.3.1. Určení celkové pravděpodobnosti pro případ technických a technologických faktorů

Variantní cesta A. Pomocí vzorce (4.1) zjistíme $h_{prům}$. Za hodnoty budeme dosazovat h_j , které pro každý faktor představují sjednocené mínění expertů

$$h_{prům} = \frac{\sum h_j}{17} = \frac{29}{17} = 1,7 \quad ,$$

což odpovídá **střední** celkové pravděpodobnosti.

Variantní cesta B. Pomocí vzorce (4.2) zjistíme střední váženou hodnotu

$$h_{stř.váž} = \frac{\sum M_j h_j}{17} = \frac{1,706}{17} = 0,1$$

Hodnoty $M_j \cdot h_j$ zjistíme z tab. 4.1 a meze a, b, c pomocí vzorců (4.3), (4.4) a (4.5).

$$a = \frac{1}{17} = 0,0588$$

$$b = \frac{2}{17} = 0,1176$$

$$c = \frac{3}{17} = 0,1765$$

Vypočtená střední vážená hodnota zapadá do intervalu

$$0,66b \leq h_{stř.váž} < 1,35b$$

což po dosazení je

$$0,077 \leq 0,1 < 0,159$$

což odpovídá opět **střední** celkové pravděpodobnosti.

Variantní cesta C. Celkovou pravděpodobnost určuje faktor s maximální váženou hodnotou. Z tabulky 4.1 zjistíme, že maximální váženou hodnotu má faktor č. 1

$$\max(M_j \cdot h_j) = 0,26 \quad ,$$

což zpětně odpovídá pravděpodobnostní hodnotě $h = 2$, čili opět jsme v pásmu **střední** celkové pravděpodobnosti.

4.3.2. Určení souhrnného rizika v rámci technických a technologických faktorů

Souhrnné riziko je podle definice kombinací celkové pravděpodobnosti a příslušného dopadu.

Z obr. 4.1 vyplývá, že pro střední celkovou pravděpodobnost může být v závislosti na dopadu souhrnné riziko nízké, mírné i vysoké.

Faktorem s maximální váženou hodnotou je faktor č. 1: *Výkonové a jakostní charakteristiky výroby*, což je ústřední motiv celé akvizice. Nabyvatel může akceptovat

nízké riziko, pravděpodobně odmítne **mírné** riziko a rozhodně odmítne riziko **vysoké** a přeneše je zpět na dodavatele.

Akviziční proces se musí věnovat s maximální mírou pozornosti nejrizikovějšímu faktoru.

Variantní cesta C nám umožní seřadit rizika a určit jejich priority řešení. Z tab. 4.1 plyne, že pořadí nejrizikovějších faktorů podle střední vážené hodnoty bude

1. faktor č. 1: *Výkonové a jakostní charakteristiky výrobku* — 0,26
2. faktor č. 2: *Dokumentace výrobku* — 0,2
3. faktor č. 3: *Konfigurace výrobku* — 0,168
4. faktor č. 11: *Technologické inovace výrobku* — 0,14
5. faktor č. 5: *Standardy a normy* — 0,128
6. faktor č. 6: *Zkušební zařízení* — 0,128
7. faktor č. 8: *Technologie hromadné výroby* — 0,108

Zpětným zjištěním celkové pravděpodobnosti zjistíme, že u faktoru č. 3: *Konfigurace výrobku* je $h = 3$, což vede již u **malého** dopadu k **mírnému** riziku, které nabyvatel neakceptuje. Znamená to, že dodavatel musí po vrácení výrobku dosáhnout různé nápravy problémů s konfigurací výrobku.

5. Závěr

Cílem skript bylo identifikovat a analyzovat rizika akvizičního procesu a podat metodický návod k rychlému určení nejzávažnějších rizikových jevů.

Vzhledem k tomu, že akviziční proces by měl minimalizovat rizika nabyvatele a vzhledem k tomu, že nabyvatel má zákonné právo vadný výrobek nepřevzít a vrátit dodavateli, je celý proces řízení rizik značně redukován ve srovnání s ostatními fázemi životního cyklu. Nicméně i v rámci akvizice existují vnitřní rizika působící specificky v dané organizační struktuře akvizice, která má svůj vlastní management, zařízení, personál, fondy, rozpočet a rozvrh. Proto není možné zúžit akvizici a příslušná rizika pouze na výrobek. Z toho důvodu byly zavedeny kromě třídy technických a technologických rizik vážících se k výrobku i další třídy rizik — rozhodovacích procesů, podporovatelnosti, nákladovosti a rozvrhovosti, vážících se k akvizičnímu procesu.

Existuje řada metod využitelných pro analýzu a řízení rizik vyvinutých především pro vývojové práce na softwaru, ale aplikovatelných i na fáze návrhu, vývoje, výroby i provozu technických systémů. Z těchto metod založených na pravděpodobnostním přístupu byla využita praktická a rychlá manažerská metoda bez zvláštních nároků na software. Organizaci práce a dokumentaci činnosti managementu rizik byla věnována zvláštní kapitola.

Byl zpracován konkrétní příklad výpočtu souhrnného rizika na bázi expertního hodnocení s cílem objektivizovat data a údaje. Ukazuje se, že v prvním přiblížení stačí operovat se středními pravděpodobnostními hodnotami a vahami jednotlivých faktorů z hodnot a vah přidělených experty. Přesnějších výsledků a ohodnocení práce expertů je možné dosáhnout využitím metody *Delfy* [11] a využitím existujících softwarových produktů [12].

Je třeba zdůraznit, že identifikace rizikových faktorů a analýza i řízení rizik je tvůrčím procesem, který nelze uzavřít do fixních návodů. Rizikové faktory uvedené v tab. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 a 4.5 jsou názorem zpracovatelů studie a ani jejich počet, ani jejich formulace nelze považovat za uzavřené. Pravděpodobnosti výskytu těchto faktorů a váhy těchto faktorů byly odhadnuty 10 experty a získané údaje byly statisticky zpracovány.

Podrobnější pohled na kategorii jakostních a výkonových charakteristik bude uveden ve druhém dílu skript, v příkladech týkajících se kontejnerové munice, výstrojního materiálu, pohonných hmot a dodávek pistole CZ – 75D Compact a aplikaci analýzy rizik na leteckou techniku, vybudovanou na bázi managementu konfigurace.

Skripta jsou věnována akvizičnímu procesu, který doposud, pokud je nám známo, nebyl ani v podmínkách ČR ani ve světě z hlediska rizik ve svém celku analyzován. Přejímka výrobků ať u kusové výroby nebo hromadné výroby je popsána, rizika odběratele především pro výrobky hromadné výroby jsou teoreticky zdůvodněna a v literatuře uvedena [7]. Jde však pouze o úzkou část akvizičního procesu, i když pro nabyvatele důležitou.

6. Použitá literatura

- [1] AFCS/AFLC *Pamphlet 800-45*. US AIR Force, 1988.
- [2] Boehm, B. W.: *Software Risk Management* IEEE Computes Society Press, Washington, 1989.
- [3] Carr, Marvin, Kouda, Ira: *Taxonomy Based Risk Identification*, Canegie Mellon University, 1993.
- [4] *Continuous Risk Management Handbook*. Software Engineering Institute, Carnegie University, USA, 1996.
- [5] České technické normy:
 - ČSN EN ISO 9000:2000: *Systémy managementu jakosti* — Základy, zásady a slovník.
 - ČSN EN ISO 9001:2000: *Systémy managementu jakosti* — Požadavky.
 - ČSN EN ISO 9004:2000: *Systémy managementu jakosti* — Směrnice pro zlepšování výkonosti.
- [6] ISO a ISO/IEC normy:
 - ISO 10 006: *Quality management* — Guidelines to Quality in Project Management, 1997.
 - ISO/IEC 12 207: *Information technology* — Software life cycle Processes, 1995.
 - ISO/IEC 15 288 CD 2: *Life Cycle Management* — System Life cycle Processes, 2000.
- [7] Likeš, J., Machek, J.: *Matematická statistika*. Praha, SNTL, 1983.
- [8] *Risk Assessment Technique Handbook*. Defense System Management College, USA.
- [9] Spěvák, L.: *Nové přístupy k hodnocení rizik v softwarových projektech*. DDP, FSI-VUT v Brně 2001.
- [10] STANAG 4159: *NATO Material Configuration Management Policy and Procedures for Multinational Joint Projects*. 1999.
- [11] Štěpánek, M.: *Prognózování v technické a ekonomické praxi*. Skripta ÚMPV VA v Brně, 1996.
- [12] Vlk, M.: *Počítačová podpora metody „Delfy“ v prostředí Internetu*. DP, FSI-VUT v Brně 1998.
- [13] Zákon č. 309/2000 Sb. *o obranné standardizaci, katalogizaci a státním ověřování jakosti výrobků a služeb k zajištění obrany státu a o změně živnostenského zákona*. Praha, 2000.

7. Seznam zkratk

AQAP	Allied Quality Assurance Publication; Spojenecká publikace NATO k zabezpečení jakosti.
CALS	Continuous Acquisition and Life Cycle Support; Kontinuální akvizice a podpora životního cyklu.
CJ	Combined Joint; Smíšený, společný (multinárodní a multiservisní).
DEF STANDARD ..	Britská norma.
ILS	Integrated Logistic Support; Integrovaná logistická podpora (ILP).
ILSS	Integrated Logistic Support Standards; Normy (komplexní logistické podpory) integrovaného logistického zab.
JEDMICS	Joint Engineering Data Management Information and Control System; Jednotná metodika sběru výrobních dat.
LPHM	Letecké pohonné hmoty a maziva.
MIL STANDARD ..	Vojenské normy aplikované na vojenskou techniku.
OSOJ	Orgány státního ověřování jakosti.
PO	Povrchová ochrana materiálu.
Q	Quality; Jakost.
PHM	Pohonné hmoty a maziva.
RISKIT	Metoda k systematické podpoře analýzy rizik, kde hodnocení rizik je založeno na teorii užitečnosti.
SOJ	Státní ověřování jakosti.
STANAG	Standard Agreement; Standardizační dohoda, dohoda o závaznosti norem.
úřad	je myšlen ÚřOSK SOJ
ÚřOSK SOJ	Úřad obranné standardizace, katalogizace a státního ověřování jakosti.

Název: MANAGEMENT RIZIK
s pravděpodobnostním přístupem ke stanovení rizik

Autoři: Doc. Ing. Milan ŠEBESTA, CSc.
RNDr. Rudolf SCHWARZ, CSc.

Vedoucí katedry: Doc. Ing. Luděk Hodboř, CSc.

Rok vydání: 2003

Náklad: 50

Počet stran: 63

Vydavatel: Vojenská akademie v Brně

Tiskne: RVO VA

Číslo zakázky:

Číslo EP: 175/2003

Cena pro vnitřní potřebu: Kč