

Ekonomika spolehlivosti a rizika

Hana Čermáková a Julie Volfová

recenzent: doc. Ing. David Vališ, Ph.D.

© Hana Čermáková, Julie Volfová - 2011

ISBN 978-80-7372-811-3

[21] Česká technická norma: Údržba – Klíčové indikátory výkonnosti údržby. (ČSN 15341 – 010664).

[22] ČSN EN ISO 9001:2001 Systémy managementu jakosti – Požadavky. ČNI, Praha 2001.

[23] ČSN EN 60300-1:2004 Management spolehlivosti – Systémy managementu spolehlivosti. ČNI, Praha 2004.

[24] ČSN EN 60300-2:2005 Management spolehlivosti – Směrnice pro management spolehlivosti. ČNI, Praha 2005.

[25] Ministerstvo životního prostředí: Metodické pokyny pro zavedení environmentálního manažerského účetnictví, 2003, citace 2.4.2010, přístup z internetu: [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFHNXUXN/\\$FILE/MetodickyPokynEMA.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFHNXUXN/$FILE/MetodickyPokynEMA.pdf)

[26] Přehled norem pro management spolehlivosti, přístup z internetu: <http://www.csq.cz/res/data/017/002128.pdf>

[27] OECD Handbook of Biodiversity Valuation: A Guide of Policy Makers, 2002.

[28] <http://fzp.ujep.cz/~vosatka/>, Nauka o podniku, soubory ke stažení, Analýza nákladu.

[29] Wikipedie, otevřená encyklopedie, <http://www.wikipedia.cz>

[30] ČSN ISO 31000:2010 Management rizik – Principy a směrnice. ČNI, Praha 2010.

Obsah

1	Úvod	7
2	Riziko v podnikovém řízení	9
2.1	Základní pojmy	9
2.2	Management rizika jako integrální součást moderního managementu	11
2.2.1	Metody analýzy a kvantifikace rizika	15
2.2.2	Problematika vyjádření pravděpodobností rizikových situací	17
2.2.3	Problematika kvantifikace následků	17
3	Technologické riziko	19
3.1	Základní principy konstrukce technologických modelů	19
3.2	Druhy optimalizačních modelů	20
3.3	Postup při sestavování technologicko – ekonomických modelů	21
3.4	Zdroje potřebných informací	22
3.5	Technologický model	25
3.6	Nákladový model	26
3.6.1	Kategorizace nákladů	26
3.6.2	Převod údajů účetní evidence do nákladového modelu	31
3.7	Kritéria posuzování výsledků technologicko-ekonomického modelu	32
3.7.1	Celkové náklady	33
3.7.2	Celkový zisk	33
3.7.3	Jednotkové náklady	36
3.7.4	Marginální náklady	37
3.7.5	Environmentální náklady	38
3.7.6	Náklady životního cyklu výrobku (LCC)	39
3.7.7	Ukazatele ekonomické efektivity	41
4	Investiční riziko	43
4.1	Investiční projektování	43
4.2	Efektivnost investic	45
4.3	Metody hodnocení investic	46
4.3.1	Rozhodování o přijetí investice	48
4.4	Cash flow	49
4.5	Hodnocení investičních rizik	51
4.5.1	Vyjádření investičního rizika	51
4.5.2	Analýza citlivosti	51
4.5.3	Nevýhody citlivostní analýzy	52

Seznam zkratek a použitých symbolů

AC	Průměrné jednotkové náklady
AFC	Průměrné fixní náklady (Average fixed cost)
AVC	Průměrné variabilní náklady (Average variable cost)
CBA	Cost – benefit – analysis
CEA	Cost – effectiveness – analysis
CF	Peněžní tok (Cash flow)
CSH	Čistá současná hodnota
DHM	Dlouhodobý hmotný majetek
DNM	Dlouhodobý nehmotný majetek
EU	Evropská unie
FC	Fixní náklady (Fixed cost)
GIS	Geografický informační systém
HDP	Hrubý domácí produkt
LCA	Analýzy životního cyklu (Life cycle analysis)
LCC	Náklady životního cyklu (Life cycle cost)
MC	Marginální náklady (Marginal cost)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
SKP	Standardní klasifikace produkce
US EPA	US Environmental protection agency
VC	Variabilní náklady (Variable cost)
TC	Celkové náklady (Total cost)
ŽP	Životní prostředí

Tato práce byla vytvořena s podporou projektů výzkumu a vývoje:

- Projekt MŠMT ČR č. 1M006047 „Centrum pro jakost a spolehlivost výroby“,
- Projekt MŠMT ČR č. 2B08011 „Metodika posuzování vlivu dopravních tras na biodiverzitu a složky životního prostředí“ a
- s podporou Evropského sociálního fondu na podporu celoživotního vzdělávání (ESF)

1 Úvod

Každý proces rozhodování je spojen s určitou mírou nejistot, souvisejících se spolehlivostí odhadu budoucích situací. Pokud se soustředíme na rozhodování v podniku, kromě přísně deterministických jsou rozhodovací problémy spojeny s nejistotami napříč všemi činnostmi, které s podnikáním souvisejí, počínaje rozhodováním o výrobním sortimentu, přípravě a zajištění výroby, investiční činnosti, řízení výrobního procesu, dodavatelské, odběratelské a obchodní činnosti, atd. Všechny nejistoty a související rizika realizace výsledků rozhodování vyplývají z nespolehlivosti, resp. z míry spolehlivosti informací, na jejichž základě rozhodujeme. Souvisejí s proměnlivostí vnitřních i vnějších podmínek rozhodování, s nepřesnostmi výchozích informací a odhadů, i s dispozicemi rozhodovacího subjektu.

Teorie i praxe současného podnikového managementu se s rostoucí intenzitou zabývá aspekty spolehlivosti výrobních systémů a riziky jejich možného selhání. Předpokladem úspěšného managementu každého podniku se tak stává využívání efektivních metod a procesů zajištění spolehlivosti, tj. předcházení či minimalizace jejich výskytu i následků a efektivního zvládání rizikových situací.

Předkládaný text soustředí uje základní informace, týkající se ekonomických aspektů řízení spolehlivosti a rizik v průběhu celého životního cyklu výrobku, tj. od přípravy výroby až k jeho likvidaci. První kapitola je úvodem do problematiky managementu rizika, obsahuje přehled a výklad základních termínů a výčet a stručný popis jednotlivých kroků řízení rizika. Další části textu se zabývají metodami řízení technologických, investičních, výrobních a environmentálních rizik. Obsahují popis základních manažerských metod a postupů hodnocení analyzovaných procesů s vyhodnocením následků možných rizikových situací. Výklad je zaměřen přednostně na prediktivní metody, tj. metody předcházení riziku jejich předvídáním a zahrnutím do procesů řízení a rozhodování. V textu jsou popsány základní metody konstrukce ekonomických modelů technologických, investičních a technických projektů a metody posuzování rizikových situací z ekonomického hlediska. Doplnkovou je kapitola přehledu rozhodovacích metod s důrazem na metody rozhodování za rizika a nejistoty.

Skripta jsou určena posluchačům bakalářského studia vybraných oborů Technické univerzity v Liberci. Předpokládají základní znalosti ekonomických kategorií, se kterými se studenti seznámili na seminářích „Úvod do ekonomie“ a „Ekonomika a řízení“. Zaměřením navazují na semináře „Řízení jakosti a spolehlivosti“, „Hodnocení rizik“ a „Metody analýzy rizik“, jejichž náplní je, kromě jiného, problematika odhadu pravděpodobnostní složky kvantifikace rizika a problematika kvantifikace společenského rizika ve smyslu určení rozsahu definovaných následků rizikových situací. Předkládaný text navazuje nástinem problematiky vyjádření rizika ve finančních jednotkách s důrazem na metody minimalizace rizika formou modelování technických, technologických a ekonomických alternativ rizikových scénářů rozhodovacích situací.

Pro podrobnější informace a hlubší porozumění problematice je vhodné doplnění znalostí z dalších studijních materiálů, jako je sbírka příkladů ke cvičení a prezentační texty k přednáškám.

- *Hurwitzovo pravidlo* – pro každou variantu se vyjde z nejvyšší a nejnižší hodnoty kritéria, stanoví se pomocná veličina jako vážený průměr nejvyšší a nejnižší hodnoty kritéria hodnocení, kde jako váha vystupuje koeficient optimismu (veličina z intervalu 0 až 1) a jeho doplněk do jedné. Varianty se uspořádají podle klesajících hodnot stanovené pomocné veličiny a optimální je varianta s nejvyšší pomocnou hodnotou (tabulka 8.15) (převzato z [2]).

Tabulka 8.15: Rozhodování podle Hurwitzova pravidla

Varianty kapacity výrobní jednotky	Riziková situace (poptávka)			maximum	minimum	<i>H</i>
	50	100	200	0,5	0,5	
50	10	10	10	10	10	10
100	0	30	30	30	0	15
200	-20	10	70	70	-20	25

- *Savageovo pravidlo* – vychází ze ztrát, které mohou nastat tím, že volba rizikové varianty nebyla optimální vzhledem k rizikové situaci, která po této volbě nastala. Pro každou variantu se určí maximální ztráta. Optimální varianta je varianta s minimální hodnotou maximální ztráty (tabulka 8.16) (převzato z [2]).

Tabulka 8.16: Rozhodování podle Savageova pravidla

Varianty kapacity výrobní jednotky	Riziková situace (poptávka)			řádková maxima
	50	100	200	
50	10	10	10	
100	0	30	30	
200	-20	10	70	
Matice ztrát	50	100	200	řádková maxima
50	0	20	60	
100	10	0	40	
200	30	20	0	

$E(50) = 0,37 \cdot 0,3 + 0,37 \cdot 0,5 + 0,37 \cdot 0,2 = 0,37.$

Optimální variantou podle pravidla očekávané utility bude výrobní kapacita 100000 ks výrobků.

Pravidlo střední (očekávané) hodnoty – vychází z výpočtu středních hodnot každého kritéria hodnocených variant. Střední hodnoty zisku pro náš příklad stanovíme jako součet součinů hodnot zisku v jednotlivých rizikových situacích a jim odpovídajících pravděpodobností.

Pravidlo očekávané hodnoty a rozptylu – doplňuje předchozí přístup výpočtem rozptylu středních hodnot zisku. V tomto přístupu rozptyl vystupuje jako jistá míra rizika (větší hodnota rozptylu předstává větší míru rizika a tedy rizikovější variantu).

Pravidla rozhodování za nejistoty

- *Pravidlo minimax* (pro každou rizikovou variantu se stanoví nejnižší hodnota kritéria přes jednotlivé rizikové situace (řádková minima), varianty se uspořádají podle klesajících řádkových minim – pesimistický přístup (tabulka 8.12) (převzato z [2])).

Tabulka 8.12: Rozhodování podle pravidla minimax

Varianty kapacity výrobní jednotky	Riziková situace (poptávka)			řádková minima
	50	100	200	
50	10	10	10	10
100	0	30	30	0
200	-20	10	70	-20

- *Pravidlo maximax* – optimistický předpoklad, že nastane nejpříznivější situace, stanoví se řádková maxima z hodnot daného kritéria a rizikové varianty se uspořádají podle klesajících hodnot těchto maxim (tabulka 8.13) (převzato z [2])).

Tabulka 8.13: Rozhodování podle pravidla maximax

Varianty kapacity výrobní jednotky	Riziková situace (poptávka)			řádková maxima
	50	100	200	
50	10	10	10	10
100	0	30	30	30
200	-20	10	70	70

- *Laplaceovo pravidlo* – rozhodovatel předpokládá, že všechny situace jsou stejně pravděpodobné. Pro každou variantu se určí očekávaná (střední) hodnota zvoleného kritéria hodnocení a varianty se uspořádají podle těchto klesajících očekávaných hodnot (tabulka 8.14) (převzato z [2])).

Tabulka 8.14: Rozhodování podle Laplaceova pravidla

Varianty kapacity výrobní jednotky	Riziková situace (poptávka)			$E(z)$
	1/3	1/3	1/3	
	50	100	200	
50	10	10	10	10
100	0	30	30	20
200	-20	10	70	20

2 Riziko v podnikovém řízení

Riziko je obecně vnímáno jako nebezpečí vzniku určité ztráty, prohry, neúspěchu. Autoři publikace Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích [10] uvádí historické kořeny tohoto pojmu: „Riziko je historický výraz, pocházející údajně ze 17. století, kdy se objevil v souvislosti s lodní plavbou. Výraz *risico* pochází z italštiny a označoval úskali, kterému se museli plavci vyhnout. Následně se tím vyjadřovalo *vystavení nepříznivým okolnostem*. Ve starších encyklopediích najdeme pod tímto heslem vysvětlení, že se jedná o odvahu či nebezpečí, případně že *riskovat* znamená odvážit se něčeho“.

Podle dnešních výkladů lze interpretovat riziko jako nebezpečí vzniku škody, poškození, ztráty či zničení, případně nezdaru při podnikání.

2.1 Základní pojmy

Základním problémem terminologie rizika je již sama definice rizika, která je rozdílná v odborných příspěvcích, publikacích i normách. Dále uvedená vysvětlení základních pojmů teorie rizika vycházejí z „technické“ definice rizika jako součinu pravděpodobnosti a následků nežádoucí události a odpovídají pohledu odborníků z oboru spolehlivosti.

Riziko

Hodnota rizika vyjádřená kombinací následků a míry (pravděpodobnosti) jejich výskytu. Z hlediska problematiky řízení podnikatelských rizik chápeme riziko jako možnost, že s určitou pravděpodobností nastane událost, jejímž následkem dojde k odchylce od předpokládaného (žádoucího) stavu. V žádném případě se tedy nejedná o pouhou pravděpodobnost, jak uvádí některé interpretace tohoto pojmu.

Výskyt rizika

Obecně lze spatřovat riziko všude tam, kde se jedná o nejednoznačnost nějakého výsledku s tím, že dokážeme stanovit nebo odhadnout pravděpodobnosti možných výsledných situací.

Posuzování rizika

Celkový proces identifikace rizika, analýzy rizika a hodnocení rizika.

Identifikace rizika

Proces hledání, rozpoznávání a popisování rizik. Zahrnuje zjišťování zdrojů rizik, jejich příčin a potenciálních následků.

Zdroj rizika

Prvek, který sám nebo v kombinaci s jinými prvky má inherentní potenciální schopnost způsobit riziko.

Analýza rizika

Proces pochopení povahy rizika a stanovení úrovně (kvantifikace) rizika. Analýza rizika poskytuje základ pro hodnocení rizika a pro rozhodnutí o ošetření rizika.

Stanovení úrovně (kvantifikace) rizika

Proces ocenění rizika. Vyžaduje vyhodnocení obou dvou složek: pravděpodobnosti přesně definované události i rozsahu resp. ocenění následku této události. Riziko není bezrozměrná veličina. Lze ho vyjádřit v různých jednotkách podle charakteru následku a představuje např. možnou ztrátu či škodu ve finančním ocenění, počet zemřelých či zraněných, definovanou ekologickou újmu na dané ploše, konkrétním způsobem ohroženou vymezenou oblast apod. Přestože koncept rizika v zásadě směřuje ke kvantifikaci rizika, za určitých okolností postačuje pragmatické, kvalitativní posouzení.

Hodnocení rizika

Proces rozhodování o přijatelnosti resp. snesitelnosti (akceptovatelnosti) rizika na základě porovnání odhadu rizika s hodnotami kritérií rizika.

Kritéria rizika

Soupis faktorů hodnocení významnosti rizika, referenční hodnoty parametrů, podle nichž se hodnotí závažnost rizika. Kritéria rizik mohou být odvozena z norem, zákonů, politik a dalších požadavků.

Úroveň přijatelnosti rizika

V rámci analýzy rizik je třeba vyřešit otázku přijatelnosti (akceptovatelnosti) rizika. Jedná se o stanovení přijatelných zbytkových rizik ve vztahu k hrozbám, úrovni zranitelnosti subjektu i možných protiopatření. Jistou míru zbytkového rizika připouštíme proto, že snaha o odstranění všech rizik by vedla k neúměrným nákladům při realizaci příslušných opatření. V řadě případů se můžeme při rozhodování o přijatelnosti rizika řídit legislativou danými normativy a doporučeními.

Událost, jev

Výskyt nebo změna určité množiny okolností.

Nebezpečí (hrozba)

Zdroj potenciálního poškození nebo újmy.

Pravděpodobnost události

Míra výskytu události vyjádřená číslem z intervalu $\langle 0,1 \rangle$, kde 0 znamená nemožnost a 1 absolutní jistotu výskytu.

Četnost

Míra možnosti výskytu události vyjádřená jako počet výskytu událostí nebo druhu následků za stanovenou jednotku času.

Subjekt (příjemce) rizika

Příjemce následku události. Ve většině případů posuzujeme dopady rizikových událostí na člověka, příjemcem ve smyslu objektu následku ale mohou být budovy, zařízení, výrobní prostředky, složky životního prostředí ad.

Expozice

Rozsah vystavení příjemce rizika vlivu události.

Následek

Výsledek expozice. Expozice může vést k celé řadě následků. Hodnotu následku lze vyjádřit kvalitativně nebo kvantitativně. Následky se mohou měnit v průběhu času, mohou se stupňovat, resp. kumulovat.

Zranitelnost

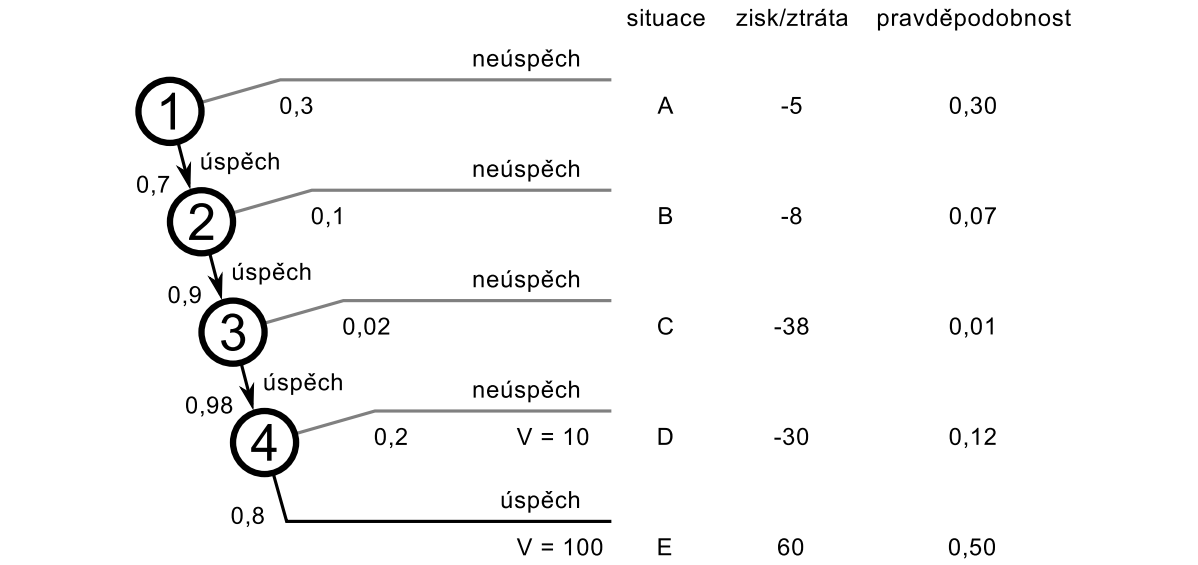
Citlivost příjemce na zdroj rizika, ovlivňuje reakci příjemce na působení zdroje rizika.

Individuální riziko

Pravděpodobnost výskytu daného následku pro potenciální osobu, která je/může být vystavena expozici. Hodnota individuálního rizika je funkcí polohy/vztahu osoby vzhledem ke zdroji.

Jednotkové riziko

Pravděpodobnost výskytu daného následku vztažená na jednotku příjemce, kterým je jednotka plochy/objemu definované složky životního prostředí.



Obrázek 8.2: Ohodnocený pravděpodobnostní strom řešeného příkladu

Tabulka 8.10: Hodnoty hospodářského výsledku pro rizikové situace

Riziková situace	pravděpodobnost	zisk/ztráta (mil. Kč)
A	0,3	-5
B	0,07	-8
C	0,01	-38
D	0,12	-30
E	0,5	60

Pravidla rozhodování za rizika

Pravidlo očekávané utility (míry užitečnosti) – pravidlo umožňuje jednoznačné uspořádání variant pro každé kritérium hodnocení v podmínkách rizika stanovením jejich funkce utility (vyjadřují postoj rozhodovatele k riziku). Pro každou variantu stanovíme utilitu jednotlivých hodnot daného kritéria a pomocí těchto utilit a odpovídajících pravděpodobností určíme očekávanou (střední) utilitu každé varianty. Následně uspořádáme rizikové varianty podle klesajících hodnot jejich očekávané utility.

Jako příklad použijeme údaje rozhodovací matice (tabulka 8.8). Jednotlivým hodnotám očekávaného zisku z této matice přiřadíme hodnoty utility (tabulka 8.11).

Tabulka 8.11: Hodnoty utility zisku

zisk	-20	0	10	30	70
utilita	0	0,15	0,37	0,75	1

Očekávaná utilita pro variantu výrobní kapacity 200000 ks výrobků činí:

$$E(200) = 0 \cdot 0,3 + 0,37 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,2 = 0,285$$

a obdobně:

$$E(100) = 0,15 \cdot 0,3 + 0,75 \cdot 0,5 + 0,75 \cdot 0,2 = 0,57,$$

na 3 úrovních. Údaje pro rozhodování představují hodnoty zisku pro variantní situace hodnot výrobní kapacity a poptávky.

Simulace metodou Monte Carlo

V případech rozhodovací situace většího rozsahu se používají simulační metody. Východiskem je určení střední hodnoty a typu rozdělení pro každý rizikový faktor. Výsledky simulace pro všechny situace splňující nastavená pravidla se zaznamenávají. Konečným výsledkem tohoto postupu je určení pravděpodobností výsledků rizikových variant.

Pravděpodobnostní stromy

Představují grafický nástroj zobrazení důsledků možných variant situací ovlivněných faktory rizika. Situace se realizují v určitém časovém sledu. Faktory rizika jsou zobrazovány jako uzly pravděpodobnostního stromu, hranám vycházejícím z těchto uzlů jsou přiřazovány hodnoty – odhady pravděpodobností příslušných faktorů rizika. Možné hodnoty důsledků každé z uvažovaných rizikových variant jsou vyjádřeny pravděpodobností.

Předností použití pravděpodobnostního stromu je jednoduchost, názornost a přehlednost.

Příklad rozhodování s použitím pravděpodobnostního stromu

Příklad řeší situaci, kdy podnik chce rozšířit svůj výrobní program o nový výrobek (příklad je převzat z [2]). Rizikovými body úspěšného uvedení nového výrobku na trh jsou úspěšný vývoj, úspěšné polo-provozní ověření i úspěšné zavedení do výroby. Rizikové varianty tvoří tyto navazující činnosti:

- výzkum a vývoj výrobku,
- poloprovozní ověření výrobku,
- zahájení hromadné výroby,
- uvedení výrobku na trh.

Úspěšnost jednotlivých činností i příslušné náklady realizace jednotlivých činností uvádí tabulka 8.9.

Tabulka 8.9: Vstupní údaje pro pravděpodobnostní strom						
veličina	měr. jednotka	Fáze projektu				
		výzkum a vývoj	poloprovozní ověření	zavedení do hromadné výroby	uvedení na trh	
					úspěch	neúspěch
odhadované náklady	mil. Kč	5	3	30	2	2
čisté výnosy	mil. Kč	—	—	—	100	10
subjektivní pravděpodobnost úspěchu	—	0,7	0,9	0,98	0,8	0,2

Ohodnocený pravděpodobnostní strom s dopočtem ekonomické ztráty v případě řetězení neúspěšných situací a vyhodnocení pravděpodobností vzniku těchto ztrát zobrazuje následující obrázek 8.2.

Možné hospodářské výsledky uvažovaného podnikatelského projektu obsahuje tabulka 8.10.

Je zřejmé, že se jedná o značně rizikový projekt, protože pouze v jediném případě, s celkovou pravděpodobností 0,5, dosáhne podnik zisku.

Společenské riziko

Vyjadřuje míru následků pro konkrétní subjekt, který se nachází v konkrétní poloze vůči zdroji rizika. Společenské riziko je obecně dáno součinem individuálního/jednotkového rizika v dílčí ploše a počtu/rozsahu subjektů, které se v této ploše nacházejí. Subjektem se zde rozumí příjemce rizika, tj. osoba, povrchová či podzemní voda, půda, ale také např. výrobní zařízení nebo složka infrastruktury.

Ekonomické vyjádření rizika

Obecně se jedná o vyjádření hodnoty rizika v peněžních jednotkách. V ekonomii je pojem „riziko“ užíván v souvislosti s nejednoznačností průběhu určitých reálných ekonomických procesů a nejednoznačností jejich výsledku. Ve spojitosti s možnými ztrátami podnikatelského subjektu pak možné riziko spatřujeme v těchto oblastech:

- Technologická rizika (selhání a výpadky výrobních systémů, havárie).
- Technická rizika (poruchy konstrukcí, materiálů, staveb).
- Projektová rizika (rizika plánované investice, rizika tvorby softwarových systémů).
- Ekonomická rizika (makroekonomická – tržní, inflační, kurzovní, i mikroekonomická – úvěrová, obchodní, platební, odbytová ad.).
- Specifická (pojišťovací, manažerská).
- Bezpečnostní (rizika personální, administrativní, rizika vyplývající ze zabezpečení informačních systémů).
- Rizika poškození životního prostředí (např. v souvislosti se selháním výrobní soustavy).

Řízení rizika

Proces, při němž subjekt řízení usiluje o zamezení či snížení rizika.

2.2 Management rizika jako integrální součást moderního managementu

Řízení rizik je, stručně řečeno, proces ovládání rizika ve smyslu usilování o jeho snížení či zamezení. Jeho hlavním cílem je odstranění nebo redukce obou faktorů ovlivňujících riziko, tj. faktorů vzniku rizika (pravděpodobnostní složka rizika) i odstranění resp. zmírnění následků.

Z hlediska řízení rozlišujeme dvě základní skupiny rizik:

- ovlivnitelná a
- neovlivnitelná (katastrofy, politické i sociální změny).

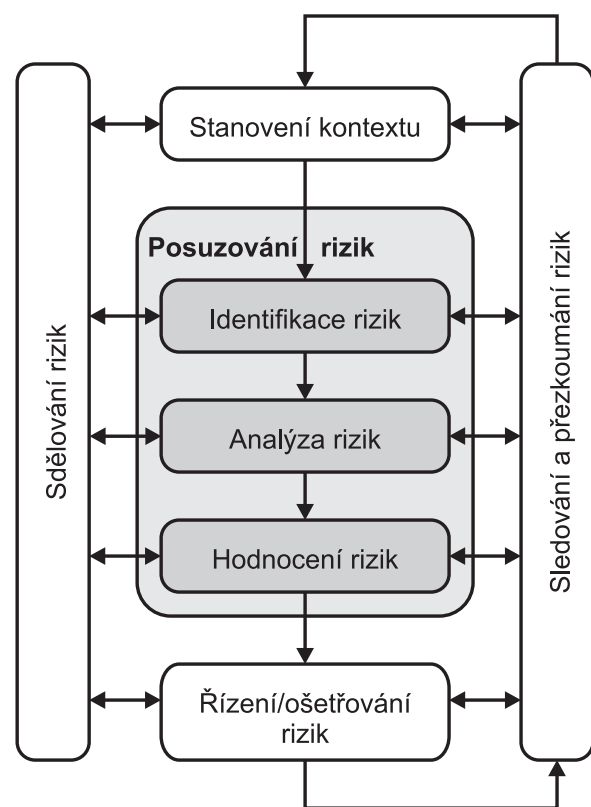
Podnikový management se zabývá přednostně ovlivnitelnými riziky, jež souvisejí se spolehlivostí fungování výrobních soustav a procesů. Akcentuje prediktivní metody řízení rizika, tj. metody předcházení riziku jeho předvídáním, ať už se jedná o procesy provozované – reálné, nebo procesy plánované – projektované.

Zaměření managementu rizika

Proces managementu rizika je zjednodušeně vyjádřen schématem uvedeným na obrázku 2.1 (převzat z [30]).

Proces managementu rizika popisují tyto základní činnosti:

- Plánování managementu rizika (důraz na aktivní přístup k riziku, prediktivní metody rozpoznávání možných rizik).



Obrázek 2.1: Základní prvky procesu managementu rizika

- Analýza rizika (identifikace, shromažďování a vyhodnocování všech faktorů vzniku a možných následků rizikových situací, aplikace metod kvantifikace rizika).
- Hodnocení rizika (rozhodování o přijatelnosti rizika).
- Zajištění zpětné vazby na výsledky analýzy rizika (analýza soustředěných údajů o reálných i predikovaných rizikových situacích, ocenění technických, technologických i ekonomických možností snížení rizik).
- Monitorování a kontrola rizika (podrobná evidence detailů rizikových situací, verifikace metod rozpoznávání i metod kvantifikace rizika, kalibrace používaných modelů).

Postupy a nástroje managementu rizika

Problematika řízení rizik je značně široká a zahrnuje řadu činností.

1. Identifikace subjektu rizika

Předmětem je vymezení subjektu posuzovaného rizika. Subjektem zde rozumíme příjemce možných následků konkrétně definovaných rizik. Subjektem může být člověk, ale také budovy a zařízení, zdroje pitných vod, ovzduší, přírodní prostředí s rostlinami a živočichy v ohrožené oblasti apod.

V konečném důsledku je příjemcem rizika vždy člověk resp. lidská společnost. I environmentální rizika posuzujeme z hlediska působení na člověka (např. pokles biodiverzity se v konečném důsledku projeví negativními vlivy působícími na člověka, i když je nedokážeme vždy přesně definovat nebo kvantifikovat). Záleží na tom, v jakém časovém horizontu a z jakého pohledu

8.5 Metody rozhodování za rizika a nejistoty

Metody rozhodování za rizika a nejistoty řeší situace, kdy je výskyt budoucích situací náhodný. Pokud máme k dispozici informaci o pravděpodobnosti výskytu možných situací, hovoříme o rozhodování za rizika, pokud tuto pravděpodobnost neznáme, jedná se o rozhodování za neurčitosti.

Při odhadu pravděpodobnosti výskytu budoucích situací vycházíme z objektivních skutečností podložených dostatečně kvalifikovanou evidencí s aplikací statistických metod. V ostatních případech hovoříme o subjektivní pravděpodobnosti.

Subjektivní pravděpodobnosti mohou být vyjádřeny číselně nebo slovně. Slovně vyjádřené pravděpodobnosti lze převést do číselných hodnot, jak dokumentuje následující tabulka 8.7.

Tabulka 8.7: Vyjádření subjektivních pravděpodobností

Vyjádření subjektivní pravděpodobnosti	
Číselné	Slovní
0	zcela vyloučeno
0,1	krajně nepravděpodobné
0,2 – 0,3	dostí nepravděpodobné
0,4	nepravděpodobné
0,6	pravděpodobné
0,7 – 0,8	dostí pravděpodobné
0,9	nanejvýš pravděpodobné
1	zcela jisté

Metoda relativních velikostí. V prvním kroku určíme tu část rizika (situaci, scénář), která je nejpravděpodobnější. Ta je pro nás situací základní. Ostatní situace odvozujeme od této a vyjadřujeme jejich relaci k situaci základní (např. je 2-krát pravděpodobnější než situace základní). Tyto relace matematizujeme a dále řešíme jako soustavu rovnic se součtem pravděpodobností všech uvažovaných situací rovnou jedné.

Metoda kvantilů – je obdobou metody relativních velikostí v případech, kdy počet jevů může být nekonečný nebo příliš četný. Zde jsou využívány statistické metody.

Rozhodovací matice

Používáme je v případech, kdy důsledky jednotlivých variant jsou diskrétní povahy. Rozhodovací matice je tvořena tabulkou. Řádky matice obsahují varianty rozhodování, sloupce tvoří jednotlivé faktory rizika, rizikové scénáře (situace okolí rozhodovatele). Do políček matice zapíšeme důsledky rizikových variant vzhledem ke zvolenému kritériu hodnocení.

Tabulka 8.8: Příklad rozhodovací matice

Očekávaný zisk (ztráta) pro jednotlivé situace		Hodnoty možné poptávky a pravděpodobnosti jednotlivých situací		
výrobní kapacita ks/rok	fixní náklady mil. Kč	50 000 ks/rok 0,3	100 000 ks/rok 0,5	200 000 ks/rok 0,2
50 000	20	10	10	10
100 000	30	0	30	30
200 000	50	−20	10	70

Tabulka 8.8 dokumentuje příklad rozhodovací situace pro nastavení výrobní kapacity podniku při neznámé velikosti možné poptávky (převzato z [2]). Výrobní kapacita i poptávka je uvažována

Tabulka 8.4: Vstupní hodnoty výrobně-technologických kritérií

Výrobně-technologická kritéria	Výr. A	Výr. B	Výr. C	měrná jednotka	typ
Poruchovost	0,2	0,1	0,25	%	min
Poptávka na trhu	95	60	80	bodové hodnocení	max
ČAS na 1 kus	80	75	100	bodové hodnocení	min
Náročnost na nářadí, přípravky	60	85	90	bodové hodnocení	min
Kvalifikovanost pracovníků	60	85	90	bodové hodnocení	max
Využití robotiky	30	30	30	bodové hodnocení	max
Zmetkovitost	0,1	0,4	0,8	%	min
Technologická náročnost	100	95	70	bodové hodnocení	min
Náročnost na vývoj	100	80	80	bodové hodnocení	min
Vázanost výrobních prostředků	100	70	70	bodové hodnocení	min
Kapacitní nároky na výrobní sílu	100	80	75	bodové hodnocení	min
Náročnost na výrobu	65	80	100	bodové hodnocení	min
Roční objem produkce	40	30	30	ks	max
Množství reklamací	0,2	0,1	0,25	%	min
Doba životnosti produktu	100	95	95	roky	max

Tabulka 8.5: Hodnocení sortimentu výrobků

Výrobně-technologická kritéria	Výr. A	Výr. B	Výr. C
Poruchovost	33,33	100,00	0,00
Poptávka na trhu	100,00	0,00	57,14
ČAS na 1 kus	80,00	100,00	0,00
Náročnost na nářadí, přípravky	100,00	16,67	0,00
Kvalifikovanost pracovníků	0,00	83,33	100,00
Využití robotiky	100,00	100,00	100,00
Zmetkovitost	100,00	57,14	0,00
Technologická náročnost	0,00	16,67	100,00
Náročnost na vývoj	0,00	100,00	100,00
Vázanost výrobních prostředků	0,00	100,00	100,00
Kapacitní nároky na výrobní sílu	0,00	80,00	100,00
Náročnost na výrobu	100,00	57,14	0,00
Roční objem produkce	100,00	0,00	0,00
Množství reklamací	33,33	100,00	0,00
Doba životnosti produktu	100,00	0,00	0,00
SUMA	846,67	910,95	657,14

Tabulka 8.6: Souhrn hodnocení výrobků

Výsledné hodnocení výrobků	Výr. A	Výr. B	Výr. C
Výrobně-technologická kritéria	846,67	910,95	657,14
Ekonomická kritéria	500,00	316,67	200,00
Obchodní kritéria	100,00	0,00	0,00
Uživatelská kritéria	200,00	200,00	200,00
Kritéria údržby	200,00	125,00	100,00
Suma	1846,67	1552,62	1157,14
Relativní ohodnocení výrobků	68,40	57,50	42,86

riziko posuzujeme. Některé, zejména průmyslové činnosti, nepůsobí výhradně na původce rizika (podnik), ale přispívají k lokálnímu, regionálnímu, případně i globálnímu efektu, který se může projevit okamžitě (havárie) nebo s delším časovým odstupem (např. příspěvek podniku emisí nebezpečných látek k celkové degradaci kvality přírodního prostředí).

Konečným příjemcem rizika je tedy člověk, nemusí jím být však pouze jednotlivec, ale také přesně definovaná skupina, např. obec, podnik, nebo společnost jako celek (stát). Vymezení subjektu je zásadním faktorem kvantifikace rizika (pokud např. dojde k pracovnímu úrazu jednotlivce, bude hodnota rizika odlišná pro pracovníka, podnik či pojišťovnu).

2. Identifikace aktiv

Tento krok představuje popis aktiv subjektu. Aktivem zde rozumíme obecné vyjádření hodnoty, kterou možné riziko ohrožuje. Aktivem subjektu může být např. hmotný majetek (budovy, výrobní zařízení), finanční aktiva (výnosy, zisk), život a zdraví, kvalita životního prostředí ad. Jedná se především o:

- stanovení hodnoty aktiv – určení hodnoty aktiv a jejich významu pro subjekt, ohodnocení možného dopadu jejich ztráty, změny či poškození na existenci či chování subjektu (např. hodnota lidského života a zdraví, hodnota hmotného majetku, kvalita životního prostředí, prestiž podniku, sociální klima apod.),
- identifikaci hrozeb a slabin – určení druhů událostí, scénářů a akcí, které mohou ovlivnit negativně hodnotu aktiv, určení kritických míst možného ohrožení aktiva,
- určení míry zranitelnosti subjektu vůči identifikované hrozbě – např. míra zranitelnosti jednotlivých kategorií lidské společnosti: děti, starci, těhotné ženy, pracující v riziku apod.

3. Identifikace rizikových faktorů

Představuje nejnáročnější a nejdůležitější fázi řízení rizik. Vyžaduje systematický přístup, informace čerpá ze zkušeností, z výsledků dílčích údajů evidence, interních auditů, obecně controllingu. V tomto kroku je důležité žádný z rizikových faktorů nepominout. Východiskem identifikace může být postupné posuzování možných rizik v kategoriích vycházejících z klasifikace rizikových faktorů podle jednotlivých hledisek:

- podle věcného obsahu (technologická, technická, ekonomická, ...),
- ovlivnitelná a neovlivnitelná,
- externí,
- interní,
- statická, dynamická,
- systematická, jedinečná,
- pojistitelná, nepojistitelná.

Pokud se zabýváme riziky souvisejícími s řízením spolehlivosti výrobního systému v podniku, soustředíme se na rizika, která mají charakter rizik:

- ovlivnitelných (řízení rizik),
- dynamických (spolehlivost výrobního zařízení v souvislosti s jeho stářím),

a která mohou mít vliv na ekonomickou bilanci podniku.

4. Stanovení významnosti rizikových faktorů

Ke stanovení významnosti rizikových faktorů lze využít zkušenosti, údaje evidence a výsledky auditů. Exaktní metodou používanou k tomuto účelu je analýza citlivosti. Jedná se o analýzu a vyhodnocení míry působení jednotlivých faktorů rizika na rozsah následku. Výsledkem je identifikace kritických faktorů rizika pro analyzovaný subjekt a jejich sledování se stává prioritou v působnosti managementu rizika (podrobněji v kapitole 4.5.2).

5. Identifikace možných ztrát

Jak již bylo uvedeno výše, výsledkem události resp. působení zdroje rizika může být celá řada následků (postižení osob a majetku, degradace biotopů, finanční ztráty apod.). Výsledné riziko musí zahrnout všechny případné ztráty. Pozornost managementu se pak soustředí uje na rizikové situace vedoucí k významnějším následkům, s následným návrhem nápravných opatření vedoucích k jejich zmírnění či jejich eliminaci.

6. Stanovení úrovně rizika

Výsledek hrozby, následek či ztrátu související s rizikovou událostí lze vyjádřit kvantitativně s udáním měrné jednotky vyjádření (počet postižených osob, degradovaná plocha biotopu, finanční ztráta apod.), případně kvalitativně (verbálně či pomocí zvolené bodové škály). Obecně lze pak rozlišit kvantitativní, semikvantitativní a kvalitativní metody vyjádření rizika v závislosti na možnosti matematického vyjádření pravděpodobnosti i následku rizikové situace.

7. Vyhodnocení rizika

Na základě výsledků analýzy rizika formulujeme závěry o přijatelnosti nebo nepřijatelnosti hodnoceného rizika. Do procesu hodnocení vstupuje řada faktorů, charakterizujících subjekt i možnosti jeho ovlivnění (sklon subjektu k riziku, stabilita firmy, aktuální vnější vlivy, legislativní předpisy ad.). V řadě případů se můžeme při rozhodování o přijatelnosti rizika řídit danými normativy a doporučeními. Legislativní normy jsou stanoveny zejména s ohledem na rizika zátěže životního prostředí průmyslovou činností (např. státem stanovené emisní limity a definované sankce při jejich nedodržení).

8. Operativní řízení rizika

Náplní tohoto kroku je průběžné monitorování a vyhodnocování externího i interního prostředí analyzovaného systému, zaměřené přednostně na sledování všech identifikovaných faktorů rizika. Součástí operativního řízení je průběžná kalibrace používaných postupů, nástrojů a metod řízení rizika na základě reálných podnětů.

9. Formulace opatření na snížení rizika

Představuje záměr a cíl analýzy rizika. Jedná se o formulaci preventivních opatření, které vedou k odstranění příčin výskytu rizikových situací a opatření snižujících či odstraňujících následky rizika. Interní vlivy řeší prediktivní metody řízení rizika (blíže kapitola 2.2.1), k ochraně zejména proti vnějším vlivům jsou využívány další metody, např.:

- diverzifikace rizika (rozložení portfolia, rozšíření výrobního sortimentu),
- flexibilita (zajištění pružné reakce výrobního systému na vnější vlivy),
- transfer rizika (přesun rizika na další podnikatelské subjekty, např. uzavírání dlouhodobějších smluv, zajištění konkurenceschopnosti výrobků přesunem problému technické inovace na subdodavatele apod.),
- pojištění (převod finančních důsledků za jednotlivá rizika konkrétních činností za sjednanou úplatu na pojišťovnu),
- vytváření rezerv (vytváření vlastních rezerv pro možnost použití pro případy výskytu nepříznivých událostí),
- hedging (termínové zajištění v oblasti kursových a úrokových rizik),
- faktoring (postoupení pohledávek klienta na faktorskou firmu, prodej pohledávky),
- plánování rizika (sestavení plánů korekčních opatření, jako např. havarijní plány, plány rychlé reakce, plány využití vhodných příležitostí aj.).

Při volbě opatření na snížení rizika by měla být posuzována jejich účelnost a efektivnost.

Metody stanovení funkce utility variant

Princip těchto metod spočívá v transformaci hodnot kritérií na bezrozměrnou aditivní veličinu, která reprezentuje utilitu (užitečnost, významnost) variant.

Podle jednoduché metody stanovení utility variant získáme celkové ohodnocení variant jako vážený součet dílčích hodnocení, tj. pomocí vztahu:

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j \quad j = 1,2,3, \dots, m,$$

kde	H^j	je	celkové hodnocení j-té varianty,
	v_i		váha i-tého kritéria,
	h_i^j		dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,
	n		počet kritérií hodnocení,
	m		počet variant.

Na základě celkového hodnocení lze sestavit pořadí variant podle preferencí (podle klesajícího ohodnocení).

Reprezentantem těchto metod je multikriteriální rozhodovací analýza (MKRA). Spočívá v převedení hodnot jednotlivých kritérií do bodové škály, které se provede podle tohoto algoritmu:

Nejhorší hodnotě daného kritéria (x_i^0) přiřadíme počet bodů 0.

Nejlepší hodnotě (x_i^*) přiřadíme počet bodů 100.

Ohodnocení ostatních variant provedeme v závislosti na tom, zda je kritérium nákladového nebo výnosového typu podle následujících vztahů.

Pokud je kritérium výnosového typu:

$$e_{ij} = 100 \cdot \frac{S_{ij} - \min_i S_{ij}}{\max_i S_{ij} - \min_i S_{ij}}$$

a pokud je ukazatel nákladového typu:

$$e_{ij} = 100 \cdot \frac{\max_i S_{ij} - S_{ij}}{\max_i S_{ij} - \min_i S_{ij}},$$

kde S_{ij} je hodnota j-tého kritéria i-té varianty.
Příklad použití metody multikriteriálního hodnocení variant porovnáním tří výrobků

Postup hodnocení metodou MKRA dokumentují následující tabulky (8.4 až 8.6).

Tabulka 8.4 obsahuje seznam kritérií a expertní ohodnocení vybraných výrobků pro každé kritérium. U každého kritéria je zároveň uvedena informace, zda se jedná o kritérium nákladového nebo výnosového typu.

Tabulka 8.5 udává hodnoty bodového hodnocení. Počet bodů je určen pro každé kritérium podle vztahů 8.7 a 8.8. V posledním řádku této tabulky je uveden celkový počet získaných bodů. obsahuje výsledné hodnocení výrobků podle zvolených přístupů hodnocení. Výrobky byly nejdříve hodnoceny odděleně z výrobně technologického, obchodního, ekonomického a uživatelského hlediska a z hlediska údržby, následně bylo provedeno souhrnné vyhodnocení. Získaný celkový počet bodů je v posledním kroku převeden v relaci na možné maximum 100 bodů. Získáme tak relativní hodnocení porovnávaných variant.

Závěrem aplikace metody bude interpretace výsledků hodnocení s analýzou příčin horšího výsledku v dílčích skupinách kritérií a formulace nápravných opatření, případně změna struktury výrobního sortimentu vyřazením horších výrobků z výrobního programu apod.

Saatyho metoda

Saatyho metoda na rozdíl od párového srovnávání zjišťuje kromě preference také významnost každé preference. Ta je vyjádřena počtem bodů ze zvolené bodové stupnice (1-9). Výsledkem je tzv. matice relativní důležitosti, tj. pravá trojúhelníková matice s uvažovanými hodnotami preferencí ze zvolené bodové škály.

Preference v matici stanovíme takto:

- Pokud je kritérium v řádku významnější než ve sloupci, zapíšeme do políčka počet bodů, kterým chceme vyjádřit hodnotu preference kritéria v řádku vzhledem ke kritériu ve sloupci.
- Pokud kritérium v řádku je méně významné než kritérium ve sloupci, zapíšeme do políčka převrácenou hodnotu zvoleného počtu bodů.
- Na diagonálu matice zapíšeme 1.
- Dolní trojúhelník matice vyplníme převrácenými hodnotami protilehlých čísel.
- Tímto postupem dostaneme tzv. Saatyho matici. Prvky této matice s_{ij} jsou odhadem podílů (hledaných neznámých) vah kritérií v_i a v_j .
- Váhy kritérií získáváme následně exaktními nebo aproximativními postupy.
- Aproximativní hodnoty vah kritérií získáme např. jako geometrický průměr řádků Saatyho matice.

$$k_i = (h_1 \cdot h_2 \cdot h_3 \cdot \dots \cdot h_n)^{\frac{1}{n}},$$

(8.5)

kde k_i je aproximativní hodnota váhy i-tého kritéria,
 h_i prvky Saatyho matice v i-tém řádku.

Tyto řádkové geometrické průměry znormujeme, dostaneme normované váhy jednotlivých kritérií (viz tabulka 8.2) [2].

Tabulka 8.2: Příklad aplikace Saatyho metody párového srovnávání

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	počet preferencí	pořadí kritéria
K1	1	1/2	3	6	2	3	2	1,95	2
K2	2	1	3	7	2	4	2	2,53	1
K3	1/3	1/3	1	3	1/2	2	1/2	0,77	5
K4	1/6	1/7	1/3	1	1/4	1/2	1/3	0,32	7
K5	1/2	1/2	2	4	1	2	1/2	1,1	4
K6	1/3	1/4	1/2	2	1/2	1	1/3	0,54	6
K7	1/2	1/2	2	3	2	3	1	1,37	3

Váhy jednotlivých kritérií podle obou metod dokumentuje tabulka 8.3.

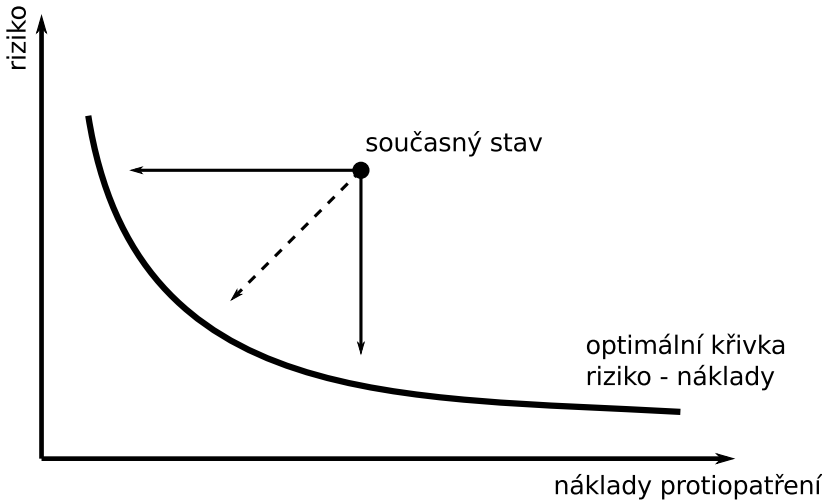
Tabulka 8.3: Výsledné váhy hodnotících kritérií

Kritérium	Párové srovnávání	Saatyho metoda
K1	0,24	0,23
K2	0,29	0,29
K3	0,10	0,09
K4	0	0,04
K5	0,14	0,13
K6	0,05	0,06
K7	0,19	0,16

10. Optimalizace rizika

Podstatnou součástí návrhů opatření na snížení rizika je šetření účelnosti a efektivnosti vynaložených finančních prostředků. K tomuto účelu se využívá cost-benefit analýza¹, která poměřuje náklady navrhovaných opatření s možnou finanční ztrátou při vzniku rizika.

Obrázek 2.2 dokumentuje trend vztahu minimalizace rizika a nákladů na vhodná protioopatření. Křivka znázorňuje schematicky, jakého maximálního snížení rizika můžeme docílit určitým zvýšením nákladů za předpokladu, že budou zvolena optimální opatření. Bod nad křivkou vyjadřuje současnou úroveň rizik a nákladů na zajištění této úrovně. Snížení rizika bychom dosáhli cestou zvýšení nákladů, nebo analýzou a optimalizací protioopatření. A opačně: snížení nákladů obecně nemusí vést ke snížení rizika. V reálných situacích rozhodujeme mezi strategiemi vyznačenými v grafu plnými šipkami podle řady dalších ovlivňujících faktorů. V případě, že je definována hodnota mezního rizika, tj. hodnota maximálně přípustného rizika, můžeme odvodit hodnotu mezních nákladů na odpovídající opatření a naopak, pokud vymežíme maximálně přijatelnou částku nákladů, odvodíme odpovídající hodnotu rizika a následně posoudíme jeho výši. Optimální křivka riziko-náklady může být vytvořena pro každý jednotlivý projekt, ev. ochranný systém.



Obrázek 2.2: Schematické vyjádření optimální křivky vztahu riziko : náklady

Úloha optimalizace rizika souvisí s praktickou potřebou zajištění minimální resp. přípustné úrovně rizika při omezených finančních prostředcích a s rozhodováním o alokaci disponibilních finančních prostředků.

2.2.1 Metody analýzy a kvantifikace rizika

V technické praxi existuje řada metod analýzy a kvantifikace rizik (podrobněji v semináři „Hodnocení rizika“). Některé jsou univerzální a mohou být použity prakticky ve všech oborech. Týká se to zejména některých postupů posuzování rizik používaných pro identifikaci zdrojů rizik, stanovení scénářů nežádoucích událostí a pravděpodobnosti jejich vzniku. Pro tyto úlohy jsou využitelné základní metody z oboru spolehlivosti, případně jejich modifikace přizpůsobené konkrétnímu systému.

¹Cost-benefit analýza (CBA) neboli analýza nákladů a přínosů je metodou, která vymezuje ekonomické dopady zamýšleného projektu. V rámci analýzy jsou vyčísleny veškeré finanční náklady a výnosy, ale také všechny nepřímé důsledky. Umožňuje tak hodnotit také projekty, které nejsou ziskové nebo finančně výnosné, ale mohou mít jiný společenský užitek (např. zdraví obyvatelstva, kvalita životního prostředí aj.).

Pomineme-li pravděpodobnostní složku rizika, která je bezrozměrnou veličinou, soustřed'uje se problém kvantifikace rizika na ohodnocení následků. Optimální formou je v tomto případě peněžní ocenění, které je jediným možným způsobem vyjádření celkového rizika komplexních systémů. Peněžní ocenění různorodých následků umožňuje sjednocení jednotlivých druhů újmy, které se mohou týkat ekonomických ztrát souvisejících s výpadkem výroby, ale také poškození životního prostředí, zdraví a životů osob, majetku, infrastruktury, kulturního dědictví, i tak obtížně vyčíslitelných kategorií, jako je ztráta důvěry, pocit ohrožení, poruchy sociálních funkcí apod. Problémem pak zůstává obtížnost vyčíslení těchto druhů újmy, jak bude popsáno blíže v kapitole 6.

Je současnou skutečností, že pro potřeby řízení rizik neexistuje jednotná metodika, ani ucelený matematický aparát a reálné problémy jsou řešeny ad hoc v závislosti na konkrétních možnostech řešitelů, jejich zkušenostech a odborné způsobilosti.

Nejčastěji používanými metodami v oboru spolehlivosti jsou:

- Metoda FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) – prověřuje možné příčiny a důsledky selhání jednotlivých prvků výrobního zařízení.
- Metoda FMECA (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis) – semikvantitativní metoda, pomocí které se identifikují poruchy s důsledky ovlivňující funkci výrobního systému. Kritičnost poruch prvků systému je kombinací několika faktorů, nejčastěji pravděpodobnosti poruchy, její závažnosti a odhalitelnosti.
- Metoda FTA (Fault Tree Analysis) – vyhledává primární příčiny poruchy systému, přičemž postupuje od vrcholové události (poruchy) postupně k nižším úrovním analyzovaného systému.
- Metoda HAZOP (Hazard and Operability Analysis) – k analýze možných poruch a jejich následků používá systém pomocných (vodících) slov.

V oblasti hodnocení ekologických rizik je současná praxe zaměřena na kvalitativní vyjádření jejich přijatelnosti. Byly vypracovány metodiky analýzy rizik, jejichž výsledkem je výrok o přítomnosti ekologického rizika v šetřené lokalitě a hodnocení zde vychází z porovnání hodnot odhadů šíření kontaminace s přípustnými hodnotami kontaminujících látek v receptoru.

Metodiky semikvantitativního hodnocení rizika využívají k vyhodnocení rizika bodovací tabulky. Obsahují seznamy přesně definovaných parametrů (vlastností hodnoceného systému) s rozlišením kategorií jejich číselných hodnot či kvalitativních stupňů s bodovým ohodnocením každé kategorie. Kombinace bodových ohodnocení jednotlivých parametrů je vyjádřením celkové výše rizika vymezeného subjektu. Metodiky obsahují rovněž návod k vyhodnocení přijatelnosti rizika.

K doporučovaným metodikám semikvantitativního hodnocení, používaným k analýze rizik poškození životního prostředí, patří:

- H&V Index (doporučovaná MŽP) – Metodika H&V Index stanovuje závažnost havárie pro 4 složky prostředí, je použitelná pro screeningové hodnocení a prioritizaci rizik.
- PHA (Preliminary Hazard Analysis) – Předběžná analýza ohrožení, jejím cílem je identifikace a kategorizace ohrožení, nebezpečných situací a událostí (stavů), které mohou při dané činnosti nebo u daného zařízení vést k nežádoucím a poškozujícím důsledkům.
- ENVITech03 – Metoda vyvinutá v ISATech s.r.o. hodnotí zranitelnost životního prostředí (podzemní a povrchové vody, živočišné a rostlinné společenství).
- Metodika EEA (European Environmet Agency) – doporučovaná a šířená ve státech EU.

Norma ČSN ISO/IEC 27005:2008 primárně formulovaná pro řízení rizik bezpečnosti informací uvádí metodu součtové matice rizik, kterou sestavuje rozhodovací subjekt na základě analýzy rizikových

K nejčastěji používaným metodám patří:

- Metody preferenčního uspořádání variant:
 - Metoda redukce počtu kritérií vyloučením méně závažných.
 - Metoda převodu všech kritérií na stejnou měrnou jednotku (většinou finanční).
- Metody stanovení vah kritérií:
 - Alokace 100 bodů.
 - Metody párového srovnávání.

Metoda párového srovnávání

Metoda spočívá v určování preferenčních vztahů mezi dvojicemi kritérií uspořádanými v tabulce. Dílčí kroky metody určování preferencí:

- Vytvoříme tabulku s počtem sloupců i řádků rovným počtu uvažovaných kritérií (variant).
- Postupně vyplníme pravou horní část tabulky hodnotami, které se liší podle toho, zda preferujeme kritérium uvedené v řádku před kritériem uvedeným ve sloupci.
- Jestliže ano, zapíšeme do příslušného políčka 1, v opačném případě 0.
- Pro každé kritérium stanovíme počet jeho preferencí f_i , který je roven součtu jednotek v řádku uvažovaného kritéria zvětšeném o počet nul ve sloupci tohoto kritéria.
- Na základě počtu preferencí stanovíme normované váhy jednotlivých kritérií podle vztahu:

$$v_i = \frac{f_i}{\frac{n \cdot (n-1)}{2}},$$

(8.4)

kde

v_i
 f_i
 n
 $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$

je

normovaná váha i-tého kritéria,
počet preferencí i-tého kritéria,
počet kritérií,
počet uskutečněných srovnání kritérií.

Příklad aplikace metody párového srovnávání dokumentuje tabulka 8.1 (převzata z [2]).

Tabulka 8.1: Příklad aplikace metody párového srovnávání									
Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	počet preferencí	pořadí kritéria
K1		0	1	1	1	1	1	5	2
K2			1	1	1	1	1	6	1
K3				1	0	1	0	2	5
K4					0	0	0	0	7
K5						1	0	3	4
K6							0	1	6
K7								4	3

Nevýhodou tohoto postupu je možnost přiřazení nulové preference některému z kritérií. V tomto případě vzniká otázka, zda nemá být toto kritérium z rozhodovacího problému vyřazeno, resp. proč s tímto kritériem uvažujeme. Tento nedostatek odstraňuje Saatyho metoda.

8.3 Vektorová optimalizace

Pokud lze vyjádřit jednotlivé faktory rozhodovací situace lineárními rovnicemi, lze rozhodovací problém matematicky formulovat jako model lineárního programování s větším počtem kritérií. Nezbytným předpokladem je vyjádření jednotlivých kritérií ve stejných měrných jednotkách. Obecný model vícekritériálního lineárního programování má následující tvar.

Hledáme maximum globální účelové funkce

$$\max z_s = \sum_{j=1}^n c_{sj} \cdot x_j \quad \text{pro } s = 1, 2, \dots, k \quad (8.1)$$

při splnění omezujících podmínek

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i x_j \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, n \quad (8.2)$$

a

$$x_j \geq 0 x_j \quad \text{pro } j = 1, 2, \dots, m, \quad (8.3)$$

kde j je počet proměnných,
 i počet omezujících podmínek,
 k počet kritérií.

Praktickým přístupem řešení takovýchto úloh jsou metody kompromisního řešení, kdy řešitel využívá v jisté míře dodatečných informací o tom, která kritéria upřednostňuje. Z metod kompromisního programování lze uvést:

- Metodu globální účelové funkce. Globální účelová funkce je součtem jednotlivých kritérií, převedených na stejnou měrnou jednotku. K tomuto účelu může být využito koeficientů, které případně mohou vyjadřovat závažnost jednotlivých kritérií.
- Lexikografickou metodu. Metoda spočívá v postupném řešení úlohy lineárního programování podle jednotlivých účelových funkcí, kdy v každém dalším kroku jsou omezující podmínky doplněny dalším omezením požadujícím splnění optimální hodnoty účelové funkce z předchozího kroku.
- Metodu cílového programování. Úloha je řešena jako minimalizace difference od požadované cílové hodnoty příslušného kritéria.

8.4 Metody vícekritériálního hodnocení variant

V praxi se častěji setkáváme se situacemi rozhodování podle většího počtu kritérií vyjádřených v neslučitelných a často pouze kvalitativních jednotkách. Jako příklad může sloužit rozhodování o výrobním sortimentu podniku, kdy je potřeba sloučit potřebu maximalizovat výnos z prodeje výrobků (v peněžních jednotkách) s provozně technickými podmínkami výroby, např. minimalizací energetické spotřeby (kWh), charakteristikami údržby (časový interval mezi poruchami využívaného výrobního zařízení), dostupností potřebných surovin (kvalitativní hodnocení) ad.

Předpokladem aplikace těchto metod je omezený počet možných alternativ řešení.

faktorů a parametrů rizikových situací. Pomocí součtové matice zjišťujeme míru rizika jako vztah závažnosti dopadu a pravděpodobnosti výskytu rizika na zkoumaný systém.

Tabulka 2.1: Součtová matice rizik

Matice rizik						
Dopad	Pravděpodobnost výskytu					
		1	2	3	4	5
	5	6	7	8	9	10
	4	5	6	7	8	9
	3	4	5	6	7	8
	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6

Příslušnou kategorii pravděpodobnosti výskytu rizikové události přiřadíme podle kritérií definovaných v následující tabulce 2.2 a obdobně postupujeme při ohodnocení dopadu rizikové události.

Tabulka 2.2: Kategorie pravděpodobností výskytu rizikové události

Kategorie	Interpretace	% výskytu za rok
1	Prakticky nepravděpodobné	0 – 10
2	Málo pravděpodobné	10 – 20
3	Příležitostné	20 – 50
4	Pravděpodobné až časté	50 – 70
5	Velmi časté	70 – 100

Míra rizika je pak vyjádřena součtem ohodnocení pravděpodobnosti výskytu a dopadu rizika na stupnici od 2 do 10 (hodnoty součtové matice – tabulka 2.1). Míra rizika ohodnocená hodnotami 2 až 4 je považována za nevýznamnou, nevyžadující žádná opatření k eliminaci rizika, hodnoty 5 až 7 představují zvýšené ohrožení s potřebou přijetí protipatření. Vyšší míra rizika (hodnoty 8 až 10) signalizuje kritický stav subjektu rizika s potřebou zajištění okamžité nápravy.

2.2.2 Problematika vyjádření pravděpodobností rizikových situací

Pravděpodobnostní část rizika může zahrnovat několik složek: pravděpodobnost určité události (např. pravděpodobnost, že dojde k havárii s následným únikem nebezpečné látky), pravděpodobnost konkrétního následku (např. úmrtí jedince v důsledku této havárie). Její komplexní vyjádření je tedy poměrně složité a náročné.

Konkrétní postupy zde závisí na tom, zda máme k dispozici dostatečně rozsáhlou a kvalitní evidenci pro každou šetřenou rizikovou událost. V tom případě použijeme výsledky evidence a statistické metody jejich vyhodnocení. V opačném případě vycházíme ze zkušeností, expertních odhadů, případně použijeme metody analogie, relevantní externí údaje, údaje a doporučení výrobců ad. Je zřejmé, že reálnost výsledků je v tomto případě závislá na věrohodnosti výchozích informací.

Matematická stránka problematiky stanovení resp. odhadu pravděpodobností je podrobněji řešena v semináři „Pravděpodobnost a statistika“. Postupy vyjádření pravděpodobnostní složky rizika se zabývá rovněž kapitola 8 tohoto textu v popisu metod rozhodování za rizika a nejistoty.

2.2.3 Problematika kvantifikace následků

Následkem rizikové situace je ztráta, újma, prohra, škoda, nebo také přínos, výhra apod. vyjádřená v konkrétních měrných jednotkách, nebo hodnocena verbálně či mlhavě (fuzzy). Hovoříme pak o

kvantitativním, semikvantitativním nebo fuzzy hodnocení rizika. V ideálním případě lze následek kvantifikovat, nejlépe ve finančních jednotkách, které zajišťují srovnatelnost a sčitatelnost hodnocených rizik. Můžeme pak určit hodnotu celkového rizika, pokud dojde při rizikové události k mnohoznačnému následku, zejména pokud se týká různých objektů (majetek, lidé, přírodní prostředí), nebo porovnávat efektivnost alternativních strategií předcházení riziku apod.

Postupy kvantifikace následků v reálných i projektovaných situacích technických, technologických, výrobních a ekologických rizik a aspekty jejich ekonomického vyjádření jsou obsahem následných kapitol těchto skript.

Další typy rozhodovacích procesů:

- Rozhodování subjektivní a kolektivní – rozhoduje jednotlivec nebo kolektiv.
- Procesy statické a dynamické – podle zahrnutí nebo nezahrnutí časového faktoru a podle charakteru rozhodovacího problému.
- Rozhodování jednoetapové a víceetapové – s rozlišením diskrétních časových úseků.
- Rozhodování strategické a operativní – podle řídicí úrovně a sledovaného záměru.

Obtížnost rozhodování se zvyšuje působením následujících faktorů:

- Špatně strukturované rozhodovací problémy, kdy nelze přesně definovat cíl a vymezit prvky rozhodovacího procesu.
- Existence většího počtu faktorů ovlivňujících řešení problému, zejména pokud jsou některé kontraproduktivní.
- Náhodnost změn některých prvků okolí objektu rozhodování.
- Existence většího počtu kritérií hodnocení variant řešení, z nichž některá jsou kvalitativní resp. fuzzy povahy.
- Obtížnost interpretace informací potřebných k rozhodnutí.

K řešení rozhodovacích situací byla vyvinuta řada metod, v závislosti na typech rozhodovacích situací. Stručný přehled základních metod rozhodování udává schéma na obrázku 8.1.

Schéma základních rozhodovacích situací a rozhodovacích metod		
Racionalita rozhodovatele	Počet kritérií	
	1 charakteristika (skalární ohodnocení)	Více charakteristik (vektorové ohodnocení)
1 racionální účastník	Matematické programování	Vícekriteriální optimalizace
Větší počet racionálních účastníků	Teorie her	
1 racionální + indiferentní účastník	Rozhodování za rizika a neurčitosti	

Obrázek 8.1: Schéma základních rozhodovacích situací a rozhodovacích metod

V dalším textu se soustředíme na rozhodovací situace s větším počtem kritérií a situace rozhodování za rizika a neurčitosti.

Pravomoc rozhodovat	Právní odpovědnost
Pravomoc rozhodovat by měla korespondovat s odpovědností.	
- Cíl (cíle) rozhodování – žádoucí stav objektu, kterého se má realizací rozhodnutí dosáhnout. Pokud máme větší počet cílů, je třeba definovat vazby mezi cíli (cíle komplementární nebo konfliktní). - Kritéria rozhodování – hlediska zvolená rozhodovatelem, která slouží k posouzení výhodnosti jednotlivých variant. Rozlišujeme: - kritéria nákladového nebo výnosového typu, - kritéria kvantitativní nebo kvalitativní. - Faktory rizika resp. nejistoty – stavy světa jako budoucí, vzájemně se vylučující situace, které mohou při realizaci varianty působit a mohou tedy ovlivnit důsledky realizace varianty.	

8.2 Klasifikace rozhodovacích problémů

Metody a postupy řešení rozhodovacích situací se liší podle typu rozhodovacího problému, podle cíle rozhodování, prvků rozhodovací situace a jejich znalosti. Podle těchto atributů je lze kategorizovat.

Podle počtu kritérií:

- Jedno kritérium – rozhodovací situace se skalárním ohodnocením.
- Více kritérií – rozhodovací situace s vektorovým ohodnocením.

Podle racionality účastníků rozhodovací situace:

- Racionální účastník – rozhodovací subjekt usiluje v nějakém smyslu o výběr optimální varianty.
- Indiferentní účastník – lhostejný k výsledkům rozhodování (příroda).

Podle typu rozhodovací situace:

- Nekonfliktní – jeden účastník, skalární hodnocení výsledků.
- Konfliktní – vykazuje alespoň jeden z následujících znaků:
 - více racionálních účastníků (část situací řeší teorie her),
 - alespoň jeden indiferentní účastník (pokud platí současně skalární ohodnocení výsledků, potom hovoříme o rozhodování za rizika nebo nejistoty),
 - vektorové ohodnocení výsledků (pokud je jeden racionální účastník a vektorové ohodnocení výsledků, uplatníme metody vícekritériální optimalizace).

Podle znalosti informace o pravděpodobnosti možných důsledků jednotlivých variant:

- Rozhodování za jistoty – rozhodovatel má k dispozici úplnou informaci o možných situacích a jejich důsledcích.
- Rozhodování za rizika – rozhodovatel zná možné budoucí stavy i pravděpodobnosti těchto stavů.
- Rozhodování za nejistoty – pravděpodobnosti možných stavů nejsou známy.

3 Technologické riziko

Zajištění rentability a ekonomické efektivnosti se stalo nezbytným předpokladem rozhodování a řízení technologických procesů. Nedílnou složkou řízení je tak zkoumání podmínek, omezení, limitů a parametrů jejich efektivnosti, analýza podmínek jejich spolehlivosti a zkoumání vlivu možných rizikových situací na výsledný technologický efekt. Reálný technologický efekt souvisí se záměrem, a je tedy poměřován naplněním technologického záměru hodnoceného procesu. Úkolem ekonomického pohledu je pak vyjádřit a posuzovat efekt technologického procesu ukazateli ekonomické efektivnosti.

Prostředkem analýzy možností naplnění technologického záměru je technologický projekt. Ve své podstatě je počítačovou simulací průběhu zkoumaného procesu v závislosti na zadaných hodnotách vstupních parametrů, které představují reálné podmínky, omezení a limity technologického procesu a představují tak scénáře rizikových situací a možných selhání spolehlivosti jednotlivých faktorů, které mohou ovlivnit výsledný efekt. Ten je souběžně hodnocen pomocí zvolených technologických i ekonomických ukazatelů, které vyjadřují dopad příslušného rizikového scénáře, případně může být vyjádřen odchylkou výsledného efektu jednotlivých simulací od záměru hodnoceného procesu.

Pro potřeby hodnocení ekonomického efektu technologického projektu je tedy nutné zajistit souběžné sledování ekonomických parametrů simulovaných procesů, tj. sestavení ekonomického modelu.

3.1 Základní principy konstrukce technologických modelů

Nezbytnou součástí konstrukce ekonomického modelu v případě hodnocení technologických procesů je zajištění jeho těsné návaznosti na technologický proces. Struktura ekonomického modelu musí být plně přizpůsobena specifickým vlastnostem hodnoceného procesu a prostřednictvím vazeb a závislostí ekonomických a technologických charakteristik musí navazovat na jeho dílčí činnosti a aktivity. Vzhledem k návaznosti ekonomického modelu na technologické souvislosti je tedy jeho přesnějším označením technologicko – ekonomický model. Do hloubky strukturovaný ekonomický model je možno využít k hodnocení efektivnosti procesů na různých úrovních řízení. Takto lze sestavit modely nejjednodušších dílčích činností až k souhrnnému modelu technologického celku.

Ukazatel ekonomické efektivnosti volíme v souladu s věcnou podstatou technologického procesu tak, aby v maximální míře postihoval dosažený technologický efekt. Jako ukazatel ekonomické efektivnosti může sloužit hodnota celkových nákladů procesu (pro zadanou úroveň výsledného technologického efektu), průměrné jednotkové náklady na jednotku výsledného užitku, celkový dosažený zisk při dosažení technologického efektu, limitní jednotkové náklady, při nichž je realizován zisk, apod.

Výsledkem a cílem technologicko – ekonomického modelování je rozhodnutí o výběru vhodné technologické varianty, případně vytipování oblasti hodnot technologických parametrů, které charakterizují ekonomicky efektivní postupy a postupy s menší mírou rizik. Předpokladem kvality výsledků je přitom zajištění provázanosti nákladů modelovaného procesu s provozní realitou tak, aby plně postihla vazbu mezi volbou technologického postupu a jeho ekonomickým vyjádřením.

K sestavení technologicko – ekonomického modelu nestačí běžná ekonomická evidence a beze změny nelze použít ani údaje z účetnictví. V tomto smyslu je sestavení modelu specifickou činností, která není běžnou pracovní náplní ani ekonomických ani technologických profesí.

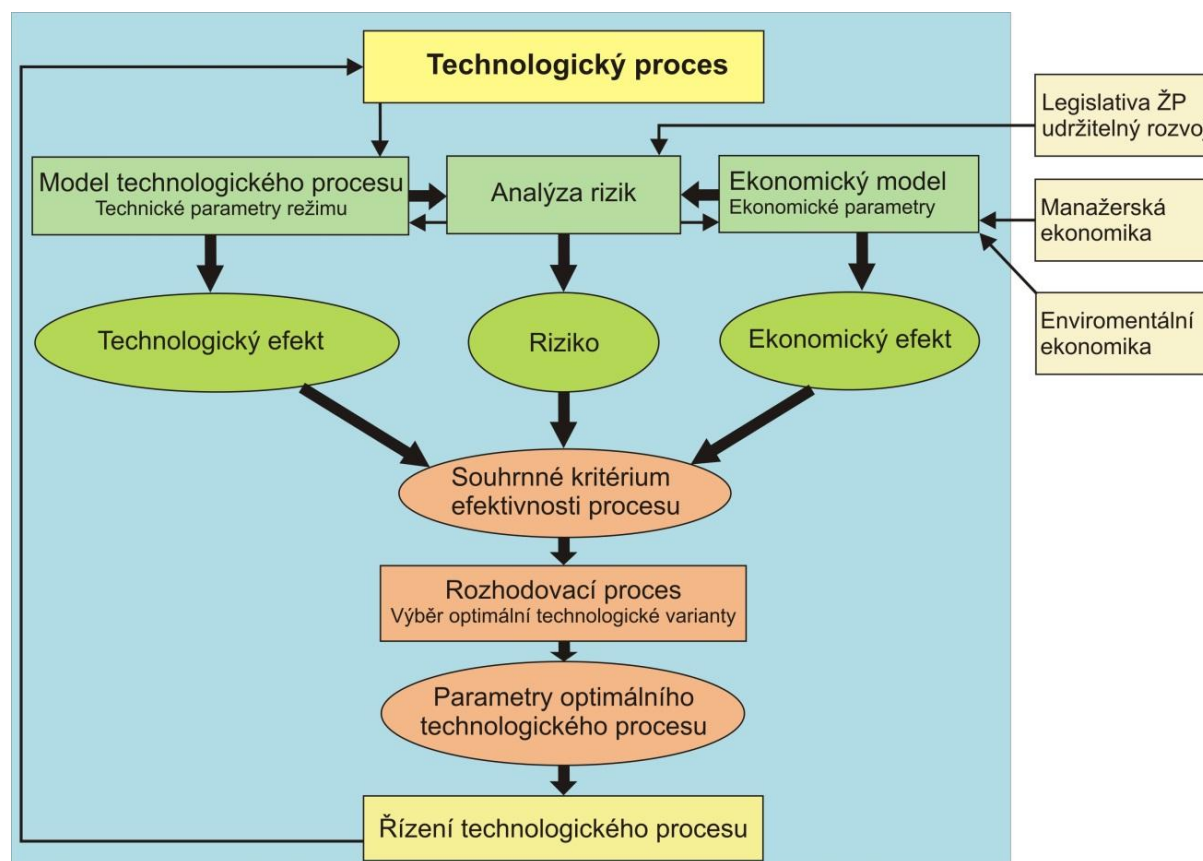
V obecné rovině tedy lze rozlišit dva základní přístupy k ekonomickému hodnocení technologických procesů:

- Pasivní – vyhodnocení ekonomické náročnosti technologického procesu po jeho ukončení (ekonomická evidence).

- Aktivní – posouzení ekonomické efektivity alternativ technologického procesu (výběr optimální varianty) a řízení technologických procesů s využitím ekonomických kritérií (resp. souhrnných technologicko – ekonomických kritérií). Aktivní přístup je v praxi řízení technologických procesů mnohem významnější, i když výrazně pracnější a obtížnější.

Proces posuzování definovaných technologických alternativ je procesem rozhodování. Každý proces rozhodování je spojen s určitým dílem nejistoty odhadu budoucích situací, které mají vliv na důsledky uvažovaných rozhodovacích variant. V rámci analýzy rozhodovací situace je tedy třeba identifikovat a posuzovat faktory rizika a nejistoty, tj. faktory významné pro řešení daného problému, které nemůže rozhodovatel ovlivnit a jejichž prognóza je nejistá. Rizika mohou být spojena s technickou, technologickou, ekonomickou i environmentální stránkou posuzovaného procesu.

Obrázek 3.1 dokumentuje potřebu tohoto skloubení jednotlivých hledisek v procesu optimalizace řízení technologických celků.



Obrázek 3.1: Konstrukce souhrnného kritéria posouzení efektivity technologického procesu

3.2 Druhy optimalizačních modelů

Optimalizací rozumíme vyhledávání „nejlepších“ řešení podle zvoleného kritéria/kritérií z okamžitého nebo dlouhodobého (strategického) hlediska. Volíme zpravidla ekonomická kritéria, která sdružují technologický i ekonomický efekt hodnoceného procesu (např. minimální jednotkové náklady, maximální zisk). Výsledkem optimalizačního výpočtu je stanovení optimálního postupu, případně určení vhodných (vzhledem k charakteru hodnoceného procesu) technologických a ekonomických kritérií řízení.

8 Manažerské rozhodování

Výše popsané metody a postupy jsou prostředkem vyhodnocení technických, technologických, resp. ekonomických alternativ hodnoceného procesu, ať už se jedná o procesy reálné či projektované, resp. zamýšlené. Ve své podstatě představují zjednodušené modely možných průběhů reálného procesu s dopočtem ukazatelů jejich výsledného efektu i dopadů či následků ovlivnění možnými rizikovými faktory.

Následným krokem je vyhodnocení získaných výsledků, tj. proces rozhodování, jehož cílem je výběr nejvhodnější alternativy hodnoceného procesu. Rozhodování nemusí být ve všech případech jednoznačné: většina reálných situací je popsána větším počtem charakteristik srovnatelné důležitosti a s jistou – nestejnou mírou spolehlivosti (odhady jednotlivých charakteristik budoucích situací, či ne zcela přesné a dostatečné údaje vlastní evidence, apod.). Ve většině případů tedy musíme rozhodovat podle většího počtu často protichůdných kritérií (minimalizace nákladů versus zajištění maximální spolehlivosti systému nebo minimalizace ekologické újmy ad.).

V následujícím textu jsou uvedeny základní principy manažerského rozhodování. Obsahuje stručný popis vybraných metod rozhodování s důrazem na metody rozhodování za rizika a nejistoty.

8.1 Základní pojmy

Rozhodovací procesy jsou procesy řešení rozhodovacích problémů, tj. problémů s větším počtem řešení. Rozhodovací proces je tedy procesem posuzování jednotlivých variant řešení a výběru rozhodnutí s volbou nejvhodnější varianty. Důležitým aspektem rozhodování je představa o žádoucím stavu objektu rozhodování a tedy schopnost vymezit diferenci mezi žádoucím stavem a skutečným stavem objektu. Manažerské rozhodování se týká problémů reálných i potenciálních, souvisejících s projektováním.

Rozhodovací proces probíhá v následujících krocích:

- Identifikace rozhodovacího problému.
- Analýza a formulace rozhodovacího problému.
- Stanovení kritérií hodnocení.
- Tvorba variant řešení.
- Stanovení důsledků variant řešení.
- Hodnocení důsledků a výběr varianty.
- Realizace varianty – praktická implementace rozhodnutí.
- Kontrola výsledků realizace – stanovení odchylek realizace od záměru.

Prvky rozhodovacího procesu

- Objekt rozhodování – zpravidla oblast organizační jednotky, v jejímž rámci byl problém formulován, stanovil se jeho cíl a jehož se rozhodování týká.
- Subjekt rozhodování – subjekt, který rozhoduje, může jím být:
 - jednotlivec nebo skupina (kolektivní rozhodování),
 - statutární rozhodovatel.

V rámci jednoho procesu lze formulovat celou řadu optimalizačních úloh. Pomineme-li dílčí optimalizace, lze úlohy rozlišit podle stupně řízení – od řízení strategického přes střednědobé a krátkodobé plánování až k řízení v reálném čase. Různým typům úloh odpovídají různé typy modelovacích systémů.

Modely mohou být sestaveny jako statické nebo dynamické, tj. jednorázové, nebo se zahrnutím časové dimenze s reflexí vývoje situace v čase. Z hlediska dosahu modelu rozlišujeme:

- Dílčí optimalizační modely (volba optimálního režimu technologického zařízení, rozmístění technologického zařízení v prostoru).
- Modely koncepční – strategické (volba výrobní strategie podniku, optimalizace výrobního sortimentu, dlouhodobé i krátkodobé plánování).
- Modely řízení – zpravidla metodou zjišťování aktuálních odchylek od dlouhodobého záměru a zajištění odpovídající reakce systému.

Vazba strategických modelů na realitu spočívá v důsledné kalibraci všech vnořených modulů, tzn. modulů pro simulaci technologických dějů a činností i modulů ekonomických. Uvedené moduly mohou být zastřešeny optimalizačním systémem, který umožňuje vkládání požadavků a doplňkových informací. Systém provede výběr vhodného postupu s respektováním všech zadaných požadavků a aktuálních omezení. Kombinace požadavků a omezení charakterizuje vyšetřovanou strategii. Vhodná strategie se vybírá podle globálního ekonomického efektu.

V případě časově proměnného procesu je strategie zadávána formou scénáře, který definuje základní požadavky a omezení pro jednotlivá období, charakterizuje žádoucí postup v rámci těchto mantinelů a stanovuje pravidla pro změnu postupu v závislosti na vývoji situace. Optimalizační model v tomto případě postupuje ve zvolených časových krocích. Základní požadavky jsou vloženy na začátku každého kroku do modelu přímo, žádoucí postup transformuje do modelových vstupů uživatel jako dodatečné informace. Důvodem je velké množství možných kombinací vstupních parametrů, z nichž má smysl posuzovat pouze takové, které se dostatečně odlišují výsledným efektem.

Modely pro operativní plánování jsou vhodné pro řízení složitých komplexů, zahrnujících větší počet paralelně i sériově zapojených zařízení. Paralelní činnosti bývají limitovány kapacitami, v jejichž rámci si konkurují. Sériovou činností je např. postupné zpracovávání média navazujícími technologickými operacemi v relativně samostatných zařízeních. Zde technická omezení a požadavky efektivního provozu jednotlivých zařízení vytvářejí podmínky pro činnost ostatních technologických uzlů.

Požadavky na globální ukazatele krátkodobého plánu vycházejí jak z dlouhodobých strategických cílů, tak z aktuální situace. Strategické cíle jsou vyjádřeny pravidly, stanovenými na základě výsledků optimalizačního modelu a případně i parametry, zjištěnými modely dílčích procesů. Aktuální situace se do plánu promítá jednak požadavky, které je třeba splnit (např. velikost produkce v příslušném období), jednak stavem systému, zjišťovaným průběžným monitoringem a konečně i specifickými podmínkami, které jsou v daném období platné (např. poruchy, dodávky materiálu, limitované finance, vnější vlivy).

Model řízení představuje složitější úlohu, protože vyžaduje sledování odchylek od optimálního resp. stanoveného režimu a ovlivňování provozního režimu na principu zpětné vazby. Odchylky se vyhodnocují na základě porovnávání reálných provozních výsledků s modelovými výsledky nebo s hodnotami definovaného záměru. Řídící zásahy je účelné definovat v závislosti na velikosti a typu odchylky.

3.3 Postup při sestavování technologicko – ekonomických modelů

Při konstrukci ekonomických modelů technologických procesů se řídíme následujícím postupem:

1. Klasifikace technologických procesů.

Je specifikován charakter typu zkoumaného technologického procesu, jeho zaměření, odlišnosti a specifické vlastnosti pro konkrétní lokalitu. Jedná se o charakteristiku věcného podkladu řízeného procesu, od něhož se odvíjí konstrukce technologického modelu i volba vhodných ukazatelů, vyjadřujících jeho efektivnost. Jsou specifikovány parametry charakterizující vývoj procesu s ohledem na prostor a čas a parametry řídicích zásahů, které technologický proces ovlivňují.

2. Výběr vhodných simulačních modelů technologických procesů a jejich přizpůsobení.

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti řízeného procesu jsou vhodné takové simulační modely, které popisují reakci procesu v návaznosti na řídicí zásahy a obsahují vazby řídicích parametrů k výslednému efektu v technologických ukazatelích, vhodných k zajištění návaznosti na ekonomické charakteristiky (náklady, zisk, jednotkové náklady na jednotku výsledného produktu, apod.)

3. Metodika sestavení ekonomických vazeb.

Na základě analýzy jednotlivých technologických procesů je specifikována struktura nákladového modelu, provedena klasifikace nákladů na proměnné a fixní a formulovány ekonomické závislosti odhadu výše nákladů na technologických parametrech řízeného procesu. Následně jsou specifikovány významné řídicí zásahy a důležité závislosti pro implementaci do modelu.

4. Sestavení a kalibrace modelu pro vybraný proces (procesy).

Je vytvořen ekonomický model hodnocení efektivnosti řízení technologického procesu, který věcně navazuje na výsledky simulačního modelu. Jeho důležitou součástí je formulace zvoleného ukazatele ekonomické efektivnosti simulovaných řídicích zásahů vzhledem k modelovanému technologickému procesu. Vytvořený ekonomický model musí být prověřován, případně aktualizován podle závěrů provozní a ekonomické evidence. Kalibrace modelu probíhá v několika etapách a obsahuje prověření technologického modelu, nákladového modelu i všech vazeb a souvislostí, které jsou v ekonomickém modelu zahrnuty.

3.4 Zdroje potřebných informací

Údaje potřebné k sestavení technologicko – ekonomického modelu lze rozčlenit do tří základních kategorií: ekonomická data, provozní data a dílčí simulační modely.

Náklady technologického procesu získáme jako součet nákladů jednotlivých nákladových položek všech dílčích činností tohoto procesu. Konstrukce ekonomického modelu vyžaduje tedy v první řadě podrobnou znalost těchto činností a schopnost vyčíslit jejich ekonomickou náročnost. Kromě toho je naším záměrem sestavit ekonomický model v takové podobě, aby v maximální míře odrážel ekonomický efekt při změně parametrů technologického procesu, který je jeho věcným podkladem.

Zdrojem ekonomických dat je u provozovaných technologií účetnictví, u projektovaných činností je nutno vycházet z projektů, studií a odhadů. Účetní evidence podléhá vlastním pravidlům, podle nichž jsou náklady kategorizovány podle nákladových druhů, organizačního členění hospodářské jednotky, oborů činností, zakázek, způsobů kalkulace. Ani jedno z těchto hledisek však plně nevyhovuje potřebám modelování. Ekonomický model a struktura jeho dílčích nákladových položek musí sledovat modelovaný technologický proces, jeho dílčí činnosti a aktivity. Proto při tvorbě ekonomických modelů sice vycházíme z údajů účetní evidence, ale pro potřeby modelu vytváříme specifické kategorie nákladů, vázané na rozlišené činnosti modelovaných procesů. Obrázky 3.2 a 3.3 jsou příkladem výchozího schématu dílčích činností a nákladových položek vybraného technologického procesu (konkrétně se jedná o proces sanace) při přípravě jeho ekonomického projektu.

Integrovaná logistická podpora (ILS – Integrated Logistic Support)

ILS je metodologie pro dosažení optimálních nákladů na životní cyklus, zlepšení pohotovosti a udržitelnosti zařízení. Zabývá se požadavky na logistickou podporu již ve fázi vývoje zařízení.

Analýza Trade-off

V rámci této analýzy se provádí bilancování alternativ zdrojů logistické podpory při navrhování systému logistické podpory výrobku. Týká se pracovní síly, náradí, vybavení, zásobovacích systémů, energetických zdrojů ad.

Analýza logistické podpory (LSA – Logistic Support Analysis)

LSA je souhrn analytických procesů, pomocí nichž je dosahováno cíle integrované logistické podpory.

Analýza úrovně oprav (LORA – Level of Repair Analysis)

LORA je analýza, která se provádí v rámci LSA za účelem optimalizace systému údržby a oprav výrobku. Provádí se výběr optimální varianty konfigurace systému s nejnižšími náklady nebo s dosažením požadované hodnoty pohotovosti výrobku.

- recyklace – výroba granulátu,
- energetické a materiálové využití v cementárně,
- pyrolýza – výroba vhodných produktů.

Výsledkem studie byla identifikace energeticky a spotřebou surovin nejnáročnější fáze: „těžba surovin a výroba materiálů“, zejména ve spotřebě paliv a energie, spotřebě surovin, vody, v emisích do ovzduší a emisích do vody. Na produkci odpadů z rudných a nerudných surovin se nejvíce podílí opět fáze „těžba surovin a výroba materiálů“ a dále fáze „výroba pneumatiky“. Fáze výroby vykazuje značné emise do ovzduší a spotřebu energie a paliv. Fáze „doprava surovin“ a fáze „doprava, distribuce a užití“ se v jednotlivých spotřebách i emisích projevuje minimálně (ve srovnání s ostatními fázemi).

V etapě likvidace životního cyklu pneumatiky je spotřebou energie a paliv nejvíce zatížena fáze „recyklace“. S energetickým zatížením pak souvisí i nejvyšší emise do ovzduší pro CO₂, SO₂ a CH₄ a největší produkce některých odpadů. Spotřebou vody je nejvíce zatížena fáze „pyrolýza“. Hodnota spotřeby surovin i emise do vody jsou pro jednotlivé způsoby nakládání s opotřebovanou pneumatikou podobné.

Výsledkem analýzy bylo porovnání jednotlivých způsobů nakládání s opotřebovanou pneumatikou, vytvoření energetické bilance a bilance spotřeby ostatních surovin a vytvoření podnětů pro hledání efektivních řešení.

7.2 Další manažerské metody a programy

Metoda RRM (Risk and Reliability Management)

Pod tímto označením je veden soubor metodik a postupů společnosti Shell Global Solutions. Jedná se o postupy pro řízení rizika a spolehlivosti označované zkratkou RRM. Jsou vyvíjeny velkými nadnárodními společnostmi k optimalizaci provozu, údržby a modernizaci svých zařízení a jsou doporučeny k implementaci v provozech petrochemického a chemického průmyslu. Metodologie RRM vychází z kvantitativního hodnocení rizika.

Metoda integrovaného plánování zdrojů (IRP – Integrated Resources Planning)

Představuje moderní přístupy řešení problémů plánování zdrojů, především v oblasti energetického trhu. Jádrem metody je ovlivňování poptávky po energii, a tím pozitivní ovlivňování energetických zdrojů, tj. nabídky. Postavení odběratele je v tomto přístupu rovnocenné s dodavatelem. Cílem je vytvoření tržního prostředí, jako je tomu v jiných odvětvích.

Program DSM (Demand Aires Management – řízení na straně poptávky)

Jedná se o nabídku programů na úsporu energie a s tím spojené racionální snižování spotřeby energie u jejího koncového spotřebitele, snižování nákladů spojených se zabezpečením požadovaných dodávek jednotlivým odběratelům.

Program IPPC – Integrované prevence znečišťování životního prostředí

Představuje normativní nástroj průmyslové ochrany životního prostředí podle Směrnice IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control (Směrnice Rady EU 96/61/EC)

Program LCP (Least Cost Planning) – plánování podle nejnižších nákladů

Metoda slouží k optimalizaci rozvoje energetických systémů, jejichž cílem je zajištění požadované dodávky energie v příslušném množství a struktuře při nejnižších nákladech tohoto systému. Je založena na strukturálních modelech a ekonomické optimalizaci. Hodnotícím kritériem je minimalizace nákladů integrovaného celku zahrnujícího jak dodavatelský systém (systém výroby a distribuce energie), tak spotřebitelský systém.

	Průběh sanačního procesu				Ukončení	
	Zahájení	průběžné	průběžné	v obdobích provozu technologie	v obdobích provozu technologie	závěrečné období procesu (lze v modelu přiřadit do prvního období)
Časové zařazení v projektu	první období procesu	průběžné	průběžné	průběžné	průběžné	průběžné
Kategorie nákladů	Počáteční náklady	Náklady navazující na DHM	Přímé náklady závislé na čase	Přímé náklady závislé na intenzitě procesu	Přímé náklady závislé na kvalitě procesu	Náklady spojené s ukončením procesu
Typ nákladů	jednorázově vynaložené náklady před zahájením procesu	náklady zpravidla odvozené procentem z hodnoty DHM	náklady závislé na délce trvání procesu	náklady závislé na intenzitě procesu (např. objem zpracovávaného roztoku)	náklady závislé na množství likvidovaného kontaminantu	jednorázově vynaložené náklady při ukončení procesu
Položky (příklady)	výpracování projektů legislativní řízení geologické práce příprava staveniště výbudování vrtné sítě instalace technol. zařízení	údržba zařízení opravy zařízení	monitoring výrobní režie správní režie spotřeba energií spotřeba materiálu odpisy DHM mzdové tarify seznam DHM odpisové třídy DHM životnost DHM pořizovací hodnoty DHM	spotřeba energií spotřeba materiálu spotřeba technol. vody kontrola procesu	spotřeba chemikálií spotřeba materiálu likvidace odpadů spotřeba energií	likvidace vrtné sítě odvoz tech. zařízení likvidace a rekultivace závěrečné zprávy kolaudační řízení
Požadované údaje	odhady nákladových položek dílicí činnosti a jejich ocenění seznam DHM pořizovací hodnoty DHM	sazba % z DHM	odvození hodnoty odpisů podle odpisových sazeb ocenění pracovní síly z mzdových tarifů	závislosti spotřeby jednotlivých komodit na intenzitě procesu (většinou se musí odvodit)	závislosti spotřeby jednotlivých komodit na kvalitě procesu (většinou se musí odvodit)	odhady nákladových položek dílicí činnosti a jejich ocenění
Algoritmy odhadu	většinou přímý odhad, některé položky lze zadat % z DHM	určený podíl z hodnoty DHM	odvození hodnoty odpisů podle odpisových sazeb ocenění pracovní síly z mzdových tarifů	N = S * T * C	N = f(kc) * K * C	většinou přímý odhad, některé položky lze zadat % z DHM
Příklad výpočtu				N = náklady na spotřebu energie; S = měrná spotřeba el. energie [kWh/m ³]; I = objem zpracovávaného roztoku [m ³]; C = cena energie [Kč/kWh]	N = náklady na spotřebu chemikálie; f(kc) = funkce měrné spotřeby chemikálie na jednotku kontaminantu [kg/kg]; K = množství zpracovávaného kontaminantu [kg]; C = cena chemikálie [Kč/kg]	

Obrázek 3.2: Výchozí schéma nákladů ekonomického projektu sanace

DHM	Hmotný investiční majetek (zahrnuje předměty dlouhodobé, nikoliv jednorázové spotřeby). Tato kategorie je vymezena dobou užívání a cenou (aktuálně pořizovací cena nad 40 tis. Kč, provozně technické funkce delší než 1 rok). Do nákladů vstupuje DHM formou odpisů. Hodnota odpisů je odvozena z pořizovací ceny DHM a doby životnosti. Odepisování se řídí předpisy (třídy odpisu pro konkrétní druhy DHM, forma odpisu)
Náklady navazující na DHM	Položky, jejichž výši lze odvozovat z ceny DHM (např. náklady na dopravu a montáž technologického zařízení apod.)
Přímé náklady	Ekonomický projekt má být sestaven tak, aby v maximální míře odrážel kvalitu a intenzitu technologického procesu, ev. řídicí zásahy do tohoto procesu. Typickou položkou, jejíž spotřeba (a tedy náklady) může být závislá na více faktorech, je elektrická energie. V tom případě je třeba oddělit část spotřeby, která je závislá na čase (např. osvětlení pracoviště), intenzitě procesu (zpracovávané objemy), resp. kvalitě procesu (u sanačních procesů koncentrace zpracovávaných roztoků). Úlohou ekonomického analytika je tyto závislosti identifikovat a kvantifikovat. Obdobnými položkami jsou jednotlivé druhy energie, spotřeba materiálu a chemikálií, náročnost obsluhy ad.
Struktura projektu	Struktura nákladových položek ekonomického projektu vychází z věcné – technologické podstaty procesu, sleduje jeho dílčí činnosti a nároky těchto činností na spotřebu jednotlivých komodit. Kvalita ekonomického projektu je závislá na flexibilitě projektu a je posuzována přesností odhadu hodnoty nákladů pro různé technologické varianty resp. alternativy sanačního procesu.

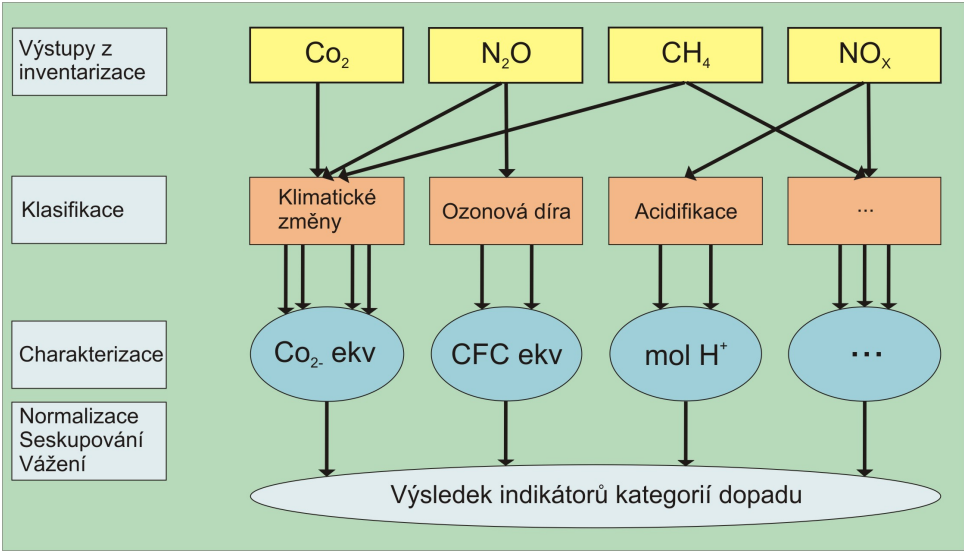
Obrázek 3.3: Výchozí schéma nákladů ekonomického projektu sanace – 2.část

Posledním krokem této fáze analýzy je normalizace. Představuje úpravu hodnot standardizovaných vlivů hodnotou stanovených referenčních vlivů. Podílem těchto hodnot získáme údaj o významnosti jednotlivých zátěží.

Ad 4. Celkové zhodnocení

V závěru analýzy provedeme celkové zhodnocení výrobku. Vychází se zde ze vzájemného relativního významu dílčích zátěží. V této fázi se používají metody vícekritériální rozhodovací analýzy (viz kapitola 8).

Schéma postupu aplikace metody LCA dokumentuje následující obrázek 7.2 (převzat z [6]).



Obrázek 7.2: Schéma postupu metody LCA

Příklad analýzy životního cyklu standardní osobní pneumatiky (převzat z [6])

Studie byla provedena Výzkumným ústavem vodohospodářským T.G.Masaryka. Předmětem analýzy byla standardní osobní pneumatika 175/70 R13 o hmotnosti 6 kg, s životností 40000 km. Cílem studie byla identifikace způsobů nakládání se surovinami a energií a emise látek do životního prostředí provádějící jednotlivé fáze života výrobku. Výsledkem studie měla být formulace vhodných opatření ke snížení nepříznivého vlivu daných technologií na ŽP.

Životní cyklus pneumatiky zahrnuje následující etapy:

- těžba surovin a výroba materiálů,
- doprava surovin,
- výroba pneumatiky,
- doprava – distribuce,
- užití pneumatiky,
- doprava opotřebovaných pneumatik,
- protektorování.

V etapě likvidace pneumatiky byly analyzovány možné alternativy, jako např.

vymezení je důležité zejména s ohledem na možnost porovnávání negativních dopadů výrobních systémů, které v praxi plní stejnou funkci (například zajištění pitného režimu zaměstnanců po dobu jednoho kalendářního roku prostřednictvím různých zdrojů apod.)

Ad 2. Inventarizační analýza

Smyslem inventarizační analýzy je určení všech elementárních toků, jimiž sledovaný systém působí negativně na ŽP (soupis všech vstupů a výstupů, spojujících sledovaný systém s ŽP). Výsledkem inventarizační analýzy je inventarizační matice. Sloupce matice představují etapy životního cyklu výrobku, řádky jednotlivé vlivy na ŽP. Prvky matice tvoří číselné hodnoty zjištěných vlivů na ŽP v příslušných jednotkách, nebo jenom vyjádření míry vlivu jednotlivých faktorů.

Ad 3. Hodnocení negativních vlivů na ŽP

Ve fázi hodnocení se stanoví celkový negativní dopad, jímž posuzovaný systém působí na ŽP, tj. kvantitativní a kvalitativní ohodnocení všech negativních vlivů uvedených v inventarizační matici. Hodnocení je realizováno podle kategorií dopadu s ohledem na lidské zdraví, kvalitu prostředí, odčerpávání zdrojů a specifické následky (zápach, hluk, odpadní teplo, vznik pouští ad.). Základní kategorie následků dopadu rizika na složky životního prostředí uvádí tabulka 7.1.

Tabulka 7.1: Základní kategorie následků dopadu rizika na složky životního prostředí

Skupina A Základní kategorie dopadu	úbytek neobnovitelných abiotických zdrojů	Kategorie hodnocené vesměs ve všech studiích LCA
	využívání krajiny (pokles množství využitelné krajiny)	
	změny klimatu	
	úbytek stratosférického ozonu	
	toxická na člověka	
	ekotoxická (sladkovodní, mořská, terestrická)	
	tvorba foto-oxidačních látek	
	acidifikace	
	eutrofizace	
Skupina B Specifické kategorie dopadu	využívání krajiny (úbytek funkcí krajiny potřebných pro život, úbytek biodiversity)	Kategorie používané u určitých studií LCA, kde si to vyžádá definice cílů a rozsahu
	ekotoxická (sladkovodní, mořské sedimenty)	
	ionizační záření	
	zápach	
	hluk	
	odpadní teplo	
	ztráty na životech	
Skupina C	úbytek obnovitelných (biotických) zdrojů	Kategorie dosud nezačleněné do LCA, lze očekávat jejich další vývoj
	vysušování (vznik pouští)	
	zápach (zapáchající kapaliny)	

Negativní vlivy uvedené v inventarizační matici se dále roztrídí do jednotlivých kategorií podle charakteru jejich působení na ŽP. V zásadě rozlišujeme dvě základní kategorie: z hlediska látek vypouštěných do ŽP a z hlediska odběrů látek a energií ze ŽP.

Zjištěné vlivy ve stejné kategorii se převedou následně na společného jmenovatele pomocí tzv. charakterizačních faktorů (koeficientů). Pro každou kategorii je určen vhodný standard a ekvivalentní jednotka, na kterou jsou přepočítány hodnoty všech kvalitativně stejných vlivů. Např. u skleníkového efektu je standardem oxid uhličitý a ekvivalentní jednotkou je tudíž jeden kilogram oxidu uhličitého. Emise ostatních skleníkových plynů se pomocí stanovených koeficientů převedou na kilogramy oxidu uhličitého. Výsledkem je standardizovaný profil výrobku.

Provozní data zachycují věcnou stránku modelovaných procesů. Jsou to informace a údaje, charakterizující a detailně popisující technologický proces, jehož ekonomickou efektivnost je třeba posoudit. Zdrojem těchto údajů jsou znalosti, zkušenosti, případně evidence technického personálu a na jejich kvalitě závisí přesnost a věrohodnost odvozených charakteristik a v konečném důsledku také úroveň (přesnost a věrohodnost) ekonomického modelu. Jsou věcným podkladem pro tvorbu struktury ekonomického modelu. Při jejím vytváření je nutné sledovat strukturu nákladů v účetní evidenci řídicí hospodářské jednotky a schopnost získat odpovídající data v účetních podkladech.

Simulační model je model časově proměnlivého technologického procesu, jehož ekonomickou náročnost chceme zjistit. Ve většině případů se jedná o prognózní modely se složitými vnitřními vazbami. Podle zadaných rámcových podmínek model stanoví časový vývoj vstupních i výstupních parametrů, které charakterizují technologický proces do té míry, aby bylo možno ekonomickými ukazateli zachytit jeho úroveň nejen v globálním měřítku, ale i ve všech dílčích položkách, které jsou v modelu vyjádřeny funkčními vztahy.

3.5 Technologický model

Sestavení technologického (simulačního) modelu představuje multidisciplinární problém, v němž se uplatňují aspekty technické a technologické, ale podle podstaty modelovaného procesu případně také aspekty geologické, hydrogeologické, fyzikální, chemické ad. Nezastupitelnou úlohu při komplexním řešení této složité problematiky mají matematické modely, umožňující kvantifikovat průběh procesů, ohodnotit technologický efekt zamýšlených řídicích zásahů a nalézt efektivní postupy k dosažení stanovených cílů. Smyslem zpracování technologických modelů je prověřit efektivnost různých technologických scénářů vytípaných odbornými pracovníky s přihlédnutím k technickým, technologickým aj. aspektům modelovaného procesu.

Z hlediska optimalizace je nezbytné, aby modelové vstupy odrážely podmínky, za kterých proces probíhá, a z nich zejména takové, které lze ovlivnit jeho technologickým režimem. Pro potřeby řízení je důležité, aby model dokázal reagovat na řídicí zásahy, které připadají pro daný proces v úvahu, a aby součástí výstupu byly parametry, které lze využít ke kontrole procesu a k následnému ekonomickému ohodnocení.

Schopnost reakce modelu na řídicí zásahy je zajištěna zavedením norem technologické spotřeby. Vyjadřují náročnost technologických operací na energii, materiál, práci a v některých případech i finance. Stanovují se na objemovou nebo hmotnostní jednotku, na jednotkový výkon zařízení, nebo na časovou jednotku jeho činnosti. Nejčastěji mají charakter konstant, v některých případech však jednotková spotřeba (např. na objemovou jednotku) závisí na parametrech zpracovávaného média nebo požadovaných vlastnostech produktu. Pak příslušná konstanta (konstanty) vstupuje do (nejčastěji empirické) funkční závislosti.

Normy se stanovují pro proměnné činnosti, které jsou předmětem optimalizace a řízení. Smyslem jejich zavedení je vyhodnocení celkové spotřeby daných komponent v závislosti na realizovaném provozním režimu. Musí co nejvýstižněji vyjádřit náročnost různých pracovních postupů, které mohou vést ke stejnému cíli. Normy zavádíme zejména pro vyjádření spotřeby energie a materiálu vztažené k jednotkovému množství výsledného produktu. Spotřeba práce se specifikuje v případech, kdy počet nasazených pracovníků závisí na aktuálním výkonu zařízení (k rozlišení, zda zařízení pracuje nebo je odstaveno). Pokud nelze jinak, použijeme i nákladové – finanční vyjádření nároků na technologické služby, které souvisejí s intenzitou vedení procesu.

Řízený systém má celou řadu omezení, která je nutno v modelu respektovat. Mezi technická omezení patří např. maximální výkony dílčích zařízení, kapacity zpracovatelské i dopravní ad. Kromě striktních omezení (většinou technického rázu) existují i omezující požadavky, vyplývající z praktických zkušeností, ekonomických rozborů nebo dílčích optimalizačních propočtů. Tato omezení lze zpravidla překročit za cenu vyšších nákladů nebo snížení výkonnosti zařízení (například při plném využití

instalovaného výkonu). Obdobné požadavky mohou být stanoveny i pro celkovou spotřebu některých komponent nebo finančních prostředků.

Specifickým problémem technologických modelů je posuzování efektivnosti dílčích technologických procesů i technologie jako celku. Výsledek technologického procesu je zpravidla určen požadavkem na množství a kvalitu finální produkce při dodržení stanovených technologických omezení. Pomocí technologického modelu pak hledáme vhodný provozní režim celého řízeného systému. Obrácená úloha nemá jednoznačné řešení, stanovené požadavky lze zpravidla zajistit mnoha různými způsoby, což vytváří široký prostor pro optimalizaci v rámci definovaných omezení.

3.6 Nákladový model

Základní pravidlo vedoucí k prosperitě hovoří o minimalizaci nákladů. Minimalizace nákladů je však poměrně komplikovaným procesem, který od managementu obvykle vyžaduje hlubokou znalost dané problematiky (snižování nákladů versus efektivnost procesu). Podkladem k analýze ekonomické náročnosti modelovaného technologického procesu a k následnému ohodnocení efektivnosti sledovaného procesu zvoleným ekonomickým kritériem je nákladový model.

Zdrojem potřebných ekonomických informací potřebných k sestavení nákladového modelu provozovaných technologií je účetní evidence. Zatímco v účetní evidenci se dělí náklady na přímé a režijní, pro účely modelování je třeba zajistit členění nákladů na náklady variabilní a náklady fixní. Toto členění je v mnoha případech výrazně odlišné od členění účetního, proto je vhodné účetní podklady upravovat tak, aby vyhovovaly také účelu modelování. U většiny činností se navíc proměnné náklady vztahují k různým technologickým parametrům, mění se např. v závislosti na intenzitě technologického procesu apod. Podobně jako u technologických údajů je třeba i u ekonomických podkladů zajistit, pokud je to možné, matematické závislosti mezi jednotlivými druhy nákladů a uvažovanými technologickými parametry.

V procesu modelování je třeba zpracovat řadu technologických údajů z oblasti všech dílčích procesů provozovaných v rámci modelované technologie. K tomu je třeba znát vzájemné závislosti jednotlivých činností, podmínky kvantitativních i kvalitativních změn jednotlivých proudů procesu a v neposlední míře také vlivy jednotlivých činností na průběh nákladů.

Zdrojů informací v oblasti technologických procesů a závislostí je několik druhů, zejména jsou to informace technologů dílčích procesů, energetiků, statistiky, měření, evidence apod., u dosud neprovozovaných, ale uvažovaných technologií rovněž zpracované studie, projekty, kvalifikované odhady apod. Vstupní údaje do modelů, zejména uvažované závislosti, je třeba se všemi těmito pracovníky konzultovat.

3.6.1 Kategorizace nákladů

Východiskem sestavení technologicko – ekonomického modelu je vytvoření struktury nákladů modelovaného procesu. Sestavení nákladového modelu pro potřeby modelování není triviální a vyžaduje zcela specifický přístup. Pokud se jedná o procesy již probíhající, nacházíme informace o jejich ekonomické náročnosti v účetnictví. Pokud jde o procesy plánované, jejichž realizace nastane v budoucnu, skutečné náklady neznáme. V těchto případech sestavujeme nákladový model projektovaného procesu pomocí odhadů.

Náklady vyjadřují ekonomickou náročnost technologického procesu, jejich efektivním vynakládáním lze usměrnit jeho celkovou efektivnost. K řízení nákladů je nezbytné jejich podrobnější třídění. To lze realizovat podle různých hledisek.

Druhové třídění nákladů

Podle druhového třídění rozlišujeme náklady:

7 Některé manažerské programy hodnocení ekologických rizik

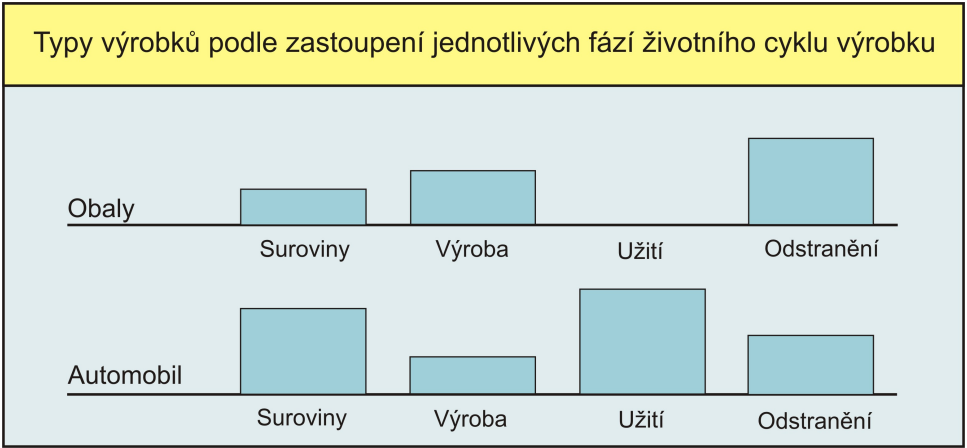
7.1 Metoda LCA – Metoda posuzování životního cyklu

LCA (Life – Cycle Assessment): Podle ČSN EN ISO 14040/98 metoda posuzování environmentálních aspektů výrobku/služby ve všech stádiích života. Představuje shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a možných dopadů na životní prostředí výrobku/služby během celého jejich životního cyklu. Je jedním z nejdůležitějších nástrojů environmentální politiky. Význam LCA dokládá normalizace jejího postupu obsažená v mezinárodních normách ISO řady 14000.

Metoda LCA vyplývá ze skutečnosti, že stav ŽP je ovlivňován charakterem a množstvím látek a energií, jež jsou do ŽP vnášeny, případně z něj odebírány. Negativní dopad na ŽP jakéhokoli otevřeného systému bude záviset na kvalitě a kvantitě látek a energií, jež tento výrobní systém do ŽP vnáší (z hlediska analyzovaného systému jde o výstupy), popřípadě z něho odebírá (z hlediska systému jde o vstupy).

LCA zaměřená na produkt sleduje jednotlivé po sobě jdoucí provázané etapy výrobního systému od získávání surovin nebo tvorby přírodních zdrojů ke konečnému zneškodnění (životní cyklus).

Porovnání podílu nákladů zatížení životního prostředí v jednotlivých fázích životního cyklu pro dva vybrané typy výrobků dokumentuje obrázek 7.1.



Obrázek 7.1: Grafické vyjádření poměru nákladů zatížení ŽP v jednotlivých fázích životního cyklu dvou vybraných výrobků

Etapy realizace LCA:

1. stanovení cílů a vymezení rozsahu,
2. provedení inventarizační analýzy,
3. hodnocení negativních vlivů na ŽP,
4. vyhodnocení návrhu (návrhů) na snížení negativního dopadu.

Ad 1. Stanovení cílů a vymezení rozsahu

V prvním kroku je určen cíl jako přesné vymezení důvodů analýzy. Podle stanoveného cíle je určen rozsah studie a je vyčleněn systém, který bude analýze podroben. Systém je zde určen ve smyslu stanovení funkční jednotky jako referenční jednotky, která je schopna plnit určitou funkci. Toto

předpisů (pokuty), náklady vyvolané mimořádnými vlivy (škody), náklady jejichž prostřednictvím se uplatňuje národohospodářská regulace (daně z příjmu) a další položky (např. náklady na reprezentaci aj.).

Podnikové environmentální účetnictví rozlišuje jako základní nákladové kategorie:

- Náklady související s nakládáním odpady, odpadními vodami a emisemi do ovzduší. Patří sem veškeré náklady na úpravu a čištění vznikajících odpadů, odpadních vod a emisí do ovzduší a náklady na jejich uložení či odstranění.
- Náklady péče o ŽP a náklady prevence znečištění.
 - Náklady související s péčí o ŽP (náklady útvarů zabývajících se ochranou ŽP, náklady související se systémy environmentálního managementu, externí služby v rámci EMS apod.).
 - „Environmentální podíl “ – při navýšení nákladů na ekologicky šetrnější technologie.
 - Výzkum a vývoj související s projekty na ochranu ŽP.
- Náklady nevýrobního výstupu s ekologickým zaměřením.

Environmentální náklady (výnosy) jsou sledovány v kategoriích podle složek ŽP:

- ochrana ovzduší a klimatu,
- nakládání s odpadními vodami,
- nakládání s odpady,
- ochrana a sanace půdy, podzemních a povrchových vod,
- omezování hluku a vibrací,
- ochrana biodiverzity a krajiny,
- ochrana proti záření ev. další.

Aktuálně se v podnicích uplatňuje princip prevence znečišťování životního prostředí. Představuje zaměření na procesy, výrobky a služby s cílem zvýšit jejich efektivnost a omezit rizika pro člověka i pro ŽP. Pro podnik to např. znamená zkoumat, kde a proč vzniká odpad a jak se dá zabránit jeho vzniku, případně jej omezit. Prevence znečišťování lze dosáhnout:

- lepším hospodařením s výrobními prostředky,
- změnami v technologii výroby, změnami výrobních procesů, změnami designu výrobku apod.

Principy integrované prevence a omezování znečišťování jsou zachyceny v programu IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control neboli Integrovaná prevence a omezování znečištění). IPPC představuje přístup k ochraně životního prostředí, který je v Evropské unii uzákoněn směrnicí o IPPC – 2008/1/ES. Do českého práva se dostal zákonem č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a byl několikrát novelizován.[29] Pro velké znečišťovatele je zákonnou povinností – vyžaduje se použití nejlepších technologií, dostupných aktuálně po technické i ekonomické stránce.

- spotřeby materiálu, energie a externích služeb,
- osobní náklady (mzdy, platy, provize, platby sociálního zabezpečení aj.),
- odpisy hmotného i nehmotného dlouhodobého majetku,
- finanční náklady (např. nákladové úroky).

Druhové třídění nákladů poskytuje údaje pro řadu podnikových rozborů. Je základním tříděním v plánu nákladů (plán nákladů je součástí finančního plánu) a ve výsledovce podniku (umožňuje svázání nákladů s výnosy a hospodářským výsledkem).

Třídění podle útvarů

Sleduje náklady podle středisek:

- Jednicové náklady střediska – náklady, které lze přímo přiřadit ke konkrétnímu nákladovému středisku.
- Režijní náklady – nelze připočítat přímo, ale pomocí zvoleného klíče. Rozlišujeme obvykle režijní náklady:
 - materiálové,
 - výrobní,
 - správní,
 - odbytové.

Třídění podle výkonů (kalkulační třídění)

Představuje sledování nákladů podle jednotlivých výrobků. Umožňuje tudíž zjistit výnosnost (rentabilitu) výrobků a tím usměrnit strukturu výrobního programu. Rozlišujeme:

- Náklady jednicové (přímé) – lze je přiřadit jednoznačně jednotlivým druhům výrobků (výrobní materiál, výrobní mzdy, služby – kooperace ad.).
- Náklady režijní (nepřímé) – jsou společně vynaloženy na více druhů výrobků nebo na chod celého útvaru (dílna, provoz, podnik) a k jednotlivým výrobkům je lze přiřadit převážně podle předem zvoleného kalkulačního základu – klíče.

Kalkulace nákladů podává přehled o jednotlivých položkách nákladů a jejich úhrnu na kalkulační jednici. Kalkulační jednice představuje určitý výkon vymezený měřicí jednotkou (množství – 1 kus, hmotnosti – 1 kg, plochy – 1 m², objemu – 1 m³, času – 1 min ad.).

Při kalkulaci nákladů se řídíme všeobecným kalkulačním vzorcem (tabulka 3.1). Jedná se o přehled základních skupin nákladových položek. Není závazný, ale používá ho většina podniků.

Tabulka 3.1: Všeobecný kalkulační vzorec struktury nákladů používaný v ČR

Všeobecný kalkulační vzorec používaný v ČR
1. Přímý (jednicový) materiál
2. Přímé (jednicové) mzdy
3. Ostatní přímé (jednicové) náklady
4. Výrobní (provozní) režie
1. - 4. Vlastní náklady výroby
5. Správní režie
1. - 5. Vlastní náklady výkonu
6. Odbytové náklady
1. - 6. Úplné vlastní náklady výkonu
7. Zisk / Ztráta
1.- 7. Prodejní cena

Náklady podle závislosti na změnách objemu výroby

Náklady variabilní (proměnné) – jsou ovlivněny změnami objemu výroby (např. jednicové mzdy, jednicový materiál) a to:

- proporcionálně (rostou úměrně změnám objemu výroby),
- nadproporcionálně (rostou rychleji),
- podproporcionálně (rostou pomaleji).

Náklady fixní (stálé) – při změně objemu výroby zůstávají na stejné úrovni (nájemné, odpisy, úroky z úvěrů) a mění se (skokem) až při změně kapacity výroby (např. při nákupu a instalaci dalšího strojního zařízení).

Členění nákladů na proměnné a fixní není jednoznačné:

- Záleží na úrovni rozlišení nákladů a účelu jejich kalkulace (v rámci podniku se bude struktura začlenění nákladových položek do skupiny fixních a proměnných lišit pro různé úrovně nahlížení na technologický proces a tedy i pro různé úrovně modelů).
- Závisí na čase – v delším časovém měřítku jsou všechny náklady variabilní (změna nájemného).
- Proměnné náklady nemusí odpovídat přímým nákladům (viz poznámka o nejednoznačnosti v členění nákladů na proměnné a fixní podle úrovně rozlišení a účelu jejich kalkulace).

Náklady připadající na jednotku objemu výroby (kalkulační jednici) nazýváme průměrné jednotkové náklady. Jsou kalkulovány z údajů za zvolené časové období a platí:

$$AC = \frac{TC}{Q} = \frac{FC}{Q} + v,$$

(3.1)

kde

AC

TC

Q

FC

v

jsou

průměrné jednotkové náklady produkce,
celkově vynaložené náklady na produkci,
celková produkce,
fixní náklady ,
variabilní náklady na kalkulační jednici produkce v daném období.

S rostoucím objemem výroby jednotkové náklady klesají, protože fixní náklady se rozpouštějí do většího objemu produkce. Tento jev je jedním z hlavních nástrojů zvyšování efektivnosti výroby.

K rozlišení fixních a variabilních nákladů lze použít následující metody:

Výsledky metody CUA lze zobrazit vynesením hodnot QALY, resp. DALY do grafu, jak dokumentuje obrázek 6.7 (převzat z [5]). Osa x zde představuje tok času a osa y zvolenou metriku zdravotního stavu. Vybarvené plochy představují prolínání zdravotně plnohodnotných období jednotlivce s obdobími zdravotního diskomfortu.

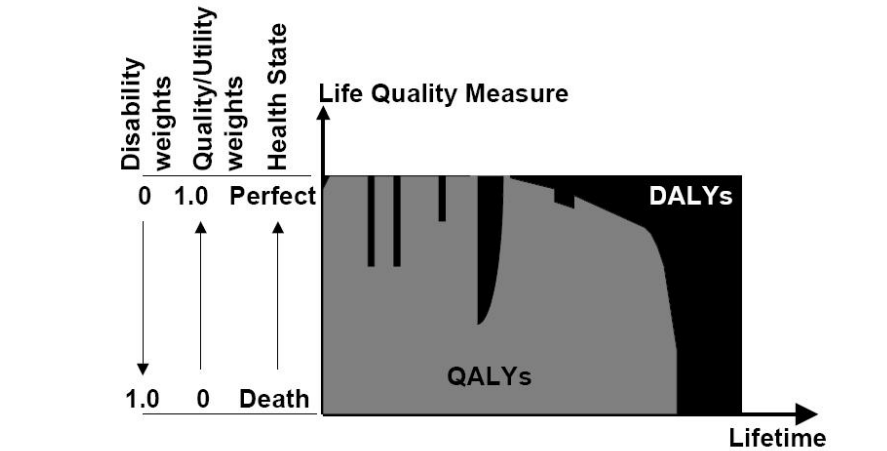


Fig.2: Graphical illustration of a health profile and its measurement by Quality Adjusted Life Years (QALY, gray area) and Disability Adjusted Life Years (DALYs, black area).

Obrázek 6.7: Grafické zobrazení výsledků měření kvality života v životním cyklu podle metody QUALY a DALY

6.5 Environmentální ekonomika v podniku

6.5.1 Environmentální účetnictví

Environmentální manažerské účetnictví (EMA) je ta část podnikového finančního a/nebo manažerského účetnictví, která se týká ochrany ŽP. Zabývá se řešením environmentálních problémů v souladu s podnikovými ekonomickými zájmy. Environmentální účetnictví je povinnou součástí EMAS⁷. EMA klade zvláštní důraz na účetnictví environmentálních nákladů a to jak na úrovni podniku, tak i po linii jednotlivých podnikových procesů, útvarů, provozů apod.

Oblast finančního účetnictví je zaměřena na environmentální náklady a environmentální investice, finanční závazky environmentální povahy apod. Vykazují se tak environmentální opatření a události, které ovlivňují, nebo patrně ovlivní finanční situaci podniku.

Podnikové environmentální účetnictví v ČR se řídí pokynem MŽP [25]. Podle aktualizovaných pravidel EMAS je zavedení environmentálního účetnictví povinné. Žádoucí je spolupráce pracovníka ochrany ŽP a pracovníka účtárny.

6.5.2 Náklady v environmentálním účetnictví

Náklady v environmentálním účetnictví jsou definovány jako spotřeba výrobních faktorů vyjádřená v peněžních jednotkách, která je vyvolána tvorbou podnikových výnosů. Náklady zahrnují nejenom úbytky kapitálu účelově vynaložené v souvislosti s předmětem podnikání (s výkony), ale také např. výdaje společenského charakteru jako jsou dary, náklady vznikající nedodržováním stanovených

⁷EMAS je systém řízení z hlediska ochrany životního prostředí (EMS) používaný Evropským parlamentem v souladu s normami ISO 14001:2004 a nařízením EMAS (ES) č. 1221/2009.

Metoda minimalizace nákladů (Cost-minimisation analysis, CMA)

Metoda je obvykle používána k identifikaci nejnižších cen různých léčebných strategií a porovnává náklady tam, kde u dvou anebo více intervencí je dokázaná anebo předpokládaná ekvivalence jejich výsledků (důsledků).

Studie ceny onemocnění (Cost-of-illness, COI)

Studie zaměřující se spíše na ekonomické výsledky jednotlivých zdravotních stavů, než na výsledek léčby. Identifikuje a hodnotí přímé a nepřímé náklady na jednotlivá onemocnění v definované populaci, přičemž se aplikovaná ekonomická metodologie pokouší definovat v makroekonomickém pohledu všechny přiměřené náklady.

Metoda porovnávání nákladů a užitků (Cost-benefit-analysis, CBA)

Předpokladem použití této metody je vyjádření všech nákladů (vstupy) a užitků (důsledky) posuzovaných alternativ ve finančních jednotkách. To vyžaduje stanovit finanční hodnotu zdravotních výsledků pro možnost porovnávat varianty intervencí dávajících i značně odlišné výsledky.

Hlavním záměrem analýzy je poskytnout návod na nejvhodnější alokaci finančních zdrojů. Nedostatkem metody je zejména nejednoznačnost ve finančním ocenění výsledků. Zvláště problematické je stanovení finanční hodnoty statistického lidského života a skutečnost, že řada výsledků (benefitů), které se dají finančně vyjádřit jen velmi obtížně, může být touto metodou zcela ignorována.

Analýza efektivity nákladů (Cost-effectiveness analysis, CEA)

Metoda odstraňuje výše uvedené nedostatky metody CBA. Umožňuje vyjádření zdravotních výsledků (důsledků) v nepeněžních, „přirozených“ jednotkách, jako je počet zachráněných životů, ušetřené roky života, prevencí odvrácené případy atd.

Silnou stránkou této metody je skutečnost, že lidský život ani zdravotní výsledky nezakresluje jejich převedením na finance.

Metoda je vhodná pro porovnání velmi podobných alternativ zdravotních intervencí, které vedou k podobným výsledkům, anebo dosahují stejného cíle podobným způsobem.

Analýza prospěšnosti (užitečnosti) nákladů (Cost-utility analysis, CUA)

Významná metoda farmakoekonomie, využívající celou řadu systémů hodnocení roku života. Mezi nejčastější koncepty řadíme QALY (Quality Adjusted Life Years) - rok kvalitního lidského života, resp. DALY (Disability Adjusted Life Years) - rok života s různou mírou postižení, HYE (Health Year Equivalent), který vyjadřuje hodnotu zdravého roku života (např. v kapitole 6.3 zmiňované kontingenční metody).

Prospěšnost je založená na vnímané hodnotě výsledků v případě individuálního pacienta anebo společnosti bez ohledu na finanční faktory. Užitečnost resp. hodnotu života nadřazuje jeho délce a výsledky vyjadřuje formou kvality nebo preferencemi konzumenta ve zdravotní pomoci.

Hodnota QALY vyjadřuje roky života respondenta standardizované vzhledem k jeho kvalitě, resp. získané roky života vyvažované koeficientem kvality života. Ke každému roku života se přiřadí koeficient kvality podle toho, zda se jedná o život plnohodnotný, bez jakéhokoliv omezení (koeficient 1.0), anebo o život více či méně hodnotný v důsledku omezení vyvolaných chorobou (koeficient v intervalu mezi 0 až 1).

Jestliže člověk může po určité operaci žít dalších 5 let bez omezení, jeho život má hodnotu 5 QALY, pokud by podstoupil jinou, radikálnější operaci, přežije 10 let, ale za cenu snížení kvality života odpovídající koeficientu 0.4, jeho život má hodnotu 4 QALY. Z hlediska jednotlivce je racionální usilovat o takovou léčbu, která mu přinese nejvíc bodových jednotek QALY. Z hlediska racionálního rozdělení prostředků určených na zdravotnictví se však nabízí spíš volba takového léčebného postupu, který získá největší celkový počet QALY za určitou danou sumu peněz.

- Logické třídění nákladů – podle konkrétního chování jednotlivých nákladových položek. Tato metoda vyžaduje znalost konkrétních podmínek v podniku.

- Regresní a korelační analýza – na základě evidence o nákladech a objemech produkce. Metoda vyžaduje dostatečné množství informací, nelze ji tudíž použít u projektované výroby.

- Metoda dvou období – je založena na porovnání údajů ze dvou období, z nichž jedno představuje malý a druhé veliký objem výroby. Tato metoda je prakticky méně spolehlivá vzhledem k proměnlivosti ekonomických parametrů v čase (např. změna cen apod.) a tudíž i méně využitelná.

Náklady podle podnikových funkcí

Tento pohled do jisté míry koresponduje s členěním nákladů podle útvarů. Obecně lze v tomto směru rozlišit náklady:

- pořízovací,
- skladování,
- výrobní,
- správní,
- odbytové ad.

Nákladové ukazatele ve vztahu k produkci

Graficky je trend vývoje jednotlivých druhů nákladů v závislosti na množství produkce zobrazen na následujícím obrázku, zobrazovaném v řadě ekonomických učebnic (obrázek 3.4, převzat z [19]).

- Celkové náklady (TC) jsou dány součtem fixních (FC) a variabilních (VC) nákladů. Při nulovém objemu výroby představují fixní náklady hodnotu celkových nákladů.

$$TC = VC + FC \quad (3.2)$$

- Mezní (marginální) náklady (MC) představují dodatečné náklady na výrobu každé další jedné jednotky výstupu (ΔQ). Klesající část křivky mezních nákladů odráží skutečnost, že rozsah výroby je zatím nedostatečný, rostoucí trend je naopak známkou přetěžování kapacit nebo použití neefektivních kapacit.

$$MC = \frac{\Delta TC}{\Delta Q} \quad (3.3)$$

- Průměrné (jednotkové) náklady (AC) jsou náklady na jednotku produkce.

$$AC = \frac{TC}{Q} \quad (3.4)$$

Průměrné náklady bývají jednoduchým měřítkem hospodárnosti dané aktivity. Jsou statistickou veličinou a jsou vhodné pro běžné řízení nákladů v rámci manažerského řízení operativního a taktického. Jako podklad pro strategické manažerské rozhodování však nepostačují.

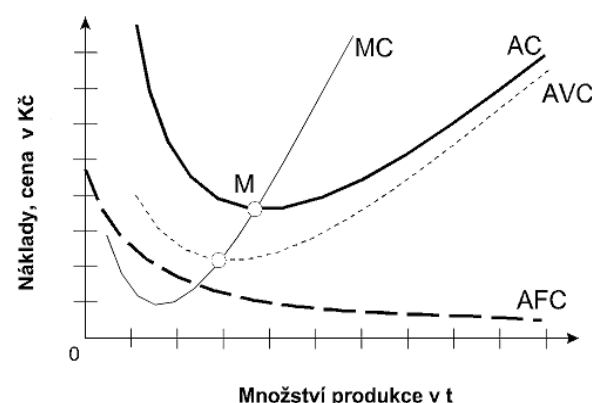
- Průměrné variabilní náklady (AVC) získáme jako podíl variabilních nákladů a objemu produkce.

$$AVC = \frac{VC}{Q} \quad (3.5)$$

- Průměrné fixní náklady (*AFC*) získáme jako podíl fixních nákladů a objemu výstupu. Pokud jsou fixní náklady konstantní, s růstem produkce dostaneme klesající hodnotu podílu (viz klesající křivku tvaru hyperboly).

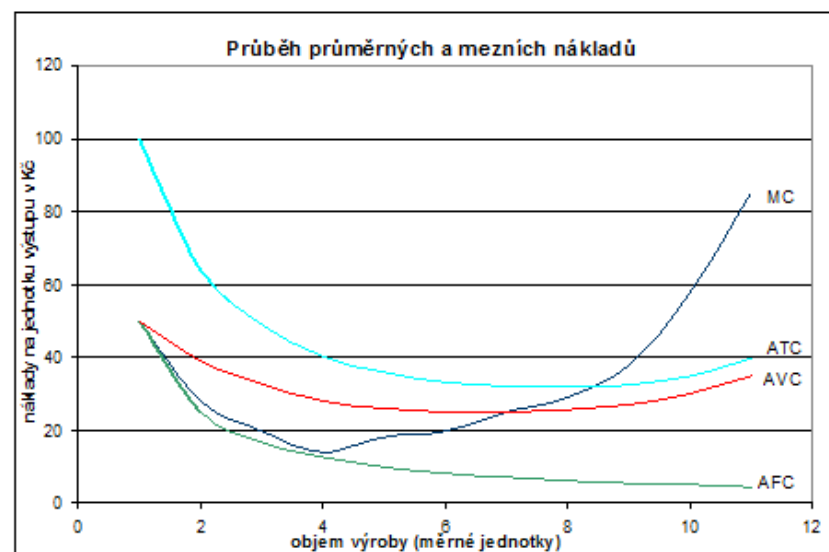
$$AFC = \frac{FC}{Q} \quad (3.6)$$

Průsečík křivky jednotkových nákladů a marginálních nákladů (bod M) – je bodem vyznačujícím minimální hodnotu jednotkových nákladů a tedy minimální hodnotu nákladové ceny produkce. Při vyšší produkci nákladová cena stoupá, což znamená, že celkový ekonomický efekt produkce se snižuje. Sledování reálných hodnot marginálních a jednotkových nákladů je proto důležitým momentem řízení efektivnosti produkce.



Obrázek 3.4: Graf trendu jednotkových nákladů podle množství produkce

Konkrétní reálnou situaci průběhu jednotkových, variabilních, fixních a marginálních nákladů technologického procesu dokumentuje obrázek 3.5.



Obrázek 3.5: Průběh průměrných a mezních nákladů konkrétní reálné produkce

Metoda ztracené spotřeby (ztráta příjmu)

Na základě údajů ze statistiky rodinných účtů Českého statistického úřadu je odvozeno vážené čisté vydání domácností. V roce 2004 činily čisté výdaje domácnosti cca 232 300 Kč, přičemž čisté příjmy dosáhly přes 252 600 Kč. Čisté výdaje připadající na 1 člena domácnosti přitom činily v roce 2004 téměř 106 000 Kč, čisté příjmy kolem 113 700 Kč.

Pro osobu s průměrnou délkou dožití u muže 73 let a u ženy 79 let (průměrná délka dožití při narození v ČR 2004), činí hodnota statistického života vypočtená na základě metody ztracené spotřeby 7,8 mil. Kč resp. 8,5 mil. Kč. [9]

Metoda ExternE (výpočet hodnoty ztraceného roku života)

Metoda ExternE při oceňování dopadů na úmrtnost, akutní i chronickou mortalitu, preferuje použití konceptu hodnoty ztráty roku života (Value of life year – VOLY)⁶, než hodnoty statistického života.

V České republice byl proveden výzkum v oblasti ochoty platit za snížení rizika úmrtí v průběhu roku 2004. Následující hodnoty se týkají výzkumu snížení rizika úmrtí na kardiovaskulární a respirační choroby.

Na základě tohoto přístupu dostaneme mediánovou hodnotu VOLY pro ČR ve výši 18 220 € (0 %) a 25 850 € (3 %), průměrná hodnota VOLY činí 28 450 € (0 %) a 40 360 € (3 %). [9]

Metoda preventivního chování

Metoda preventivního chování je založena na ochotě platit za snížení rizika (bezpečnost práce). Cílem je stanovení průměrných nákladů na jeden případ poškození zdraví. Zjišťuje:

- průměrné náklady a ztráty vyvolané jedním pracovním úrazem,
- průměrné náklady a ztráty vyvolané jedním smrtelným pracovním úrazem,
- průměrné ztráty a náklady způsobené jednou nemocí z povolání.

Metoda byla aplikována ve vybraných státech EU. Náklady se vždy vztahují k HDP vyprodukovanému v daném státě. Údaje o jejich podílu na HDP vlivem rozdílných metod se v jednotlivých státech liší (např. Finsko –3 %, Švédsko 4 %, Francie 3,8 %). [9]

6.4.7 Metody oceňování zdravotní újmy

Dle US EPA [5] se na lidském zdraví významnou měrou podílí životní prostředí. Snahou je tento vliv využívat a regulovat ho vhodnými a prospěšnými opatřeními. Životní prostředí se však projevuje i celou škálou zdravotních poškození s různým trváním. Proto veškerá regulační opatření musí být posuzována z hlediska zdravotních poškození plynoucích z alternativních scénářů (komparativní hodnocení rizika nebo hodnocení životního cyklu), nákladů na regulaci (cost-benefit analýza), případně také z hlediska vlivu na ekosystém a využívané zdroje (hodnocení životního cyklu). Proto jsou pro ekonomické hodnocení vlivu životního prostředí na lidské zdraví obecně využívány metriky zdravotního stavu, které dokáží klasifikovat míru poškození zdraví a tím podpořit úroveň hodnocení zdravotních rizik.

Tyto metriky jsou přebírány z medicínských oborů, protože jde o oblast, ve které je otázka efektivity vynaložených prostředků s ohledem na dosažený prospěch pro zdraví lidí základním, i když někdy zakrývaným prvkem rozhodování. Ekonomická stránka je také často spojena s jinými rozhodovacími procesy a s etickou a sociální stránkou problému. V následujícím textu je podán přehled metod používaných (resp. diskutovaných) ve farmakoterapii, přičemž jsme vycházeli z nedávných studií prováděných v podmínkách České republiky.

⁶VOLY tak činí ze statického ukazatele VSL dynamický – poměřuje změnu rizika v čase.

6.4.5 Principy hodnocení lidského života a zdraví

Objektivně cenu lidského života a zdraví stanovit nelze. Ekonomické vyjádření ztráty života nebo zdravotní újmy při hodnocení intervencí s dopadem na zdraví obyvatel by mělo zahrnovat ztrátu podílu na vytváření společenského produktu, vynaložené náklady na lékařskou péči, léky a zdravotní pomůcky, náhrady škod postiženým či pozůstalým plynoucí ze zákona nebo z komerčního pojištění, ale také případné výdaje na policejní vyšetřování a činnost soudů. Mimo zůstávají subjektivní pocity ztráty blízkého člověka, snížení pracovního a společenského uplatnění a bolest.

Nabízejí se různé přístupy, vycházející z makroekonomických úvah o podílu jednotlivce na tvorbě národního důchodu, z hodnocení pojistných událostí, ze statistik o nákladech na léčení akutních i chronických následků zátěží ŽP, z údajů o sociálních dávkách a zákonných nákladech na péči o postižené osoby. Kromě toho lze uvážit i řadu dalších faktorů.

Je možno konstatovat, že hodnocení smrtelných následků je relativně jednodušší vzhledem k jednoznačnosti výsledku a k lépe propracovaným metodám pravděpodobnosti fatálních následků v rámci individuálního rizika. Zdravotní dopady jsou totiž velmi rozmanité – od krátkodobé pracovní neschopnosti až po trvalou invaliditu. Je nutná kategorizace typů poškození a diagnóz, problematické je však spojení příslušné kategorie s expoziční dávkou konkrétní škodliviny. Expoziční scénáře musí zahrnovat možné cesty vstupu škodlivých látek do organismu. V některých případech je nutno specifikovat i zasažené orgány lidského těla jednotlivými látkami (např. ingesce nebezpečné látky a její působení na jednotlivé orgány trávicího traktu).

Ekonomické hodnocení dopadů akutních i chronických zátěží ŽP na obyvatelstvo je důležitou složkou hodnocení společenského rizika. Cíl výzkumu v tomto směru spočívá hlavně ve výběru vhodných metodických postupů, ale také ve stanovení nákladů, které se váží na konkrétní kategorii poškození. V dalším textu jsou uvedeny některé z postupů ocenění lidského života.

6.4.6 Metody ocenění lidského života

Koncept hodnoty statistického života

Tento koncept v zahraniční literatuře zmiňovaný jako Value of statistical life (VSL) oceňuje hodnotu rizika zdravotních poškození, která společnost podstupuje⁵. Hodnota je převáděna do peněžních jednotek níže uvedenými metodami.

Metoda ztracené produkce (ztráta produktivity)

Makroekonomická produktivita práce je dána jako hrubý domácí produkt na jednoho zaměstnance (v roce 2004 kolem 702,6 tis. Kč, respektive 23 400 €).

Hodnota ztráty produkce závisí dále na několika faktorech:

- použité diskontní míry, případně i diskontní metody,
- počet let ztraceného života, respektive produkce,
- změna produktivity v čase.

Hodnota statistického života (VSL – na základě údajů 2004) vypočítaná metodou ztracené produkce činí pro 30-letého zaměstnance téměř 10 mil. Kč (diskontní míra = 3 %), pro 50-letého méně než 4 mil. Kč (3 %). [9]

⁵Hodnotu jednoho statistického života pro 1000-člennou populaci představuje pro potřeby těchto úloh takové opatření/technologie, které sníží riziko úmrtí z hodnoty 4:1000 na 3:1000.

Další kategorie nákladů

- Oportunitní (alternativní) náklady – představují ušlý výnos, tj. částku peněz, která je ztracena, když zdroje (práce, kapitál) nejsou použity nejlepší možnou alternativou, protože tato nebyla realizována.
- Relevantní náklady – týkají se určitého rozhodnutí, jsou s tímto rozhodnutím spojeny a rozhodnutí ovlivňují (např. při výběru jedné z navrhovaných technologických variant). Ostatní náklady považujeme za irelevantní.

3.6.2 Převod údajů účetní evidence do nákladového modelu

Pro potřeby konstrukce nákladového modelu je nejdůležitější členění nákladů na proměnné a fixní. Proměnné náklady závisí na některém provozním nebo technologickém parametru. Fixní náklady nejsou na provozních parametrech závislé vůbec, anebo jen v malé míře. Podle toho lze rozlišit fixní náklady podmíněné, závislé na využívání provozní kapacity (např. náklady pro plné a částečné využití výrobního zařízení se mohou lišit) a fixní náklady konstantní pro zvolený stupeň využití výrobního potenciálu (odpisy hmotného dlouhodobého majetku).

Při dělení nákladových položek na proměnné a fixní je třeba sledovat hledisko rozsahu a časového horizontu modelovaného procesu. V modelu pro analyzovaný proces budou zastoupeny vždy pouze ty náklady, které jsou tímto procesem ovlivněny a které se bezprostředně podílejí na jeho efektivnosti (náklady relevantní). Modely dílčích (lokálních) procesů vyžadují větší podrobnost členění dat a závislostí, počet položek proměnných nákladů je zpravidla menší. U globálních úloh většího rozsahu, kde by sledování velkého počtu málo významných parametrů snižovalo přehlednost modelu a bylo by spíše na závalu, je výčet jednotlivých typů nákladů užší a při tvorbě struktury nákladového modelu nezacházíme do podrobnějšího členění. Pro vyšší úroveň řízení může být tedy rozlišení položek fixních a proměnných nákladů odlišné od úrovně nižší.

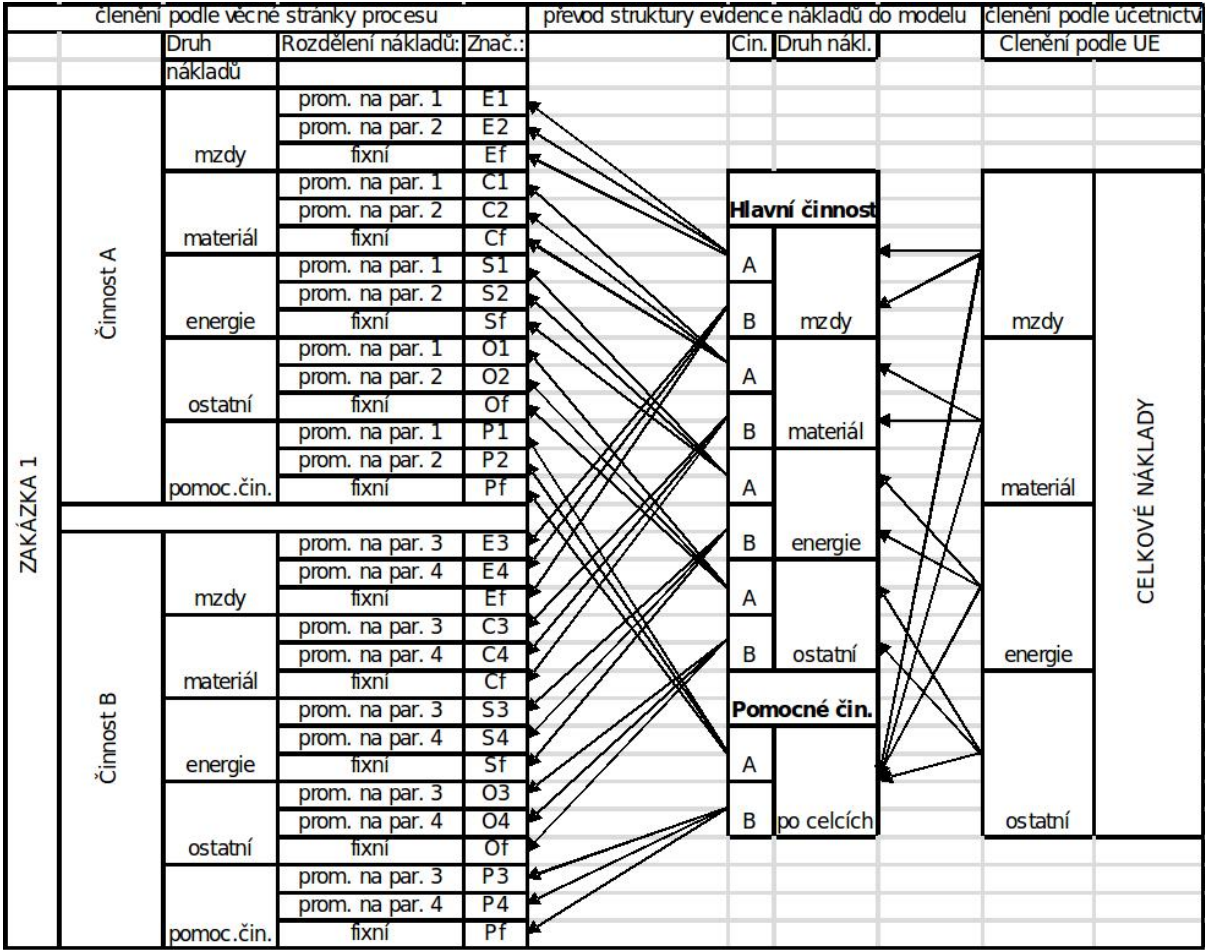
Ani informace z účetnictví však není možno využít přímo a tedy i v případech realizovaných procesů se nevyhneme nutné úpravě účetních údajů tak, abychom vyjádřili podstatu a zajistili flexibilitu modelovaného procesu.

Příklad jednotlivých skupin údajů, potřebných pro převod účetních údajů na údaje použitelné pro modelování, je uveden na obrázku 3.6. Jedná se pouze o zjednodušené schéma, zjišťovaných údajů v reálném procesu je podstatně více a v podrobnějším členění. Schéma znázorňuje zjednodušenou formou strukturu účetní evidence pro konkrétní jedinou zakázku a jediné středisko provozující 1 hlavní a 1 vedlejší činnost, s věcným rozlišením nákladů na mzdy, materiál, energie a ostatní. Levá část schématu představuje zjednodušenou strukturu nákladového modelu s rozlišením nákladů na proměnné a fixní pro každý věcný nákladový druh. Model dále rozlišuje 2 druhy proměnných nákladů, závislých na dvou rozdílných parametrech. Ty mohou představovat např. intenzitu (objem zpracovávaného média za časovou jednotku) a kvalitu (proměnlivá kvalita zpracovávaného média) modelovaného procesu. K alespoň částečnému odstranění vlivu změny cen a zjištění skutečných závislostí hodnoty nákladů na výši spotřeby, jsou v tomto případě u energií a materiálu sledovány spotřeby ve fyzických jednotkách. Při kalkulaci nákladů zde vycházíme z měrných spotřeb těchto komodit na uvažovanou jednici zvoleného technologického parametru (např. spotřeba na jednotku objemu, spotřeba v závislosti na kvalitativních parametrech zpracovávaného média).

Obecně tedy platí, že ekonomický model sestavovaný pro potřeby technologicko – ekonomického modelování:

- vykazuje těsnou návaznost na technologickou podstatu modelovaného procesu,
- zahrnuje pouze tu část nákladů, která bezprostředně souvisí s analyzovanou činností (relevantní náklady),

- členění nákladů na fixní a proměnné není a priori určeno, ale souvisí s věcnou podstatou hodnoceného procesu,
- k zajištění těsné návaznosti na technologický proces je nutno proměnné náklady v maximální míře odvozovat od měrných spotřeb vstupujících komodit.



Obrázek 3.6: Schéma postupu členění nákladů při sestavení ekonomického modelu

3.7 Kritéria posuzování výsledků technologicko-ekonomického modelu

Volba kritéria posouzení ekonomické efektivity technologických procesů není jednoznačná. Vzhledem ke specifickým vlastnostem každého z procesů a jejich charakteru je třeba volit ekonomické charakteristiky tak, aby dosažené výsledky posuzovaných technologických alternativ byly srovnatelné.

Vhodnými kritérii pro posouzení ekonomického efektu technologického procesu mohou být:

- celkové náklady,
- celkový zisk,
- jednotkové náklady,

2. Individuální ohodnocení konkrétního biotopu – úprava předchozí hodnoty pomocí koeficientu - výsledkem je relativní hodnota biotopu v konkrétním místě a čase.

Na lokalitě jsou sledovány tyto ukazatele:

- nepřítomnost některých indikačních druhů,
- přítomnost některých indikačních druhů – předcházejících nebo navazujících druhů biotopů,
- přítomnost a kvantita expanzních druhů (geograficky původních),
- přítomnost a kvantita invazních druhů (geograficky nepůvodních).

3. Peněžní ohodnocení – převedení relativní hodnoty do konkrétní peněžní formy.

Hodnota jednoho bodu byla zjištěna pomocí sledování nákladů revitalizačních akcí. Za tímto účelem bylo vyhodnoceno celkem 59 konkrétních revitalizačních akcí z různých míst ČR, při kterých byla zásahem do přírody a krajiny zvýšena ekologická hodnota daného území. U každé akce byl zjišťován bodový rozdíl mezi ekologickými hodnotami před a po zásahu. Peněžní hodnota jednoho bodu byla získána podílem celkových nákladů na revitalizaci a celkového bodového rozdílu. Průměrná bodová hodnota byla zjištěna jako vážený průměr hodnoty bodu jednotlivých akcí, kdy váhou akce byla její nákladnost. Z tohoto projektu vyšla výsledná hodnota jednoho bodu 12,36 Kč/m².

6.4.4 Hodnocení funkcí a služeb ekosystému

Novější alternativou k výše zmíněné Hesenské metodě je hodnocení funkcí a služeb ekosystému⁴ v tržních cenách zástupných technologií. Pro každý ekosystém jsou definovány specifické kategorie funkcí a služeb, které jsou přínosem kvality životního prostředí. Např. ovzduší a vody poskytují následující možné služby:

- zmírňování sucha a záplav,
- vytváření a ochrana půd a obnova jejich živnosti,
- detoxikace a rozklad odpadů,
- opylení zemědělských plodin a přírodní vegetace,
- rozptyl semen,
- cyklus a rozmístění živin,
- kontrola nad škůdci,
- ochrana břehů před erozí a vlnami,
- ochrana před UV zářením,
- podíl na stabilizaci klimatu,
- zmírňování extrémů počasí a jejich následků,
- poskytování estetických prožitků, krás a intelektuální stimulace.

Převod služeb ekosystému na finanční částky byl proveden metodami vycházejícími převážně z nákladových funkcí hodnocením rozdílů poskytovaných služeb ekosystémem při rozdílné úrovni jeho kvality (např. náklady na umělá hnojiva pro zachování úrodnosti apod.) [13].

⁴Ekosystémy – jsou termodynamicky otevřené systémy, které přijímají a ztrácejí energii a cyklují vodu a látky.

- Internalizace škod na ŽP: Internalizace nákladů je proces státních zásahů, jimiž jsou náklady výrobců navyšovány ve smyslu kompenzace externích nákladů. Cílem racionální internalizace škod je omezení zátěže ŽP a kompenzace škod způsobených znečištěním nebo poškozením ŽP. Uplatňovanými cestami internalizace jsou:
 - daně, poplatky, dotace, vyjednávání,
 - posilování odpovědnosti (stimuly ke snížení resp. změnám orientace aktivity, stimuly ke kompenzaci škod).

6.4.3 Hesenská metoda kvantifikace ekologické újmy na životním prostředí

Hesenskou metodu hodnocení ocenění biotopů najdeme v [12]. Vychází z definice ekosystému, uvedené v zákoně č. 17/1992 Sb. o životním prostředí, kde je ekologická újma definována jako „ztráta nebo oslabení přirozených funkcí ekosystému“.

Funkcemi ekosystému rozumíme jejich schopnost:

- být zásobárnou přírodních zdrojů,
- asimilovat odpady lidské činnosti,
- sloužit jako systém podpory života na Zemi,
- estetického působení jako přírodních krajinných statků.

V roce 2000 byla Bílou knihou o environmentální odpovědnosti za škody na životním prostředí [27] doporučena metoda peněžního hodnocení biotopů. V ČR byla tato metoda řešena kolektivem při Českém ekologickém ústavu.

Podstatou ocenění biotopů je rozdělení celého území na množinu typů biotopů a jejich bodové ohodnocení podle několika vybraných ekologických charakteristik. Tím byla získána informace o relativní ekologické významnosti jednotlivých typů biotopů. Významnost jednotlivých typů biotopů byla následně vyjádřena v peněžních jednotkách. Ocenění biotopů v ČR podle hesenské metody proběhlo ve třech krocích.

1. Typologické hodnocení – výsledkem jsou relativní bodové hodnoty typů biotopů na území ČR. Bodová hodnota biotopu byla získána z hodnocení osmi ekologických a ekonomických charakteristik (počet bodů 1-6), které vyjadřují:
 - Z* zralost biotopu,
 - P* přirozenost biotopu,
 - DS* diverzitu struktur biotopu,
 - DD* diverzitu druhů biotopu,
 - VB* vzácnost biotopu,
 - VD* vzácnost druhů biotopu,
 - CB* citlivost (zranitelnost) biotopu,
 - OB* ohrožení množství a kvality biotopu.

Hodnota biotopu (základní hodnota v % z maximální hodnoty) je určena vztahem:

$$HB = \frac{(Z + P + DS + DD) \cdot (VB + VD + CB + OB)}{576} \cdot 100. \tag{6.3}$$

Číslo 576 představuje maximálně možný počet bodů, které lze získat. Takto získaná bodová hodnota biotopu představuje jeho relativní ekologickou hodnotu vzhledem k ostatním biotopům. (Popis původního hesenského seznamu biotopů a aplikaci na území ČR lze nalézt na adrese Českého ekologického ústavu <http://gis.ceu.cz/mapa>).

- marginální náklady,
- environmentální náklady,
- náklady životního cyklu,
- standardní ukazatele ekonomické efektivity ad.

Všechny tyto ukazatele lze rovněž použít jako kritéria úspěšnosti a charakteristiky následku modelovaných alternativ technologického procesu.

3.7.1 Celkové náklady

Celkové náklady vynaložené na sledovaný proces jsou v každém případě základním výsledkem ekonomického modelu. V případě porovnávání jednotlivých technologických alternativ technologických procesů se však často dostáváme do situace, kdy délka trvání, průběh i dosažený technologický efekt posuzovaných alternativ není srovnatelný. V takovémto případě nelze k porovnání technologických variant ukazatel celkových nákladů použít. Prvořadým předpokladem použití ukazatele celkových nákladů jako kritéria posouzení efektivity technologických alternativ je tedy zajištění srovnatelné úrovně dosaženého technologického výsledku.

Příkladem použití ukazatele celkových nákladů při posuzování alternativ může být úloha vyhodnocení výsledného efektu uvažovaných technologických variant sanace oblasti ložiska Stráž po chemické těžbě uranu. Ukončení sanačního procesu bylo definováno dosažením zadané úrovně zbytkové kontaminace v podzemí. Technologické alternativy sanačního procesu byly zpracovány pomocí simulačních modelů s průběžným vyhodnocením vývoje kontaminace v podzemí až do období splnění požadovaného stupně vyčištění oblasti. Ekonomický efekt technologických variant sanace lze v tomto případě vyjádřit hodnotou celkových dosažených nákladů.

Ekonomický model výpočtu nákladů sledoval technologický model sanace ve všech potřebných detailech. Celkové náklady sanace byly získány jako součet nákladů všech dílčích činností, tj. provozních nákladů všech zúčastněných technických a technologických zařízení po celou dobu trvání sanace podle jednotlivých technologických alternativ, až k období splnění zadané úrovně cílových parametrů sanace. Výsledek modelování dokumentuje graf vývoje celkových nákladů sanace podle vybraných technologických alternativ (obrázek 3.7). Měrnou jednotkou vyjádření celkových nákladů je zvolená peněžní jednotka (*pj*).

Je zřejmé, že zájmovou skupinu tvoří technologické alternativy sanace s nejnižší úrovní celkových nákladů k okamžiku splnění stanoveného cílového parametru sanace.

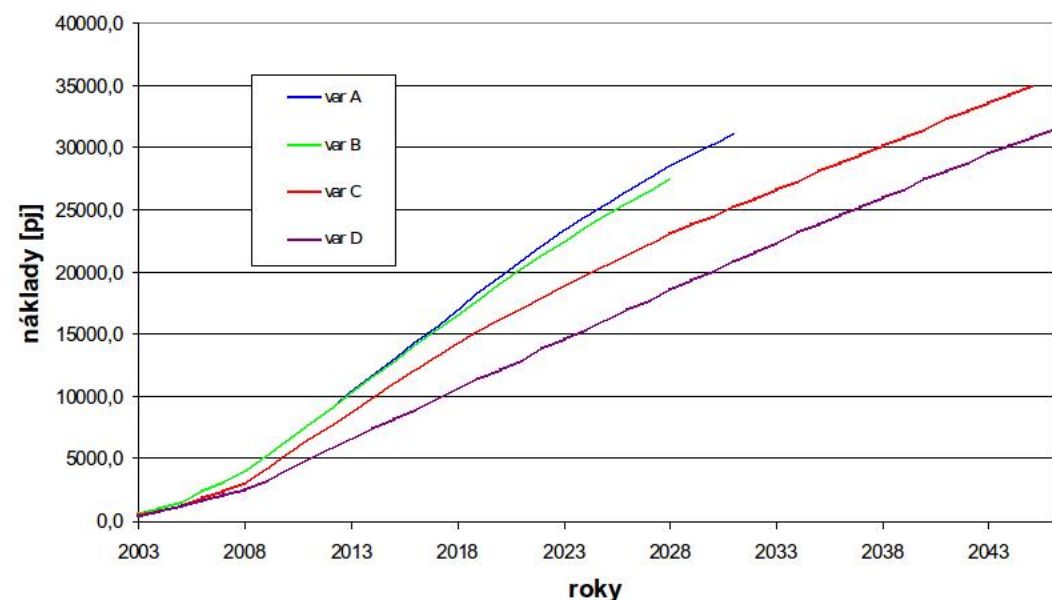
3.7.2 Celkový zisk

Výsledkem činnosti podniku jsou výrobky nebo služby. Peněžním oceněním realizovaných výrobků a služeb za určité období jsou výnosy podniku. Hlavní výnosy podniku tvoří tržby za prodej výrobků a služeb. Platí vztah:

$$T = \sum p_i \cdot q_i, \tag{3.7}$$

kde T jsou tržby podniku,
 p_i cena i-tého druhu výrobku,
 q_i objem prodeje i-tého výrobku.

Zásadní snahou podnikání je maximalizace tržeb, tj. maximalizace jednotlivých složek tržby – objemu realizovaného prodeje i ceny výrobků. V podmínkách tržního hospodářství jsou ceny produktem



Obrázek 3.7: Graf vývoje celkových nákladů modelovaných alternativ sanace

trhu, tj. vnějších ekonomických podmínek, které podnik zpravidla nemůže ovlivnit (pokud nezaujímá monopolní postavení). Pro podnik je ale žádoucí, aby v realizované produkci uplatnil jím vynaložené náklady, tj. aby jeho výnosy byly vyšší než tyto náklady. Rozdíl mezi výnosy a náklady podniku za určité období tvoří hospodářský výsledek podniku. Pokud jsou výnosy vyšší než náklady, realizuje podnik zisk, v opačném případě tvoří ztrátu. Základním motivem podnikání je zisk a jeho maximalizace je cílem podnikání.

Účetním podkladem výpočtu zisku podniku za účetní období je výkaz zisku a ztráty. Je výkazem o všech nákladech a výnosech, které v příslušném časovém období v podniku vznikly. Jejich porovnáním zjistí uje podnik svůj hospodářský výsledek.

Růst zisku je zajištěn růstem výnosů a tržeb a snižováním nákladů, jak vyplývá ze vztahu:

$$Z = T - TC = p \cdot Q - (FC + v \cdot Q), \quad (3.8)$$

kde Z je zisk,
 p cena výrobku,
 FC fixní náklady,
 v variabilní náklady,
 Q množství produkce.

Tato rovnice je základem řady podnikatelských rozhodování, v nichž jako základní faktory možného rizika figurují cena produktu, náklady produkce i objem realizované produkce/výkonu. Realizovaná cena produktu je, jak již bylo řečeno, ovlivněna převážně vnějšími podmínkami a vztahem mezi nabídkou a poptávkou po daném produktu. Minimalizace nákladů je do značné míry otázkou efektivního hospodaření podniku a zabývala se jí předchozí kapitola. Jako hlavní faktor nejistoty zde vystupuje množství realizované produkce, které souvisí s rozhodováním o objemu produkce. Souhrnně je tento problém označen jako analýza bodu zvratu resp. jako analýza nákladů, objemu výkonu a zisku.

6.4 Ekonomické vyjádření dopadů ekologických škod

Ekonomické hodnocení se vždy vztahuje ke konkrétnímu subjektu – příjemci rizika, nikoliv k danému riziku nebo vzniklé škodě jako celku. Příjemce škody a původce škody není vždy shodný. Nedostatečné vymezení právní zodpovědnosti za škody vytváří tak prostor pro neefektivní alokaci nákladů a vznik tzv. externalit³. Následná typologie škod obsahuje veškeré dopady bez ohledu na přiřazení k jednotlivým subjektům.

6.4.1 Typy ekologických škod

1. Škody způsobené přímo na environmentálních statcích:
 - Snížení mimoprodukčních funkcí lesa, zemědělské krajiny.
 - Narušení složek ŽP (znečištění ovzduší, povrchových a podzemních vod, půdy, znehodnocování horninového prostředí, biosféry, poškození krajinného reliéfu).
 - Narušení (ohrožení) ekosystémů v závislosti na rozsahu působení (lokální, regionální, národní, globální ohrožení).
2. Škody jako důsledek poškození environmentálních statků:
 - Poškození lidí: ohrožení života, nemocnost, úrazy, trvalá poškození.
 - Poškození materiálních hodnot: budovy, konstrukce, umělecká díla, historické objekty, produkce dřeva v lesích, zemědělská produkce, komerční rybné hospodářství, zásoby pitné vody ad.
 - Vliv na podnikatelské příležitosti: omezení cestovního ruchu, nárůst nákladů v průmyslu.
 - Vliv na nemateriální hodnoty: omezení estetického vnímání krajiny, snížení neúžitné hodnoty ŽP.

6.4.2 Problémy oceňování škod na životním prostředí

Základní princip vyjádření ekologických škod je podrobně popsán např. v [8]. Vychází z kategorizace škod a je zpracován pro jednotlivé složky ŽP, na kterých se projeví. Problematickou stránkou oceňování zůstává kvantifikace neúžitné hodnoty životního prostředí a jeho jednotlivých složek (obrázek 6.6).

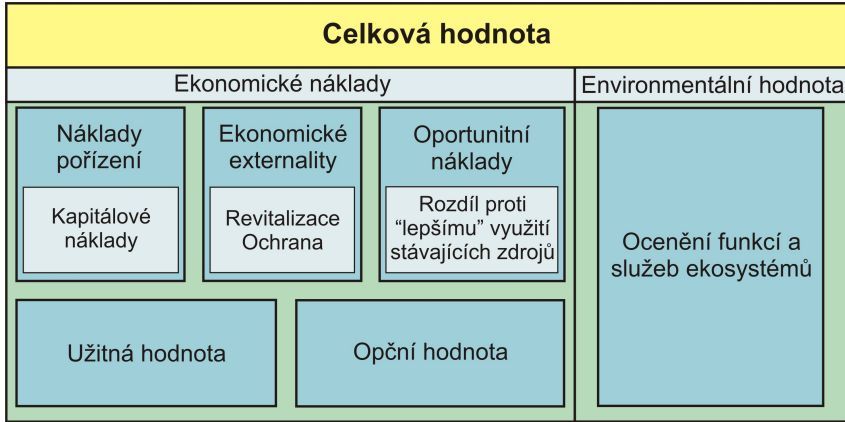
Proces oceňování škod přináší specifické problémy:

- Duplicity: Při kvantifikaci škod je třeba zabránit duplicitám při započítávání působení různých skupin činitelů. Proto finálním východiskem kvantifikace by mělo být posuzování škody na objektu újmy (konečný příjemce), nikoliv posuzování škody z pohledu složky ŽP nebo původce škody.
- Zohlednění synergických efektů: Jedná se o efekty, kdy současné působení dvou nebo více vlivů je vyšší, než je pouhý součet očekávaných jednotlivých impaktů, které by působily osamoceně. Zatím však nejsou dostatečně prozkoumány procesy přeměny jednotlivých polutantů na sekundární škodliviny, ani vztahy mezi expozicí a reakcí, ani vliv chronického a akutního působení dávek.

³Externalita - označení pro vnější účinek činnosti, tj. tu část dopadů činnosti, kterou nese (konzumuje) někdo jiný než její původce. Příkladem negativních externalit je např. znečištění životního prostředí způsobené ekonomickou aktivitou; příkladem pozitivní externality je např. vzdělání nebo mimoprodukční užitečné funkce lesů.

Pojem neúžitné hodnoty je podstatně komplikovanější – do ekonomie byl převzat z filozofie. Nejsrozumitelnější je interpretace neúžitné hodnoty jako hodnoty, která není spojena se spotřebitelským využíváním daného zdroje (filantropická hodnota – zachovat statek pro jiné, intergenerační hodnota – hodnota odkazu, existenční hodnota – nezávislá na vůli člověka).

Schéma složek ekonomické hodnoty environmentálního statku uvádí obrázek 6.6.



Obrázek 6.6: Obecné principy odvození ekonomické hodnoty přírodního statku

Hlavní přístupy k oceňování environmentálních statků:

- tržní ceny (vyjádření fyzických dopadů environmentálních změn),
- vyjádření preferencí (zohlednění postoje lidí k environmentálním preferencím),
- vypořádané preference (odvození ze skutečného chování lidí).

Tržní ocenění fyzických dopadů

Metoda tržního ocenění fyzických dopadů vychází z hodnocení fyzických změn složek ŽP při jejich vystavení či nevystavení těmto dopadům.

- Metoda dávka/odpověď – provádí odhad fyzických dopadů environmentálních změn na zvoleném indikátoru (vyhodnocení vlivu kyselých dešťů na velikost úrody).
- Metoda lidského kapitálu – provádí odhad dopadů prostřednictvím poškození lidského zdraví (vyhodnocení nákladů spojených se zhoršením zdravotního stavu obyvatelstva).

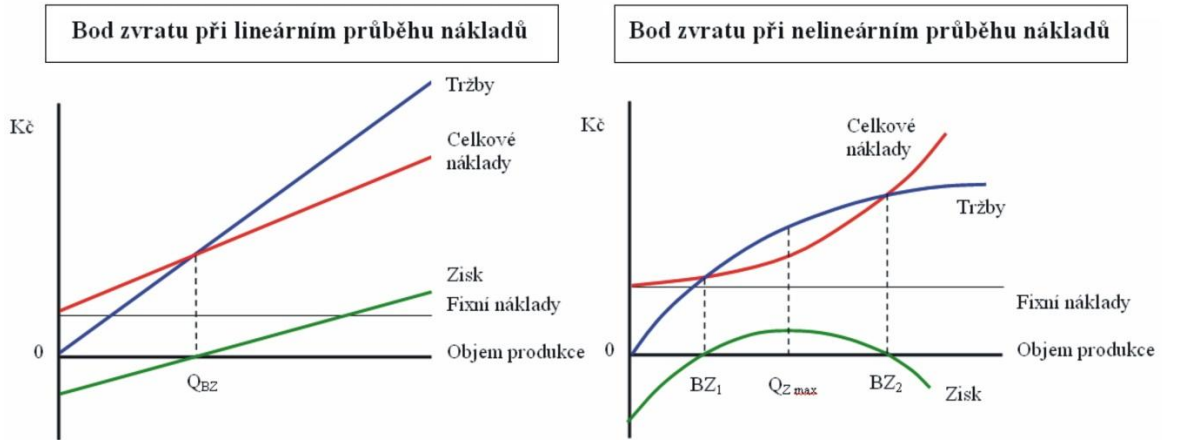
Metody vyhodnocení preferencí

- Metoda hédonického oceňování – souvisí s tržním oceněním (např. kvantifikace ekologických škod na základě vyhodnocení rozdílů cen nemovitostí v čistém a znečištěném prostředí).
- Metoda cestovních nákladů – je odrazem skutečného chování lidí (na základě vynaložených cestovních nákladů lze odhadnout ochotu lidí platit).
- Kontingenční metody – vhodně sestavené dotazníky cílené na ochotu respondentů platit za zachování environmentální hodnoty. Nevýhodnou je hypotetická podstata hodnocení a související informační, metodické aj. zkreslení skutečnosti.

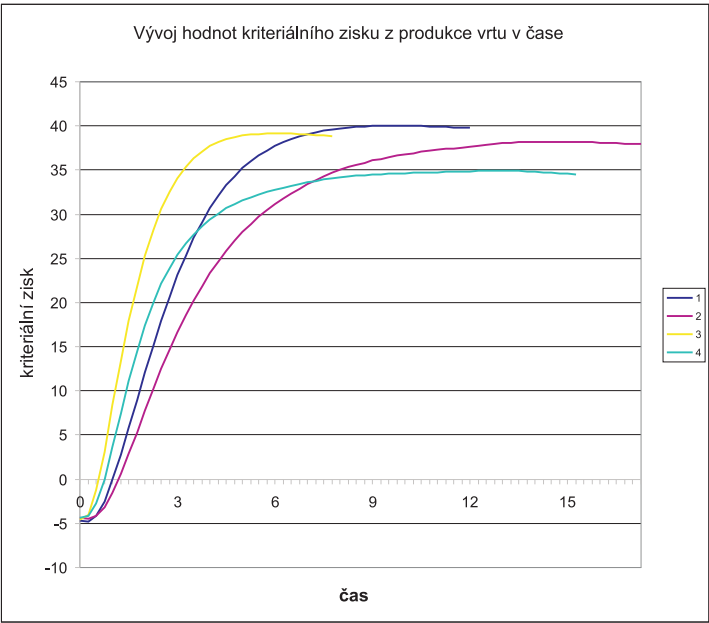
V poslední době se prosazují metody oceňování životního prostředí z územního aspektu. Hesenská metoda – bere v úvahu ekologickou kvalitu biotopů v kombinaci se skutečnými náklady na revitalizaci a vykonaná kompenzační opatření.

Vztahy mezi těmito veličinami dokumentuje obrázek 3.8 (převzat z [28]). Osa x představuje objem produkce, osa y ekonomické parametry ve finančních jednotkách (tržby, náklady a zisk). Křivka tržeb začíná v bodě 0 a roste se zvyšováním produkce. Křivka nákladů má počátek na úrovni fixních nákladů, které jsou vynaloženy i při nulové produkci. Průsečík křivek celkových nákladů a tržeb představuje tzv. bod zvratu. Odpovídá objemu produkce, při kterém se celkové tržby rovnají celkovým nákladům – při vyšší než bodu zvratu odpovídající produkci je realizován zisk a podnik přestává být ztrátový.

Nelineární průběh nákladů a tržeb zobrazuje realističtější pohled na celou problematiku. Je zřejmé, že se zvyšující se nabídkou při růstu objemu produkce se snižuje poptávka, cena produkce klesá a trend růstu tržeb se zpomaluje. Opačný trend platí pro náklady, jejichž nárůst se při stálém zvyšování produkce zrychluje. V reálných podmínkách tedy rozlišíme dva body zvratu, které nám vymezují objem produkce, přinášející zisk. Optimální výše produkce pak odpovídá bodu dosažení maximálního zisku.



Obrázek 3.8: Bod zvratu při lineárním a nelineárním průběhu nákladů



Obrázek 3.9: Závislost kritériálního zisku na zvoleném technologickém režimu

Analýza bodu zvratu s odvozením objemu produkce maximalizujícím zisk je jedním z hlavních úkolů podnikového managementu. Podkladem analýzy jsou opět technologicko-ekonomické modely s výpočtem hodnoty zisku pro alternativy rozsahu resp. způsobu vedení technologického procesu s uvažováním všech rizikových faktorů. Pro každou technologickou variantu je dopočítána hodnota nákladů a výše zisku pro zadanou cenu možné realizace produkce. Výsledkem analýzy je určení optimální technologické varianty, resp. vyloučení méně efektivních variant.

Pro ilustraci je zde uveden příklad výsledků analýzy hodnoty zisku v závislosti na výši produkce uranu chemickou těžbou (obrázek 3.9).

Produkce je zde určena alternativami režimů dávkování kyseliny a intenzity cirkulace s dobou trvání vtlačení kyseliny do vybraného vrtu. Každý vrt je charakterizován aktuálními parametry odhadu úrovně kovatosti čerpaných roztoků, z nichž lze dopočítat pomocí stanoveného matematického aparátu a ze zadaných parametrů technologického režimu teoretickou výši produkce. Odhad produkce je v odvětvích závislých na proměnlivosti přírodních parametrů, jako v dokumentovaném případě chemické těžby uranu, složitější, než u běžné produkce. Zisk je dopočítán standardně rozdílem tržby za produkci a vynaložených nákladů. Model zde uvažuje s teoretickou cenou produktu, jeho výsledkem je tedy teoretický „kritériální“ zisk.

Zisk je důležitou součástí poměrových ukazatelů, vyjadřujících rentabilitu podniku. Ukazatele rentability charakterizují zúročení vynaloženého kapitálu za určité období:

- rentabilita nákladů (hojně používán v praxi)
zisk / náklady
- rentabilita výnosů
zisk / výnosy
- rentabilita celkového kapitálu (celkový kapitál = vlastní kapitál + vypůjčený kapitál)
zisk / celkový kapitál

3.7.3 Jednotkové náklady

Pokud je výsledný technologický efekt pro modelované technologické alternativy rozdílný, nabízí se jako vhodné kritérium posouzení jejich ekonomického efektu ukazatel průměrných jednotkových nákladů. V tomto případě je nejvhodnějším takový postup, kdy je výpočet ekonomické náročnosti procesu zařazen jako součást simulačního modelu. Výpočet výsledného technologického efektu a ekonomické náročnosti procesu provádíme v tomto případě souběžně, v návaznosti na modelovaný technologický proces. Technologický proces hodnotíme ve zvolených diskrétních intervalech (určených časem nebo výší produkce) a pro každý takovýto interval máme k dispozici údaj o dosaženém technologickém efektu i kalkulovaných ekonomických nárocích zkoumaného procesu. Průměrné jednotkové náklady procesu k okamžiku hodnocení získáme jako podíl hodnoty celkových dosažených nákladů a technologického efektu k okamžiku hodnocení.

Ilustrací pro uplatnění ukazatele průměrných jednotkových nákladů jako kritéria hodnocení ekonomického efektu technologických alternativ procesu je případ vyšetření nejvhodnějšího postupu čištění definovaných geologických vrstev při sanaci oblasti ložiska Stráž po chemické těžbě uranu. Bylo třeba určit optimální postup čištění v oblastech s rozdílnou kontaminací. Pro posouzení efektivnosti čištění bylo testováno 5 technologických alternativ, charakterizovaných intenzitou procesu, umístěním filtru čerpacího vrtu a připuštěním technologické součinnosti vtlačení. Efekt čištění byl posuzován hodnotou dosažených jednotkových nákladů (náklady čištění na jednotku odstraněného kontaminantu vyvedeného z podzemí) při dosažení zadaného stupně vyčištění oblasti. Tento cílový parametr sanace byl zadán variantně ve výši 1 až 10 g/l zbytkové solnosti v podzemí. Graf hodnot jednotkových nákladů pro uvažované alternativy čištění zobrazuje obrázek 3.10. Je zřejmé, že výběr

Matematicky lze kvantifikaci ekologických rizik ve finančních jednotkách vyjádřit vztahem:

ES = \sum_i (SR_i \cdot JC_i), \tag{6.1}

kde i je druh újmy (škody),
 SR_i společenské riziko přiřazené i-tému druhu újmy,
 JC_i jednotková cena i-tého druhu újmy.

6.3 Principy a metody oceňování životního prostředí

V ekonomice ŽP lze v zásadě rozlišit dva teoretické směry:

- Neoklasická ekonomie – přistupuje k problematice ŽP z hlediska vymezení základních ekonomických kategorií, tj. nabídky, poptávky a trhu. Podle tohoto přístupu se hodnota přírodních zdrojů odvozuje od tržního modelu, který souvisí se systémem vytváření cen, s preferencemi trhu a ochotou platit.
- Ekologická ekonomie – preferuje netržní formy oceňování, zdůrazňuje nedostatečnost tržního oceňování, vychází z teorie užitku, k jeho vyjádření využívá individuální (subjektivní) stanoviska. Tento přístup zastávají zejména ekologové.

Problematika oceňování ŽP je problematikou oceňování dvou základních typů přírodních statků.

- Přírodní zdroje – materiální zdroje, vyskytující se na zemském povrchu nebo pod zemským povrchem (půdy, voda, lesy, ložiska nerostů, území) – jsou dlouhodobě využívány jako ekonomické statky.
- Environmentální zdroje – ostatní zdroje, které slouží jako prostředí a zdroje udržování života (atmosféra, sluneční svit, oceány, diverzibilita rostlinné a živočišné říše) – dosud stály mimo rámec ekonomického systému, jejich ekonomické vyjádření je obtížné, nicméně jsou součástí plného vyjádření užitku plynoucího ze ŽP.

Nosným pojmem oceňování je celková hodnota environmentálního statku, která je v environmentální ekonomii chápána jako ochota jednotlivce platit za jeho ochranu. Z ekonomického pohledu je tato hodnota vyjádřením preferencí spotřebitele k danému statku a nahrazuje tak tržní cenu, která v případě tržních statků představuje ekonomickou hodnotu.

Tato celková hodnota environmentálního statku může mít ve vztahu k přírodě a složkám ŽP nejméně tři zdrojové formy (typy užitků):

CH = UH + OH + NH, \tag{6.2}

kde CH je celková ekonomická hodnota,
 UH užitná hodnota,
 OH opční hodnota,
 NH neužitná hodnota.

Nejjednodušší typ environmentálního přínosu lze odvodit z přímé užitné hodnoty, která odráží cenu stanovenou tržním mechanismem. Jiným typem hodnoty jsou nepřímé užitné hodnoty (ochrana půdy, ochrana klimatu, ekologické interakce). Opční hodnota představuje potřebu zachování přírodního zdroje (složky ŽP) pro budoucnost, i když nepředstavuje přímou užitnou hodnotu pro současnost.

- nerostné bohatství,
 - změna zásob nerostných surovin,
- kulturně sociální sféra,
 - zaměstnanost,
 - účinky na majetek,
 - změny infrastruktury,
 - snížení kvality bydlení,
 - právní spory.

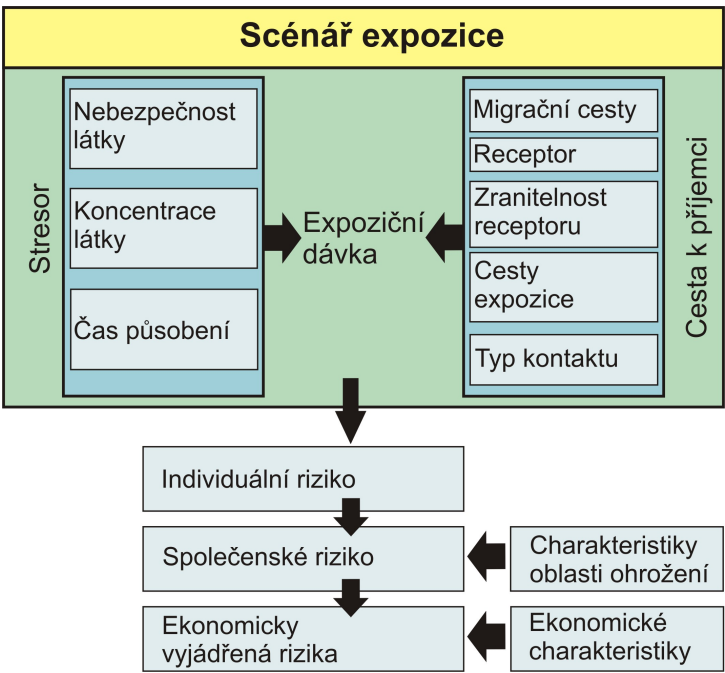
Ekonomická kvantifikace ekologických rizik

Dosavadní přístupy vyjádření ekologických rizik se omezují na konstatování o přítomnosti či nepřítomnosti rizika na základě porovnání přípustných (legislativou předepsaných) a skutečných (či odhadovaných) dávek škodliviny pro jednotlivé receptory ŽP. Kvalifikovanější údaje poskytují semikvantitativní metody hodnocení. Zde se využívá postupů bodového hodnocení jednotlivých faktorů újmy (viz kapitola 2.2.1). Poněkud problematické je v tomto případě vyjádření souhrnného ohodnocení škody, kde jsou navrženy různé postupy klasifikace a sjednocující sumarizace výsledků hodnocení podle jednotlivých faktorů.

Cílem ekonomické kvantifikace je vyjádření rizika v peněžních jednotkách, které umožňuje sjednotit jednotlivé druhy újmy a vyjádřit tak celkové riziko komplexních systémů i porovnávat alternativní manažerské metody a přístupy jeho eliminace resp. snižování. Obtížné je zejména peněžní ocenění dopadů na jednotlivé složky životního prostředí, které souvisí s ekonomickým vyjádřením hodnoty lidského života a zdraví, ovzduší, vod, biotopů ad.

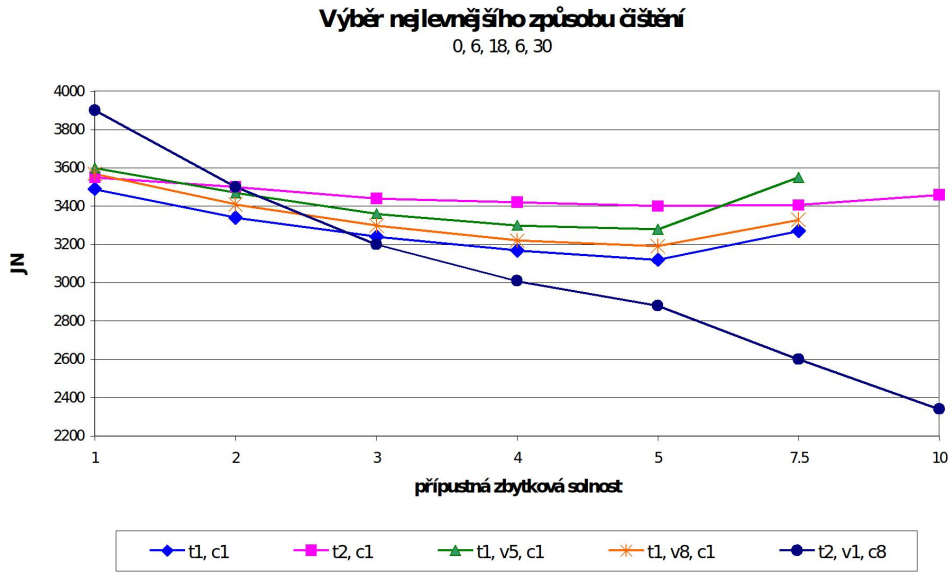
Východiska ekonomické kvantifikace ekologických rizik

Základní faktory spolupůsobící při ekonomické kvantifikaci ekologických rizik obecně uvádí schéma 6.5.



Obrázek 6.5: Základní schéma odvození ekonomické hodnoty škod na ŽP

optimální technologické alternativy není jednoznačný a že při výběru bude záležet na zadané úrovni cílových parametrů sanace (určených hodnotou přípustné zbytkové solnosti, která představuje přípustné zbytkové riziko v sanované lokalitě).



Obrázek 3.10: Vývoj jednotkových nákladů pro modelované technologické alternativy

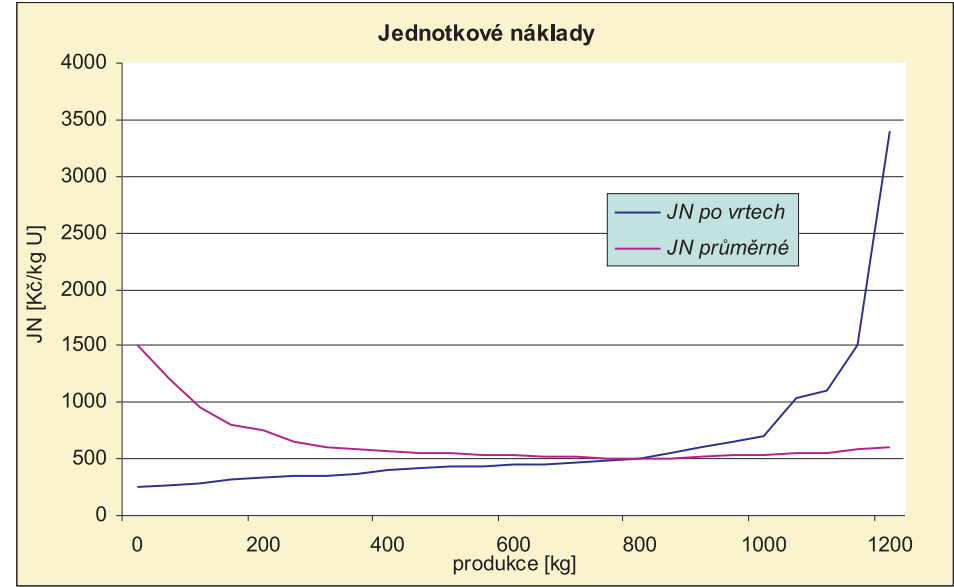
3.7.4 Marginální náklady

Soulad okamžitého ekonomického efektu s dlouhodobými cíli zajišťuje sledování veličiny marginálních nákladů. Marginální (přírůstkové) náklady představují veličinu, která je prakticky stanovena jako poměr vynaložených nákladů a produkce příslušného zařízení v běžném období. Takováto veličina je vhodná ke stanovení efektivního rozsahu procesu (zvyšování hodnot marginálních nákladů při růstu produkce je indikátorem poklesu efektivnosti procesu) a tedy ke kontrole procesu, při níž porovnááme její hodnotu s hodnotou stanoveného limitu. Tento limit představuje maximálně přípustnou úroveň jednotkových nákladů, které je možno vynaložit v běžném období na určitou činnost nebo produkci.

Základní myšlenka vypracování ekonomického modelu a odvození limitních nákladů pro dílčí stupně řízení je obecně platná a použitelná. V obecné rovině platí, že technologické procesy lze usměrnit vhodným řízením tak, aby požadovaného výsledku těchto procesů bylo dosaženo s maximálním ekonomickým efektem. V tomto smyslu je vyjádření limitních nákladů dílčích technologických postupů žádoucí.

Tento přístup dokumentuje následující graf. Na obrázku 3.11 představuje křivka s počátkem na nižší úrovni jednotkové náklady sanace jednotlivých provozuschopných čerpacích vrtů v dílčím období a představuje tak přírůstkové náklady při zvyšování celkového čerpaného objemu o výkon každého dalšího do činnosti zapojeného vrtu. Vrtý jsou v grafu řazeny v pořadí stoupající hodnoty jednotkových nákladů v analyzovaném období. Křivka začínající v horní části grafu pak znázorňuje vývoj průměrných jednotkových nákladů při postupném zařazování činnosti jednotlivých vrtů. Průměrné jednotkové náklady zahrnují i hodnotu fixních nákladů, souvisejících se zajištěním návazných činností vrtů (potrubní síť, přečerpávací stanice ad.). Průsečík křivky marginálních a průměrných jednotkových

nákladů je přibližně na úrovni 800 kg produkce. Hodnota okamžitých jednotkových nákladů při vyšší produkci se prudce zvyšuje a u posledních vrtů je několikanásobně vyšší, než u vrtů zařazených na počátku křivky. Produkci nad celkovou výši 800 kg v analyzovaném období bychom tedy získali na úkor ekonomické efektivnosti procesu jako celku a produkce nad 1000 kg by již byla výrazně neefektivní. Z obrázku je patrné, že se dramatický nárůst okamžitých jednotkových nákladů u vrtů s nejdražší produkcí na růstu průměrných jednotkových nákladů nijak výrazně neprojevil. K řízení efektivnosti technologických procesů proto pouhé sledování hodnoty jednotkových nákladů nestačí.



Obrázek 3.11: Příklad vývoje jednotkových a marginálních nákladů

3.7.5 Environmentální náklady

Hodnocení ekonomického efektu technologického procesu i technologický projekt by měl zahrnout rovněž šetření možných environmentálních rizik, tj. posouzení impaktu technologie na životní prostředí a jeho jednotlivé složky.

Pro reálné procesy je v tomto směru pro podnik důležité vytvoření speciální účetní kategorie environmentálních nákladů a jejich podrobnější evidence. Obecně lze environmentální náklady definovat jako náklady, které subjekt dobrovolně či povinně (ze zákona) vynakládá na zmírnění nebo odstranění dopadů svých činností, výrobků nebo služeb na životní prostředí.

Podle výkladového slovníku (<http://slovník.ekopolitika.cz>) jsou environmentální náklady definovány jako náklady spojené s reálným nebo potenciálním čerpáním ekologických aktiv. Na tyto náklady může být pohlíženo ze dvou rozdílných hledisek:

- náklady způsobené, tzn. náklady spojené s ekonomickou aktivitou, reálně nebo potenciálně způsobující znečištění nebo čerpání aktiv životního prostředí (např. náklady na uložení odpadů z produkce),
- náklady vyvolané, tzn. náklady, které nese subjekt ekonomické aktivity nezávisle na tom, zda negativní vliv na životní prostředí vychází od něj (např. náklady na zvýšení bonity půdy v důsledku její acidifikace).

Zpravidla se samostatně vyděluje hodnocení dopadů na lidi. Zde je třeba rozlišit stupeň zdravotního postižení a případná úmrtí. Riziko by mělo zahrnout i sociální aspekty újmy, v závažných případech se uplatňuje i postoj veřejnosti k vnímání rizika.

Pojem environmentální újmy zahrnuje ohrožení živé i neživé přírody. Patří sem např. vzácné přírodní útvary (kras, skalní města, naleziště fosilií aj.), kulturní památky, ale též zdroje surovin, včetně dosud nedostatečně ceněné suroviny budoucnosti – vody. V této souvislosti je možno předpokládat, že se opční hodnota potenciálních (dosud nevyužívaných) zásob podzemních vod bude v budoucnu zvyšovat.

Individuální riziko

Individuální riziko vyjadřuje míru potenciálního poškození jednotlivce, vystaveného v daném místě po danou dobu negativnímu vlivu. Negativním vlivem se rozumí toxicita (ekotoxicita), tepelný tok, účinek tlakové vlny, působení radioaktivity a případné další nežádoucí působení.

Společenské riziko

Společenské riziko (společenská újma) se vztahuje k ohrožené oblasti. Zohledňuje početnost a složení ohrožené populace, případně zranitelnost složek životního prostředí v dílčích plochách, které lze charakterizovat úrovní individuálního rizika. Společenské riziko je vyjádřeno počtem potenciálních úmrtí či zranění lidí, kvantifikovaným rozsahem i stupněm poškození složek životního prostředí, nebo ve finančních jednotkách.

Klasifikace environmentálních rizik podle příjemců

- člověk,
 - ztráty na životech,
 - nemocnost,
 - trvalá poškození,
 - změny porodnosti,
 - karcinogenní onemocnění,
- biosféra,
 - úhyn organismů,
 - poškození organismů,
 - narušení ekosystémů,
 - změny biodiverzity,
- zásoby pitné vody,
 - změny kvality,
 - změny zásob,
- půda,
 - změny fondu zemědělské půdy,
 - změny bonity půdy,
- lesní porosty,
 - změny fondu lesních porostů,
 - změny kvality lesních porostů,

Prakticky všechny známé algoritmy výpočtu dávky se týkají člověka. Dávka podle Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí (www.mzp.cz) vyjadřuje množství látky, které skutečně vstupuje do organismu inhalací, ingescí, nebo je v kontaktu s kůží nebo sliznicemi. Při přepočtu koncentrací na dávku vstupují do výpočtu fyziologické veličiny, jako je tělesná hmotnost, spotřeba vody, vzduchu apod., s rozlišením podle skupin populace (muži, ženy, děti, senioři, pracovníci v exponovaných provozech apod.).

Výpočet dávek může být značně složitý. Často závisí na proměnných podmínkách prostředí (stabilita atmosféry, směr větru, aktuální průtok vodního toku aj.).

U chronických expozic jsou dávky podstatně nižší než u akutních expozic (havárií), jejich působení je ale dlouhodobé. Expoziční koncentrace je kvantitativním vyjádřením přítomnosti látky v mediu (voda, vzduch, půda) v místě kontaktu s organismem. Tyto koncentrace lze získat jako výsledky modelování šíření kontaminantů.

Pro složitější expoziční cesty (půda – rostlina – člověk, půda – rostlina – živočišný produkt – člověk) je nutno dávky odvodit speciálními postupy. Celková expozice bere v úvahu všechny situace, kdy byl jedinec vystaven určité dávce, i všechny možné cesty vstupu do organismu.

Vztah dávka/odpověď

Je klíčovým bodem pro následné kvantitativní hodnocení rizika. Je algoritmizován jen pro některé případy.

U akutních zátěží je dobře zpracována pravděpodobnost úmrtí jednotlivce při zasažení mrakem toxického plynu pomocí probitových funkcí. Pravděpodobnostní charakter odpovědi vyplývá z různé odolnosti jedinců v populaci (rozlišení zranitelnosti potenciálních příjemců).

Pro posuzování chronických zátěží je důležité rozdělení látek na nekarcinogenní (s prahovými účinky) a karcinogenní (bezprahové). U prahových se stanoví průměrná denní dávka, která se porovnává s tzv. referenční dávkou. Překročení signalizuje nežádoucí stav, nevypovídá však o míře poškození, která je žádoucí pro kvantitativní vyjádření.

U látek s bezprahovými účinky se stanoví celoživotní dávka, kterou lze přepočítat na vzestup celoživotního rizika vzniku karcinomu. Riziko je vyjádřeno jako pravděpodobnost úmrtí na rakovinu v důsledku působení hodnoceného stresoru (škodliviny). Tento údaj vypovídá o míře potenciálního poškození a je pro kvantifikaci následků vhodný.

Hodnocení ohrožení složek ŽP chronickou zátěží je však velmi obtížné. Jen zřídka jsou k dispozici prahové hodnoty (limity) pro některé látky a organismy (např. SO₂ v ovzduší pro lesy). Na internetu lze nalézt v tomto směru velké množství nesourodých údajů (většinou popisů experimentů s expozicí různých organismů škodlivými látkami), jejich zobecnění je však problematické.

Pravděpodobnost výskytu události

Kvantifikace tohoto parametru je významná hlavně pro akutní zátěže. U havárií jde zejména o pravděpodobnost možných rizikových scénářů. Pravděpodobnost výskytu takové události je nízká, je nutno ji odvodit ze statisticky zjištěné četnosti obdobných jevů, nebo ji stanovit expertně.

Skupinové ohrožení

Týká se vždy konkrétně vymezené oblasti. Vztahuje se k četnosti ohrožené populace, k ohroženým plochám či objemům postižených složek ŽP, k délce ovlivněného toku apod. Předpokladem stanovení skupinového ohrožení je vymezení oblasti ovlivnění se specifikací všech ohrožených složek ŽP. Velkou část potřebných dat lze získat z mapových podkladů (GIS, Corine LC, Natura ad.).

Hodnocení újm

Výsledkem analýzy environmentálních rizik je stanovení úrovně rizika v zájmové oblasti. Riziko je vyjádřeno kvalitativně nebo v kvantitativních jednotkách.

Podnikové environmentální náklady jsou náklady spojené s hlavní činností podniku a veškerými jeho aktivitami, jejichž záměrem je snížení dopadů této činnosti na životní prostředí. V tomto směru lze rozlišit:

- Náklady preventivních opatření – např. náklady spojené s vývojem technologických postupů šetrnějších vůči životnímu prostředí, náklady zaškolení personálu, náklady na bezpečnost práce spojenou s ochranou ŽP, náklady sledování legislativních opatření týkajících se ŽP apod.
- Náklady odstraňování interních škod – např. náklady na likvidaci odpadů, čištění odpadních vod a odfiltrování exhalací spojených s hlavní činností podniku.
- Náklady likvidace externích škod – náklady na likvidaci škod na ŽP způsobených podnikem, pokuty a penále vyměřené legislativními orgány, legislativou předepsané platby ad.

Problematicke environmentální ekonomiky je věnována kapitola 6.

3.7.6 Náklady životního cyklu výrobku (LCC)

V poslední době se z hlediska řízení celkových nákladů a zisků produktů uplatňuje přístup sledování jejich ekonomického životního cyklu. Ekonomický životní cyklus představuje období, po které produkt vyvolává náklady, nebo přináší výnosy. Obecně je tedy vymezen obdobím vynaložení prvního a posledního nákladu souvisejícího s výkonem na produktu. Podstatnou složkou této metody je kromě etap životního cyklu identifikace všech činností, které se v těchto etapách provádějí, včetně analýzy vztahu těchto činností k výkonnosti, bezpečnosti, bezporuchovosti, udržitelnosti a k dalším znakům ovlivňujícím celkové náklady i možná rizika, která s těmito činnostmi souvisejí.

Mezi obecnější typy rozhodnutí, u nichž je vhodné použití nástroje LCC, se zahrnuje například:

- posuzování alternativ přístupů a volitelných technologií vypořádání (likvidace),
- posouzení ekonomické realizovatelnosti projektů/produktů,
- vyhodnocení a porovnání alternativ jednotlivých činností na produktu,
- identifikace položek, které zvyšují náklady, hledání nákladově výhodnějších alternativ,
- vyhledávání optimální alokace disponibilních finančních prostředků,
- optimalizace metodou nákladů a přínosů,
- dlouhodobé finanční plánování.

Metoda LCC spočívá v postupné realizaci těchto základních kroků:

- analýza životního cyklu výrobku a vymezení jeho etap,
- formulace nákladových položek jednotlivých etap životního cyklu,
- formulace požadavků na údaje potřebné k analýze LCC,
- získání dat pro modelování LCC od uživatele,
- využití výsledků modelování LCC.

Etapy životního cyklu produktu

Obecně lze rozlišit tyto hlavní etapy životního cyklu produktu:

-
- koncepce a stanovení požadavků,
 - návrhu a vývoje,
 - výroby,
 - instalace,
 - provozu a údržby,
 - vypořádání (likvidace).

Odhad nákladů životního cyklu produktu

Obecně lze celkové náklady vynaložené v těchto etapách rozdělit na pořizovací náklady, vlastnické náklady a náklady na vypořádání. Platí tedy:

$$LCC = \text{Pořizovací náklady} + \text{Vlastnické náklady} + \text{Náklady na vypořádání}$$

Pořizovací náklady mohou být snadno vyhodnoceny před rozhodnutím o pořízení produktu. Do pořizovacích nákladů patří zpravidla cena pořízení, případně další náklady vynaložené ve fázi pořizování (např. u automobilu cena doplňků vybavení).

Ocenění vlastnických nákladů bývá problematičtější. Tyto náklady je obtížné předpovědět, mohou do nich být zahrnuty např. náklady na dopravu a instalaci, u automobilu např. pojištění a dále všechny náklady související s provozem a se zajištěním spolehlivosti provozu.

Náklady na vypořádání (likvidaci) mohou představovat významnou část celkových nákladů LCC. V zákonech mohou být požadovány činnosti prováděné v etapě vypořádání, které u velkých projektů mohou vyžadovat značné výdaje (např. jaderné elektrárny, procesy dobývání nerostných surovin apod.).

Metody, které se používají k odhadu nákladů životního cyklu:

- technická metoda odhadu nákladů (vychází z evidence),
- metoda odhadu nákladů na základě analogie (porovnává příbuzné výrobky),
- parametrická metoda odhadu nákladů (odvození funkčních závislostí nákladů na technologických parametrech).

Současná praxe LCC

Pro metodu určování nákladů životního cyklu není k dispozici žádný všeobecný standard. Standardy existují jen v určitých specifických oblastech:

- ČSN EN 60300-3-3:2005 Management spolehlivosti – část 3-3: Pokyn k použití – Analýza nákladů životního cyklu.
- ČSN EN 60300-3-14:2005 Management spolehlivosti – část 3-14: Pokyn k použití – Údržba a zajištění údržby.

Pod záštitou EU se zpracovávají pilotní projekty (např. struktura nákladů životního cyklu pro budovy a stavební objekty), jejichž výsledkem má být jednotná celoevropská metodika hodnocení životního cyklu konkrétních typů objektů. Metodika by měla sloužit jako podklad pro tvorbu legislativních pod-
mínek v jednotlivých oblastech a zároveň jako jeden z rozhodovacích faktorů.

Zranitelnost prostředí

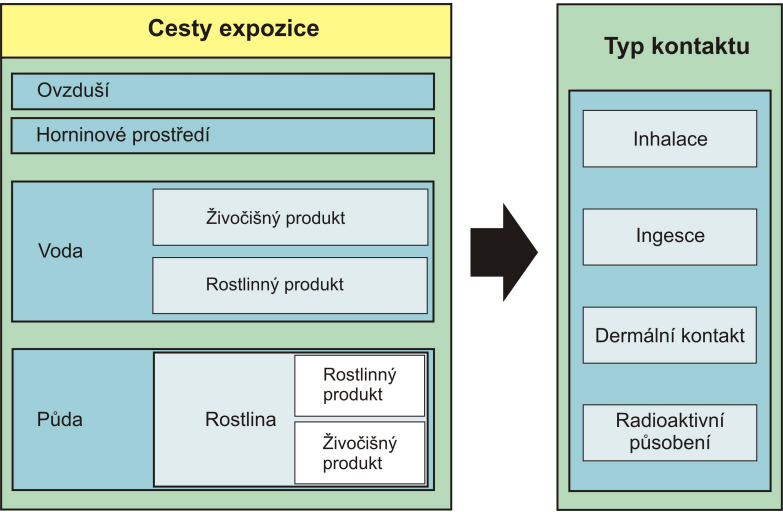
Zranitelnost prostředí vypovídá o závažnosti možných následků kontaminace určitého území. Má dvě složky: citlivost a významnost prostředí. Posouzení je nutno provádět pro každou složku životního prostředí samostatně. Citlivostí se rozumí dispozice jednotlivých složek ŽP pro příjem a šíření kontaminace. Parametry charakterizující citlivost se používají též při popisu cest šíření kontaminace. Významnost (hodnota) prostředí je podkladem pro hodnocení možných dopadů kontaminace v konkrétní lokalitě (např. chráněné krajinné oblasti).

Šíření kontaminace

Výsledkem popisu šíření kontaminace je odhad koncentrací jednotlivých látek ve sledovaném prostředí (podzemní či povrchová voda, ovzduší, půda) v daném bodě a čase. Popis vychází z charakteristik zdroje (objem, koncentrace, množství látek), emisí (množství, koncentrace), zjištěných úniků a charakteristik migrace látky v okolí úniku (dispozice i rychlost migrace, dosah působení). Vývoj rozložení koncentrací v prostoru i čase slouží k ocenění individuálního a skupinového ohrožení. Odhad může být stanoven expertně, vhodnější (a častější) je však použití podrobných nebo screeningových modelů.

Expoziční cesty

Obrázek 6.4 uvádí přehled cest působení kontaminace na příjemce rizika, kterým je člověk. Představuje jeden z možných přístupů sestavení expozičního scénáře pro příjemce rizika.



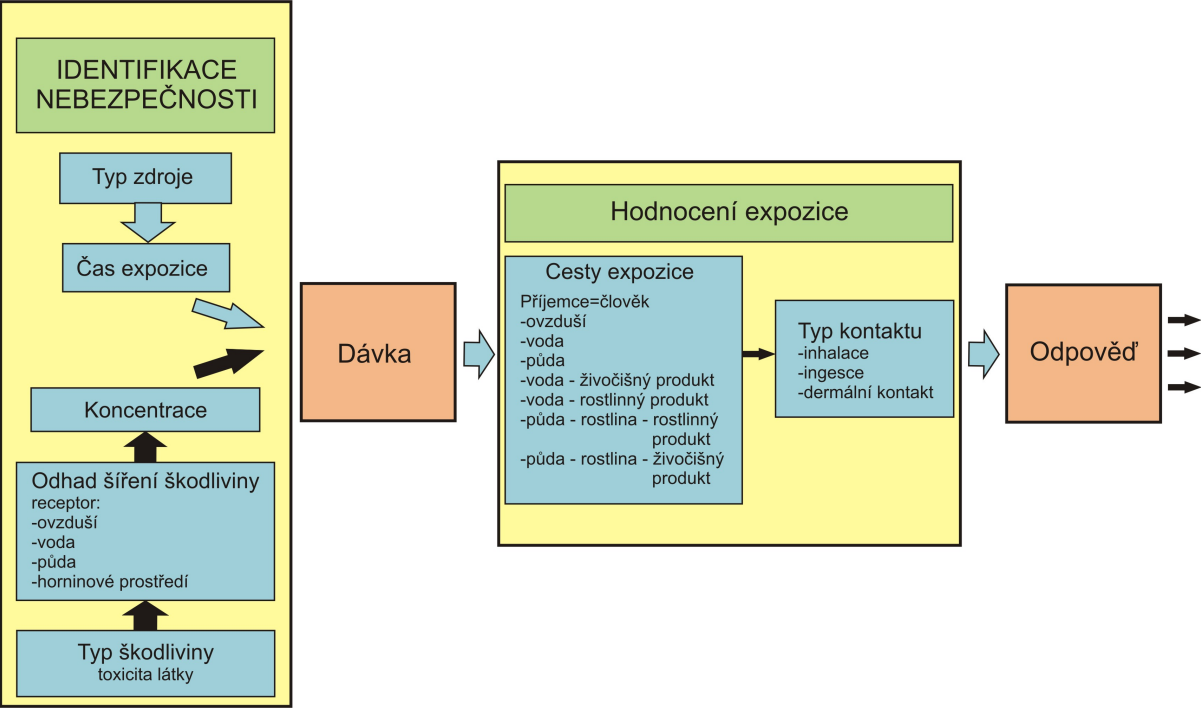
Obrázek 6.4: Přehled základních scénářů expozice

Individuální/jednotkové ohrožení

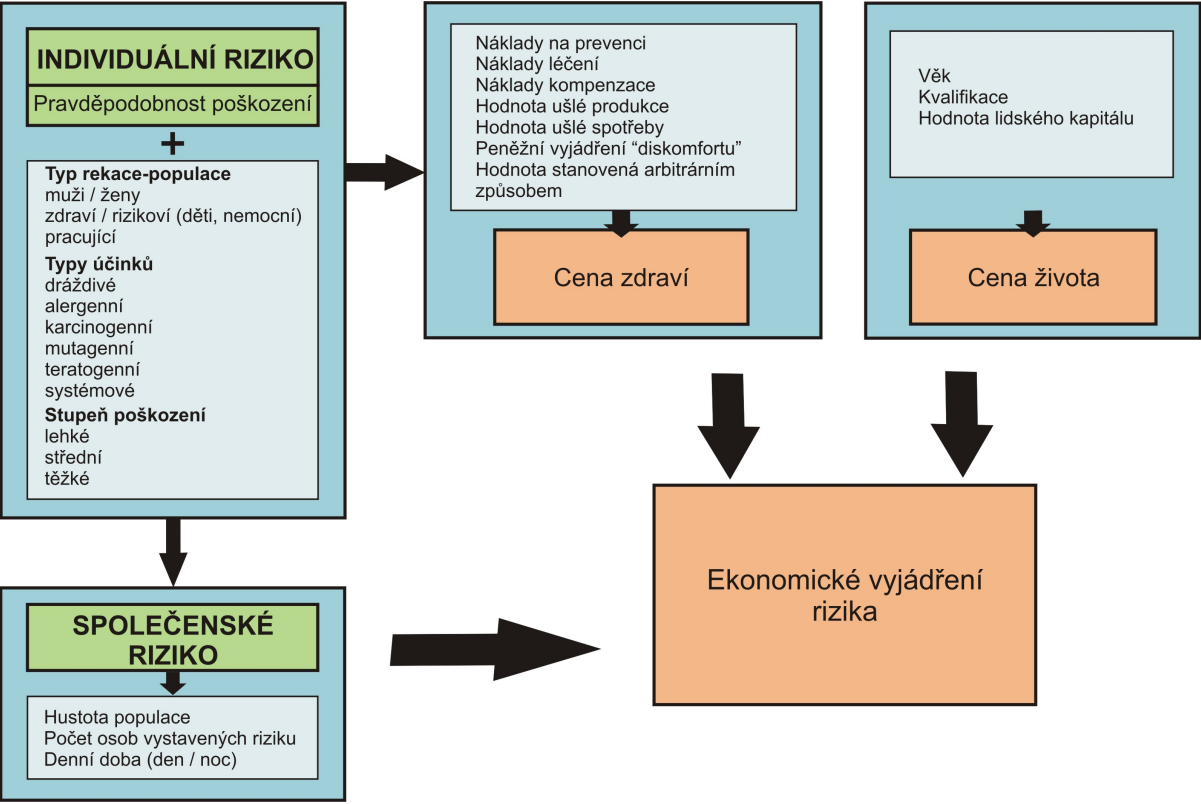
Individuálním ohrožením se rozumí pravděpodobný následek pro objekt (osobu/jednotkovou plochu nebo jednotkový objem složky ŽP), který je v daném místě po danou dobu vystaven účinkům koncentrace dané škodliviny. Podkladem jsou modelově vypočtené nebo expertním odhadem získané koncentrace kontaminantů, případně i jejich časový vývoj. Z nich se odvodí expoziční dávka a případné poškození jednotlivých složek ŽP.

Expoziční dávka

Expoziční dávka je obecně funkcí koncentrace a času působení. Pro různé organismy, různé cesty vstupu (u člověka ingesce, inhalace, dermální kontakt) a různé účinky (stupeň poškození, zdravotní újma, ohrožení života aj.) existují různé způsoby určení dávky, pro řadu případů však nejsou stanoveny.



Obrázek 6.2: Postup ekonomické kvantifikace rizika poškození lidského zdraví – část 1



Obrázek 6.3: Postup ekonomické kvantifikace rizika poškození lidského zdraví – část 2

3.7.7 Ukazatele ekonomické efektivity

Z ekonomického hlediska lze úspěšnost naplnění záměru technologického procesu nejlépe vyjádřit vhodným ukazatelem ekonomické efektivity. Pojem efektivita podle výkladového slovníku (<http://slovník.ekopolitika.cz>) označuje dosažení požadovaných výsledků s minimálním výdajem použitých zdrojů, např. energie, materiálu, času, peněz. Porovnávány veličiny nemívají stejný rozměr, proto se ve většině případů přistupuje k ekonomickému hodnocení efektivity, kdy se dosažený účinek porovnává s vynaloženými náklady. Tak lze například posuzovat efektivitu nákladů vynaložených za účelem snížení negativního dopadu působení odpadů produkce na životní prostředí apod. Pokud jsme v tomto případě dosáhli na jednotku nákladů požadovaného (případně ještě více než požadovaného) snížení negativního dopadu, lze vynaložení nákladů považovat za efektivní.

Ekonomická efektivnost je obecně vyjadřována vztahem mezi vstupem a výstupem hodnoceného procesu:

$$\text{výstup (output) / vstup (input) = výrobky (služby) / výrobní faktory}$$

Z hlediska vstupů a výstupů představuje efektivnost snahu o minimalizaci nákladů nebo maximalizaci užitku. Efektivní výroba jako výsledek činnosti podniku pak souvisí s maximálním využitím všech výrobních faktorů v optimálním množství a v optimální struktuře. Vyjadřuje tudíž vztah mezi vstupy a výstupy výrobní činnosti podniku.

K hodnocení efektivity je konstruována řada ukazatelů, např. u výrobního sektoru:

- ukazatel haléřové nákladovosti (koeficient nákladovosti)
náklady / výnosy
- ukazatel využití kapitálu (aktiv) – charakterizuje rychlost obrátu kapitálu (aktiv)
výnosy / kapitál

Znalost koncentračních polí a jejich časových změn je podkladem pro určení expozičních dávek. Výpočet dávek se liší pro akutní a chronické zátěže a také pro cílové příjemce. K ocenění individuálního ohrožení je třeba znát reakci příjemce, tj. vztah dávka-odpověď příjemce (exposure/response). V analýze rizika představuje tato část nejslabší stránku, protože expoziční dávky a zejména jejich následky jsou k dispozici pouze pro omezený okruh událostí a často mají jen kvalitativní charakter.

Skupinové ohrožení je individuální ohrožení, vztažené k zasažené populaci, případně k rozsahu a hodnotě složek ŽP v zasažené oblasti. Charakterizuje možný následek působení kontaminační zátěže. Riziko je chápáno jako součin tohoto následku a pravděpodobnosti, že k němu dojde. U akutních zátěží (havárie) je zpravidla pravděpodobnost nízká a následky mohou být značné. U chronických zátěží je tomu naopak, vyvolávají mírnější následky s vyšší pravděpodobností. Hlavními faktory nejistoty při stanovení úrovně rizika jsou v tomto případě neznalost parametrů prostředí k odhadu šíření kontaminace a nedostatek údajů k přesnějšímu vyhodnocení následků.

Riziko je žádoucí vyjádřit ve srovnatelných jednotkách, nejlépe finančních. Finanční kvantifikace rizika přináší řadu problémů. Je obtížné vyjádřit cenu lidského zdraví a života, do níž se promítají i subjektivní a sociální hlediska a sama o sobě představuje etický problém. Ještě obtížnější je kvantifikace poškození složek ŽP. Kromě tržní hodnoty (zemědělství, lesnictví, rybářství, zdroje pitné vody aj.) má životní prostředí řadu nezastupitelných hodnot pro udržení života a jeho kvalitu (ovzduší, voda, krajina, kulturní památky). Ekonomické hodnocení tak představuje vrchol pyramidy oceňování environmentálních rizik.

Souběžně s hodnocením rizik je možno uvažovat o jejich snižování. U akutních zátěží jde hlavně o zvyšování bezpečnosti v průmyslu, v dopravě i v dalších oborech lidské činnosti. U chronických zátěží lze omezit šíření kontaminace od zdroje k receptorům, nebo zátěž zlikvidovat či zmírnit provedením sanačních a revitalizačních opatření. Existuje celá řada technologických postupů odstraňování zátěží. Při výběru vhodného postupu je nutno přihlížet k technologickému i ekonomickému efektu.

Schematický postup vyhodnocení ekologických rizik směrem ke konečnému příjemci rizika – člověku – znázorňuje následující schéma (obrázek 6.2 a 6.3). Uvádí dílčí kroky analýzy rizika s udáním základních faktorů jeho ovlivnění.

Uvedený přehled součástí managementu ekologických rizik dokládá značnou složitost problematiky. Jednotlivé problémové okruhy se navíc překrývají a často je nelze od sebe striktně oddělit.

Kontaminanty

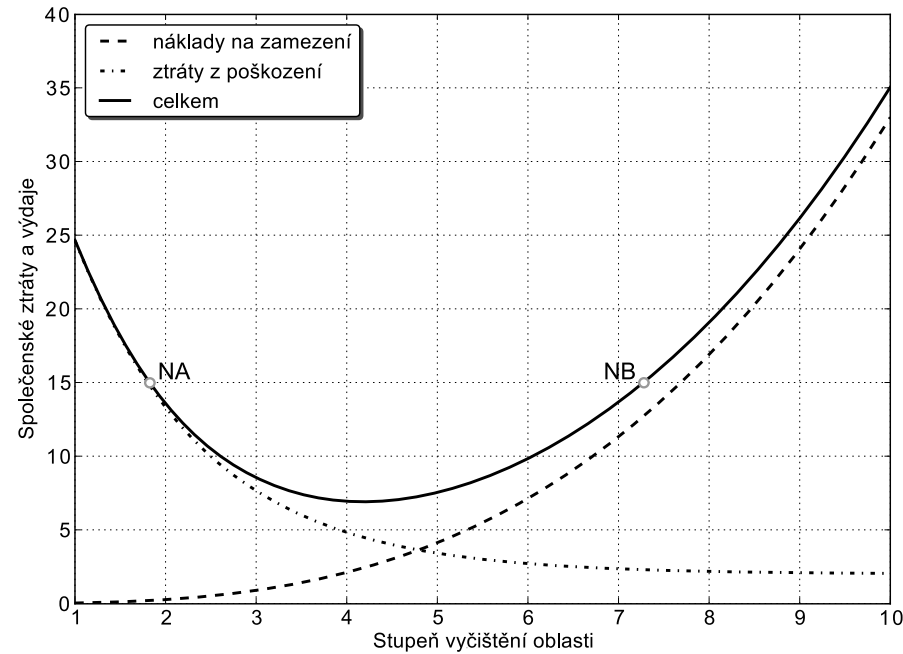
Posouzení nebezpečnosti kontaminantů z hlediska jejich toxicity a mobility je prvním krokem v analýze rizik. Důležité jsou toxické i fyzikální vlastnosti nebezpečných látek a limity přípustné koncentrace pro chronické zátěže. Tyto údaje jsou obsaženy v řadě různě zaměřených databází. Základní údaje o toxicitě obsahují tzv. R-věty, H-věty a S-věty (např. [29]). Souhrnné údaje o jednotlivých nebezpečných látkách obsahují příslušné bezpečnostní listy. Jsou zde uvedeny fyzikální a chemické vlastnosti látky, údaje o akutní toxicitě, ekotoxicitě, ale také řada organizačních pokynů o nakládání, přepravě, označení, ochranných prostředcích, postupech a opatřeních v případě zásahu organismu touto látkou ad.

Legislativa, předpisy

V ČR se v současné době uplatňují předpisy v podobě legislativních norem, zákonů, vyhlášek a metodických doporučení ministerstev, týkající se nebezpečných látek a způsobu nakládání s nimi. Z hlediska ochrany životního prostředí se jedná zejména o normy pro pitnou a surovou upravitelnou vodu, o imisní limity pro ovzduší, o požadavky na kvalitu povrchových vod a o doporučená kritéria MŽP pro koncentrace látek v podzemní vodě a v půdě. Vnitrostátní předpisy se týkají jen omezeného počtu látek. Pokud neexistují, lze použít předpisy a doporučení jiných států a institucí (EU, US EPA). Kritéria tohoto typu slouží pro posuzování chronických zátěží. Poskytují pouze informaci o tom, zda je zátěž přípustná či nepřípustná, nebo zda je potřebná podrobnější analýza (<http://www.mzp.cz/>).

Představují hodnoty se stejnou úrovní společenských ztrát a nákladů, avšak s rozdílným poměrem hodnoty vyjádření škod a nákladů na jejich odstranění a s rozdílným stupněm čistoty životního prostředí. Je žádoucí, abychom při stejné úrovni společenských ztrát vynaložili tyto prostředky přednostně na prevenci, tj. abychom se na křivce společenských ztrát pohybovali na minimu, anebo v pravé části křivky od ekonomického minima.

Model slouží jako teoretické východisko pro makroekonomické úvahy i v případě, kdy reálnou polohu optima kvality ŽP neznáme. Pokud jsme schopni určit přibližný průběh křivek, použijeme k odvození optima metody CBA (cost-benefit analýza) nebo CEA (analýza efektivity nákladů) s marginálními veličinami. Optimum pak představuje průsečík prvních derivací funkcí nákladů a ztrát.



Obrázek 6.1: Odvození bodu ekonomického optima kvality ŽP – makroekonomický pohled

6.2 Management ekologických rizik

Management environmentálních rizik je rozvíjející se multidisciplinární inženýrsko-vědní obor, zasahující do oblasti fyziky, chemie, geologie, hydrogeologie, toxikologie, medicíny, biologie, ekologie, ekonomie i legislativy. Jeho cílem je zajišťovat kvalifikovaná rozhodnutí, týkající se odstraňování či zmírňování škod na životním prostředí. K tomu je třeba na jedné straně identifikovat, případně kvantifikovat škody, na druhé straně ocenit technické, technologické i finanční možnosti jejich snížení.

6.2.1 Prvky hodnocení ekologických rizik

Kvantifikace environmentálních škod vychází z posouzení nebezpečnosti škodlivých látek – kontaminantů, jejichž působení je přírodní prostředí vystaveno. Nebezpečnost každého kontaminantu je charakterizována jeho toxicitou pro člověka a ekosystémy a jeho mobilitou v životním prostředí. Popis migračních cest a hmotnostních toků při transportu škodlivin umožňuje odhadnout jejich koncentrace v ovzduší, podzemních a povrchových vodách i v půdě. Dispozici jednotlivých složek životního prostředí pro příjem nebezpečné látky charakterizuje údaj o jejich zranitelnosti.

4 Investiční riziko

Investováním nazýváme činnost podniku charakterizovanou jako vynakládání zdrojů za účelem získávání užitku, který je očekáván v delším časovém horizontu. Investování souvisí výhradně s pořízením investice, nezahrnuje tedy financování běžné činnosti podniku. Pořízení investice tak představuje jednorázové vynaložení finančních prostředků, jejichž návratnost je očekávána v budoucnosti a je tedy zatížena určitou mírou rizika, souvisejícího se všemi nejistotami odhadu budoucích situací. Investiční činnost podniku je plánována v delším časovém horizontu a je usměrňována strategickým plánem podniku. Konkrétní investiční záměr je zpracováván formou investičního projektu, jehož součástí je analýza možných rizik s investicí souvisejících.

4.1 Investiční projektování

Investiční projekt je zpravidla zpracován ve více variantách. Nejvhodnější projekt je podrobněji rozpracován do technicko-ekonomické studie (feasibility study). Zde je kromě věcné stránky (technická a výrobní stránka investice včetně dodavatelského zajištění a časového harmonogramu průběhu investice) rozpracována ekonomická analýza projektu. Obsahuje podklady a vyhodnocení ekonomické efektivity investice s uvedením plánovaných zdrojů financování. Investiční projekt je tak nástrojem detailní analýzy investičních rizik s analýzou podmínek efektivity plánované investice.

Druhy investic

Rozlišujeme:

- investice hmotné, které vytvářejí nebo rozšiřují výrobní kapacitu podniku,
- investice nehmotné, např. výdaje za know-how, výzkum, vývoj, sociální rozvoj a jiné, které nemají hmotnou podstatu a nepředstavují finanční transakce,
- investice finanční, které představují vynakládání finančních prostředků na finanční transakce za účelem vytváření zisku, úroků a dividend.

Financování z hlediska zdrojů

Rozlišujeme financování:

- Z vlastních zdrojů (odpisy dlouhodobého majetku, zisk, výnosy z prodeje a likvidace hmotného majetku a zásob, nově vydané akcie ad.).
- Z cizích zdrojů (investiční úvěry, vydané a prodané obligace, splátkový prodej, leasing, faktoring ad.).

Investiční úvěry – jsou poskytovány převážně bankami, které požadují zpracování ekonomického výhledu na léta poskytnutí úvěru (cash flow a řada ukazatelů).

Leasing – leasingová společnost pronajme výrobní zařízení nájemci, který ho postupně splácí.

Formy leasingu:

- Provozní leasing – jedná se v podstatě o nájemní smlouvu (po skončení nájmu zůstává předmět ve vlastnictví leasingové společnosti),
- Finanční leasing – předmět leasingu přechází po skončení nájmu do vlastnictví nájemce.

Factoring – odkup pohledávek podniku faktorskou firmou. Faktorská firma si účtuje cenu za výkon, podnik získává okamžité peníze.

Financování z hlediska času

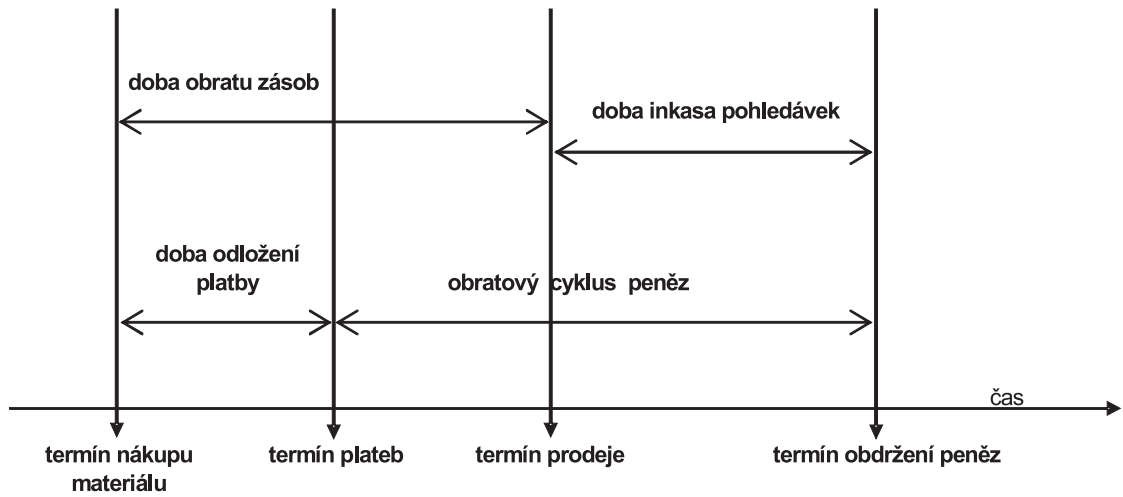
- Krátkodobé (běžné) financování – je spojeno se zajištěním běžného provozu podniku (nákup materiálu, energie, výplata mezd, placení nájemného, přepravného, daní atd.) – týká se tzv. oběžných aktiv. Základním úkolem řízení krátkodobého kapitálu je určení jeho potřebné výše (nedostatek krátkodobého kapitálu brzdí provoz, nadbytek představuje nevyužité zdroje) a jeho zdrojů.
- Mimořádné financování – zpravidla souvisí se zakládáním podniku, jeho rozšiřováním nebo likvidací.
- Samofinancování – je použitím zisku k dalšímu rozvoji podniku. Snižuje závislost podniku na vnějších zdrojích, je tedy určující charakteristikou prosperity podniku.

Prvořadým úkolem optimalizace krátkodobého financování je zkracování doby, po kterou jsou běžné finanční prostředky vázány v oběžných aktivech, tj. zkracování obrátového cyklu peněz.

Obrátový cyklus peněz – doba mezi platbou za nakoupený materiál a inkasem za prodej hotových výrobků. Tvoří ho:

- doba obrátu zásob (průměrná doba od nákupu materiálu do jejich prodeje),
- doba obrátu pohledávek (doba od fakturace prodaných výrobků do dne inkasa),
- doba odkladu závazků (doba mezi nákupem materiálu a práce a platbou za ně).

Obrátový cyklus peněz graficky dokumentuje následující obrázek 4.1 (převzat z [19]).



Obrázek 4.1: Schéma obrátového cyklu peněz

Obrátový cyklus peněz lze zkrátit vhodnou formou ovlivnění jeho jednotlivých fází:

- zkrácením doby obrátu zásob (zkrácení doby výroby, expedice i zásobování),

6 Environmentální riziko

Nespolehlivost objektu, projevující se selháváním a nefunkčností, je nositelem rizik s celou řadou možných následků. V neposlední řadě se jedná o nepříznivé dopady na životní prostředí s poškozením či degradací jeho jednotlivých složek. V tomto směru se nezbytnou součástí programu rizikového managementu stalo posuzování dopadů průmyslové a výrobní činnosti podniku na životní prostředí a vyjádření skutečných či potenciálních environmentálních rizik. Ekonomickou stránkou problematiky se zabývá environmentální ekonomika.

Environmentální ekonomika řeší ekonomické aspekty dopadu činnosti člověka na životní prostředí (ŽP), které se promítají do ekonomických veličin jako:

- ekonomicky vyjádřené škody ze znehodnocování životního prostředí,
- společenské náklady spojené s problematikou životního prostředí.

Ekonomickou škodu ze znehodnocování ŽP tvoří jednak ztráty související s degradací životního prostředí, jednak ztráty spojené s nutností odstranit nebo zmírnit negativní následky poškození životního prostředí (náklady revitalizačních opatření, kompenzační náklady ad.).

Společenské náklady jsou náklady na dodatečnou kompenzaci a odstraňování negativních následků poškození ŽP, a dále náklady na preventivní opatření, tj. na předcházení a zabránění znehodnocování ŽP.

Základním úkolem ekonomiky životního prostředí je tedy efektivní vynakládání omezených zdrojů podle zásad racionálního jednání vzhledem k životnímu prostředí s cílem dosáhnout ekonomicky optimální úrovně jeho znehodnocování. Nezbytné k dosažení tohoto stavu je vypracování metodik pro kvantifikaci těchto ztrát a nákladů a zajistit provázanost makroekonomického a mikroekonomického pohledu, kdy je potřeba skloubit snahu jednotlivých podnikatelských subjektů po vyšším zisku s celospolečenskými hledisky zajištění udržitelného rozvoje.

6.1 Teoretická východiska hodnocení kvality životního prostředí

Optimum obecně znamená nejlepší řešení ze všech možných, tj. takové řešení, které nejvíce vyhovuje předem stanovenému cíli. Tento cíl je v optimalizačních úlohách vyjádřen kritériální funkcí. Pokud hledáme optimum společenských nákladů ve vztahu k životnímu prostředí, je třeba uvést do souladu hodnotu znehodnocení či poškození životního prostředí na straně jedné a objem nákladů na odstranění tohoto poškození na straně druhé.

Teoretický pohled na vztah vývoje marginálních hodnot ekonomického vyjádření ekologických škod a nákladů preventivních opatření v závislosti na stupni „čistoty“ životního prostředí vyjadřuje graf 6.1.

Křivka ekonomického vyjádření škod na životním prostředí (přerušovaná čára) představuje negativní ekonomický efekt způsobený znehodnocením životního prostředí i jejich postupný pokles v závislosti na stupni vyčištění oblasti. Výše těchto škod je přímo úměrná znehodnocení životního prostředí.

Přírůstky nákladů na postupné snižování stupně znehodnocení životního prostředí, resp. na zmírnění či odstranění příčin a následků znečištění představuje druhá, drobněji přerušovaná křivka.

Součtová křivka (souvislá čára) prezentuje celkovou hodnotu jednotkových nákladů environmentální společenské ztráty. Bod minima na této součtové křivce je bod s minimální hodnotou ztráty a v tomto smyslu představuje bod ekonomického optima. Hodnotě minimálních ztrát odpovídá jistý stupeň vyčištění oblasti (příslušná hodnota na ose x), který však nemusí být v souladu se společenskou představou o dostatečné či potřebné úrovni vyčištění. Pro makroekonomický pohled na environmentální problematiku a jeho interpretaci jsou důležité body NA a NB na křivce celkových ztrát.

-
- zkrácením doby inkasa (zajištění včasného placení faktur),
 - prodloužením doby odkladu plateb (avšak v rámci udržení pozitivních odběratelsko – dodavatelských vztahů a aniž bychom přivodili jakýkoli druhotný záporný efekt).

Úlohy finančního managementu podniku

- Opatřování kapitálu a rozhodování o zdrojích financování (podíl interního a externího kapitálu) a rozhodování o struktuře kapitálu (úvěry, akcie nebo obligace, restrukturalizace zdrojů apod.).
- Alokace kapitálu – investice do hmotného, nehmotného nebo finančního majetku.
- Rozhodování o rozdělení zisku (investice nebo spotřeba, tj. výplata ve formě dividend, volba dividendové politiky podniku).
- Zajištění finanční stability podniku – zajištění platební schopnosti podniku v krátkodobém i dlouhodobém horizontu.

4.2 Efektivnost investic

K zajištění efektivnosti je žádoucí, aby výnosy z investice převýšily náklady na investici vynaložené.

Základní parametry posuzování investic:

- výnosnost (rentabilita) – vychází z porovnání nákladů na investici s výnosy, které investice v budoucnu přinese,
- rizikovost – každá investice je spojena s nebezpečím, že nepřinese očekávaný výnos,
- likvidita (doba splacení) – doba návratnosti vynaložených prostředků.

Postup hodnocení investic

V souvislosti se základními parametry posuzování investice rozlišujeme 3 základní kroky postupu hodnocení investic:

- určení jednorázových nákladů na investici,
- odhad budoucích výnosů a rizik,
- výpočet současné hodnoty očekávaných výnosů (cash flow).

Při odhadu jednorázových nákladů na investici vycházíme z pořizovacích nákladů všech výrobních faktorů s investicí spojených. Tyto údaje jsou zpravidla k dispozici se značnou mírou přesnosti (např. pořizovací ceny strojního zařízení). Pokud se jedná o strojní zařízení, musíme k nákladům na jejich pořízení připočítat náklady na dopravu a instalaci zařízení, případně náklady na zaškolení personálu apod. Složitější bývá odhad ostatních nákladů spojených s investicí (náklady na stavební úpravy a následnou rekultivaci staveniště, projektovou přípravu, výzkum a vývoj, zkušební provoz aj.).

Budoucí výnosy z investice tvoří čistý zisk a odpisy, které z investice plynou. Čistý zisk je odhadován z budoucích tržeb a nákladů. Tržby závisí na objemu prodaného zboží a jeho ceně. Obě tyto položky jsou zatíženy jistou mírou nejistoty. Položku nákladů tvoří očekávané náklady přímé (materiálové, mzdové) i oportunitní. Investice dále souvisí s přírůstkem zásob všeho druhu, nárůstem zásahů údržby, servisními službami ad., s investicí tedy zpravidla vzrůstají také nároky na oběžný kapitál.

Všechny údaje budoucích období jsou odhady a jsou tedy zatíženy jistou mírou nejistoty. Předpokládané riziko zahrneme do odhadu budoucích výnosů (posuzujeme jejich úroveň z optimistického

a pesimistického hlediska), nebo ho vyjádříme formou podnikové diskontní míry. Podniková diskontní míra slouží při přepočtu budoucích hodnot na hodnoty současné.

Podniková diskontní míra

Podniková diskontní míra a z ní odvozená současná hodnota očekávaných výnosů jsou ukazateli sloužícími k hodnocení efektivnosti investice. Východiskem jsou náklady na kapitál vlastního podniku. Náklady na kapitál podniku jsou určeny v závislosti na zdroji financování investice. Při externím zdroji financování jsou náklady na kapitál určeny úrokem z poskytnutého úvěru. Pokud je investice financována vlastním kapitálem, náklady na kapitál budou odvozeny z očekávaného výnosu z kapitálu např. v dividendách. Často se používá kombinovaný způsob financování, tj. zčásti vlastními a zčásti cizími zdroji. Diskontní míra se pak odhaduje z průměrných kapitálových nákladů, podle následujícího vztahu [2]:

$$k_o = w_d \cdot k_d \cdot (1 - r) + w_p \cdot k_p + w_s \cdot k_s,$$

(4.1)

kde

k_o

k_d

k_p

k_s

r

w_d, w_p, w_s

je

průměrná míra kapitálových nákladů podniku (podniková diskontní míra),
úroková míra pro cizí kapitál (úvěry, dluhopisy),
míra nákladů na preferenční akcie (míra preferenčních dividend),
míra nákladů na zadržený zisk a základní kapitál (ve výši míry dividend ze společných akcií),
procento zdanění podnikových příjmů/100,
váhy jednotlivých kapitálových složek určené podílem z celkových zdrojů.

Současná hodnota očekávaných výnosů

Současná hodnota očekávaných výnosů investice je přepočítaná budoucí hodnota peněžní sumy, kterou je třeba vynaložit, abychom dosáhli návratnosti investice vyšší o očekávané výnosy:

$$SHCF = \frac{CF_1}{(1 + k)} + \frac{CF_2}{(1 + k)^2} + \frac{CF_3}{(1 + k)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1 + k)^n},$$

(4.2)

kde

$SHCF$

CF_t

t

k

n

je

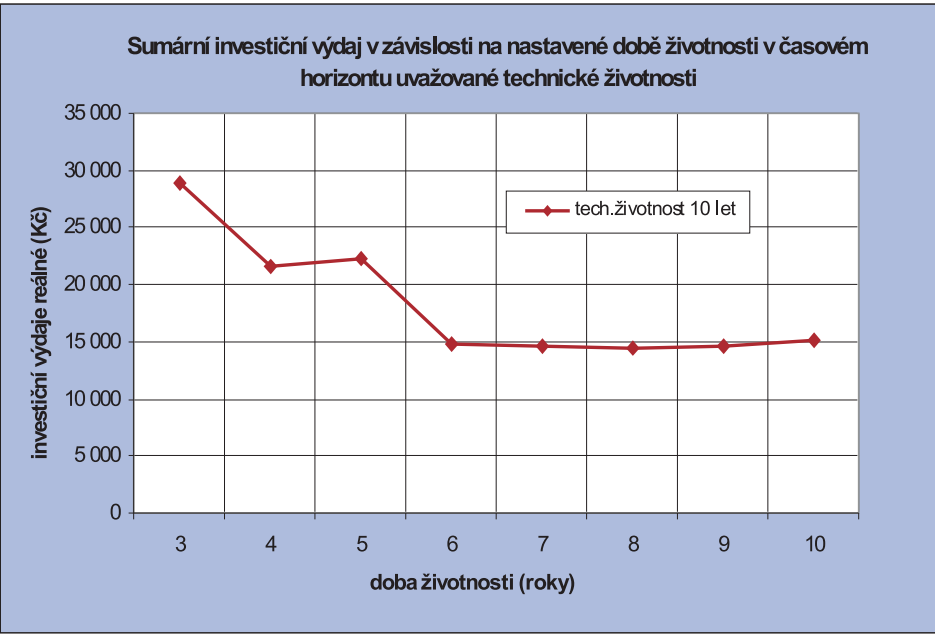
současná hodnota cash flow za n období,
očekávaná hodnota cash flow v období, $t \in \langle 1, n \rangle$,
období 1 až n (roky),
podniková diskontní míra,
očekávaná životnost investice v letech.

4.3 Metody hodnocení investic

Rozlišujeme metody statické a dynamické. Dynamické metody uvažují s vývojem situace v čase a počítají s diskontováním.

K hodnocení efektivnosti investic slouží tyto základní metody:

- metoda výnosnosti investic (ROI – Return on Investment),
- metoda likvidity investice (Payback Method),
- metoda čisté současné hodnoty (NPV – Net Present Value of Investment),
- metoda vnitřního výnosového procenta (IRR – Internal Rate of Return).



Obrázek 5.6: Graf hodnot výdajů na obnovu investice pro variantní termíny obnovy

s investicí ovlivňují další faktory: předepsaná forma daňového odepisování, resp. daňové úlevy jako investiční pobídky ze strany státu. Hypotetický příklad počítá s daňovou sazbou 21 %, předpokládanou inflací 2,5 % a diskontní sazbou 5 %. Výchozí údaje kalkulace výdajů pro alternativy doby obnovy investice 3 až 10 let dokumentuje tabulka 5.2. Hodnoty v tabulce (v tis. Kč) představují diskontované výdaje na obnovu investice pro variantní scénáře (termíny) obnovy.

Tabulka 5.2: Vstupní tabulka odvození optimální doby obnovy investice

[illegible]

Pro náš příklad (s postupným zařazením výdajových položek a v závislosti na zadaných hodnotách vstupních parametrů) vychází optimální doba náhrady investice na 8. rok, kdy je celková součtová hodnota předpokládaných výdajů spojených s investicí po dobu její technické životnosti minimální. Výsledné hodnoty výdajů pro příklad odvození optimální doby obnovy investice uvádí v posledním sloupci tabulka 5.3.

Tabulka 5.3: Výsledná tabulka odvození optimální doby obnovy investice

[illegible]

Graf sumárních hodnot výdajů na investici pro uvažované varianty obnovy investice při zadané úrovni vstupních parametrů kalkulace uvádí obrázek 5.6. Je zřejmé, že pokud bychom do kalkulace zařadili případně další výdaje spojené s investicí, můžeme dojít k odlišnému výsledku. Základní kalkulaci by bylo vhodné doplnit ještě podrobnější analýzou citlivosti ke zjištění reakce sestaveného modelu na hodnoty vstupních parametrů (daňová sazba, inflační koeficient, diskontní faktor ad.).

Ukazatel výnosnosti (rentability) investice – měří čistý výsledek podnikového snažení:

$$r_I = \frac{z_r^I}{N_I}, \quad (4.3)$$

kde r_I je rentabilita investice I ,
 z_r^I průměrný čistý roční zisk plynoucí z investice I ,
 N_I náklady na investici I .

Ukazatel poskytuje rychlou a názornou představu o výnosnosti investice, jeho nevýhodou je nerespektování faktoru času (patří ke statickým metodám).

Ukazatel likvidity investice – měří schopnost firmy uspokojit své splatné závazky, představuje dobu splácení jako čas, kterého je zapotřebí, aby tok výnosů (cash flow) přinesl hodnotu rovnající se původním nákladům na investici:

$$L_I = \frac{N_I}{CF_I}, \quad (4.4)$$

kde L_I je míra likvidity investice,
 CF_r^I očekávaný roční výnos investice I .

Ani tento ukazatel nepočítá se změnou výnosnosti investice v čase, patří tedy k metodám statickým.

Čistá současná hodnota investice – je rozdílem mezi současnou hodnotou očekávaných výnosů (cash flow) a náklady na investici (vyjadřuje čistý přínos investice):

$$CSHI_I = SHCF_I - N_I = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} + N_I, \quad (4.5)$$

kde $CSHI_I$ je čistá současná hodnota investice I ,
 $SHCF_I$ současná hodnota očekávaných výnosů z investice I ,
 CF_t očekávaná hodnota cash flow v období t ,
 N_I náklady na investici I ,
 k podniková diskontní sazba,
 t období $t = 1, 2, \dots, n$,
 n doba životnosti investice I .

Index současné hodnoty investice (index rentability) – je podílem současné hodnoty očekávaných výnosů (cash flow) a nákladů na investici:

$$ir = \frac{SHCF_I}{N_I}, \quad (4.6)$$

kde ir je index rentability investice I .

Vnitřní výnosové procento – předpokládá, že diskontní míra není daná, ale že hledáme takovou její hodnotu, při které se současné očekávané výnosy z investice rovnají současné hodnotě výdajů na investici, tj. že platí:

$$SHCF_I = SHN_I \quad (4.7)$$

nebo také

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} - N_I = 0.$$

(4.8)

IRR určíme iteračním postupem, při němž měníme hodnoty diskontní míry *k*, dokud neplatí předchozí vztah. Metoda určuje předpokládanou výnosnost investice, kterou porovnáme s požadovanou výnosností. Rozdíl je mírou jistoty (a rizika), je-li příliš velký, je větší také riziko investice. Pokud se chceme vyhnout složitosti iteračního postupu a spokojíme se s odhadem *IRR*, použijeme rovnici:

$$IRR = i_n + \frac{CSH_n^I}{(|CSH_n^I| + |CSH_v^I|)} \cdot (i_v - i_n),$$

(4.9)

kde i_n je nižší úroková míra,
 i_v vyšší úroková míra,
 $|CSH_n^I|$ čistá současná hodnota investice při nižší úrokové míře (absolutní hodnota),
 $|CSH_v^I|$ čistá současná hodnota investice při vyšší úrokové míře (absolutní hodnota).

4.3.1 Rozhodování o přijetí investice

Pokud máme jedinou možnost investování kapitálu, rozhodujeme podle výše uvedených ukazatelů efektivnosti investice a platí:

- doba splácení investice musí být kratší než doba životnosti investice,
- velikost čisté současné hodnoty musí být kladné číslo,
- vnitřní výnosové procento musí být vyšší než minimálně přijatelné procento (odpovídající např. hodnotě podnikové diskontní míry).

Tabulka 4.1: Přehled metod hodnocení efektivnosti investičních variant

Metoda hodnocení investičních variant	Výhody	Nevýhody
Metoda návratnosti investice	vhodný pro rychlou orientaci	nebere v úvahu časovou hodnotu peněz
Indexy výnosnosti	vhodný pro rychlou orientaci	nebere v úvahu časovou hodnotu peněz
Metoda čisté současné hodnoty (CSH)	respektuje faktor času	významný vliv zvolené hodnoty diskontní sazby
	zohledňuje veškeré peněžní toky spojené s investicí	
Metoda vnitřního výnosového procenta (IRR)	respektuje faktor času	některé CF mohou generovat stejnou hodnotu CSH při dvou různých diskontních mírách
	poskytuje přesný údaj o výnosnosti investice	

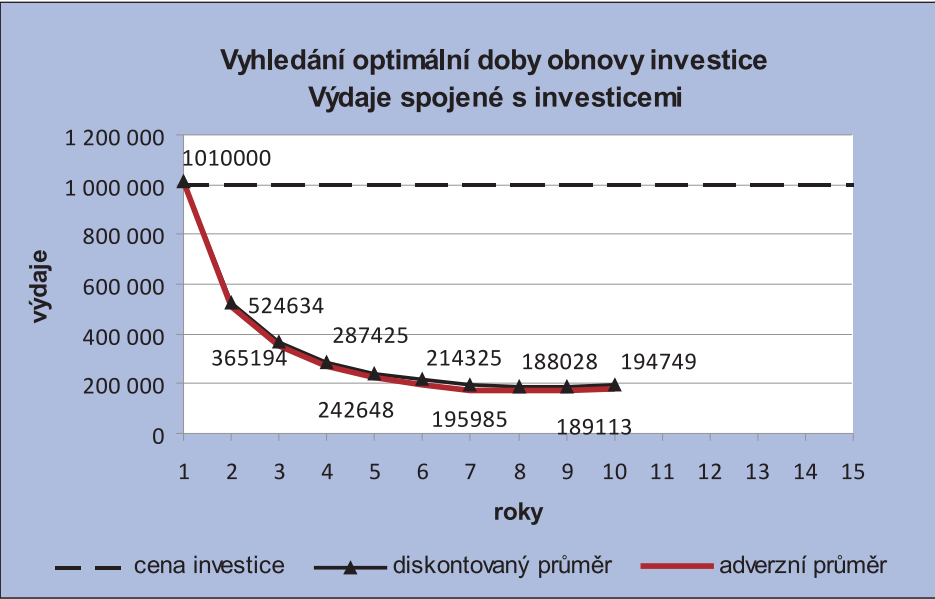
Při větším počtu investičních variant platí:

- Pokud kapitál stačí na jedinou akci, potom je nutné vybrat investici nejefektivnější.

Příklad odvození optimálního termínu obnovy zařízení metodou adverzního minima

Postup určení ekonomické životnosti investice ilustruje následující příklad. K vyhledání optimální doby obnovy investice použijeme metodu adverzního průměru. Hodnoty, jejichž vývoj v čase sledujeme, jsou hodnoty výdajů spojených s investicí, tj. v našem případě v prvním období pořizovací cena investice a v dalších obdobích výdaje na její údržbu. K většímu zohlednění faktoru času použijeme k přepočtu budoucích hodnot na současnou hodnotu metodu diskontování. Hodnoty adverzního i diskontovaného adverzního průměru jsou uvedeny v příložené tabulce 5.1.

Obrázek 5.5 znázorňuje graficky vývoj hodnot adverzního průměru a jeho diskontované hodnoty (pro zvolenou diskontní sazbu 5 %). Minimální hodnotu adverzního průměru nalézáme v 8. roce provozu investice. Ekonomickou životnost investice tedy odhadujeme na 8 let.



Obrázek 5.5: Odvození optimálního termínu obnovy investice metodou adverzního průměru

Finanční hledisko obnovy investice

Z finančního hlediska souvisí obnova investice především s její reprodukcí, tj. v dlouhodobém časovém horizontu s opakovaným vynakládáním financí na náhradu vyřazeného zařízení. Při plánování příštích vydání můžeme počítat s inflací, která představuje navýšení ceny pořizované investice a také s diskontní sazbou, pomocí níž převedeme finanční dopady rozhodnutí s delším časovým horizontem na současnou platformu. S odepisováním investice souvisí dále ještě tzv. odpisový daňový štít, který představuje z finančního hlediska státem poskytovanou úlevu na daních. Tato úleva se počítá z hodnoty odpisů stanovenou procentní sazbou. V každém případě pak tedy pro podnik představuje finanční „dotaci“, kterou mu investice přináší.

Pokud odhlédneme od dalších výdajů, které jsou s investicí v době jejího využívání spojeny (náklady na spolehlivost provozu příslušného strojního zařízení), potom cena investice a odpisový daňový štít jsou základními veličinami, které představují v časovém horizontu technické životnosti zařízení finanční zatížení podniku s tímto zařízením spojené.

Příklad odvození ekonomické životnosti investice z finančního hlediska

Finanční pohled na odvození optimální doby náhrady investice dokumentuje příklad strojního zařízení s předpokládanou dobou technické životnosti 10 let a s předepsanou dobou daňového odepisování stanovenou na 3 roky. Pořizovací cena investice je 10 mil. Kč. Finanční toky spojené

dlouhodobého majetku. Na rozdíl od daňových odpisů si účetní formu odpisů volí podnik sám, a to jak dobu odepisování, tak způsob – rovnoměrné nebo nerovnoměrné odepisování.

Po ekonomické stránce souvisí obnova zařízení s náklady na pořízení nového zařízení, náklady s pořízením nového zařízení souvisejícími (tj. náklady na demontáž starého zařízení, montáž nových prvků resp. montáž nového zařízení) a náklady vyvolanými vyřazením zařízení z provozu v době jeho obnovy (včetně ztrát na produkci do doby plné náhrady starého zařízení).

Odhad nákladů na obnovu zařízení zpravidla nečiní větší potíže – hlavní položku tvoří cena pořízení, další položky lze víceméně přesně odhadnout. Obtížnější je rozhodování o termínu obnovy zařízení. Ten by měl být určen podle pravidel ekonomické efektivnosti.

Základem pro volbu nákladově nejvýhodnějšího okamžiku obnovy zařízení je kalkulace celkových provozních nákladů. Jsou to jednak náklady na provoz a údržbu (ty obvykle narůstají se stářím zařízení), amortizační náklady (rozdíl mezi pořizovací a zůstatkovou cenou zařízení v době obnovy) a náklady na opravy resp. generální opravy zařízení.

Nejjednodušší metodou odhadu termínu obnovy zařízení je metoda adverzního minima. Spočívá ve výpočtu průměrných celkových nákladů provozu zařízení pro jednotlivá období a vyhledání období s minimální hodnotou. Adverzní průměr je pak podílem celkových nákladů (součet pořizovacích nákladů investice a nákladů na opravy a údržbu) k počtu let užívání investice. Náhradu zařízení je vhodné provést tehdy, kdy jsou průměrné roční náklady minimální.

Obdobou je volba optimálního termínu obnovy zařízení z hlediska nákladů a výnosů. Zde vyčíslíme celkové kumulované náklady, výnosy a zisk pro jednotlivá období. Vhodný termín pro náhradu zařízení představuje období, kdy je průměrný roční zisk maximální.

U dlouhodobého majetku s delší technickou životností je vhodné využít k vyhodnocení vývoje nákladů údržby resp. očekávaného výnosu a zisku metody diskontování. I v tomto případě bychom měli vycházet z údajů relevantních nákladů i relevantních výnosů s investicí souvisejících.

Dalším možným přístupem je využití metod dynamického programování [11]. Základem je zde aplikace Bellmanova principu optimality, podle kterého má optimální strategie tu vlastnost, že posloupnost následujících rozhodnutí musí tvořit optimální strategii vzhledem k předchozímu stavu, ať je tento stav jakýkoliv. Podle této metody v každém časovém kroku volíme vždy ekonomicky efektivnější ze dvou alternativ – ponechání zařízení v provozu, nebo jeho obnovu.

Optimální termín obnovy zařízení určuje ekonomickou životnost zařízení, resp. jeho ekonomicky efektivní životnost. V tomto smyslu by tento termín neměl být překročen při stanovení doby účetního odepisování.

Tabulka 5.1: Příklad výpočtu hodnot adverzního průměru

Období	náklady na opravy	výdaje celkem	diskontní koeficient	adverzní průměr	adverzní průměr diskontovaný
1	10000	1010000	1	1010000	1010000
2	15000	15000	0.952380952	512500	524634
3	22000	22000	0.907029478	349000	365194
4	30000	30000	0.863837599	269250	287425
5	40000	40000	0.822702475	223400	242648
6	50000	50000	0.783526166	194500	214325
7	65000	65000	0.746215397	176000	195985
8	120000	120000	0.71068133	169000	188028
9	200000	200000	0.676839362	172444	189113
10	260,000	260,000	0.644608916	181200	194749

- Pokud kapitál stačí na více akcí, je nutno stanovit pořadí jejich výhodnosti. Přitom lze použít metody matematického programování, rozhodovací metody aj.

Výhody a nevýhody jednotlivých metod hodnocení efektivnosti investičních variant uvádí tabulka 4.1.

4.4 Cash flow

Cílem finančního managementu podniku je maximalizace zisku a zajištění dostatečného množství peněžních prostředků. Hlavní přehledy o hospodaření podniku, kterými jsou rozvaha a výkaz zisku a ztráty, k účelu zjištění informací o pohybech peněžních prostředků nestačí. Speciálně k tomuto účelu zaměřený výkaz je výkaz o peněžních tocích podniku – cash flow. Představuje rozdíl mezi peněžními příjmy (cash inflows) a peněžními výdaji (cash outflows).

Rozvaha – Přehled o majetku podniku a zdrojích jeho financování.

Rozvaha zobrazuje stav majetku a jeho zdrojů krytí (kapitálu) k určitému okamžiku. Stejně tak zde lze vyčíst stav peněžních prostředků k určitému okamžiku, ale z rozvahy nelze zjistit, jakými faktory byl stav peněžních prostředků ovlivněn, jaký tomuto konečnému stavu peněz předcházel pohyb příjmů a výdajů. Vypovídá o momentální finanční situaci podniku staticky (je výkazem statickým). Před tímto okamžikem a po něm je situace jiná. Rozvaha tedy vykazuje veličiny stavové (okamžité). Základní schéma rozvahy dokumentuje tabulka 4.2.

Tabulka 4.2: Základní schéma rozvahy

AKTIVA	PASIVA
A. Pohledávky za upsaný vlastní kapitál	A. Vlastní zdroje
B. Stálá aktiva	1. Základní kapitál
1. Dlouhodobý nehmotný majetek – korekce o oprávky k DNM	2. Fondy – kapitálové fondy – fondy ze zisku
2. Dlouhodobý hmotný majetek – korekce o oprávky k DHM	3. Výsledek hospodaření běžného účetní období - zisk (+)/ ztráta (-)
3. Dlouhodobý finanční majetek	4. Výsledek hospodaření minulých let
C. Oběžná aktiva	B. Cizí zdroje
1. Zásoby	1. Rezervy
2. Pohledávky dlouhodobé	2. Závazky dlouhodobé
3. Pohledávky krátkodobé	3. Závazky krátkodobé
4. Finanční majetek (krátkodobý)	4. Bankovní úvěry a výpomoci
D. Ostatní aktiva	C. Ostatní pasiva

Výkaz zisku a ztráty podrobněji rozvádí jedinou položku rozvahy – dosažený zisk (ztrátu) za účetní období. Je výkazem o všech nákladech a výnosech, které se vážou k příslušnému časovému období, z nichž je generován hospodářský výsledek. Vykazuje tedy veličiny tokové (intervalové). Náklady a výnosy jsou tu ale zachyceny bez ohledu na to, zda v souvislosti s nimi vznikly reálné úbytky nebo přírůstky peněz.

Časový nesoulad nákladů a výnosů na jedné straně a výdajů a příjmů na straně druhé prezentují zejména následující příklady:

- Odpisy – jsou nákladovou položkou, i když zároveň k úbytku peněz nedochází (přesto snižují zisk).
- Tržby za zboží – účetně zvýší výnosy v okamžiku vystavení faktury odběrateli, i když k proplacení faktury dojde až později.

- Náklady na spotrebovaný materiál a částky zaplacené v daném období za nákup materiálu se liší, atd.

Disproporce mezi účetními a peněžními údaji spočívají:

- v rozdílu mezi pohybem hmotných a finančních prostředků (nákup stroje na úvěr nevyvolá žádný pohyb peněz, prodej výrobků vyvolá pohyb peněz až v okamžiku zaplacení těchto výrobků odběratelem apod.),
- v časovém nesouladu mezi hospodářskými operacemi a finančními operacemi (mzdové náklady vznikají denně a finančně jsou realizovány v časových intervalech),
- v důsledku používání různých účetních metod (způsoby odepisování dlouhodobého majetku formou účetního a daňového odepisování).

Nastává tedy obsahový a časový nesoulad mezi náklady a výdaji, výnosy a příjmy, ziskem a peněžními prostředky. Podnik tak může vykazovat vysoké tržby a zisk, ale stav peněžních prostředků tomu vůbec nemusí odpovídat (jedná se o zisk nezaplacený, vázaný v pohledávkách, někdy i nedobytných). Podnik tak nemusí mít i při vykázání účetního zisku dostatek financí na zaplacení svých závazků, nachází se v platební neschopnosti – je nelikvidní. Zisk je nezbytnou podmínkou pro trvalý dostatek peněžních prostředků. Je však potřeba vytvořený zisk co nejrychleji přeměnit do peněžní hotovosti.

Koncepce cash flow důsledně odráží reálné toky peněz a jejich zásoby v podniku. Je hlavním kritériem rozhodování, hlavním nástrojem finančního řízení a také hlavním ukazatelem prosperity podniku.

Metody výkazu o cash flow

- **Primární metoda** – jednotlivým položkám výkazu CF je přiřazen kód a při běžném účtování operací, které se týkají peněžních prostředků, se každému účetnímu případu přiřadí i příslušný kód položky výkazu o toku peněz. Tento způsob má zvýšené nároky na účetní software, proto jeho použití není časté. Obvykle je používán a doporučován nepřímý způsob výpočtu.
- **Nepřímá metoda** – je založena na úpravě čistého zisku (po zdanění a úhradě úroků) o:
 - náklady, které nebyly současně výdajem (odpisy, rezervy) (+),
 - výdaje, které nebyly současně nákladem (nákup investičního majetku) (-),
 - výnosy, které nebyly současně příjmem (zhotovení výrobků, čerpání rezerv) (-),
 - příjmy, které nebyly výnosem, tedy se nepromítly ve výkazu zisku a ztráty (přijaté dlouhodobé zálohy) (+).

Přehled o peněžních tocích sestavujeme v těchto případech:

- sestavování plánu finančního hospodaření podniku (krátkodobý i dlouhodobý plán),
- plánování investičních akcí,
- hodnocení platební schopnosti podniku,
- hodnocení hospodaření podniku,
- provádění finanční analýzy,
- zjišťování tržní ceny podniku.

5.5 Ekonomické aspekty obnovy

Obnova zařízení se uskutečňuje obecně po uplynutí určitého času jeho činnosti. V zásadě lze rozlišit dvě kategorie typů obnovy.

První řeší problematiku obnovy dílčích prvků zařízení, které v určitém okamžiku selžou a přestanou plnit svoji funkci. Jedná se v podstatě o metody údržby s náhradou jednotlivých prvků systému. Zde rozlišujeme několik variant přístupu:

- Pokud dojde k selhání některého prvku výrobního zařízení, existují tyto alternativy obnovy:
 - nahradí se pouze porouchaný prvek a ostatní prvky se ponechají,
 - nahradí se porouchaný prvek, ostatní prvky stejného druhu se prohlédnou a dle potřeby vymění,
 - nahradí se všechny prvky stejného druhu prvky novými.
- Zařízení se v předepsaných lhůtách prohlíží a vyměňují se ty prvky, jejichž funkční parametry se hodnotami blíží k mezním hodnotám použitelného stavu (jsou nadměrně opotřebovány, nesplňují stanovené parametry).
- V pravidelných lhůtách se vymění v zařízení vždy všechny prvky tohoto druhu bez ohledu na stupeň jejich opotřebení.

Druhý typ obnovy je podmíněn důvody pro náhradu starého zařízení, jehož užitečnost pro systém se postupně snižuje z různých příčin:

- Zařízení nestačí již svým výkonem zvýšeným požadavkům, i když je jinak v bezvadném stavu.
- Zařízení morálně zastaralo, i když podává stejný výkon jako dříve.
- Zařízení je opotřebované a vyžaduje nadměrné náklady na údržbu a opravy. Tento stav nemusí být nutně zaviněn fyzickým stárnutím, ale např. změnou legislativy ztížením předpisů v oblasti bezpečnosti apod.
- Výkon dosavadního zařízení klesá, čímž rostou provozní náklady připadající na jednotku výroby.

První typ obnovy je předmětem managementu údržby. Představuje náhradu jednotlivých komponent výrobního zařízení, které vstupují do nákladů plnou pořizovací hodnotou. Efektivnost tohoto procesu řeší optimalizační postupy obnovy (podrobněji v semináři „Metody užívané v logistice“.)

Druhý typ obnovy se týká dlouhodobého majetku, který je pořízován jako investice. Podléhá postupnému opotřebení jak fyzickému tak morálnímu. Ekonomicky je toto opotřebení vyjadřováno formou odpisů. Vzhledem k tomu, že výdaje na dlouhodobý majetek v mnoha podnicích několikanásobně převyšují náklady na pracovní síly a na materiál, je nezbytné věnovat pozornost jeho racionálnímu využití i hospodárnému zajištění jeho náhrady.

V souvislosti s dlouhodobým majetkem se rozlišuje technická a ekonomická životnost. Technická (fyzická) životnost je daná technickými parametry výrobce a její zachování vyžaduje údržbu a opravy (případně generální opravy). Ekonomická životnost je období, po které je účelné zařízení hospodárně využívat. Je zpravidla kratší než technická životnost. Teoreticky lze tedy dlouhodobý majetek využívat i po ukončení ekonomické životnosti. Nevýhodou v tomto případě jsou zpravidla vyšší nároky na opravy a údržbu.

Dlouhodobý majetek je předpisem (v ČR určen kódem SKP – standardní klasifikace produkce) zařazován do odpisových skupin pro účely výpočtu daně z příjmů. Tímto předpisem se řídí daňové odpisy

5.4 Ekonomické aspekty zásobování

Nedílnou součástí zajištění spolehlivosti výrobního systému je zásobování. Smyslem zásobování je především zajištění potřebných výrobních prostředků ve „správném čase na správném místě“, zajištění dodavatelsko – odběratelských vztahů, obecně vytvoření podmínek pro maximální předcházení výpadkům výroby i distribuce.

Pozitivní význam zásob pro podnik spočívá ve zvýšení pohotovosti systému.

Negativní vliv zásob – vážou kapitál (pořízení zásob), vyžadují další prostředky a práci (skladování zásob), jsou rizikové (riziko znehodnocení zásob).

Zásoby tvoří:

- výrobní zásoby (materiál a suroviny určené k výrobě, ale také rezervní nástroje, náhradní díly, obalový materiál atd.),
- zásoby meziproduktů (rozpracovaná výroba),
- hotové výrobky připravené k prodeji.

Základní kategorie nákladů zásobování tvoří náklady na jejich pořízení, náklady na skladování a náklady vznikající při jejich nedostatku (Obrázek 5.4).



Obrázek 5.4: Základní kategorie nákladů zásobování

Problematikou zásobování se zabývá teorie zásob, která předkládá řadu metod a postupů optimalizace jejich rozsahu a organizace jejich reprodukce. Efektivní míra zásob zvyšuje pohotovost výrobního systému a naopak. Nadměrné zálohování představuje neefektivně vynaložené prostředky, na druhé straně nedostatečná míra zálohování zvyšuje nepohotovost systému a následně vede k vyšším ztrátám při výpadku výroby. (Detailně je problematika zásobování obsahem semináře „Metody užívané v logistice“.)

4.5 Hodnocení investičních rizik

4.5.1 Vyjádření investičního rizika

Výsledek hodnocení investice vychází z předpokladů, které vstoupily formou parametrů do investičního projektu. Reálná efektivnost investice je pak přímo závislá na přesnosti našich předpokladů, tj. na míře spolehlivosti odhadu všech faktorů, které reálný výsledek mohou ovlivnit. Týkají se jak nákladové části projektu (odhad všech budoucích nákladů po celou uvažovanou dobu životnosti investice), tak strany výnosů. Tu ovlivňují ekonomické parametry (rozdíly očekávané a reálné ceny produktu), technické a technologické parametry (odhad množství realizované produkce v závislosti na spolehlivosti odhadu technických, technologických, dodavatelsko-odběratelských i obchodních procesů) i vnější vlivy (např. změna podmínek splácení úvěrů, změny daňové politiky státu, politické zvraty, nepřízeň počasí apod.). Investice je tak vždy spojena s jistou mírou rizika a posouzení rizika investičního projektu nezbytnou součástí investičního rozhodování.

Pro potřeby odhadu investičních rizik se používá řada metod a postupů, např.:

- Použití analogie – Metodu lze použít u projektů, které již byly někde uskutečněny, a jejich příbuznost s řešeným projektem nás k jejímu použití opravňuje.
- Metoda analýzy citlivosti – Představuje metodu zkoumání vlivu dílčích rizikových faktorů na výnosnost investice. Variantně měníme hodnoty jednotlivých vstupů investičního projektu, např. cenu produktu, objem prodeje, náklady nebo dílčí nákladové položky, úrokové sazby ad., a zjišťujeme vliv těchto změn na výsledné hodnocení efektivnosti investice.

Faktor rizika lze také přímo zakomponovat do investičního projektu. V tomto směru lze postupovat dvěma způsoby:

- Úprava cash flow (průměrný roční výnos cash flow přepočítáme jako vážený průměr jeho očekávaných hodnot s příslušnou mírou nejistoty, kdy součet vah jednotlivých položek musí být roven 1).
- Úprava (nadhodnocení) podnikové diskontní míry.

Společně s výnosností a likviditou (kapitola 4.2) je rizikovost nejdůležitějším kritériem při rozhodování investora, kam vloží své dočasně volné finanční prostředky, resp. jak a v jakém rozsahu vidí svoji budoucí realizaci. Riziko investice představuje stupeň nejistoty spojený s očekávaným (budoucím) výnosem. Praktickou a nejběžněji používanou pomůckou odhadu investičního rizika je zpravidla jednoparametrická analýza vyhodnocení reakce systému na změnu stanovených parametrů, tzv. citlivostní analýza.

4.5.2 Analýza citlivosti

Jedná se o vyjádření efektů nejistot spojených s posuzovaným investičním projektem. Analýza zjišťuje reakci ukazatelů efektivnosti investice na změnu stanoveného „klíčového faktoru“. Ke klíčovým faktorům u investičních projektů patří nejčastěji parametry ovlivňující příjmovou a výdajovou stránku posuzované investice v časovém dosahu její předpokládané životnosti. V citlivostní analýze se tedy zaměřujeme na faktory, jejichž změny se projeví výraznější změnou zvolených kritérií hodnocení. Tyto faktory pak považujeme pro daný projekt za klíčové resp. rizikové. Cílem analýzy citlivosti investičních projektů je tyto rozhodující faktory identifikovat a kvantifikovat jejich vliv na efektivnost projektu a tedy vliv na rozhodnutí o přijetí či nepřijetí investičního záměru.

Rizikovými faktory mohou být například:

-
- objem produkce,
 - výkon výrobního zařízení,
 - objem tržeb,
 - nákupní ceny vstupujících komodit,
 - prodejní ceny,
 - výše variabilních a fixních nákladů,
 - hodnota jednotkových nákladů,
 - hodnota vstupní investice,
 - způsob odpisování a reinvestování,
 - míra zdanění,
 - investiční úroková míra,
 - náklady kapitálu (vlastního a cizího),
 - míra inflace, ad.

Postup při analýze citlivosti

Analýza citlivosti probíhá v následujících krocích:

- Sestavíme investiční projekt pro předpokládanou dobu životnosti investice. Projekt je sestaven tak, aby budoucí výdaje i peněžní příjmy byly v maximální možné míře odvozeny v závislosti na faktorech, které je ovlivňují.
- Určíme nejpravděpodobnější hodnoty faktorů, které byly vzaty v úvahu při propočtu peněžních příjmů a stanovíme očekávaný peněžní příjem.
- Nastavíme alternativy hodnot jednotlivých faktorů (za předpokladu neměnnosti ostatních) a zkoumáme vliv každé změny na celkový výsledný efekt (vyjádřený např. ukazatelem čistého zisku, cash flow, čisté současné hodnoty ad.).
- Stanovíme nejvýznamnější faktory, ovlivňující peněžní příjem související s investicí.
- Posuzujeme rizikovost (pravděpodobnost i následky) možných nepříznivých situací, hledáme vhodná opatření, formulujeme závěry analýzy.

4.5.3 Nevýhody citlivostní analýzy

V případě velkých investičních projektů se objevuje velké množství rizikových faktorů a kritérií, což zvyšuje pracnost a složitost konstrukce citlivostní analýzy.

Podstatným problémem citlivostní analýzy je ale postup, kdy měníme vždy pouze jeden z rizikových faktorů, zatímco ostatní faktory nastavíme na jejich původní (nejpravděpodobnější) hodnotu. V praxi však často dochází ke změnám několika nebo všech rizikových faktorů současně, protože spolu souvisejí (např. při poklesu ceny může dojít k nárůstu poptávky a tedy k růstu realizované produkce, změna ceny významnější nebo většího počtu vstupních komodit navýší náklady produkce a může snížit objem realizace apod.). Této skutečnosti v praxi čelíme formulací alternativních scénářů, které definují možné kombinace změn hodnot rizikových faktorů (např. nárůst ceny pohonných hmot v kombinaci s poklesem množství realizované produkce). I tento přístup zvyšuje pracnost citlivostní

Indikátor	Formulace	Charakteristika
I_{01}	Celkové náklady na údržbu jako % z reprodukční hodnoty hmotného a nehmotného majetku organizace.	Charakterizuje finanční náročnost udržování majetku organizace.
I_{02}	Hodnota zásob náhradních dílů a materiálu pro údržbu jako % z reprodukční hodnoty hmotného a nehmotného majetku organizace.	Charakterizuje relativní velikost zásob náhradních dílů a materiálu pro údržbu.
I_{03}	Náklady na externí údržbu (zajišťovanou dodavatelsky) jako % z celkových nákladů na údržbu.	Charakterizuje relativní náklady externí údržby a přímo i objem uplatnění externí (outsourcingované) údržby.
I_{04}	Náklady na preventivní údržbu jako % z celkových nákladů na údržbu.	Charakterizuje relativní náklady preventivní údržby a přímo i uplatnění preventivní údržby.
I_{05}	Pracnost preventivní údržby jako % z celkového časového fondu údržbářů.	Charakterizuje relativní pracnost preventivní údržby a přímo i uplatnění preventivní údržby.
I_{06}	Celkové náklady na údržbu jako % z obratu organizace.	Charakterizuje relativní intenzitu toku peněz do údržby.
I_{07}	Celkový počet člověkohodin školení jako % z celkového časového fondu údržbářů.	Charakterizuje relativní intenzitu školení pracovníků údržby.
I_{08}	Pracnost okamžité údržby po poruše jako % z celkového časového fondu údržbářů.	Charakterizuje relativní pracnost okamžité údržby po poruše a nepřímo stupeň uplatnění preventivní údržby.
I_{09}	Plánovaná pracnost údržby jako % z celkového časového fondu údržbářů.	Charakterizuje úroveň přípravy a plánování údržby v organizaci.
I_{10}	Roční nominální časový fond % z ročního kalendářního časového fondu.	Charakterizuje relativní roční nominální časový fond výrobního zařízení.
I_{11}	Skutečná doba provozu jako % z ročního kalendářního časového fondu.	Charakterizuje skutečné využití výrobního zařízení a jeho ustálenou pohotovost.
I_{12}	Skutečná doba provozu / Počet zásahů okamžité údržby po poruše	Charakterizuje provozní bezporuchovost výrobního zařízení.
I_{13}	Průběžná doba okamžité údržby po poruše/ Počet zásahů okamžité údržby po poruše	Charakterizuje průměrnou rychlost odstraňování poruch.

Cesty dosažení maximální efektivity údržby

K rozhodujícím faktorům patří:

- výběr a pořízování výkonného, spolehlivého a způsobilého výrobního zařízení i dalšího hmotného majetku (představuje zesílené nároky na kvalifikované posouzení provozních i ekonomických vlastností zařízení při jeho obnově),
- tvorba a poskytování optimálních zdrojů zajištěnosti údržby (s optimalizací zásobování a zálohování systému a jeho komponent, optimalizací jednotlivých zásahů údržby s akcentem na prediktivní formy),
- uplatňování výkonného a kvalitního managementu údržby (uplatňování postupů plánování a optimalizace údržby, zavedení detailní evidence, analýza procesů údržby s technickými i ekonomickými ukazateli, prověřování zavedených postupů údržby podle aktuálních informací o systému ad.).

zvýšením celkové spolehlivosti i efektivnosti výrobních procesů (podrobněji v semináři „Základy spolehlivosti systémů“).

Efektivní údržba ovlivňuje:

- Výkonnost, spolehlivost a způsobilost výrobního zařízení:
 - Výběrem a nákupem kvalitního výrobního zařízení (ověření a validace specifikované výkonnosti, bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby i jeho způsobilosti).
 - Udržováním výše uvedených znaků během provozu výrobního zařízení.
- Kvalitu produkce.
- Využití disponibilního časového fondu výrobního zařízení:
 - Optimalizací intervalů, průběžné doby i pracnosti preventivní údržby.
 - Minimalizací průběžné doby a pracnosti údržby po poruše.
 - Minimalizací průběžné doby a objemu přestavování a seřizování zařízení.
 - Udržováním specifické výkonnosti zařízení.
- Zálohování systému a jeho komponent:
 - Eliminací přerušování výrobního procesu.
 - Snížením rozpracovanosti a výrobních zásob.
 - Minimalizací vázaného kapitálu v zásobách.
- Bezpečnost, environmentální profil, získání a udržení zákazníků – zajištěním:
 - Bezpečnosti provozu výrobního zařízení.
 - Dopadů provozu a údržby výrobního zařízení na personál i životní prostředí.
 - Maximální spolehlivosti dodávek zákazníkům.

Doporučené indikátory efektivnosti údržby

Evropská federace národních společností pro údržbu (EFNMS – European Federation of National Maintenance Societies) se zabývá celou řadou problémů managementu údržby včetně problematiky benchmarkingu². Tato organizace předkládá návrh ukazatelů (indikátorů) efektivnosti údržby a doporučuje jejich použití. Pro informaci zde uvádíme jejich stručný výčet (ČSN EN 15341 [21]).

²Měření a analýza procesů a výkonů organizace a hledání nejlepších řešení prostřednictvím systematického porovnávání s výkonem ostatních subjektů.

analýzy a je omezen reálností počtu zpracovávaných variant. Problémem může být rovněž subjektivní přístup k odhadu budoucího vývoje a odhalení návazností změn jednotlivých rizikových faktorů.

Alternativní technologické scénáře formulujeme především pro základní možnosti vývoje rozhodujících parametrů jednotlivých projektů (optimistický, pesimistický, referenční). Při větším počtu scénářů si můžeme vypomoci aplikací simulačních metod (metoda Monte Carlo).

Výsledky analýzy citlivosti jsou poskytovány formou:

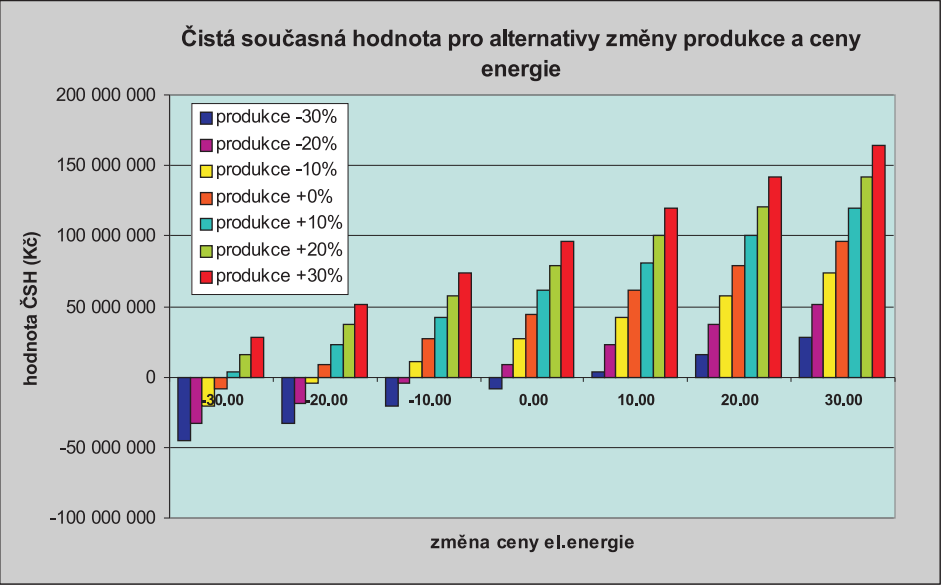
- tabulek a grafů peněžního toku pro zpracované technologické scénáře,
- přehledu hodnot zvolených kritérií hodnocení pro zpracované scénáře,
- přehledu závislostí kritérií hodnocení na vybraných vstupních parametrech.

Ukázku výsledků citlivostní analýzy investice do větrné elektrárny uvádí obrázek 4.2. V tabulce přehledu jsou uvedeny hodnoty čisté současné hodnoty investice pro alternativy hodnot výkupní ceny energie a výše produkce energie ve 20. roce životnosti elektrárny.

Vyhodnocení vlivu v roce	20	Změna ceny elektrické energie [Kč/kWh]					
Čistá současná hodnota investice VTE (NPV)	-30.00	-20.00	-10.00	0.00	10.00	20.00	30.00
Změna produkce elektrické energie [kWh]	1.72	1.97	2.21	2.46	2.71	2.95	3.20
-30	5,465,338	-45,097,788	-32,854,185	-20,610,583	-8,366,981	3,876,621	16,120,223
-20	6,246,100	-32,854,185	-18,861,497	-4,868,809	9,123,879	23,116,567	37,109,256
-10	7,026,863	-20,610,583	-4,868,809	10,872,965	26,614,739	42,356,514	58,098,288
0	7,807,625	-8,366,981	9,123,879	26,614,739	44,105,600	61,596,460	79,087,320
10	8,588,388	3,876,621	23,116,567	42,356,514	61,596,460	80,836,406	100,076,353
20	9,369,150	16,120,223	37,109,256	58,098,288	79,087,320	100,076,353	121,065,385
30	10,149,913	28,363,826	51,101,944	73,840,062	96,578,181	119,316,299	142,054,417

Obrázek 4.2: Ukázka výsledků citlivostní analýzy investice

Další obrázek (4.3) dokumentuje výsledky citlivostní analýzy graficky. Graf zobrazuje výši ukazatele čisté současné hodnoty pro zvolené alternativy klíčových parametrů investice do větrné elektrárny.



Obrázek 4.3: Čistá současná hodnota investice pro alternativní hodnoty klíčových faktorů

5.3 Management údržby

5.3.1 Zdroje potřebných údajů

Pro kvalitní plánování a řízení údržby je třeba disponovat aktuálními informacemi o udržovaném majetku, potřebných náhradních dílech a materiálech, technologickém postupu opravy a požadovaném rozsahu práce. Je nutno zvážit požadavky na jednotlivé profese, posoudit naléhavost údržbářského zásahu, čas, který je k řešení situace k dispozici, a dostupnost zařízení pro údržbu.

Sestavení projektu údržby tedy vyžaduje znalost řady potřebných údajů různých kategorií odbornosti.

Údaje provozně-technické

Základem zavedení systému údržby je definice provozně-technické struktury provozovaného objektu. Jejím úkolem je zajistit, aby se stejná nebo podobná zařízení zařadila do vyšších celků tak, aby se pro stejné zařízení definovaly typové práce preventivní údržby i neplánované práce operativní údržby. Plánované i skutečně provedené práce se vždy vztahují ke konkrétnímu fyzickému zařízení. Základem plánu preventivní údržby je vazba mezi fyzickým zařízením a údržbovým úkonem.

Údaje technologické

Technologické údaje údržby definují technologickou strukturu výrobních zařízení, včetně definice návazností a vzájemných závislostí mezi zařízeními. V praxi to znamená, že pokud je opravováno nějaké zařízení, je možno opravit i všechna zařízení, která jsou v sériové struktuře na nižší úrovni.

Údaje organizace řízení údržby

Organizace řízení údržby je realizována formou pracovních příkazů. Ty specifikují seznam potřebných náhradních dílů, spotřebního materiálu, nářadí, profesí a nároků na jejich kapacitu, případně i pracovní postup pro každý jednotlivý druh zásahu údržby. S formou organizace souvisí rozsah evidence a položky, které jsou sledovány (potřebné kapacity na preventivní údržbu po profesích a její bilancování s disponibilními kapacitami ad.).

Evidence skladů náhradních dílů a spotřebního materiálu

Projekt údržby zahrnuje také základní informace potřebné pro materiálně technické zásobování, tj. pro objednávání zboží, problematiku zajištění minimálních stavů, evidenci dodávek ad.

Ekonomické informace

Jedná se o sledování všech nákladových položek souvisejících s procesem údržby. Speciální část tvoří náklady na externí dodávky služeb ve struktuře členění na jednotlivá zařízení a nákladové položky (např. materiál a náhradní díly, mzdy externistů, ostatní náklady). Je třeba rozlišit náklady plánované údržby podle druhů a sledovat skutečné náklady údržby podle středisek, podle zakázek, za období, vždy ve vazbě na jednotlivá typová zařízení i prvky technologické struktury.

Statistiky

Ze všech sledovaných údajů jsou vytvářeny přehledy o poruchách na zařízení v členění poruch podle příčin a způsobu jejich odstranění, určeny střední doby poruch a průměrné doby poruch, počet poruch a to za jednotlivá zařízení, případně i za jednotlivé typy zařízení. V souvislosti s evidencí výroby a ekonomickými daty je možno provádět hodnocení efektivnosti údržby ve vazbě na produkci ap.

5.3.2 Hodnocení efektivnosti údržby

V souhrnu platí, že efektivní údržba může přispět ke zvyšování objemu výroby a snižování nákladů, následně pak ke zvyšování tržeb a zisku. Přispívá tedy značnou měrou ke snižování možných rizik

1. krok:	Definice základních provozních jednotek výrobního systému a zadání jejich charakteristik.
2. krok:	Definice alternativních provozních scénářů při výpadku každé provozní jednotky a určení jejich charakteristik (instalovaný výkon, rezervní kapacita).
3. krok:	Kvantifikace maximálně přípustné doby výpadku každé provozní jednotky s ohledem na vymezený časový interval.
4. krok:	Kvantifikace ekonomické ztráty při výpadku každé provozní jednotky v časovém vývoji.

Alternativní provozní scénáře zahrnují informace o:

- možnosti využití vlastní rezervy výkonu provozního souboru ve vymezeném časovém horizontu,
- možnosti uložení vstupního produktu provozního souboru v záložním úložišti (s udáním jejich výčtu a využitelné kapacity),
- možnosti náhrady výpadku zvýšením výkonu náhradního provozního souboru v rozsahu jeho výkonnostní rezervy dané realizačním plánem.

Ekonomické vyjádření ztrát při výpadku jednotlivých provozních souborů je poplatné definovanému technologickému scénáři řešení vzniklé situace. Scénář popisuje možná řešení ve smyslu:

- využití technologické alternativy výpadku provozního souboru zpracováním meziprojektu alternativní technologií,
- možnosti uložení meziprojektu,
- nutnosti omezení vstupů do významných (z hlediska omezení produkce) výrobních jednotek systému.

V závislosti na konkrétním scénáři je potom ekonomická ztráta vyjádřena:

- rozdílem cen mezi produktem odstaveného provozního souboru a produktem náhradní technologické alternativy,
- vícenáklady spojenými s realizací náhradního řešení (přímé i vyvolané náklady),
- ztrátou celkového zisku/marže souvisejícím s omezením produkce.

Ekonomické vyjádření ztráty je tedy specifické pro každý z uvažovaných provozních souborů výrobního systému a vychází z konkrétního technologického scénáře řešení jeho výpadku. Zařazení ekonomické ztráty v čase (vždy však v určeném časovém horizontu) závisí rovněž na technologickém scénáři řešení výpadku provozního souboru a většinou je uplatněno po uplynutí vypočítané maximální doby přípustného výpadku provozního souboru. Výjimku tvoří případy, kdy je doba nástupu ekonomické ztráty ovlivněna např. legislativními předpisy (např. omezení doby možného překročení ekologických limitů), z důvodů zajištění potřebné kvality výstupního produktu apod. V těchto případech je termín nástupu ekonomické ztráty korigován podle konkrétních dispozic.

5 Riziko selhání výrobního procesu, ekonomika spolehlivosti

Při posuzování kvality libovolného objektu hodnotíme především jeho trvalou schopnost plnit požadované funkce, jinými slovy jeho funkční spolehlivost. Nespolehlivost objektu, projevující se selháváním a nefunkčností, je nositelem rizik s celou řadou možných následků. Reálná efektivnost výrobních procesů tedy úzce souvisí s řízením jejich spolehlivosti a s řízením možných rizik jejich selhání.

V širším pojetí je spolehlivost definována jako „obecná vlastnost objektu spočívající ve schopnosti plnit požadované funkce při zachování hodnot stanovených provozních ukazatelů v daných mezích a v čase podle stanovených technických podmínek“.

Objektem je zde jistý celek, který jsme schopni zkoumat v souhrnu. Může jím být jednotlivá součástka, funkční blok nebo funkční jednotka, případně celý systém. Technickými podmínkami rozumíme souhrn technických specifikací objektu, které jsou předepsané pro požadovanou funkci objektu (např. způsob provozu, skladování, přepravy, údržby, oprav). Provozními ukazateli jsou např. instalovaný výkon, nastavená účinnost, spotřeba paliv a energie apod.

5.1 Základní atributy spolehlivosti

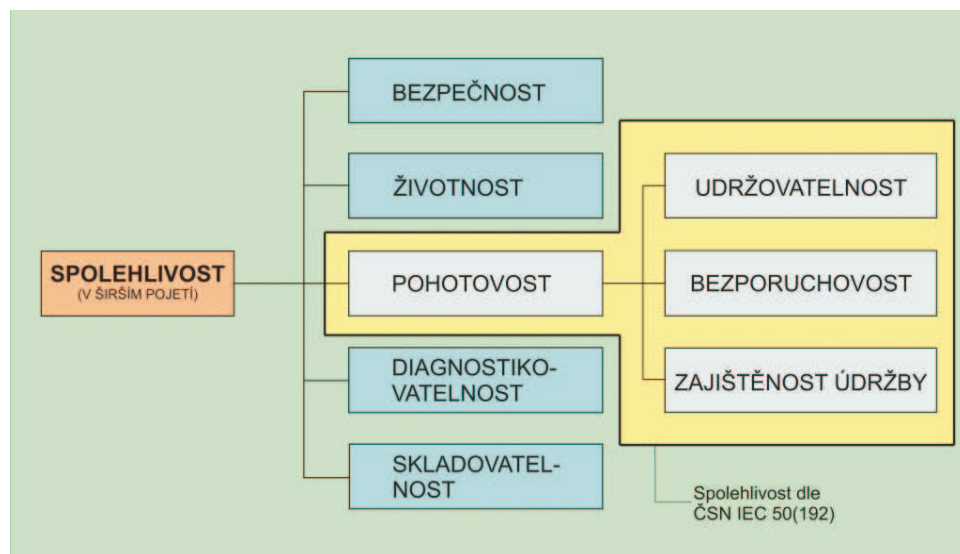
Podle normy ČSN IEC 60050/191 z roku 1993 je spolehlivost definována jako „souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, kteří ji ovlivňují, bezporuchovost, udržovatelnost a zajištěnost údržby“. Spolehlivost je tedy komplexní vlastnost objektu, jehož jednotlivé vlastnosti lze rozšířit o další definice:

- pohotovost je schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadované funkce v daném časovém okamžiku a v daných podmínkách,
- bezporuchovost je schopnost objektu plnit nepřetržitě požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek,
- udržovatelnost je systém principů pro organizaci a provádění údržby, jejímž hlavním úkolem je předcházení poruch,
- životnost je schopnost objektu plnit požadované funkce do okamžiku dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav,
- diagnostikovatelnost je možnost odhalení poruchy, zjištění její příčiny s možností následné opravy,
- skladovatelnost představuje schopnost objektu uchování si všech vlastností po dobu přepravy a skladování,
- bezpečnost je vlastnost objektu neohrožovat lidské zdraví nebo životní prostředí při plnění předepsané funkce.

Grafický přehled atributů spolehlivosti dokumentuje obrázek 5.1.

Z provozního hlediska je důležitá zejména pohotovost objektu jako schopnost jeho rychlého nasazení a vyhovění všem technickým podmínkám. Pro všechny v definici uvedené vlastnosti existují ukazatele umožňující kvantifikovat míru spolehlivosti objektu jako celku.

K zajištění spolehlivosti výrobního systému byla vyvinuta řada manažerských postupů a metod, které charakterizuje zcela nový postoj k výrobnímu procesu. Podle tohoto přístupu vnímáme výrobní proces v co nejširším kontextu, tedy včetně posouzení možných rizik a dopadů selhání procesu i jeho



Obrázek 5.1: Schéma základních atributů spolehlivosti

dílčích činností, a to nejenom přímo na výrobní proces, ale i na nejširší okolí. Okolím v tomto kontextu rozumíme všechny druhy možných příjemců dopadů selhání procesu, tj. další podnikatelské subjekty, civilisty, živé i neživé složky životního prostředí. Působení na životní prostředí hodnotíme rovněž sledováním všech dílčích projevů a součástí výroby včetně etap její přípravy i případné likvidace. Návaznost ekonomické teorie a parametrů spolehlivosti charakterizujících její jednotlivé vlastnosti uvádí následující přehled.

Životnost

U výrobního zařízení rozlišujeme životnost:

Technickou – je zpravidla určena výrobcem a je dána dobou, po kterou je zařízení schopno plnit svoji funkci bez ohledu na míru spolehlivosti (při zachování udržitelnosti) a ekonomické efektivnosti.

Daňovou – je dána předepsanou dobou daňového odepisování, je podřízena aktuálním daňovým předpisům. Je určena pro každý typ výrobního zařízení kódem SKP. Podnik musí dodržet dobu daňového odepisování, určuje si pouze způsob odepisování zařízení (lineární nebo zrychlený). Výpočet daňových odpisů slouží výhradně k výpočtu daní z příjmu.

Účetní – je dána dobou účetního odepisování, kterou si může určit podnik sám. Je zřejmé, že by měla respektovat ekonomickou životnost (není efektivní provozovat a tedy i odepisovat zařízení, které je ekonomicky neefektivní). Doporučuje se přizpůsobit účetní odepisování daňovému.

Ekonomickou – doba ekonomicky efektivního využívání výrobního zařízení. Je zpravidla kratší než životnost technická, protože se stářím zařízení se většinou zvyšuje poruchovost i náročnost oprav. Ekonomickou životnost, tj. volbu optimálního (z ekonomického hlediska) termínu obnovy zařízení, řeší metody optimalizace obnovy.

Udržitelnost

Souvisí s preventivní údržbou. Konkrétní nákladové položky budou odvislé od realizovaného (projektovaného) typu preventivní údržby. Také v tomto případě je třeba počítat s vyvolanými náklady (odstávka výroby v době preventivních prohlídek, náklady na provoz technologických alternativ během preventivní údržby, ad.).

S udržitelností souvisí opravitelnost jako možnost zjištění a odstranění poruchy zařízení. Ekonomickým vyjádřením této charakteristiky spolehlivosti jsou náklady na opravy. Kromě přímých

Kromě toho mohou vzniknout náklady nepříznivého dopadu na společnost výrobce, na její dobré jméno a prestiž, což posléze může vést ke ztrátě zákazníků. Kvantifikace těchto nákladů je ale poněkud obtížná. V tomto směru lze využít odhady odvozené z nákladů na propagaci a nákladů na marketingové úsilí, případně nákladů na kompenzace a náhrady. V každém případě je však potřebné s těmito náklady pokud možno počítat.

S problémem kvantifikace ekonomických ztrát souvisí skutečnost, že jednotlivé ztráty nemusí nastupovat současně, ale tvoří jistou, pro každý případ specifickou časovou posloupnost následků, v závislosti na délce výpadku. Důležitým aspektem hodnocení ekonomických ztrát při selhání systému je proto časový faktor. Zatímco náklady odstranění výpadku provozního zařízení nastupují bezprostředně po vzniku poruchy, ekonomická ztráta na produkci se projeví až tehdy, když dobu výpadku nelze nahradit z kapacitních rezerv zařízení, realizací náhradní produkce, případně jinými vhodnými postupy. K rozhodování o závažnosti selhání jednotlivých komponent výrobního systému je tedy potřebný nejenom údaj o výši potenciální ekonomické ztráty, ale také údaje o jejím dynamickém vývoji.

Výpočet ztrát při výpadku produkce

Výpadek produkce může teoreticky souviset nejen s poruchou, ale také s plánovanou údržbou. Výpadek činnosti dílčích provozních souborů výrobního systému znamená v každém případě narušení standardního provozu a vyžaduje operativní rozhodnutí o řešení situace: využití rezervních kapacit výrobní soustavy k náhradě výpadku, výrobu alternativní produkce, uložení meziprojektu, atd. V zavedených systémech jsou tyto náhradní scénáře většinou definovány a provozní management je s nimi dobře obeznámen.

Určujícím kritériem rozhodování o prioritách jednotlivých technologicky přípustných scénářů řešení výpadků jednotlivých segmentů výrobní soustavy, a v konečném důsledku o zálohování určujících prvků systému, je ekonomická ztráta, která je s výpadkem jednotlivých provozních souborů spojena a ekonomické důsledky jejich případného déletrvajícího vyřazení z provozu.

Pokud dojde k výpadku produkce, bude celková ekonomická bilance doplněna ztrátami souvisejícími se snížením produkce, případně náklady provozu náhradních technologických alternativ. V tomto ohledu nás zajímají především dopady selhání zařízení, tj. případné ekonomické ztráty při výpadku provozu a jejich kvantifikace, které jsou určujícím údajem při hledání vhodných preventivních opatření.

Základním metodickým krokem řešení uvedené problematiky je volba způsobu vyčíslení ekonomické ztráty jako následku výpadku provozního souboru. Celkově lze definovat dva typy ztrát.

- První typ ztráty souvisí s omezením celkového objemu zpracovávané produkce. To se projeví v konečném důsledku ztrátou (změnou) marže/zisku odpovídající poklesu produkce. Tento typ ztráty může být proto ekonomicky vyjádřen hodnotou marže/zisku sníženého výkonu výrobní soustavy.
- Druhý typ ztráty souvisí s realizací náhradního výrobního programu. Ekonomická ztráta v tomto případě vychází z kalkulace nákladů realizace dodatečného výkonu náhradní provozní jednotky, případně z rozdílu cen plánovaného a alternativního produktu.

Další premisou kalkulace výrobní ztráty je určení časového horizontu výpadku. Je zřejmé, že s trváním výpadku výrobní jednotky se může ekonomická ztráta měnit (omezující podmínky provozu technologických alternativ, kapacita úložišť pro uložení meziprojektu ad.). Tím se rozumí, že možný výpadek uvažovaných provozních souborů i ekonomická ztráta s tím související jsou posuzovány s ohledem na tento časový horizont. Vyčíslení ekonomické ztráty z výpadku výroby je tedy dynamickým procesem.

Na základě definovaného přístupu lze formulovat metodický postup kvantifikace ekonomických ztrát z výpadku jednotlivých provozních jednotek výrobní soustavy, který spočívá v následujících krocích:

- náklady systému jakosti v údržbě,
- náklady na externí služby spojené s údržbou ad.

Procesy plánování a řízení údržby zahrnují mnoho různých funkcí, od přípravy údržbářských činností přes jejich provádění až po zajišťování zdrojů potřebných pro jejich dokončení.

Podle údržbářských činností rozlišujeme tyto nákladové položky[7]:

- náklady na čištění,
- náklady na mazání a výměnu olejů,
- náklady na přípravu a seřizování výrobního zařízení,
- náklady na měření a vyhodnocování způsobilosti výrobního zařízení s dopadem na údržbu,
- náklady na revizní prohlídky,
- náklady na preventivní (technické, inspekční) prohlídky,
- náklady na diagnostiku,
- náklady na kalibraci diagnostických a měřicích zařízení,
- náklady na řízení údržby (interní i externí),
- náklady na řízení zásob náhradních dílů a materiálu ad.

Podle zdrojů údržby rozlišujeme:

- náklady na interní údržbu,
- náklady na externí údržbu.

5.2.2 Vyvolané náklady

Pokud dojde následkem zásahu údržby k výpadku produkce, bude celková ekonomická bilance doplněna ztrátami souvisejícími se snížením produkce, s náklady provozu náhradních technologických alternativ ev. dalšími náklady, které řadíme do skupiny tzv. vyvolaných nákladů. Většina položek vyvolaných nákladů má charakter ekonomických ztrát. Do této kategorie nákladů je možné zahrnout:

- náklady způsobené ztrátou produkce,
- náklady na zajištění alternativní služby,
- náklady na odstranění případných škod na lidském zdraví, majetku, přírodním prostředí,
- penále za nedodržení odběratelsko – dodavatelských závazků,
- penále nebo pokuty za porušení předepsaných norem a limitů znečištění,
- případně další nákladové položky.

nákladů na opravu zařízení je třeba počítat s vyvolanými náklady. Do této kategorie je třeba zařadit náklady spojené s případnými výpadky výroby, se sníženou kvalitou produkce, s pokutami a penalizací za nedodržení termínů ad.

Problematikou ekonomického vyjádření udržitelnosti se zabývá ekonomika údržby.

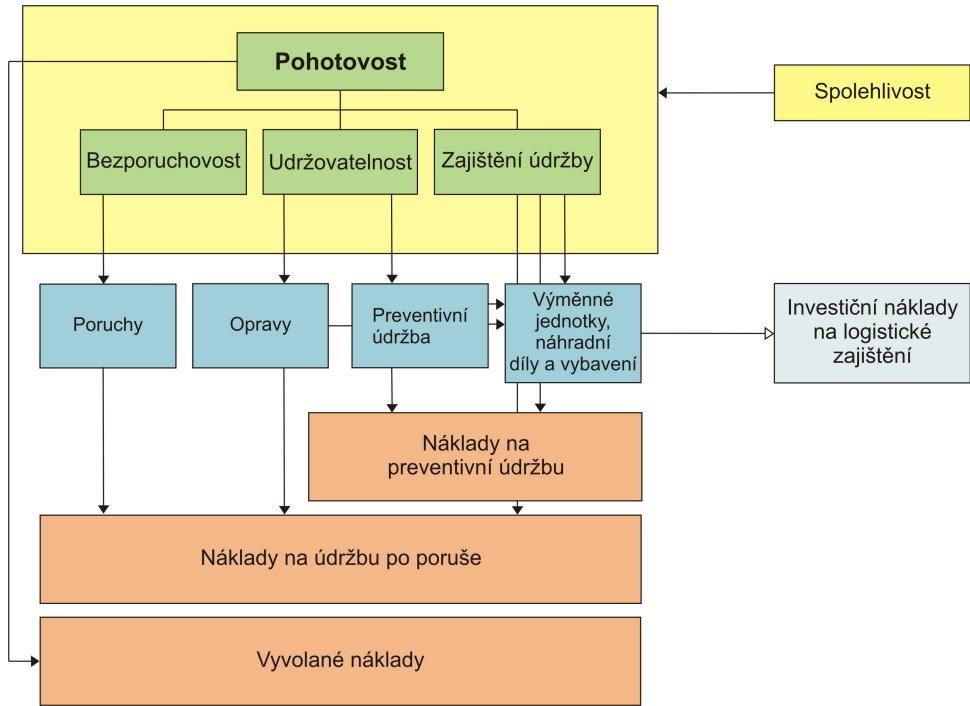
Skladovatelnost

Souvisí se zásobováním. Logistické i ekonomické aspekty zásobování řeší teorie zásob. Ekonomicky je vyjádřena kategoriemi nákladů zásobování. Ve smyslu optimálního zálohování výrobního systému souvisí s problematikou zajištění efektivní obnovy zařízení a jeho komponent.

Bezpečnost

Souvisí s náklady na zajištění bezpečnosti práce. Do této kategorie patří rovněž vyvolané náklady spadající do kategorie environmentálních nákladů, tj. nákladů spojených s ekologickými riziky souvisejícími se selháním technologie, lidského faktoru nebo výrobního zařízení.

Graficky znázorňuje vztah ekonomiky a základních atributů spolehlivosti následující obrázek 5.2, který uvádí Česká technická norma ČSN EN 60300-3-3 [20].



Obrázek 5.2: Nákladové kategorie zajištění spolehlivosti

Blíže o ekonomických aspektech kvantifikace a optimalizace metod a prostředků zajištění spolehlivosti výrobních systémů pojednávají následující kapitoly.

5.2 Ekonomické aspekty údržby

Údržba technických systémů, přístrojů a součástí je soubor činností, jejichž cílem je zajištění jejich provozuschopnosti.[29] Provozuschopností rozumíme připravenost technického systému k předepsanému výkonu. Tyto činnosti tedy rovněž zajišťují v případě poruchy technického systému jeho rychlý návrat do provozuschopného stavu.

Funkcí údržby je v první řadě předcházení systémovým výpadkům a efektivní řešení plánovaných i neplánovaných výpadků. Dalšími očekávanými přínosy údržby s přímým nebo nepřímým vlivem na ekonomiku technického systému mohou být například:

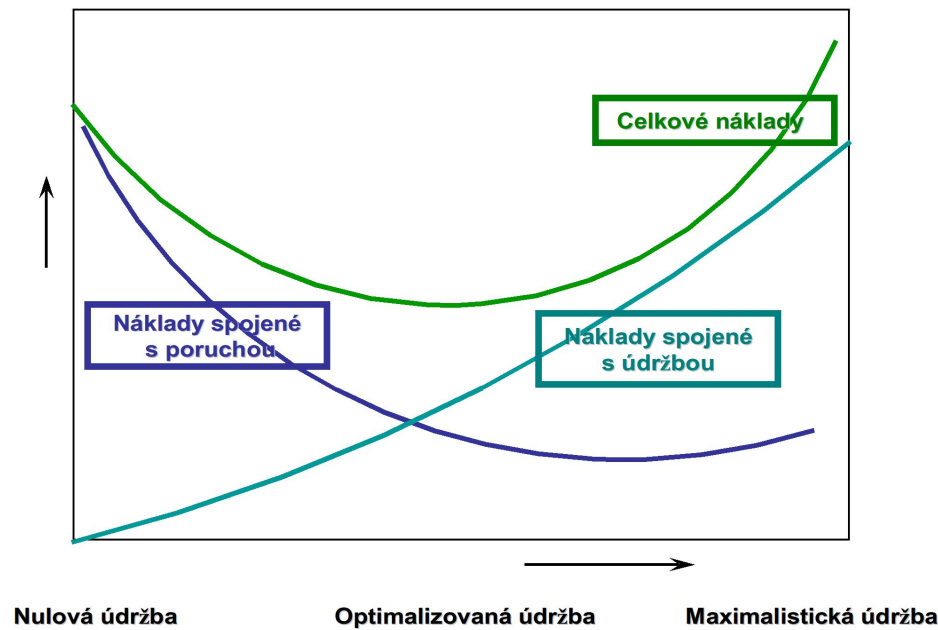
- prodloužení a optimální využití životnosti přístrojů a zařízení,
- zvýšení pohotovosti zařízení,
- snížení počtu poruch,
- zvýšení provozní bezpečnosti,
- snížení environmentálních rizik,
- optimalizace provozních procesů,
- plánování provozních nákladů.

Údržba ve výrobních podnicích byla dosud většinou vnímána především jako podpůrný proces generující jistou výši nákladů. Tento pasivní přístup je třeba přehodnotit: na jedné straně se nedostatečná údržba projeví snížením pohotovosti systému a v konečném důsledku sníženými tržbami, nadbytečná údržba představuje promrhané finanční prostředky. Proto je třeba najít správnou míru údržby s ohledem na rizika, která s nespolehlivostí systému i jeho dílčích komponent souvisejí.

Údržba zahrnuje proces odstranění poruch i proces předcházení poruchám. Tyto dvě kategorie chápeme v jejich přímé návaznosti.

Každá porucha vyžaduje určitou dobu na opravu a její ekonomická náročnost je vyčíslitelná součtem nákladů vynaložených na odstranění poruchy. Rovněž preventivní údržbářské zásahy lze ocenit hodnotou vynaložených nákladů. Cílem údržby je pak vypracování takového programu údržby zařízení, který bude ekonomicky optimální, tj. zajistí maximální spolehlivost systému s minimálními náklady.

Podstatu ekonomické optimalizace údržby vyjadřuje následující graf na obrázku 5.3.



Obrázek 5.3: Schéma modelu optimalizace údržby

Optimalizační postupy přitom využívají techniky a metody:

- ekonomické optimalizace,
- analýzy rizik,
- cost-benefit analýzy.

Analytické členění nákladů na údržbu by mělo být podrobné. Pokud máme optimalizovat celkové náklady údržby, musíme znát dopodrobna jejich strukturu i jejich skutečnou velikost.

5.2.1 Přímé náklady údržby

Ekonomika spolehlivosti provozovaných technologických zařízení generuje v zásadě dvě kategorie nákladů – náklady na preventivní údržbu a náklady údržby po poruše.

Z hlediska údržbářských strategií tedy rozlišujeme:

- náklady na plánování údržby (tvorba a aktualizace údržbářských strategií),
- náklady na preventivní údržbu:
 - náklady na periodickou údržbu,
 - náklady na prediktivní (diagnostickou) údržbu,
 - náklady na proaktivní údržbu,
- náklady na údržbu po poruše:
 - náklady na údržbářský proces (odstranění poruchy),
 - náklady na prostoje v důsledku poruchy.

Podrobnější členění provádíme v souladu s rozlišením nákladových kategorií tak, jak bylo popsáno v kapitole 3.6.1.

Podle věcného třídění rozlišujeme tyto nákladové položky údržby [7]:

- náklady na mzdy pracovníků,
- náklady na přesčasovou práci zaměstnanců údržby,
- náklady na sociální a zdravotní pojištění,
- náklady související s daněmi a zákonem stanovenými příspěvky,
- náklady na školení a výcvik personálu,
- administrativní náklady související s údržbou,
- náklady na technickou dokumentaci a informace, počítačovou podporu, plánovací systémy,
- náklady na nářadí, přístroje, diagnostická zařízení,
- náklady na náhradní díly a materiál,
- náklady na údržbářské objekty,
- náklady bezpečnosti práce,