Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Teorie her v ekonomické praxi

Hana Gelnarová

Bakalářská práce
2010

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav matematiky
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Hana GELNAROVÁ**
Studijní program:	**B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor:	**Ekonomika a provoz podniku**

Název tématu:	**Teorie her v ekonomické praxi**

Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

1) Úvod
2) Klasifikace her
3) Principy řešení různých typů her
4) Formulace a vyřešení konkrétní rozhodovací situace
5) Závěr

Rozsah grafických prací:	–
Rozsah pracovní zprávy:	**cca 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Chobot, M., Turnovcová, A., Modely rozhodovania v konkliktných situáciách a za neurčitosti, VŠE Bratislava 2004
Maňas, M., Teorie her a její aplikace, SNTL, Praha 1991
Martin J., Osborne, An Introduction to Game Theory, Oxford University Press 2004
Von Neumann, O., Morgenstern, Theory of Games and Economic Behaviour, Princeton university Press 2004

Vedoucí bakalářské práce:	**Mgr. Ondřej Slavíček** Ústav matematiky
Datum zadání bakalářské práce:	**30. června 2009**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**30. dubna 2010**

doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.

doc. RNDr. Bohdan Linda, CSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 13. července 2009

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Ostravě dne 17. 4. 2010

Hana Gelnarová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu Mgr. Ondřeji Slavíčkovi za odborné vedení bakalářské práce, cenné rady, připomínky a vstřícný přístup.

Dále bych také chtěla poděkovat firmě ŽDB GROUP a. s., závodu Válcovna, ocelárna, recyklace za poskytnutí podkladů pro praktickou část bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce *Teorie her v ekonomické praxi* se věnuje problematice rozhodovacích situací. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, na část teoretickou a na část praktickou. První část je zaměřena na samotnou teorii her. Praktická část je aplikací teorie her v ekonomické praxi. Na konkrétním příkladě z praxe je popsáno, jak funguje rozhodování o rozsahu výroby pomocí teorie her, konkrétně při rozhodování za rizika a při rozhodování za neurčitosti. Závěr je věnován srovnání použitých metod při rozhodování o rozsahu výroby a zjištění, zda je teorie her dobře aplikovatelná a využitelná v ekonomické praxi.

Klíčová slova*: teorie her, hra, hráč, výplatní funkce, matice, optimální strategie, rozhodovací situace, inteligentní účastník, neinteligentní účastník, rozhodování za rizika, rozhodování za neurčitosti*

TITLE

Theory of Games in Economic Practise

ABSTRACT

Bachelor thesis entitled *Theory of Games in Economic Practise* is divided into two main parts, theory of games and practical part. The first part forms the theoretical basis of the thesis. The practical part is an aplication of theory of games in economic practise. It describes how decision-making of quantity of the production works on particular example in practise, specifically decision-making under risk and decision-making under uncertainty. The aim of the thesis is comparison of the used methods and to find out wheather theory of games is applicable and useable in economic practise.

Key words*: theory of games, game, player, profit, loss, payoff, matrix, optimal strategy, decision-making situation, rational participant, irrational participant, decision-making under risk, decision-making under uncertainty*

OBSAH

ÚVOD

„*The word game has a young and familiar sound. All of us play games – board games, computer games, political games. But game theory is not a box of magic tricks that can help us play games more successfully*.“ („*Slovo hra má mladý a známý zvuk. Všichni hrajeme hry, ať už jsou to deskové, počítačové nebo politické. Ale teorie her není jen krabička kouzelnických triků, díky které hrajeme úspěšněji.*“)[1]

„*Game theory is the formal study of conflict and cooperation.*“ („Teorie her je formální studií konfliktu a spolupráce.“)[2] Zabývá se modelováním a řešením rozhodovacích situací v oblastech obchodu, financí, dopravy, telekomunikací, počítačových systémů, sociologie, psychologie, hazardu, sportu, medicíny, biologie, životního prostředí, zemědělství, politologie, práva a etiky, pojišťovnictví a vojenství, kde se střetávají zájmy lidí, skupin lidí nebo organizovaných systémů.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou hlavních částí. V první části je popsána teorie her a ve druhé části je vybraný typ hry aplikován na praktickém příkladě. V teoretické části se práce zabývá vývojem teorie her a jejími nejvýznamnějšími představiteli, stručně je nastíněn rozbor her a jaké je jejich použití v ekonomice. Dále se v práci uvádí základní pojmy teorie her pro lepší orientaci v této problematice. Teorie her se opírá o modelování rozhodovacích situací, takže je popsáno, co znamená rozhodovací situace a kdo v ní vystupuje. K popisu rozhodovacích situací nabízí teorie her matematické modely. V této práci je popsán pouze matematický model hry v normálním tvaru, protože je důležitý pro vysvětlení her s neinteligentními protihráči. Dále jsou uvedeny principy řešení her, které jsou důležité pro pochopení problematiky her s neinteligentními protihráči, která je předmětem praktické části této bakalářské práce. Ke konci kapitoly je uváděno, čím se řídí manažeři při řešení rozhodovacích situací v praxi. V úvodu praktické části bakalářské práce je představena firma ŽDB GROUP a. s., která se zabývá hutní a strojírenskou výrobou. Na praktickém příkladu rozhodování o rozsahu výroby k dosažení maximálního zisku je vyžíváno her s neinteligentními protihráči při rozhodování za rizika a při

---

[1] VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behaviour.* Princeton : Princeton University Press, 2004, str. 633 - 634

[2] TUROCY, T. L.; VON STENGEL, B. Game Theory. In *Encyclopedia of Information systems*. [s.l.] : Academic Press, 2002 [cit. 2009-11-01]. Dostupné z WWW: <http://www.cdam.lse.ac.uk/Reports/Files/cdam-2001-09.pdf>.

rozhodování za neurčitosti. Při rozhodování za rizika je použita optimální strategie a při rozhodování za neurčitosti jsou aplikovány přístupy jako Laplaceův princip, Waldův princip, princip maximaxu, Savageův a Hurwiczův princip.

Cílem bakalářské práce je srovnání použitých metod na praktickém příkladě při rozhodování o rozsahu výroby, aby firma dosáhla co největšího zisku a dále posoudit, zda je teorie her dobře aplikovatelná a využitelná v ekonomické praxi.

TEORETICKÁ ČÁST

1 TEORIE HER

1.1 Vývoj a osobnosti teorie her

Už v 17. století stály hazardní hry v pozadí rozvoje matematické pravděpodobnosti. Matematika se uplatnila při studiu deskových her (šachy, dáma). První diskuze o teorii her se objevila v dopise Jamese Waldegrava, kde popisuje strategické řešení karetní hry. Na počátku 20. století se někteří významní matematikové věnovali hledání optimálních strategií (takové postupy, které maximalizují zisk nebo minimalizují ztráty). Matematikem v oblasti teorii her byl Emile Borel (1871–1956), který významně přispěl mezi lety 1921-1927 k vývoji teorie her. Za prvního teoretika na poli ekonomie a matematické teorie her byl považován Antoine Augustin Cournot (1801-1877). Ve své práci se zabýval jednorázovým soutěžením dvou firem na trhu a učinil řešení v podobě rovnovážných strategií.

S nástupem moderní společnosti s obrovským rozvojem průmyslu a obchodu došlo k vývoji teorií ekonomického chování. Ve druhé polovině 20. století však první teorie neuměly vhodně pracovat s rozhodováním racionálního aktéra. Za základ teorie her a jejich aplikaci v praxi je považována kniha von Neumanna a Morgensterna *Theory of Games and Economic Behaviour* (1944). Tato kniha shrnuje a doplňuje tehdejší výsledky teorie her a upozorňuje na příbuznost analýz konfliktních situací v ekonomii a analýz strategických her. Od této doby se matematická teorie her poprvé objevuje jako samostatná disciplína aplikované matematiky. Po vydání této knihy se začala teorie her rychle rozvíjet. Podle obou autorů má teorie her mnoho společného se skutečným životem, např. co lze získat či ztratit, jaká jsou pravidla pro účastníky různých situací a za jakých podmínek můžeme do takovýchto situací vstupovat.

Rubinstein v doslovu knihy Theory of Games and Economic Behaviour píše: „*Whoever came up with the name game theory was a genius not only in mathematics but also in public relations. Imagine if it had been called The Theory of Rationality and Decision Making in Interactive Economic Situations. Would this book and the theory as a whole have enjoyed the same degrese of popularity?"* („*Kdokoliv, kdo přišel s názvem teorie her, byl géniem nejen na poli matematiky, ale také ve veřejném mínění. Představte si, kdyby* *byla kniha nazvána Teorie racionality a rozhodování v interaktivních ekonomických situacích. Byla by tato kniha a teorie her tak populární?*“)[3]

Hlavní osobnosti teorie her jsou John von Neumann, Oskar Morgenstern a John Forbes Nash.

John von Neumann (1903-1957), původem Maďar, byl jedním z největších matematiků 20. století, považován za“otce“ teorie her. Působil od 30. let na Princetonské univerzitě. Dokázal matematické tvrzení, které je označované jako základní věta o maticových hrách – *větu o minimaxu*. Zabýval se hledáním optimálních strategií pro hry, které lze zaznamenat maticí neboli tabulkou strategií.

Oskar Morgenstern (1902-1977), byl ředitelem Austrian Institute of Business Cycle Research. Poté odjel do Spojených států amerických a usadil se tam. Stal se profesorem na fakultě Princetonské univerzity a od roku 1948 řídil ekonomický výzkumný program. Nejznámějším se však stal až po vydání společné publikace s von Neumannem.

John Forbes Nash (1928) byl postgraduálním studentem na Princetonské univerzitě v době působení von Neumanna. Má podíl na představení obecné definice rovnováhy a zobecnění rovnovážného bodu pro velkou třídu her. V roce 1974 získal cenu John von Neumann Theory Prize za objev nekooperativní rovnováhy známé jako Nashova rovnováha (optimální strategie pro hry s více hráči) a v roce 1994 mu byla udělena Nobelova cena za ekonomii, o kterou se podělil se dvěma dalšími badateli z oblasti teorie her – J. C. Harsanyi, R. Selton.

V 50. a 60. letech byla teorie aplikována na válečné a politické problémy. V roce 1952 vydal J. C. C. McKinsey přehlednou učebnici – *Úvod do teorie her*, která přispěla k rozšíření teorie her i mimo oblast specializovaných pracovníků. V Sovětském svazu byl průkopníkem teorie her N. N. Vorobjev. Významnou se stala jeho učebnice teorie her pro ekonomy.

Výsledky z teorie her byly publikovány také v několika desítkách časopisů. V roce 1971 byl založen odborný časopis *International Journal of Game Theory* (autor Institut für Höhere Studien und Wissenschaftliche Forschung (Vídeň, Rakousko), vydavatel Physica Verlag), který je hlavním periodikem odrážejícím vývoj teorie her a v roce 1989 začal vycházet časopis *Games and Economic Behaviour* (vydavatel Academic Press, Duluth, Minnesota, USA).

---

[3] VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O., cit. 1, str. 633

V češtině a ve slovenštině vyšlo o teorii her také několik publikací. V roce 1967 byla vydána *Teória hier* od F. Turnovce a M. Chobota a letech 1967-1968 vycházela práce *Strategické hry* od K. Winkelbauera. V roce 1974 byla vydána kniha *Teorie her a optimálního rozhodování* od M. Maňase. Roku 1980 vyšla práce *Modely rozhodovania v konfliktných situáciách a za neurčitosti*.

V roce 2005 Robert Aumann a Thomas Schelling získali Nobelovu cenu za ekonomii za práci o konfliktu a kooperaci v analýze teorie her. Mají velkou zásluhu na tom, že se teorie her stala součástí hlavního proudu zkoumání v ekonomii a dalších sociálních vědách. Teorie her se díky nim stává jedním z pilířů moderní mikroekonomie.

V celosvětovém měřítku je v současné době bibliografie odborné literatury o teorii her velmi rozsáhlá a zahrnuje na dvě stě významných titulů.

1.2 Rozbor hry a použití v ekonomice

Při aplikaci teorie her se snažíme provést rozbor rozhodovací situace. Existují dvě hlediska takovéto rozhodovací situace.

1) *Normativní hledisko* - Normativní hledisko nám říká, jak se bude účastník chovat v modelované rozhodovací situaci, když vystupuje jako inteligentní hráč. Podává návod na správné a logicky konzistentní jednání v rozhodovacích situacích.
2) *Deskriptivní hledisko* - Z pohledu deskriptivního hlediska sledujeme reálnou rozhodovací situaci.

Teorie her studuje rozhodovací situace především z normativního hlediska. Deskriptivní hledisko je spíše pro zkoumání v psychologii či sociologii. Normativní modely her s jednoznačně určenými optimálními strategiemi lze provést jenom pro jednoduché rozhodovací situace. Pro komplikovanější situace, zejména typické pro oblast ekonomie, vojenství nebo mezinárodních vztahů, se musíme spokojit s modely, jejichž množiny mají mnoho prvků, anebo kde daný model představuje výsledky s malou normativností. Pro popis rozhodovací situace se má použít takový model, který se dá technicky zvládnout a dává nám signifikantní výsledky. Sestavením matematického modelu určité rozhodovací situace a za pomoci určitých výpočtů se teorie her snaží najít nejlepší strategii. Pokouší se dát účastníkům rozhodovací situace návod, který by jim řekl, jakou optimální strategii mají v dané situaci zvolit.

Předmětem ekonomické teorie je velmi složitý mechanismus cen, produkce, získávání a utrácení příjmů. V průběhu vývoje ekonomiky bylo zjištěno, že přístup k tomuto problému je získaný analýzou chování jednotlivců, kteří tvoří hospodářské společenství, zvláště jejich motivace. To znamená, že si spotřebitel přeje získat maximální užitek nebo uspokojení a podnikatel maximální zisk.[4]

Ekonomové aplikují teorii her na širokou řadu ekonomických jevů (aukce, vyjednávání, oligopol, duopol, společenská síťová formace, rozhodování o rozsahu výroby, rozhodování o zavedení kontroly kvality). Analýza je soustředěna na základní problémy, které vycházejí ze studie ekonomického chování, které bylo ekonomy dlouhodobě mapováno. Teorie her byla použita pro sestavu abstraktních ekonomických modelů (modely růstu, konkurenční modely, modely víceúrovňového plánování), dále modelů rozhodování za rizika a neurčitosti a modelů pro optimální využití výrobních zdrojů. Hlavním přínosem této teorie je vliv na způsob myšlení a logicko-intuitivní přístup k řešení celé řady problémů hlavně v oblasti ekonomiky.

[4] VON NEUMANN J.; MORGENSTERN, O., cit. 1, str. 8

1.3 Základní pojmy teorie her

Tabulka 1 - Základní pojmy teorie her

Teorie her	**Ekonomická realita**
Hra	Rozhodovací situace, model konfliktu.
Hráč	Účastník rozhodovací situace, firma.
Strategie	Konkrétní alternativa, kterou může účastník rozhodovací situace zvolit.
Optimální strategie	Zvolená alternativa (možnost, varianta), která je pro účastníka rozhodovací situace nejvýhodnější.
Prostor strategií	Seznam všech možných alternativ, které jsou hráči dostupné.
Výhra	Například zisk nebo zlepšení ekonomické situace.
Prohra	Například ztráta nebo zhoršení ekonomické situace.
Výplatní funkce	Výsledek hry, výhra či zisk účastníka v závislosti na zvolených strategiích

„The game is simply the totality of the rules which desribe it." (*Hra je souhrnem pravidel, které ji popisují."*)[5] *Hra* je základním a nejdůležitějším pojmem teorie her, je to proces, ve kterém vystupují dva nebo více účastníků. Všeobecnými znaky podle Turnovce a Chobota[6] tohoto procesu jsou:

- Částečná nebo úplná protikladnost zájmů účastníků rozhodovací situace.
- Volba jedné z více variant řešení. Žádný účastník neví, jak se bude chovat protivník.
- Existence pravidel, které určují, z jakých možností si mohou vybírat jednotliví účastníci.
- Cílevědomé chování alespoň jednoho účastníka.

[5] VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O., cit. 1, str. 49
[6] TURNOVEC, F., CHOBOT, M. *Teória hier*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladatelstvo v Bratislave, 1967,

1.4 Rozhodovací situace

Rozhodováním rozumíme proces výběru jedné z více alternativ. Rozhodujícím se subjektem nazýváme člověka, který jako reprezentant vlastních zájmů, si vybírá jednu z více alternativ. Rozhodovací situací nazveme situaci, ve které je potřeba provést výběr jedné alternativy z většího počtu alternativ. Výběr alternativy vede k určitým výsledkům rozhodovací situace. Pokud rozhodující se subjekt vychází z porovnání možných výsledků a usiluje o výběr nejlepší alternativy (optimálního výsledku), nazýváme jej *inteligentním účastníkem*. Subjekt, jenž je k výsledkům rozhodování lhostejný, pojmenováváme *neinteligentním účastníkem* rozhodovací situace.[7]

1.4.1 Matematický model rozhodovací situace – hra v normálním tvaru

Řadu rozhodovacích situací je možné při splnění jistých předpokladů popsat poměrně jednoduchými matematickými modely. Pro popis rozhodovacích situací nabízí teorie her tři modely: hra v normálním tvaru, hra ve tvaru charakteristické funkce a hra v explicitním tvaru. Pro objasnění her s neinteligentními protihráči se budeme zabývat pouze hrou v normálním tvaru, která je také základním modelem.

Hra v normálním tvaru, v anglické literatuře také nazývána jako *hra ve strategickém tvaru* je základním typem her studovaným v rámci konfliktních rozhodovacích situací. K popisu rozhodovací situace musíme znát kdo je jejím účastníkem, jaké mají účastníci strategické možnosti a jaké důsledky budou mít pro jednotlivé účastníky kombinace přijatých rozhodnutí. Hrou v normálním tvaru rozumějme trojici množin – množinu hráčů, množinu prostorů strategií a množinu výplatních funkcí.

Podle Maňase [8] v každé rozhodovací situaci vystupují účastníci - osoby nebo mechanismy, které mohou svým rozhodováním ovlivnit konečné výsledky. Souhrnně tyto osoby a mechanismy budeme nazývat *hráči* a označovat i. Hráčů bude vždy konečný počet a označíme je čísly $i = 1, 2, \dots, N$ a budeme mluvit o *množině hráčů* $Q = \{1, 2, \dots, N\}$. Každý z hráčů má k dispozici soubor rozhodnutí, ze kterých si může vybírat. Každému hráči $i \in Q$ náleží jedna množina X_i, která obsahuje souhrn jeho možných strategií. Množinu X_i budeme nazývat *prostorem strategií* hráče i. V modelované rozhodovací

[7] CHOBOT, M., TURNOVCOVÁ, A. *Modely rozhodovania v konfliktných situáciách a za neurčitosti*. Bratislava: Alfa, 1980, str. 15
[8] MAŇAS, M. *Teorie her a její aplikace*. Praha: SNTL, 1991, str. 16

situaci si každý hráč i zvolí určitou strategii ze svého prostoru strategií $x_i \in X_i$. Zvolené strategie všech hráčů tvoří N-tici $x = \{ x_1, x_2, ..., x_N\}$. Tato N-tice strategií určuje pro každého z hráčů důsledek, který vychází z jeho účasti v rozhodovací situaci. Uvažujeme-li, že tento důsledek lze charakterizovat funkcí nabývajících číselných hodnot, můžeme každému hráči přiřadit funkci $M_i(x)$, $i = 1, 2, …, N$. Funkce $M_i(x)$ se nazývá *množina výplatních funkcí*. Je to funkce definovaná na kartézském součinu prostoru strategií $X = X_1$ x X_2 x … x X_N. Tato funkce popisuje výsledky hráčů. Jestliže hodnota výplatní funkce $M_i(x)$ bude kladná, jedná se o zisk (výhru) hráče i, je-li záporná, jedná se o ztrátu (prohru) hráče i. Hra v normálním tvaru je tedy tvořena:

1) seznamem hráčů, $Q = \{1, 2, …, N\}$,
2) prostory strategií $X_1, X_2, …, X_N$, které jsou přiřazeny jednotlivým hráčům,
3) výplatními funkcemi $M_1(x), M_2(x), … M_N(x)$, které jsou přiřazeny hráčům a každá výplatní funkce je definována na kartézském součinu souboru strategií $X = X_1$ x X_2 x…x X_N.

Hru v normálním tvaru můžeme zapsat tímto způsobem:
$\{Q; X_1, X_2, …, X_N; M_1 (x), M_2(x), …, M_N(x)\}$.

1.5 Klasifikace her

Pokud chceme objasnit, co můžeme pokládat za optimální chování v jednotlivých rozhodovacích situacích a aby bylo možné dopracovat se k nějakým konkrétním návodům řešení her, je nutné co nepřesněji specifikovat všechny okolnosti, za kterých se účastníci rozhodují.

Volek[9] uvádí, že hry můžeme klasifikovat podle různých charakteristik.

Podle počtu účastníků

- Jednoho hráče - zde vystupuje pouze jeden rozhodující se účastník, který má pod kontrolou důsledky svých rozhodnutí. Modelovací technikou takovéto situace je matematické programování.

[9] VOLEK, J. *Operační výzkum IV - Teorie her a její rozhodování*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2003, str. 3

- Dvou hráčů,
- n hráčů.

Podle počtu strategií dělíme hry na

- konečné hry - s konečným počtem strategií,
- nekonečné hry - s nekonečným počtem strategií.

Podle oblasti společenské praxe rozlišujeme hry

- salonní (šachy, dáma),
- ekonomické,
- vojenské.

Podle charakteru plateb dělíme hry na hry:

- s konstantním součtem - antagonistické hry

  Součet všech plateb je roven konstantě. Oba účastníci rozhodovací situace jsou inteligentní a jeden účastník ztrácí to, co druhý získal. Jejich zájmy jsou protikladné.
- s nekonstantním součtem – neantagonistické hry

  Při ekonomickém rozhodování se můžeme setkat s případem, kdy každý účastník sleduje své vlastní zájmy, avšak tyto zájmy nemusí být v přímém protikladu se zájmy druhého účastníka. V takovémto případě mohou být dvojice rozhodnutí obou účastníků výhodné pro oba účastníky a jedná se o to, aby se na rozhodnutích dohodli. Podle možnosti a stupně spolupráce potom rozlišujeme dva případy:

Podle možnosti a stupně spolupráce hry

- kooperativní - můžeme s druhým účastníkem rozhodovací situace spolupracovat, rozdělujeme dále na hry s přenosnou a nepřenosnou výhrou;
- nekooperativní – spolupráce není možná (např. vězňovo dilema, manželský spor nebo konflikt typu kuřata.

  Vězňovo dilema

  Název konfliktu je odvozen od hypotetické situace, ve které vystupují pachatelé loupeže. Pachatelé jsou zatčeni, uvězněni a odděleni jeden od druhého. Při vyšetřování připadají v úvahu dvě strategie. Strategie Z – pachatelé budou loupež zapírat. Strategie P - pachatelé se přiznají. Jednostranné zapírání poškodí toho, který bude zapírat, protože pachateli, který se přizná, to bude uznáno jako polehčující okolnost a dostane se z vězení dřív. Hra má jedinou dvojici rovnovážných strategií P, P, která však není výhodná ani pro jednoho hráče. Výhry 5,5, které můžou získat při volbě nerovnovážných strategií Z, Z jsou nedosažitelné, neboť dojde k navýšení výhry jednoho hráče a tím pádem k porušení strategií Z, Z.[10]

Hráč 2:

$$\begin{array}{ll} & \quad\;\; Z \qquad\quad P \\ \text{Hráč 1: } \begin{array}{c} Z \\ P \end{array} & \begin{bmatrix} 5 & 5 & -2 & 9 \\ 9 & -2 & -1 & -1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Podle množství informace rozlišujeme hry

- s dokonalou informací - úplné informace, o tom co se ve hře dělo (šachy),
- s nedokonalou informací – částečné informace (karetní hry kanasta nebo žolík).

Podle pravděpodobnosti výhry rozeznáváme hry

- spravedlivé - matematická naděje na výhru je pro všechny účastníky stejná (řešení v ryzích strategiích, hodnota výplatní funkce je nulová);
- nespravedlivé - účastníci se dohodnou pouze na volbě strategií.

Podle složení množiny hráčů máme hry, ve kterých vystupují

- inteligentní hráči – takoví účastníci, kteří provádějí logické analýzy a volí své strategie tak, aby maximalizovali svou výhru;
- neinteligentní hráči - účastníkem je příroda (neuvědomělý systém).

Neinteligentní hráč nesleduje určitý cíl a jeho jednání můžeme považovat za nepředvídatelné s jistou pravděpodobností. Tyto konfliktní situace patří do speciální skupiny her – *hry s neinteligentními protihráči*, kterými se bude tato práce zabývat. Také můžeme neinteligentní hráče nazývat jako „*náhodný mechanismus*".

[10] MAŇAS, M., cit. 8, str. 107

Tyto hry s neinteligentním hráčem rozlišujeme podle toho, *zda neinteligentní hráč (náhodný mechanismus) volí svá rozhodnutí podle nějakého rozdělení pravděpodobností* na hry

- za rizika - výsledek volby rozhodnutí není dán s jistotou, ale inteligentní hráč zná rozložení pravděpodobností neinteligentního hráče;
- za neurčitosti – inteligentní hráč neví, podle kterého rozdělení pravděpodobností volí neinteligentní hráč svá rozhodnutí

1.6 Principy řešení různých typů her

V této kapitole je kladen důraz především na teorii her s neinteligentními protihráči, konkrétně *rozhodováním v podmínkách rizika* a *rozhodováním za neurčitosti*, která je předmětem praktické části bakalářské práce. Při řešení těchto her je proto důležité vysvětlit další situace související s touto problematikou.

1.6.1 Antagonistické hry

Antagonistický konflikt s konečným počtem strategií

Antagonistickým konfliktem rozumíme konflikt, ve kterém proti sobě stojí dva inteligentní účastníci rozhodovací situace a zisk jednoho účastníka je roven ztrátě druhého účastníka. O co více jeden hráč získá, o to více druhý hráč ztratí. Oba hráči si mají nějakým způsobem rozdělit pevnou částku. Takový typ konfliktu můžeme zapsat jako *maticovou hru podle minimaxu*. Cílem této hry je maximální výhra prvního hráče a minimální prohra druhého hráče. Hra poskytuje řešení v ryzích nebo smíšených strategiích.

Ryzí strategie

Ryzí optimální strategie prvního hráče - přinese prvnímu hráči maximální výhru, při tom druhý hráč může volit jakoukoliv strategii.

Ryzí optimální strategie druhého hráče – taková strategie, která přinese druhému hráči minimální prohru, ať volí první hráč jakékoliv strategie. Hráč si tedy pohorší, pokud se odchýlí od své ryzí optimální strategie.

Smíšené strategie

Smíšená strategie je rozložením pravděpodobností na prostoru ryzích strategií.

Maticové hry

Hra dvou inteligentních hráčů, kteří mají konečně mnoho strategií, v normálním tvaru s nulovým součtem je základním modelem vyšetřovaným v teorii her. Strategie hráčů označíme $X = \{1, 2, \ldots, m\}$ pro hráče 1 a $Y = \{1, 2, \ldots, n\}$ pro hráče 2. Výplatní funkce $M(x, y)$ nabývá konečně mnoha hodnot – mn hodnot. Tuto funkci lze zapsat ve formě tabulky, kde čísla řádků odpovídají číslům strategií hráče 1 a čísla sloupců odpovídají číslům strategií hráče 2. Tuto funkci $M(x, y) = a_{xy}$ pro $x \in X$, $y \in Y$ můžeme popsat pomocí matice. Tuto matici nazýváme *maticí hry* a vyjadřujeme ve tvaru

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} \end{bmatrix}.$$

Konflikt dvou hráčů s prostory strategií a výplatní funkcí, která je zadána maticí hry, nazýváme *maticová hra.* V teorii těchto her je obvyklé se přizpůsobit symbolice maticového počtu a značit prvky matice a_{ij} místo a_{xy}.[11]

Rovnovážné strategie hráčů v maticové hře

Základní myšlenkou je nalezení optimálních strategií obou hráčů. *Optimální strategie* dvou hráčů vychází z toho, že zvýšení zisku jednoho hráče se rovná zvýšení ztráty druhého hráče viz. antagonistický konflikt.

Metoda maximinu: První hráč pro každou svou strategii (pro každý řádek matice) nalezne minimální hodnotu, která pro danou strategii představuje minimální zaručenou výhru bez ohledu na volbu druhého hráče. Pak vybere takovou strategii (řádek), kde je toto minimum nejvyšší a tím pádem i nejvyšší zaručená výhra.

Druhý hráč postupuje *metodou minimaxu:* Nejhorší možností je pro něj nejvyšší hodnota výhry prvního hráče. Pro každou svou strategii (sloupec matice) najde maximální hodnotu, která pro danou strategii představuje maximální zaručenou prohru bez ohledu na volbu spoluhráče. Poté vybere takovou strategii (sloupec), kde je toto maximum nejmenší, tzn. kde je maximální prohra co nejnižší.

[11] MAŇAS, M., cit. 8, str. 33

$$\min_j \max_i a_{ij} = \max_i \min_j a_{ij}$$

Pokud je tato rovnost splněna, v matici existuje prvek, který je nejmenší v řádku a největší ve sloupci, tento prvek se nazývá *sedlovým prvkem*.[12] Strategie prvního a druhého hráče se nazývají rovnovážné, pokud jsou shodné s číslem řádku a s číslem sloupce, v němž se sedlový prvek nachází.

Rozšíření hry

U matice, která nemá sedlový prvek, zavádíme *smíšené rozšíření původní maticové hry*. Úkolem je nalézt pravděpodobnosti (smíšené strategie), se kterými by měli hráči střídat své strategie (ryzí strategie), aby dosáhli v průměru maximální možné výhry.

Podle Maňase: „*Mějme maticovou hru s prostory strategií (viz. předchozí text) a maticí hry (viz. předchozí text). Hru dvou hráčů s nulovým součtem s prostory strategií*

$$X^S = \{x;\ x^T = [x_1, x_2, \dots, x_m], \sum_{i=1}^{m} xi = 1, x \geq 0\}$$

$$Y^S = \{y;\ y^T = \lfloor y_1, y_2, \dots, y_n \rfloor, \sum_{i=1}^{n} y_i = 1, y \geq 0\}$$

s výplatní funkcí $M^S(x,y) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} x_i\, a_{ij} y_j = x^T A y$

nazveme smíšeným rozšířením původní maticové hry.

Prvkům z původních prostorů strategií X a Y budeme říkat ryzí strategie, prvkům X^s a Y^s budeme říkat smíšené strategie. Smíšená strategie $x \in X^s$ je tedy rozložením pravděpodobností na prostoru ryzích strategií X. Ryzí strategie jsou však také v prostoru X^s.“ [13] K řešení těchto úloh se využívá lineární programování.

[12] FRIEBELOVÁ, J. *Teorie her* [online]. 2006 [cit. 2009-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/rmp/data/teorie_oa/TEORIE%20HER.pdf>., str. 5

[13] MAŇAS, M., cit. 8, str. 35

1.6.2 Hry s neinteligentními protihráči (hry proti přírodě)

Výsledky mnohých ekonomických rozhodnutí závisí na faktorech, u kterých dopředu nevíme, do jaké míry budou působit. Můžeme předpokládat, že jejich působení není cílevědomě regulováno. Takový náhodný vliv faktorů na efektivnost činnosti nazýváme působením přírody (náhodného mechanismu). Budeme se zabývat rozhodovací situací s jedním inteligentním hráčem a s jedním hráčem, který reprezentuje náhodný mechanismus. Účastník, který v matematickém modelu vystupuje jako hráč 1 s prostory strategií X, budeme považovat za inteligentního hráče a hráče 2 s prostory strategií Y budeme brát jako neinteligentního.

Hry s neinteligentními protihráči dělíme do dvou skupin:

4) rozhodování za rizika
5) rozhodování za neurčitosti

1.6.2.1 Rozhodování za rizika

Rozhodovaním v podmínkách rizika bude taková situace, kdy hráč 1 nezná konkrétní strategii hráče 2. Hráč 1 zná pouze rozdělení pravděpodobností (na množině ryzích strategií) používané hráčem 2. Tedy hráč 2 volí své strategie podle známého rozdělení a nesleduje žádný vlastní cíl. O rozhodování v podmínkách rizika můžeme hovořit i tehdy, když neznáme rozdělení pravděpodobností neinteligentního protihráče, ale máme určitou informaci o tomto rozdělení. Principy rozhodování za rizika se nejlépe objasní na příkladě konečných konfliktů – maticových her.

K popisu rozhodovací situace použijeme hru v normálním tvaru.
$\{Q = \{1, 2\}; X, Y; M(x, y)\}$

$M(x, y)$ je zkráceným zápisem $M_1(x, y)$. I když jde o hru dvou hráčů, nemusíme funkci $M_2(x, y)$ uvádět, protože hráč 2 je lhostejný k výši své výhry a funkce druhého hráče nemá žádnou užitečnou informaci pro hráče 1.[14]

[14] MAŇAS, M., cit. 8, str. 194

Optimální strategie při rozhodovaní za rizika

Optimální strategie při rozhodování v podmínkách rizika je také známá jako *Bayesovo kritérium*. Zajistí inteligentnímu účastníkovi maximální střední hodnotu výhry. Princip maximalizace střední hodnoty výhry je jednoduchým a praktickým kritériem.

Pokud je počet prvků v množinách X a Y konečný, můžeme popsat rozhodovací situaci jedinou maticí. Inteligentní hráč (hráč 1) se snaží svou volbou strategie maximalizovat výhru a proto provádí analýzu rozhodovací situace, kterou můžeme modelovat jako matici (viz. kapitola Maticové hry). Hráč 2 se v rozhodovací situaci projevuje tak, že do výplatní funkce hráče 1 dosazuje strategii y, kterou volí podle nějakého rozdělení pravděpodobností $F(y)$, definovaných na množině Y (na množině druhého hráče). Ke zvládnutí této rozhodovací situace se využívá teorie pravděpodobnosti. Chování hráče 1 tedy závisí na tom, zda zná nebo nezná rozdělení pravděpodobností $F(y)$. Chování hráče 2 je udáno funkcí pravděpodobností, definovanou na sloupcích matice. Funkce je reprezentována vektorem $p = [\, p_1, p_2, \ldots, p_n]$. Součet jednotlivých pravděpodobností $p_1 + p_2 + p_3 \ldots + p_n$ musí být roven jedné. Podle Maňase [15] volí-li hráč 2 v matici j-tý sloupec s pravděpodobností p_j ($j = 1, 2, \ldots, n$), pak pro hráče 1, který volí řádky, je optimální volit řádek i, pro který platí:

$$\max_i \sum_{j=1}^{n} a_{ij} p_j$$

Postoj rozhodovatele k riziku

Rozhodovatel může mít averzi k riziku, sklon k riziku, nebo může zaujímat neutrální postoj k riziku. Charakteristiky jednotlivých postojů podle Buchty a Siegla [16] jsou následující:

Averze k riziku

Rozhodovatel s averzí k riziku se snaží vyhnout značně rizikovým variantám a vyhledává varianty málo rizikové, které s jistotou zaručují, že dosáhne výsledku pro něj přijatelného, to znamená, že dává přednost nerizikové variantě.

[15] MAŇAS, M., *Teorie her a optimální rozhodování*. Praha : SNTL, 1974, str. 180
[16] BUCHTA, M.; SIEGL, M. *Management*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2007, str. 116

Sklon k riziku

Účastník rozhodovací situace se sklonem k riziku vyhledává rizikové varianty, které dávají naději na dosažení dobrých výsledků (avšak jsou spojeny i s vyšším nebezpečím dosažení špatných výsledků/ ztrát) a dává jim přednost před variantami málo rizikovými.

Neutrální postoj k riziku

Neutrální postoj je takový postoj, kdy averze k riziku a sklon k riziku jsou ve vzájemné rovnováze.

Postoj účastníka rozhodovací situace a jeho chování v rizikových situacích ovlivňuje mnoho faktorů. K nejvýznamnějším faktorům, které působí při rozhodování, patří jeho osobní přesvědčení, okolí, ve kterém volba rizikových variant probíhá a minulé zkušenosti.

1.6.2.2 Rozhodování za neurčitosti

Rozhodováním za neurčitosti nazýváme takovou rozhodovací situaci s jedním inteligentním a jedním neinteligentním hráčem, který volí svá rozhodnutí podle rozdělení pravděpodobností, které nejsou známy inteligentnímu hráči. Tyto situace vznikají v průmyslovém řízení a plánování, a proto si žádají řešení. V takových situacích, kdy máme omezenou informaci o chování protihráče, nemůžeme stanovit jednoznačný postup výběru optimálního rozhodnutí. „*Tyto hry tvoří zatím nejméně prozkoumanou oblast teorie her. Navrhované definice vycházejí ze zkušeností a jsou založeny na zdravém rozumu.*“[17]. V tomto případě neexistuje pravidlo rozhodování, které by bylo jediné a obecně přijatelné, neboť každé z níže uvedených pravidel je vyjádřením určitého postoje rozhodovatele k neurčitosti. Pro rozhodování za neurčitosti je doporučeno používat rozhodovací principy, které Maňas [18] nazývá *principy optimality*. Předpokládejme, že u všech následujících pravidel je rozhodovací kritérium výnosového typu (maximalizační).

[17] VOLEK, J., cit. 9, str. 94
[18] MAŇAS, M., cit. 15, str. 181

Neznámější principy optimality při rozhodování za neurčitosti:

Laplaceův princip (princip nedostatečné evidence)

V případě neznalosti pravděpodobností, se kterými hráč 2 volí své strategie, jsou vlastně všechny jeho strategie pro hráče 1 rovnocenné. Podle tohoto principu je třeba se chovat tak, jako by šlo o rozhodování za rizika. Hráč 1 se chová tak, jakoby hráč 2 volil všechny své strategie se stejnou pravděpodobností. To je podle tohoto principu to nejlepší, co můžeme o rozdělení neznámých pravděpodobností předpokládat. Za optimální strategii považujeme strategii s největším řádkovým průměrem

$$\max_i \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij} .$$

n – počet strategií

Pravidlo maximaxu

Friebelová[19] řadí mezi rozhodovací principy i pravidlo maximaxu. Toto pravidlo je optimistickým přístupem. Tato zásada je uplatňována inteligentním hráčem, který předpokládá, že ať vybere jakoukoliv strategii, vždy nastane situace, která je mu nejvíce nakloněna. Tento hráč volí nejvyšší hodnotu a volí tu strategii, které odpovídá nejvyšší hodnota z těchto nejvyšších hodnot, neboli vybírá maximální hodnotu z maximálních hodnot. Vybere tu strategii, která mu přinese nejlepší výsledek.

$$\max_{x\in X}(\max_{y\in Y} M(x,y))$$

Waldův princip (princip minimaxu)

Princip minimaxu zdůrazňuje pro hráče číslo 2 takovou strategii *y*, která vede k nejhoršímu možnému výsledku. Pro hráče jedna to je tedy zaručená výhra.

$$\min_{y\in Y} M(x,y)$$

[19] FRIEBELOVÁ, J. *Jednokriteriální rozhodování za rizika a nejistoty* [online] 2007 [cit. 2009-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www2.zf.jcu.cz/~jfrieb/prednasky_komplet/skriptaRM_jednokriterialni.pdf>., str. 6

Optimální strategií hráče 1 je potom strategie, která zaručenou výhru maximalizuje

$$\max_{x \in X}(\min_{y \in Y} M(x, y)).$$

Waldův princip považujeme za pesimistický rozhodovací princip. Inteligentní hráč má volit takovou strategii, která je optimální v případě, že neinteligentní hráč použije tu strategii, která je pro inteligentního hráče nejhorší. Tento princip dává až přehnaně opatrná rozhodnutí. Hráč 1 je v takové situaci, kdy z toho, že se může stát něco nepříznivého, vyvozuje, že to nastane. Hráč očekává nejhorší výsledek, a proto z nejhorších výsledků vybere ten nejlepší. Konzervativně založený účastník rozhodovací situace může použít tento princip. Jde sice o jistou výhru, ale je nízká.

Savageův princip (princip minimaxu ztráty)

Tento princip vychází z *funkce ztráty*. Jeho výhodou je, že pojistí hráče 1 proti velkým ztrátám. Funkcí ztrát rozumíme

$$Z(x, y) = M(x, y) - \max_{x \in X} M(x, y).$$

Za optimální strategii podle minimaxu ztráty volíme takovou strategii, pro kterou výraz:

$$\min_{y \in Y} Z(x, y)$$

nabývá maxima. Nevýhodou této strategie je, že neumožňuje inteligentnímu hráči riskovat strategii umožňující velkou výhru.

Hurwiczův princip (princip ukazatele optimismu)

Maňas v knize *Teorie her a její aplikace*[20] nazývá Hurwiczovo kritérium principem „středního“ ukazatele optimismu. Podle něj je výhodné volit kompromis mezi krajně pesimistickým principem (principem minimaxu) a principem krajně optimistickým (principem maximaxu). Optimální je taková strategie, která maximalizuje součet minimální a maximální hodnoty.

[20] MAŇAS, cit. 8, str. 205

$$\max_{x \in X}(\max_{y \in Y} M(x,y) + \min_{y \in Y} M(x,y)$$
.

Gros[21] uvádí, že při výpočtu Hurwiczova kritéria je vhodné zohlednit konstantu α, $\alpha \in \langle 0, 1 \rangle$, která je ukazatelem optimismu hráče 1 a umožňuje kvantifikovat jeho postoj k riziku. Pro α = 1 počítáme s optimistickým přístupem, naopak při α = 0 je pravděpodobně princip ukazatele optimismu rovnocenný s principem minimaxu.

Dlouhý a Fiala[22] uvádějí, že se obvykle udávají pro maximum a minimum váhy α = 0,5 a 1 – α = 0,5.

$$\max_{x \in X}(\alpha \max_{y \in Y} M(x,y) + (1-\alpha) \min_{y \in Y} M(x,y)$$

Nevýhodou Hurwiczova principu je, že jsou stejně ohodnoceny varianty, ve kterých nejnižší a nejvyšší hodnota důsledku rozhodnutí je stejná a přitom může jít o varianty odlišné vzhledem k dalším hodnotám použitého kritéria.[23]

1.6.2.3 Rozhodování v praxi

Ředitel světové konzultační firmy International Management Group, M. H. McCormack tvrdí, že manažeři učiní při rozhodování 25 – 40% chybných rozhodnutí, ti lepší manažeři pouze 25%.

Řešení rozhodovacích situací v průmyslových podnicích je ovlivňováno dynamikou řízení. Rozhodovatel v reálném manažerském prostředí nemá k dispozici všechny informace a vystavuje se časovému tlaku. Navržený soubor kritérií a počet variant může být velmi omezený. Existují ještě další přístupy řešení rozhodovacích problémů jako např. princip satisfakce, intuitivní přístup, experimentální přístupy nebo výběr variant na základě zkušenosti.[24]

---

[21] GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha : Grada, 2003, str. 373
[22] DLOUHÝ, M.; FIALA, P. *Úvod do teorie her*. Praha : Oeconomica, 2007, str. 63
[23] FRIEBELOVÁ, J., cit. 16, str. 7
[24] BUCHTA, M.; SIEGL, cit. 16, str. 123 - 124

PRAKTICKÁ ČÁST

V úvodu praktické části bakalářské práce je představena společnost ŽDB GROUP a. s. (Železárny a drátovny Bohumín) a její závod Válcovna, ocelárna, recyklace. Použité metody teorie her jsou aplikovány na rozhodování o rozsahu výroby.

2 ŽDB GROUP A. S.

2.1 Historický vývoj ŽDB GROUP a.s.

ŽDB GROUP a.s. má původ v hutním závodě postaveném v Bohumíně a má více než stodvacetiletou tradici. Hutní a strojírenská výroba je důsledkem historického vývoje a také rozvojem mezinárodní dopravy v této oblasti. V roce 1885 berlínský průmyslník Albert Hahn a Heinrich Eisner položili základy výroby a uvedli do činnosti podnik nového druhu. Původně společnost vyráběla bezešvé trubky, ale brzy se výroba rozrostla o výrobu oceli a za tepla válcovaných výrobků, litinových radiátorů a kotlů. V roce 1896 byla Moravskoslezskou akciovou společností pro drátěný průmysl uvedena do provozu bohumínská drátovna – výroba pozinkovaného drátu byla první linkou tohoto druhu v Evropě. Postupně se závod rozšířil a stal se největším podnikem na výrobu tažených drátů, lan a výrobků z drátu v zemi. V 60. letech 20. Století byla postavena výroba železničních dvojkolí, v 70. letech vznikl závod na výrobu ocelových kordů, hadicových drátů a patních lan pro pneumatiky. Podnik procházel historickými přelomy, jakými bylo znárodnění v roce 1945, v roce 1958 spojení dvou původně samostatných podniků do jednoho s názvem Železárny a drátovny Bohumín, převedení státního podniku na akciovou společnost v roce 1993 a její privatizace kuponovou metodou a soukromými investory, dokončená v v roce 1994. V roce 1995 valná hromada společnosti zvolila do představenstva a dozorčí rady představitele většinových vlastníků. V důsledku proběhlého procesu převzetí obchodního jmění působí od 1. srpna 2006 společnost ŽDB GROUP a.s. jako právní nástupce dosavadní společnosti ŽDB a.s.

ŽDB GROUP a.s. patří do mezinárodní skupiny KKCG Industry. Akcionářem společnosti je společnost KKCG Industry B.V., se sídlem v Nizozemském království. Tato společnost vlastní celkem 2 kusy kmenových akcií. V současné době rozděluje své aktivity podnikání do tří základních pilířů: Drátovenství, slévárenství a hutnictví. Je úspěšnou firmou nejen v regionu, ale i v České Republice. Má stoupající trend objemu výroby, tržeb, zisku a investic. Strukturu ŽDB GROUP a. s. osm výrobních závodů – závod Válcovna, ocelárna, recyklace, závod VIADRUS, závod Drátovna, závod Ocelové kordy, závod Lanárna, závod Pérovna a průvlakárna, závod Kovové tkaniny a obslužný závod Služby.

2.2 Závod Válcovna, ocelárna, recyklace

Vznikl dne 1. 1. 2002 sloučením závodu Válcovna a ocelárna s Recyklačním závodem. V ŽDB GROUP a.s. je závod Válcovna, ocelárna, recyklace jediným závodem hutního charakteru a patří mezi provozy s nejdelší tradicí ve společnosti. Výrobky závodu jsou úspěšným exportním artiklem a jsou vyváženy do mnoha zemí světa. Závod je od roku 1993 certifikován TÜV NORD.

Hlavním předmětem podnikání závodu je výroba tyčí jednoduchého a tvarového průřezu, které jsou válcovány za tepla, výroba ocelových ingotů a zpracování šrotu. Základním záměrem je dosáhnout konkurenční výhody malého závodu neustálým zlepšováním všech činností, vedoucích k uspokojení potřeb zákazníků.

Provoz Válcovna disponuje jemnou profilovou válcovací tratí s úpravnou a se skladem hotové výroby. Na této trati vyrábí válcováním za tepla jemnou profilovou a tyčovou ocel v klasických rozměrech i atypickém provedení v rozsahu 1 – 5 kg/m. Jemná válcovací trať produkuje v současné době 134 základních profilorozměrů v těchto šesti výrobních skupinách: tyče kruhové, čtvercové, ploché, průřezu rovnoramenného i nerovnoramenného L, průřezu T, tyče speciální a tyče jiných nestandardních rozměrů. Sklad hotové výroby umožňuje optimalizovat délku válcovacích kampaní vzhledem k potřebě kompletací vyráběného sortimentu na jednotlivé objednávky zákazníků v co nejkratším časovém úseku. Ocelárna produkuje ve dvou obloukových elektrických pecích ocelárenské ingoty standardních i speciálních jakostí pro externí zákazníky. Provoz Recyklace nakupuje a ekologicky zpracovává všechny druhy kovonosných odpadů pro jejich další využití. Významnou činností provozu Recyklace se stává ekologická likvidace autovraků s vystavením protokolu pro majitele.

Zdroj: ŽDB GROUP a. s., podnikové materiály

Obrázek 1 - Zpracování na výrobek

Na obrázku 1 je znázorněn průběh válcovenského procesu.

Zdroj: ŽDB GROUP a.s., podnikové materiály

Obrázek 2 - Hotový výrobek

Na obrázku 2 vidíme hotovou produkci a výběh hotovního pořadí.

3 TEORIE HER V EKONOMICKÉ PRAXI

Větu „*Business is a game*“[25] prohlásil Thomas J. Watson, zakladatel IBM.

Údaje a informace o výrobě byly poskytnuty marketingovým oddělením závodu Válcovna, ocelárna, recyklace a konzultacemi s ekonomem závodu.

3.1 Údaje o výrobě

Firma si klade otázku, kolik tun železa zpracovat na výrobky (uvedené výše) v měsíci květnu 2010 na provozu válcovna, aby zlepšila svůj hospodářský výsledek v souvislosti se stále trvající hospodářskou krizí. Podle plánu je stanoveno, že by měl závod zpracovat na výrobky minimálně 3900 tun železa. Pokud chce však zlepšit svůj hospodářský výsledek, musí zpracovat více tun železa a také je prodat. V plánu závodu je výroba stanovena maximálně pro 4700 tun železa. Výrobky se prodávají nyní za cenu 11500 Kč/t. Na měsíc květen je stanoven optimistický plán, že by se mělo prodat více výrobků z důvodu vyšší poptávky a zlepšující se hospodářské situace. Množství tun, které závod neprodá, nechá na skladě, a v určitých měsících se zpracované množství doplňuje množstvím ze skladu. Plány na jednotlivé měsíce se liší podle odhadu poptávky a současné situace na trhu. V období na přelomu jaro/léto se poptávka po výrobcích zvyšuje z důvodu oživení ekonomiky (např. stavebnictví).

3.2 Implementace údajů do hry

Jedná se o hru v normálním tvaru - konečnou hru dvou hráčů. Do množiny hráčů patří hráč 1, kterým je provoz Válcovna ŽDB GROUP a.s. a volí množství zpracovaných výrobků v tunách a hráčem 2 je poptávka po výrobcích.

Množina prostorů strategií hráčů je tvořena prostorem strategií hráče 1: X_1 = {3900, 4000, 4100, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700} a prostorem strategií hráče 2: X_2 = {3680; 3950; 4130; 4210; 4270; 4430; 4700}.

[25] *GameTheory.net* [online]. 2006 [cit. 2010-04-14]. Professionals. Dostupné z WWW: <http://www.gametheory.net/professionals.html>.

Do množiny výplatních funkcí patří výplatní funkci prvního hráče, tuto funkci udává funkce zisku závodu: $M_1(x) = T - N$.

Funkcí druhého hráče se není třeba zabývat. Druhým hráčem je poptávka po výrobcích, která v této hře vystupuje jako neinteligentní hráč. Nikdy nelze dopředu říci, kolik zákazníků bude mít o výrobky zájem, toto můžeme jen odhadnout. Proto uvedená poptávka je čistě náhodná.

Údaje pro zjištění funkce zisku

Tržby provozu Válcovna jsou vypočítány podle vzorce $T = 11500 \times q_{pr}$. T udává tržby a 11500 je prodejní cena za jednu tunu v korunách. q_{pr} značí prodané množství tun, což je nižší hodnota z hodnot zpracovaného a poptávaného množství. Vždy cenu za tunu vynásobíme menším množstvím, protože udává jistý zisk. Ostatní neprodané množství se nechá na skladě.

Tabulka 3 - Celkové tržby v tisících Kč

	3680	**3950**	**4130**	**4210**	**4270**	**4430**	**4700**
3900	42320	44850	44850	44850	44850	44850	44850
4000	42320	45425	46000	46000	46000	46000	46000
4100	42320	45425	47150	47150	47150	47150	47150
4200	42320	45425	47495	48300	48300	48300	48300
4300	42320	45425	47495	48415	49105	49450	49450
4400	42320	45425	47495	48415	49105	50600	50600
4500	42320	45425	47495	48415	49105	50945	51750
4600	42320	45425	47495	48415	49105	50945	52900
4700	42320	45425	47495	48415	49105	50945	52050

Zdroj: Vlastní zpracování z podnikových informací

Náklady

Celkovými náklady jsou myšleny celkové zpracovatelské náklady.

Tabulka 4 - Náklady

počet tun	**náklady na 1 t**	**celkové náklady**
3900	10482	40879800
4000	10447	41788000
4100	10414	42697400
4200	10382	43604400
4300	10352	44513600
4400	10323	45421200
4500	10295	46327500
4600	10269	47237400
4700	10243	48142100

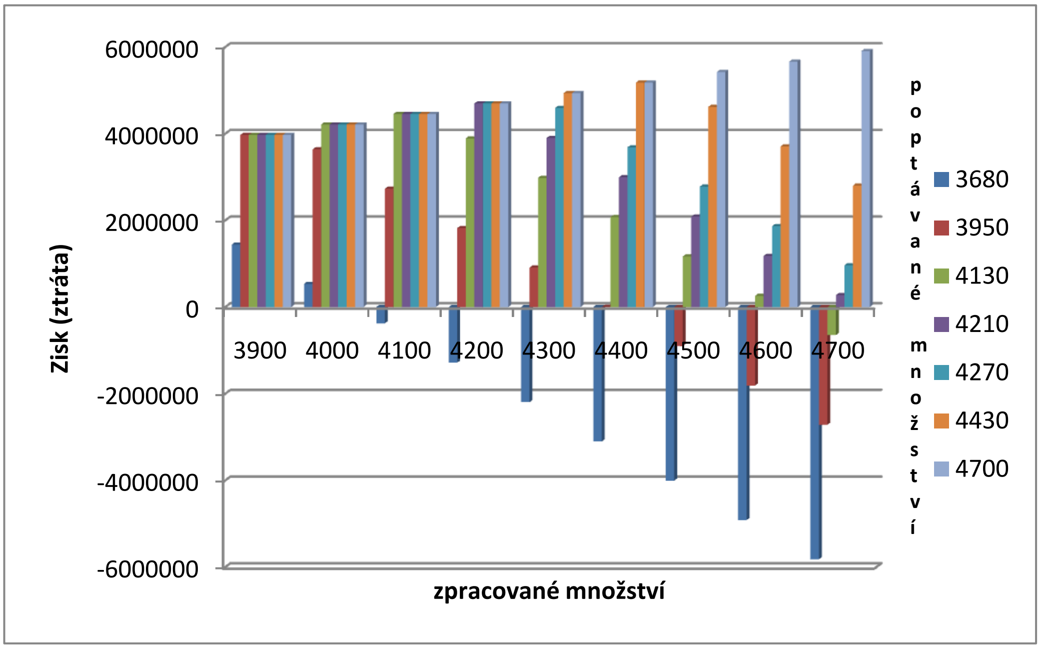
Zdroj: ŽDB GROUP a.s., podnikové materiály

Uvedené náklady vycházejí ze současné podnikové situace (měsíc únor).

Sestavení matice zisků

Prvky v matici znázorňují jednotlivé zisky (ztráty) při určitém objemu výroby, které jsou vypočteny podle vzorce $M_1(x) = T - N$. Zisky (ztráty) v matici jsou jednotlivé výhry (prohry) hráče. Vlevo od matice jsou uvedeny strategie závodu (počet zpracovaných tun) a nad maticí jsou znázorněny strategie zákazníků (poptávka po výrobcích). Zisky v matici jsou uvedeny v tisících korunách.

$$\begin{array}{c c}
 & \begin{array}{ccccccc} 3680 & 3950 & 4130 & 4210 & 4270 & 4430 & 4700 \end{array} \\
\begin{array}{c} 3900 \\ 4000 \\ 4100 \\ 4200 \\ 4300 \\ 4400 \\ 4500 \\ 4600 \\ 4700 \end{array} &
\begin{bmatrix}
1440 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 \\
532 & 3637 & 4212 & 4212 & 4212 & 4212 & 4212 \\
-377 & 2727 & 4452 & 4452 & 4452 & 4452 & 4452 \\
-1284 & 1820 & 3890 & 4695 & 4695 & 4695 & 4695 \\
-2193 & 911 & 2981 & 3901 & 4591 & 4936 & 4936 \\
-3101 & 3 & 2073 & 2993 & 3683 & 5178 & 5178 \\
-4007 & -902 & 1167 & 2087 & 2777 & 4617 & 5422 \\
-4917 & -1812 & 257 & 1177 & 1867 & 3707 & 5662 \\
-5822 & -2717 & -647 & 272 & 962 & 2802 & 5907
\end{bmatrix}
\end{array}$$



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 3 - Graf matice zisků

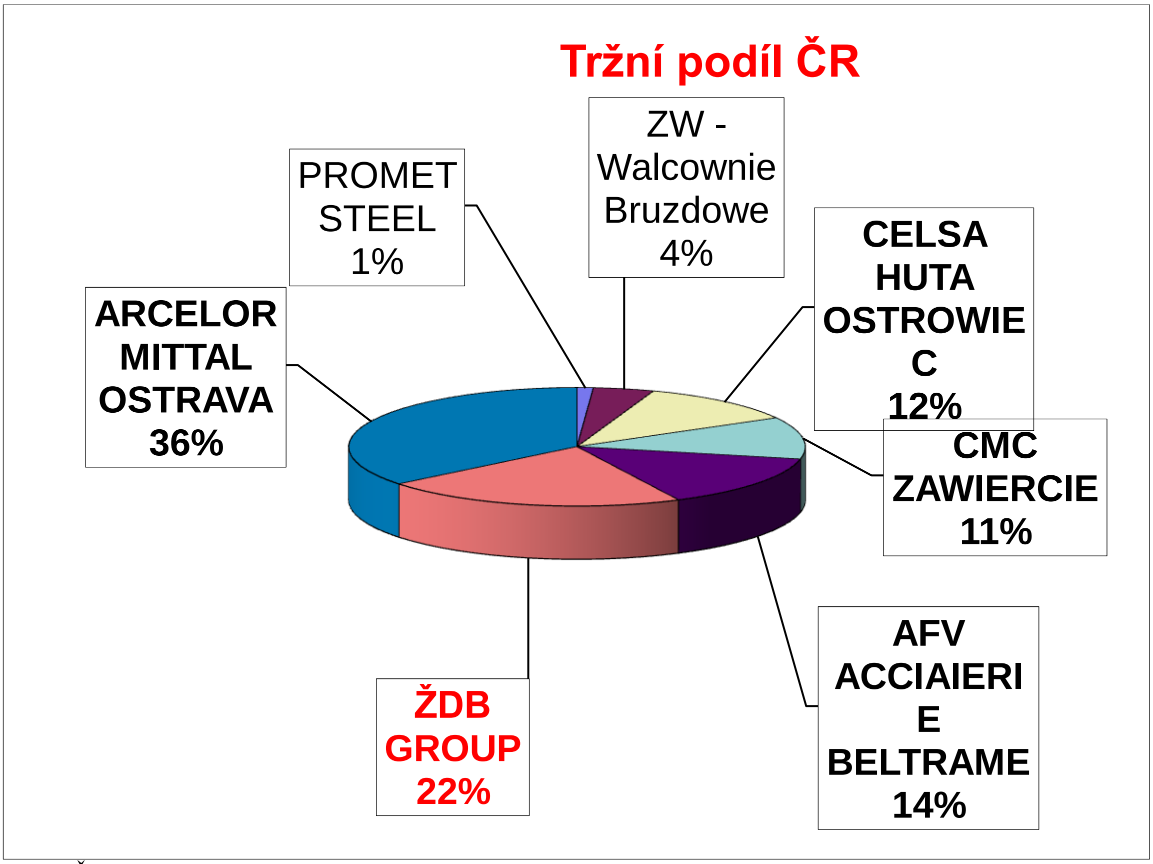
Cílem této hry je nalezení takové optimální strategie prvního hráče, aby byla jeho výhra maximální, to znamená, aby závod měl co nejlepší zisk. Dále se bude práce zabývat řešením této rozhodovací situace v podmínkách rizika a za neurčitosti.

3.3 Rozhodování o rozsahu výroby

Cílem ŽDB GROUP a.s. je získání co největšího podílu na trhu.

Podmínky:

- kvalita (je dnes samozřejmá a všichni ji mají srovnatelnou),
- dodací termín,
- cena.



Zdroj: ŽDB GROUP a. s., podnikové materiály

Obrázek 4 - Graf tržního podílu ŽDB GROUP a. s. na českém trhu

Graf tržního podílu ŽDB GROUP vychází ze současného hodnocení trhu.

3.3.1 Rohodování za rizika

Podle rozhodování za rizika závod vybírá nejlepší variantu, která mu přinese maximální zisk podle pravidla očekávané střední hodnoty výhry.

Tabulka 5 - Rozdělení pravděpodobností

prodej v tunách	3680	3950	4130	4210	4270	4430	4700
pravděpodobnost p_j	0,05	0,05	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1

Zdroj: Vlastní zpracování na základě podnikových informací

Tabulka rozdělení pravděpodobnosti je sestavena podle analýzy stejných období v minulosti. V měsíci květnu je odbyt vždy velký a v tomto případě závod zaujímá postoj se sklonem k riziku. V plánu závodu je prodat více tun železa, protože se částečně zlepšuje hospodářská situace na trhu.

Při optimální strategii za rizika se závod snaží volbou určité strategie maximalizovat svou výhru. Chování hráče 2 (poptávky po výrobcích) je udáno funkcí pravděpodobnosti, definované na sloupcích matice. Volí-li hráč 2 *j*-tý sloupec s pravděpodobností p_j (0,05; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,2; 0,1), pak pro hráče 1(závod), který volí počet tun železa ke zpracování (3900, 4000, 4100, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700), je optimální volit ten řádek matice (zpracované množství), pro který platí:

$$\max_i \sum_{j=1}^{n} a_{ij} p_j .$$

Jednotlivé zisky (ztráty) matice se vynásobí danými pravděpodobnostmi a hodnoty v jednotlivých řádcích matice se sečtou. Nejvýhodnější varianta je ta, která má největší střední hodnotu výhry.

Tabulka 6 - Rozdělení výher závodu při různých pravděpodobnostech

	0,05	**0,05**	**0,1**	**0,2**	**0,3**	**0,2**	**0,1**	**SHV**
3900	72010	198510	397020	794040	1191060	794040	397020	3843700
4000	26600	181850	421200	842400	1263600	842400	421200	3999250
4100	-18870	136380	445260	890520	1335780	890520	445260	4124850
4200	-64220	91030	389060	939120	1408680	939120	469560	**4172350**
4300	-109680	45570	298140	780280	1377420	987280	493640	3872650
4400	-155060	190	207380	598760	1105140	1035760	517880	3310050
4500	-200375	-45125	116750	417500	833250	923500	542250	2587750
4600	-245870	-90620	25760	235520	560280	741520	566260	1792850
4700	-291105	-135855	-64710	54580	288870	560580	590790	1003150

Zdroj: Vlastní zpracování

SHV udává střední hodnotu výhry. Největší střední hodnotou výhry je hodnota 4172350. Optimální strategií závodu je zpracování 4200 tun železa.

Tento přístup se shoduje se strategií firmy na květěn 2010.

3.3.2 Rozhodování za neurčitosti

Rozhodovaním za neurčitosti se má na mysli taková situaci, kdy závod nezná dopředu poptávku po výrobcích, nezná tedy pravděpodobnosti jednotlivých možných stavů poptávky. Neřídíme se údaji o poptávce ze stejných období, protože tyto údaje jsou důsledkem dané situace na trhu. Proto se budeme řídit principy optimality.

Laplaceův princip (princip nedostatečné evidence)

Pokud nejsou známy hodnoty jednotlivých pravděpodobností, se kterými hráč 2 (poptávka po výrobcích) volí své strategie, hráči 1(závodu) nezbývá než předpokládat, že všechny strategie zákazníků nastanou se stejnou pravděpodobností rovnou 1/*n*. Ke zjištění optimální strategie se použijí údaje z předchozí matice a vypočítá se podle následujícího vzorce:

$$\max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \quad .$$

Prosté průměry v jednotlivých řádcích se určí z hodnot zisků závodu a z nich se vybere maximální hodnota. Podle zadání $n = 7$. Největší hodnotou z těchto výher v tisících Kč (3608, 3604, 3516, 3315, 2866, 2287, 1594, 849, 108) je hodnota 3608. Když závod zpracuje 3900 tun železa, zisk se může pohybovat v rozmezí 1440 až 3970 podle odbytu výrobků.

Použití tohoto principu pro rozhodování o rozsahu výroby není vhodné, protože poptávka se mění podle trhu a jednotlivých měsíců a nelze stanovit přesně výši zisku.

Pravidlo maximaxu

Pravidlo maximaxu spočívá ve volbě optimální strategie na základě optimismu racionálního hráče. V této situaci je závod optimistou a volí z každého řádku maximální dosažený zisk. Z těchto maximálních zisků se pak vybere největší hodnota.

$$\max_{x \in X} (\max_{y \in Y} M(x, y))$$

$$\begin{array}{ccc} & \begin{array}{ccccccc} 3680 & 3950 & 4130 & 4210 & 4270 & 4430 & 4700 \end{array} & \max \\ \begin{array}{c} 3900 \\ 4000 \\ 4100 \\ 4200 \\ 4300 \\ 4400 \\ 4500 \\ 4600 \\ 4700 \end{array} & \begin{bmatrix} 1440 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 \\ 532 & 3637 & 4212 & 4212 & 4212 & 4212 & 4212 \\ -377 & 2727 & 4452 & 4452 & 4452 & 4452 & 4452 \\ -1284 & 1820 & 3890 & 4695 & 4695 & 4695 & 4695 \\ -2193 & 911 & 2981 & 3901 & 4591 & 4936 & 4936 \\ -3101 & 3 & 2073 & 2993 & 3683 & 5178 & 5178 \\ -4007 & -902 & 1167 & 2087 & 2777 & 4617 & 5422 \\ -4917 & -1812 & 257 & 1177 & 1867 & 3707 & 5662 \\ -5822 & -2717 & -647 & 272 & 962 & 2802 & 5907 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} 3970 \\ 4212 \\ 4452 \\ 4695 \\ 4936 \\ 5178 \\ 5442 \\ 5662 \\ 5907 \end{array} \end{array}$$

Vpravo od matice jsou uvedeny maximální zisky jednotlivých řádků. Největší hodnotou z maximálních zisků je hodnota 5907. Optimální je tedy v tomto případě zpracovat na výrobky 4700 tun železa. Podle strategie závodu tato varianta připadá v úvahu, protože chce dosáhnout maximálního zisku a na měsíc květen zaujímá optimistický postoj.

Waldův princip (princip minimaxu)

Rozhodovatel z každého řádku vybere nejmenší zisk a z těchto nejmenších zisků zvolí ten největší. V tomto případě by byl závod pesimistou, očekával by, že nastane nejhorší možná varianta a proto by pak vybral z nejhorších variant tu nejlepší. Waldův princip se určí podle vzorce:

$$\max_{x \in X}(\min_{y \in Y} M(x, y)).$$

Minimální hodnoty z jednotlivých řádků matice zisků: (1440, 532, -377, 1284, -2193, -3101, -4007, -4917, -5822). Maximální hodnotou z těchto nejmenších zisků je 1440. Pro závod je tedy nejlepší zpracovat na výrobky 3900 tun. Při výrobě nejnižšího možného množství by závod dosáhl nejmenší ztráty.

Tento princip je vhodný pro ty účastníky na trhu, kteří nechtějí riskovat, jsou konzervativně založení, a proto volí jistý zisk, který je ovšem nízký. Tato varianta by připadala v úvahu pro období zima. Neshoduje se však s plánem závodu na květen 2010.

Savageův princip (princip minimaxu ztráty)

Savageův princip je aplikací Waldova principu na matici ztrát. Při tvorbě matice ztrát je postup takový, že od každého prvku původní matice se odečte největší hodnota daného sloupce. Potom se z jednotlivých řádků vybere minimum a z těchto minimálních hodnot se zvolí hodnota nejvyšší. Největšími výhrami v jednotlivých sloupcích jsou 1440, 3970, 4452, 4695, 4695, 5178, 5907.

Matice ztrát

$$\begin{array}{c} \\ 3900 \\ 4000 \\ 4100 \\ 4200 \\ 4300 \\ 4400 \\ 4500 \\ 4600 \\ 4700 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} 3680 & 3950 & 4130 & 4210 & 4270 & 4430 & 4700 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & -482 & -725 & -725 & -1208 & -1937 \\ -908 & -333 & -240 & -483 & -483 & -966 & -1695 \\ -1817 & -1242 & 0 & -243 & -243 & -726 & -1455 \\ -2724 & -2149 & -562 & 0 & 0 & -483 & -1212 \\ -3633 & -3058 & -1471 & -794 & -104 & -242 & -971 \\ -4541 & -3966 & -2378 & -1701 & -1011 & 0 & -729 \\ -5447 & -4872 & -3285 & -2608 & -1918 & -561 & -485 \\ -6357 & -5782 & -4195 & -3518 & -2828 & -1471 & -245 \\ -7262 & -6687 & -5099 & -4422 & -3732 & -2375 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{c} \text{min} \\ -1937 \\ -1695 \\ -1817 \\ -2724 \\ -3633 \\ -4541 \\ -5447 \\ -6357 \\ -7262 \end{array}$$

Minima jednotlivých řádků jsou uvedeny vpravo od matice. Nejmenší ztrátou závodu je -1695, z toho vyplývá, že nejvýhodnější je zpracovat 4000 tun železa. Kdyby chtěl závod sestavit preferenční uspořádání podle zpracovaných tun, bylo by následující: (4000, 4100, 3900, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700).

Pro závod tento závěr vyplývá z rozpuštění fixních nákladů ve vazbě na objem výroby a prodejní cenu.

Hurwiczův princip (princip ukazatele optimismu)

Rozhodovatel, který volí tento princip, se může rozhodnout, zda být optimistou nebo pesimistou podle zvoleného indexu optimismu. Za rozumného rozhodovatele se považuje ten, který si stanoví index optimismu α = 0,5. Vždy záleží na firmě, jaký zaujímá postoj při současném stavu na trhu.

Podle následujícího vzorce se vypočítá, kolik tun by bylo vhodné zpracovat na výrobky při stanovení indexu optimismu α:

$$\max_{x\in X}(\alpha \max_{y\in Y} M(x,y) + (1-\alpha)\min_{y\in Y} M(x,y))$$

Závod si musí stanovit index optimismu α, α = 1 je realistické stanovisko shodné s optimistickým přístupem a když si stanoví α = 0, chová se pesimisticky. V řádcích se vybere vždy maximum, které se vynásobí indexem α a minimum které se vynásobí výrazem (α - 1), součiny se sečtou a nejlepší variantou je výsledek, který nabývá největšího maxima. Minima a maxima jednotlivých řádků jsou uvedeny vlevo od matice.

$$\begin{array}{c} \\ 3900 \\ 4000 \\ 4100 \\ 4200 \\ 4300 \\ 4400 \\ 4500 \\ 4600 \\ 4700 \end{array}
\begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} 3680 & 3950 & 4130 & 4210 & 4270 & 4430 & 4700 \end{array} \\
\begin{bmatrix} 1440 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 & 3970 \\ 532 & 3637 & 4212 & 4212 & 4212 & 4212 & 4212 \\ -377 & 2727 & 4452 & 4452 & 4452 & 4452 & 4452 \\ -1284 & 1820 & 3890 & 4695 & 4695 & 4695 & 4695 \\ -2193 & 911 & 2981 & 3901 & 4591 & 4936 & 4936 \\ -3101 & 3 & 2073 & 2993 & 3683 & 5178 & 5178 \\ -4007 & -902 & 1167 & 2087 & 2777 & 4617 & 5422 \\ -4917 & -1812 & 257 & 1177 & 1867 & 3707 & 5662 \\ -5822 & -2717 & -647 & 272 & 962 & 2802 & 5907 \end{bmatrix} \end{array}
\begin{array}{cc} \text{max} & \text{min} \\ 3970 & 1440 \\ 4212 & 532 \\ 4452 & -377 \\ 4695 & -1284 \\ 4936 & -2193 \\ 5178 & -3101 \\ 5422 & -4007 \\ 5662 & -4917 \\ 5907 & -5822 \end{array}$$

Tabulka 7 - Jednotlivé zisky podle Hurwiczova kritéria

	α									
počet tun	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
3900	**1693**	**1946**	**2199**	**2452**	**2705**	**2958**	**3211**	3464	3717	3970
4000	900	1268	1636	2004	2372	2740	3108	3476	3844	4212
4100	105	588	1071	1554	2037	2520	3003	3486	3969	4452
4200	-686	-88	509	1107	1705	2303	2901	3499	4097	4695
4300	-1480	-767	-54	658	1371	2084	2797	3510	4223	4936
4400	-2273	-1445	-617	210	1038	1866	2694	3522	4350	5178
4500	-3064	-2121	-1178	-235	707	1650	2593	3536	4479	5422
4600	-3859	-2801	-1743	-685	372	1430	2488	3546	4604	5662
4700	-4640	-3476	-2300	-1130	42	1215	2388	**3561**	**4734**	**5907**

Zdroj: Vlastní zpracování

Tučně vyznačená čísla v tabulce představují největší zisky závodu. Podle některých autorů je optimální volit index optimismu 0,5, při kterém se firmě vyplatí zpracovat 3900 tun. Podle tabulky je patrné, že se závodu vyplatí zpracovat 4700 tun železa až při hodnotě $\alpha = 0,8$. V tomto případě by musel být závod velkým optimistou. Závod na období jaro/léto volí jasně optimistický přístup, protože chce dosáhnout co největšího zisku a nemá jinou možnost než spoléhat na příznivou situaci, jinak by byl ve ztrátě.

ZÁVĚR

Tabulka 8 - Shrnutí

Použitá metoda	**Výsledek (v tunách)**
Rozhodování za rizika Optimální strategie	 4200
Rozhodování za neurčitosti Laplaceovo kritérium	 3900
Princip maximaxu	4700
Waldovo kritérium	3900
Savageovo kritérium	4000
Hurwiczův princip	3900 nebo 4700

Zdroj: Vlastní zpracování

Výstupem bakalářské práce je srovnání použitých metod teorie her a odpověď na otázku, zda je teorie her dobře využitelná v ekonomické praxi.

Při rozhodování za rizika a použití optimální strategie se vyplatí závodu zpracovat 4200 tun. Vzhledem k tomu, že závod spoléhá na příznivou odbytovou situaci, je tento přístup dobrým ukazatelem, jak dosáhnout co největšího zisku.

Při rozhodování za neurčitosti je srovnáno pět principů. Při použití Laplaceova kritéria by závod měl zpracovat na výrobky pouze 3900 tun. Laplaceovo kritérium není vhodnou metodou při rozhodování o rozsahu výroby na měsíc květen, protože jednotlivé pravděpodobnosti se sobě rovnají, ale poptávka po výrobcích závodu se v jednotlivých měsících mění. Při použití Waldova principu volí závod jistý zisk, vybírá z nejmenších zisků ten největší. Závod by měl v tomto případě zpracovat 3900 tun. Princip minimaxu také není vhodnou metodou, protože závod zaujímá optimistický přístup, aby zvýšil svůj zisk co nejvíce a zlepšil tak svou situaci vzhledem k hospodářské krizi. Při uplatnění maximaxového principu vybírá závod největší zisk, kterého by mohl dosáhnout. V této situaci je nejvýhodnější zpracovat 4700 tun. Vzhledem ke strategii stanovené na měsíc květen připadá tato varianta v úvahu, ale je určena pro značně optimistické a úspěšné účastníky na trhu. Savageův přístup je založen na principu nejmenší dosažené ztráty, což činí -1695 a pro závod je výhodné zpracovat 4000 tun železa. Hurwiczův princip neboli princip ukazatele optimismu se řídí podle stanoveného ukazatele optimismu α. Vzhledem k optimistickému přístupu na měsíc květen by volil závod index optimismu co největší.

Pro závod při rozhodování o rozsahu výroby na měsíc květen se jeví jako nejvýhodnější metoda rozhodování za rizika, princip maximaxu a Hurwiczův princip vzhledem k optimistickému postoji závodu.

Z dosažených výsledků se dá usuzovat, že použití teorie her v rozhodovacím procesu hraje důležitou roli. Poskytuje návod k optimalizaci výroby, ale je třeba zohlednit další okolnosti. Je důležitá momentální situace na trhu, kolísání poptávky, variabilní náklady – cena surovin, energie, kolísaní měnového kurzu, mzdy zaměstnanců.

Vzhledem k současné hospodářské situaci není možno striktně se řídit zjištěnými výsledky, mají pouze informativní charakter a závod by je měl akceptovat pouze jako doporučení.

V současné době hospodářské krize (rok 2009), kdy došlo ke snížení produkce v oblasti ocelárenství v Evropě o více jak 30%, je třeba zohledňovat i tyto faktory. Spotřeba ocelárenské produkce je determinována stagnací v oblasti zpracovatelských odvětví a stavebnictví.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

(elektronických zdrojů, podnikových informací**)**

1. ANDREW, A. O zlatnících a dělnících vědy. *Ekonom* [online]. 2005, 42, [cit. 2009-10-22]. Dostupný z WWW: <http://www.cerge.cuni.cz/news/in_the_media/data/Austin%20Ekonom%2042-2005.pdf>.

2. BUCHTA, M.; SIEGL, M. *Management*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2007 ISBN 80-7194-828-4.

3. DLOUHÝ, M.; FIALA, P. *Úvod do teorie her*. Praha : Oeconomica, 2007 ISBN 978-80-245-1273-0.

4. FRIEBELOVÁ, J. *Jednokriteriální rozhodování za rizika a nejistoty* [online] 2007 [cit. 2009-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www2.zf.jcu.cz/~jfrieb/prednasky_komplet/skriptaRM_jednokriterialni.pdf>.

5. FRIEBELOVÁ, J. *Teorie her* [online]. 2006 [cit. 2009-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/rmp/data/teorie_oa/TEORIE%20HER.pdf>.

6. GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha : Grada, 2003 ISBN 80-247-0421-8.

7. CHOBOT, M.; TURNOVCOVÁ, A. *Modely rozhodovania v konfliktných situáciách a za neurčitosti*. Bratislava : Alfa, 1980 ISBN 63-066-80.

8. CHOBOT, M.; TURNOVEC, F.; ULAŠIN V. *Teória hier a rozhodovania*. Bratislava : Alfa, 1991 ISBN 80-05-00702-7.

9. CHOBOT, M.; TURNOVEC, F. *Teória hier*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladatelstvo v Bratislave, 1967 ISBN 67-213-67.

10. KRŮL, M.; NOVÁKOVÁ, P.; PAVELKOVÁ, I. *Historie a současnost podnikání v Těšínském Slezsku*. Žehušice : Městské knihy s. r. o., 2006 ISBN 80-86699-39-0

11. MAŇAS, M. *Teorie her a její aplikace*. Praha : SNTL, 1991 ISBN 04-022-91.

12. MAŇAS, M. *Teorie her a konflikty zájmů*. Praha : Oeconomica, 2002 ISBN 80-245-0450-2.

13. MAŇAS, M. *Teorie her a optimální rozhodování*. Praha : SNTL, 1974 ISBN 04-012-74.

14. OSBORNE, M., J. *An Introduction to Game Theory*. New York : Oxford University Press, 2004 ISBN 9780195128956.

15. PELIŠ, M. *Teorie her jako formální teorie racionálního rozhodování* [online]. [cit. 2009-11-01] Dostupný z WWW: <http://web.ff.cuni.cz/~pelis/gt-pelis.pdf>.

16. TUROCY, T. L.; VON STENGEL, B. Game Theory. In *Encyclopedia of Information systems*. [s.l.] : Academic Press, 2002 [cit. 2009-11-01]. Dostupné z WWW: <http://www.cdam.lse.ac.uk/Reports/Files/cdam-2001-09.pdf>.

17. VOLEK, J. *Operační výzkum IV - Teorie her a její rozhodování*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2003 ISBN 80-7194-621-4.

18. VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton : Princeton University Press, 2004 ISBN 0-691-11993-7.

19. *GameTheory.net* [online]. 2006 [cit. 2010-04-14]. Professionals. Dostupné z WWW: <http://www.gametheory.net/professionals.html>.

20. *Server aplikované matematiky* [online]. 2009 [cit. 2010-04-06]. Antagonistické hry. Dostupné z WWW: <http://euler.fd.cvut.cz/predmety/teorie_her/antag.pdf>.

21. *Server aplikované matematiky* [online]. 2009 [cit. 2010-04-13]. Teorie her & optimální rozhodování, možnosti využití. Dostupné z WWW: <http://euler.fd.cvut.cz/predmety/teorie_her/>.

22. Poskytnuté podnikové informace a dokumenty ŽDB GROUP a. s. a závodu Válcovna, ocelárna, recyklace.

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK