

MĚŘENÍ EFEKTIVITY HOKEJOVÝCH KLUBŮ: EMPIRICKÉ DŮKAZY Z ČESKÉ HOKEJOVÉ SOUTĚŽE

MEASURING THE EFFICIENCY OF HOCKEY CLUBS: EMPIRICAL EVIDENCE FROM CZECH HOCKEY COMPETITION

N. Pelloneová

Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta, Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Abstract

Hockey is a very popular sport in the Czech Republic. Nowadays, efficiency analysis of hockey clubs is a useful tool to help managers evaluate team performance. However, there is a limited amount of academic studies that deal with the economic dimensions and efficiency evaluation of hockey clubs. The performance of players affects the performance of the entire team and predicts the success or failure of the hockey club itself. The aim of this research is to develop a methodology for evaluating the efficiency of hockey clubs and then apply this methodology to the Czech Tipsport extraliga. In the present research, the data envelopment analysis model was used, specifically the input-oriented Charness, Cooper, Rhodes model. The model is empirically applied to the evaluation of 15 hockey clubs of the Tipsport extraliga in the 2021/22 season. Subsequently, the overall technical efficiency of the whole club was calculated based on the partial values of technical efficiency for each playing position. Based on the overall efficiency, the ranking of the clubs in the 2021/22 season was then determined and compared with the actual club results. The research showed, among other things, that, not always the clubs that make the play-offs are the most efficient.

Keywords: sport; ice hockey; efficiency; data envelopment analysis; CCR-I model

Souhrn

Hokej je v České republice velmi populární sportovní odvětví. V současné době je analýza efektivity hokejových klubů užitečným nástrojem, který pomáhá manažerům s hodnocením týmových výkonů. Existuje však omezené množství vědeckých studií, které by se zabývaly ekonomickými rozměry a hodnocením efektivity hokejových klubů. Výkony jednotlivých hráčů ovlivňují výkon celého týmu a předurčují úspěch či neúspěch samotného hokejového klubu. Cílem tohoto výzkumu je vytvořit metodiku hodnocení efektivity hokejových klubů a následně tuto metodiku aplikovat na příkladu české Tipsport extraligy. V předkládaném výzkumu byl využit model analýzy datových obalů, konkrétně vstupově orientovaný Charness, Cooper, Rhodes model. Model je empiricky aplikován k hodnocení 15 hokejových klubů Tipsport extraligy v sezóně 2021/22. V první části výzkumu byla vypočtena technická efektivita pro jednotlivé herní pozice. Na základě dílčích hodnot technické efektivity jednotlivých herních postů byla následně vypočtena celková technická efektivita celého klubu. Na základě celkové efektivity bylo stanoveno pořadí klubů v sezóně 2021/22 a porovnáno se skutečnými klubovými výsledky. Z výzkumu mimo jiné vyplynulo, že, ne vždy jsou kluby, které se dostanou do play-off, nejvýkonnější.

Klíčová slova: sport; lední hokej; efektivita; analýza datových obalů; model CCR-I

Úvod

Hokej má v České republice dlouhou historii a tradici a jeho popularita je na vysoké úrovni. Hokej je v České republice nejoblíbenějším diváckým sportem, který sleduje okolo 44 % lidí (Tran, 2015). Před pandemií nemoci Covid-19 navštěvovalo ročně české hokejové zápasy kolem 2 milionů lidí (Bureš,

2022a). Hokejové kluby jsou zvláštním druhem podnikání, protože ačkoli fungují ve stejném právním rámci jako ostatní společnosti, jsou velmi silně podmíněny sportovními aktivitami. Za kluby bojujícími o prvenství stojí především vlivní podnikatelé. Např. hokejový klub HC Sparta Praha vlastní investiční skupina Kapraň Karla Pražáka. České nejvyšší soutěži v současné chvíli (2022) ekonomicky vévodí klub z hlavního města spolu s, v posledních letech dominantním Třincem (společnost Moravia Steel podnikatele Tomáše Chrenka) a Pardubicemi (DD Group podnikatele Petra Dědka). Tyto hokejové kluby lákají hráče na dobré platové podmínky a skvělé zázemí. Dá se říci, že vstup podnikatelů do chodu hokejových klubů je předpokladem jejich dalšího rozvoje a zvýšením pravděpodobnosti dosažení potenciálního úspěchu (Bureš, 2022b).

Svět hokeje se neustále mění a vyvíjí. Hokejový průmysl v posledních dvou letech prochází vývojem zejména po ekonomické stránce. Hokejové soutěže po celém světě byly v letech 2020 a 2021 negativně poznamenány celosvětovou pandemií Covid-19. Hokejová sezóna 2020/21 byla pro český hokej kvůli pandemii jedna z nejsložitějších. Sezóna 2020/21 odehrála první dvě kola s přísnými restrikcemi. Zbytek sezóny 2020/21 se odehrál „za zavřenými dveřmi“, tedy zcela bez přítomnosti diváků na stadionech. Také sezóna 2021/22 s sebou nesla protipandemická opatření. V sezóně 2021/22 přišla Tipsport extraliga v průměru o jednu třetinu diváků oproti sezóně 2019/2020. V současné době český hokej bojuje s vysokými cenami energií i pokoronavirovým propadem divácké návštěvnosti. Lze tak konstatovat, že český hokej v posledních letech zažívá chudší období.

Některé hokejové kluby jako např. HC Dynamo Pardubice dosahují dle údajů z veřejného rejstříku provozovaného MSČR (2022) značných zisků (celkový obrat v roce 2021 byl 125 158 tis. Kč), zatímco jiné zaznamenávají negativní finanční výsledky např. klub HC Kladno (celkový obrat v roce 2021 byl 4 tis. Kč). Každá sportovní organizace by se měla snažit vyhodnotit své silné a slabé stránky. Úspěch v profesionální hokejové lize jde dnes ruku v ruce s úspěšným týmem, trenérem a vedením týmu. Pozornost je potřeba zaměřit na zjištění toho, zda klub využívá vhodně své zdroje k dosahování co nejlepších výsledků. Je možné si představit, že klub, jehož hráči jsou relativně levní, může získat „zajímavé“ výsledky. Hodnocení efektivity hokejových klubů je v současné době klíčovým problémem ve sportovním průmyslu. Nabízí se tedy otázka, jakým způsobem měřit efektivitu hokejových klubů. Cílem tohoto výzkumu je vyvinout model, který by pomohl klubům, manažerům a trenérům s hodnocením jejich efektivity.

Měření efektivity v profesionálním sportu má v literatuře věnující se ekonomii sportu poměrně rozsáhlý seznam empirických analýz. Jedná se především o zahraniční výzkumy zaměřené na fotbal, basketbal, baseball, golf a tenis. Hokeji není v odborné literatuře věnována tak velká pozornost jako jiným sportovním disciplínám. Mnohé z těchto sportovních analýz modelují výkonnost týmu jako funkci určité míry vstupů hráčů. Např. Hadley et al. (2000) s pomocí analýzy datových obalů (angl. data envelopment analysis, dále DEA) modeluje v Národní fotbalové lize týmová vítězství v závislosti na statistikách útočných a obranných výkonů. V následující části příspěvku jsou proto stručně shrnuti vybraní autoři, kteří ve svých výzkumech aplikují různé statistické a matematické metody pomocí kterých hodnotí výkonnost hokejových týmů. Jedná se především o autory, kteří hodnotí efektivitu týmů z Národní hokejové ligy (dále NHL). Kuosmanen (1998) hodnotí pomocí analýzy datových obalů efektivitu hokejových klubů NHL v sezóně 1996/97. Do DEA modelu zahrnuje údaje o platech hráčů (vstup), ligových bodech v základní části a výsledcích play-off (výstupy). Výsledkem je skóre efektivnosti pro každý tým, které udává efektivitu týmu ve srovnání s ostatními týmy v NHL. Výsledné skóre efektivity ukazuje, kolika ligových bodů a vyhraných zápasů v play-off mohl každý tým dosáhnout při správném složení týmu a správných taktických rozhodnutích. Výsledky výzkumu ukázaly, že platy hráčů zcela nevysvětlují úspěšnost týmů v základní části a play-off. Neefektivita při dosahování vítězství v play-off a ligových bodů v základní části s daným hráčským složením může být způsobena chybami ve výběru hráčů nebo v tréninku. Všechny tyto informace mohou být užitečné při sestavování týmů manažery pro další hokejové sezóny. Jablonský (2021) ve svém výzkumu podobně jako Hadley et al. (2000) zkoumá vztah mezi individuální efektivitou hráčů a efektivitou týmů. Individuální efektivitu měří pomocí tradičních radiálních a aditivních SBM modelů DEA. Efektivnost týmů následně zjišťuje tradičními DEA modely s proměnnými popisujícími skutečné úspěchy týmů a paralelními DEA modely, které zohledňují všechny pozice hráčů, a skutečné výsledky týmů v lize. Studie vychází ze statistik NHL v sezóně 2019/20. Výsledky analýzy ukazují, že skutečná výkonnost týmu není vždy přímo závislá na individuálních výkonech členů týmu.

Kahane (2005) se ve své analýze efektivnosti snaží s pomocí stochastické hraniční produkční funkce identifikovat zdroje neefektivity v klubech NHL. Neefektivnost v NHL lze částečně vysledovat v rozdílných trenérských schopnostech, vlastnictví týmů, místní sportovní soutěži a zkušenostech managementu. Ve výzkumu došel k závěru, že především týmy s neobvykle vysokým či naopak nízkým počtem francouzsko-kanadských hráčů mají tendenci být méně efektivní. Bedford a Baglin (2008) měří pomocí regresní analýzy výkonnost týmu v průběhu hokejových zápasů. Jejich model je založen na přímé interakci mezi dvěma soupeřícími týmy. Do svého modelu zahrnují výkonnostní měřítko, které umožňuje posoudit výkonnost týmu v průběhu zápasu. Výzkum aplikovali na příkladu týmů z NHL hrajících v sezónách 2005/06 a 2006/07. Výsledky analýzy poskytly objektivní, jednoduché a všestranné měřítko výkonnosti týmu, které by bylo cenným hodnotícím přínosem pro trenéry, média i diváky. Weissbock et al. (2013) se zabývá předpovídáním úspěchu v ledním hokeji. Ve svém výzkumu využívá přístup strojového učení k předpovídání úspěšnosti týmů v NHL. Výzkum kombinuje tradiční statistiky (např. počet vstřelených a inkasovaných gólů) a pokročilé metriky (např. statistika držení kotouče, která sčítá celkový počet střel, zmařených střel a gólů vstřelených a inkasovaných; statistika štěstí apod.). Nejlepší výsledky přineslo použití neuronových sítí s přesností 59,38 %. Tento model lze použít např. k předpovídání vítěze play-off i vítěze Stanley Cupu. V českém prostředí se hokejovou efektivitou zabývala poradenská společnost PwC (2015), která analyzovala podmínky každé země pro úspěch na mistrovství světa v ledním hokeji v roce 2015 v Praze a Ostravě. Ve výzkumu byla využita regresní analýza pro odhad tzv. bodového indexu. Tento index představuje historickou výkonnost národních týmů v uplynulých 20 letech na světových šampionátech mistrovství světa. Zohledňuje každé místo v konečném pořadí. Analýza dále zohlednila, kromě jiného i počet stadionů, počet registrovaných hokejistů, demografické a ekonomické ukazatele nebo průměrnou roční teplotu v dané zemi.

Z výše uvedeného je patrné, že většina odborné literatury se zaměřuje především na nejslavnější hokejovou soutěž, tedy NHL. Českému hokeji obecně a české nejvyšší hokejové lize není v odborné literatuře věnována téměř žádná pozornost. Cílem předloženého výzkumu je pomocí analýzy datových obalů stanovit úroveň technické efektivity a následně vyhodnotit a porovnat efektivitu českých hokejových klubů. Empiricky je model aplikován na české hokejové kluby hrající nejvyšší hokejovou soutěž tj. Tipsport extraligu v sezóně 2021/22. Výsledky výzkumu mohou být zajímavé nejen pro fanoušky, ale i pro manažery hokejových klubů. Výsledky výzkumu budou následně porovnávány se skutečnými úspěchy hokejových klubů, které jsou definovány jejich pořadím po základní části, a po play-off.

Metodika a data

Jak již bylo uvedeno v úvodu, cílem výzkumu je pomocí analýzy datových obalů stanovit úroveň technické efektivity a následně vyhodnotit a porovnat efektivitu hokejových klubů hrajících českou nejvyšší hokejovou soutěž tj. Tipsport extraligu ledního hokeje. Efektivita hokejových klubů byla analyzována v sezóně 2021/22 a byla hodnocena pouze na základě statistických dat o hráčích ze základní hrací části zkoumané hokejové soutěže. Z výzkumu byla vyloučena všechna data o hráčích z utkání play-off.

Data

Data použitá pro účely předloženého výzkumu pocházejí z oficiálních statistických databází české Tipsport extraligy ledního hokeje a jsou doplněny databázemi společností z hokejového prostředí. Byla využita především data společnosti BPA sport marketing a.s. (2022) a eSports.cz, s.r.o. (2022). Zkoumané období zahrnuje sezónu 2021/22. Od sezóny 2010/11 nese česká nejvyšší hokejová soutěž oficiální název Tipsport extraliga. Pouze pět klubů se účastnilo všech 30 ročníků samostatné české hokejové ligy (od roku 1993): HC Sparta Praha, HC Dynamo Pardubice, HC Škoda Plzeň, HC Verva Litvínov a HC Vítkovice Ridera. Historicky nejúspěšnějším klubem je VHK ROBE Vsetín s 6 tituly (od roku 2008 hrající v nižších hokejových soutěžích), následovaný HC Spartou Praha s 4 tituly. V posledních pěti sezónách (s výjimkou zrušeného play-off v sezóně 2019/20 kvůli pandemii Covid-19) Tipsport extralige dominují týmy HC Oceláři Třinec (mistr sezóny 2018/19, 2020/21 a 2021/22) a HC Kometa Brno (mistr sezóny 2016/17 a 2017/18). Tipsport extraligy se účastnilo v analyzované sezóně 2021/22 celkem 15 hokejových klubů z Čech, Moravy a Slezska. Přehled pořadí klubů po základní části, které se účastnily zkoumané sezóny, zachycuje následující Tabulka 1.

Hodnocení efektivity hokejového klubu je v tomto výzkumu založeno na hodnocení efektivity jeho hráčů. Celkem bylo analyzováno 544 hráčů, kteří nastoupili v sezóně 2021/22 alespoň k jednomu

zápasu. Hráči byli rozděleni do tří skupin dle jejich herní pozice. Data o jednotlivých hráčích byla získána z dat na stránkách společnosti BPA sport marketing a.s. (2022). Tyto data zahrnují počet odehraných zápasů hráčem, čas strávený na ledě, střely vyslané na branku, počet gólů, počet asistencí, hity, počet zablokovaných střel hráčem, počet vyhraných zápasů, počet vychytaných nul a úspěšnost zásahů. Skóre technické efektivity hokejového klubu bylo následně vypočteno jako průměr hodnot technických efektivit jednotlivých hráčů.

Tabulka 1./ Table 1.

Základní údaje o analyzovaných hokejových klubech./ Basic data about the analysed hockey clubs.

Pořadí po základní části	Klub	Zkratka	Odehrané zápasy	Skóre	Počet bodů
1.	Mountfield HK	MHK	56	182:115	116
2.	HC Oceláři Třinec	TRI	56	174:118	112
3.	HC Sparta Praha	SPA	56	203:153	99
4.	HC Motor České Budějovice	CEB	56	166:151	93
5.	HC Dynamo Pardubice	PCE	56	173:152	93
6.	HC Škoda Plzeň	PLZ	56	167:154	91
7.	Bílí Tygři Liberec	LIB	56	146:147	89
8.	HC VÍTKOVICE RIDERA	VIT	56	142:149	87
9.	HC Olomouc	OLO	56	133:152	80
10.	HC Kometa Brno	KOM	56	145:163	76
11.	BK Mladá Boleslav	MBL	56	128:148	76
12.	HC Energie Karlovy Vary	KVA	56	160:176	72
13.	HC VERVA Litvínov	LIT	56	152:173	70
14.	Rytíři Kladno	KLA	56	142:183	62
15.	PSG Berani Zlín	ZLN	56	108:187	44

Analýza datových obalů

Výzkum je zaměřen na vyhodnocení a porovnání efektivity hokejových klubů v Tipsport extralize s pomocí metody analýzy datových obalů (dále DEA). DEA byla poprvé definována Charnesem, Cooperem a Rhodesem v roce 1978. Jedná se o metodu, která měří relativní efektivnost tzv. rozhodovacích jednotek (dále DMU). DEA je založena na lineárním programování a porovnává úrovně vstupů a výstupů rozhodovací jednotky s úrovněmi jiných DMU z její srovnatelné skupiny (Cooper, 2011). V oblasti sportu může být DMU sportovec, manažer týmu, trenér, sportovní klub apod. V předloženém článku jsou těmito rozhodovacími jednotkami hráči jednotlivých hokejových klubů hrající Tipsport extraligu. Metoda DEA byla vyvinuta pro analýzu relativní efektivnosti DMU s heterogenními vstupy a výstupy. Využití této metody se proto jeví ve sportovním průmyslu jako vhodné především proto, že lze hodnotit soubor různých proměnných (Dlouhý, Jablonský a Zýková, 2018). V tomto případě hodnotí metoda DEA efektivitu, s jakou dokáže hráč své vstupy transformovat na výstupy, tj. jak velkých výstupů dokáže hráč dosáhnout při vynaloženém množství disponibilních vstupů (Jablonský a Dlouhý, 2015).

DEA modely lze klasifikovat podle orientace modelu na vstupně orientované, výstupově orientované a neorientované modely. Vstupově orientované modely pomáhají určit, o kolik je třeba snížit vstupy, aby se hodnocená jednotka stala efektivní. Výstupově orientované modely na druhé straně pomáhají určit, o kolik je třeba zvýšit výstupy, aby se hodnocená jednotka stala efektivní. Další dělení DEA modelů je možné na základě charakteru produkčního procesu. V tomto případě lze rozlišit mezi modely vycházejícími z předpokladu konstantních výnosů z rozsahu, např. CCR model a modely vycházejícími z předpokladu variabilních výnosů z rozsahu, např. BCC model (Cooper et al., 2011).

Na získaná data o jednotlivých hráčích byl aplikován CCR model s orientací na vstupy. V základním CCR modelu orientovaném na vstupy s předpokladem konstantních výnosů z rozsahu se maximalizuje účelová funkce (1) za omezujících podmínek (2), viz např. Jablonský a Dlouhý (2015). V tomto modelu označuje symbol x_j vstupy, y_i výstupy, u_i je váha výstupu, v_j je váha vstupu, z je hodnota účelové funkce a ε je nenulová nekonečně malá konstanta.

Za podmínek:

(1)

$$z = \sum_{i=1}^r u_i y_{iq}$$

$$\sum_{i=1}^r u_i y_{ik} \leq \sum_{j=1}^m v_j x_{jk}, k = 1, 2, \dots, n$$

(2)

$$\sum_{j=1}^m v_j x_{jq} = 1$$

$$u_i \geq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, r$$

$$v_j \geq \varepsilon, j = 1, 2, \dots, m$$

Model popsaný vztahy 1 a 2 je model, který pracuje za podmínek konstantních výnosů z rozsahu. V odborné literatuře je vstupově orientovaný CCR model označován jako CCR-I. Model CCR-I umožňuje vypočítat tzv. skóre celkové technické efektivity (dále TE_{CCR}). Pro každého hráče bylo stanoveno TE_{CCR} skóre. Všechny výpočty byly provedeny pomocí softwaru OSDEA-GUI. Skóre 1 získal hokejový hráč, který ve srovnání s ostatními hráči nevykazuje známky neefektivnosti. Skóre menší než 1 označuje neefektivního hokejového hráče.

Do DEA modelu bylo vzhledem k velikému počtu hodnocených rozhodovacích jednotek zvoleno na základě korelační analýzy 10 proměnných. Model CCR-I je založen na dvou vstupních proměnných společných pro všechny herní pozice a jedné vstupní proměnné společné pro hráče na pozici útočníka a obránce. První vstupní proměnnou je počet odehraných zápasů (I1). Druhou vstupní proměnnou je počet odehraných minut (I2). Důležitost hráče v týmu roste pokaždé, když je hráč vybrán ke hře a zároveň pokud hráč odehraje výrazné množství herního času. Poslední vstupní proměnnou společnou pro útočníky a obránce je počet střel během hry (I3). Mezi výstupní proměnné byly zařazeny herní statistiky důležité pro jednotlivé herní pozice. Pro obránce byly do výzkumu zahrnuty tyto výstupní proměnné: počet gólů (O1), počet asistencí (O2), hity (O3) a počet zablokovaných střel hráčem (O4). Pro útočníky byly do výzkumu zahrnuty tyto výstupní proměnné: počet gólů (O1) a počet asistencí (O2). Pro brankáře byly do výzkumu zahrnuty tyto výstupní proměnné: počet vyhraných zápasů (O5), úspěšnost zásahů v % (O6) a počet vychytaných nul (O7).

Výsledky výzkumu

Tato část příspěvku je věnována empirickému výzkumu, při kterém byla použita neparametrická metodika DEA. Jako DMU jsou v tomto výzkumu hodnoceny hokejisté nejvyšší české hokejové soutěže Tipsport extraligy. Hokejisté byli rozděleni do tří skupin dle herních postů.

Na získaná statistická data o brankářích jednotlivých klubů byl aplikován CCR-I model, který přinesl výsledky uvedené v tabulce 2. Tabulka 2 ukazuje pořadí jednotlivých klubů dle průměrných hodnot TE_{CCR} skóre. Nejlepší brankáře zkoumané sezóny zaměstnával klub HC Oceláři Třinec (TE_{CCR} skóre 0,936). Na druhém místě se umístil klub HC Dynamo Pardubice, který dosáhl průměrného skóre TE_{CCR} 0,904. Na třetím místě z pohledu hodnoty TE_{CCR} je klub Mountfield HK (0,897). Brankáři s nejnižší hodnotou průměrného TE_{CCR} skóre byli zaměstnáni v klubu HC VERVA Litvínov.

Průměrné TE_{CCR} skóre u všech brankářů v Tipsport extralize dosahuje hodnot okolo 0,732. Z vypočtených hodnot lze dále konstatovat, že z celkového počtu 43 hodnocených brankářů bylo 7 označeno za efektivní. Lze tedy konstatovat, že v Tipsport extralize bylo v sezoně 2021/22 okolo 16 % efektivních brankářů. Dva efektivní brankáři byli označeni v klubech HC Oceláři Třinec a HC Sparta Praha. Jeden efektivní brankář byl označen v klubech HC Dynamo Pardubice, HC Olomouc a PSG Berani Zlín. U ostatních klubů nebyl žádný z brankářů označen za efektivní jednotku.

V tabulce 2 jsou dále uvedeny průměrné hodnoty vstupních a výstupních proměnných. Dle průměrných hodnot výstupních herních statistik je možné uvést, že brankářům se nejvíce dařilo v klubu Mountfield HK. Tito brankáři měli v průměru nejvíce vyhraných zápasů, nejlepší úspěšnost zásahů a počet vychytaných nul. I přes tyto nadprůměrné výsledky skončili brankáři klubu Mountfield HK v hodnocení efektivity na 3. místě.

Tabulka 2./ Table 2.

Pořadí klubů dle průměrného skóre efektivity brankářů./ Ranking of clubs by average goalkeeper efficiency score.

Pořadí dle $TE_{CCR(br)}$	Klub	Průměrné $TE_{CCR(br)}$	Počet brankářů/ z toho efektivních	I1	I2	O5	O6	O7
1.	TRI	0,936	3/2	20,0	1135,0	12,3	85,6	2,3
2.	PCE	0,904	3/1	20,7	1139,0	11,0	90,6	1,7
3.	MHK	0,897	2/0	33,5	1954,5	18,0	92,0	4,0
4.	CEB	0,886	3/0	20,0	1126,0	10,3	88,9	0,7
5.	OLO	0,830	2/1	24,5	1480,5	11,5	91,2	2,5
6.	KVA	0,800	2/0	26,0	1440,5	13,5	90,1	2,0
7.	VIT	0,776	2/0	29,0	1699,5	15,0	91,4	1,0
8.	SPA	0,770	5/2	10,8	580,4	6,2	88,9	0,8
9.	PLZ	0,760	3/0	20,7	1133,7	9,7	90,1	0,7
10.	KOM	0,736	4/0	16,8	961,3	8,0	91,3	1,0
11.	LIB	0,690	2/0	30,0	1695,5	14,0	91,2	2,0
12.	ZLN	0,569	3/1	20,3	1130,3	5,0	90,7	0,0
13.	MBL	0,555	3/0	21,7	1130,0	8,0	89,0	1,0
14.	KLA	0,529	3/0	20,0	1131,7	6,7	88,7	1,3
15.	LIT	0,425	3/0	22,3	1293,3	8,0	88,1	1,0

Tabulka 3 ukazuje pořadí jednotlivých klubů dle průměrných hodnot TE_{CCR} skóre, kterého dosáhli hráči na pozici obránce. Nejlepší obránce zkoumané sezóny zaměstnával klub HC Oceláři Třinec (TE_{CCR} skóre 0,745). Na druhém místě se z pohledu TE_{CCR} skóre umístil klub HC VERVA Litvínov, který dosáhl průměrného skóre TE_{CCR} 0,702. Na třetím místě je klub HC Kometa Brno, jehož obránci dosáhli průměrného TE_{CCR} skóre 0,667. Obránci s nejnižší hodnotou průměrného TE_{CCR} skóre byli zaměstnání v klubu BK Mladá Boleslav.

Průměrné TE_{CCR} skóre u všech obránců v Tipsport extralize dosahuje hodnot okolo 0,612. Z vypočtených hodnot lze dále konstatovat, že z celkového počtu 179 hodnocených obránců bylo 20 označeno za efektivní. Tři efektivní obránci byli označeni v klubech HC Oceláři Třinec, Rytíři Kladno a HC Kometa Brno. Dva efektivní obránci nastupovali k zápasům za kluby: HC Dynamo Pardubice, HC Škoda Plzeň, HC Olomouc a HC VÍTKOVICE RIDERA. Jeden efektivní obránce byl označen v klubech HC Sparta Praha, HC Energie Karlovy Vary a HC Motor České Budějovice. U ostatních klubů nebyl žádný z obránců označen za efektivní jednotku.

V tabulce 3 jsou dále uvedeny průměrné hodnoty vstupních a výstupních proměnných. Dle průměrných hodnot herních statistik je možné uvést, že nejobětavěji hráli obránci v klubu Energie Karlovy Vary. Tito obránci měli v průměru nejvíce zablokovaných střel. V průměru nejvíce hitů „rozdali“ hráči HC VÍTKOVICE RIDERA. V průměru nejvíce asistencí a gólů bylo připsáno obráncům v klubu VERVA Litvínov.

Tabulka 4 ukazuje pořadí jednotlivých klubů dle průměrných hodnot TE_{CCR} skóre, kterého dosáhli hráči na pozici útočníka. Nejlepší útočníky zkoumaného období zaměstnával klub HC Sparta Praha (TE_{CCR} skóre 0,460). Na druhém místě se z pohledu TE_{CCR} skóre umístil klub HC Oceláři Třinec, který dosáhl průměrného skóre TE_{CCR} 0,437. Na třetím místě je klub HC VERVA Litvínov (0,420). Útočníci s nejnižší hodnotou průměrného TE_{CCR} skóre byli zaměstnání v klubu PSG Berani Zlín (0,253).

Tabulka 3./ Table 3.

Pořadí klubů dle průměrného skóre efektivity obránců./ Ranking of clubs by average defender efficiency score.

Pořadí dle TE _{CCR(ob)}	Klub	Průměrné TE _{CCR(ob)}	Počet obránců/ z toho efektivních	I1	I2	I3	O1	O2	O3	O4
1.	TRI	0,745	13/3	27,9	499,8	41,6	2,1	5,5	13,5	36,6
2.	LIT	0,702	9/0	42,1	735,3	69,1	4,2	8,4	19,1	44,2
3.	KOM	0,667	12/3	30,8	524,8	39,4	1,6	4,5	18,1	44,8
4.	PCE	0,667	13/2	29,4	500,9	43,5	2,2	6,7	12,7	32,6
5.	SPA	0,655	14/1	26,6	465,3	38,7	2,2	6,7	12,4	26,5
6.	KLA	0,630	16/3	24,2	417,6	30,8	1,4	4,0	12,8	27,8
7.	KVA	0,624	11/1	34,5	576,1	32,8	1,9	5,8	10,6	45,8
8.	CEB	0,617	11/1	35,1	583,4	41,5	2,9	7,4	10,6	41,8
9.	ZLN	0,601	14/0	25,8	458,4	33,5	1,9	3,4	10,4	31,3
10.	PLZ	0,578	11/2	34,0	579,5	37,9	2,0	7,6	9,2	33,7
11.	OLO	0,549	12/2	30,2	536,0	40,5	1,6	4,1	11,6	40,8
12.	MHK	0,544	10/0	36,3	633,9	63,3	3,4	7,8	17,1	40,1
13.	VIT	0,540	11/2	34,1	592,5	45,1	1,7	4,7	22,5	42,3
14.	LIB	0,528	12/0	30,3	530,6	38,2	1,7	5,8	9,8	32,3
15.	MBL	0,484	10/0	41,2	700,3	58,1	2,5	6,1	13,6	33,7

Průměrné TE_{CCR} skóre u všech útočníků v Tipsport extralize dosahuje hodnot okolo 0,343. Z vypočtených hodnot lze dále konstatovat, že z celkového počtu 322 hodnocených útočníků bylo 7 označeno za efektivní. Dva efektivní útočníci byli označeni v klubech HC Oceláři Třinec a HC VERVA Litvínov. Jeden efektivní útočník nastupoval k zápasům za kluby: HC Sparta Praha, HC Energie Karlovy Vary a HC VÍTKOVICE RIDERA. U ostatních klubů nebyl žádný z útočníků označen za efektivní jednotku.

V tabulce 4 jsou dále uvedeny průměrné hodnoty vstupních a výstupních proměnných. Dle průměrných hodnot herních statistik je možné uvést, že v průměru nejvíce gólů a asistencí měli útočníci v klubu Sparta Praha.

Tabulka 4./ Table 4.

Pořadí klubů dle průměrného skóre efektivity útočníků./ Ranking of clubs by average forward efficiency score.

Pořadí dle TE _{CCR(út)}	Klub	Průměrné TE _{CCR(út)}	Počet útočníků/ z toho efektivních	I1	I2	I3	O1	O2
1.	SPA	0,460	21/1	35,8	567,0	76,8	9,4	10,8
2.	TRI	0,437	26/2	27,8	401,5	43,2	5,7	7,2
3.	LIT	0,420	22/2	30,0	437,1	46,2	5,0	7,5
4.	KVA	0,385	18/1	37,8	571,3	63,2	7,8	9,5
5.	VIT	0,356	24/1	27,3	399,8	42,9	4,9	6,1
6.	PLZ	0,354	19/0	31,0	441,7	46,7	6,2	8,8
7.	MHK	0,350	21/0	32,9	484,9	55,8	6,9	8,8
8.	CEB	0,348	19/0	34,5	517,2	54,3	6,7	8,8
9.	LIB	0,335	18/0	38,1	557,6	69,8	7,0	8,1
10.	KLA	0,320	23/0	28,2	420,2	46,5	5,2	6,0
11.	PCE	0,307	21/0	32,0	475,2	58,3	6,7	8,4
12.	OLO	0,298	21/0	32,0	479,4	50,3	5,3	7,4
13.	KOM	0,269	27/0	25,4	376,7	45,5	4,4	6,3
14.	MBL	0,255	19/0	36,2	539,5	67,0	5,8	7,3
15.	ZLN	0,253	23/0	28,4	407,7	36,7	3,4	4,3

V tabulce 5 jsou uvedena skóre celkové technické efektivity modelu CCR-I pro všechny zkoumané kluby Tipsport extraligy. Pro zjištění celkové technické efektivity klubu byl vypočten průměr technických efektivit jednotlivých hráčů daného klubu. Průměrné hodnoty skóre TE_{CCR} lze pozorovat v šestém sloupci tabulky 5. V předposledním sloupci tabulky 5 je pořadí klubů po základní herní části Tipsport extraligy (tj. po 56 kolech) a v posledním sloupci je poté uvedeno pořadí klubů po odehraném play-off (tedy celkové pořadí).

Na základě dosažených výsledků je možné označit klub Oceláři Třinec za klub s nejlepší úrovní technické efektivity. Oceláři základní část sezóny 2021/22 zakončili na druhém místě v těsném závěsu za vítězem základní části, kterým byl poprvé v klubové historii Mountfield HK. Klub Oceláři Třinec měl z pohledu $TE_{CCR(br)}$ a $TE_{CCR(ob)}$ skóre v týmu nejlepší brankáře a obránce. Oceláři Třinec měli tedy dle vypočteného TE_{CCR} skóre nejlepší předpoklady stát se vítězem Tipsport extraligy v sezóně 2021/22. Tato skutečnost se v play-off následně potvrdila a Oceláři se stali mistrem v sezóně 2021/22. Vítěz základní části Mountfield HK skončil dle hodnot TE_{CCR} skóre až na 6. místě. V následném čtvrtfinále play-off klub Mountfield HK vypadl a skončil v konečném umístění na 5. místě. Toto umístění tedy odpovídá výsledkům dosaženým v dlouhodobé části sezóny.

Druhým nejlepším klubem z pohledu hodnot TE_{CCR} skóre byla Sparta Praha, která skončila po základní části na 3. místě. Sparta Praha postoupila až do finále play-off, kde následně prohrála s klubem Oceláři Třinec. V konečném umístění tak skončila Sparta na 2. místě, což odpovídá výsledkům získaným pomocí modelu CCR-I. Sparta Praha měla z pohledu $TE_{CCR(úť)}$ skóre v týmu nejlepší útočníky z celé Tipsport extraligy. Třetím nejlepším klubem byly Pardubice, které dosáhly průměrných hodnot TE_{CCR} skóre 0,626. V základní části však skončily až na 5. místě. V play-off byly Pardubice vyřazeny hned ve čtvrtfinále a v konečném pořadí skončil klub Dynamo Pardubice na 6. místě.

Klub Motor České Budějovice byl dle hodnot TE_{CCR} skóre na 4. místě, stejného umístění dosáhly České Budějovice i v pořadí klubů po základní části. V play-off poté Motor vyřadil pardubické Dynamo a skončil v konečné pořadí na 3. místě. Stejného pořadí dle TE_{CCR} skóre a dle pořadí po základní části dosáhl kromě Motoru České Budějovice také klub Kometa Brno. Hodnoty TE_{CCR} skóre, které se od pořadí po základní části liší o jednu pozici, byly zaznamenány u klubů: Škoda Plzeň, Olomouc, VÍTKOVICE RIDERA, VERVA Litvínov, Rytíři Kladno a PSG Berani Zlín.

Tabulka 5./ Table 5.

Pořadí klubů dle průměrných hodnot TE_{CCR} skóre všech hráčů./ Ranking of clubs by average TE_{CCR} scores of all players.

Pořadí dle TE_{CCR}	Klub	$TE_{CCR(br)}$	$TE_{CCR(ob)}$	$TE_{CCR(úť)}$	TE_{CCR}	Pořadí po základní části	Pořadí po play-off
1.	TRI	0,936	0,745	0,437	0,706	2.	1.
2.	SPA	0,770	0,655	0,460	0,629	3.	2.
3.	PCE	0,904	0,667	0,307	0,626	5.	6.
4.	CEB	0,886	0,617	0,348	0,617	4.	3.
5.	KVA	0,800	0,624	0,385	0,603	12.	12.
6.	MHK	0,897	0,544	0,350	0,597	1.	5.
7.	PLZ	0,760	0,578	0,354	0,564	6.	9.
8.	OLO	0,830	0,549	0,298	0,559	9.	10.
9.	VIT	0,776	0,540	0,356	0,558	8.	8.
10.	KOM	0,736	0,667	0,269	0,557	10.	11.
11.	LIB	0,690	0,528	0,335	0,518	7.	7.
12.	LIT	0,425	0,702	0,420	0,515	13.	13.
13.	KLA	0,529	0,630	0,320	0,493	14.	14.
14.	ZLN	0,569	0,601	0,253	0,474	15.	15.
15.	MBL	0,555	0,484	0,255	0,431	11.	4.

Poměrně dobrých hodnot z pohledu technické efektivity dosáhl klub Energie Karlovy Vary. Tyto dobré výsledky se klubu však nepodařilo prokázat v počtu získaných bodů a po základní části i play-off skončil na až 12. místě. Na druhé straně klub Bílí Tygři Liberec, byl z pohledu technické efektivity

až na 11. místě. I přes tyto poměrně špatné hodnoty dokázal v konečném pořadí obsadit 7. místo. Velikým překvapením byl klub Mladá Boleslav, který dle průměrných hodnot TE_{CCR} skóre skončil na posledním místě. V základní části dosáhl bodového zisku, který zajistil 11. místo. V play-off se Mladá Boleslav dostala až do semifinále a v konečném pořadí obsadila 4. místo.

Diskuze a závěr

Vzhledem k současné ekonomické a finanční situaci hokejových klubů je stále více než nutné vědět, jak efektivně využívá klub své finanční i lidské zdroje. Kromě toho je tato analýza klíčová i pro hodnocení sportovní výkonnosti celých hokejových klubů. Hlavním cílem výzkumu bylo navrhnout přístup k hodnocení efektivity hokejových klubů v české nejvyšší soutěži. Z různých nástrojů, které se běžně používají ke stanovení efektivity, byla v tomto článku vybrána analýza datových obalů. Konkrétně byl použit vstupově orientovaný CCR-I model. Podobně jako autoři Jablonský (2021) a Hadley et al. (2000) je skóre technické efektivity hokejového klubu stanoveno na základě průměrných hodnot technických efektivit jednotlivých hráčů.

V tomto článku byl CCR-I model aplikován na nejlepší hokejové kluby, které se účastní nejvyšší hokejové soutěže Tipsport extraligy. Sezóny 2021/22 se účastnilo Tipsport extraligy 15 klubů. Výzkum přinesl několik zajímavých poznatků. Např.: Nejlepší kluby z hlediska hodnot technické efektivity ne vždy neodpovídají týmům, které skončily v základní části Tipsport extraligy nejvýše. Ve zkoumaném období byl z pohledu celkového TE_{CCR} skóre vítěz základní části sezóny 2021/22 Mountfield HK klubem s průměrnou efektivitou. Tento klub dosahoval poměrně dobrých výsledků pouze v efektivitě brankářů. Ale žádný z jeho brankářů nebyl označen CCR-I modelem za efektivní jednotku. Efektivita obránců a útočníků se pohybovala spíše v průměrných hodnotách a CCR-I model rovněž neoznačil žádného z hráčů na obraně a útočném postu za efektivní jednotku. Tato skutečnost se následně projevila v play-off, kdy Mountfield HK vypadl ve čtvrtfinále a celkově skončil na 5. místě. Tento výsledek odpovídal pořadí vytvořenému na základě celkové efektivity klubů. Na druhé straně klub Oceláři Třinec s nejlepší hodnotou celkového TE_{CCR} skončil po základní části na 2. místě.

Dále bylo zjištěno, že neefektivnější kluby se s jedinou výjimkou probojovaly do osmifinále play-off. Zajímavým zjištěním je skutečnost, že klub BK Mladá Boleslav, který dosáhl poměrně špatných hodnot v efektivitě brankářů, obránců i útočníků a v celkovém hodnocení klubů skončil na posledním místě, se dokázal dostat až do semifinále play-off.

Pro lepší a přesnější výsledky by bylo žádoucí doplnit analýzu datových obalů o další vstupní proměnnou, kterou by byl plat jednotlivých hráčů. V současné době však nejsou platy hráčů veřejně dostupnou proměnnou. Český hokej se v této otázce významně odlišuje od ostatních hokejových soutěží. Např. NHL či skandinávské hokejové soutěže jsou v tomto ohledu více transparentní a údaje o platech hráčů poskytují veřejnosti. V budoucnu by díky této vstupní proměnné bylo možné zpřesnit výsledky efektivity jednotlivých hráčů i celých klubů. Např. hráči, kteří mají průměrné nebo podprůměrné platy mohou dosahovat zajímavých výsledků a mohou být z hlediska DEA modelu označeni za efektivní jednotku. Na druhé straně neefektivní hráči s nadprůměrnými odměnami představují pro klub plýtvání finančními prostředky a poškozují celkovou efektivitu klubu. Do výzkumu lze také doplnit další výstupní proměnné např. vyhraná vhazování, počet trestných minut, statistiku plus – minus apod.

Dále je důležité zmínit, že výzkum byl proveden pouze za jednu sezónu. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na stanovení technické efektivity klubů s větším počtem sezón. Na základě delší časové řady by mělo být zřejmé, jak daný klub na vypočtenou úroveň efektivity zareagoval a zda se v dalších sezónách pokusil provést změny.

Předložená metodika umožňuje použít srovnávací systém k hodnocení efektivity hokejových klubů a může pomoci manažerům jednotlivých klubů získat znalosti o chování jejich klubů, což může následně přispět ke zlepšení jejich výkonnosti. Spolu s obecnými poznatky a zkušenostmi mohou sportovní manažeři zohlednit analýzu efektivity DEA při rozvoji týmů a k taktické přípravě brankářů, obránců i útočníků na utkání. Tento model hodnocení by v případě zařazení informací o platech hráčů mohl přispět k přesnějšímu rozlišení kvality jednotlivých hráčů a k vyhodnocení celkové efektivity klubu po konci sezóny.

Literatura

- Bedford, A., & Baglin, J. (2008). Evaluating the performance of an ice hockey team using interactive phases of play. *IMA Journal of Management Mathematics*, 20(2), 159–166. <http://dx.doi.org/10.1093/imaman/dpn019>
- BPA sport marketing a.s. (2022). *Centrum statistik: Tipsport ELH*. Hokej.cz. <https://www.hokej.cz/tipsport-extraliga/stats-center?season=2021&competition=6877&team=&age=&state=&timeFrom=&yearFrom=&yearTo=&position=>
- Bureš, M. (2022a, 17. října). *Kdo vlastní české hokejové kluby?* Internet Info, s.r.o. <https://www.finance.cz/518961-vlastnici-hokejovych-klubu/>
- Bureš, M. (2022b, 18. října). *Kdo vlastní české hokejové kluby II?* Internet Info, s.r.o. https://www.finance.cz/518950-vlastnici-hokejovych-klubu-ii/?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=denni-tisk
- Cooper, W. W., Ramón, N., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2011). Avoiding large differences in weights in cross-efficiency evaluations: application to the ranking of basketball player. *Journal of centrum cathedra: The Business and Economics Research Journal*, 4(2), 197–215. <http://dx.doi.org/10.7835/jcc-berj-2011-0058>
- Cooper, W. W. (2011). *Handbook on data envelopment analysis*. Springer.
- Dlouhý, M., Jablonský, J., & Zýková, P. (2018). *Analýza obalu dat*. Professional Publishing.
- eSports.cz, s.r.o. (2022). *Hokej – Onlajny*. <https://www.onlajny.com/hokej>
- Hadley, L., Poitras, M., Ruggiero, J. & Knowles, S. (2000). Performance evaluation of National Football League teams. *Managerial and Decision Economics*, 21(2), 63–70. [http://dx.doi.org/10.1002/1099-1468\(200003\)21:2<63::AID-MDE964>3.0.CO;2-O](http://dx.doi.org/10.1002/1099-1468(200003)21:2<63::AID-MDE964>3.0.CO;2-O)
- Jablonský, J. (2021). Individual and team efficiency: a case of the National Hockey League. *Central European Journal of Operations Research*, 30(10). <http://dx.doi.org/10.1007/s10100-021-00775-0>.
- Jablonský, J., & Dlouhý, M. (2015). *Modely hodnocení efektivnosti a alokace zdrojů*. Professional Publishing.
- Kahane, L. H. (2005). Production Efficiency and Discriminatory Hiring Practices in the National Hockey League: A Stochastic Frontier Approach. *Review of Industrial Organization*, 27, 47–71. <http://dx.doi.org/10.1007/s11151-005-4400-4>
- Kuosmanen, T. (1998). *Efficiency of Hockey Teams in NHL*. Helsinki School of Economics and Business Administration.
- MSČR. (2022). *Veřejný rejstřík a sbírka listin*. eJustice Ministerstvo spravedlnosti České republiky. <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- PWC. (2015). *Ice Hockey National Team Performance Model*. PricewaterhouseCoopers
- Tran, R. (2015, 24. července). *Statistiky a analýza oblíbenosti hokeje v České republice*. SportCentral s.r.o. <https://www.sportcentral.cz/magazin/statistiky-a-analyza-oblibenosti-hokeje-v-ceske-republi-ce>
- Weissbock, J., Viktor, H. L., & Inkpen, D. (2013). *Use of Performance Metrics to Forecast Success in the National Hockey League*. ECML/PKDD

Ing. Natalie Pelloneová, Ph.D.
Ekonomická fakulta Technické univerzity v Liberci
Voroněžská 13
460 01 Liberec 1
natalie.pelloneova@tul.cz