



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Dávid Fulka

**POROVNÁNÍ VYSOKORYCHLOSTNÍCH ŽELEZNIC
A LETECKÝCH SPOJENÍ NA VYBRANÝCH
TRASÁCH**

Bakalářská práce

2021



K621 **Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Dávid Fulka

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **Porovnání vysokorychlostních železnic a leteckých spojení na vybraných trasách**

Název tématu (anglicky): Comparison of High-speed Rail and Air Transport Connections on Selected Routes

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem je vytvoření analytického popisu soutěžení vysokorychlostních vlakových spojení s leteckými spojeními. Práce se v úvodu inspiruje rešerší existujících spojení v Číně, Asii i Evropě, porovná je se spojeními v rámci leteckých linek. Výsledkem je stanovené provedení cost-benefit analýzy pro vybrané případy.
- Rešerše existujících vysokorychlostních vlakových spojení se zaměřením na Čínu, Asii a Evropu
- Porovnání leteckých a železničních spojení na daných trasách
- Provozní aspekty leteckých a železničních spojení
- Cost-benefit analýza vybraných leteckých a železničních spojení



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Wang, W., Sun, H., Wu, J. - How does the decision of high-speed rail operator affect social welfare?
Behrens Ch., Pels, E. - Intermodal competition in the London-Paris passenger market
Horák, T. - Letecká doprava a vysokorychlostní železnice v Číně

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Peter Vittek, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2019**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Dávid Fulka
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 3. prosince 2020

Abstrakt

Predmetom bakalárskej práce je analytický popis konkurencie vysokorýchlostnej železničnej dopravy a leteckej dopravy na vybraných trasách. Motiváciou k výberu témy bakalárskej práce bol rozvoj vysokorýchlostnej železničnej dopravy v posledných rokoch, ktorý vniesol na cestovateľský trh konkurenciu s leteckou dopravou. Práca sa zameriava na prevádzkové aspekty vysokorýchlostnej železničnej a leteckej dopravy na vybraných trasách v Európe a Ázii. Pomocou preskúmaných prevádzkových aspektov je vykonané stanovenie a vyhodnotenie nákladov a benefitov rozoberaných módov dopravy na vybraných trasách. Na základe vyhodnotenia nákladov a benefitov sa podarilo zostaviť výslednú Cost-Benefit analýzu vysokorýchlostných železničných spojení a leteckých spojení, čo je aj cieľom tejto práce. Cost-Benefit analýza priniesla číselné porovnanie čistej súčasnej hodnoty oboch rozoberaných módov dopravy medzi analyzovanými mestskými párami pri očakávanej dĺžke života projektov stanovenej na 50 rokov.

Kľúčové slová

Letecká doprava, Vysokorýchlostná železničná doprava, Konkurencia, Cost-Benefit analýza, Náklady, Benefity

Abstract

The subject of the bachelor thesis is an analytical description of competition between high-speed rail and air transport on selected routes. The motivation for choosing the topic of the bachelor's thesis was the development of high-speed rail in recent years, which brought competition to the travel market with air transport. The work focuses on the operational aspects of high-speed rail and air transport on selected routes in Europe and Asia. With the help of the examined operational aspects, the determination and evaluation of costs and benefits of the analysed modes of transport on selected routes is performed. Based on the evaluation of costs and benefits, it was possible to compile the final Cost-Benefit analysis of high-speed rail connections and air connections, which is also the aim of this work. The Cost-Benefit analysis provided a numerical comparison of the net present value of the two modes of transport discussed between the analysed city-pairs at the life expectancy of the projects set at 50 years.

Key words

Air transport, High-Speed rail, Competition, Cost-Benefit analysis, Costs, Benefits

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou závěrečnou práci s názvem „Porovnání vysokorychlostních železnic a leteckých spojení na vybraných trasách“ vypracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: 9. 8. 2021

Podpis:



Pod'akovanie

Týmto by som sa chcel poďakovať môjmu vedúcemu bakalárskej práce pánovi doc. Ing. Petrovi Vittekovi, Ph.D. za odborné vedenie a cenné rady, ktoré mi poskytoval behom tvorenia práce. Ďalej by som rád poďakoval pani Ing. Sarah Van den Bergh za cenné rady týkajúce sa formálnej úpravy bakalárskej práce.

Obsah

Úvod	1
1. Úvod do mestských párov	3
1.1 HSR v Európe	3
1.2 Londýn – Paríž	4
1.2.1 Konkurencia.....	5
1.2.2 Dôvod výberu mestského páru.....	6
1.3 Paríž – Brusel.....	6
1.3.1 Konkurencia.....	7
1.3.2 Dôvod výberu mestského páru.....	8
1.4 Londýn – Brusel	8
1.4.1 Konkurencia.....	9
1.4.2 Dôvod výberu mestského páru.....	10
1.5 Madrid – Barcelona	10
1.5.1 Konkurencia.....	11
1.5.2 Dôvod výberu mestského páru.....	12
1.6 HSR v Číne	12
1.6.1 Regionálne medzimestské spoje.....	14
1.6.2 Diaľkové spoje	14
1.6.3 Rýchlosť HSR v Číne	14
1.7 Peking – Shanghai	15
1.7.1 Konkurencia.....	16
1.7.2 Dôvod výberu mestského páru	17
2. Ekonomické hodnotenie projektov HSR a AT.....	18
2.1 Náklady na infraštruktúru HSR	18
2.2 Prevádzkové náklady HSR	20
2.3 Externé náklady HSR	21
2.4 Benefity HSR.....	21
2.5 Náklady a benefity investícií do projektov AT	22

2.6 Efekty konkurencie a spolupráce medzi HSR a AT.....	24
2.6.1 Dopyt cestujúcich.....	24
2.6.2 Cestovný čas	24
2.6.3 Ceny cestovných lístkov.....	25
2.6.4 Počet miest a frekvencie	25
2.6.5 Životné prostredie a sociálne zabezpečenie.....	25
2.6.6 Hodnota ušetreného času	26
2.6.7 Rozsah nákladov	26
3. Cost-Benefit analýza.....	27
3.1 Ukážková CBA Peking-Šanghaj	29
3.1.1 Náklady Peking-Šanghaj.....	29
3.1.2 Benefity Peking-Šanghaj.....	30
4. Porovnanie s AT	34
5. Diskusia	36
Záver	38
Zoznam použitej literatúry	39
Zoznam príloh.....	46

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Dĺžka HSR tratí v prevádzke v Európe, (2019) [3].....	3
Obrázok 2: Mapa HSR trate Londýn-Paríž [google maps].....	4
Obrázok 3: Graf vývoja počtu pasažierov na HSR trati Londýn-Paríž [8].....	5
Obrázok 4: Mapa HSR trate Paríž-Brusel [google maps]	7
Obrázok 5: Mapa HSR trate Londýn-Brusel [google maps].....	8
Obrázok 6: Poloha letísk, staníc a významných priemyselných oblastí, Londýn-Brusel [13]	10
Obrázok 7: Mapa HSR trate Madrid-Barcelona [google maps].....	11
Obrázok 8: Mapa siete HSR Čína, 2018 [24]	13
Obrázok 9: Schéma metodiky vypracovania CBA, inšpirované [57]	28

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Súhrn informácií Londýn-Paríž.....	5
Tabuľka 2: Súhrn informácií, Paríž-Brusel.....	7
Tabuľka 3: Súhrn informácií, Londýn-Brusel	9
Tabuľka 4: Súhrn informácií, Madrid-Barcelona	11
Tabuľka 5: Súhrn informácií, Peking-Šanghaj	15
Tabuľka 6: Porovnanie nákladov na infraštruktúru v rôznych krajinách [5]	19
Tabuľka 7: Náklady HSR na vybraných trasách	33
Tabuľka 8: Benefity HSR na vybraných trasách	33
Tabuľka 9: Náklady, benefity a výsledné NPV na porovnávaných trasách	35

Zoznam použitých rovníc

Rovnica 1: Kumulatívne prevádzkové náklady	29
Rovnica 2: Kumulatívne externé náklady	30
Rovnica 3: Kumulatívne celkové sociálne benefity	32

Zoznam použitých skratiek

NPV	Net Present Value Čistá súčasná hodnota
AT	Air Transport Letecká doprava
HSR	High-Speed Rail Vysokorýchlostná železničná doprava
KCN	Total Costs Kumulatívne celkové náklady
KCSB	Total Social Benefit Kumulatívne celkové sociálne benefity
SDR	Social Discounting Rate Aktuálna sociálna sadzba
pkm	Passenger-kilometer Osobo-kilometer
PA	Puente Áereo Kyvadlová linka let. spoločnosti Iberia
TGV	Trains à Grande Vitesse Vysokorýchlostný vlak vo Francúzsku
ICE	Intercity Express Vysokorýchlostný vlak v Nemecku
AVE	Alta Velocidad Española Vysokorýchlostný vlak v Španielsku

Úvod

Vysokorýchlostná železničná doprava (High-Speed Rail) zažíva v posledných rokoch v Európe a Ázii rýchly rozvoj. Po dlho trvajúcim úspechu v Japonsku (Shinkansen), Francúzsku (TGV) či Nemecku (ICE) priniesla HSR úspech aj v ďalších krajinách ako Čína, Taliansko, Španielsko, Južná Kórea a po spustení prevádzky v Channel Tunnel v Lamanšskom prielive aj vo Veľkej Británii.

Letecká doprava (Air Transport) ako starší mód dopravy tak spoznala nového konkurenta na cestovateľskom trhu. Letecké spoločnosti boli po spustení prevádzky HSR nútené reagovať na pokles dopytu pasažierov po ich službách.

V tejto práci je analyzovaných päť mestských párov z Európy a Ázie, medzi ktorými sú v prevádzke oba rozoberané módy dopravy. Analyzované mestské páry tejto práce sú nasledujúce: Londýn-Paríž, Londýn-Brusel, Paríž-Brusel, Barcelona-Madrid a Peking-Šanghaj. Cieľom práce je vytvorenie analytického popisu súťaženia vysokorýchlostných vlakových spojení s leteckými spojeniami. Práca sa v úvode inšpiruje rešeršou vybraných mestských párov a zo získaných informácií je následne vyhotovená Cost-benefit analýza, ktorá je aj cieľom tejto práce.

Motiváciou k výberu témy bakalárskej práce je rýchly rozvoj HSR najmä v Európe a Ázii a tým aj vzniknutá konkurencia medzi HSR a AT. S prichádzajúcou konkurenciou je potrebné venovať sa téme rastúcej siete HSR a jej efektov na AT. Motiváciou je taktiež bližšie pochopenie nákladov a výhod vyplývajúcich z prevádzky oboch módov dopravy. V neposlednom rade je motiváciou aj plánovaná výstavba vysokorýchlostného železničného spojenia spájajúceho hlavné mestá krajín V4 (Česká Republika, Maďarsko, Poľsko a Slovensko) a tým aj vyhotovenie metodiky analýzy nákladov a benefitov, ktorá by mohla byť použitá pri plánovaní tohto projektu.

Keďže cieľom tejto práce je vyhotovenie CBA vysokorýchlostnej železničnej a leteckej dopravy pre vybrané mestské páry, je dôležité zamerať sa na prevádzkové aspekty oboch módov dopravy na tratiach ako vzdialenosť medzi mestami, frekvencia spojov, objem prepravených pasažierov či čas cestovania. Dôležitou súčasťou práce je aj preskúmanie nákladov a benefitov vyplývajúcich z módov dopravy. Práca je zameraná na náklady na infraštruktúru, prevádzkové náklady a externé náklady a skúmané sú aj benefity ako tržba z predaja cestovných lístkov, hodnota ušetreného času na tratiach, redukcia znečistenia životného prostredia a zlepšenie spoľahlivosti a bezpečnosti.

Prvá časť práce popisuje prevádzkové aspekty HSR a AT na vybraných trasách. Súčasťou prvej časti je aj popis konkurencie medzi HSR a AT po spustení HSR prevádzky. Druhá časť

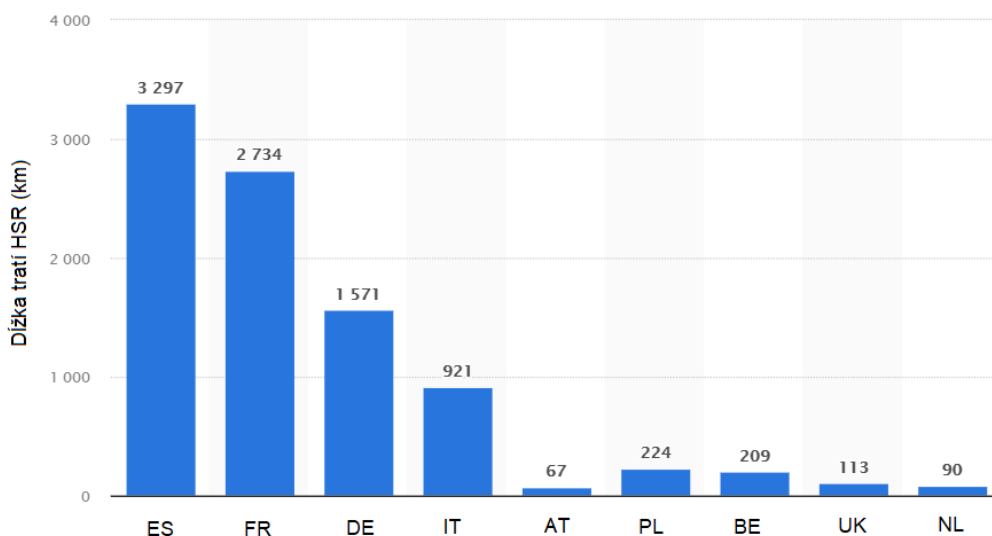
práce sa zaoberá ekonomickým hodnotením nákladov a benefitov nových projektov HSR a AT. Tretia časť práce stručne opisuje základné efekty konkurencie a spolupráce medzi HSR a AT. V poslednej časti práci je popísaná a vykonaná CBA vybraných mestských párov a porovnanie medzi HSR a AT na trasách.

1. Úvod do mestských párov

V nasledujúcej kapitole sú popísané charakteristiky HSR a AT piatich mestských párov: Londýn-Paríž, Paríž-Brusel, Londýn-Brusel, Barcelona-Madrid a Peking-Šanghaj. Popísané charakteristiky budú tvoriť základ pre vyhotovenie výslednej CBA, čo je hlavným cieľom tejto práce. Výber mestských párov bol vykonaný na základe niekoľkých kritérií. Prvým kritériom bola podmienka aby medzi mestami boli využívané ako letecká doprava tak aj vysokorýchlostná železničná doprava. Ďalším kritériom bolo, aby bola na tratiach značná súťaživosť medzi oboma módmi dopravy. V neposlednom rade boli mestské páry vybrané na základe dostatočného množstva dostupných zdrojov.

1.1 HSR v Európe

Zrodenie vysokorýchlostnej železničnej dopravy v Európe je spájané s ropnou krízou v roku 1974. Táto kríza ohrozovala vnútornú cestovateľskú mobilitu Európy a preto sa následne niekoľko členských štátov rozhodlo vyvinúť bezpečný, rýchly, pohodlný a ekologický spôsob dopravy práve vo forme HSR. Taliansko bolo prvou európskou krajinou, ktorá predstavila HSR trať. Konkrétne sa jedná o trati Florencia-Rím, ktorá bola spustená do prevádzky v roku 1977. Krátko po tom predstavilo svoj rýchlovlak Trains à Grande Vitesse (TGV) aj Francúzsko. Nemecko spustilo HSR službu prevádzkovanú na vlakoch Intercity Express (ICE) v počiatku 90. rokov 20. storočia, nasledované španielskym Alta Velocidad Española (AVE) so spusteným HSR prevádzky v roku 1992 [1]. HSR služba s názvom Eurostar, spájajúca mestá Londýn so zvyškom Európy cez Channel Tunnel v Lamanšskom prielive bola spustená v roku 1994 [2]. Dostupné údaje z portálu statista [3] ukazujú, že v Európe v roku 2019 bolo dovedy vybudovaných 9 226 km HSR tratí. Rozdelenie počtu kilometrov v konkrétnych krajinách je možné vidieť na obrázku 1.

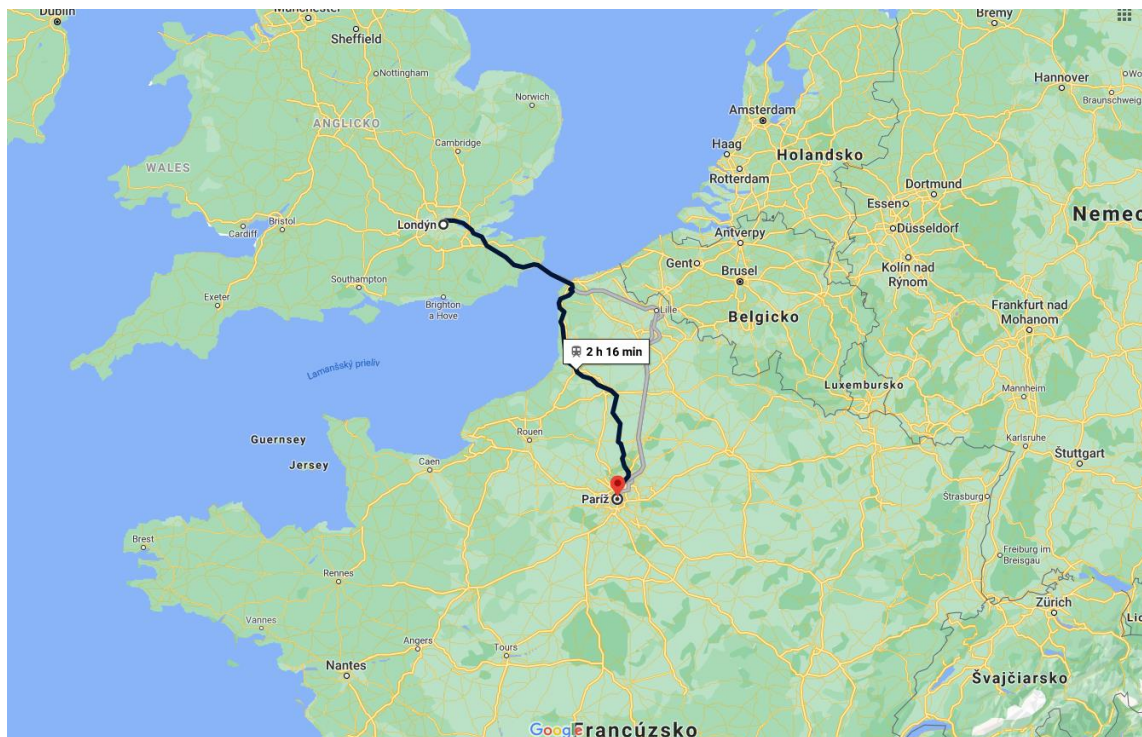


Obrázok 1: Dĺžka HSR tratí v prevádzke v Európe, (2019) [3]

Počet pasažierov využívajúcich HSR služby v Európe každým rokom rastie. V roku 1990 bolo využitie vysokorýchlostných tratí v Európe v jednotkách odpovedajúcich počtu transportovaných pasažierov a vzdialenosti 15 mld osobo-km (pkm). V roku 2016 táto hodnota dosiahla rozmer 124 mld pkm [1]. V roku 2015 viac ako štvrtina pasažierov (26 %) z celkového množstva cestujúcich železničnou dopravou v Európe využila služby HSR [1].

1.2 Londýn – Paríž

HSR spoje na tejto trati, označované ako Eurostar, boli uvedené do prevádzky 14. novembra 1994 a priniesli so sebou intermodálnu konkurenciu medzi týmito oblasťami kde sa nachádza dobrá sieť letísk. Pred spustením HSR spojov boli letecké spojenia rýchlejšou alternatívou popri lodnej preprave. Vzdialenosť tejto trate je 492 km a najrýchlejší spoj ju prejde za menej než 2h 20 min [4]. Spoj vychádza, resp. prichádza zo/do staníc London St. Pancras International a Paris Gare du Nord na severe mesta. Aktuálne kvôli pandémie vírusu Covid-19 premáva tento spoj len štyri krát denne. V období pred pandemiou bola však frekvencia spojov vyššia a to 58 súprav denne. Z dôvodu nedostatku zdrojov a presnom počte pasažierov využívajúcich túto HSR trať je hodnota počtu pasažierov vypočítaná pomocou dostupných informácií o počte pasažierov AT a dostupnom údaji o trhovom podiele HSR oproti AT na tejto trati, ktorý je 66 % [5]. Počet pasažierov na trati je teda odhadovaný na 4 100 000 pasažierov. Mapu trate je možné vidieť na obrázku 2.



Obrázok 2: Mapa HSR trate Londýn-Paríž [google maps]

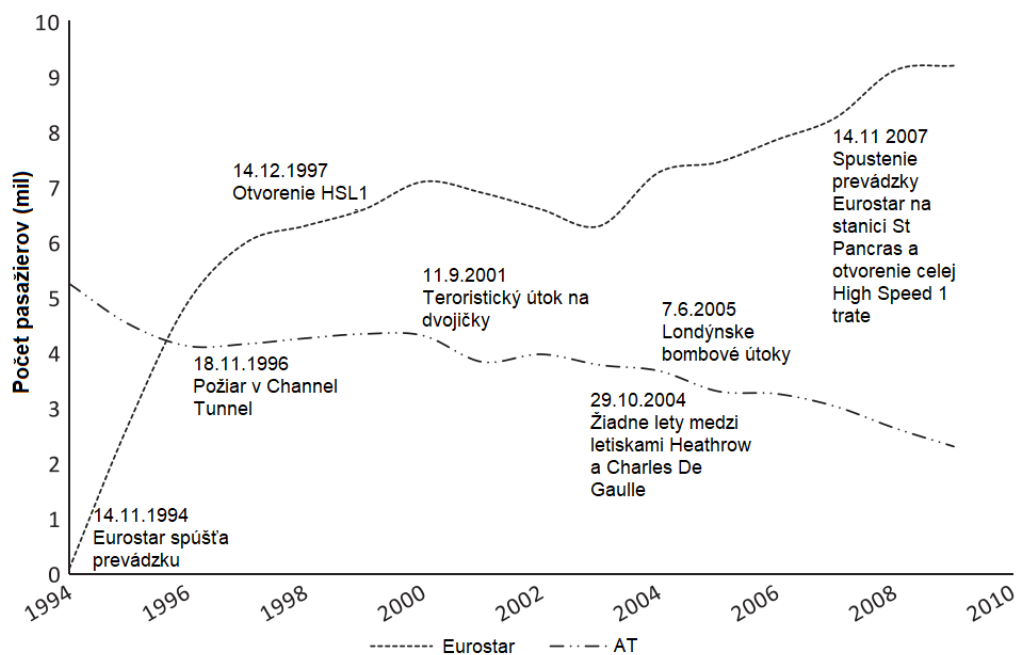
Letecká doprava medzi mestami Londýn a Paríž je sprostredkovaná štyrmi leteckými spoločnosťami; CityJet z letiska London-City na letisko Paríž-Orly, Air France z letísk London-Gatwick a Luton na letisko Paris-Charles de Gaulle, British Airways z letiska London-Heathrow na letiská Paris-Charles de Gaulle a Paris-Orly a easyJet z letísk London-Gatwick a Luton na letisko Paris-Charles De Gaulle. Na tejto leteckej trati je frekvencia 468 letov týždenne v oboch smeroch. Priemerná doba letu medzi mestami je 1 h 21 min [6]. V roku 2018 využilo leteckú dopravu medzi týmito mestami 2 123 776 pasažierov [7]. Najdôležitejšie informácie tohto mestského páru sú zhrnuté v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Súhrn informácií Londýn-Paríž

Londýn-Paríž	Dĺžka trate	Cestovný čas	Frekvencia spojov	Ročný počet cestujúcich
HSR	492	2:20	58 / deň	4 100 000
AT	344	1:21	468 / týždeň	2 123 776

1.2.1 Konkurencia

Obrázok 3 ukazuje graf vývoju počtu pasažierov na tratiach Londýn – Paríž/Brusel. Z grafu je možné vidieť postupný rast trhového podielu HSR spojení a naopak pokles podielu leteckého trhu. Celkový počet pasažierov na tomto trhu sa medzi rokmi 1994 a 2009 zdvihol z približne 5 miliónov na 11,5 milióna [8]. Z grafu je viditeľné, že rozvoj HSR na danej trati má na leteckú dopravu značný vplyv.



Obrázok 3: Graf vývoja počtu pasažierov na HSR trati Londýn-Paríž [8]

Behrens Ch. a Pels. E. [8] vykonali výskum medzi rokmi 2003 až 2009. Tento výskum priniesol výsledok, ktorý ukázal, že doba cestovania, frekvencia služieb a vzdialenosť k letisku/stanici sú hlavnými faktormi výberu módu cestovania pasažiermi. Z výskumu je pozorované, že business pasažieri sú oproti voľnočasovým pasažierom viac citlivejší na celkovú dobu cestovania a na frekvenciu služieb, a menej citliví na cenu cestovného lístka. Pri voľnočasových pasažieroch sa ukazuje ako najvýraznejší efekt cena cestovného lístka, zatiaľ čo celková doba cesty a frekvencia služieb je menej ovplyvňujúcim faktorom.

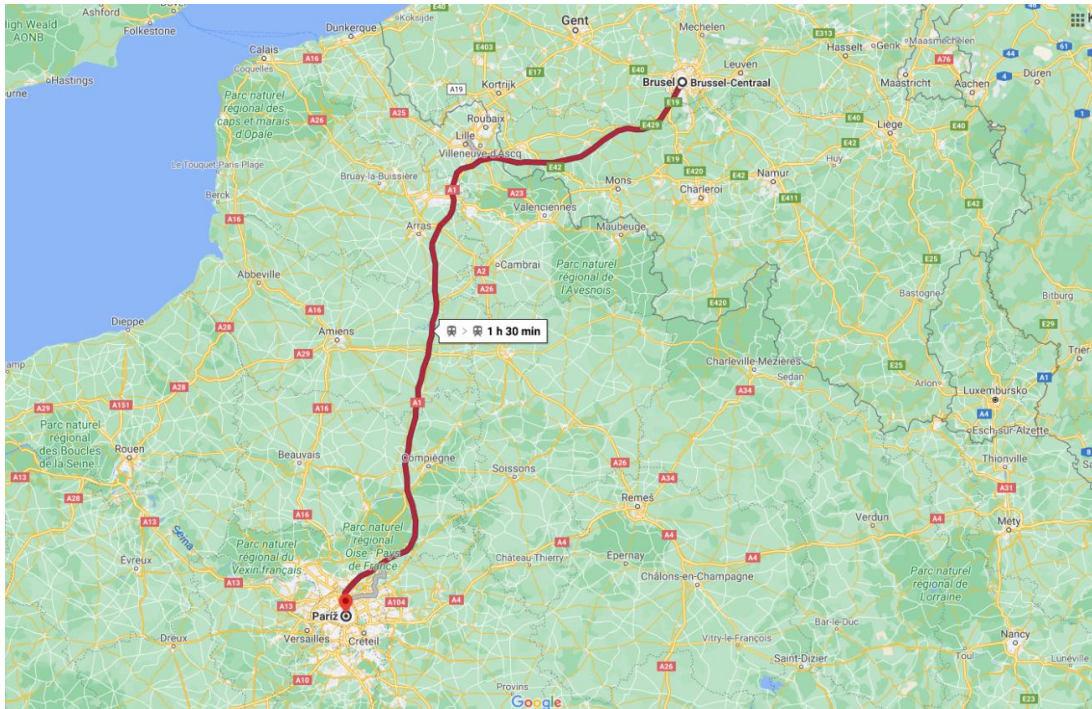
Začiatky prevádzky HSR spojov na tejto trati sú samozrejme spojené s výstavbou a dokončením tunela Channel Tunnel v Lamanšskom prielive. Konštrukcia dnes známeho tunela začala v roku 1988. Následne vznikla európska verejná spoločnosť Eurotunnel, dnes známa ako Getlink, ktorej úlohou je prevádzkovať tento tunel. Konštrukcia tunela bola dokončená v roku 1993 s oficiálnym otvorením 6. Mája 1994 [9].

1.2.2 Dôvod výberu mestského páru

Jedným z hlavných dôvodov prečo bol tento mestský pár do práce vybraný je cestovná vzdialenosť týchto dvoch miest. Najväčšia konkurencia vysokorýchlostnej vlakovej a leteckej dopravy totižto nastáva vo vzdialenosti do 1000 km, prevažne 400-800 km [10]. Pri vzdialenosti 492 km (precestovanej za 2h 20 min) sa ukazuje silná konkurencieschopnosť HSR, a po otvorení trate sa ukázal rapidný pokles trhového podielu pre leteckú dopravu na tejto trati a opačne pre vysokorýchlostné vlakové spoje [8].

1.3 Paríž – Brusel

Vysokorýchlostný vlakový spoj medzi hlavnými mestami Francúzska a Belgicka urazí vzdialenosť 320 km za menej než 1h 30 min. Cieľovými stanicami na trati sú Paris Gare du Nord a Brussels Midi Station. Najrýchlejšie spoje sú priame bez medziľahlých zastávok. Aktuálna frekvencia počas svetovej pandémie vírusu Covid-19 je 15 vysokorýchlostných spojení, prevádzkovaných spoločnosťou Thalys, denne. V dobe pred pandemiou bolo možné pozorovať približne 57 priamych spojov každý deň. Počas víkendov sa frekvencie mierne znížila na 47 spojov denne [11]. Ročne túto trať využije 6 000 000 pasažierov [12]. Mapu trate je možné vidieť na obrázku 4.



Obrázok 4: Mapa HSR trate Paríž-Brusel [google maps]

Letecká doprava medzi mestami Paríž a Brusel je sprostredkovaná jedinou leteckou spoločnosťou; Brussels Airlines medzi letiskami Paris-Charles de Gaulle a Brussels International. Priemerná doba letu na trati je 58 min. Frekvencia letov je 14 krát týždenne v oboch smeroch [6]. Ročne využije letecké služby medzi mestami 181 506 [7]. Najdôležitejšie informácie pre tento mestský pár sú zhrnuté v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Súhrn informácií, Paríž-Brusel

Paríž-Brusel	Dĺžka trate	Cestovný čas	Frekvencia spojov	Ročný počet cestujúcich
HSR	320	1:30	57 / deň	6 000 000
AT	264	0:58	14 / týždeň	181 506

1.3.1 Konkurencia

Po spustení HSR služieb medzi týmto mestským párom použili aerolínie rôzne stratégie v konkurencii. HSR služby sprostredkované spoločnosťou Thalys spustili prevádzku na trati v roku 1998, a s cestovným časom 1h 25 min a spojmi každú hodinu v oboch smeroch sa rýchlo stali veľmi silným konkurentom leteckých spoločností. Spoločnosť Air France najskôr znížila frekvenciu služieb a neskôr ju úplne zrušila v prospech dohody so spoločnosťou Thalys, ktorá zaručila rezerváciu dvoch vozňov pre cestujúcich z Bruselu do Paríža na letisko CDG, ktoré je medzinárodnou základňou spoločnosti Air France [13]. Rozdielnym prístupom sa ku konkurencii postavila spoločnosť Sabena (po bankrote v roku 2001 prevzatá SN Brussels

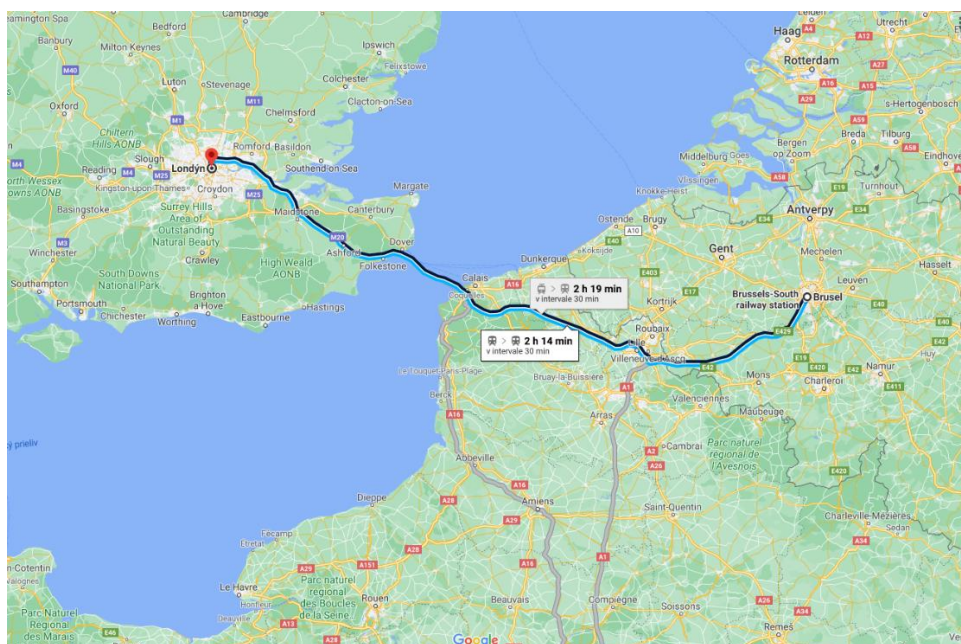
Airlines, neskôr len Brussels Airlines), ktorá naopak zvýšila frekvenciu liniek [13]. Táto stratégia sa nakoniec pre spoločnosť Sabena stala osudnou a dovedla spoločnosť do bankrotu [14]. Po prevzatí majetku spoločnosti Sabena spoločnosťou Brussels Airlines, bola frekvencia letov znížená na jeden za deň. HSR spoločnosť Thalys zatiaľ pokračovala vo zvyšovaní frekvencie spojov v najkratších intervaloch 30 min počas pracovných dní.

1.3.2 Dôvod výberu mestského páru

Tento mestský pár bol zaradený do práce pre ukážku ako na danej vzdialenosti (320 km) prebrala vysokorýchlostná vlaková doprava väčšinu trhového podielu, ktorý vďaka zlej trhovej stratégii priviedol jednu z leteckých spoločností k bankrotu.

1.4 Londýn – Brusel

Vysokorýchlostný vlakový spoj medzi mestami Londýn a Brusel urazí vzdialenosť 373 km za 1h 57m, bez medzilaňých zastávok. Počiatočnou, resp. konečnou stanicou je stanica St. Pancras International v Londýne a na opačnom konci stanica Brussels-Midi/Zuid. Počas pandémie vírusu Covid-19 je sledovaný výrazný pokles frekvencie spojov. V júni 2021 boli na trati v prevádzke 1 až 2 spoje denne v oboch smeroch. Pred poklesom frekvencie kvôli pandémie bola linka v prevádzke 24 krát denne, teda každú hodinu v oboch smeroch [15]. Z dôvodu nedostatočných zdrojov o počte pasažierov na tejto trati bol počet vypočítaný pomocou dostupných informácií o pasažieroch letovej trate a trhovým podielom HSR oproti AT, ktorý je na tejto trati 60 % [5]. Ročný počet pasažierov bol teda vyčíslený na hodnotu 1 008 000. Mapu trate je možné vidieť na obrázku 5.



Obrázok 5: Mapa HSR trate Londýn-Brusel [google maps]

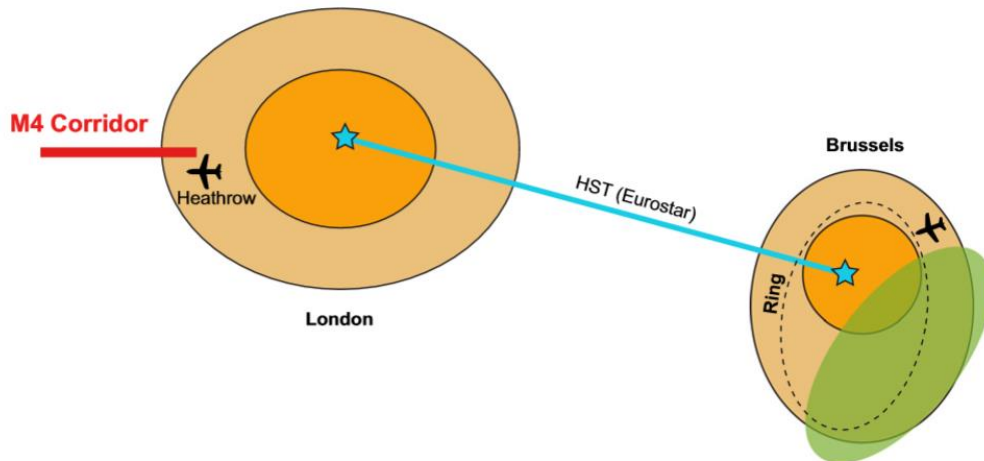
Letecká doprava medzi Londýnom a Bruselom je sprostredkovaná dvoma leteckými spoločnosťami; Brussels Airlines a British Airways v oboch prípadoch medzi letiskami Brussels International a London-Heathrow [16]. Frekvencia letov počas celosvetovej pandémie vírusu Covid-19 je 30 letov týždenne [16]. V období pred pandemiou bola frekvencia letov vyššia, a to 156 letov týždenne. Priemerná doba letu na tejto linke je 1h 9 min [17]. V roku 2018 využilo leteckú linku medzi mestami 672 411 pasažierov [18]. Najdôležitejšie informácie pre tento mestský pár sú zhrnuté v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Súhrn informácií, Londýn-Brusel

Londýn-Brusel	Dĺžka trate	Cestovný čas	Frekvencia spojov	Ročný počet cestujúcich
HSR	373	1:57	24 / deň	1 008 000
AT	320	1:09	156 / týždeň	672 411

1.4.1 Konkurencia

HSR Spoje na tejto trati zabezpečuje spoločnosť Eurostar a takisto ako v predošlom prípade, po zavedení HSR došlo na trati k poklesu leteckých služieb, avšak nie až tak radikálne ako v prípade mestského páru Paríž – Brusel. Dôvodom menšieho poklesu leteckých služieb je napríklad zvýšenie celkovej doby cestovania, keďže do tohto času je započítaných aj 30 minút strávených na stanici, z dôvodu bezpečnostného odbavenia spoločnosti Eurostar, ktoré je podobné odbaveniu letových ciest, a teda je potrebné dostaviť sa na stanicu skôr ako u ostatných spoločností prevádzkujúcich HSR spoje. Ďalším dôvodom je vyššia cena cestovných lístkov HSR spojení spoločnosti Eurostar. Ďalším faktorom je, že Londýn je jedným z najlepšie letecky dostupných miest na svete a napríklad letisko ako Heathrow priťahuje veľký počet pasažierov, ktorí z Európy buď odchádzajú alebo do Európy prichádzajú a toto letisko využívajú ako prestupné. Ďalším aspektom v prospech leteckej dopravy na tejto trati sú lokality priemyselných a husto obývaných oblastí v týchto dvoch mestách. Príkladom je obrázok 6, ukazujúci priemyselnú oblasť „M4 Corridor“, ktorá je situovaná omnoho bližšie k letisku Heathrow, než k železničnej stanici St. Pancras Station v centre Londýna. V Bruseli, sa v blízkosti letiska nachádzajú tzv. „green suburbs“, husto obývané oblasti, z ktorých je prístup na letisko častokrát jednoduchší ako na Bruselskú železničnú stanicu Brussels-Midi, ktorá je odbavovacou stanicou spoločnosti Eurostar a taktiež Thalys [13]. Zjednodušene povedané, nie každý pasažier požaduje cestu z centra mesta do ďalšieho centra.



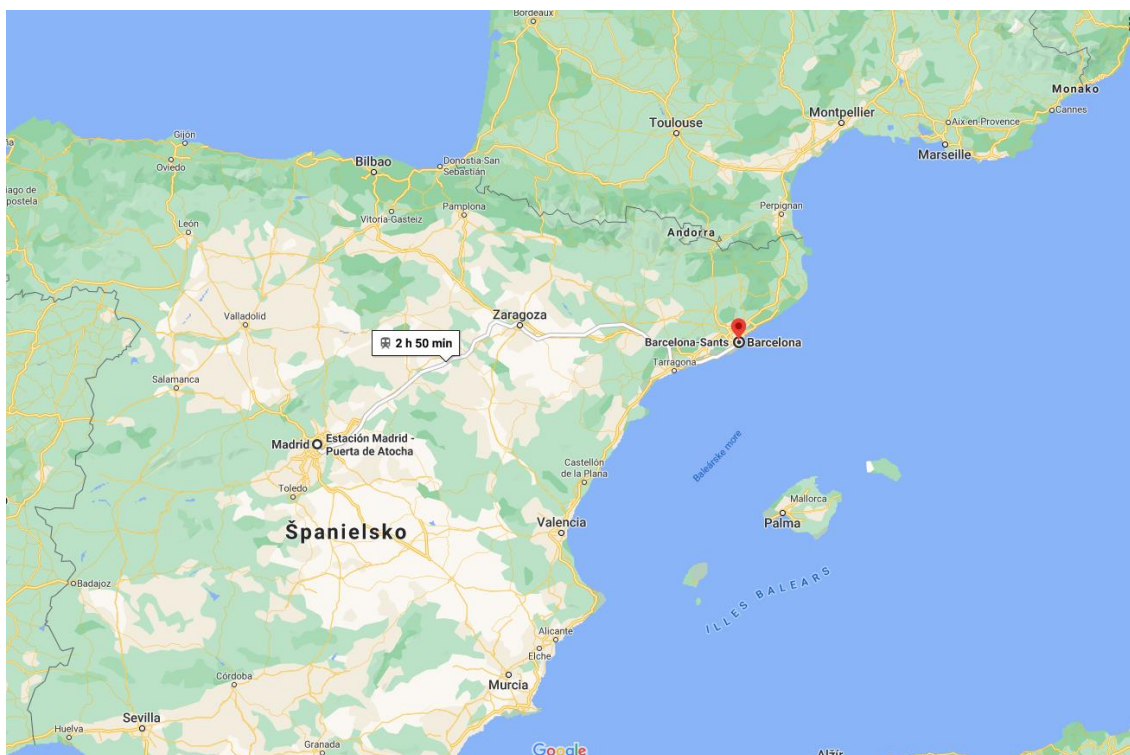
Obrázok 6: Poloha letísk, staníc a významných priemyselných oblastí, Londýn-Brusel [13]

1.4.2 Dôvod výberu mestského páru

Tento mestský pár bol zaradený do práce pre porovnanie rozsahu konkurencie a obchodných stratégií s mestským párom Brusel-Paríž. Tým, že mesto Londýn je známe ako jedným z hlavných cestovných uzlov spájajúcich zvyšok Európy a takisto, že lokality obchodných či obytných koridorov/oblastí oboch miest sú dostupnejšie z letísk, nebol výsledný dopad na postavenie leteckej dopravy na trhu až tak drastický ako v prípade mestského páru Paríž-Brusel.

1.5 Madrid – Barcelona

Vysokorýchlostný železničný spoj medzi dvoma najväčšími aglomeráciami Španielska; Madrid a Barcelona spustili svoju prevádzku v roku 2008. Vzdialenosť 621 km prejde najrýchlejší spoj bez medzilahých zastávok za 2h 30m. Koncovými stanicami na tejto trati sú stanice Barcelona Sants a Madrid Atocha, obe situované v centrách týchto miest. Frekvencia spojov na tejto trati je 26 súprav denne. Aktuálna frekvencia počas celosvetovej pandémie vírusu Covid-19 je približne 15 spojov [15]. Ročne využije túto HSR trať 5 500 000 pasažierov [19]. Mapu trate je možné vidieť na obrázku 7.



Obrázok 7: Mapa HSR trate Madrid-Barcelona [google maps]

Letecké spoje medzi mestami Barcelona a Madrid zaisťujú priamymi spojmi 4 letecké spoločnosti; Vueling, Air Europa, Iberia, Tunisair. Lety vzlietajú a pristávajú na letiskách Barcelona-El Prat a Madrid-Barajas [20]. Aktuálna frekvencia počas celosvetovej pandémie vírusu Covid-19 je 72 letov týždenne [21]. Počas obdobia pred pandemiou bola frekvencia 313 letov v oboch smeroch týždenne. Priemerná doba letu medzi mestami je 1h 26 min [21]. V roku 2018 precestovalo medzi mestami leteckou linkou 2 467 768 pasažierov [18]. Súhrn najdôležitejších informácií je možné vidieť v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Súhrn informácií, Madrid-Barcelona

Madrid-Barcelona	Dĺžka trate	Cestovný čas	Frekvencia spojov	Ročný počet cestujúcich
HSR	621	2:30	26 / deň	5 500 000
AT	504	1:26	313 / týždeň	2 467 768

1.5.1 Konkurencia

Pred spustením HSR trate medzi týmto mestským párom v počte prepravených pasažierov mala letecká doprava prevahu (4,7 milióna v r. 2007), oproti konvenčnému vlaku, ktorý vzdialenosť medzi mestami urazil približne za 5h 30min [22]. Letecké spojenie medzi mestami Madrid a Barcelona bola toho času najvyťaženejšou v celej Európe. Spoločnosť Iberia jednoznačne prevládala vtedajší trh a s pomocou jej (shuttle) kyvadlovej linky Puente Aéreo

po trati ročne prepravila 3 milióny pasažierov. Pasažieri, využívajúci daný spoj nepotrebovali na let žiadnu rezerváciu, shuttle fungoval ako linka medzimestskej hromadnej dopravy. Cestujúci dorazil na letisko a jednoducho nastúpil na najbližší voľný let. V najvyťaženejších časoch sa frekvencia medzi jednotlivými letmi vyšplhala na úroveň jedného letu za 15min. Neskôr sa do trhu zapojili aj spoločnosti SpanAir, Air Europa a Vueling [22]. Spustenie prevádzky vysokorýchlostnej železničnej trate medzi mestami výrazne ovplyvnilo podiel cestujúcich AT a HSR sa ukázala ako reálna alternatíva dopravy pre tento koridor. Letecká spoločnosť Iberia bola nútená zredukovať kapacitu a zachovať frekvenciu s menšími lietadlami. Celkový počet pasažierov (AT+HSR) sa počas rokov konštantne navyšoval a v roku 2008 dosiahol svoj vtedajší vrchol. Následná redukcia v celkovom počte pasažierov bola spôsobená ekonomickou krízou, ktorá zasiahla Španielsko a mnoho pasažierov prinútila zvoliť si iný (lacnejší) spôsob dopravy, ako napríklad autobusy. So spustením HSR stúpol počet pasažierov využívajúcich vlakové spoje na rozoberanej trati o 1 380 000 v prvom roku a o 500 000 pasažierov v druhom prevádzky. Letecká doprava stratila 800 000 pasažierov v prvom roku a viac než 1 milión v druhom roku. Trhový podiel týchto dvoch módov dopravy na konci roku 2009 bol 47,1% pre železničné spoje a 52,9% pre leteckú dopravu. V roku 2010 bol zaznamenaný malý nárast trhového podielu pre leteckú dopravu na 54,4% a pokles podielu železničných spojov na 45,6%. Dôvodom tohto nárastu je reakcia leteckých spoločností na konkurenciu v podobe redukcie cien leteniek [22].

Čas strávený na letisku v prípade PA Air Shuttle sa v priemere pohybuje len okolo 30 minút a sú v ňom zahrnuté check-in, bezpečnostné odbavenie a čakanie na spoj. Tento čas je výrazne skrátený oproti klasickým konvenčným letom, pretože PA má špecifický bezpečnostný checkpoint pri špecifickom boarding gate, ktorý je umiestnený najbližšie ku vstupu na letisko zo všetkých gate-ov. Čas na check-in a čas čakania na stanici pre HSR spoje udávame priemerne v hodnote 10-15 min. Pre HSR spoje sa nepripočítava čas na odbavenie a vyzdvihnutie batožiny, keďže pasažieri môžu nastúpiť do vlaku s batožinou veľkej hmotnosti.

1.5.2 Dôvod výberu mestského páru

Mestský pár Barcelona-Madrid bol do práce zaradený pre ukážkovú vzdialenosť medzi mestami (621 km), ktorá napomáha výraznejšej konkurencii medzi dvoma analyzovanými módmi dopravy. Druhým faktorom pre výber tohto páru do práce je práve využitie kyvadlového spôsobu dopravy spoločnosti Iberia, prostredníctvom služby Puente Aéreo, ktorá výrazne napomáha efektívnosti leteckej dopravy.

1.6 HSR v Číne

Vysokorýchlostná vlaková sieť v Číne je v súčte kilometrov najväčšou sieťou na svete. Prvá vysokorýchlostná trať spájajúca mestá Qinhaungdao a Shenyang bola postavená v roku 2003

[23]. Prevádzka prvej plne vysokorýchlostnej trate novej generácie v krajine s rýchlosťou dosahujúcou 350 km/h bola spustená medzi mestami Peking a Tianjin v roku 2008, v čase konania Olympijských hier v Pekingu. Hneď po spustení prevádzky na tejto trati sa HSR ukázalo ako konkurencie schopný mód dopravy, kedy ho už počas prvého roku od zavedenia využilo 16 miliónov pasažierov [24]. Z hľadiska organizácie infraštruktúry je možné klasifikovať čínsky vysokorýchlostný vlakový systém ako plne zmiešaný model, výhodný v prevádzke či už vysokorýchlostných alebo konvenčných vlakových súprav. Oba rýchlostné typy využívajú jednu trať [25]. Vďaka obrovskému rastu HSR služieb v posledných rokoch celková dĺžka tejto siete koncom roku 2020 dosiahla hodnotu 37 900 km a v roku 2021 sa očakáva spustenie ďalších 3 700 km [26]. Väčšina väčších metropolitných oblastí v Číne je v dnešnej dobe súčasťou plánovanej alebo už aktuálnej siete vlakových spojení s rýchlosťami dosahujúcimi minimálne 200 km/h a viac [24]. Najziskovejšou HSR traťou Číny je trať medzi mestami Peking a Šanghaj, spájajúca dve najvýznamnejšie ekonomické oblasti krajiny.

Pri pohľade na obrázok 8 a teda na mapu HSR siete v Číne z roku 2018 je možné vidieť, ako sa vysokorýchlostné trate sústreďujú vo východnej časti krajiny. Tento fakt korešponduje s ekonomickou vyspelosťou a veľkosťou sídiel v jednotlivých regiónoch.



Obrázok 8: Mapa siete HSR Čína, 2018 [24]

V Číne sú prevádzkované 2 typy vysokorýchlostných vlakových služieb: regionálne medzimestské a diaľkové. Tieto typy sa odlišujú vlastnými charakteristikami a frekvenciou služieb [24].

1.6.1 Regionálne medzimestské spoje

Týmto pojmom sú myslené spoje krátkej a stredne dlhej vzdialenosti HSR v husto obývaných mestských aglomeráciách spájajúce dôležité ekonomické uzly. Jednou z hlavných charakteristík týchto spojov je vyššia frekvencia služieb. Ako príklad je možné použiť mestský pár Peking-Tianjin. Počet obyvateľov oboch aglomerácií prevyšuje 15 miliónov. Vzdialenosť medzi pekingskou južnou stanicou a hlavnou stanicou Tianjinu, umiestnenou v centre mesta predstavuje približne 120 km a najrýchlejší spoj je schopný túto vzdialenosť prejsť za 30 minút. Po spustení prevádzky v roku 2008, takisto načas s Olympijskými hrami v Pekingu, sa denná frekvencia služieb zvýšila zo 47 párov spojov na približne 100 párov denne. V marci 2021 po pandemickej situácii spôsobenej vírusom Covid-19, bolo medzi Pekingom a Tianjinom vypravených približne 49 párov spojov denne. Frekvencia služieb dosahuje intervaly 5 minút počas špičky a 25 minút mimo špičky [27].

1.6.2 Diaľkové spoje

Už z názvu je možné pochopiť, že sa jedná o spoje na dlhšiu vzdialenosť. Diaľkové trate musia byť schopné prevádzkovať kombináciu diaľkových aj regionálnych vlakových spojov a musia byť zorganizované tak aby umožňovali prestup pasažierov z a na pripájajúce sa trate. Dobrým príkladom diaľkového spoja je trať spájajúca mestá Peking a Shanghai. Táto 1318 km dlhá trať spája 11 miest s populáciou najmenej 1 milión obyvateľov. Po tejto trati prejde denne až 248 párov vlakových súprav, no len 44 z nich prejdú celou vzdialenosťou. V marci 2021 prechádza celou dĺžkou približne 32 párov spojov. Najrýchlejší vlak zastavuje na jednej medzilahlej zastávke a vzdialenosť medzi mestami urazí za 4 h 18 min, zatiaľ čo najpomalší spoj zastavuje na 10 medzilahlých stanicách a vlak je schopný prejsť trať za 6 h 12 min [27]. Plánovanie samotného zastavenia týchto vlakov si na každej stanici vyžaduje kvôli veľkému objemu maximálnu presnosť [24].

1.6.3 Rýchlosť HSR v Číne

Pri vyberaní správnej rýchlosti pre daný spoj je každý spoj obmedzený 2 maximálnymi rýchlosťami, a to navrhovanou konštrukčnou rýchlosťou trate a navrhovanou rýchlosťou pohonnej jednotky. Maximálna užitočná prevádzková rýchlosť je vybraná na základe zváženia faktorov ako prevádzkové náklady, spotreba energie pohonnej jednotky, bezpečnosť, hluk a vibrácie. V súčasnosti sú v Číne v prevádzke HSR spoje o 3 rôznych max rýchlostiach; 350 km/h, 250km/h, 200 km/h. Spoje s maximálnou rýchlosťou 350 km/h sú podľa potreby a možností prevádzkované v rýchlosti 300 alebo 350 km/h. Spoje s maximálnou rýchlosťou

250 km/h sa po tratiach pohybujú opäť podľa potreby rýchlosťami 200 alebo 250 km/h. Spoje s maximálnou rýchlosťou 200 km/h sú prevádzkované prevažne na danej rýchlosti. Tento fakt preto rozdeľuje čínske HSR trate na dve základné rýchlostné skupiny; 300-350 km/h a 200-250km/h [24].

1.7 Peking – Shanghai

Nasledujúca kapitola približuje mestský pár Peking – Šanghaj, a teda porovnáva spojenia medzi dvoma najväčšími mestami Číny, kde je v posledných rokoch výstavba a prevádzka vysokorýchlostných vlakových tratí na vysokej úrovni. Tento HSR sektor je najviac ziskovým sektorom v Číne, so ziskom 6,6 mld RMB v roku 2015. (860 mil €) [28]. Prevádzka na trati bola spustená 30. Júna 2011, iba 38 mesiacov od začiatku konštrukcie. Vysokorýchlostná vlaková trať medzi mestami Peking a Šanghaj meria 1318 km, spája dve z troch hlavných ekonomických oblastí Číny; Jing-Jin-Ji (Peking, Hebei, Tianjin) a Yangtze River Delta (Shanghai a okolie). Na trati sa nachádza spolu 24 staníc. Začiatočnou, resp. cieľovou stanicou je Beijing Nan (Pekingské južné nádražie) a Shanghai Hongqiao a najrýchlejšie spojenie s označením G17 prejde túto trať za 4h 18min [27]. Denne touto linkou prejde 40 vlakových súprav. Táto vysokorýchlostná trať je jednou z najvyťaženejších na svete, ročne ju využije cez 180 miliónov pasažierov [29]. Priemerne túto trať ročne využije 135 000 000 pasažierov [30].

Letecké spoje medzi mestami Peking a Šanghaj sú prevádzkované aerolinkami; Air China, Hainan Airlines a China Eastern Airlines, ktoré lietajú medzi letiskami Beijing – Capital International Airport a Shanghai – Hongqiao alebo Shanghai – Pudong. Ďalšími aerolinkami sú China Southern Airlines, Shanghai Airlines, XiamenAir a Juneyao Airlines, ktoré prevádzkujú lety medzi letiskami Beijing – Capital a Shanghai – Hongqiao. Priemerná doba letu medzi týmito dvoma destináciami je 2 hod 5 min. Týždenne túto linku vykoná 495 letov (5.7.2021) [31]. V roku 2018 využilo letecké spojenie medzi mestami 6 518 392 pasažierov [32].

Tabuľka 5: Súhrn informácií, Peking-Šanghaj

Peking-Šanghaj	Dĺžka trate	Cestovný čas	Frekvencia spojov	Ročný počet cestujúcich
HSR	1318	4:18	40 / deň	135 000 000
AT	1068	2:05	495 / týždeň	6 518 392

1.7.1 Konkurencia

Tento HSR sektor je najviac ziskovým HSR sektorom v Číne, so ziskom 6,6 miliard CNY (2015) [28]. Podľa Wang et al. [33] väčšie mestá s populáciou väčšou než 3 milióny sú cieľom najväčšieho konkurenčného trhu medzi HSR a AT v Číne. Z výskumu Ma et al. [34] vyplýva, že ceny leteniek a dopyt po leteckých službách na tejto trati zaznamenali pokles po spustení prevádzky HSR na tejto trati o 5,4%, resp. 11,8%.

Keďže celkový trh v Číne je kvôli populácii a vysokému dopytu komplexnejší než napr. trh v Európe, Ma et al. [34] preskúmali efekt vstupu HSR služieb na trh na aerolínie v Air China Group (hub - Peking) a China Eastern Group (hubs – Šanghaj Hongqiao, Šanghaj - Pudong) oproti aerolíniám mimo týchto skupín. Súčasťou Air China Group sú spoločnosti Air China, Shenzhen Airlines a Shandong Airlines. China Eastern Group pozostáva zo spoločností China Eastern a Shanghai Airlines. Spoločnosti mimo týchto dvoch skupín na tejto trati zahŕňujú China Southern, Hainan Airlines, Juneyao Airlines a Spring Airlines. Výskum preukázal negatívny dopad vstupu HSR služieb ako na ceny leteniek tak aj na dopyt po leteckých službách pre aerolínie v Air China Group a China Eastern ako aj pre aerolínie mimo týchto skupín. Výsledkom výskumu po zavedení služieb HSR je väčší pokles cien leteniek a dopytu po leteckých službách aerolínií mimo týchto dvoch leteckých skupín, a teda Air China Group a China Eastern (ako spoločnosti so základňou v Pekingu, resp. Šanghaji) pocítili menšie fluktuácie cien a dopytu.

Ma et al. [34] preskúmali aj zmeny cien pre ekonomickú triedu a business triedu. Z výskumu vyplýva, že po vstupe HSR na trh medzi Pekingom a Šanghajom, boli ceny leteniek pre pasažierov cestujúcich ekonomickou triedou ovplyvnené viac negatívne ako ceny leteniek business triedou. Zavedenie HSR medzi týmito dvoma mestami priniesla pokles cien leteniek economickej triedy na tejto trati o 5,4-6,5%, zatiaľ čo pokles cien leteniek business triedy klesol len o 2,5%. Na druhej strane, dopyt po leteckých službách business triedy bol ovplyvnený viac ako dopyt po leteckých službách economickej triedy. Dopyt po leteckých službách economickej triedy klesol o 7,9-10,7%, zatiaľ čo dopyt po business triede klesol o 11,9-14,2%. Z výskumu taktiež vyplýva, že spoľahlivosť dosiahnutia destinácie bez meškania pri službách HSR, je pozitívne spojený s dopytom business-class pasažierov. Fakt, že business pasažieri sú citlivejší na frekvenciu služieb, zatiaľ čo voľnočasový pasažieri sa viac zaujímajú o cenu cestovného lístka je možné vidieť aj pri iných mestských pároch spomínaných v tejto práci. Podľa Ma et al. [34] je cenová elasticita pasažierov na čínskom trhu cestujúcich v business-class približne jedno-tretinová, oproti tým cestujúcim ekonomickou triedou. V porovnaní s HSR službami, letecké spoločnosti ponúkajú kratšiu cestovnú dobu a viac benefitov v rámci „frequent flyer programs“, ktoré leteckým spoločnostiam pomáhajú udržať si business pasažierov. HSR na druhú stranu priťahujú pasažierov, ktorí požadujú lepšiu časovú presnosť

a spoľahlivosť, čo hrá v prospech HSR služieb. Veľkým nedostatkom leteckých služieb je nespoľahlivosť dosiahnutia destinácie podľa plánovaného harmonogramu bez meškania. Tento fakt je spôsobený preplnenými letiskami v Šanghaji a Pekingu, kde bola dlhé roky úspešnosť dosiahnutia cieľa v očakávaný čas len v prípade 50-60 % letov [34]. Napríklad, v roku 2016 bolo priemerné zdržanie vzletu z letiska Šanghaj Hongqiao 48 minút, čo môže byť pre business pasažierov rozhodujúcim dôvodom preferencie HSR služieb oproti službám leteckým.

1.7.2 Dôvod výberu mestského páru

Tento mestský pár bol zaradený do práce práve pre fakt, že sa jedná o najvyťaženejšiu a najziskovejšiu vysokorýchlostnú vlakovú trať aj letovú trať v Číne, spájajúcu dve najväčšie mestá Číny. Čína je veľmi zaujímavým subjektom našej práce, keďže je to krajina s aktuálne najvyšším počtom km vysokorýchlostných tratí na svete.

2. Ekonomické hodnotenie projektov HSR a AT

Táto kapitola je venovaná ekonomickému hodnoteniu projektov HSR a AT a tvorí ďalšiu základnú časť pre vyhotovenie CBA. Rozobrané sú informácie ohľadom rôznych nákladov a benefitov a problematiky pri plánovaní nových projektov. V kapitole je tiež opísaný prehľad efektov konkurencie a spolupráce rozoberaných módov dopravy.

Celkové sociálne náklady potrebné na výstavbu a prevádzku vysokorýchlostných železníc sa skladajú z výrobných, užívateľských a externých nákladov. Výrobné náklady zahrňujú dva základné typy nákladov, a to náklady na infraštruktúru a náklady na prevádzku vlaku. Užívateľské náklady sú spojené najmä s celkovou dobou cestovania, zahrňujúcou príchod, resp. odchod na, resp. zo stanice, čakanie na spoj, čistá doba cesty, spoľahlivosť, pravdepodobnosť nehôd a komfort. Externé náklady sú priamo spojené s výstavbou a prevádzkou, a sú to napríklad bariérový efekt, vizuálne obmedzenia, hluk, znečistenie a prispievanie ku globálnemu otepľovaniu [35]. Bariérovým efektom je myslený jav, ktorým cesty, diaľnice alebo železnice bránia prirodzenej migrácii zvierat.

2.1 Náklady na infraštruktúru HSR

Náklady na infraštruktúru vysokorýchlostných železníc sú výrazne ovplyvnené náročnosťou prekonávania prekážok, ktoré vznikajú pri prevádzkovej rýchlosti vyššej ako 300 km/h [35]. Týmito prekážkami sú napríklad priecestia, vysoko frekventované zastávky či ostré zatáčky, zaostalosť svetelných signalizačných zariadení a potreba silnejšieho elektrického systému. Budovanie novej infraštruktúry HSR siete zahŕňa tri hlavné druhy nákladov: náklady na pozemky a plánovanie, náklady na budovanie a náklady na budovanie nadstavieb spojených s touto infraštruktúrou [36].

Náklady na pozemok a plánovanie môžu zabrať až 10% celkových nákladov na výstavbu. Sú v nich zakomponované štúdie uskutočniteľnosti, technický dizajn, získavanie pôdy, právne a správne poplatky, licencie, povolenia a pod. Náklady na budovanie v sebe skrývajú prípravu terénu a výstavbu nástupíšť. Percentuálne sa táto položka pohybuje v rozmedzí 15 až 50% z celkovej investície v závislosti od charakteristiky terénu, nutnosti viaduktov, mostov či tunelov. Nadstavbami sa myslia špecifické elementy železničnej dopravy, ako koľaje, vedľajšie koľaje (výhybky, výhybkové koľaje) pozdĺž trate trolejové vedenie, komunikačné a bezpečnostné zariadenia a pod.

Výstavba infraštruktúry železníc zahrňuje takisto aj výstavbu staníc. Stanicami denne prejde množstvo pasažierov, ktorým je dôležité umožniť čo najpohodlnejší čas strávený na stanici. Z dôvodu zlepšenia služieb na staniciach (napr. obchodmi, reštauráciami, toaletami) sú náklady na stanice zvyčajne vyššie ako je minimum potrebné na zaistenie základných

technických funkcií. Zlepšenie služieb zapadá do komplexného systému a vo všeobecnosti ovplyvňujú dopyt pri vyberaní módu (spríjemnenie čakania na spoj na staniciach).

Podľa Prestona [37] sú náklady na infraštruktúru HSR vo Veľkej Británii sú mimoriadne vysoké, čo spôsobuje jednu z hlavných prekážok prevádzkovania vysokorýchlostného železničného systému v krajine. Na druhej strane v Číne sa stavebné náklady javia ako pomerne nízke. Dôvodom tohto faktu sú faktory ako lacnejšia pracovná sila v krajine, plánovanie obsiahlych HSR projektov s menšími amortizovanými nákladmi, či lacnejšia výstavba tunelov, čoho výsledkom je fakt, že čínska HSR sieť je najväčšia na svete. Rôzne náklady tak priamo ovplyvňujú celkový zisk HSR systému a teda aj jeho konkurencieschopnosť voči leteckej doprave [38]. V tabuľke 6 je možné vidieť náklady na infraštruktúru medzi viacerými krajinami.

Tabuľka 6: Porovnanie nákladov na infraštruktúru v rôznych krajinách [5]

Krajina	Cena za kilometer trate (mil. €)
Čína	5,7 – 18,8
Belgicko	16,1
Francúzsko	4,7 – 18,8
Nemecko	15 – 28,8
Taliansko	25,5
Japonsko	20 – 30,9
Južná Kórea	34,2
Španielsko	7,8 – 20
Taiwan	39,5

Cena konštrukcie HSR sietí má priamy dopad na celkový úspech tohto módu dopravy. Pre prepojenie miest železničnou infraštruktúrou HSR sú náklady na infraštruktúru pochopiteľne tým väčšie, čím je väčšia vzdialenosť medzi danými mestami. V prípade krajín s nižšími nákladmi na výstavbu a údržbu, ako napríklad Čína, je pravdepodobnosť ziskovosti HSR systému oveľa vyššia ako v krajinách s vysokými nákladmi na výstavbu, napr. Veľká Británia, USA. Napriek tomu existujú krajiny, ako napríklad Japonsko či Južná Kórea, kde sú náklady na výstavbu HSR relatívne vysoké, no zároveň prinášajú dostatočné benefity [25]. Treba ale poznamenať, že tieto dve krajiny sú kvôli ich geografickej či politickej polohe najlepšie

charakterizované ako exkluzívne koridory. Náklady na výstavbu a údržbu priamo ovplyvňujú ceny lístkov a celkovú ziskovosť HSR systému.

V kontexte práce a prevedení výslednej CBA je použitá hodnota nákladov na infraštruktúru pre európske mestské páry 18 mil € / km [35]. Pre náklady na infraštruktúru HSR trate mestského páru Peking-Šanghaj je pre výpočet vo výslednej CBA použitá hodnota 19,31 € mil / km [39].

2.2 Prevádzkové náklady HSR

Prevádzkové náklady HSR služieb zahŕňajú dva typy nákladov; údržba infraštruktúry a náklady súvisiace s poskytovaním dopravných služieb využívajúcich infraštruktúru. Údržba infraštruktúry spája náklady na prácu, energiu a ďalší materiál spotrebovaný pri údržbe a prevádzke koľají, staníc, terminálov, pri dodávke energie a signalizačných systémov a náklady na systémy riadenia dopravy a bezpečnostné systémy.

Niektoré z týchto nákladov sú fixné a závisia na danej prevádzke a sú v súlade s technickými a bezpečnostnými normami. V iných prípadoch, ako napríklad údržba koľajníc, sú náklady ovplyvnené intenzitou prevádzky, a podobne náklady na údržbu elektrických trakčných zariadení a trolejového vedenia na počte vlakov využívajúcich danú infraštruktúru.

Z dát odpovedajúcich niekoľkým európskym krajinám, sa náklady na údržbu infraštruktúry rovnajú priemerne 100 000 € / km ročne [35].

Prevádzkové náklady služieb HSR sietí (prevádzka vlakov, údržba vagónov a vybavení, energia, administratíva) sa medzi rôznymi operátormi líšia v závislosti od objemu dopravy a špecifických technológií používaných vo vlakoch. V Európe má takmer každá krajina vyvinuté vlastné technologické špecifiká: každý vlak ma rozličné technické vlastnosti ako dĺžka, zloženie, miest na sedenie, hmotnosť, silu či trakciu.

Campos [40] preskúmal prevádzkové náklady hlavných európskych HSR sietí. Výsledky ukázali, že náklady sa pohybovali v rozmedzí od 0,0776 EUR (TGV - Francúzsko) do 0,1766 EUR (ICE - Nemecko) za kilometer na osobu (osobo-kilometer). Náklady na výstavbu HSR tratí v Španielsku sú 7,8 – 20 miliónov EUR za kilometer a náklady na údržbu sú 33 457 EUR za kilometer. Vo Francúzsku sú náklady na výstavbu jedného kilometra trate v rozmedzí 4,7 – 23 miliónov EUR a náklady na údržbu jedného kilometra sú 28 420 EUR (hodnoty odpovedajú roku 2002). V Taliansku sa náklady na výstavbu pohybujú medzi 14 – 65,8 milióna EUR za kilometer a cena údržby je 12 919 EUR za kilometer (hodnoty odpovedajú roku 2002). Náklady na výstavbu v Spojenom kráľovstve Veľkej Británie sa pohybujú okolo hodnoty 66,2 milióna EUR za kilometer. Všetky predošlé hodnoty referujú na rok 2005, pokiaľ nie je poznámkou stanovené inak.

V kontexte tejto práce a prevedení výslednej CBA je do výpočtov dosadená hodnota 0,1588 € / pkm pre trate medzi Londýnom, Parížom a Bruselom a hodnota 0,1712 € / pkm pre trať Barcelona-Madrid [23]. Ročné prevádzkové náklady mestského páru Peking-Šanghaj boli vyhladané a do CBA dosadené pod hodnotou 2,25 mld € / rok [41].

2.3 Externé náklady HSR

I keď výstavba tratí HSR so sebou prináša i negatívne efekty, ako napríklad zaberanie pôdy a bránenie prirodzenej migrácii živočíchov, tak s výstavbou prichádzajú aj benefity, ako priťahovanie pasažierov z menej environmentálne priateľských spôsobov dopravy.

Vybudovanie HSR trate a prevádzkovanie vlakov však vedú k environmentálnym nákladom z hľadiska zaberania pôdy, bariérových efektov, vizuálneho znečistenia, hluku, znečistenia ovzdušia a prispievania ku globálnemu otepľovaniu. Prvé štyri z týchto vplyvov budú potenciálne silnejšie, ak trať prechádza cez husto osídlené oblasti. Čo sa týka znečistenia ovzdušia a prispievaniu ku globálnemu otepľovaniu, tak HSR, ako mód dopravy poháňaný elektrickou energiou. Vlaky sú elektricky poháňané, a preto spôsobujú znečistenie ovzdušia a ovplyvňujú globálne otepľovanie vtedy keď sú hlavnými zdrojmi výroby elektrickej energie uhlie, ropa a plyn [35].

Negatívny environmentálny dopad konštrukcie novej HSR trati musí byť spojený so znížením dopadu väčšou rovnováhou, kedy cestujúci z leteckej a cestnej dopravy prechádzajú na železničnú dopravu. Tým HSR znižuje dopad na životné prostredie.

V kontexte práce pri prevedení výslednej CBA je pre všetky trate použitá hodnota externých nákladov 10,40 € / 1000 pkm [35].

2.4 Benefity HSR

Investícia do infraštruktúry vysokorýchlostných vlakových tratí je spojená s nižším celkovým časom cestovania, vyšším komfortom a spoľahlivosťou, so zníženou pravdepodobnosťou nehôd a v niektorých prípadoch bezproblémové dodanie väčšej kapacity, čo pomáha zmierniť preťaženie v iných módoch dopravy. V neposlednom rade sa ukazuje že investície do HSR znižujú vplyv dopravy na životné prostredie a podporujú regionálny rozvoj [35].

S užívateľskými benefitmi je spojený celkový čas cestovania. Čas investovaný užívateľom zahŕňa príchod a odjazd na a zo stanice, čakací čas a čistý čas cestovania. Dôkaz z výskumu vykonaného Steer Davies Gleave [42] o vývoji v siedmich krajinách ukazuje, že keď je používaná konvenčný železničný spoj s prevádzkovou rýchlosťou 130 km/h, ktorá je v Európe pre konvenčné vlaky typická, tak vstup HSR služieb ušetrí 45-50 minút vo vzdialenosti v rozsahu 350 – 400 km. Pri vzdialenosti 450 km je potenciálne ušetržený cestovný čas HSR oproti konvenčnému typu vlaku okolo jednej hodiny a viac ak je konvenčný vlak prevádzkovaný

rýchlosťou 100 km/h a okolo pol hodiny ak je konvenčný vlak prevádzkovaný rýchlosťou 160 km/h [42].

Pri porovnávaní s leteckou dopravou, si uvedomujeme, že pri zväčšovaní vzdialenosti cez určitú hranicu (800 – 1000 km, v závislosti od rýchlosti vlaku) sa podiel HSR na dopravnom trhu znižuje. Pri väčších vzdialenostiach, ako napríklad 2000 km sa konkurenčné výhody HSR siete úplne strácajú. Pri konkurenčných vzdialenostiach, ako napríklad 500 km, ponúka letecká doprava kratšiu čistú dobu cestovania (doba v lietadle), kedy HSR dokáže túto stratu kompenzovať potrebným časom na dopravu z a na stanicu, čakacou dobou a takisto rozdielnym (mnohokrát lepším) komfortom [35]. Relatívna výhoda využívania HSR spojov oproti leteckej doprave sa mení v závislosti od prístupnosti staníc alebo letísk v rôznych prípadoch a mení sa podľa preferencií každého jedného z cestujúcich.

V miestach kde je preťažená konvenčná železničná sieť alebo kde sú príslušné letiská využívané blízko hranice maximálnej kapacity, bude nová HSR doprava prinášať výhodu uvoľnenia kapacity pre prímestskú či regionálnu, osobnú aj nákladnú dopravu. V prípade letísk sa môže dodatočná kapacita použiť na zníženie preťaženia. Túto dodatočnú výhodu prináša zavedenie HSR dopravy v každom prípade [35].

Ďalším benefitom, ktorý so sebou prináša ako HSR tak aj AT je ušetrený čas cestovania oproti času cestovania bez možnosti použitia analyzovaného projektu a teda oproti cestnej alebo konvenčnej železničnej doprave. Podľa výskumu Rotaris et al. [43] je táto hodnota 14,54 € na osobu na ušetrenú hodinu.

2.5 Náklady a benefity investícií do projektov AT

Takisto ako pri HSR, aj pri projektoch AT je potrebná identifikácia a odhad nákladov a výhod počas očakávanej doby života projektu a výpočet čistej súčasnej hodnoty (NPV – Net Present Value). Súčasný letecký priemysel je mimoriadne konkurencieschopný. Letecké spoločnosti sa usilujú vyvíjať čo najvýnosnejšie harmonogramy ich služieb, ktoré maximalizujú ich príjmy a čo najlepšie využívať dostupné zdroje (napr. lietadlá a posádky) [44].

Letecká infraštruktúra zahŕňa dva základné diely: letisko a letovú trať. Leteckú infraštruktúru letiska určenú na dosiahnutie očakávaného dopytu po službe je možné rozdeliť na landside a airside [45]. Airside štandardne zahŕňa infraštruktúru potrebnú po bezpečnostnom odbavení, kde majú prístup len pasažieri a oprávnený personál. Landside zahŕňa infraštruktúru potrebnú pred stanovišťom bezpečnostného odbavenia.

Projekty airside sú zamerané na zvýšenie kapacity letiska pre zvládanie pohybov lietadiel po zemi. Tieto projekty zahŕňajú nové dráhy, rozšírenie alebo predĺženie existujúcich dráh,

rolovacie dráhy, priestor na odbavenie pre zväčšenie parkovacej kapacity a zlepšenie riadenia letovej prevádzky na letisku alebo v jeho blízkosti [45].

Projekty landside sa zameriavajú na rozšírenie kapacity letiska pre odbavovanie pasažierov a nákladu. Tieto projekty môžu zahŕňať rozšírenie kapacity nákladu pre nákladnú dopravu alebo terminály pre cestujúcich, zlepšenie prístupu k terminálom prostredníctvom parkovacích zariadení alebo železničných staníc pre vlaky zaisťujúce prepravu pasažierov na letiská a vylepšovanie kvality prostredníctvom zvýšeného používania nástupných mostov pre prístup do lietadla [45].

Vznik a rozvoj letovej cesty je základným plánovacím elementom letísk, ktoré plánujú prilákať do svojho prostredia nové služby. Zároveň je tiež základným elementom plánovania leteckých spoločností, snažiacich sa o rozšírenie svojej siete. Plánovanie tratí je proces zahŕňajúci identifikáciu a vyhodnotenie realizovateľnosti nových tratí pre letisko danou leteckou spoločnosťou. Ukazovateľom úspešnosti nových tratí je tzv. success rate (hodnotenie úspešnosti). Táto hodnota je definovaná percentuálne a ukazuje to či novovzniknuté trate zostanú v prevádzke aj jeden alebo dva roky po spustení. Podľa Albeghanyho [46] je táto hodnota úspešnosti pre niekoľko leteckých spoločností v USA v rozmedzí 50-70 %, čo znamená, že v najlepšom prípade približne 30 % nových tratí do roku alebo dvoch zanikne. Vzhľadom na náklady a investície súvisiace s vývojom a zavádzaním nových liniek je pre letecké spoločnosti veľmi nevýhodné mať veľké množstvo zlyhávajúcich liniek. Jedným spoločným nedostatkom plánovačov nových tratí je, že sa spoliehajú na optimistickéjšie odhadovanie trhu, než na skutočnú realitu.

Letecké spoločnosti, ktoré fungujú na princípe „hub-and-spoke“ (uzlových letísk) typicky začínajú a končia operácie na svojich uzlových letiskách. Na druhej strane, letecké spoločnosti, ktoré využívajú systém „point-to-point“ (bez uzlových letísk) rozširujú svoje služby z hociktorej zo svojich destinácií. Pri analyzovaní nových tratí z hľadiska leteckej spoločnosti je potrebné brať do úvahy nasledujúce charakteristiky: kapacita trate, potenciálny nárast dopytu po službe na trati, zapadnutie do štruktúry siete a business modelu leteckej spoločnosti, kompatibilita flotily spoločnosti, potenciál k povzbudeniu nárastu dopytu, prilákanie pasažierov z okolitých veľkých letísk (ak nejaké sú), nákladová efektívnosť a dostatočný až prémiový výnos [46].

Na základe odhadu dopytu, výnosov a dostupnosti typu flotily je možné určiť potrebnú frekvenciu letov a kapacitu lietadiel. Podľa týchto informácií je následne možné vykonať odhad nákladov. Tieto náklady zvyčajne zahŕňujú poplatky terminálov, poplatky za použitie gate-u, poplatky za prenájom, prístavacie poplatky, náklady na pasažiera, fixed-based operator poplatky a poplatky za ďalšie služby [46]. Fixed-based operator je organizácia, ktorej letisko

udeľuje právo poskytovať letecké služby, ako je tankovanie, hangárovanie, parkovanie, prenájom lietadiel, údržba lietadiel a pod.

Všeobecné náklady na leteckú dopravu sú výrazne znevýhodnené bezpečnostnými kontrolami na letiskách, čo má za následok väčšiu príťažlivosť HSR dopravy. Bezpečnostné kontroly prinášajú dlhší čas na čakanie a redukciu ochoty z pohľadu pasažiera zaplatiť za leteckú dopravu, avšak sú riadne ospravedlnené bezpečnosťou, ktorá je prioritou letectva [35].

V kontexte tejto práce je kvôli finálnemu prevedeniu CBA a jej porovnaniu s HSR potrebné preskúmať prevádzkové a externé náklady. Keďže letecké spoločnosti majú v rámci konkurencie s HSR výhodu v možnosti výberu potrebného typu lietadla pre daný spoj, tak je potrebné zovšeobecniť prevádzkové náklady lietadla na trati. Podľa publikácie FAA bola v roku 2018 prevádzková cena priemerného dopravného lietadla na jednu blokovú hodinu letu 8 916 USD, v prepočte približne 7500 € [47]. Externé náklady AT boli preskúmané De Rusom [35] a boli vyčíslené na 47,5 € / 1000 pkm.

2.6 Efekty konkurencie a spolupráce medzi HSR a AT

Nasledujúca sekcia poskytuje prehľad všeobecných efektov konkurencie a spolupráce medzi HSR a AT. Uvedený je zoznam hlavných zistení rôznych výskumných štúdií siedmich kategórií: dopyt cestujúcich, cestovný čas, ceny cestovných lístkov, počet miest a frekvencie, životné prostredie a sociálne zabezpečenie, hodnota ušetreného času a rozsah nákladov.

2.6.1 Dopyt cestujúcich

Vstup vysokorýchlostnej železničnej dopravy na trhy strednej a veľkej vzdialenosti prináša, ako nový mód dopravy, silnú konkurenciu s leteckou dopravou. Vo všeobecnosti sa dá zhodnúť, že po vstupe HSR na trh krátkych vzdialeností, trhový podiel AT klesá ako aj podiely iných dopravných módov, z ktorých HSR láka významné množstvo pasažierov. Prilákať pasažierov späť k leteckej doprave môže výrazná redukcia cien leteniek, najmä ak je doprava sprostredkovaná nízko-nákladovými leteckými spoločnosťami [25]. Na druhej strane, niektoré analýzy ukázali, že HSR ovplyvnila dopyt cestujúcich menej než sa očakávalo (napr. Francúzsko). Vyspelé siete HSR môžu navyše čeliť obdobiu zníženého rastu dopytu cestujúcich po počiatkovej fáze nadšenia a vysokého rastu (napr. Japonsko) [48].

2.6.2 Cestovný čas

Cestovný čas je kritický a rozhodujúci pre konkurencieschopnosť rôznych druhov dopravy. Dokážeme pozorovať, že pasažieri majú tendenciu vybrať si HSR spoj miesto AT pokiaľ je čas cesty kratší; tento trend podľa prieskumov vo väčšine európskych krajín. V Japonsku sa ukazuje cestovný čas ako jedným z najcitlivejších faktorov pri výbere cestovného módu pasažiermi, zatiaľ čo menej citlivým faktorom je cena lístka [48].

Spolupráca medzi HSR a AT v prípade letiska Londýn Heathrow ukazuje veľký potenciál pre znižovanie celkového času cesty pre pasažierov. Veľmi dôležitým, no zároveň často ignorovaným prínosom k celkovému cestovnému času je spojovací čas na prestup medzi AT/HSR, ktorý robí koordináciu harmonogramu kľúčovou pre úspešnú intermodalitu [25].

2.6.3 Ceny cestovných lístkov

Je tiež zaujímavé pozrieť sa na to ako konkurencia a spolupráca HSR a AT ovplyvňuje ceny cestovných lístkov. Z viacerých výskumov môžeme pozorovať, že letecké spoločnosti (najmä v Taliansku, Španielsku a Číne) častokrát reagujú na konkurenciu s HSR redukciami cien cestovných lístkov. Na druhej strane v Japonsku sa pasažieri javia byť menej citliví na cenu, a teda znižovanie cien leteniek nepriláka viac cestujúcich [48].

Je náročné predpovedať, či plánovaný projekt HSR bude ziskový alebo nie [25]. Prenášanie získaných skúseností z už existujúcich HSR tratí z Európy a Ázie do nových krajín (USA, Kanada či Austrália) je problematické z dôvodu kontextových rozdielov. Vo všeobecnosti majú stavebné náklady vplyv na úspech tzv. link-based HSR; čím dlhšia vzdialenosť mestského páru, tým vyššie konštrukčné náklady na danú linku, na rozdiel od node-based (uzlová doprava) leteckej dopravy. V krajinách s nízkymi konštrukčnými a údržbovými nákladmi, ako napríklad Čína, je pravdepodobnosť úspechu novej vysokorýchlostnej železničnej trate omnoho vyššia ako v krajinách s vysokými stavebnými nákladmi, ako napríklad vo Veľkej Británii a USA. To však nemusí byť pravidlom ako môžeme vidieť napríklad v krajinách ako Japonsko a Južná Kórea, kde sú stavebné náklady relatívne vysoké, no zároveň tam je vysoko profitujúca aj samotná vysokorýchlostná železničná doprava [25]. Náklady na výstavbu a údržbu priamo ovplyvňujú ceny cestovných lístkov a ziskovosť danej trate.

2.6.4 Počet miest a frekvencie

Reakcie leteckých spoločností na počet miest a frekvenciu služieb v konkurencii s HSR nie sú jednotné; jedinou pozorovanou spoločnou aktivitou je znižovanie počtu miest (veľkosti použitého typu lietadla). Výsledky, či vstup HSR na trh vedie k redukcii frekvencii služieb nie sú v štúdiách konzistentné v rôznych regiónoch sveta a bolo by teda veľmi kontroverzné zovšeobecniť zvýšenie alebo zníženie frekvencií služieb v konkurencii AT s HSR [25].

2.6.5 Životné prostredie a sociálne zabezpečenie

Existuje niekoľko štúdií [49, 50] skúmajúcich aspoň jednu z nasledujúcich kritérií; látky znečisťujúce vzduch, hluk, zaberanie zemskej pôdy, energia a emisie skleníkových plynov. Pri porovnaní s AT má HSR jednu hlavnú výhodu a to znižovanie CO₂ emisií [49]. Na základe empirického porovnania medzi AT a HSR medzi mestským párom Londýn-Paríž sa ukázalo, že ani pre jeden mód dopravy neexistuje jasná výhoda jedného alebo druhého dopravného módu v súvislosti so znečistením vzduchu [50].

Na trati medzi mestským párom Barcelona-Madrid sa po zavedení novej HSR trate ukázalo, že HSR priťahuje pasažierov inak cestujúcich lietadlom alebo osobným autom, čo vedie k environmentálnym výhodám. Na druhej strane zvýšenie cestovných nákladov pre cesty osobným autom vedie k zvýšeniu počtu pasažierov využívajúcich AT viac než HSR, a teda vedie k negatívnym dopadom na životné prostredie [51].

Celkové výhody HSR vo Veľkej Británii sú vyvolané hlavne ušetrením cestovného času, zatiaľ čo environmentálne a širšie ekonomické vplyvy HSR sú relatívne malé [37]. HSR sa javí ako ekologickejší spôsob dopravy v prevedení na jednotku pasažiera na km (osobo-km), v prípade, že je load factor HSR dostatočne vysoký [52]. Okrem toho jednou z hlavných výhod HSR je kratší cestovný čas (bezpečnostné kontroly v AT, prístupnejšie umiestnenie žel. staníc než letísk) a integrovaná doprava AT/HSR by mohla priniesť väčšie environmentálne výhody.

Je zrejmé, že meranie vplyvu na životné prostredie závisí od viacerých premenných a je potrebný konzistentný spôsob plošného hodnotenia negatívneho vplyvu.

2.6.6 Hodnota ušetreného času

Hodnota ušetreného času, je hodnota ukazujúca ochotu cestujúcich zaplatiť za časovú úsporu a je zásadnou súčasťou pri analýzach dopravy ako modelovanie dopytu po cestovaní, analýza sociálnych nákladov či oceňovania cestovných lístkov. Existuje spojenie medzi ochotou zaplatiť za ušetrený čas a viacerými ekonomickými faktormi, ako napríklad čas spoja v danom dni, preferencie spoľahlivosti a plánovanie aktivít pasažiera pre daný deň [53].

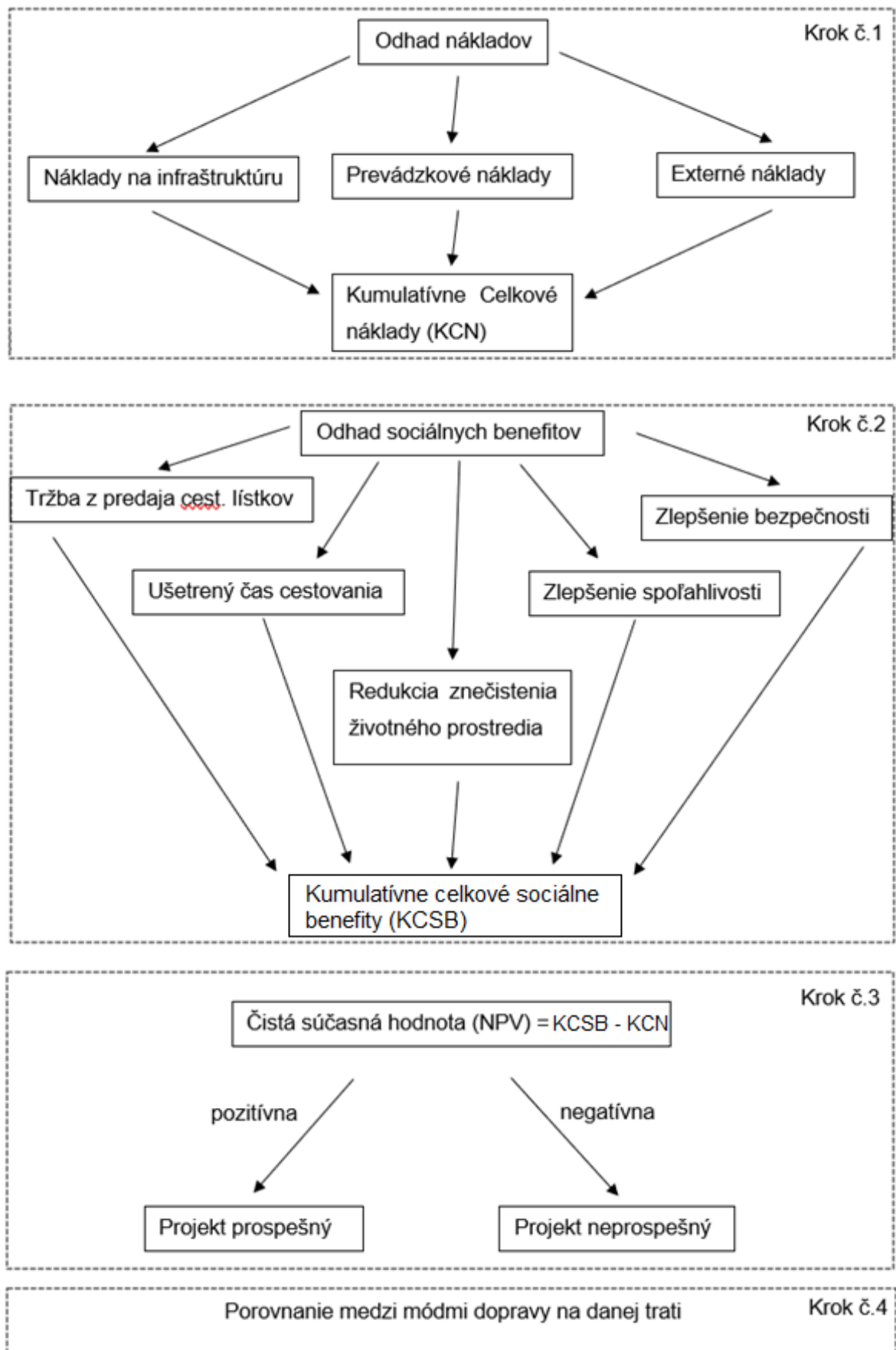
2.6.7 Rozsah nákladov

Ako je už v práci spomenuté, náklady na plánovanie, konštrukciu a prevádzku sú odlišné v rôznych kútoch sveta. Prevádzkové náklady v Európe sa pohybujú od 0,0776 € / osobo-km (franc. TGV) do 0,1766 € / osobo-km (nemoc. ICE) [40]. Konkrétne, stavebné náklady na HSR v Španielsku sú 7,8-20 mil. €/km a náklady na údržbu 33 457 €/km (hodnoty zodpovedajúce r. 2005) [40]. Stavebné náklady novej HSR siete v Spojenom kráľovstve Veľkej Británie sú približne 66,2 mil. €/km. Napriek tomu, že odhady nákladov sú v jednotlivých trhoch úplne odlišné, čo sa týka nákladov na čínsku HSR, sú omnoho nižšie ako v prípade Japonska, či Európy [54].

3. Cost-Benefit analýza

Cost-Benefit analýza je používaná ako podpora pri procese rozhodovania v doprave vyhodnocovaním potenciálneho sociálneho a ekonomického dopadu každej dopravnej alternatívy [55]. CBA si kladie za cieľ vyhodnotiť súbor priamych a nepriamych efektov projektu, jeho finančných a nefinančných efektov týkajúcich sa danej investície. Tieto efekty sa po peňažnom zhodnotení syntetizujú aby sa zaistila sociálno-ekonomická rovnováha, ktorá má zaistiť návratnosť investície, pričom táto návratnosť sa odhaduje na základe konkrétnych ukazovateľov. V dnešnej dobe je CBA jednou z najakceptovanejších a najaplikovanejších metód pri hodnoteniach projektov pre rozsiahle investície do infraštruktúry vo verejnom sektore [56]. Metodika vykonania CBA v tejto práci bola inšpirovaná prácou Tao et al. [57]. Vykonanie CBA pre vybrané prípady je cieľom tejto práce.

Navrhovaná schéma metodiky vypracovania CBA je interpretovaná na obrázku 9. Celý proces hodnotenia CBA je rozdelený do štyroch krokov. Prvým z nich je odhad celkových nákladov zložených z nákladov na infraštruktúru, prevádzkových nákladov a externých nákladov. Následne sú vypočítané kumulatívne celkové náklady (KCN). KCN sú náklady, ktoré sa vyskytnú každým ďalším rokom prevádzky daného spoja. Náklady na infraštruktúru sú len prvotnou investíciou do projektu, zatiaľ čo prevádzkové a externé náklady prichádzajú s každým rokom prevádzky. Druhým krokom metodiky je odhad celkových sociálnych benefitov. Princíp výpočtu je rovnaký ako pri nákladoch v prvom kroku. Do CBA práce je vybraných 5 benefitov: tržba z predaja cestovných lístkov, ušetrený čas cestovania, redukcia znečistenia životného prostredia, zlepšenie spoľahlivosti a zlepšenie bezpečnosti. Všetky tieto benefity sa objavujú s každým rokom plánovanej prevádzky a preto je následne vypočítaná hodnota kumulatívnych celkových sociálnych benefitov (KCSB). V kroku č. 3 je odčítaním KCN od KCSB získaná čistá súčasná hodnota (NPV). Krok č. 4 prinesie porovnanie s iným druhom dopravy, v kontexte tejto práce s AT medzi analyzovanými mestskými párami.



Obrázok 9: Schéma metodiky vypracovania CBA, inšpirované [57]

3.1 Ukázková CBA Peking-Šanghaj

V nasledujúcej kapitole je vykonaná ukázková CBA pre mestský pár Peking-Šanghaj. Rovnaký postup je použitý aj pri analyzovaní zvyšných mestských párov v práci.

3.1.1 Náklady Peking-Šanghaj

HSR trať medzi mestami Peking a Šanghaj bola vybudovaná s priemernými nákladmi 19,31 mil € / km obojsmernej trate [39]. Táto hodnota je vyššia než priemerná hodnota výstavby 1 km v Číne. Tento fakt môže byť spôsobený tým, že do stavebných nákladov sú započítané aj náklady na výstavbu dvoch megastaníc v oboch mestách. Celkové náklady na infraštruktúru trate (C_i) s dĺžkou 1318 km sú teda odhadované na 25,45 mld €.

Ročné prevádzkové náklady, v ktorých sú započítané náklady na samotnú prevádzku, náklady na údržbu infraštruktúry a náklady na údržbu koľajových súprav sa tejto trati v roku 2016 vyšplhali na 2,25 mld € [41]. Celková kumulatívna súčasná hodnota prevádzkových nákladov (C_o), pri očakávanej dĺžke života (v práci 50 rokov) sa teda vyšplhá na hodnotu 35,46 mld. €. Pre výpočet bola použitá rovnica 1:

Rovnica 1: Kumulatívne prevádzkové náklady

$$C_0 = \sum_{t=1}^N \frac{C_{oa}}{(1+i)^t}$$

kde:

- i : the social discounting rate (SDR), hodnota používaná na stanovenie súčasnej hodnoty nákladov a benefitov, ktoré budú relevantné v budúcom čase počas očakávanej doby života prevádzky [58]. Štúdia vykonaná Chen et al. [59] odporúča, použiť pre analýzy v Číne hodnotu 6 % - 7 %. Do práce pre tento mestský pár bola vybraná hodnota 6%. Podľa štúdie Evansa et al. [66] by pre európske štáty v analýzach mala byť použitá hodnota SDR 3 – 5,5 %. Pre výpočty európsky tratí v tejto práci je vybraná stredná hodnota 4,25 %.
- t : počet rokov v prevádzke
- N : očakávaná dĺžka života projektu, v tejto práci použitá hodnota 50 rokov, inšpirované [57].
- C_o : kumulatívne prevádzkové náklady
- C_{oa} : ročné prevádzkové náklady

Prevádzkové náklady zvyšných analyzovaných tratí sú vyčíslené nasledovne; pre trať Madrid-Barcelona bola použitá hodnota 0,1712 € / pkm a pre trate Londýn-Paríž-Brusel bola použitá hodnota 0,1588 € / pkm [40]. Po vynásobení počtu pasažierov dostupných z portálu Eurostat a kilometrov trate týmito hodnotami sú vyčíslené ročné prevádzkové hodnoty pomocou rovnice 1.

Pre externé náklady HSR je v práci vybraná jednotná hodnota, ktorá bude použitá pre všetky analyzované trate. Podľa De Rusa [35] sú externé náklady na 1000 osobo-km v hodnote 10,40 €. Po zobrazení do úvahy priemerný počet pasažierov ročne využívajúcich túto trať, tj. 135 mil a dĺžku trate, tj. 1318 km, tak ročné externé náklady pre danú trať predstavujú hodnotu 1,85 mld €. Celková kumulatívna súčasná hodnota externých nákladov (C_e), pri očakávanej dĺžke života (v našej práci 50 rokov) sa teda vyšplhá na hodnotu 29,16 mld. €. Na výpočet bola použitá podobná rovnica ako pri celkovej kumulatívnej súčasnej hodnote prevádzkových nákladov:

Rovnica 2: Kumulatívne externé náklady

$$C_e = \sum_{t=1}^N \frac{C_{ea}}{(1+i)^t}$$

kde:

- i : SDR
- t : počet rokov v prevádzke
- N : očakávaná dĺžka života projektu (50 rokov)
- C_{ea} : ročné externé náklady
- C_e : kumulatívne externé náklady

Pri analyzovaní externých nákladov zvyšných mestských párov bol použitý rovnaký postup. Bola použitá rovnaká hodnota 10,40 € / 1000 pkm, zvyšné potrebné hodnoty sú počet pasažierov a kilometrov trate. Všetky potrebné hodnoty k výpočtu je možné nájsť v prílohe 1.

Kumulatívne celkové náklady (KCN) HSR trate mestského páru Peking-Šanghaj sa rovnajú súčtu C_i , C_o a C_e , čo je 90,07 mld. €.

3.1.2 Benefity Peking-Šanghaj

Medzi základné zdroje benefitov prichádzajúcich s investíciou do HSR nepatria len všeobecné ekonomické benefity, napr. tržba z predaja cestovných lístkov, ale aj sociálne benefity ako

kratšia doba cestovania, redukcia znečistenia životného prostredia, a zlepšenie spoľahlivosti a bezpečnosti.

V práci je použitá vyhladaná hodnota tržby z predaja cestovných lístkov pre trať Peking-Šanghaj 3,08 mld € / rok. [60]. Pri analyzovaní zvyšných mestských párov je táto hodnota vyčíslená vynásobením počtu pasažierov na tratiach vyhladaným z portálu eurostat a priemernou cenou cestovného lístka vyhladaných na cestovateľských internetových portáloch. Všetky potrebné hodnoty pre výpočet je možné nájsť v prílohe 1.

Za hodnotu ušetreného času bola do práce vybraná suma podľa výskumu Rotaris et al. [43] 14,54 € na osobu na ušetrenú hodinu. HSR trať Peking-Šanghaj využilo za 10 rokov služby 1,35 mld pasažierov [61]. Priemerne túto trať teda ročne využije 135 mil. pasažierov. Oproti predošlému konvenčnému spoju sa na tejto trati ušetrilo približne 7h 30min. Zo zadaných hodnôt je možné vypočítať hodnotu ročných benefitov ušetreného času cestovania, a to 14,72 mld €. Pri analyzovaní hodnoty ušetreného času zvyšných mestských párov je použitý rovnaký postup. Kvôli nedostatku zdrojov informácií a predošlých konvenčných spojov na tratiach Londýn-Paríž-Brusel je hodnota ušetreného času porovnaná s cestnou dopravou. Všetky potrebné hodnoty pre výpočet je možné nájsť v prílohe 1.

Pri redukcii životného prostredia sa práca zameriava hlavne na dve zložky znečistenia vzduchu a to oxidom uhličitým (CO₂) a oxidom dusíka (NO_x). Uhlíkové emisie HSR sú podľa Tao et al. [57] len 15 % z hodnoty uhlíkových emisií lietadla. Emisie oxidu dusíka sú v práci podľa UIC: High Speed Rail Sustainability [62] hodnotené ako 13 krát menšie pre HSR oproti AT. Za každú ušetrenú tonu emisií CO₂ je podľa Maibach et al. [63] do práce dosadená hodnota 26 € a za jednu tonu NO_x bola dosadená hodnota 6580 €. Celkový rozsah benefitov redukcie emisií bol autorom vyčíslený na 0,89 mld €. Preston [37] prišiel so záverom, že celkové výhody HSR vo Veľkej Británii sú vyvolané najmä úsporou času, zatiaľ čo environmentálne vplyvy HSR sú relatívne malé. Je zrejmé, že meranie vplyvov na životné prostredie závisí od niekoľkých premenných a je potrebný konzistentný spôsob hodnotenia vplyvov v jednotlivých oblastiach. Konkrétne sa jedná o priestorovú nekompatibilitu HSR a AT, ktorá výrazne sťažuje porovnanie hodnotení vplyvov na životné prostredie [25]. Givoni, M. [50] na základe porovnania medzi AT a HSR na trati Londýn-Paríž ukazuje, že neexistuje jasná výhoda jedného alebo druhého módu dopravy v kontexte znečistenia vzduchu. Všetky potrebné hodnoty pre výpočet hodnoty redukcie znečistenia životného prostredia zvyšných mestských párov je možné nájsť v prílohe 1.

Nespoľahlivosť v cestovnom čase je jedným z najväčších problémov dopravy. HSR dokáže efektívne redukovať tento druh neistoty a vylepšiť level spoľahlivosti v zmysle vyhnutia sa zápcham a meškaniam [57]. V porovnaní s cestnou a konvenčnou železničnou dopravou má

HSR významné benefity v spoľahlivosti a preto by mali byť zahrnuté v CBA [64]. Hodnota zlepšenia spoľahlivosti sa odhaduje na základe pomeru s hodnotou ušetreného času, ktorý je podľa Transport for London [65] 13,7 %. Týmto je vyčíslená ročná hodnota zlepšenia spoľahlivosti na 2,02 mld. €. Rovnaký postup je použitý aj pri analýze zvyšných mestských párov.

Hodnota kumulatívnych celkových sociálnych benefitov (KCSB) HSR trate medzi mestským párom Peking-Šanghaj sa rovná 326,43 mld €. Pre výpočet bola použitá rovnica 3:

Rovnica 3: Kumulatívne celkové sociálne benefity

$$KCSB = \sum_{t=1}^N \frac{B_{tr} + B_{ts} + B_{pr} + B_{ri} + B_{si}}{(1 + i)^t}$$

kde:

- B_{tr} : hodnota tržby z predaja lístkov
- B_{ts} : hodnota ušetreného času
- B_{pr} : hodnota redukcie znečistenia prostredia
- B_{ri} : hodnota zlepšenia spoľahlivosti
- B_{si} : hodnota zlepšenia bezpečnosti
- i : SDR
- t : počet rokov v prevádzke
- N : očakávaná dĺžka života projektu

Podobný postup zostavenia CBA bol použitý aj pri ostatných analyzovaných mestských pároch v práci. Všetky hodnoty potrebné k vypracovaniu analýzy je možné nájsť v prílohe 1. Vypočítané hodnoty nákladov, výhod a výsledných súčasných hodnôt je možné vidieť v tabuľkách číslo 7 a 8.

Tabuľka 7: Náklady HSR na vybraných trasách

Náklady	Ci	Coa	Co	Cea	Ce	KCN
(mld €)						
Londýn-Paríž	8,86	0,32	6,59	0,02	0,41	15,86
Paríž-Brusel	5,76	0,30	6,18	0,02	0,41	12,35
Brusel-Londýn	6,71	0,06	1,24	0,004	0,08	8,03
Barcelona-Madrid	11,18	0,58	11,94	0,035	0,72	23,84
Shanghai-Beijing	25,45	2,25	35,46	1,85	29,16	90,07

Kde:

- Ci: Náklady na infraštruktúru
- Coa: Ročné prevádzkové náklady
- Co: Kumulatívne prevádzkové náklady
- Cea: Ročné externé náklady
- Ce: Kumulatívne externé náklady
- KCN: Kumulatívne celkové náklady

Tabuľka 8: Benefity HSR na vybraných trasách

Benefity	Btr	Bts	Bpr	Bri	Bsi	KCSB
(mld €)						
Londýn-Paríž	0,5	0,29	0,02	0,03	/	17,3
Paríž-Brusel	0,31	0,22	0,02	0,03	/	11,94
Brusel-Londýn	0,15	0,04	0,004	0,006	/	4,12
Barcelona-Madrid	0,41	0,24	0,02	0,033	/	14,48
Shanghai-Beijing	3,08	14,72	0,89	2,02	/	326,43

Kde:

- Btr: hodnota tržby z predaja
- Bts: hodnota ušetreného času
- Bpr: hodnota redukcie znečistenia prostredia
- Bri: hodnota zlepšenia spoľahlivosti
- Bsi: hodnota zlepšenej bezpečnosti
- KCSB: Kumulatívne celkové sociálne benefity

4. Porovnanie s AT

Každý druh prepravy cestujúcich má svoje vlastné výhody a nevýhody. Hodnotenie investícií do nových projektov v doprave by sa nemalo zameriavať iba na sumu čistej súčasnej hodnoty (NPV), ale taktiež na porovnanie ďalších relevantných alternatív dopravy, ako napríklad cestná doprava, konvenčná železničná doprava, či letecká doprava.

HSR, ako novší koncept systému dopravy ako letectvo je v práci zvolená ako základ a v tejto sekcii bude porovnaná so spojmi AT. Pri odhadovaní nákladov leteckej infraštruktúry je brané do úvahy, že AT si nevyžaduje žiadnu prvotnú investíciu, keďže na všetkých rozoberaných pároch bola HSR novou alternatívou [57].

Priame vyhodnotenie CBA pre letecké spoje je však náročnejšie kvôli viacerým faktorom. Jedným z nich je určite väčšia flexibilita leteckých spojov. Pri skúmaní nárokov na infraštruktúru medzi AT a HSR je potrebné brať v úvahu to, že služby poskytujúce HSR sú závislé na dostupných tratiach, zatiaľ čo AT, okrem dostupných letísk nepotrebuje priamu pevnú investíciu do infraštruktúry. Následne, už aj pri vybudovaní letiska je už len na leteckých spoločnostiach ktoré trate budú obsluhovať a to podľa aktuálneho dopytu pasažierov po lete na danej trati. Ak sa na danej linke nenazbiera dostatočný počet pasažierov na to, aby bola služba poskytnutá na trati, letecká doprava má výhodu v jednoduchosti zrušenia danej linky bez upadajúcej hodnoty vybudovanej infraštruktúry. Naopak HSR, ktorá vie prevádzkovať svoje služby iba na už vybudovanej infraštruktúre spájajúcej dve alebo viac miest, by pri nedostatku dopytu a zrušení daného spoja prišla o návratnosť financií finančne náročnej investície do infraštruktúry.

Pri hodnotení prevádzkových nákladov AT je do analýzy zaradená iba hodnota prevádzkových nákladov na blokovú hodinu použitia priemerného dopravného lietadla. Podľa publikácie FAA [47] je táto hodnota 7500 € / bloková hodina. Pre zovšeobecnenie analýzy bola použitá rovnaká hodnota medzi každým analyzovaným mestským párom. Pri každom mestskom páre bola vyhľadaná týždenná frekvencia leteckých služieb na danej trati, ktorá bola následne vynásobená priemerným časom letu na danej trati. Z daných hodnôt boli vyčíslené prevádzkové náklady AT na danej trati. Potrebné údaje pre výpočet tejto hodnoty pri všetkých mestských pároch je možné nájsť v prílohe 1.

Externé náklady AT sú v práci analyzované podľa De Rus [35] s konštantnou hodnotou 47,5 € / 1000 pkm. Pre výpočet sú teda potrebné hodnoty pasažierov a kilometrov tratí, ktoré je možné nájsť v prílohe 1.

Pri výpočtoch hodnoty tržby z predaja cestovných lístkov bol vždy vyhľadaný počet pasažierov na danej trati vynásobený priemernou cenou letenky alebo cestovného lístku.

Hodnotenie redukcie znečistenia prostredia sú v CBA u AT vynechané, keďže v CBA HSR je porovnávaná redukcia oxidu uhličitého a oxidu dusíka práve oproti AT. Tým redukcia znečistenia životného prostredia pre AT neprináša v analýze žiadne benefity. Zlepšenie spoľahlivosti bolo pre AT vyčíslené rovnako ako pri HSR a to hodnotou 13,7 % z hodnoty ušetreného času [65]. Hodnotenie zlepšenia bezpečnosti nebolo zaradené do práce z dôvodu vysokej bezpečnosti oboch módov dopravy. Tabuľka 9 ukazuje porovnanie vypočítaných hodnôt v rámci CBA medzi HSR a AT na každej analyzovanej trati.

Tabuľka 9: Náklady, benefity a výsledné NPV na porovnávaných trasách

	Londýn-Paríž		Paríž-Brusel		Londýn-Brusel		Barcelona-Madrid		Peking-Šanghaj	
	HSR	AT	HSR	AT	HSR	AT	HSR	AT	HSR	AT
ceny (mld €)										
Náklady										
Náklady na infraštruktúru	8,86	/	5,76	/	6,71	/	11,18	/	25,45	/
Prevádzkové náklady	6,59	10,09	6,18	0,2	1,24	2,49	11,94	7,19	35,46	12,6
Externé náklady	0,41	0,71	0,41	0,04	0,08	0,2	0,72	1,21	29,16	5,2
KCN	15,86	10,8	12,35	0,24	8,03	2,69	23,84	8,4	90,07	17,8
Benefity										
Hodnota tržby z predaja lístkov	0,5	0,23	0,31	0,06	0,15	0,09	0,41	0,42	3,08	1,01
Hodnota ušetreného času	0,29	0,15	0,22	0,008	0,04	0,04	0,24	0,14	14,72	0,9
Hodnota redukcie znečistenia prostredia	0,02	/	0,02	/	0,004	/	0,02	/	0,89	/
Hodnota zlepšenia spoľahlivosti	0,03	0,02	0,03	0,001	0,006	0,005	0,033	0,02	2,02	0,12
Hodnota zlepšenia bezpečnosti	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
KCSB	17,3	8,23	11,94	1,42	4,12	2,78	14,48	11,94	326,43	31,84
NPV = KCSB - KCN	1,44	-2,57	-0,41	1,18	-3,91	0,09	-9,36	3,54	236,36	14,04

V tabuľke 9 sú ukázané čisté súčasné hodnoty (NPV) oboch módov dopravy na každom analyzovanom mestskom páre. Najvyššiu NPV HSR je možné vidieť pri mestskom páre Peking-Šanghaj a to 236,36 mld €. Najnižšiu hodnotu NPV medzi HSR spojmi je možné vidieť na mestskom páre Barcelona-Madrid, -9,36 mld €. Najvyššia hodnota NPV leteckej dopravy bola analyzovaná medzi mestským párom Peking-Šanghaj, 14,04 mld €. Najnižšiu hodnotu NPV leteckej dopravy je možné vidieť na trati mestského páru Londýn-Paríž, -2,57 mld €. Výsledné hodnoty NPV zvyšných mestských párov daného módu sú nasledujúce; HSR Londýn-Paríž 1,44 mld €; HSR Paríž-Brusel -0,41 mld €; AT Paríž-Brusel 1,18 mld €; HSR Londýn-Brusel -3,91 mld €; AT Londýn-Brusel 0,09 mld €; AT Barcelona-Madrid 3,54 mld €.

5. Diskusia

Najvyššiu NPV u HSR je možné vidieť pri mestskom páre Peking-Šanghaj a to 236,36 mld €. Takto vysoká hodnota zodpovedá obľúbenosti a vysokému dopytu vysokorýchlostnej železničnej dopravy v Číne, kde sa každým rokom budujú kilometre tratí rýchlym tempom. Odrazom toho je aj predstavenie typu vysokorýchlostných vlakov Maglev.

Najnižšiu hodnotu NPV medzi HSR spojmi je možné vidieť na mestskom páre Barcelona-Madrid, -9,36 mld €. Autor týmto určite nepovažuje danú trať za stratovú. Negatívna hodnota NPV je na trati ovplyvnená nízkou priemernou cenou cestovného lístka, oproti ostatným mestským párom. Hodnota tržby z predaja cestovných lístkov je tým v analýze nižšia ako tržby na ostatných mestských pároch.

Najvyššia hodnota NPV leteckej dopravy bola analyzovaná medzi mestským párom Peking-Šanghaj, 14,51 mld €. Rozmer tejto hodnoty je spôsobený vysokým dopytom po cestovaní a hustotou pasažierov medzi oboma mestami.

Najnižšiu hodnotu NPV leteckej dopravy je možné vidieť na trati mestského páru Londýn-Paríž, -2,57 mld €. Táto hodnota môže poukazovať na slabú efektivitu leteckých spojov medzi mestami, no je potrebné dodať priemyselnú významnosť oboch miest a teda aj dôležitosť dostatku kapacity pre všetkých pasažierov so záujmom o cestovanie na tejto trati. Mestá Londýn a Paríž disponujú aj megalietiskami Heathrow a Charles De Gaulle. Je preto treba brať do úvahy aj pasažierov, ktorý medzi letiskami len prestupujú na ďalší let.

CBA v práci priniesla pozitívnu hodnotu NPV pre leteckú aj vysokorýchlostnú železničnú dopravu len pri mestskom páre Peking-Šanghaj. Týmto faktom autor hodnotí hustotu dopravy a dopyt po doprave ako najvýraznejší efekt prospešnosti oboch módov dopravy, keďže dopravný trh medzi týmto mestským párom dosahuje najvyššie hodnoty prepravených pasažierov spomedzi analyzovaných párov. Mestské páry obsiahnuté v trojuholníku Londýn-Paríž-Brusel prinášajú rozdielne výsledky hodnôt NPV ako pri HSR tak aj AT. Dôvodom je vyšší stupeň konkurencie medzi módmi dopravy, ktorý je ovplyvňovaný aktuálnym dopytom po službe na daných tratiach. Pri všetkých troch mestských pároch bola zaznamenaná výrazná konkurencia HSR a AT. S pohľadom na vzdialenosti medzi týmito mestami, ktoré sú všetky okolo 400 km je aj očakávaná prevaha HSR, keďže najsilnejšou konkurenciou AT je HSR na vzdialenostiach do 1000 km, prevažne medzi 400-800 km [10]. Aj napriek krátkej vzdialenosti medzi mestami bola AT vďaka svojej flexibilitě schopná udržať sa na trhu. Hlavným dôvodom bolo súťaženie s ponechaním frekvencie služieb vykonávanej menšími lietadlami. Výsledná hodnota NPV medzi mestami Paríž a Brusel nabrala negatívne hodnoty. Dôvodom je zaradenie nízkej priemernej ceny cestovného lístka na danej trati z dostupných zdrojov. Na danom koridore prevláda HSR, ktorá však napomáha rastu leteckej dopravy zbieraním

cestujúcich, ktorý následne prestupujú na lietadlo. Koridor Barcelona-Madrid spadá svojou vzdialenosťou medzi mestami do ukázkového príkladu konkurencie medzi HSR a AT. Negatívna hodnota NPV na tejto trati pre HSR môže byť skreslená opäť nízkou priemernou cenou cestovných lístkov.

Záver

Rozhodovanie o investíciách do projektov HSR musí podliehať významnou analýzou nákladov a výnosov trate. Jednou z hlavných nevýhod HSR sú jej vysoké prvotné náklady spojené s infraštruktúrou. Verejní činitelia a projektanti by však mali brať do úvahy nielen finančné náklady, ale aj potenciálne pozitívne dopady na spoločnosť. HSR so sebou prináša určité sociálne benefity z pohľadu výnosov z predaja cestovných lístkov, úspory cestovného času, redukcie znečistenia vzduchu, zlepšenie spoľahlivosti a bezpečnosti a podobne. V práci je vyhotovená Cost-Benefit analýza už existujúcich HSR spojov medzi piatimi mestskými párami v Európe a Ázii a ich porovnanie s Cost-Benefit analýzou leteckej dopravy. Všetky analýzy boli vypracované s očakávanou dĺžkou života 50 rokov. Výsledky CBA HSR ukázali pozitívnu hodnotu medzi párami Londýn-Paríž, Londýn-Brusel a Peking-Šanghaj. Negatívne výsledky CBA HSR boli vyčíslené pri mestských pároch Paríž-Brusel a Barcelona-Madrid. Výsledky CBA AT priniesli pozitívny výsledok medzi mestami Paríž-Brusel, Barcelona-Madrid a Peking-Šanghaj. Negatívny výsledok hodnoty NPV Cost-Benefit analýzy leteckej dopravy bol zaznamenaný pri mestskom páre Londýn-Paríž. CBA AT medzi mestami Londýn-Brusel priniesla výsledok NPV 0.

Bezchybná Cost-Benefit analýza AT medzi mestskými párami je výrazne ovplyvnená flexibilitou leteckej dopravy. Letecká doprava ako starší mód dopravy má pri nástupe HSR spojov na danú trať výhodu v reakcii na konkurenciu, či už je to znižovaním cien leteníek, alebo udržiavaním frekvencií spojov s menšími lietadlami. Jednou z hlavných výhod HSR spojov je komfort pasažierov vyhýbajúcim sa bezpečnostným odbavením a lepšou možnosťou efektívneho využitia času cestovania. Navyše, HSR stanice sú priemerne prístupnejšie pre užívateľov ako letiská, najmä pre tých, ktorí sa dopravujú na/zo stanicu/e alebo letisko/a verejnou dopravou.

Práca priniesla výsledky nákladov a benefitov rozoberaných módov dopravy na vybraných mestských pároch. V práci je CBA vykonaná v priebehu obdobia 50 rokov. Výsledné hodnoty by mohli pomôcť prevádzkovateľom a majiteľom železničných a leteckých spoločností v ďalšej konkurencii, prípadne takisto aj spolupráci.

Podobný postup môže byť použitý pri analýze nových projektov HSR tratí. Dopredu s vývojom HSR dopravy sa môžu posunúť aj štáty Vyšehradskej štvorky kedy je stále viac a viac rozoberaná alternatíva novej dopravy spájajúcej hlavné mestá Praha, Bratislava, Budapešť a Varšava.

Zoznam použitej literatúry

- [1] European Court of Auditors: A European high-speed rail network: not a reality but an ineffective patchwork. *Special Report No 19* (2018). Dostupné z: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/high-speed-rail-19-2018/en/#chapter1>
- [2] Fact Sheet | High Speed Rail Development Worldwide | White Papers | EESI. *Environmental and Energy Study Institute | Ideas. Insights. Sustainable solutions.* [online]. Dostupné z: <https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-high-speed-rail-development-worldwide>
- [3] Length of the high-speed rail network in Europe 2019, by country | *Statista – The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies* [online]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/451818/length-of-high-speed-railway-lines-in-use-in-europe-by-country/>
- [4] How to Get From London to Paris by Train | Eurostar Chunnel Train. [online]. [cit. 7.5.2021]. Dostupné z: <https://www.eurail.com/en/get-inspired/popular-routes/how-get-london-paris-train>
- [5] NASH, Chris. When to invest in high speed rail. *Journal of Rail Transport Planning & Management* [online]. 2015, 5(1), 12-22. ISSN 22109706. Dostupné z: doi:10.1016/j.jrtpm.2015.02.001
- [6] Skyscanner [online]. [cit. 19.7.2021] Dostupné z: <https://www.skyscanner.net/>
- [7] Eurostat statistics: Air passenger transport between the main airports of France and their main partner airports (routes data) [online]. [cit 26.7.2021]. Dostupné z: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>
- [8] Behrens, C., & Pels, E. (2012). *Intermodal competition in the London–Paris passenger market: High-Speed Rail and air transport.* *Journal of Urban Economics*, 71(3), 278–288. doi:10.1016/j.jue.2011.12.005
- [9] Noulton, John (February 2001). "[The Channel Tunnel](#)" (PDF). *Japan Railway & Transport Review* (26): 38–45.
- [10] W. Rothengatter, *Competition between Airlines And High-Speed Rail*, chapter 18, Routledge, Oxford, UK, 2011. eBook ISBN: 9780203845332
- [11] Raileurope.com. *raileurope.com* [online]. [cit. 5.5.2021]. Dostupné z: <https://www.raileurope.com/en/destinations/paris-brussels-train>
- [12] European Commission [online]. [cit. 08.08.2021]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/ten/transport/priority_projects_minisite/PP02EN.pdf

- [13] F. Dobruszkes, "High-speed rail and air transport competition in Western Europe: a supply-oriented perspective," *Transport Policy*, vol. 18, no. 6, pp. 870–879, 2011. Dostupné z: [10.1016/j.tranpol.2011.06.002](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.06.002)
- [14] Allé, M., 2004. *Sabena, la Faillite Evitable ? E´laboration d'un Business Plan*. E´ditions de l'Universite´ de Bruxelles, Brussels
- [15] The Train Line [online]. [cit. 7.5.2021] Dostupné z: <https://www.thetrainline.com/en/train-times/london-to-brussels>
- [16] Direct flights from Brussels (BRU) - FlightConnections. FlightConnections - All flights worldwide on a map! [online]. [cit. 27.7.2021]. Dostupné z: <https://www.flightconnections.com/flights-from-brussels-bru>
- [17] Skyscanner [online]. [cit. 19.7.2021] Dostupné z: <https://www.skyscanner.net/routes/lond/bru/london-to-brussels-international.html>
- [18] Eurostat statistics: Air passenger transport between the main airports of Belgium and their main partner airports (routes data) [online]. [cit 26.7.2021]. Dostupné z: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia_par_be&lang=en
- [19] Spain: Madrid-Barcelona AVE high speed train carries 33 million passengers in first six years of operations - UIC Communications. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: https://www.uic.org/com/enews/nr/390/article/madrid-barcelona-ave-high-speed?page=thickbox_enews
- [20] Direct flights from Barcelona (BCN) – FlightConnections. *FlightConnections – All flights worldwide on a map!* [online]. [cit. 19.7.2021]. Dostupné z: <https://www.flightconnections.com/flights-from-barcelona-bcn>
- [21] Skyscanner [online]. [cit. 19.7.2021]. Dostupné z: <https://www.skyscanner.net/routes/bcn/mad/barcelona-to-madrid.html>
- [22] Pagliara, F., Vassallo, J. M., & Román, C. (2012). *High-Speed Rail versus Air Transportation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2289(1), 10–17. Dostupné z: doi:10.3141/2289-02
- [23] HORÁK, Tomáš. *Letecká doprava a vysokorychlostní železnice v Číně (2012)*. Uherské Hradiště: Libra-Import, 2013. ISBN 978-80-905432-0-1.
- [24] LAWRENCE, Martha, Richard BULLOCK a Ziming LIU. *China's High-Speed Rail Development* [online]. Washington, DC: World Bank, 2019. ISBN 978-1-4648-1425-9. Dostupné z: doi:10.1596/978-1-4648-1425-9
- [25] SUN, Xiaoqian, Yu ZHANG a Sebastian WANDELT. Air Transport versus High-Speed Rail: An Overview and Research Agenda. *Journal of Advanced Transportation* [online]. 2017, **2017**, 1-18. ISSN 0197-6729. Dostupné z: doi:10.1155/2017/8426926

- [26] China's high-speed rail lines top 37,900 km at end of 2020. *The State Council of the People's Republic of China* [online]. [cit. 21.3.2021]. Dostupné z: http://english.www.gov.cn/archive/statistics/202101/10/content_WS5ffa36f3c6d0f725769438ad.html
- [27] Beijing Train Schedule & Tickets Booking, High Speed Rail Timetable. China Travel Agency, Small Group & Private Tour Service [online]. [cit. 21.3.2021]. Dostupné z: <https://www.travelchinaguide.com/china-trains/beijing-schedule.htm>
- [28] Li, Z. (2016). Profits of Beijing-Shanghai HSR revealed: Net profit close to 6.6 billion yuan and net assets more than 130 billion yuan. National Business Daily. Dostupné z: <http://www.nbd.com.cn/articles/2016-07-19/1023154.html>.
- [29] Beijing – Shanghai Trains, Map, Schedule, Ticket Booking & Delivery. *China Travel Agency, Tour with China Highlights – Since 1998!* [online]. [cit. 22.3.2021]. Dostupné z: <https://www.chinahighlights.com/china-trains/beijing-shanghai-train.htm>
- [30] 10 years on, Beijing-Shanghai line on fast track to high-speed glory – Chinadaily.com.cn. *Global Edition* [online]. [cit. 22.7.2021]. Dostupné z: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202106/29/WS60da73c7a310efa1bd65e88a.html>
- [31] Skyscanner [online]. [cit. 5.7.2021]. Dostupné z: <https://www.skyscanner.net/routes/bjsa/csha/beijing-to-shanghai.html>
- [32] Busiest routes in the world - the top 100 | Routesonline. Routesonline – Routes aviation conference, events, networking | aviation news | airport and airline profiles [online]. [cit. 08.08.2021]. Dostupné z: <https://www.routesonline.com/news/29/breaking-news/286313/busiest-routes-in-the-world-the-top-100/>
- [33] Wang, J., Jiao, J., Du, C., & Hu, H. (2015). *Competition of spatial service hinterlands between high-speed rail and air transport in China: Present and future trends. Journal of Geographical Sciences, 25(9), 1137–1152.* Dostupné z: doi:10.1007/s11442-015-1224-5
- [34] Ma, W., Wang, Q., Yang, H., Zhang, A., & Zhang, Y. (2018). *Effects of Beijing-Shanghai high-speed rail on air travel: Passenger types, airline groups and tacit collusion. Research in Transportation Economics.* Dostupné z: doi:10.1016/j.retrec.2018.12.002
- [35] Ginés DE RUS. The Economic Effects of High Speed Rail Investment. Discussion Paper No. 2008-16 revised May 2012. 2008. Dostupné z: <https://www.itf-oecd.org/economic-effects-high-speed-rail-investment>
- [36] UIC (2005): High Speed. Rail's leading asset for customers and society. UIC Publications. Paris.

- [37] PRESTON, John. High Speed Rail in Britain: about time or a waste of time? *Journal of Transport Geography* [online]. 2012, **22**, 308-311 [cit. 2021-8-3]. ISSN 09666923. Dostupné z: doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.03.005
- [38] Ollivier, Gerald; Sondhi, Jitendra; Zhou, Nanyan. 2014. High-Speed Railways in China : A Look at Construction Costs. *China Transport Topics;No. 9. World Bank, Beijing.* © World Bank. Dostupné z: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25483>
- [39] OECD/ITF (2014), The Economics of Investment in High-Speed Rail, ITF Round Tables, No. 155, OECD Publishing. Dostupné z: doi:10.1787/9789282107751-en
- [40] CAMPOS, Javier a Ginés DE RUS. Some stylized facts about high-speed rail: A review of HSR experiences around the world. *Transport Policy* [online]. 2009, **16**(1), 19-28 [cit. 2021-8-3]. ISSN 0967070X. Dostupné z: doi:10.1016/j.tranpol.2009.02.008
- [41] High-speed rail firm sees growth in revenue, profit – Chinadaily.com.cn. [online]. [cit. 22.7.2021] Dostupné z: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202004/16/WS5e97ee0aa3105d50a3d16ace.html>
- [42] Steer Davies Gleave. 2014. High Speed Rail: International Comparisons. Dostupné z: http://test.ricerchetrasporti.it/wp-content/uploads/downloads/file_541.pdf
- [43] ROTARIS, Lucia, Romeo DANIELIS, Edoardo MARCUCCI a Jérôme MASSIANI. The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost–benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [online]. 2010, **44**(5), 359-375. ISSN 09658564. Dostupné z: doi:10.1016/j.tra.2010.03.008
- [44] ABDELGHANY, Ahmed, Khaled ABDELGHANY a Farshid AZADIAN. Airline flight schedule planning under competition. *Computers & Operations Research* [online]. 2017, **87**, 20-39. ISSN 03050548. Dostupné z: doi:10.1016/j.cor.2017.05.013
- [45] JORGE, José-Doramas a Ginés DE RUS. Cost–benefit analysis of investments in airport infrastructure: a practical approach. *Journal of Air Transport Management* [online]. 2004, **10**(5), 311-326. ISSN 09696997. Dostupné z: doi:10.1016/j.jairtraman.2004.05.001
- [46] ABDELGHANY, Ahmed. The practice of airport and airline route development. [online]. [citované 5.8.2021]. Dostupné z: <https://www.internationalairportreview.com/article/111407/route-development-risks-limitations-flaws-results/>
- [47] Federal Aviation Administration [online]. [cit. 20.7.2021]. Dostupné z: https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/benefit_cost/media/econ-value-section-4-op-costs.pdf

- [48] X. Fu, T. H. Oum, and J. Yan, "An analysis of travel demand in japans inter-city market: empirical estimation and policy simulation," *Journal of Transport, Economics and Policy*, vol. 48, no. 1, pp. 97–113, 2014. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/263160824_An_Analysis_of_Travel_Demand_in_Japan's_Intercity_Market_Empirical_Estimation_and_Policy_Simulation/citations
- [49] CHESTER, Mikhail a Megan Smirti RYERSON. *Environmental Assessment of Air and High-Speed Rail Corridors* [online]. Washington, D.C: Transportation Research Board, 2013. ISBN 978-0-309-22391-1. Dostupné z: doi:10.17226/22520
- [50] M. Givoni, "Comparison of the environmental impact from aircraft and high-speed train operation," in *ECEEE Summer Study, Panel 3 Land Use, Transportation And Mobility*, 2003. Dostupné z: https://www.ecee.org/library/conference_proceedings/ecee_Summer_Studies/2003/Panel_3/3022givoni/
- [51] ZANIN, Massimiliano, Ricardo HERRANZ a Sophie LADOUSSE. Environmental benefits of air–rail intermodality: The example of Madrid Barajas. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* [online]. 2012, **48**(5), 1056-1063. ISSN 13665545. Dostupné z: doi:10.1016/j.tre.2012.03.008
- [52] DOBRUSZKES, Frédéric a Moshe GIVONI. Competition, Integration, Substitution: Myths and Realities Concerning the Relationship between High-Speed Rail and Air Transport in Europe. BUDD, Lucy, Steven GRIGGS a David HOWARTH, ed. *Sustainable Aviation Futures* [online]. Emerald Group Publishing Limited, 2013, 2013-12-23, s. 175-197. Transport and Sustainability. ISBN 978-1-78190-595-1. Dostupné z: doi:10.1108/S2044-9941(2013)0000004008
- [53] SMALL, Kenneth A. Valuation of travel time. *Economics of Transportation* [online]. 2012, **1**(1-2), 2-14. ISSN 22120122. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecotra.2012.09.002
- [54] FU, Xiaowen, Anming ZHANG a Zheng LEI. Will China's airline industry survive the entry of high-speed rail? *Research in Transportation Economics* [online]. 2012, **35**(1), 13-25. ISSN 07398859. Dostupné z: doi:10.1016/j.retrec.2011.11.006
- [55] TUDELA, Alejandro, Natalia AKIKI a Rene CISTERNAS. Comparing the output of cost benefit and multi-criteria analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [online]. 2006, **40**(5), 414-423. ISSN 09658564. Dostupné z: doi:10.1016/j.tra.2005.08.002

- [56] NICKEL J, Ross AM, Rhodes DH (2009) Comparison of project evaluation using cost-benefit analysis and multi-attribute tradespace exploration in the transportation domain. In: Second international symposium on engineering systems, MIT, Cambridge, Massachusetts, June 15–17 2009. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228666781_Comparison_of_Project_Evaluation_Using_Cost-Benefit_Analysis_and_Multi-Attribute_Tradespace_Exploration_in_the_Transportation_Domain/citations
- [57] TAO, R., S. LIU, C. HUANG a C. M. TAM. Cost-Benefit Analysis of High-Speed Rail Link between Hong Kong and Mainland China. *Journal of Engineering, Project, and Production Management* [online]. 2011, 1(1), 36-45. ISSN 22216529. Dostupné z: doi:10.32738/JEPPM.201107.0005
- [58] What are social discount rates? – Grantham Research Institute on climate change and the environment. *LSE Home* [online]. [cit. 3.8.2021]. Dostupné z: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-are-social-discount-rates/>
- [59] CHEN, L., Zou, P. A Study on Project Social Assessment in China. *The CRIOCM 2006 International Symposium on „Advancement of Construction Management and Real Estate“*. 2006. Dostupné z: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB5688.pdf>
- [60] Beijing-Shanghai bullet train nets about \$1 billion profit – The Economic Times. *Business News Today: Read Latest Business news, India Business News Live, Share Market & Economy News / The Economic Times* [online]. [cit. 21.7.2021]. Dostupné z: <https://economictimes.indiatimes.com/news/international/world-news/beijing-shanghai-bullet-train-nets-about-a-1-billion-profit/articleshow/53298486.cms?from=mdr>
- [61] 10 years on, Beijing-Shanghai line on fast track to high-speed glory – Chinadaily.com.cn. *Global Edition* [online]. [cit. 22.7.2021]. Dostupné z: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202106/29/WS60da73c7a310efa1bd65e88a.html>
- [62] UIC: High Speed Rail Sustainability 2011, Dostupné z: <https://www.apta.com/wp-content/uploads/High-Speed-Rail-Sustainability-UIC-2011.pdf>
- [63] Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B., and Bak, M. (2007). Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Produced within the study Internalization Measures and Policies for All external Cost of Transport, IMPACT, Delft, CE. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/270890113_Handbook_on_estimation_of_external_cost_in_the_transport_sector

- [64] ELIASSON, Jonas. A cost–benefit analysis of the Stockholm congestion charging system. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [online]. 2009, **43**(4), 468-480. ISSN 09658564. Dostupné z: doi:10.1016/j.tra.2008.11.014
- [65] Transport for London. (2007). Congestion charging. Central London congestion charging scheme: ex-post evaluation of the quantified impacts of the original scheme. Dostupné z: <https://content.tfl.gov.uk/ex-post-evaluation-of-quantified-impacts-of-original-scheme.pdf>
- [66] EVANS, David J. a Haluk SEZER. Social discount rates for member countries of the European Union. *Journal of Economic Studies* [online]. 2005, 32(1), 47-59. ISSN 0144-3585. Dostupné z: doi:10.1108/01443580510574832

Zoznam príloh

Príloha 1: Všetky potrebné hodnoty pre výpočet CBA

	Londýn-Paríž		Paríž-Brusel		Londýn-Brusel		Barcelona-Madrid		Peking-Šanghaj	
	HSR	AT	HSR	AT	HSR	AT	HSR	AT	HSR	AT
Ročný počet pasažierov	4 100 000	2 123 776	6 000 000	181 506	1 008 000	672 411	5 500 000	2 467 768	135 000 000	6 518 392
Vzdialenosť [km]	492	344	320	264	373	320	621	504	1318	1068
Frekvencie spojov	58 / deň	468 / týždeň	57 / deň	14 / týždeň	24 / deň	156 / týždeň	26 / deň	313 / týždeň	40 / deň	495 / týždeň
Cestovný čas	2:20	1:21	1:30	0:58	1:57	1:09	2:30	1:26	4:18	2:05
Ušetrený čas	4:00	5:00	2:30	3:00	3:00	3:40	3:00	4:00	7:30	9:30
Náklady na infraštruktúru mil € / km	18	/	18	/	18	/	18	/	19,31	/
Prevádzkové náklady	0,158 8 € / pkm	7500 € / blok. Hodina	0,158 8 € / pkm	7500 € / blok. Hodina	0,158 8 € / pkm	7500 € / blok. Hodina	0,171 2 € / pkm	7500 € / blok. Hodina	2,25 mld € / rok	7500 € / blok. Hodina
Externé náklady € / 1000 pkm	10,4	47,5	10,4	47,5	10,4	47,5	10,4	47,5	10,4	47,5
Priemerná cena cestovných lístkov €	122	110	52	318	150	135	75	171	/	155
Emisie CO2 kg/pasažier	19,5	130	17,1	114	19,05	127	21,75	145	22,54	223,6
Emisie NOx g/pasažier	11	142	8	107	9	123	12	153	17	224