



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Viliam Haberland

**VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ
V ŽELEZNIČNÍM SPOJENÍ KOŠICE – HUMENNÉ**

Bakalářská práce

2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K612 **Ústav dopravních systémů**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Viliam Haberland

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Využití alternativních pohonů v železničním spojení
Košice – Humenné**

Název tématu (anglicky): Use of Alternative Drives in Košice – Humenné Railway
Connection

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- analýza přepravní poptávky v regionu, kterým trať Košice – Humenné prochází
- analýza významu trati Košice – Humenné v dopravní obsluze regionu
- analýza stávajícího stavu drážní infrastruktury na trati Košice (včetně) – Humenné (včetně)
- variantní koncepční návrh stavebních a provozních opatření na trati s cílem zlepšení podmínek v osobní železniční dopravě a prověřením možností využití alternativních pohonů železničních vozidel
- nástin organizace návazné dopravy
- zhodnocení variant návrhu



Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: stanoví vedoucí bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Vachtl
Ing. Tomáš Javořík, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:


30. června 2020

(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:

8. srpna 2022


- 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


Ing. Martin Jacura, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů




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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


Viliam Haberland
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....20. prosince 2021

POĎAKOVANIE

Na tomto mieste by som rád poďakoval všetkým, ktorí mi poskytli podklady pre vypracovanie tejto práce. Obzvlášť ďakujem Ing. Tomášovi Javoříkovi, Ph.D. a Ing. Martinovi Vachtlovi za odborné vedenie a konzultovanie bakalárskej práce a za rady, ktoré mi poskytovali počas tvorby práce. Ďalej by som sa chcel poďakovať pánovi Ing. Jiřímu Pohlovi za umožnenie prístupu k mnoho dôležitým informáciám a cenným radám. Poďakovanie patrí aj Ing. Vítovi Janošovi, Ph.D. za umožnenie spracovávanía podkladov a príloh k práci v profesionálnom programe.

V neposlednej rade je mojou milou povinnosťou poďakovať svojim rodičom a blízkym za morálnu a materiálnu podporu, ktorej sa mi dostávalo po celú dobu štúdia.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Predkladám týmto k posúdeniu a obhajobe bakalársku prácu, spracovanú na záver štúdia na ČVUT v Prahe Fakulte dopravnej.

Prehlasujem, že som predloženú prácu vypracoval samostatne, a že som uviedol všetky použité informačné zdroje v súlade s Metodickým pokynom o etickej príprave vysokoškolských záverečných prác.

Nemám závažný dôvod proti užitiu tohto školského diela v zmysle § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon).

V Prahe dňa 08. augusta 2022



.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

VYUŽITIE ALTERNATÍVNYCH POHONOV V ŽELEZNIČNOM SPOJENÍ KOŠICE – HUMENNÉ

Bakalárska práca

august 2022

Viliam Haberland

ABSTRAKT

Predmetom tejto bakalárskej práce je preverenie možností využitia alternatívnych pohonov železničných vozidiel v železničnom spojení Košice – Humenné a variantný koncepčný návrh stavebných a prevádzkových opatrení na trati s cieľom zlepšenia podmienok v osobnej železničnej doprave. Úpravy sú navrhnuté na základe analýzy súčasného stavu trati. V závere bakalárskej práce je spracovaný návrh organizácie nadväznej dopravy.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

železničná doprava, železničná infraštruktúra, využitie alternatívnych pohonov, zlepšenie železničného spojenia, batériová elektrická jednotka, BEMU, Košice, Humenné

ABSTRACT

The subject of this bachelor thesis is to examine the possibilities of using alternative drives of railway vehicles in a railway connection Košice – Humenné and variant conceptual draft of construction and operational measures on track in order to improve conditions in passenger railway transport. The modifications are based on the analysis of the current track condition. At the end of the bachelor thesis, a proposal for the organization of follow – up transport is processed.

KEY WORDS

railway transport, railway infrastructure, alternative propulsion systems, improvement of the rail connection, battery electric multiple unit, BEMU, Košice, Humenné

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	8
1 ÚVOD	9
2 POPIS OBLASTI	11
2.1 Geografia a charakteristika riešeného územia	11
2.2 Demografické východiská riešenej oblasti.....	12
2.3 Socioekonomický popis riešeného územia.....	12
2.3.1 Okres Košice I, II, III, VI	13
2.3.2 Okres Košice-okolie	14
2.3.3 Okres Trebišov	16
2.3.4 Okres Michalovce	18
2.3.5 Okres Humenné	22
3 ANALÝZA PREPRAVNÝCH VZŤAHOV	25
3.1 Pravidelná dochádzka sídiel v riešenom železničnom spojení	25
3.2 Prieskum frekvencie cestujúcich v riešenom železničnom spojení	26
3.2.1 Zdroje dát	27
3.2.2 Železničné spojenie Košice – Humenné v čase prieskumu	27
3.2.3 Výsledky prieskumu	28
3.3 Porovnanie dát dochádzky zo SODB s dátami o frekvencii cestujúcich.....	29
4 ANALÝZA VÝZNAMU TRATE KOŠICE – HUMENNÉ V DOPRAVNEJ OBSLUHE REGIONU	31
4.1 Dostupnosť tarifných bodov	31
4.2 Rozsah osobnej železničnej dopravy	32
4.3 Cestovné doby	35
4.4 Doby pobytov.....	35
4.5 Prestupné väzby.....	36
4.5.1 Košice.....	36
4.5.2 Trebišov	38
4.5.3 Michalovce.....	39

4.5.4 Strážske	39
4.5.5 Humenné.....	40
4.6 Autobusová doprava	41
4.7 Porovnanie dopravných módov	44
4.8 Druhy vozidiel v železničnom spojení Košice – Humenné	45
4.8.1 Radenie vlakov	45
4.8.2 Technické parametre hnacích vozidiel.....	48
4.9 Nákladná doprava	49
5 POPIS SÚČASNÉHO STAVU ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY TRATE KOŠICE – HUMENNÉ	51
5.1 Základné údaje o trati	51
5.1.1 Poloha a označenie traťových úsekov	51
5.1.2 Kategória tratí	51
5.1.3 Výškové vedenie trate	52
5.1.4 Smerové vedenie trate	52
5.2 Technické údaje o trati.....	53
5.2.1 Traťová rýchlosť	53
5.2.2 Zábrzdne vzdialenosti	55
5.2.3 Normatívy dĺžky vlakov	55
5.2.4 Trakčná sústava	55
5.2.5 Kategória zvislého zaťaženia a skupina priechodnosti trate	55
5.2.6 Železničný spodok a zvršok	56
5.2.7 Traťové zabezpečovacie zariadenia.....	56
5.2.8 Staničné zabezpečovacie zariadenia.....	56
5.2.9 Priecestia	58
5.3 Popis jednotlivých dopravní.....	59
5.4 Kapacita trate.....	70

6 PREVERENIE VYUŽITIA ALTERNATÍVNYCH POHONOV	72
6.1 Udržateľnosť železnice v 21. storočí.....	72
6.2 Význam dopravy v spotrebe energie na Slovensku	72
6.3 Elektrizácia železničných tratí	74
6.4 Alternatívne pohony v železničnej doprave.....	75
6.5 Vozidlá so zásobníkmi energie.....	76
6.6 Vozidlo trolej/akumulátor (BEMU)	77
6.7 Akumulátory	78
6.7.1 Nabíjanie akumulátorov	79
6.8 Vozidlo s palivovými článkami (HMU).....	80
6.9 Využitie alternatívnych pohonov v spojení Košice - Humenné.....	82
6.9.1 Napájacia infraštruktúra	83
6.9.2 Plánovaná elektrizácia.....	83
6.9.3 Prevádzkový koncept vozidiel BEMU.....	85
6.9.4 Prevádzkový koncept vozidiel HMU	87
6.9.5 Energetické porovnanie jednotlivých druhov pohonov	88
6.9.6 Náklady na energie	89
6.9.7 Zhrnutie využitia skúmaných alternatívnych pohonov v riešenom spojení	91
7 NÁVRH ORGANIZÁCIE DOPRAVY	92
7.1 Posilnenie a zrýchlenie železničnej osobnej dopravy	92
7.1.1 Odstránenie úzkych miest.....	94
7.1.2 Modernizácia traťového zvršku a spodku.....	94
7.1.3 Modernizácia a peronizácia železničných staníc a zastávok.....	94
7.2 Osobné zastávkové vlaky.....	95
7.3 Koordinácia prímestskej autobusovej dopravy	95
7.4 Prestupné väzby a nadväzná doprava	95

8 ZHODNOTENIE NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ.....	97
8.1 Návrh využitia alternatívnych pohonov.....	97
8.2 Návrh konceptu organizácie dopravy	98
9 ZÁVER	99
ZOZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÝCH ZDROJOV	101
ZOZNAM OBRÁZKOV	107
ZOZNAM TABULIEK	108
ZOZNAM GRAFOV	110
ZOZNAM PRÍLOH	111

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

AD	autobusová doprava
BEMU	batériová elektrická jednotka (battery electric multiple unit)
EAO	ekonomicky aktívne osoby
EN	EuroNight (komerčná kategória vlaku)
GVD	grafikon vlakovej dopravy
HKV	hnacie koľajové vozidlo
HMU	vodíková jednotka (hydrogen multiple unit)
CHKO	chránená krajinná oblasť
IAD	individuálna automobilová doprava
IDS	integrovaný dopravný systém
KCP	knižný cestovný poriadok
MHD	mestská hromadná doprava
PAD	prímestská autobusová doprava
PZZ	priecestné zabezpečovacie zariadenie
REX	RegionalExpres (komerčná kategória vlaku)
SODB	Sčítanie obyvateľov, domov a bytov
SZZ	staničné zabezpečovacie zariadenie
ŠÚ SR	Štatistický úrad Slovenskej republiky
TEN-T	transeurópska dopravná sieť
TK	temeno koľajnice
TZZ	traťové zabezpečovacie zariadenie
TTP	tabuľka traťových pomerov
vkm	vlakokilometer
ZSSK	Železničná spoločnosť Slovensko
ZZ	zabezpečovacie zariadenie
ŽD	železničná doprava
ŽSR	Železnice Slovenskej republiky
žst	železničná stanica

1 ÚVOD

Železničná doprava je s narastajúcou mobilitou obyvateľstva a zlepšením jej dostupnosti v poslednom desaťročí čoraz obľúbenejším módom osobnej dopravy. Na to, aby bola konkurencieschopná je potrebné zaistiť jej dostatočné financovanie, energetickú a ekonomickú efektívnosť, podporu jej ďalšieho rozvoja a investícií do infraštruktúry, organizácie dopravy a v neposlednom rade do zlepšenia jej dopadu na životné prostredie. Je našou povinnosťou sa zamerať v najbližších rokoch na zníženie emisií, ochranu životného prostredia a dekarbonizovať energetický tok k cieľu klimatickej neutrality a udržateľnosti železničnej dopravy.

Železničné spojenie Košice – Humenné je dôležitou súčasťou železničnej siete východného Slovenska naprieč dvoma historickými regiónmi Abov a Zemplín. Toto spojenie prechádza dvoma železničnými traťami č. 190 a č. 191 (podľa platného KCP od 12.12.2021), ktoré sú spravované štátnou organizáciou, Železnice Slovenskej republiky. Spojenie spája metropolu východu, krajské mesto Košice, s okresnými mestami Trebišov, Michalovce a Humenné. Dĺžka tohto spojenia je 97,4 km a najvyššia traťová rýchlosť je 100 km/h. Trať č. 190 je dvojkolajná elektrizovaná hlavná trať prvej kategórie s veľkým celospoločenským významom a je súčasťou piateho paneurópskeho železničného koridoru a TEN-T Z koridoru. Trať č. 191 je jednokolajná čiastočne elektrizovaná hlavná trať s rýchlíkovou dopravou nadregionálneho významu. Riešené železničné trate majú normálny európsky rozchod 1435 mm.

Výstavba oboch tratí začala koncom 19. storočia. Rakúsko-Uhorsko potrebovalo dopravne prepojiť oblasť Haliča a južné regióny monarchie aby sa zvýšila hospodárska vyspelosť regiónu. Prvý úsek z Michalían do Humenného bol dokončený v roku 1871. Trať z Košíc cez Slanské vrchy do Čiernej nad Tisou nadväzovala na Košicko-Bohumínsku železnicu a prvé úseky boli dokončené v roku 1872. Po roku 1873 a dokončení tratí vzniká prepojenie z Košíc do Humenného s úvratou v žel. stanici Michalany. Dlhá cestovná doba medzi Košicami a Trebišovom kvôli zachádzke do Michalían a úvraty si vyžiadala v 80. rokoch 20. storočia stavbu priamej spojky, ktorá odbočuje z trati č. 190 vo výhybni Slivník a pripája sa na trať č. 191 v Trebišove. (1)

V súčasnosti je úsek Košice - Humenné elektrizovaný jednosmernou sústavou 3 kV od žst. Košice po odbočku Bánovce nad Ondavou čo tvorí 63% z celkovej trasy, ďalej je trať neelektrizovaná, čo vytvára potrebu nasadenia koľajových vozidiel nezávislej (motorovej) trakcie. Relácia Košice – Humenné je v súčasnosti obsluhovaná regionálnymi osobnými vlakmi komerčnej kategórie REX v dvojhodinovom takte oboma

smermi doplnenými o dva páry diaľkových nočných vlakov komerčnej kategórie EN a R. Všetky vlaky osobnej dopravy sú od GVD 2015/2016 vedené v celej svojej trase HKV nezávislej trakcie z dôvodu úspory jazdného času a ekonomických dôvodov, čo je z ekologického pohľadu značne nevyhovujúci stav.

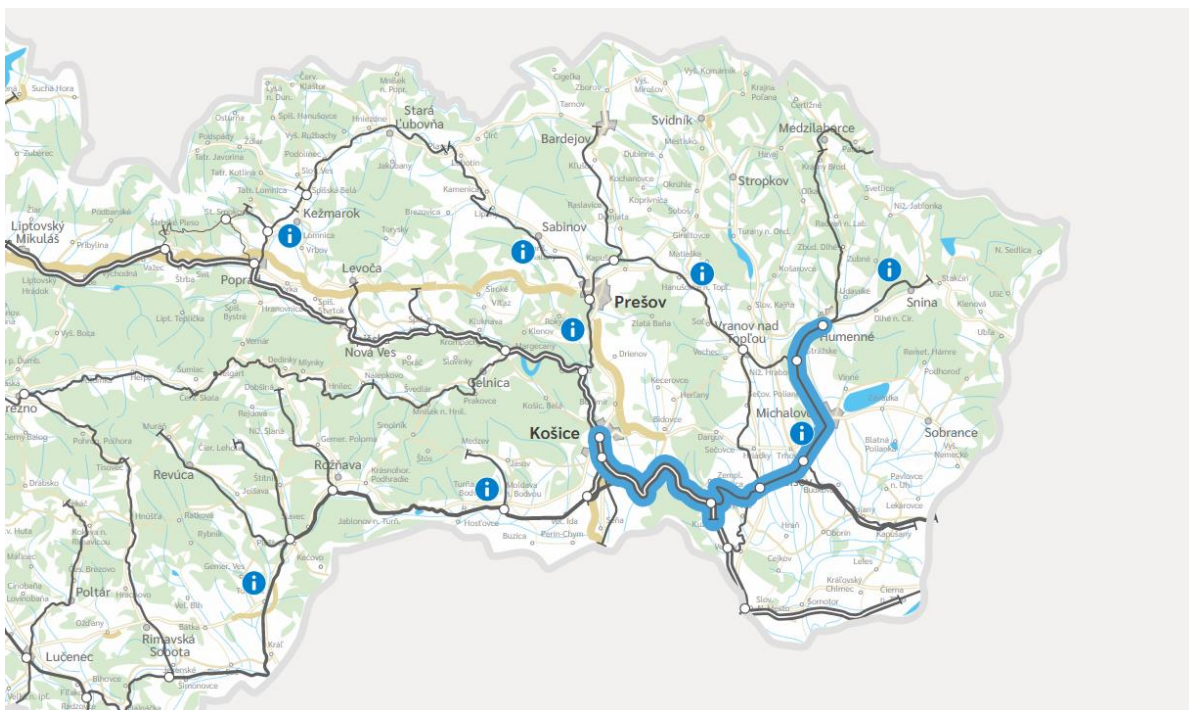
Podľa cieľov Strategického plánu rozvoja dopravy do roku 2030 je jedným z piatich globálnych cieľov aj zníženie negatívnych enviromentálnych a negatívnych socioekonomických dopadov dopravy a znižovanie počtu konvenčne poháňaných dopravných prostriedkov, resp. využívanie alternatívnych palív. (2) Práve železničná doprava je jednou z oblastí kde sa alternatívne palivá a pohony môžu uplatniť a spoločne s prenesením dopravnej záťaže priniesť nízkoemisnú mobilitu. Najväčším impulzom vývoja nových technológií pohonu koľajových vozidiel sú aj efektívne možnosti uskladnenia elektrickej energie v moderných akumulátoroch, a teda možnosť napájania elektrických pohonov nielen z pevného trakčného vedenia ale aj z prídavných akumulátorov mimo elektrizovaný úsek.

Táto bakalárska práca sa zaoberá preverením možností využitia železničných koľajových vozidiel s alternatívnym pohonom v riešenom železničnom spojení Košice – Humenné, ktoré má technické predispozície na využitie dvojzdrojových vozidiel s ohľadom na aktuálne dostupné technické možnosti na súčasnom trhu v porovnaní s plánovanou elektrizáciou trate. V jednotlivých častiach je vypracovaná analýza prepravných dopytov a vzťahov v regióne, ktorým spojenie prechádza, analýza súčasného stavu železničnej infraštruktúry vrátane koncepčného návrhu stavebných a prevádzkových opatrení na trati s cieľom zlepšenia podmienok v osobnej železničnej doprave, zvýšenie technologickej a technickej úrovne a návrh organizácie nadväznej dopravy. Cieľom je zhodnotenie konceptu nízko emisného dopravného spojenia a návrhových variant.

Použité označenie tratí vychádza z knižného cestovného poriadku (KCP) platného od 12.12.2021. Počty obyvateľov jednotlivých územných celkov a obcí sú uvádzané k 31.12.2021. Použité informácie o prevádzke železničnej osobnej a nákladnej dopravy sú čerpané z GVD platného od 12.12.2021.

2 POPIS OBLASTI

Železničné spojenie Košice – Humenné je súčasťou dvoch železničných tratí na východnom Slovensku, konkrétne trate č. 190 (Košice – Čierna nad Tisou) a č. 191 (Medzilaborce – Michalany / spojka Trebišov – Výh. Slivník). Začiatok spojenia sa nachádza v krajskom meste Košice v Košickom kraji a ďalej pokračuje cez Krásnu nad Hornádcom, Čelovce, Trebišov, Bánovce nad Ondavou, Michalovce, Strážske až do Humenného, ktoré leží v Prešovskom kraji. Spojenie má celkovú dĺžku trate 97,4 km. Na Obrázku 1 je možné vidieť polohu a vedenie trate územím. Riešené spojenie je vyznačené modrou farbou. Celkovo sa nachádza na tejto trase 15 dopravní s koľajovým rozvetvením a 9 železničných zastávok.



Obrázok 1 - Mapa železničnej siete východného Slovenska (autor s využitím (3))

2.1 Geografia a charakteristika riešeného územia

Železničné trate spojenia sú trasované územím Košického kraja a Prešovského kraja, prevažná časť trasy (93 %) je na území Košického kraja od žst. Košice po žst. Strážske a do územia Prešovského kraja spadá zastávka Brekov spolu so žst. Humenné. Trať prepája krajské mesto Košice s tromi okresnými mestami Trebišov, Michalovce a Humenné.

Z geomorfologického hľadiska je trať vedená od Košickej kotliny cez Slanské vrchy, Východoslovenskú pahorkatinu, veľká časť trasy je vedená Východoslovenskou rovinou a končí v Humenských vrchoch, ktoré sú súčasťou Vihorlatských vrchov. (4)

Košický kraj s rozlohou 6 754,3 km² sa rozprestiera na juhovýchode Slovenskej republiky a zaberá 13,8 % jej územia. Počtom obyvateľov je druhý, rozlohou štvrtý najväčší na Slovensku. Na juhu hraničí s Maďarskou republikou, na východe s Ukrajinou republikou, na severe s Prešovským a na západe s Banskobystrickým krajom. (5)

2.2 Demografické východiská riešenej oblasti

Košický kraj patrí k jedným z hustejšie osídlených regiónov, na 1 km² pripadalo v roku 2021 priemerne 115,82 obyvateľov, celkový počet obyvateľov je 782 216 osôb. Jednoznačne k najhustejšie osídlenej oblasti kraja patria štyri okresy ležiace na území mesta Košice. Košice s rozlohou 24 277 ha majú hustotu obyvateľstva 936,94 obyvateľov na km². S menšou hustotou sú mestá Michalovce kde je 686,48 obyvateľa na km² a Trebišov s hustotou 328,92 obyvateľa na km². Obyvateľstvo kraja je oproti slovenskému priemeru relatívne mladšie. Priemerný vek obyvateľov v roku 2019 bol 39,8 rokov. Obyvateľstvo v produktívnom veku (15-64 roční) tvorí celkovo 67,5 %. Väčšia časť obyvateľstva (54,5 %) žije v mestách. (6)

Obec Humenné patrí do Prešovského kraja a taktiež dosahuje vysokú hustotu obyvateľov na km² vzhľadom na rozlohu obce.

Tabuľka 1 : Vybrané údaje vybraných obcí riešenej oblasti v roku 2021 (autor na základe (7) a (8))

Mesto	Obyvateľstvo	Rozloha (ha)	Hustota obyv. na km ²
Košice	227 458	24 277	936,94
Trebišov	23 077	7 016	328,92
Michalovce	36 253	5 281	686,48
Humenné	30 925	2 863	1 080,16

2.3 Socioekonomický popis riešeného územia

V Košickom kraji je väčšina pracovných príležitostí sústredených do krajského mesta a jeho prilahlého okolia, z toho vyplýva aj pohyb obyvateľstva a každodenné dochádzanie za prácou aj zo širokého okolia. Odľahlejšie okresy vykazujú dlhodobý problém a neponúkajú adekvátny počet pracovných príležitostí. V roku 2019 podiel ekonomicky aktívneho obyvateľstva predstavoval 46,9 % a miera nezamestnanosti sa pohybovala na hranici 7,9 %. (5) Nezamestnanosť mala dlhodobý klesajúci trend, avšak je možné očakávať zmenu príchodom pandémie v roku 2020 a pravdepodobným rastom nezamestnanosti kedy bola obmedzená alebo pozastavená podnikateľská činnosť v rôznych sektoroch. Pre lepšiu prehľadnosť sú ďalej v práci jednotlivé okresy rozdelené.

2.3.1 Okres Košice I, II, III, VI

Košice sú metropolou východného Slovenska a predstavujú dôležité centrum politického, hospodárskeho a kultúrneho života. Jedná sa o druhé najväčšie mesto na Slovensku s počtom obyvateľov 227 458, ktoré tvorí s priľahlými sídlami Košickú aglomeráciu, celkovo s približne 368 tis. obyvateľmi. Mesto patrí medzi najväčšie urbanizované oblasti na Slovensku, je sídlom troch univerzít a jednej vysokej školy, ako aj fakúlt iných vysokých škôl. Mesto poskytuje úplnú občiansku vybavenosť a je taktiež vyhľadávanou turistickou lokalitou najmä kvôli historickému jadrú a pamiatkovej rezervácii.

V doprave zohráva významnú úlohu v prepojení východ – západ, kde tvorí spojnicu medzi západnou a strednou Európou na jednej strane a Ukrajinou (80 km) a Ruskom na strane druhej aj prostredníctvom širokorozchodnej železničnej trate, po ktorej sa dopravuje železná ruda. Košice majú medzinárodné letisko, ktoré je pre spádovú oblasť celého východného Slovenska a sprostredkúva letecké spojenie so západnou a stredovýchodnou Európou. Verejnú dopravu v meste zabezpečuje mestský dopravný podnik, ktorý prevádzkuje spolu 65 liniek MHD z toho 15 električkových a 50 autobusových. Železničná stanica Košice vo východnej časti širšieho centra je hlavnou stanicou mesta, na ktorého území sa nachádzajú aj železničné stanice Barca, Krásna nad Hornádom a železničné zastávky Košice predmestie a Ťahanovce. V blízkosti železničnej stanice sa nachádza autobusová stanica zabezpečujúca dopravu na prímestských, štátnych i medzinárodných linkách.

Košice sú spojené severne diaľnicou D1 s Prešovom a celým severným ťahom v smere na Bratislavu, južne sú prepojené rýchlostnou cestou R4, ktorá smeruje k Maďarským štátnym hraniciam a rýchlostnou cestou R2 smerom juhozápadne na Rožňavu a južný hlavný ťah.

Veľké zastúpenie má v Košiciach priemyselná produkcia a stavebníctvo v oblastiach hutníckeho, elektroenergetického, strojárenského a stavebného priemyslu. Medzi najväčších zamestnávateľov v oblasti priemyslu a hutníctva patrí U. S. Steel Košice ako významný výrobca ocele a valcovaných výrobkov na európskej úrovni. V okrese je mnoho priemyselných parkov so zameraním na automobilový a technický priemysel. V súčasnosti sa Košice profilujú aj ako centrum špičkových informačných a telekomunikačných technológií a kreatívneho priemyslu. V meste sa nachádzajú zdravotnícke zariadenia s pôsobnosťou pre celé východné Slovensko vrátane Univerzitnej nemocnice Louisa Pasteura a iných špecializovaných zariadení. (9)

Medzi najvýznamnejšie železničné trate v okrese patria trate č. 180 (Žilina – Poprad-Tatry – Kysak – Košice), č. 190 (Košice – Michalany – Čierna n./Tisou) a č. 169 (Košice – Čaňa št. hr.), ktoré sú hlavnými traťami 1. kategórie s medzinárodnou dopravou, a ďalej trať 2. kategórie č. 160 (Zvolen – Jesenské – Košice).

2.3.2 Okres Košice-okolie

Okres Košice-okolie je svojou rozlohou 1 541,33 km² druhým najväčším okresom na Slovensku. Na území sa nachádza viac ako 750 km² poľnohospodárskej pôdy, čo tvorí viac ako 48 % z celkovej výmery. Historicky je okres začlenený pod región Abov. Počet obyvateľov v roku 2021 predstavoval 129 237 obyvateľov s hustotou zaľudnenia 83,85 obyvateľov na km². Okres svojím tvarom obkolesuje mesto Košice avšak nedisponuje svojim vlastným okresným mestom. Južná časť okresu tvorí hranicu s Maďarskom. Jadro územia tohto okresu leží v Košickej kotline, na východe doňho zasahuje časť Slanských vrchov, na západe časť Volovských vrchov a Čiernej hory, ktoré sú súčasťou Slovenského Rudohoria, na juhozápade zasahuje do Bodvianskej pahorkatiny a Slovenského krasu. Košická kotlina a nižšie položené miesta patria do teplej klimatickej oblasti. Východnou časťou okresu preteká rieka Hornád, v západnej časti okresu majú svoje korytá rieky Bodva a Ida. V okrese Košice-okolie sú 2 mestá (Medzev a Moldava nad Bodvou) a 112 obcí.

Okresom prechádza úsek diaľnice D1 s dĺžkou 18,4 km spájajúci mestá Košice a Prešov s pokračovaním na Bidovce. Na území okresu Košice-okolie sa nachádza časť rýchlostnej komunikácie R4 spájajúca krajské mesto Košice so štátnou hranicou Maďarska pri obci Milhošť, s napojením na diaľničnú sieť Maďarska a Budapešť. V okrese je vybudovaných 96,67 km ciest 2. triedy a 391,86 km ciest 3. triedy.

Verejnú dopravu v okrese zabezpečuje Košický samosprávny kraj (prímestskú autobusovú dopravu) a Ministerstvo dopravy (regionálnu železničnú dopravu). (10)

Rozvinutá je železničná infraštruktúra, cez okres prechádzajú železničné trate č. 180 (Košice – Žilina), č. 160 (Košice – Zvolen), č. 188 (Košice – Prešov), č. 190 (Košice – Čierna nad Tisou) a č. 169 (Košice – Čaňa št. hr.), zároveň cez územie prechádza širokorozchodná trať z Ukrajiny do Košíc.

Medzi hlavné problémy okresu patrí oblasť vzdelávania. Počet školských a predškolských zariadení a ich kapacita je nedostatočná, a tak je ako riešenie častokrát volené dochádzanie do škôl v krajskom meste Košice. Najväčší podiel ekonomicky aktívneho obyvateľstva je zamestnaných v priemyselnom odvetví, verejnej správe

a v obchode. Viac ako 35 % ekonomicky aktívnych osôb odchádza z okresu do zamestnania do iných okresov, najviac však do krajského mesta Košice.

Nižšie je stručný socioekonomický popis obcí napojených na železničnú infraštruktúru riešených tratí, ktoré patria do okresu Košice-okolie.

Nižná Myšľa

Obec vzdialená od Košíc 15 km leží na južnom okraji centrálnej časti Košickej kotliny. Rozloha obce je 12,61 km² a počet obyvateľov v roku 2021 bol 1568 (7). V obci sa nachádza archeologické nálezisko z doby bronzovej a múzeum. Doprava do obce je zabezpečená cestou II/552, ktorá vedie severne od obce a tvorí spojenie s krajským mestom Košice. Na okraji obce sa nachádza železničná stanica trate č. 190, ktorá je vzdialená približne 650 m od centra obce. Do obce je zavedená aj prímestská autobusová doprava, ktorú zabezpečuje dopravca Eurobus a.s.

Vyšná Myšľa

Obec zaberá rozlohu 8,87 km² s počtom 957 obyvateľov v roku 2021 (7) . Obec leží na úpätí Slanských hôr medzi riekou Olšavou na mierne sklonenom svahu. V obci sa nachádza 1 predškolské zariadenie, malé potraviny a obecná knižnica. Do obce vedie jediná prístupová cesta tretej triedy č. 3370 s napojení na cestu II/552. Na okraji obce sa nachádza železničná zastávka trate č. 190 vzdialená približne 500 m od centra obce. Do obce je zavedená aj prímestská autobusová doprava, ktorú zabezpečuje dopravca Eurobus a.s.

Bohdanovce

Obec leží juhovýchodne od krajského mesta Košice vzdialená 12 km. V obci žilo v roku 2021 1127 (7) obyvateľov a rozloha obce je 5,94 km². V blízkosti obce sa severne od nej nachádzajú menšie obce Blažice a Nižný Čaj. V obci sa nachádza križovatka dvoch ciest, konkrétne II/552 a II/576. Doprava je zabezpečená prímestskou autobusovou dopravou, ktorú zabezpečuje dopravca Eurobus a.s. a Arriva Michalovce, a.s. Na okraji obce sa nachádza železničná zastávka na trati č. 190 vzdialená približne 570 m od centra obce, avšak jej nedostatočná prístupnosť a chýbajúce osvetlenie odrádza cestujúcich od jej aktívneho využívania.

Ruskov

Obec leží na východnom okraji Košickej kotliny vo vzdialenosti 21 km od Košíc. Katastrálne územie má výmeru 20,21 km² z čoho zaberá 35 % poľnohospodárska pôda.

V súčasnosti žije v obci 1572 obyvateľov (7). Obec má základné občianske vybavenie vrátane zdravotného strediska, základnej a materskej školy, pošty a viacerých potravín. Cez obec prechádza cesta II/576 (Bohdanovce – Čemerné). Doprava do obce je zabezpečená autobusmi dopravcu Eurobus a.s. a železničnou traťou č. 190. Železničná stanica Ruskov je vzdialená od centra obce približne 950 m. V blízkosti obce sa nachádza kameňolom, ktorý prevádzkuje spoločnosť PK Doprastav, a.s.

Slanec

Obec sa nachádza na rozhraní Východoslovenskej pahorkatiny a Slanských vrchov vzdialená približne 27 km od Košíc. V blízkosti sa nachádza zrúcanina hradu Slanec vďaka čomu je obec celoročne navštevovaná turistami. V obci žije 1489 obyvateľov (7) a rozloha obce je 20,46 km². Okolo Slanca preteká rieka Roňava. V blízkosti obce sa nachádza lom prevádzkovaný spoločnosťou VSK Mineral s.r.o. Cez obec vedie cesta II/552. Obec disponuje základným občianskym vybavením vrátane základnej a materskej školy, potravinami, lekárnou a reštauráciami. Doprava do obce je zabezpečená autobusovou dopravou spoločnosťou Arriva Michalovce a.s. a Eurobus a.s. Vo vzdialenosti 1100 m od centra obce sa nachádza železničná stanica Slanec na trati č. 190. Od železničnej stanice sa vo vzdialenosti 2 km nachádza menšia obec Slančík s počtom obyvateľov 201 (7), ktorá bola v minulosti súčasťou obce Slanec, do obce je zavedená autobusová doprava spoločnosťou Eurobus a.s.

Kalša

Obec je situovaná na juhovýchodnom úpätí Slanských vrchov v Podslanskej pahorkatine. Katastrálne územie obce má 4,63 km² a počet obyvateľov v roku 2021 bol 724. Do obce vedie cesta tretej triedy č. 3374 a na okraji obci vedie železničná trať č. 190. Vo vzdialenosti 660 m od centra obce sa nachádza železničná zastávka Kalša. Doprava do obce je zabezpečená aj autobusovou dopravou spoločnosťami Eurobus a.s. a Arriva Michalovce a.s.

2.3.3 Okres Trebišov

Okres Trebišov sa nachádza v juhovýchodnej časti Slovenska v Košickom kraji a susedí s tromi okresmi, konkrétne Košice – okolie, Michalovce a Vranov nad Topľou. Jeho celková rozloha je 1073,48 km². Južne tvoria hranice okresu štátnu hranicu s Maďarskom a východne s Ukrajinou, ktorá je zároveň Schengenskou hranicou. Celkovo pod okres spadajú 82 obcí z toho 4 mestá, a to Čierna nad Tisou, Sečovce, Kráľovský Chlmec a okresné

mesto Trebišov. Celkovo žije v okrese 103 687 obyvateľov (7) a priemerná hustota zaľudnenia je 98 obyvateľov na km².

Najväčšou riekou územia je Bodrog, ktorý vzniká sútokom riek Ondava a Latorica, čiastočne vytvárajúce hranice okresu. Prírodné hranice okresu tvoria okrem riek na juhu Zemplínske vrchy a na západe Slanské vrchy. Na juhovýchode preteká na krátkom úseku Tisa. V okrese sa nachádza CHKO Latorica a v jej oblasti 18 chránených území. Územie okresu tvoria vo významnej miere poľnohospodárske pôdy, na ktorých sa pestuje najmä jačmeň, pšenica, cukrová repa a kukurica. (11)

Z hospodárskeho hľadiska v okrese dominuje potravinársky priemysel, ktorý je prevažne sústredený v meste Trebišov. V južnej oblasti dominuje časť tokajskej vinohradníckej oblasti a ovocné sady. Nezanedbateľnú mieru má aj železničné odvetvie, v Čiernej nad Tisou sa nachádza prekladisko tovarov a vagónov medzi širokorozchodnou traťou a traťou s normálnym európskym rozchodom na hraniciach s Ukrajinou. Turisticky je najatraktívnejšia Tokajská vinohradnícka oblasť a lužné lesy pri Latorici.

Cestná infraštruktúra okresu disponuje cestami I. triedy o dĺžke 99,025 km, konkrétne cesta I/19 medzinárodného významu (Dargov – hranica okresu Trebišov – Michalovce) a I/79, ktorá tvorí základnú komunikačnú sieť (Vranov nad Topľou – Čierna). Zvyšnú časť cestnej infraštruktúry tvoria cesty 2. a 3. triedy o dĺžke 367,63 km. Plánovaná je výstavba diaľničného spojenia ktoré zasiahne aj do územia okresu Trebišov, diaľnice D1 pozdĺž cesty I/19 od Bidoviec po hranicu s Ukrajinou. (12)

Železničná doprava tvorí v okrese významnú úlohu, a to najmä trať č. 190 do Čiernej nad Tisou, najväčšieho suchozemského prístavu Slovenska, kde sa nachádza prekladisko tovarov v smere na Ukrajinu a opačne. V okrese vedú ešte trate č. 191 (Michalany – Trebišov – Lupków PL), koľajová spojka Trebišov – výhybňa Slivník a trať č. 192 (Trebišov – Sečovce – Vranov nad Topľou, ktorá je v súčasnosti bez osobnej dopravy. Z časti pozdĺž trate č. 191 a č. 195 vedie širokorozchodná trať, ktorá prepája železiarne pri Košiciach s Ukrajinou.

Medzi najväčšie problémy okresu patrí nezamestnanosť, ktorá sa dlhodobo drží vysoko nad priemerom Slovenskej republiky. V roku 2019 eviduje Štatistický úrad SR 11,02 % nezamestnanosť čo je viac ako dvojnásobok priemeru celej Slovenskej republiky. (13)

Nižšie je stručný socioekonomický popis obcí napojených na železničnú infraštruktúru riešených tratí, ktoré patria do okresu Trebišov.

Čelovce

Obec sa nachádza vo vzdialenosti približne 7 km od mesta Trebišov. V roku 2021 má evidovaných 550 obyvateľov (7) a katastrálnu výmeru územia 13,27 km². Cez obec je vedená cesta II/552 a doprava do obce je zabezpečená autobusovou dopravou spoločnosťou Arriva Michalovce a.s. a Eurobus a.s. Od stredu obce je vo vzdialenosti približne 1100 m železničná výhybňa Čelovce trate č. 191. Od obce je prístup k železničnej výhybni s nástupištami pre cestujúcich zabezpečený cestou III/3676 bez spevnených krajníc, čím sa železničná výhybňa stáva pre cestujúcu verejnosť pomerne málo atraktívnou a nevyužívanou.

Trebišov

Mesto Trebišov je svojou polohou situované ako centrum južného regiónu Zemplín. Rozprestiera sa v juhozápadnej časti Východoslovenskej nížiny. Od krajského mesta Košice je vzdialené približne 35 km a od okresného mesta Michalovce približne 20 km. V roku 2021 žilo v meste 23 077 obyvateľov a hustota osídlenia bola 328,92 obyvateľa na km² (7). Mesto má plnú občiansku vybavenosť vrátane 5 základných a 5 stredných škôl, nemocnice, divadla, knižnice a múzeí.

Cez mesto vedie cesta prvej triedy I/79 (Vranov nad Topľou – Slovenské Nové Mesto). Mesto má zabezpečenú aj mestskú hromadnú dopravu tromi autobusovými linkami dopravcu Arriva Michalovce a.s. V blízkosti centra mesta sa nachádza dobre situovaná autobusová a železničná stanica na trati č. 191. Súbežne s traťou č.191 je vedená aj širokorozchodná trať. S súčasnosťou prebieha v predstaničných priestoroch výstavba terminálu integrovanej osobnej prepravy.

Nosným odvetvím je spracovateľský priemysel so zameraním na spracovanie kovov a potravinárska výroba s významným zastúpením cukrovínok a spracovaním čokolády. Rozvinutý je aj stavebný priemysel a výroba stavebných hmôt.

2.3.4 Okres Michalovce

Okres Michalovce zaberá územie o rozlohe 1019,26 km² ohraničené severne Vihorlatskými vrchmi a na juhu prirodzenou hranicou, riekou Latorica. Okres susedí so štyrmi okresmi, na východe s okresom Sobrance a z časti aj Ukrajinou, na severe s okresom Humenné a západne s okresmi Trebišov a Vranov. V okrese žije 108 520 obyvateľov a priemerná hustota zaľudnenia je 106,47 obyvateľov na km². Celkovo pod okres spadá 75 obcí a 3 mestá, konkrétne Strážske, Veľké Kapušany a okresné mesto Michalovce.

Zo severu na juh preteká územím rieka Laborec, do ktorej sa vlieva rieka Uh a na juhu ústi Laborec do Latorice. Západným okrajom okresu preteká rieka Ondava, na ktorej sa nachádza vybudovaná vodná nádrž Zemplínska Šírava. Z celkovej rozlohy okresu tvorí približne 70 % poľnohospodárska pôda. Pestuje sa najmä pšenica a jačmeň. Prioritnými odvetvami živočíšnej výroby je chov hovädzieho dobytku a ošípaných. Na území okresu sa nachádzajú dve krajinné oblasti, konkrétne CHKO Latorica a CHKO Vihorlat, 3 národné prírodné rezervácie a 7 prírodných rezervácií.

Najväčšie zastúpenie má v okrese chemický, elektrotechnický, strojársky a potravinársky priemysel so sídlami najmä v okresnom meste. V chemickom priemysle dominuje najväčší podnik v okrese – Chemko Strážske a.s., ktorý vyrába široký sortiment chemických výrobkov. Okres sa významne podieľa na produkcii elektrickej energie, vo Vojanoch sa nachádza tepelná elektrárňa. Turizmus sa sústreďuje do strediska cestovného ruchu, Zemplínskej šíravy, vodná nádrž poskytuje priaznivé podmienky na vodné športy, kúpanie a rybolov. Rekreačnú v jednotlivých strediskách ponúkajú chatové osady, hotely a súkromné penzióny. (14)

Základnú cestnú sieť tvoria cesty prvej triedy I/19, I/18 a I/74 o celkovej dĺžke 48,9 km spoločne s cestami druhej triedy o celkovej dĺžke 144,9 km, ktoré sú pomerne vhodne trasované územím, a pokrývajú rovnomerne celý okres. Plánovaná je aj výstavba diaľnice, ktorá bude pokračovať a priamo nadväzovať na diaľnicu D1 od Bidoviec až po hranice s Ukrajinou pričom by výrazne urýchlila spojenie Michalovce – Košice a prispela k hospodárskej integrácii územia. V okrese je vysoká intenzita dopravy na trase Košice – Michalovce – Strážske.

Cez okres prechádza jednokolejná železničná trať č. 191 (Michalany – Trebišov – Michalovce – Strážske – Humenné – Lupkóv PL), trať č. 195 (Bánovce nad Ondavou – Veľké Kapušany) a širokorozchodná trať (Užhorod – Haniska pri Košiciach). Dôležitými železničnými uzlami sú Bánovce nad Ondavou a Strážske.

Medzi problémy okresu patrí pomerne dlhodobá vysoká nezamestnanosť oproti celoslovenskému priemeru. V roku 2019 bol podiel nezamestnaných 8,4 % oproti celoslovenskému priemeru 4,92 % (15). Druhým problémom je rast počtu obyvateľov v poproduktívnom veku (65 a viac) a pokles mladých obyvateľov resp. ich sťahovaním za prácou v rámci SR, ale i do zahraničia.

Nižšie je stručný socioekonomický popis obcí napojených na železničnú infraštruktúru riešených tratí, ktoré patria do okresu Michalovce.

Bánovce nad Ondavou

Obec leží uprostred Východoslovenskej nížiny medzi mestami Trebišov a Michalovce pri sútoku rieky Ondavy a Tople. V jej katastrálnom území o rozlohe 12,24 km² sa nachádza v nižších vrstvách zemný plyn. V obci žije 697 obyvateľov (7) a hustota osídlenia je 59,15 obyvateľa na km². V obci je zriadená materská škola. Prístup do obce je zabezpečený cestou II/554. Doprava do obce je zabezpečená autobusovou dopravou spoločnosťou Arriva Michalovce a.s., v obci sa nachádzajú 3 autobusové zastávky a vo vzdialenosti 2 km od centra obce sa nachádza železničná stanica na trati č. 191. Prístup k železničnej stanici je po ceste tretej triedy č. 3765.

Laškovce

Obec sa nachádza uprostred Východoslovenskej nížiny na odlesnenej Pozdišovskej pahorkatine. Katastrálne územie obce má rozlohu 3,31 km² a počet obyvateľov v roku 2021 bol 745 (7) s hustotou osídlenia 223,26 obyvateľa na km². Obec disponuje základnou školou, potravinami aj knižnicou. Vzdialenosť do okresného mesta Michalovce je 9 km. Obec je napojená cestou tretej triedy č. 3738 na cestu prvej triedy I/19. Obec je obsluhovaná autobusovou dopravou, ktorú zabezpečuje spoločnosť Arriva Michalovce a.s. Približne 200 m od stredu obce sa nachádza železničná zastávka Laškovce na trati č. 191.

Michalovce

Mesto Michalovce sú kultúrnym a hospodárskym centrom dolného Zemplína. Nachádzajú sa v severnej časti Východoslovenskej nížiny, ktorú zavlažuje stredný tok rieky Laborec. Katastrálna výmera územia mesta má 52,81 km² a žije tu 36 253 obyvateľov s hustotou osídlenia 686,48 obyvateľa na km². Krajské mesto Košice je vzdialené približne 50 km na západ od Michaloviec. Východne vo vzdialenosti približne 30 km od Michaloviec sa nachádza ukrajinské mesto Užhorod. V blízkosti mesta sa nachádza 3 km vzdialená vodná nádrž Zemplínska šírava, ktorá je hlavným turistickým a rekreačným centrom. Mesto má plnú občiansku vybavenosť vrátane nemocnice, 9 základných škôl, 9 stredných škôl a štyroch vysunutých pracovísk vysokých škôl.

Cestnú infraštruktúru mesta tvoria dve významné cesty prvej triedy I/19 (Košice – Vyšné Nemecké št. hranica s Ukrajinou), I/18 (Žilina – Prešov – Vranov nad Topľou – Michalovce) a cesty druhej triedy II/582 a II/555 s miestnymi komunikáciami. Prímestskú autobusovú dopravu primárne zabezpečuje dopravca Arriva Michalovce a.s. Mestská hromadná doprava je zabezpečená autobusmi dopravcom DZS – M.K. TRANS s.r.o., ktorú objednáva

mesto Michalovce. Dopravca prevádzkuje 12 denných autobusových liniek, ich trasy sú zvolené tak, aby obslúžili celé mesto. Sieť zastávok MHD je pomerne hustá. (16) V meste sa nachádza autobusová stanica resp. prestupný terminál, ktorý je spojený so železničnou stanicou Michalovce, ktorá leží na trati č. 191 (Michalany – Humenné – Lupków PL). Mesto Michalovce má aj železničnú zastávku Michalovce zastávka, ktorá sa nachádza taktiež na trati č. 191 v časti Močarany v blízkosti obce Krásnovce.

V meste prevláda elektrotechnický a strojársky priemysel ako aj výroba keramickej dlažby či potravinárska a textilná výroba.

Petrovce nad Laborcom

Obec sa nachádza v centrálnej časti Zemplínskeho regiónu a v severnej časti Východoslovenskej nížiny, približne vo vzdialenosti 5 km severne od okresného mesta Michalovce. Východným okrajom obce preteká rieka Laborec. V obci žije 1065 obyvateľov a celková katastrálna výmera územia obce je o rozlohe 10,22 km². Obcou prechádza cesta prvej triedy I/18 (Žilina – Prešov – Vranov nad Topľou – Michalovce) a vo vzdialenosti 1000 m od centra obce sa nachádza železničná výhybňa s nástupišťami pre cestujúcich, ktorá obsluhuje svojou polohou iba obecnú časť Ortaš. Železničná výhybňa sa nachádza na trati č. 191 (Michalany – Humenné – Lupków PL). Doprava do obce je zabezpečená prímestskou autobusovou dopravou, ktorú zabezpečuje dopravca Arriva Michalovce a.s. a SAD Humenné a.s.

Nacina Ves

Obec sa nachádza v laboreckom výbežku Východoslovenskej nížiny, na nánosovom vale rieky Laborec vo vzdialenosti približne 8 km severne od okresného mesta Michalovce. V obci žije 1808 obyvateľov a celková katastrálna výmera územia obce je o rozlohe 15,8 km². V obci sa nachádza základná škola, pošta a potraviny. Obcou prechádza cesta prvej triedy I/18 (Žilina – Prešov – Vranov nad Topľou – Michalovce) a vo vzdialenosti 750 m od centra obce sa nachádza železničná zastávka Nacina Ves. Železničná zastávka sa nachádza na trati č. 191 (Michalany – Humenné – Lupków PL). Doprava do obce je zabezpečená prímestskou autobusovou dopravou, ktorú zabezpečuje dopravca Arriva Michalovce a.s. a SAD Humenné a.s.

Pusté Čemerné

Obec leží v laboreckom výbežku Východoslovenskej nížiny vo vzdialenosti približne 12 km severne od okresného mesta Michalovce. V obci žije 366 obyvateľov a celková

katastrálna výmera územia obce je o rozlohe 6,68 km². Prístup do obce je zabezpečený cestami tretej triedy III/3731, ktorá vytvára napojenie na cestu I/18 v obci Voľa a cestou III/3735 (Strážske – Lesné). Doprava do obce je zabezpečená prímestskou autobusovou dopravou, ktorú zabezpečuje dopravca Arriva Michalovce a.s. Vo vzdialenosti približne 900 m od centra obce sa nachádza železničná zastávka Nacina Ves. Železničná zastávka sa nachádza na trati č. 191 (Michalany – Humenné – Lupków PL).

Strážske

Mesto Strážske leží v laboreckom výbežku Východoslovenskej nížiny s rozlohou 24,77 km² a počtom obyvateľov 4277 s hustotou osídlenia 172,67 obyvateľa na km². Cez územie preteká rieka Laborec, ktorá rozdeľuje mesto na časti Strážske a Krivošťany. Severná a západná hranica katastra mesta tvorí hranicu Košického a Prešovského kraja. Mesto má plnú občiansku vybavenosť vrátane zdravotnej starostlivosti, základnej školy a združenej strednej školy.

Základom cestnej infraštruktúry sú cesty prvej triedy I/18 (Žilina – Prešov – Vranov nad Topľou – Michalovce) a I/74 (Strážske – Humenné – Ubl'a št. hranica), mestská hromadná doprava zriadená nie je, objednávaná je len prímestská autobusová doprava, ktorú zabezpečujú dopravcovia SAD Humenné a.s. a Arriva Michalovce a.s. Mesto je dôležitou križovatkou železničnej dopravy. Severojužne prechádza trať č. 191 (Michalany – Michalovce – Humenné – Lupków PL) s odbočkou v juhozápadnej časti mesta na železničnú trať č. 193 (Kapušany pri Prešove – Vranov nad Topľou – Strážske). Od centra mesta sa vo vzdialenosti približne 1000 m nachádza železničná stanica Strážske, od ktorej vedie systém železničných vlečiek napojených na chemický priemyselný park.

Priemyselné centrum, ktorého jadrom je areál pôvodného priemyselného komplexu Chemko, sa v súčasnosti transformovalo na priemyselnú zónu, na ktorej sa nachádza viacero podnikateľských subjektov zaoberajúcich sa chemickým a strojárskym priemyslom.

Kataster mesta je dlhodobo považovaný za jadro enviromentálne zaťaženej zemplínskej oblasti, čo vyplýva zo sústredenia komplexov chemického a drevospracujúceho priemyslu v trojuholníku okresných miest. Znečistená oblasť v meste má rozlohu približne 10 km² a znečisťujúcou látkou sú polychlórované bifenyly (PCB). (17)

2.3.5 Okres Humenné

Okres sa nachádza v Prešovskom kraji na severovýchode Slovenska s okresným mestom Humenné a celkovou rozlohou 754,24 km² združuje 61 obcí. V okrese žije celkovo

59 535 obyvateľov s hustotou osídlenia 78,93 obyvateľa na km². Väčšia časť obyvateľstva, približne 56 % žije v meste Humenné. Na západe, severe a východe hraničí so 4 okresmi Prešovského kraja (Vranov nad Topľou, Stropkov, Medzilaborce a Snina) a na juhu s dvoma okresmi Košického kraja (Sobrance a Michalovce). Na severe, na úseku o dĺžke približne 4 km, ho ohraničuje štátna hranica s Poľskom. Povrch okresu je členitý, na jeho území sa rozprestierajú Vihorlatské vrchy, Beskydské predhorie, Ondavská vrchovina a Laborecká vrchovina.

Najväčšou riekou pretekajúcou okresom je Laborec, do neho sa vlievajú Výrava, Udava a Cirocha. Západnou časťou okresu preteká Olka a Ondavka. Na území okresu sa nachádzajú časti CHKO Vihorlat a Východné Karpaty a 6 národných prírodných rezervácií. (18)

V oblasti priemyslu dominuje v okrese najmä chemický a strojársky priemysel. Významný podiel má aj potravinársky priemysel a živočíšna výroba. Pestuje sa najmä pšenica, jačmeň, raž a ovos. Z hľadiska cestovného ruchu je najzaujímavejšia oblasť pohoria Vihorlat, no okres celkovo nie je významnou turistickou lokalitou.

Cestnú infraštruktúru v okrese tvorí cesta prvej triedy I/74 (Strážske – Humenné – Ublá št. hranica) o celkovej dĺžke 20,1 km a cesty druhej triedy (II/554 ; II/559 ; II/567) a tretej triedy o celkovej dĺžke 196,2 km. V okrese je zabezpečená prímestská autobusová doprava spoločnosťou SAD Humenné a.s. , Eurobus a.s. a Arriva Michalovce a.s.

Železničnú dopravu tvoria dve železničné trate, konkrétne č. 191 (Michalany – Michalovce – Humenné – Lupków PL) a č. 196 (Humenné – Stakčín). V úseku Humenné – Medzilaborce a Humenné – Stakčín sú trate regionálneho významu tretej kategórie s pravidelnou osobnou železničnou dopravou bez pravidelnej nákladnej dopravy.

Nižšie je stručný socioekonomický popis obcí napojených na železničnú infraštruktúru riešených tratí, ktoré patria do okresu Humenné.

Brekov

Obec sa nachádza vo vzdialenosti približne 6 km od okresného mesta Humenné v severnej časti Brekovskej brány. V obci žije 1332 obyvateľov a celková katastrálna výmera územia obce je o rozlohe 9,71 km². V blízkosti preteká rieka Laborec. Obec disponuje materskou a základnou školou . Prístup do obce je zabezpečený cestou prvej triedy I/74 a v jej blízkosti paralelne prechádza železničná trať č. 191. V obci sa nachádza dobre situovaná železničná zastávka Brekov a 4 autobusové zastávky prímestskej

autobusovej dopravy, ktorú zabezpečujú dopravcovia SAD Humenné a.s. a Arriva Michalovce a.s. V blízkosti obce sa nachádza lom spoločnosti VSK MINERAL s.r.o. kde sa ťaží kameň. Turisticky atraktívna je zrúcanina hradu Brekov, ktorý sa nachádza nad obcou.

Humenné

Mesto Humenné leží na severovýchode Slovenska na sútoku riek Laborec a Cirocha s rozlohou 28,63 km² a počtom obyvateľov 30 925 s hustotou osídlenia 1080,16 obyvateľa na km². Od krajského mesta Prešov je vzdialené 73 km a 83 km od Košíc. Mesto má plnú občiansku vybavenosť vrátane nemocnice, 9 základných škôl, 10 stredných škôl, rôznych kultúrnych a športových zariadení a múzeum.

Dopravnú infraštruktúru mesta tvoria najmä cesta 1. triedy I/74 (Strážske – Snina) a cesta 2. triedy II/559 (smer na Medzilaborce) spoločne s miestnymi komunikáciami. V meste je zabezpečená verejná doprava formou MHD, ktorú tvorí 6 denných autobusových mestských liniek, ktoré prevádzkuje dopravca DZS – M.K. TRANS s.r.o. V blízkosti centra mesta sa nachádza dobre situovaná odbočná železničná stanica Humenné na trati č. 191 (Michalany – Michalovce – Humenné – Lupków PL) s odbočnou traťou č. 196 (Humenné – Stakčín).

Z demografického hľadiska mesto ako aj jeho okolie trpí klesajúcim trendom počtu obyvateľov, čo spôsobuje vysťahovalectvo za prácou do ekonomicky atraktívnejších oblastí Slovenska a zahraničia.

3 ANALÝZA PREPRAVNÝCH VZŤAHOV

Pre potreby plánovania konceptu prevádzky vlakov s alternatívnym pohonom a rozsahu osobnej dopravy v riešenom regionálnom železničnom spojení je potrebné analyzovať dopravné správanie a prepravné prúdy obyvateľov v riešenom vymedzenom území ako aj v nadväzujúcej diaľkovej doprave. V tejto analýze sa zohľadňuje pravidelná denná dochádzka medzi sídlami v riešenom železničnom spojení, ktorá by mala byť smerodajná pri určovaní dopravného potenciálu tohto regionálneho železničného spojenia. Ďalej je pravidelná denná dochádzka porovnávaná s prepravným prieskumom v danom železničnom spojení z dostupných dát od dopravcu ZSSK a.s. na základe sledovania pohybu cestujúcich v jednotlivých tarifných bodoch sprevádzajúcim personálom vlaku.

3.1 Pravidelná dochádzka sídiel v riešenom železničnom spojení

Na základe dát ŠÚ SR z celoštátneho sčítania obyvateľov, domov a bytov v roku 2011 (SODB) bola vypracovaná matica dennej odchádzky a dochádzky (tabuľka č. 2) do zamestnania a škôl medzi riešenými sídlami, u ktorých sú tieto dáta známe. Do matice odchádzky a dochádzky boli zahrnuté všetky sídla, ktoré disponujú železničnou stanicou resp. zastávkou určenou pre nástup a výstup cestujúcich a nachádzajú sa v blízkosti riešených železničných tratí. Vynechané z matice odchádzky a dochádzky boli sídla a relácie, pre ktoré ŠÚ SR neposkytuje tieto dáta resp. je počet takýchto ciest nezaznamenaný v štatistikách SODB 2011. Tabuľka 2 je rozšírená aj o pravidelnú dochádzku do hlavného mesta Bratislava, ktorá je silná v pomere k ostatnej dennej dochádzke, a preto ju nemožno pre ďalšie potreby zanedbať. V tabuľke sa mesto Košice nerozdeľuje na obce, a je brané ako celok, z toho dôvodu nie je možné ďalej priradiť počty dochádzajúcich k jednotlivým staniciam a zastávkam v rámci územia mesta (Košice, Košice predmestie, Krásna nad Hornádom). Nakoľko SODB neuvádza použitý druh dopravy denne dochádzajúcich osôb, je možné brať počty dochádzajúcich iba ako potencionálnych cestujúcich v danom železničnom spojení.

Tabuľka 2 - Matica dochádzky medzi riešenými sídlami v železničnom spojení (autor na základe (19))

OBEC DOCHÁDZKY	OBEC ODCHÁDZKY																		
	Košice	Nižná Myšľa	Vyšná Myšľa	Bohdanovce	Ruskov	Slanec	Kalša	Čelovce	Trebišov	Bánovce nad Ondavou	Laškovce	Michalovce	Petrovce nad Laborcom	Nacina Ves	Pusté Čemerné	Strážske	Brekov	Humenné	Bratislava (hlavné mesto)
Košice	-	9	N	N	13	11	N	N	96	N	N	86	N	N	N	13	N	7	694
Nižná Myšľa	263	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Vyšná Myšľa	261	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Bohdanovce	260	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Ruskov	281	N	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Slanec	230	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Kalša	154	N	N	N	N	17	-	N	19	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Čelovce	23	N	N	N	N	N	N	-	48	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Trebišov	603	N	N	N	N	N	N	N	-	N	N	224	N	N	N	N	N	N	220
Bánovce nad Ondavou	22	N	N	N	N	N	N	N	2	-	N	137	N	N	N	N	N	N	4
Laškovce	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-	43	N	N	N	N	N	N	N
Michalovce	711	N	N	N	N	N	N	N	72	7	N	-	8	20	N	150	N	38	507
Petrovce nad Laborcom	9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	155	-	N	N	8	N	N	N
Nacina Ves	23	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	172	N	-	N	50	N	3	7
Pusté Čemerné	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	61	N	N	-	41	N	6	N
Strážske	46	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	294	N	7	N	-	N	96	34
Brekov	14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	23	N	N	N	33	-	168	13
Humenné	564	N	N	N	N	N	N	N	17	N	N	291	N	N	N	242	14	-	602
<i>Bratislava (hl. mesto)</i>	100	N	N	N	N	N	N	N	3	N	N	4	N	N	N	N	N	3	-

N – Relácia bez dostupných dát

Z matice dennej odchádzky a dochádzky do zamestnania a škôl vyplýva, že najsilnejšie denné prepravné prúdy v regióne sú medzi okresnými mestami a krajským spádovým centrom, mestom Košice, ďalej sú to cesty medzi okresnými mestami a cesty z obcí do okresných miest v rámci okresu. Silnú dochádzku do hlavného mesta Bratislava si môžeme vysvetliť ako dochádzanie vysokoškolských študentov do škôl a ekonomicky aktívnych osôb do zamestnaní na pravidelnej týždennej báze.

3.2 Prieskum frekvencie cestujúcich v riešenom železničnom spojení

Na riešených tratiach v železničnom spojení Košice – Humenné poskytuje verejnú osobnú dopravu národný dopravca ZSSK a.s. vlakmi dvoch kategórií REX (regionálne expresy) a diaľkovými rýchlikmi, ktoré pokračujú v smere Bratislava/Praha. Iní dopravcovia v danom železničnom spojení pravidelnú osobnú železničnú dopravu neprevádzkujú. Prieskum frekvencie cestujúcich sa z toho dôvodu týka výhradne vlakov dopravcu ZSSK a.s. vo vyššie spomenutých kategóriách vlakov.

3.2.1 Zdroje dát

Košický samosprávny kraj má vypracovaný strategický dokument, Plán udržateľnej mobility, ktorého cieľom je podrobná analýza dopravnej infraštruktúry a dopravných módov vrátane návrhu riešenia a organizácie dopravy v kraji. Súčasťou zverejneného dokumentu sú rozsiahle prílohy a dáta vrátane dopravných prieskumov a podkladových dát od dopravcov, z ktorých je v rámci tejto analýzy čerpané. (20)

Dopravca ZSSK a.s. uskutočnil dopravný prieskum zisťovania frekvencie cestujúcich sledovaním pohybu cestujúcich v jednotlivých tarifných bodoch sprevádzajúcim personálom vo všetkých spojoch v danom železničnom spojení. Prieskum bol realizovaný 19.-25. marca 2018 v bežnom pracovnom období mimo školských prázdnin a mimo skúškového obdobia vysokých škôl. Tieto dáta je možné považovať za nezasiahnuté celosvetovou pandémiou, ktorá výrazne ovplyvnila v rokoch 2020 až 2022 prepravné prúdy a frekvencie cestujúcich, a preto ich je možné považovať aj napriek časovému odstupu za stále relevantné.

3.2.2 Železničné spojenie Košice – Humenné v čase prieskumu

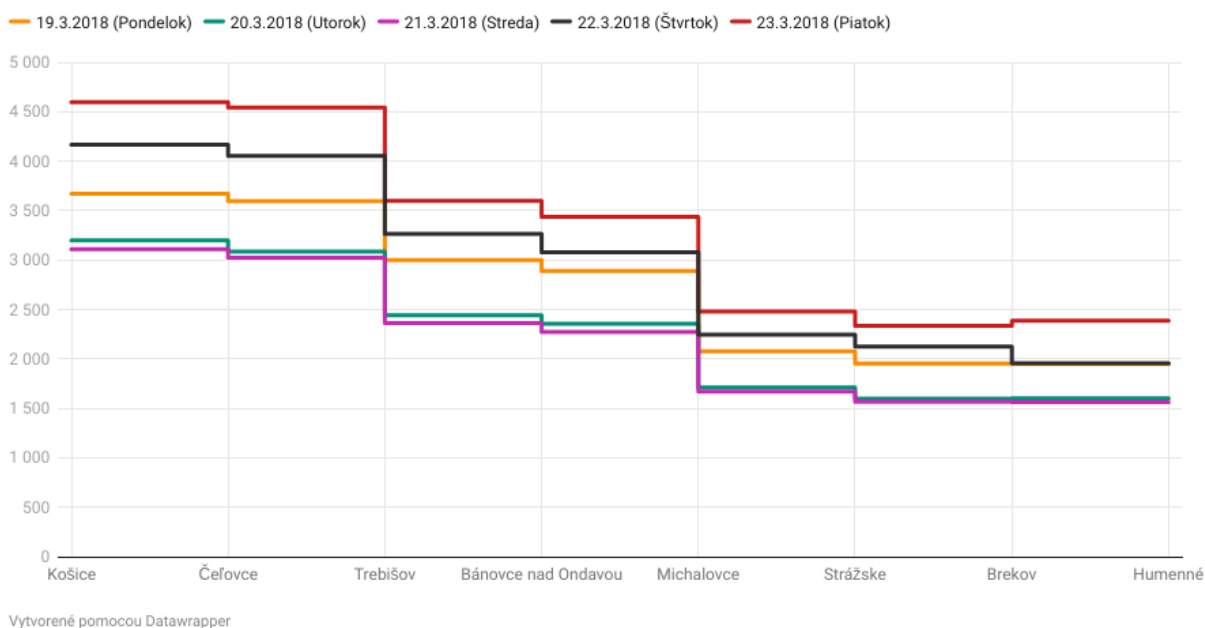
V čase prieskumu bolo železničné spojenie realizované vlakmi kategórie REX, R a EN ktoré zastavovali pre nástup a výstup cestujúcich v dopravných Košice, Košice predmestie, Čelovce (iba REX), Trebišov, Bánovce nad Ondavou, Michalovce, Strážske, Brekov (iba REX) a Humenné.

Tabuľka 3 - Počet vlakov v železničnom spojení Košice - Humenné v období prieskumu (03/2018) (na základe (20))

Smer	Kategória vlaku	Počet vlakov za deň			
		Pracovný deň	Sobota	Nedeľa	Školské prázdniny
Košice - Humenné	REX	8	6	6	8
	R/EN	2	2	2	2
Humenné - Košice	REX	8	6	6	8
	R/EN	2	2	2	2

3.2.3 Výsledky prieskumu

Po spracovaní dát z jednotlivých spojov bola vypracovaná variácia frekvencie cestujúcich v pracovné dni vo vlakoch kategórie REX, R a EN počas obdobia prieskumu medzi jednotlivými dopravňami (Graf 1). Graf 1 zohľadňuje počet cestujúcich prepravených v oboch smeroch medzi dopravňami za jeden pracovný deň. Výsledky z víkendových dní nie sú k dispozícii pre chýbajúce dáta z niektorých spojov.



Vytvorené pomocou Datawrapper

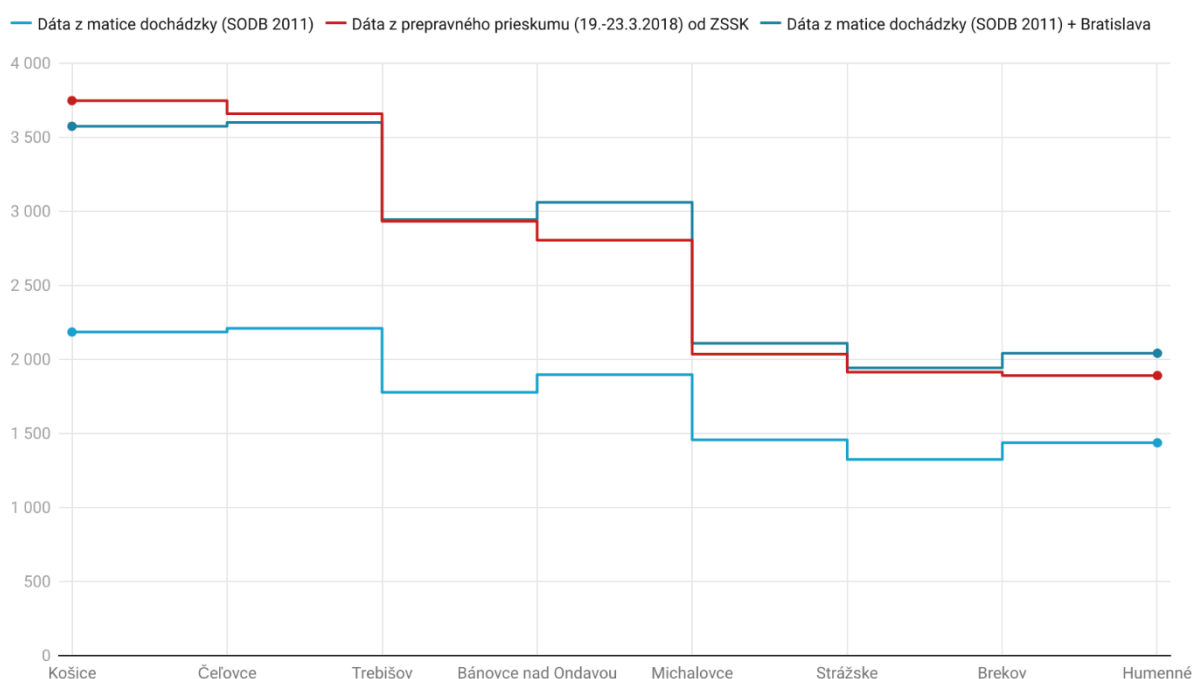
Graf 1 – Variácia frekvencie cestujúcich v pracovné dni (zdroj: vlastné spracovanie na základe dát z (20))

Z Grafu 1 vyplýva, že najsilnejšie prepravné prúdy sú dosahované počas pracovných dní v piatok, naopak najmenšia frekvencia cestujúcich je počas utorka a stredy. Najväčší rozdiel je možné pozorovať medzi obsadenosťou spojov v úseku Košice – Trebišov o 1486 cestujúcich medzi stredou a piatkom, čo je pri počte 20 spojov približne 75 cestujúcich v priemere na jeden vlak.

Zvýšenú frekvenciu cestujúcich v pondelok, štvrtok a piatok je možné pripísať dochádzke vysokoškolských a stredoškolských študentov do škôl a ich pobyt počas školského týždňa v Košiciach. Podľa štatistík jednotlivých spojov je možné sledovať zvýšenú frekvenciu cestujúcich v nedeľu popoludní v smere Humenné – Košice kedy je časť vlakov obsadená obyvateľmi cestujúcimi do Košíc s predpokladaným dlhším pobytom v pracovné dni a na dlhšie trasy s prestupom v Košiciach na diaľkové spoje v smere na Bratislavu, Žilinu, Zvolen a Prahu.

3.3 Porovnanie dát dochádzky zo SODB s dátami o frekvencii cestujúcich

Pre porovnanie dát z prieskumu o frekvencii cestujúcich vo vlakoch v spojení Košice – Humenné a späť s dátami zo SODB 2011 o dennej dochádzke do zamestnaní a škôl sú dáta o obsadenosti spojov cestujúcimi v oboch smeroch medzi jednotlivými dopravňami kumulované za všetky vlaky k jednému dňu. Ďalej sú spracovávané dáta len z pracovných dní. Aby bolo možné dáta o frekvencii cestujúcich porovnať s dátami o dennej dochádzke zo SODB je potrebné určiť priemer obsadenosti spojov zo všetkých pracovných dní (19.-23.3.2018), znázornený v grafe č. 2 červenou.



Graf 2 - Porovnanie dát o dochádzke zo SODB s dátami o frekvencii cestujúcich (vlastné spracovanie na základe dát z (20) a (19))

Graf 2 predstavuje porovnanie dát o dochádzke zo SODB 2011 čerpaných z Tabuľky č. 2 – matice dochádzky medzi riešenými sídlami v železničnom spojení a dátami o počte prepravených cestujúcich v rámci prieskumu frekvencii cestujúcich od dopravcu ZSSK a.s. Z tohto grafu a porovnávaných dát sú vyňaté sídla kde vlaky v spojení Košice – Humenné bežne nezastavajú pre nástup a výstup cestujúcich.

Výsledkom je viditeľná značná korelácia dát medzi pravidelnou dochádzkou zisťovanou z dát SODB 2011 medzi riešenými sídlami v železničnom spojení a dátami z prieskumu frekvencie cestujúcich od dopravcu ZSSK a.s. z roku 2018.

Tabuľka 4 - Existencia korelačného vzťahu medzi porovnávanými dátami

	korelačný koeficient		
	dochádzka SODB 2011	prieskum (19.-23.3.2018)	dochádzka SODB 2011 + Bratislava
dochádzka SODB 2011	-	0,9840	0,9939
prieskum (19.-23.3.2018)	0,9860	-	0,9896
dochádzka SODB 2011 + Bratislava	0,9939	0,9896	-

Na základe výsledku korelačných koeficientov je možné povedať, že dáta majú medzi sebou silný vzťah a analýzu prepravných prúdov na základe dochádzky a vychádzky zo SODB 2011 medzi riešenými sídlami je aj napriek jej neaktuálnosti stále možné považovať za základ rámcovej predstavy o pohybe obyvateľstva v riešenom území hoci nezohľadňuje iný druh ciest ako do zamestnania a škôl. Zároveň je nutné podotknúť, že dáta z prieskumu frekvencie cestujúcich v sebe zahŕňajú aj cesty mimo riešené sídla a tranzitných cestujúcich, ktorých zdroje a ciele ciest môžu byť mimo riešenej oblasti.

4 ANALÝZA VÝZNAMU TRATE KOŠICE – HUMENNÉ V DOPRAVNEJ OBSLUHE REGIONU

Prevádzku osobných vlakov na tratiach č. 190 a č. 191 v železničnom spojení Košice – Humenné organizuje Ministerstvo dopravy a výstavby SR v spolupráci s dopravcom ZSSK a.s. V danom spojení sú dopravcom v celom riešenom úseku prevádzkované tri kategórie vlakov, a to kategória REX – RegionalExpres, ktoré zastavujú v staniciach väčšieho významu a vybraných zastávkach a diaľkové vlaky kategórie R – Rýchliky a EN – EuroNight, ktoré dopĺňujú ponuku vlakov REX. Vlaky týchto kategórií tvoria chrbticový systém dopravy medzi okresnými mestami a krajským mestom Košice.

Zastávkové osobné vlaky sú vedené na riešených tratiach č. 190 v úseku Košice – Slivník (osobné vlaky linky Košice – Čierna nad Tisou doplnené o 1 pár vlakov REX) a na trati č. 191 v úseku Trebišov – Humenné (1 pár osobných vlakov linky Michalany – Trebišov - Humenné) a v úseku Strážske – Humenné (osobné vlaky linky Prešov – Vranov nad Topľou – Humenné).

Vlaky na tejto linke sú využívané predovšetkým na dochádzku do školy, zamestnania a službami medzi okresnými mestami (Humenné, Michalovce, Trebišov) a do najväčšieho spádového centra oblasti, mesta Košice. Trať má aj tranzitný význam najmä pre cestujúcich z najvýchodnejších častí Slovenska pri cestách na západ s prihliadnutím na rozsah prestupných možností v železničnej stanici Košice a diaľkové spoje až po medzinárodnú úroveň. Turistickým cieľom môže byť atraktívna oblasť Zemplína predovšetkým v letných mesiacoch, a tým aj prestupné väzby v stanici Michalovce na PAD.

Vlaky kategórie REX v spojení Košice - Humenné sú v celom svojom úseku konkurencieschopné voči autobusovej doprave a dosahujú vo väčšine relácií rýchlejšiu alebo rovnakú cestovnú dobu čo má pozitívny vplyv na využívanie tohto spojenia.

4.1 Dostupnosť tarifných bodov

V analýze významu trate Košice – Humenné je potrebné sa zamerať aj na dostupnosť jednotlivých tarifných bodov a možnosti železničného spojenia v úlohe dopravnej obsluhy jednotlivých obcí situovaných v blízkosti riešenej trati. Väčšina sídiel, ktoré je možné obslužiť železnicou pozdĺž riešenej trate už tarifný bod resp. železničnú stanicu alebo zastávku vybudovanú má. **V prílohe 1** tejto práce je spracovaná krátka analýza dostupnosti jednotlivých tarifných bodov z priliehajúcich sídiel resp. obcí a miest.

Analýza dostupnosti jednotlivých tarifných bodov preveruje dochádzkové vzdialenosti od obcí k železničným staniciam a zastávkam jednak pomocou izochrón dostupnosti ale aj možnosťami prestupných väzieb a kvalitu prístupu k nim. (21) (22)

Medzi problémy v obsluhu regiónu železničnou dopravou patrí práve nedostatočná dostupnosť zriadených tarifných bodov v dochádzkovej vzdialenosti od obcí a sídiel v blízkosti tratí, z toho dôvodu je nutnosť viesť v niektorých úsekoch súbežné autobusové linky a prúd cestujúcich je častokrát nedostatočný pre efektívnu prevádzku osobnej železničnej dopravy. Ďalej je to nízka ponuka spojení v dlhých časových intervaloch (základný takt väčšiny liniek na riešených tratiach je 120 minút), ktorá nevytvára adekvátnu ponuku. Je všeobecne známe, že s klesajúcou ponukou spojov čiastočne klesá aj dopyt cestujúcich, ktorí sú nútení hľadať alternatívne spojenia a prechádzať na iné módy dopravy.

Analýzou dostupnosti bolo zistené, že 9 sídiel resp. obcí čo je 42 % z riešených má len čiastočný prístup k železničnej stanici alebo zastávke a je nutné dané sídla obsluhovať ďalším druhom dopravy, prevažne prímestskými autobusmi, čo vytvára súbežné spojenia so železnicou. Konkrétne jedna obec – Bánovce nad Ondavou nie je vôbec v dochádzkovej vzdialenosti k železničnej stanici a nemá vytvorené ani prestupné väzby medzi PAD na rýchle regionálne vlaky, ktoré v železničnej stanici príslušnej obce zastavujú. V úseku Michalovce – Strážske sa nenachádza v úplnej dochádzkovej vzdialenosti k tarifným bodom žiadna obec, a preto tarifné body Petrovce nad Laborcom, Nacina Ves a Pusté Čemerné nemajú opodstatnený význam na prevádzku osobných zastávkových vlakov v danom úseku.

4.2 Rozsah osobnej železničnej dopravy

Z hľadiska rozsahu osobnej železničnej dopravy je možné rozdeliť trať na štyri úseky:

- Košice – Výhybňa Slivník
- Výhybňa Slivník – Trebišov
- Trebišov – Strážske
- Strážske – Humenné

Tabuľka 5 - Počet spojov v jednotlivých úsekoch riešenej trati (autor s využitím (23))

Úsek	Trať č. (podľa KCP 2021/2022)	Kategória vlaků	Počet spojov		
			Pracovné dni (1-5)	Sobota (6)	Nedeľa (7)
Košice - Výhybňa Slivník	190	Os	12/12	10/10	10/10
		REX	10/10	8/8	8/8
		R+EN	2/2	2/2	2/2
Výhybňa Slivník - Trebišov	190	Os	0/0	0/0	0/0
		REX	9/9	8/8	8/8
		R+EN	2/2	2/2	2/2
Trebišov - Strážske	191	Os	1/1	1/1	1/1
		REX	9/9	8/8	8/8
		R+EN	2/2	2/2	2/2
Strážske - Humenné	191	Os	11/12	10/10	10/10
		REX	9/9	8/8	8/8
		R+EN+RR	2+1*/2	2/2	2/3

* = Ide len v piatok RR15711 (Bratislava – Prešov – Humenné)

Priame spojenie medzi krajským mestom Košice a okresným mestom Humenné zaisťujú vlaky kategórie REX, R a EN v súhrnnom celodennom takte 120 min v každom smere doplnené v pracovný týždeň o 1 posilový pár vlakov kategórie REX. Pravidelné zastávkové osobné vlaky v celej dĺžke úseku vedené nie sú. Všetky vlaky na linke sú vedené vozidlami nezávislej motorovej trakcie v celom úseku.

Tabuľka 6 - Rozsah prevádzky taktových vlakov v spojení Košice – Humenné (s využitím (23))

Smer	Odchod prvého vlaku	Počet vlakov dni 1-5/6-7	Takt [min]	Odchod posledného vlaků	Štandardná cestovná doba
Košice - Humenné	5:01	8/8	120	23:01	1 h 32 min
Humenné - Košice	3:28	8/8	120	21:54*	1 h 31 min

*= odchod posledného vlaku (R 614) posunutý o 26 min oproti taktu

Tabuľka 7 - Rozsah prevádzky doplnkových vlakov v spojení Košice – Humenné (s využitím (23))

Smer	Počet doplnkových vlakov	Prevádzka v dňoch	Odchody vlakov z východzej stanice	Cestovná doba
Košice - Humenné	1	1-5	15:37	1 h 32 min
Humenné - Košice	1	1-5	6:12	1 h 36 min

V úseku riešenej trati Košice – Výh. Slivník č. 8 sú vedené osobné zastávkové vlaky na linke Košice – Michalany - Čierna nad Tisou, ktoré majú nerovnomerný takt 60 až 120 min

v pracovný týždeň posilnené predovšetkým v špičkách na takt 60 min a nerovnomerný takt 60 až 180 min počas víkendov. Všetky vlaky okrem vlaku č. 8825, ktorý je skrátenej pásmove v úseku Košice – Michalany a vlaku č. 8851, ktorý je skrátenej pásmove v úseku Michalany – Čierna nad Tisou sú vedené v celej trase linky. Linka je posilnená o jeden pár vlakov kategórie REX, ktoré v úseku Krásna nad Hornádom – Michalany prechodia všetky zastávky a stanice, a inak zastavujú vo všetkých staniach a zastávkach ako osobné vlaky. Vlaky kategórie REX majú skrátenej celkovú cestovnú dobu len o 7 minút v smere Košice – Čierna nad Tisou a o 9 minút v smere opačnom oproti zastávkovým osobným vlakom. Všetky vlaky linky sú vedené vozidlami závislej elektrickej trakcie.

Tabuľka 8 - Rozsah prevádzky vlakov v spojení Košice – Michalany – Čierna nad Tisou (s využitím (23))

Smer	Odchod prvého vlaku	Počet vlakov dni 1-5/6-7	Takt [min]	Odchod posledného vlaku	Štandardná cestovná doba
Košice – Čierna nad Tisou	5:13 (5:00*)	13/10	60-180	23:06 (23:20 (5))	1 h 40 min
Čierna nad Tisou - Košice	3:04	13/10	60-180	19:54	1 h 45 min

*= vlak č. 8851 v úseku Michalany – Čierna nad Tisou

V úseku riešenej trati Výh. Slivník č.8 – Trebišov sú vedené iba vlaky REX linky Košice – Humenné spomenuté vyššie.

V úseku riešenej trati Trebišov – Humenné je zavedený 1 pár osobných zastávkových vlakov č. 9005 a č. 9022 na trase Michalany – Trebišov – Humenné. Ide o vlaky linky Trebišov – Michalany, ktoré sú predĺžené až do Humenného. Oba vlaky zastavujú vo všetkých staniach a zastávkach. Vlaky sú zavedené v trase predovšetkým kvôli technologickým procesom dopravcu a údržbe príp. výmene vozidiel v Humennom. Oba vlaky sú prevádzkované motorovými vozňami.

V úseku riešenej trate Strážske – Humenné sú vedené osobné zastávkové vlaky linky Prešov – Vranov nad Topľou – Humenné, ktoré majú nerovnomerný takt 60 až 240 min. Počet spojov v pracovné dni v riešenom úseku danej linky je 11 vlakov v smere Strážske – Humenné a 10 vlakov v smere opačnom, počas víkendov premáva v tomto úseku 10 vlakov danej linky v oboch smeroch. Vlaky sú vedené motorovou nezávislou trakciou. V tomto úseku je ešte zavedený posilový pár vlakov kategórie RR (Regionálny rýchlik) v diaľkovom spojení Humenné – Prešov – Bratislava č. 17612 idúci v nedeľu a v štátne sviatky pred pracovným dňom a č. 15711 idúci v piatok a v pracovných dňoch pred

štátnym sviatkom. Tieto dva vlaky sú využívané najmä študentmi a EAO na týždennú dochádzku do škôl a zamestnaní v Bratislave či iných mestách pozdĺž trasy vlaku.

4.3 Cestovné doby

Vlaky kategórie REX, R a EN na linke Košice – Humenné dosahujú štandardne cestovnú dobu medzi cieľovými stanicami Košice a Humenné podľa KCP 2021/2022 1 hodinu 32 minút, ktorá sa líši v opačnom smere len o 1 minútu (v smere do Košíc trvá cesta štandardne 1 hodinu 31 minút). Výnimku tvoria vlaky REX 1915, ktorý má predĺžený cestovný čas na 1 hodinu 39 minút z dôvodu pravidelného križovania s vlakom R 614 v stanici Michalovce, ďalej je to vlak REX 1904, ktorý má predĺžený cestovný čas na 1 hodinu 36 minút z dôvodu križovania v staniách Strážske s vlakom R 615 a v stanici Bánovce nad Ondavou s vlakom Os 9005, a posledným vlakom s odchylnou cestovnou dobou je vlak EN 442, ktorý dosahuje cestovný čas 1 hodinu 29 minút. Limitujúcim prvkom cestovných dôb sú pravidelné križovania protiidúcich vlakov v stanici Bánovce nad Ondavou z dôvodu jednokoľajnej trate č. 191.

Tabuľka 9 - Cestovné doby spojenia Košice – Humenné (na základe (23))

Smer	Vlak	Cestovný čas
Košice - Humenné	štandardný cestovný čas	1 hodina 32 minút
	REX 1915	1 hodina 39 minút
Humenné - Košice	štandardný cestovný čas	1 hodina 31 minút
	REX 1904 (ide v pracovné dni)	1 hodina 36 minút
	EN 442	1 hodina 29 minút
	REX 17912 (ide len v nedeľu)	1 hodina 30 minút

4.4 Doby pobytov

Doby pobytov v staniách a zastávkach u vlakov železničnej linky Košice – Humenné sú štandardné. V staniách sú používané 1 až 2 minútové pobyty a v zastávkach 0,5 minúty. Dlhšie pobyty sú u niektorých spojoch z dopravných dôvodov. Nižšie je prehľadný súhrn pobytov jednotlivých vlakov. Vlaky, ktoré v tabuľke nie sú výslovne uvedené majú pobyty štandardné. (24) (25)

Tabuľka 10 - Pobyty vlakov železničnej linky Košice – Humenné (na základe (24) a (25))

Dopravňa	Košice predmestie	Čelovce	Trebišov	Bánovce nad Ondavou	Michalovce	Strážske	Brekov	Súhrn
Pobyty [min]								
Štandardné smer Humenné	1	0,5	2	1	1	1	0,5	7
Štandardné smer Košice	1	0,5	1	1	1,5	1	0,5	6,5
R 614, EN 442	-	-	1	1	1	1	-	4
REX 1904	1	1	1,5	2,5	1	1,5	0,5	9
REX 17912	1	0,5	1,5	1	1,5	1	0,5	7
R 615	-	-	4,5	1,5	1	1	-	8
EN 443	-	-	2	4	1	1	-	8
REX 1909	1	3,5	1	1	1	1	0,5	9
REX 1913	1	0,5	1,5	2	1	1	0,5	7,5
REX 1915	1	0,5	2	1	8	1	0,5	14

Štandardné pobyty tvoria pri spojoch v smere Košice – Humenné 7,6 % z celkovej cestovnej doby spojenia, v opačnom smere je to 7,1 % z celkovej cestovnej doby.

4.5 Prestupné väzby

V úseku Košice – Humenné sa nachádzajú štyri železničné stanice kde je možné prestúpiť na iné spoje. Jedná sa o stanice Košice, Trebišov, Strážske a Humenné. V tabuľkách prestupných väzieb sú prestupné väzby definované ako možnosť pokračovať iným spojom do 30 minút od pravidelného príchodu vlaku. V prípade, že toto kritérium nie je splnené sú prestupné väzby vyhodnotené ako bez priamej prestupnej väzby. Prestupné väzby boli spracované na základe platného KCP pre rok 2021/2022 jednotlivých tratí k 25.5.2022. (26)

4.5.1 Košice

Železničná stanica Košice umožňuje prestupy medzi diaľkovou, regionálnou a mestskou dopravou s vysokou úrovňou služieb pre cestujúcich a širokou paletou možností využitia času na prestup. V blízkosti výpravnej budovy sa nachádza autobusová stanica a zastávky MHD. Autobusová stanica je oproti modernizovanej železničnej stanici v nevyhovujúcom stave. Potrebné je modernizovať plochy a prístrešky stanice a zabezpečiť inštaláciu odbavovacieho systému. Nižšie sa nachádza výpis prestupných

možností v rámci železničnej dopravy v stanici Košice z vlakov/na vlaky v spojení Košice - Humenné.

Tabuľka 11 - Prestupné väzby železničnej dopravy v stanici Košice (na základe (26))

Číslo trate (podľa KCP 2021/2022)	Kategória vlakov	Číslo vlakov	Trasa	Prestupná väzba od vlakov z Humenného	Prestupná väzba na vlaky do Humenného
180	EC*	1X5X	Košice – Žilina - Praha	bez	bez
	RJ*	10XX	Košice – Žilina - Praha	bez	bez
	SC*	24X	Košice – Žilina - Praha	iba v nedeľu do 10 min	iba v piatok od vlaku 243
	IC*	52X (44)	Košice – Žilina – Bratislava – (Viedeň)	do 15 min	do 15 min
	R/RR	6XX/76X	Košice – Žilina – Trenčín - Bratislava	bez	bez
	REX	176X	Košice – Kysak – Poprad-Tatry	častočná	častočná
	Os	78XX	Košice – Kysak – Poprad-Tatry – (Vrútky - Žilina)	celodenná do 20 min	celodenná do 20 min
180/188	REX	193X	Košice – Kysak – Prešov	bez	častočná
	Os	85XX	Košice – Kysak – Prešov - Lipany	bez	bez
160	RR	91X	Košice – Moldava n. Bodvou – Zvolen	do 25 min	do 25 min
	Os	64XX	Košice – Moldava n. Bodvou	bez	bez
169	EC	1XX	Košice – Hidasnemeti – Budapest-Keleti pu	bez	bez

* = komerčné vlaky prevádzkované mimo objednávku Ministerstva dopravy a výstavby SR

Zo spojov prichádzajúcich do Košíc zo smeru Humenné v takte 2 hodiny je možnosť prestúpiť na všetky vlaky kategórie IC 52X (44) v smere Košice – Žilina – Bratislava – (Viedeň) od vlakov č. REX 1900, 1902, 1908 a 1914. Tieto prestupné väzby platia aj v opačnom smere od všetkých vlakov kategórie IC 52X (45) zo smeru (Viedeň) – Bratislava – Žilina – Košice na vlaky č. REX 1903, 1911, 1915 a 1917 (v piatok 15917).

Ďalšia celodenná prestupná väzba je medzi osobnými vlakmi č. 78XX v smere Košice – Kysak – Poprad-Tatry a vlakmi kategórie REX spojenia Košice – Humenné platná v oboch smeroch do 20 minút. Do prestupného času 30 minút je zaznamenaná ešte väzba medzi regionálnymi rýchlíkmi RR 91X v spojení Košice – Moldava n. Bodvou – Zvolen platná v oboch smeroch. Iné prestupné väzby do 30 minút po príchode a 30 minút pred odchodom vlakov spojenia Košice – Humenné neboli zaznamenané.

Tento stav čiastočne znevýhodňuje potenciál prestupnej väzby medzi vlakmi kategórie R/RR 6XX a 76X v trase Bratislava – Trnava – Žilina – Poprad-Tatry – Košice, ktoré sú v prevádzke s celodenným taktom 120 minút so spojením Košice – Humenné vlakmi kategórie REX, R a EN v identickom takte v porovnaní so súčasnými väzbami na IC vlaky linky Košice – Žilina – Bratislava, ktoré premávajú v nepravidelnom takte v počte 4 spoje v každom smere denne. V súčasnosti je medzi oboma spojeniami prestupný čas 58 minút v oboch smeroch čo predstavuje polovičnú dobu taktu oboch liniek. Tento stav je nevyhovujúci a nezohľadňuje potreby cestujúcej verejnosti.

4.5.2 Trebišov

Železničná stanica Trebišov ponúka možnosti prestupu medzi železničnou linkou Košice – Humenné a linkou osobných vlakov Michalany – Trebišov – (Humenné). V rámci autobusovej dopravy poskytuje prestup na PAD a diaľkovú autobusovú dopravu. V súčasnosti je vo výstavbe Terminál integrovanej osobnej prepravy (TIOP) Trebišov, ktorý by mal cestujúcim umožniť rýchly, bezpečný a pohodlný prestup medzi týmito druhmi dopravy. Nižšie sa nachádza výpis prestupných možností v rámci železničnej dopravy v stanici Trebišov z vlakov/na vlaky v spojení Košice - Humenné.

Tabuľka 12 - Prestupné väzby železničnej dopravy v stanici Trebišov (na základe (26))

Číslo trate (podľa KCP 2021/2022)	Kategória vlakov	Číslo vlakov	Trasa	Prestupná väzba od vlakov z Humenného	Prestupná väzba na vlaky do Humenného	Prestupná väzba od vlakov z Košíc	Prestupná väzba na vlaky do Košíc
191	Os	90XX	Michalany – Trebišov – (Humenné)	do 10 min (1)	čiastočná (2)	bez	bez (3)

(1) = okrem vlakov REX 1906, EN 442 a R 614 kde prestupná väzba nie je

(2) = len vlaky R615 (24 min), REX 1903 (14 min), REX 1905 (14 min), REX 1907 (4 min) a REX 1911 (9 min)

(3) = len v prípade vlaku REX 1904 a 1914 kedy je prestup u oboch do 26 minút od vlaku z Michalany

Celodenné prestupné väzby v stanici Trebišov sú zabezpečené len v smere Humenné – Michalany kedy sú priame väzby z takmer všetkých vlakov kategórie REX 19XX na osobné vlaky č. 90XX v smere Michalany. V opačnom smere z Michalany do Humenného sú už prestupné väzby len u niektorých vlakov, čím nie je dodržaná zásada integrovaného taktového grafikonu a spojenie tak nie je možné plnohodnotne využiť. Medzi osobnými vlakmi č. 90XX a vlakmi kategórie REX z/do Košíc v relácii Michalany – Košice v stanici Trebišov nie sú zabezpečené prestupy. Pre túto reláciu je vhodnejšie využiť celodenné

prestupné väzby v stanici Michalany na osobné vlaky linky Košice – Michalany – Čierna nad Tisou.

4.5.3 Michalovce

V železničnej stanici Michalovce prebiehajú prestupné väzby na prímestské autobusy a miestnu MHD. V predstaničnom priestore sa nachádza terminál vlak – bus s pohodlnou možnosťou prestupu z vlaku. Nevýhodou je veľká vzdialenosť terminálu od centra mesta, ktorá je čiastočne riešená mestskou hromadnou dopravou – autobusovými linkami. Interval spojov MHD je ale nedostatočný s obmedzenou ponukou spojov.

4.5.4 Strážske

V železničnej stanici Strážske je možnosť prestupu medzi linkami Košice – Humenné a Prešov – Vranov nad Topľou – Humenné, ktorú obsluhujú osobné zastávkové vlaky č. 91XX. Vzhľadom na nerovnomerný takt linky osobných vlakov sú vytvorené prestupné väzby medzi týmito linkami len v dvoch prípadoch. Táto prestupná väzba umožňuje cestujúcim využiť železničnú dopravu v spojení, ktoré je inak primárne obsluhované linkami PAD, konkrétne linkou č. 807424, 713419 a 707449 v relácií Vranov nad Topľou – Michalovce a späť. Autobusové linky v danej relácii dosahujú cestovný čas od 46 minút do 66 minút (minimum je 39 min), podľa počtu zastávok a trás jednotlivých liniek. Železničná doprava vie spojenie zvládnuť v prípade spomenutých dvoch prestupných väzieb medzi vlakmi Os 9101/REX 1902 a Os 9105/REX 1906 do 37 minút (vrátane doby prestupu). V prípade opačného smeru neexistujú zmysluplné prestupné väzby. V blízkosti železničnej stanice sa nachádza autobusová zastávka PAD (Strážske, žel. prechod) kde je možné prestúpiť na ďalšie linky PAD. Pre zavedenie integrovaného systému s možnosťou prestupu medzi železničnou dopravou a autobusmi chýba železničnej stanici terminál a vzájomná koordinácia liniek železničnej dopravy a PAD.

Tabuľka 13 - Prestupné väzby v stanici Strážske (na základe (26))

Číslo trate (podľa KCP 2021/2022)	Kategória vlakov	Číslo vlakov	Trasa	Prestupná väzba od vlakov z Humenného	Prestupná väzba na vlaky do Humenného	Prestupná väzba od vlakov z Košíc	Prestupná väzba na vlaky do Košíc
191	Os	91XX	Prešov – Vranov nad Topľou – Humenné	nie je potrebná	nie je potrebná	bez	iba k vlakom REX 1902 a 1906

4.5.5 Humenné

Železničná stanica v Humennom je zároveň prestupným železničným uzlom. Celkovo v stanici končí a začína spolu 5 liniek pravidelnej železničnej dopravy.

- Linka Košice – Trebišov – Humenné (vlaky kategórie REX, R, EN)
- Linka Michalany – Trebišov – Humenné (vlaky kategórie Os)
- Linka Prešov – Vranov nad Topľou – Humenné (vlaky kategórie Os)
- Linka Humenné – Medzilaborce (vlaky kategórie Os)
- Linka Humenné – Snina – Stakčín (vlaky kategórie Os)

Pred staničnou budovou sa nachádza autobusová stanica, ktorú obsluhujú diaľkové, prímestské a mestské linky MHD. Nižšie sa nachádza výpis prestupných možností v rámci železničnej dopravy v stanici Humenné z vlakov/na vlaky v spojení Košice - Humenné.

Tabuľka 14 - Prestupné väzby železničnej dopravy v stanici Humenné (na základe (26))

Číslo trate (podľa KCP 2021/2022)	Kategória vlakov	Čísla vlakov	Trasa	Prestupná väzba od vlakov z Košíc	Prestupná väzba na vlaky do Košíc
191	Os	89XX	Humenné - Medzilaborce	celodenná do 5 min (3)(4)(5)	celodenná do 15 min (1)(2)
196	Os	94XX	Humenné - Snina - Stakčín	celodenná do 5 minút (3)(4)	celodenná do 15 min (1)(2)

(1) = okrem vlaku REX 1900 kde prípoje nie sú (odchod 3:28 z Humenného)

(2) = okrem vlaku R 614 kde je prestupná doba predĺžená na 30 minút

(3) = okrem vlaku REX 1917 (resp. 15917 v piatok) kde prípoje nie sú (príchod 0:33 (0:47) do Humenného)

(4) = okrem vlaku REX 1909, ktorý prípoj na linku do Medzilaboriec nemá, a do Stakčína len v pracovné dni

(5) = okrem vlakov REX 1903 a REX 1913, kde sú prípoje na linku do Medzilaboriec len v pracovné dni

Prestupné väzby v Humennom medzi železničnými linkami tratí č. 191 a 196 s vlakovou linkou Košice – Trebišov – Humenné sú zabezpečené u väčšiny spojov, a to v dostatočne krátkych prestupných dobách (základný prestupný čas 4 minúty), ktoré sú pre cestujúcich priaznivé a nevytvárajú zbytočné prestoje tranzitujúcich cestujúcich v stanici. Po príchode vlaku REX linky Košice – Humenné od Košíc je možné okrem vyššie uvedených prípadov (pozn. Tabuľky 14) prestúpiť do nadväzných osobných vlakov pokračujúcich v smere Medzilaborce a Stakčín. Tieto prestupné väzby platia aj v opačnom smere z osobných vlakov na vlaky REX.

4.6 Autobusová doprava

V riešenom území trate je okrem objednávanej železničnej dopravy, Ministerstvom dopravy a výstavby SR, doprava zabezpečovaná prímestskými autobusmi, ktoré sú objednávané jednotlivými krajmi. Konkrétne Košickým samosprávnym krajom a Prešovským samosprávnym krajom v pôsobnosti svojich území. V riešenom území zabezpečujú prímestskú autobusovú dopravu dopravcovia Eurobus a.s., Arriva Michalovce a.s, Kacot a.s. (1 linka) a SAD Humenné a.s. Autobusová doprava je voči železničnej dostupnejšia v zmysle dochádzkových vzdialeností a počtom zastávok v jednotlivých obciach a sídlach. Nosná železničná linka Košice – Humenné je zameraná na rýchlu dopravu medzi okresnými mestami a spádovým centrom, mestom Košice. Autobusová doprava sa zameriava predovšetkým na základné obslúženie každej obce a sídla čo výrazne predlžuje cestovnú dobu medzi jednotlivými sídlami a spádovými mikroregionálnymi či regionálnymi centrami. Z predošlej analýzy dostupnosti tarifných bodov železničnej dopravy na riešenej trati (**Príloha 1**) a rozsahom obsluhy tratí zastávkovými osobnými vlakmi vyplýva, že veľkú časť sídiel a obcí pozdĺž trate je nutné obsluhovať aj PAD z dôvodu zabezpečenia základnej dopravnej obslužnosti, a tak prirodzene vznikajú autobusové linky, ktoré sú v určitej miere súbežné so železnicou. V niektorých reláciách prevzala dôsledkom dlhodobého znižovania ponuky spojov železničnej dopravy autobusová doprava nosnú časť systému obsluhy verejnou dopravou a železničná doprava začala vo viacerých úsekoch plniť úlohu doplnkového systému. V Tabuľke č. 15 sa nachádza prehľad vybraných súbežných liniek PAD s riešenou železničnou traťou, ktoré majú v určitých úsekoch spoločné paralelné trasy.

Tabuľka 15 – Súbežne autobusové linky so železničnou traťou Košice – Humenné (autor s využitím (27))

Linka	Dopravca	Súbežná trasa so železničnou traťou Košice - Humenné
802414	Eurobus a.s.	Košice – Nižná Myšľa
802405	Eurobus a.s.	Košice – Vyšná Myšľa – Bohdanovce - Ruskov
802408	Eurobus a.s.	Košice – Vyšná Myšľa - Bohdanovce
802409	Eurobus a.s.	Košice – Bohdanovce – Slanec - Čelovce
802410	Eurobus a.s.	Košice – Vyšná Myšľa – Bohdanovce – Slanec - Kalša
802411	Eurobus a.s.	Košice – Vyšná Myšľa - Bohdanovce – Slanec - Kalša
811409	Arriva Michalovce a.s.	Trebišov - Čelovce
811405	Arriva Michalovce a.s.	Trebišov - Čelovce
807478	Arriva Michalovce a.s.	Trebišov - Čelovce
811410	Arriva Michalovce a.s.	Košice – Bohdanovce – Slanec - Čelovce
811419	Arriva Michalovce a.s.	Košice – Vyšná Myšľa – Bohdanovce – Slanec –(Trebišov)
811428	Arriva Michalovce a.s.	Trebišov – Bánovce nad Ondavou
807416	Arriva Michalovce a.s.	Michalovce - Laškovce
807417	Arriva Michalovce a.s.	Michalovce – Bánovce nad Ondavou
807418	Arriva Michalovce a.s.	Michalovce - Trebišov
807420	Arriva Michalovce a.s.	Michalovce – Nacina Ves – Pusté Čemerné - Strážske
807423	Arriva Michalovce a.s.	Michalovce – Petrovce n. Laborcom – Nacina Ves – Strážske – Brekov - Humenné
807424	Arriva Michalovce a.s.	Michalovce – Petrovce n. Laborcom – Nacina Ves – Strážske
702419	SAD Humenné a.s.	(Košice) - Michalovce – Petrovce n. Laborcom – Nacina Ves – Strážske – Brekov – Humenné
702412	SAD Humenné a.s.	Humenné – Brekov - Strážske
713422	SAD Humenné a.s.	Humenné – Brekov - Strážske

Autobusové linky uvedené v tabuľke č. 15 je možno považovať iba za čiastočne súbežné s riešenou železničnou traťou. Okrem liniek v súbežnej trase Strážske – Brekov – Humenné, ktoré sú vedené v totožnej trase vlakov sú ostatné linky prevádzkované za účelom obsluhy obcí a sídiel pozdĺž trate, ktoré železnica plnohodnotne obslúžiť nedokáže kvôli zlej dostupnosti železničných staníc a zastávok.

Tabuľka 16 - Počet priamych autobusových spojov medzi riešenými sídlami v pracovný deň (k 8.6.2022)
(autor s využitím (27))

Počet priamych spojov AD	Košice	Čelovce	Trebišov	Bánovce nad Ondavou	Michalovce	Strážske	Brekov	Humenné
Košice	-	9	21	0	28	0	0	9
Čelovce	9	-	29	0	0	0	0	0
Trebišov	16	27	-	4	17	0	0	0
Bánovce nad Ondavou	0	0	4	-	20	0	0	0
Michalovce	28	0	15	23	-	68	17	19
Strážske	1	0	0	0	68	-	25	26
Brekov	0	0	0	0	18	25	-	24
Humenné	9	0	0	0	19	27	25	-

Tabuľka č. 16 znázorňuje počet priamych spojov medzi jednotlivými sídlami v pracovný deň. Najväčší počet spojov je medzi mestom Strážske a Michalovce – 68 spojov v jednom smere, kde dosahuje autobus najrýchlejšiu cestovnú dobu 15 minút. V porovnaní so železničným spojením kde vlaky dosahujú v tejto relácii jazdnú dobu 11 minút sú všetky autobusové spoje časovo menej výhodné. Je ale potrebné dodať, že jazdný čas 15 minút dosahuje iba jeden spoj, konkrétne diaľkový medzinárodný autobus spoločnosti A-EXPRESS s.r.o., inak sa pohybuje štandardný cestovný čas zastávkových autobusov PAD medzi mestami Strážske a Michalovce od 19 do 46 minút, v závislosti na trase liniek. V porovnaní so železničnou dopravou ide o viac ako päťnásobný počet ponúkaných spojení medzi danými mestami z čoho vyplýva, že prepravná kapacita autobusových liniek v tejto relácii je už porovnateľná so súčasnou prepravnou kapacitou železničného spojenia, ktoré by malo plniť nosnú dopravnú funkciu.

Podobný efekt presúvania prepravných prúdov zo železnice na autobusovú dopravu je možné identifikovať v relácii Košice – Michalovce kde súčasná ponuka vlakov

v 120 min takte nie je dostatočne atraktívna a prímestská autobusová doprava ponúka v danej relácii takmer trojnásobný počet spojov častokrát aj v rovnakých časových polohách súbežne so železničným spojom s porovnateľnou cestovnou dobou a cenovým zvýhodnením v základnom tarife oproti železničnému spojeniu.

Problémom prímestskej autobusovej dopravy v oboch krajoch je jej minimálna koordinácia s linkami železničnými, nevyužitý potenciál prestupných väzieb na existujúce železničné spojenia a nízka kvalita infraštruktúry predovšetkým autobusových staníc a zastávok. Autobusové linky vo viacerých prípadoch neplnia funkciu zabezpečenia plošnej obsluhy územia ale nevhodne preberajú prepravné prúdy cestujúcich v reláciách kde má železničná doprava potenciál stať sa nosným dopravným systémom. Za slabú stránku je možno považovať aj absenciu prvkov pre prehľadnosť systému PAD a informovanie cestujúcich.

4.7 Porovnanie dopravných módov

Pre porovnanie dopravných módov z hľadiska cestovných dôb bola vytvorená matica cestovných dôb medzi jednotlivými sídlami v **Prílohe 2** tejto práce. (27) (28)

V základe je železničné spojenie Košice – Humenné konkurencieschopné voči autobusovej doprave v každej relácii medzi riešenými sídlami trate. Individuálna automobilová doprava dosahuje najrýchlejšie spojenia takmer každého sídla so spádovým hlavným centrom, mestom Košice, časová výhodnosť je zreteľná najmä vo vzdialenejších reláciách Košice – Humenné a Košice – Strážske hlavne kvôli odlišnej priamosti trás ciest a železnice. V prípade relácie Košice – Trebišov je cestovný čas porovnateľný u všetkých sledovaných módov dopravy. V čase prepravných špičiek vie byť železničné spojenie dokonca rýchlejšie a to najmä z dôvodu občasných dopravných kongescií v meste Košice. Naopak v zvyšných reláciách mimo Košice dosahuje železničné spojenie rýchlejšie alebo porovnateľné cestovné časy ako zvyšné dva dopravné módy čo priaznivo ovplyvňuje celkový potenciál železničného spojenia.

Autobusová doprava dosahuje porovnateľné cestovné doby jedine v relácií Košice – Michalovce a v úseku Strážske – Brekov – Humenné. Pre udržateľnosť železničnej dopravy konkurencieschopnej v relácii Košice – Michalovce je jednoznačne potrebné železničné spojenie zrýchliť a znížiť takt vlakových spojov, ktorým by sa dosiahol požadovaný dopyt prepravných prúdov, ktoré si v súčasnosti rozdeľujú oba módy verejnej osobnej dopravy s porovnateľnými cestovnými dobami v danom spojení.

4.8 Druhy vozidiel v železničnom spojení Košice – Humenné

V železničnom spojení Košice – Humenné sú vlaky kategórie REX, R a EN zostavené prevažne formou klasických železničných súprav (hnacie dráhové vozidlo s osobnými železničnými vozňami) alebo dieselmotorovými ucelenými jednotkami. Všetky vlaky sú vedené vozidlami nezávislej motorovej trakcie od GVD 2015/2016 v celom úseku trate napriek tomu, že 63 % úseku trate je elektrizovaných trakčnou napájacou sústavou 3 kV jednosmerného napätia. Toto opatrenie znižuje cestovné doby vlakov približne o 10 až 12 minút oproti predošlému stavu GVD 2014/2015, kedy bolo potrebné uskutočňovať výmenu hnacích vozidiel z elektrického hnacieho vozidla na motorové a opačne v železničnej stanici Trebišov. (29)

4.8.1 Radenie vlakov

Dopravca ZSSK a.s. zabezpečuje vozbu vlakov kategórií REX, R a EN predovšetkým klasickými súpravami s dieselelektrickou lokomotívou nezávislej trakcie radu 757 alebo 754. Súpravy sú zložené z prevažne modernizovaných klimatizovaných vozňov 2. triedy radu Bdmpeer, Bdteer, Bdgteer, Beer a Bmpeer v rôznych variáciách a usporiadaní v základnom počte 5 vozňov na jednu súpravu posilnené v špičkách o vozne rôznych radov (napr. B, Bdt/Bdtmee, Bmpeer). Okrem týchto klasických súprav sú vlaky podľa KCP 2021/2022 REX 1900, REX 1908, REX 1901 a REX 1909 vedené motorovou jednotkou radu 861, ktorá je čiastočne nízkopodlažná a ponúka možnosť prepravy cestujúcich na invalidných vozíkoch. Na rozdiel od klasických súprav zložených z piatich osobných vozňov 2. triedy má motorová jednotka radu 861 nižšiu kapacitu miest na sedenie o viac ako 50 %. Motorové jednotky radu 861 sú nasadené na spojoch kde sa očakáva nižšia frekvencia cestujúcich, a preto nespôsobujú zásadné zníženie komfortu z pohľadu kapacity daných vlakov. Kapacita štandardnej klasickej súpravy vlaku (5 vozňov 2. triedy) sa pohybuje okolo 390 miest na sedenie v závislosti od aktuálneho nasadenia osobných vozňov.

KAPACITY VYBRANÝCH POUŽÍVANÝCH OSOBNÝCH VOZŇOV

- Bdmpeer – 72 miest
- Bdteer – 80+7 miest
- Bdgteer – 80+5 miest
- Bmpeer – 76 miest
- Beer – 60 miest

Tabuľka 17 - Prehľad orientačného radenia a kapacity vlakov linky Košice – Humenné v pracovné dni (autor s využitím pomôcok GVD 2021/2022 ŽSR)

Vlak	Smer	Odchod z východzej stanice	Súprava	Počet miest na sedenie
REX 1900	Košice	03:28	861	177
REX 1902	Košice	05:28	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1904	Košice	06:12*	757+3 vozne 2.triedy	188
REX 1906	Košice	07:28	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1908	Košice	09:28	861	177
REX 1910	Košice	11:28	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 17912/1912	Košice	13:19/13:28	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1914	Košice	15:28	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1916	Košice	17:28	757+5 vozňov 2.triedy	390
EN 442	Košice	19:30	757+2 vozne 2. triedy+1 lež.+1 lôž.	132
R 614	Košice	21:54	2x757+3 vozne 2. triedy+2 lež.+6 lôž.+DDm	257
celkom ponúkaná kapacita v jednom smere/pracovný deň				3271
R 615	Humenné	05:01	2x757+3 vozne 2. triedy+2 lež.+6 lôž.+DDm	257
REX 1901	Humenné	07:01	861	177
EN 443	Humenné	09:01	757+2 vozne 2. triedy+1 lež.+1 lôž.	132
REX 1903	Humenné	11:01	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1905	Humenné	13:01	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1907	Humenné	15:01	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1909	Humenné	15:37*	861	177
REX 1911	Humenné	17:01	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1913	Humenné	19:01	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1915	Humenné	21:01	757+5 vozňov 2.triedy	390
REX 1917/15917	Humenné	23:01/23:15	757+3 vozne 2.triedy	188
celkom ponúkaná kapacita v jednom smere/pracovný deň				3271
celkom ponúkaná štandardná kapacita v oboch smeroch/pracovný deň				6542

*= ide len v pracovné dni

lôž. = lôžkový vozeň / lež. = ležadlový vozeň / DDm = špeciálny vozeň na prepravu automobilov

Tabuľka č. 17 nezohľadňuje možné posilnenie kapacít súprav zaradením posilových vozňov do štandardne 5 vozňovej klasickej súpravy. V čase prieskumu trate 6.5.2022 v piatok, autorom práce, boli niektoré spoje na linke videné posilnené o vozne typu B a Bmeer na celkom 6 až 7 vozňov. Autor práce však pre zjednodušenie nezohľadňuje posilňovanie súprav, ktoré nie je pravidelné na dennej báze.

Vo vlakoch nie je radený vozeň 1. triedy ani vozeň s ponukou občerstvenia či iných služieb pre cestujúcich. Všetky vlaky sú sprevádzané vlakovým personálom.



Obrázok 2 - Vlaková súprava REX na linke Košice - Humenné s HKV rady 757 (zdroj: autor, 6.5.2022)

Vlakové súpravy v zložení z vozňov druhej triedy rád Bdteer, Bdgteer a Bdmpeer prípadne iných rád podobnej konštrukcie ponúkajú cestujúcim komfort v podobe modernizovaných prípadne nových vozňov, ktoré sú v základe vybavené klimatizáciou, elektrickými zásuvkami, informačným systémom a vhodnými sedadlami pre regionálnu dopravu. Nevýhodou prevádzky týchto vozňov v regionálnom spojení je pomalší nástup a výstup cestujúcich cez úzke dvere a výška nástupného schodíka, ktorá komplikuje nástup menej mobilným cestujúcim z úrovňových nástupíšť čím sa predlžuje doba pobytu vlakov v staniciach.



Obrázok 3 - Problémový výškový rozdiel nástupných schodíkov od úrovňových nástupíšť (zdroj: autor)

4.8.2 Technické parametre hnacích vozidiel

RUŠEŇ RADU 757

Dieselektrický rušeň radu 757 vznikol modernizáciou pôvodného štvornápravového skriňového rušňa radu 750 (staršie označenie T 478.0), ktorá zlepšila a zvýšila technickú úroveň predchodcu. Rušeň je určený na stredne ťažkú traťovú službu na tratiach celoštátnych a regionálnych pre osobnú dopravu. Výmenou prešiel aj samotný motoragregát rušňa, ktorého nahradil spaľovací motor Caterpillar 3512 CHD s inštalovaným výkonom 1550 kW pri 1800 ot./min. Modernizované bolo aj stanovište rušňovodiča, ktoré zvýšilo komfort obsluhy napríklad aj znížením vibrácií a hlučnosti a zabudovaním klimatizácie. (30)

Tabuľka 18 - Základné technické údaje HKV radu 757 (30)

Usporiadanie pojazdu	Bo´ Bo´	
Dĺžka cez nárazníky	16 540	mm
Menovitá hmotnosť vozidla	75 400	kg
Maximálna rýchlosť	100	km/h
Naftový motor	Caterpillar 3512 CHD	
Prenos výkonu	elektrický	
Menovitý výkon motora	1550	kW
Menovité otáčky	1800	ot./min
Ťažná sila na háku pri trvalom výkone	122	kN
Maximálna ťažná sila na háku	171	kN
Brzdy	mechanické, elektrodynamická, pneumatiké	

MOTOROVÁ JEDNOTKA RADU 861

Motorová jednotka radu 861.0 s dieselhydraulickým prenosom výkonu je čiastočne nízkopodlažná vhodná na regionálnu osobnú dopravu. Samotná jednotka sa skladá z troch častí, a to z dvoch hnacích vozňov a jedného vloženého hnaného vozňa. Jednotka môže byť prevádzkovaná aj ako zdvojená alebo strojená vo viacnásobnom riadení. O komfortnú jazdu sa stará pneumatiké vypruženie na hnacích aj hnaných podvozkoch. Jednotka má celkom štyri podvozky, z toho dva hnacie na čelách jednotky a medzi nimi dva hnané Jacobsového typu, ktoré spájajú konce skriň s vloženou skriňou. Jednotka je plne klimatizovaná vybavená informačným a kamerovým systémom pre cestujúcich a ponúka možnosť prepravy cestujúcich na invalidnom vozíku, detské kočíky či bicykle. Jednotka má tri nástupné dvere dostatočne široké umožňujúce rýchlu výmenu cestujúcich. (31)

Tabuľka 19 - Základné technické údaje motorovej jednotky radu 861.0 (31)

Usporiadanie pojazdu	B' 2' 2' B'	
Dĺžka cez nárazníky	58 800	mm
Maximálna rýchlosť	140	km/h
Motor	2 x dieselhydraulický agregát „RailPack“ MAN	
Prenos výkonu	hydraulický	
Menovitý výkon motora	2x588	kW
Trakčný výkon jednotky	cca 800 / 6,66	kW / kW/t
Počet miest na sedenie	177	
Brzdy	elektro pneumatická priamočinná, pružinové, hydrodynamický retardér , pneumatická nepriamočinná	

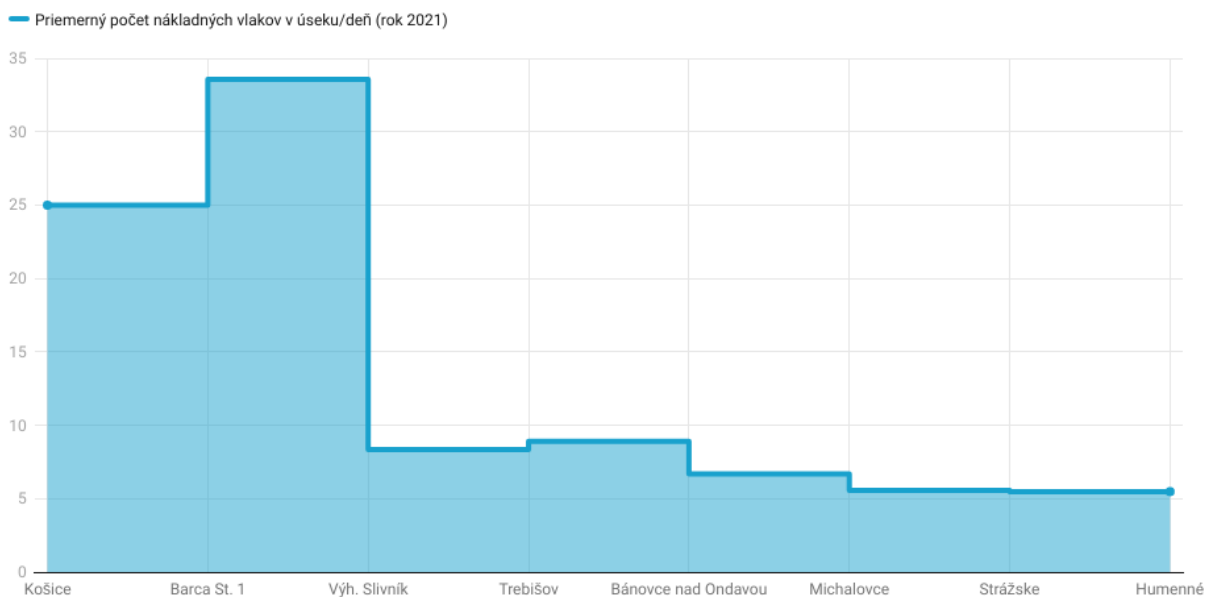


Obrázok 4 - Motorová jednotka radu 861 v železničnej výhybni Čelovce (zdroj: autor, 6.5.2022)

4.9 Nákladná doprava

Rozsah nákladnej dopravy na trati Košice – Humenné je možné rozdeliť do viacerých úsekov riešenej trate.

- Trať 190 Košice (osobná stanica) – Barca
- Trať 190 Barca – Výh. Slivník výh. č. 8
- Trať 191 Výh. Slivník výh. č. 8 – Trebišov
- Trať 191 Trebišov – Bánovce nad Ondavou
- Trať 191 Bánovce nad Ondavou – Michalovce
- Trať 191 Michalovce – Strážske
- Trať 191 Strážske – Humenné



Graf 3 - Priemerný počet nákladných vlakov za deň (vlastné spracovanie na základe (32))

V každom úseku je intenzita železničnej nákladnej dopravy rozličná najmä kvôli nepravidelnosti nákladnej dopravy a trasám vlakov ad hoc resp. podľa potreby. Najvyťaženejší úsek trate Košice – Humenné nákladnou dopravou je úsek dvojkoľajnej trate č. 190, ktorá plní účel nákladného železničného koridoru, konkrétne zaradená do piateho paneurópskeho koridoru označená Va. a koridoru RFC 9 označovaného ako Česko-slovenský európsky nákladný koridor. V tomto úseku sa intenzita nákladnej železničnej dopravy pohybuje na úrovni 11 až 15 tisíc nákladných vlakov za rok 2021 čo je v priemere 30 až 40 nákladných vlakov denne. V porovnaní s osobnou železničnou dopravou tvorí v tomto úseku nákladná doprava približne 40 až 45 % z celkovej intenzity železničnej dopravy. (33)

Na trati č. 191 je podiel nákladnej dopravy menší. V úseku trate výhybňa Slivník – Trebišov bolo v roku 2021 zaznamenaných 3 tisíc nákladných vlakov. V úseku Trebišov – Bánovce nad Ondavou to bolo 3,25 tisíc vlakov a zvyšné úseky dosahovali intenzitu pod 2,5 tisíc nákladných vlakov za rok čo je v priemere 4 až 6 vlakov denne. Nákladné vlaky sú prevádzkované do staníc Bánovce nad Ondavou, Michalovce a Strážske, kde končia a začínajú pravidelné nákladné vlaky. V úseku Strážske – Humenné je vedených len niekoľko nákladných vlakov (do 6 vlakov v priemere za deň), zväčša ide len o lokomotívne vlaky nákladných dopravcov. Najväčší objem naložky a vyložky je predpokladaný v stanici Strážske kvôli rozsiahlemu priemyselnému parku a vlečiek s väčším obratom.

5 POPIS SÚČASNÉHO STAVU ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY TRATE KOŠICE – HUMENNÉ

5.1 Základné údaje o trati

5.1.1 Poloha a označenie traťových úsekov

Riešené železničné spojenie Košice – Humenné je podľa TTP rozdelené na tri úseky, konkrétne úsek Košice – Výhybňa Slivník výh. č. 8 pod označením 101A (trať Čop (UA) – Čierna nad Tisou – Košice), ďalej úsek Výhybňa Slivník výh. č. 8 – Trebišov pod označením 103B a úsek Trebišov – Humenné pod označením 103A (trať Lupkow (PL) – Medzilaborce – Michalany). Celková dĺžka týchto úsekov ako aj železničného spojenia Košice – Humenné činí 97,412 km. Maximálna traťová rýchlosť je 100 km/h. Trať sa nachádza na území dvoch krajov, konkrétne Košického kraja a Prešovského kraja, ich hranica sa nachádza v km 90,303 (vzdialenosť od stanice Košice) v úseku medzi dopravňami Strážske a Brekov. Trať je v úseku 101A dvojkolažná, vo zvyšných úsekoch 103B a 103A jednokolažná. Všetky riešené traťové úseky sú trate normálneho rozchodu 1435 mm.

Tabuľka 20 - Označenie trate Košice - Humenné podľa TTP/GVD/KCP

Úsek trate	Označenie podľa TTP	Označenie podľa listov GVD	Označenie podľa KCP 2021/2022
Košice – Výh. Slivník výh. č. 8	101A	101A	190
Výh. Slivník výh. č. 8 - Trebišov	103B	103B	190
Trebišov - Humenné	103A	103A	191

5.1.2 Kategória tratí

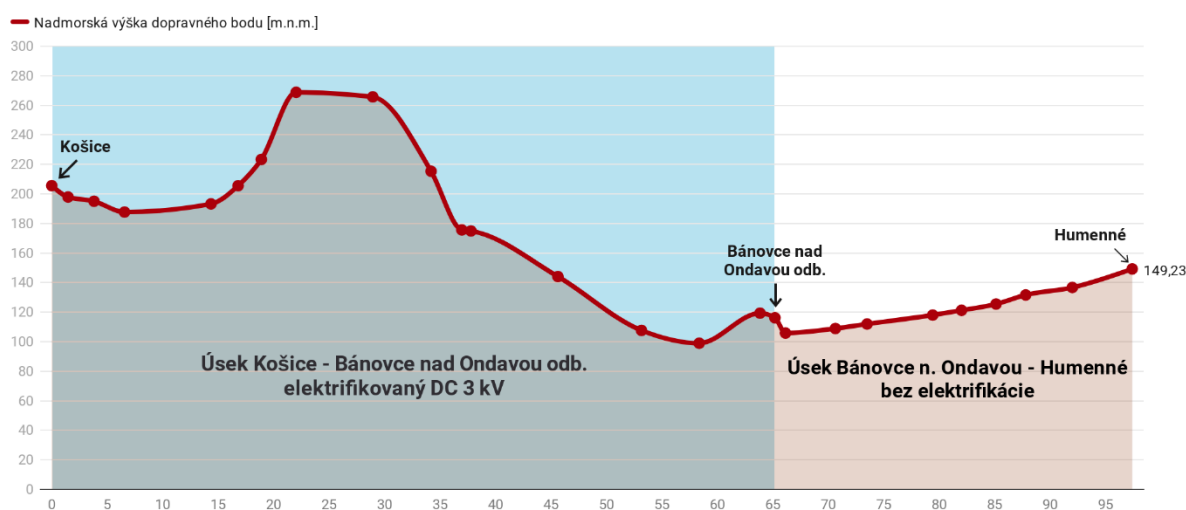
Trať 101A (190) je hlavná dvojkolažná trať 1. kategórie veľkého hospodárskeho a celospoločenského významu (členenie podľa významu a spoplatnenia infraštruktúry). Význam trate je najmä pre nákladnú dopravu na medzinárodnej úrovni, trať je súčasťou piateho Paneurópskeho koridoru ozn. Va, TEN-T Z koridoru, AGC a AGTC tranzitného koridoru a koridoru RFC 9 – Česko-Slovenský nákladný európsky koridor. (34)

Trať 103B a 103A (190 a 191) je hlavná jednokolažná trať 2. kategórie s rýchlikovou dopravou nadregionálneho významu. V úseku Trebišov – Bánovce nad Ondavou sa radí ako vedľajšia/prípojná trať koridoru RFC 9.

Riešené trate prevádzkuje a vlastní správca infraštruktúry ŽSR – Železnice Slovenskej republiky. Všetky úseky trate spadajú pod obvod riadenia dopravy Košice.

5.1.3 Výškové vedenie trate

Trať začína v žst. Košice v nadmorskej výške 205,59 m n.m. a v úseku 101A prekonáva stúpaním malé pohorie Slanské vrchy. Najvyššie položená dopravňa na trati je žst. Ruskov v nadmorskej výške 268,8 m n.m. Po prekonaní pohoria Slanské vrchy trať pozvoľne klesá až do dopravne Hrinište v úseku 103A, kde dosahuje nadmorskú výšku 98,95 m n.m. V úseku trate 103B a 103A prechádza Východoslovenskou nížinou a miernym stúpaním od dopravne Laškovce pokračuje až do žst. Humenné, ktorá sa nachádza v nadmorskej výške 149,23 m n.m. Najväčšie rozhodné stúpanie sa podľa TTP dosahuje v úsekoch medzi dopravňami Nižná Myšľa – Ruskov – Slanec a Výh. Slivník výh. č. 8 – Trebišov kde je v smere Košice – Humenné rozhodné stúpanie 15 ‰, platí aj pre opačný smer v úseku Trebišov - Nižná Myšľa.



Graf: Viliam Haberland · Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 4 - Výškové vedenie trate medzi dopravňami riešeného spojenia (zdroj (34), vlastné spracovanie)

V Grafe č. 4 je znázornený priebeh stúpania či klesania trate medzi jednotlivými dopravňami bez priebehu samotnej nivelety koľaje (autorovi sa nepodarilo získať dané dáta z verejne dostupných zdrojov).

5.1.4 Smerové vedenie trate

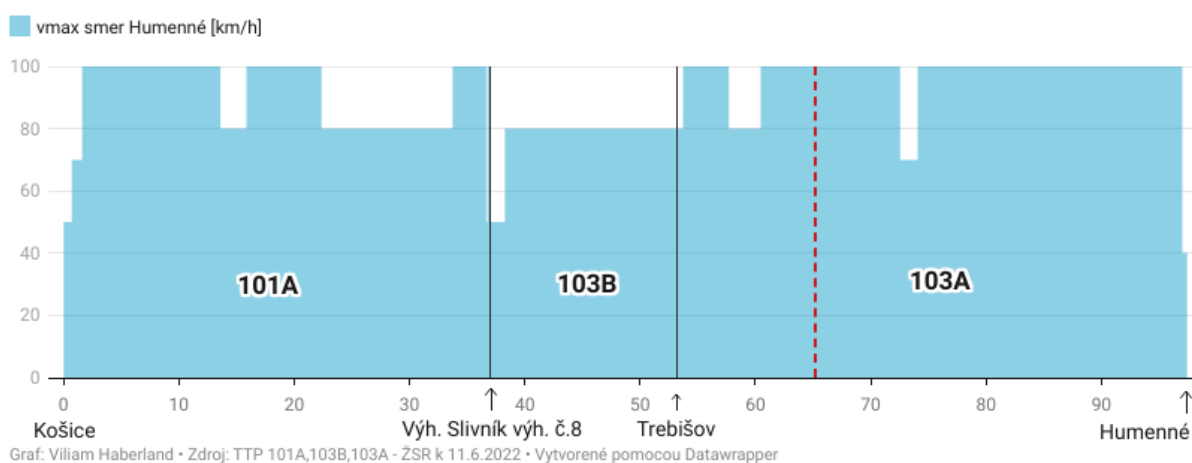
Smerové vedenie trasy prevažne kopíruje charakter a povrch územia bez zložitých technických stavebných riešení. V úseku trate medzi dopravňami Bohdanovce – Slanec je trať smerovo vedená trasou najmenšieho odporu nakoľko sa v území nachádza pohorie Slanské vrchy, konkrétne trať obchádza vrch Hradisko (728 m n.m.) a je vedená v údolí medzi vrchmi Strahuľka (481 m n.m.) a Orechovým vrchom (691 m n.m.). Iná možnosť trasovania daného úseku by bola možná len za použitia tunela prípadne iných

zložitých technických riešení. Prvky obmedzujúce traťovú rýchlosť vrátane nevhodných polomerov smerových oblúkov sú pre trať 101A a 103B uvedené v kapitole 5.2.1 tejto práce. Od dopravne žst. Trebišov až do žst. Humenné je trať 103A vedená prevažne v priamych úsekoch a rešpektuje rovinný charakter územia.

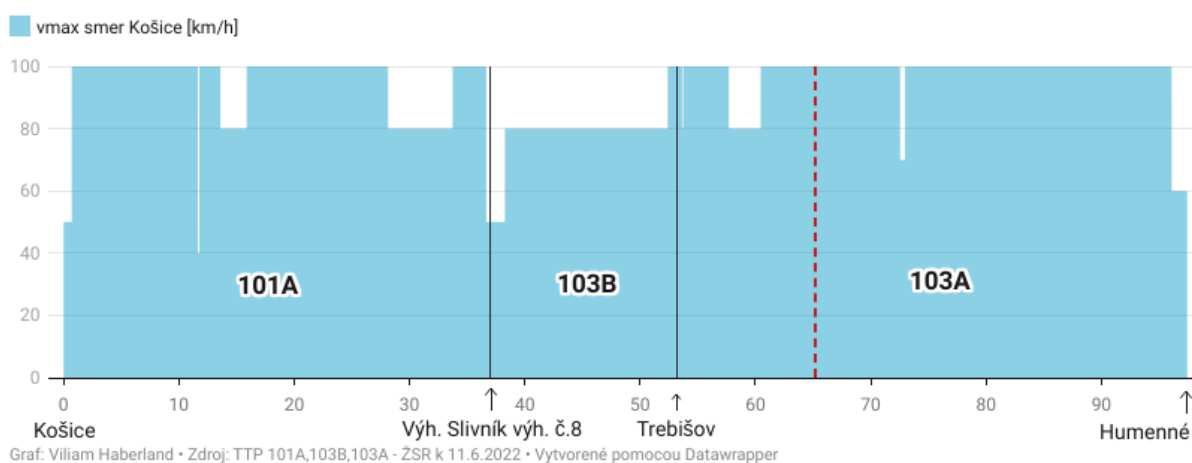
5.2 Technické údaje o trati

5.2.1 Traťová rýchlosť

Jedným z najdôležitejších parametrov tratí je traťová rýchlosť, jednak z pohľadu konkurencieschopnosti trate voči iným dopravným módom a cestovnej rýchlosti ale aj z hľadiska konštrukcie a technológie prevádzky vlakov a z toho vyplývajúcich jazdných časov. Pre prehľad traťových rýchlostí v jednotlivých úsekoch trate v oboch smeroch boli vypracované grafy č. 5 a 6, ktoré zohľadňujú štandardné rýchlostníky a trvalé obmedzenia traťovej rýchlosti podľa TTP k 11.06.2022.



Graf 5 - Rýchlostný profil trate podľa TTP v smere Košice – Humenné (zdroj (35), vlastné spracovanie)



Graf 6 - Rýchlostný profil trate podľa TTP v smere Humenné – Košice (zdroj (35), vlastné spracovanie)

Grafy č. 5 a 6 znázorňujú rýchlostné profily trate v oboch smeroch v závislosti vzdialenosti od žst. Košice (km 0,00) a traťovej rýchlosti v km/h na základe rýchlostníkov v TTP (platia pre všetky vlaky, ak nie je umiestnený rýchlostník inej kategórie). Vlaky v železničnom spojení Košice – Humenné využívajú plnú traťovú rýchlosť v každom úseku. Rýchlostné obmedzenia súvisia podľa TTP s nevyhovujúcim stavom infraštruktúry alebo kvôli nevyhovujúcim polomerom smerových oblúkov. Nižšie v tabuľkách č. 21 a 22 je prehľad trvalých obmedzení traťových rýchlostí s popisom dôvodu. Kilometrické polohy traťového obmedzenia rýchlosti sú podľa staničenia jednotlivých tratí. Väčšina obmedzení traťových rýchlostí súvisí s nevyhovujúcim stavom železničného vršku a spodku prípadne s nevhodným polomerom smerového oblúka.

Tabuľka 21 - Popis trvalých obmedzení traťovej rýchlosti v smere Košice – Humenné (podľa TTP (35))

Trať	Od km	Do km	Dĺžka [m]	Rýchlosť [km/h]	Dôvod
101A	98,213	97,942	271	50	Nevyhovujúci polomer oblúka
101A	97,942	97,038	904	70	Priecestie – rozhľadové pomery
101A	85,053	82,791	2 262	80	Nevyhovujúci polomer oblúka
101A	76,283	67,966	8 317	80	Bez popisu
101A	67,966	64,910	3 056	80	Nevyhovujúci polomer oblúka
101A	62,000	61,725	275	50	Stav železničného zvršku
103B	16,193	14,898	1 295	50	Nevyhovujúci polomer oblúka a stav žel. zvršku
103A	24,707	27,468	2 761	80	Stav železničného zvršku a spodku
103A	39,560	41,080	1 520	70	Nevyhovujúci polomer oblúka
103A	64,030	64,456	426	40	Výhybky nezávislé na hlavných návěstidlách

Tabuľka 22 - Popis trvalých obmedzení traťovej rýchlosti v smere Humenné – Košice (podľa TTP (35))

Trať	Od km	Do km	Dĺžka [m]	Rýchlosť [km/h]	Dôvod
103A	64,456	63,945	511	60	Výhybky nezávislé na hlavných návěstidlách
103A	63,945	63,100	845	90	Priecestie – rozhľadové pomery
103A	39,980	39,560	420	70	Nevyhovujúci polomer oblúka
103A	27,468	24,707	2 761	80	Nevyhovujúci stav mostu, žel. zvršku a spodku
103B	14,898	16,193	1 295	50	Nevyhovujúci polomer oblúka a stav žel. zvršku
101A	61,725	62,000	275	50	Stav železničného zvršku
101A	64,910	70,510	5 600	80	Stav železničného spodku
101A	82,772	85,053	2 281	80	Nevyhovujúci polomer oblúka a stav mostu
101A	86,883	87,006	123	40	Nevyhovujúci stav mostu
101A	97,942	98,648	706	50	Nevyhovujúci polomer oblúka

5.2.2 Zábrzdné vzdialenosti

Tabuľka 23 - Zábrzdné vzdialenosti na jednotlivých úsekoch trate (podľa TTP (35))

Trať	Začiatok úseku	Koniec úseku	Zábrzdná vzdialenosť [m]
101A	Košice	Barca St. 1	700
101A	Barca St. 1	Výhybňa Slivník výh. č. 8	1000
103B	Výhybňa Slivník výh. č. 8	Trebišov	1000
103A	Trebišov	Humenné	700

5.2.3 Normatívy dĺžky vlakov

Tabuľka 24 - Normatívy najväčších povolených dĺžok vlaku nákladnej dopravy (na základe (36))

Trať	Začiatok úseku	Koniec úseku	Dĺžka vlaku [m]
101A	Košice	Výhybňa Slivník výh. č. 8	700/670*
103B	Výhybňa Slivník výh. č. 8	Trebišov	680
103A	Trebišov	Humenné	620

* = párna/nepárna skupina koľají

5.2.4 Trakčná sústava

Trať Košice – Humenné je čiastočne elektrizovaná v úseku Košice – Bánovce nad Ondavou odbočka (65,276 km) jednosmernou 3 kV trakčnou napájacou sústavou, čo tvorí 63 % z celkovej dĺžky spojenia Košice – Humenné. Úseky trate 101A (190) boli elektrizované v rokoch 1961 (Nižná Myšľa – Čerhov) a 1962 v celom úseku trate Košice – Čierna nad Tisou, po dostavbe traťovej spojky (trať 103B) v roku 1985 medzi dopravňami Výhybňa Slivník výh. č. 8 (pôvodne názvom Červený Dvor) a Trebišov bola trať 103B elektrizovaná v roku 1989, čiže o 4 roky po dostavbe traťovej spojky. (37)

5.2.5 Kategória zvislého zaťaženia a skupina priechodnosti trate

V celej dĺžke riešenej trati je kategória zvislého zaťaženia trate koľajovými vozidlami D4 (najväčšia hmotnosť na nápravu 22,5 t s najväčšou hmotnosťou 8,0 t na 1 m koľaje vyvolanou koľajovým vozidlom s dvomi dvojnápravovými podvozkami), okrem úseku trate 101A na 2. traťovej koľaji medzi dopravňami Nižná Myšľa – Krásna nad Hornádom kde je pre nevyhovujúci stav železničného mostu dočasne znížené možné zvislé zaťaženie na kategóriu C2 (20 t, 6,4 t/1 m) pre koľajové vozidlá a D2 (22,5 t, 6,4 t/1 m) pre HKV. Z hľadiska priečných účinkov HKV na železničný zvršok v smerových oblúkoch malých polomerov patria všetky úseky trate do skupiny priechodnosti 1,2,3 (Maximálna priečna sila >60 kN) s obmedzením rýchlosti pre skupinu HKV priechodnosti 3 podľa rychlostníkov pre danú skupinu.

5.2.6 Železničný spodok a zvršok

Železničný zvršok je v celom úseku riešenej trate klasickej konštrukcie, koľajnice upevnené na železničných podvaloch v koľajovom lôžku. Na trati prevažuje nepriame, podkladnicové, tuhé upevnenie koľajnic (prevažne typu R65, S49 a T) k betónovým alebo dreveným podvalom.

5.2.7 Traťové zabezpečovacie zariadenia

Tabuľka 25 - Traťové zabezpečovacie zariadenie v jednotlivých úsekoch trate (36)

Trať	Začiatok úseku	Koniec úseku	TZZ
101A	Košice	Výhybňa Slivník výh. č. 8	3VZX
103B	Výhybňa Slivník výh. č. 8	Trebišov	2Pr
103A	Trebišov	Strážske	2Pr
103A	Strážske	Humenné	1Pr

V úseku trate 101A Košice – Výhybňa Slivník výh. č. 8 je automatické traťové zabezpečovacie zariadenie 3. kategórie pre obojsmernú prevádzku. Trať 103B v úseku Výhybňa Slivník výh. č. 8 je zabezpečená traťovým zabezpečením 2. kategórie – reléovým poloautomatickým blokom s kontrolou voľnosti trate v oboch smeroch so samostatnými predzvestami. V úseku trate 103A Trebišov – Strážske je trať zabezpečená traťovým zabezpečením 2. kategórie – reléovým poloautomatickým blokom so samostatnými predzvestami. Automatická kontrola voľnosti trate je zabezpečená len v úseku Trebišov – Bánovce nad Ondavou. V úseku trate 103A Strážske – Humenné nie je traťové zabezpečovacie zariadenie. Jazdy vlakov sa v tomto úseku zabezpečujú telefonickým dorozumievaním (1. kategória).

5.2.8 Staničné zabezpečovacie zariadenia

Tabuľka 26 - Prehľad SZZ v jednotlivých dopravných na riešenej trati (na základe miestneho šetrenia, TTP a (34))

Dopravňa	Staničné zabezpečovacie zariadenie	Popis
Košice (osobná skupina koľají)	2. kategórie	prechodné ZZ, hlavné návěstidlá sú závislé na polohe všetkých prechádzaných výhybiek a odvratných výhybiek a výkoľajok
Barca	3. kategórie	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Krásna nad Hornádom	3. kategórie	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok

Dopravňa	Staničné zabezpečovacie zariadenie	Popis
Nižná Myšľa	3. kategória	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Ruskov	3. kategória	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Slanec	3. kategória	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Výhybňa Slivník	3. kategória	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Výhybňa Čelovce	3. kategória	reléové ZZ cestového systému (typ AŽD 71), s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Trebišov	2. kategória	zjednodušené ZZ bez kontroly voľnosti koľaje s ústredne prestavovanými výhybkami zo stavadiel, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Výhybňa Hriňšte	3. kategória	reléové ZZ cestového systému (typ AŽD 71), s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek
Bánovce nad Ondavou	3. kategória	reléové ZZ cestového systému, s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
Michalovce	2. kategória	zjednodušené reléové ZZ so svetelnými hlavnými návěstidlami, predzvestami s rýchlostnou návěstnou sústavou, výhybky sú prestavované ústredne signalistami zo stavadiel
Výhybňa Petrovce nad Laborcom	2. kategória	zjednodušené reléové ZZ so svetelnými návěstidlami s rýchlostnou návěstnou sústavou a skupinovými odchodovými návěstidlami, výhybky sú stavané ručne
Strážske	2. kategória	elektromechanické ZZ so svetelnými návěstidlami s rýchlostnou návěstnou sústavou a závislosti na polohe výhybiek a výkoľajok
	3. kategória časť Strážske - výhybky č.31,32,33,34	reléové ZZ ovládané z ovládacieho pultu v dopravnej kancelárii stanice Strážske
Humenné	1. kategória	Výmenny sú zaisťované zámkami, ich poloha je kontrolovaná kľúčmi výmenových zámkov v ústrednej zámku a výsledné kľúče sú uzamykané na výhybkárskych stanovištiach St.I, St.II a St.III podľa záverovej tabuľky

Na riešenej trati sa nachádzajú SZZ všetkých troch kategórií, resp. technickej úrovni zabezpečenia. V sieti tratí ŽSR rozlišujeme 3 kategórie SZZ (38):

- 1. kategórie; hlavné návěstidlá nie sú v priamej závislosti od polôh jednotlivých výhybiiek a výkoľajok vo vlakovej ceste, z toho vyplýva, že pri tomto zabezpečení nie je možné vylúčiť súčasne zakázané vlakové cesty
- 2. kategórie; hlavné návěstidlá sú vždy závislé od polôh jednotlivých výhybiiek a výkoľajok vo vlakovej ceste, súčasne zakázané vlakové cesty sú vylúčené (priama bočná ochrana ciest je zabezpečená)
- 3. kategórie; hlavné návěstidlá a zriaďovacie návěstidlá sú závislé od polôh jednotlivých výhybiiek a výkoľajok vo vlakovej ceste, súčasne zakázané vlakové cesty sú vylúčené (priama bočná ochrana ciest je zabezpečená), je zabezpečená kontrola voľnosti jazdnej cesty

Nedostatky v úrovni staničného zabezpečenia je možné identifikovať v žst. Humenné kde je úroveň SZZ a TZZ (v úseku Humenné – Strážske) 1. kategórie, z čoho vyplýva nižší stupeň bezpečnosti železničnej prevádzky a nutnosť dohľadu zamestnancov riadenia prevádzky spojená s vysokými mzdovými nákladmi. V najväčšom zastúpení na trati je avšak SZZ 3. kategórie, ktoré je považované za najbezpečnejšiu kategóriu SZZ.

5.2.9 Priecestia

Tabuľka 27 - Počet priecestí podľa druhu komunikácie v riešenom spojení (36)

Druh pozemnej komunikácie	Trat' 101A	Trat' 103B	Trat' 103A	Spolu
C-I.	-	-	1	1
C-II.	2	-	1	3
C-III.	-	1	7	8
C-IV.	1	6	15	22
Celkový počet krížení železničnej trate s pozemnou komunikáciou				34

C-I. = cesta 1. triedy alebo miestna komunikácia zodpovedajúceho dopravného významu

C-II. = cesta 2. triedy alebo miestna komunikácia zodpovedajúceho dopravného významu

C-III. = cesta 3. triedy alebo miestna komunikácia zodpovedajúceho dopravného významu

C-IV. = účelové komunikácie a ostatné miestne komunikácie

Tabuľka 28 - Počet priecestí podľa druhu zabezpečenia priecestia v riešenom spojení (36)

Druh zabezpečenia priecestia	Trat' 101A	Trat' 103B	Trat' 103A	Spolu
Výstražným krížom	-	-	3	3
Mechanické závory	-	-	1	1
Svetelným PZZ	-	5	4	9
Svetelným PZZ so závorami	3	2	16	21

Celkovo sa na riešenej trati nachádza 34 úrovňových krížení železničnej trate s pozemnou komunikáciou, z toho 91,1 % priecestí je zabezpečených svetelnou signalizáciou alebo závorami príp. kombináciou. V úseku trate 101A (Košice – Výh. Slivník výh. č.8), ktorá je dvojkolajná sa nachádzajú len 3 priecestia z toho všetky zabezpečené svetelným PZZ so závorami čo je priaznivé nakoľko sa jedná o úsek s najväčšou intenzitou železničnej dopravy v porovnaní s vyššími úsekmi riešenej trate. Zaujímavosťou je priecestie zabezpečené mechanickými závorami v blízkosti žst. Trebišov ŠRT (širokorozchodná trať) na trati 103A v km 21,772 v krížení s účelovou komunikáciou, pravdepodobne je priecestie v trvalo uzavretej polohe s možnosťou otvorenia na žiadosť u obsluhy žst. Trebišov ŠRT.

5.3 Popis jednotlivých dopravní

V riešenom úseku sa nachádza celkom 12 železničných staníc, 9 zastávok a 4 výhybne. V nasledujúcich kapitolách sú jednotlivé dopravné uvedené so stručným popisom, ktorý je zameraný na technické parametre dopravní z hľadiska osobnej dopravy. Popis vychádza na základe dostupných informácií zo zdroja webovej služby ŽSR – aplikácie, infomapa a vlastným šetrením autora, prieskumom jednotlivých dopravní. (34) (35)

Košice

Železničná stanica Košice leží v km 98,750 celoštátnej dvojkolajnej trate Čierna nad Tisou – Košice – Žilina. Podľa KCP je stanicou zároveň pre trate 120,160,169,180 a 190. Stanica plní účel centrálného prestupného uzlu na regionálnej, celoštátnej a medzinárodnej úrovni, je vybavená širokým spektrom služieb pre cestujúcich vrátane klientskych centier dopravných spoločností, prevádzkujúcich osobnú železničnú dopravu v danom tarifnom bode. Po prevádzkovej stránke je stanicou zriaďovacou a vlakovou.

Výpravná budova prešla v rokoch 2011 až 2012 masívnou rekonštrukciou, pri ktorej došlo k dobudovaniu nákupnej a komerčnej pasáže k priestorom plniacim dopravnú funkciu. V súčasnosti prebiehajú rekonštrukčné a modernizačné práce dopravnej časti kde dochádza k úpravám nástupíšť, dostavbe bezbariérových prvkov pre prístup k vlakom (nové výťahy a prístupové rampy na ostrovné nástupištia) a rekonštrukcia koľají č. 11,9,8,7,6,5,3a a 1. Stanica by sa mala stať v dohľadnej dobe plne bezbariérovou. (39)

V súčasnosti sa v žst. Košice nachádza v obvode osobnej skupiny 16 koľají z toho sú tri koľaje slepé a ukončené zarážadlom (koľaje č. 3a,13,15). V obvode osobnej skupiny koľají sa nachádza ešte 19 odstavných koľají z toho je 8 koľají v správe dopravcu ZSSK.

Do železničnej stanice je zaústených viacero vlečiek v správe tretích strán, rušňové depo spoločnosti ZSSK a.s. a opravovňa vozňov. Stanica je vybavená predkurovaním vlakových súprav napájaných z trolejového vedenia 3 kV.

V obvode žst. sa nachádzajú 3 kryté a 1 nekryté nástupište. Príchod cestujúcich k týmto nástupištom je možný pomocou dvoch podchodov. Nástupište 1. (kryté a vyvýšené) je nástupištom pre koľaje č. 15,13 a 11 s dĺžkou nástupištnej hrany (č. 15- 136 m, č. 13- 139 m a č. 11. 409 m). Nástupište 2. (kryté a vyvýšené) je nástupištom pre koľaje č. 7 a 9 s dĺžkou nástupištnej hrany (č.7 aj č. 9 – 420 m). Nástupište 3. (nekryté, pre koľaje č. 5 – 1b a 5 – 3a je vyvýšené, pre koľaje 1,2,4,6,8 a 10 úrovňové s prechodmi) je nástupištom pre koľaje č. 5,3a,1,2,4,6,8, a 10 s dĺžkou nástupištnej hrany (č. 5- 424 m, č. 3a- 148 m, č. 1- 283 m, č. 2,4,6- 273 m, č. 8- 240 m a č. 10- 350 m).

Stanica je vybavená informačným systémom pre cestujúcich s elektronickými tabuľami s informáciou o odchodoch a príchodoch vlakov a staničným rozhlasom.



Obrázok 5 - Pohľad na železničnú stanicu Košice (zdroj: (40))

Košice predmestie

Železničná zastávka leží v km 97,070 medzi dopravňami Košice – Barca St.1 na dvojkolajnej trati č. 190. Obe traťové koľaje sú vybavené vyvýšenými nástupištami so spevnenou hranou v dĺžke 204 m, ktoré sú osvetlené. V blízkosti nástupíšť sa nachádza malá čakáreň, formou prístrešku. Zastávka nie je vybavená možnosťou kúpy cestovných dokladov. Na zastávke je audiovizuálny informačný systém s jediným elektronickým informačným panelom.



Obrázok 6 - Železničná zastávka Košice predmestie (zdroj: Autor 9.5.2022)

Barca

Železničná trať č. 190 v km 94,902 prechádza železničnou stanicou Barca iba v jej obvode stavadla č. 1. Stanica je preto z hľadiska trate č. 190 iba stanicou odbočnou bez ďalšieho účelu pre cestujúcich a možnosti nástupu/výstupu.

Krásna nad Hornádom

Železničná stanica Krásna nad Hornádom je medzilahlou stanicou pre dvojkolajnú trať č. 190 v km 92,038 a plní účel regionálnej úrovne v preprave osôb. Celkovo sa v stanici nachádza 9 dopravných koľají s užitočnými dĺžkami od 396 m (koľaj č. 3) po 835 m (hlavná staničná koľaj č. 1). Stanica je vybavená uzavretou čakárňou pre verejnosť a pokladnicou s predajom cestovných dokladov. Nástupištia pre cestujúcich sú vyvýšené jednostranné so spevnenou hranou medzi koľajami č. 6/4; 4/2 a 2/1 všetky v dĺžke 300 m. V stanici sú zaústené tri vlečky prevádzkované tretími stranami.

Nižná Myšľa

Železničná stanica Nižná Myšľa je medzilahlou stanicou pre dvojkolajnú trať č. 190 v km 84,204 a plní účel regionálnej úrovne v preprave osôb. Stanica disponuje 4 dopravnými koľajami a 1 koľajou manipulačnou. Užitočné dĺžky koľají sú v rozsahu 694 m (koľaj č. 3) do 744 m (koľaj č. 2). Stanica je vybavená vestibulom pre cestujúcich vo výpravnej budove, predaj cestovných dokladov v stanici nie je zabezpečený. Nástupištia pre cestujúcich sú jednostranné so spevnenou hranou pri koľaji č. 1,2 a 3 vo všetkých prípadoch s dĺžkou nástupnej hrany 230 m.

Vyšná Myšľa

Železničná zastávka leží v km 81,987 medzi dopravňami Nižná Myšľa – Ruskov na dvojkolajnej trati č. 190. Obe traťové koľaje sú vybavené úrovňovými, jednostrannými sypanými nástupištami so spevnenou hranou o dĺžkach 250 m (koľaj č. 1) a 227 m (koľaj č. 2). Prístup k nástupištiam nie je bezbariérový. Zastávka je vybavená prístreškami pre cestujúcich, osvetlením a rozhlasom.

Bohdanovce

Železničná zastávka leží v km 79,943 medzi dopravňami Nižná Myšľa – Ruskov na dvojkolajnej trati č. 190. Obe traťové koľaje sú vybavené úrovňovými, jednostrannými sypanými nástupištami so spevnenou hranou o dĺžkach 250 m (koľaj č. 1) a 183 m (koľaj č. 2). Prístup k nástupištiam nie je bezbariérový. Zastávka je vybavená plechovými prístreškami pre cestujúcich, osvetlením a rozhlasom.



Obrázok 7 - Železničná zastávka Bohdanovce (zdroj: Autor 6.5.2022)

Ruskov

Železničná stanica Ruskov je medzilahlou stanicou pre dvojkolajnú trať č. 190 v km 76,471 a plní účel regionálnej úrovne v preprave osôb. Stanica má 5 dopravných koľají, 2 koľaje manipulačné a 4 odvrtné koľaje. Užitočné dĺžky dopravných koľají sú v rozsahu od 605 m (koľaj č. 5) do 768 m (koľaj č. 1). Stanica je vybavená vestibulom pre cestujúcich vo výpravnej budove, predaj cestovných dokladov v stanici nie je zabezpečený. Stanica disponuje dvoma ostrovnými nástupištami medzi staničnými koľajami č.1/3 v dĺžke 224 m a č. 2/4 v dĺžke 254 m, prístup k nim je zabezpečený pomocou podchodu. Prístup

k nástupištiam nie je bezbariérový. Informovanie cestujúcich je zabezpečené staničným rozhlasom. V stanici je zaústená vlečka prevádzkovaná treťou stranou.

Slanec

Železničná stanica Slanec je medzilahlou stanicou pre dvojkolažnú trať č. 190 v km 69,755 a plní účel regionálnej úrovne v preprave osôb. Stanica disponuje 5 dopravnými kolažami, 1 manipulačnou a 1 odvratnou. Užitočné dĺžky kolaží sú v rozsahu 523 m (kolaž č. 5) do 775 m (kolaž č. 1). Stanica je vybavená vestibulom pre cestujúcich vo výpravnej budove, predaj cestovných dokladov v stanici nie je zabezpečený. V stanici sa nachádzajú 3 jednostranné nástupištia so spevnenou hranou pri kolažách č. 3 (dĺžka hrany 228 m), č. 1 (dĺžka hrany 253 m) a č. 2 (dĺžka hrany č. 210 m). Do stanice sú zaústené dve železničné vlečky tretích strán. Informovanie cestujúcich je zabezpečené staničným rozhlasom.

Kalša

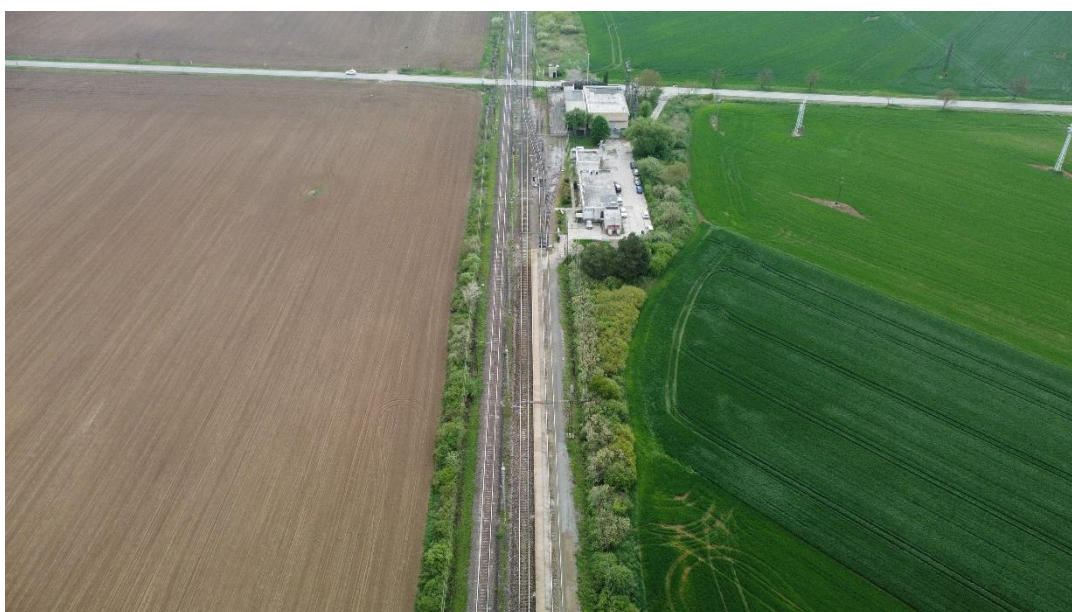
Železničná zastávka Kalša leží v km 79,943 dvojkolažnej trate č. 190 medzi dopravňami Slanec a Výhybňa Slivník. Obe traťové kolaže sú vybavené úrovňovými, jednostrannými sypanými nástupištiami so spevnenou hranou o dĺžkach 248 m (kolaž č. 1) a 250 m (kolaž č. 2). Prístup k nástupištiam nie je bezbariérový. K nástupištu pri kolaži č. 2 je prístup pomocou nadchodu ponad traťové kolaže, psychologicky sú ale cestujúci navedení na služobný prechod cez kolaže v blízkosti nástupíšť. Zastávka je vybavená plechovým prístreškom pre cestujúcich pri kolaži č. 2 a osvetlením.

Výhybňa Slivník

Výhybňa Slivník leží na jednokolažnej trati č. 190 (103B) Výh. Slivník - Trebišov v km 15,374, ktorá je napojená do dvojkolažnej trate č. 190 (101A) v km 61,725, z dopravného hľadiska je pre riešenie trať výhybňou odbočnou. Kolaže výhybne je možné rozdeliť do dvoch častí, kolažisko vlastnej výhybne (kolaže 1,1b,3,3a,5 a 5a) a kolaže pokračujúcej dvojkolažnej trate č. 190, ktoré sú traťové, č. 1 a 2. Kolažisko výhybne je zaústené do 2. traťovej kolaže výhybkou č. 8, ktorá je uvádzaná v TTP ako dopravný bod. Vlastné dopravné kolaže výhybne nadobúdajú užitočné dĺžky od 719 m (kolaž č. 3) do 766 m (kolaž č. 1). Výhybňa nemá nástupištia pre cestujúcich, nástup/výstup cestujúcich v dopravni nie je umožnený.

Výhybňa Čelovce

Výhybňa Slivník leží na jednokoľajnej trati č. 190 (103B) Výh. Slivník - Trebišov v km 7,532. Z dopravného hľadiska je výhybňou medzilahlou s možnosťou nástupu a výstupu cestujúcich. Výhybňa disponuje dvoma dopravnými koľajami, s užitočnými dĺžkami 713 m (koľaj č. 3) a 747 m (koľaj č. 2). Pri koľaji č. 1 sa nachádza jednostranné vyvýšené nástupište s dĺžkou 150 m so spevnenou nástupnou plochou z betónových dosiek. Koľaj č. 3 disponuje len sypaným nástupišťom bez spevnenej hrany s dĺžkou 150 m. Prístup k nástupištiam je pomocou priechodu pre chodcov. Informovanie cestujúcich je zabezpečené staničným rozhlasom, predaj cestovných dokladov nie je zabezpečený.



Obrázok 8 - Výhybňa Čelovce, pohľad na výpravnu budovu a trebišovské zhlavie (zdroj: Autor 6.5.2022)

Trebišov

Železničná stanica Trebišov je medzilahlou stanicou pre jednokoľajnú trať č. 191 resp. 103A (Lupkow PL – Medzilaborce – Michalany) v km 20,265 a odbočnou stanicou pre trate č. 192 (Trebišov – Vranov nad Topľou) a č. 190 resp. 103B (Výh. Slivník – Trebišov). Stanica disponuje 8 dopravnými koľajami s užitočnými dĺžkami od 175 m (koľaj č. 2a) do 934 m (koľaj č. 1), 4 manipulačnými a 6 koľajami pre zvláštne účely. Stanica je vybavená uzavretou čakárňou, pokladňami dopravcu pre nákup cestovných dokladov, elektronickými informačnými systémami a staničným rozhlasom.

V žst. Trebišov sú vybudované 3 nástupištia, konkrétne ostrovné čiastočne zastrešené medzi koľajou č. 1 a 4 s pevnou nástupnou hranou a dláždeným povrchom, ktoré pokračuje jazykovým nástupišťom ku koľaji č. 2a s prístupom pomocou podchodu a dve

úrovňové nástupištia s obojstrannou pevnou nástupnou hranou medzi koľajami č. 1/3 (dĺžka hrany 377 m) a 4/6 (dĺžka hrany 144 m). Dĺžka nástupných hrán vedľa koľaje č. 1 je 447 m, vedľa koľaje č. 2a 70 m.

V súčasnosti prebieha v stanici výstavba terminálu integrovanej osobnej prepravy, ktorá by mala zabezpečiť rekonštrukciu nástupíšť a podchodu železničnej stanice a zlepšiť prestupné väzby medzi IAD, AD a ŽD vybudovaním parkovísk typu P+R a autobusového terminálu bezprostredne v blízkosti výpravnej budovy železničnej stanice. (41)

Do železničnej stanice sú zaústené tri vlečky správcov tretích strán.



Obrázok 9 - Ostrovné nástupište v žst. Trebišov (zdroj: Autor, 6.5.2022)

Výhybňa Hrnište

Výhybňa Hrnište leží medzi železničnými stanicami Trebišov – Bánovce nad Ondavou na jednokoľajnej trati č. 191 v km 25,465. Výhybňa disponuje dvoma dopravnými koľajami č. 1 s užitočnou dĺžkou 753 m a č. 2 s užitočnou dĺžkou 741 m. Vedľa oboch koľají sa nachádzajú sypané nástupištia s nástupnou hranou v dĺžke 150 m. Prístup k nástupištiam je pomocou priechodu pre chodcov. Informovanie cestujúcich je zabezpečené staničným rozhlasom, predaj cestovných dokladov nie je zabezpečený.

Bánovce nad Ondavou

Železničná stanica Bánovce nad Ondavou leží v km 30,951 jednokoľajnej trate č. 191 pre ktorú je stanicou medzilahlou a zároveň je stanicou odbočnou pre jednokoľajnú trať č. 195 (Bánovce nad Ondavou – Veľké Kapušany). Stanica disponuje 9 dopravnými koľajami s užitočnou dĺžkou od 100 m (koľaj č. 3b) do 716 m (koľaj č. 1) a 9 koľajami manipulačnými. V žst. Bánovce nad Ondavou sú vybudované 4 jednostranné nástupištia s dĺžkami nástupnej hrany pri koľaji č. 2 - 373 m, č. 1 - 478 m, č. 3 - 360 m a č. 4 - 550 m. Okrem koľaje č. 5 kde je nástupište sypané bez pevnej hrany sú všetky nástupištia štrkové s pevnými hranami. Pre cestujúcich sú zriadené medzi nástupištiami priechody cez koľaje. Vo výpravnej budove sa nachádza čakáreň pre cestujúcich. Do obvodu železničnej stanice sú zaústené dve vlečky správcov tretích strán.



Obrázok 10 - Železničná stanica Bánovce nad Ondavou, pohľad na výpravnú budovu (zdroj: Autor, 6.5.2022)

Laškovce

Železničná zastávka Laškovce sa nachádza medzi dopravňami Bánovce nad Ondavou – Michalovce v km 33,248 trate č. 191. Na zastávke je vybudované vyvýšené nástupište s nástupnou hranou v dĺžke 200 m z betónových prefabrikátov typu SUDOP. Zastávka disponuje murovaným prístreškom a nie je osvetlená.

Michalovce zastávka

Železničná zastávka leží v km 37,740 na trati č. 191 medzi dopravňami Bánovce nad Ondavou – Michalovce. Na zastávke je vybudované nástupište s dĺžkou nástupnej hrany 203 m. Zastávka nedisponuje prístreškom.

Michalovce

Železničná stanica Michalovce leží v km 40,597 jednokoľajnej trate č. 191. Po prevádzkovej stránke je stanica Michalovce stanicou medzilahlou. Stanica disponuje 6 dopravnými koľajami, 7 manipulačnými a 1 odvratnou koľajou. Dopravné koľaje majú užitočnú dĺžku od 553 m (koľaj č. 6) do 775 m (koľaj č. 3). Stanica je z hľadiska prepravy osôb stanicou s nadregionálnym a regionálnym významom, je vybavená informačným systémom, pokladňami pre výdaj cestovných dokladov, službami pre cestujúcich vrátane čakárne, stravovacích služieb a nápojových automatov. V stanici sú vybudované dve nástupištia pri koľaji č. 3 s dĺžkou 315 m a koľaji č. 1 s dĺžkou 335 m, obe sú jednostranné úrovňové s kamennou dlažbou. Do obvodu stanice je zaústených celkom 6 vlečiek správcov tretích strán, z toho 3 nie sú dlhodobo v prevádzke.



Obrázok 11 – žst. Michalovce, pohľad na nástupištia koľají č. 1 a 3 (zdroj: Autor, 6.5.2022)

Výhybňa Petrovce nad Laborcom

Výhybňa Petrovce nad Laborcom leží v km 46,515 jednokoľajnej trate č. 191. Po prevádzkovej stránke je výhybňa medzilahlou a určená na križovanie vlakov. Výhybňa disponuje 2 dopravnými s užitočnými dĺžkami 660 m (koľaj č. 1) a 645 m (koľaj č. 2) a 1 odvratnou koľajou. Pre cestujúcich sú vybudované dve nástupištia z toho nástupište pri koľaji č. 1 je v dĺžke 48 m vyvýšené jednostranné s panelovými doskami a v dĺžke 197 m pokračuje ako sypané nevyvýšené. Pri koľaji č. 3 sa nachádza len sypané nástupište s dĺžkou 100 m. Pre cestujúcich sa v prijímacej budove nachádza čakáreň. Výhybky vo výhybni sa ovládajú ručne.

Nacina Ves

Železničná zastávka leží v km 49,111 na trati č. 191 medzi dopravňami Výh. Petrovce nad Laborcom – Strážske. Na zastávke je vybudované vyvýšené panelové nástupište s dĺžkou nástupnej hrany 180 m. Zastávka je vybavená prístreškom.

Pusté Čemerné

Železničná zastávka leží v km 52,225 na trati č. 191 medzi dopravňami Výh. Petrovce nad Laborcom – Strážske. Na zastávke je vybudované vyvýšené panelové nástupište s dĺžkou nástupnej hrany 155 m. Zastávka je vybavená prístreškom.

Strážske

Železničná stanica Strážske leží v km 54,896 jednokoľajnej trate č. 191 je stanicou medzilahlou a zároveň odbočnou pre trať č. 193 (Prešov – Strážske). Stanica disponuje 10 dopravnými (z toho 3 koľaje slúžia ako triangel križovatky tratí č. 191 a č. 195) a 7 manipulačnými koľajami. Dopravné koľaje nadobúdajú užitočnú dĺžku od 447 m (koľaj č. 10) do 649 m (koľaj č. 1). V stanici sú vybudované 3 nástupištia pri koľaji č. 3 (dĺžka hrany 430 m), č. 1 (dĺžka hrany 380 m) a č. 2 (dĺžka hrany 340 m). Všetky nástupištia sú jednostranné úrovňové štrkové s pevnými hranami. Vo výpravnej budove sa nachádza čakáreň pre cestujúcich, pokladňa dopravcu pre výdaj cestovných dokladov. Cestujúci sú informovaní staničným rozhlasom. Do stanice je zaústená vlečka priemyselného areálu CHEMKO.



Obrázok 12- Železničná stanica Strážske, pohľad na výpravnú budovu a nástupištia (zdroj: Autor, 6.5.2022)

Brekov

Železničná zastávka Brekov leží v km 59,100 medzi dopravňami Strážske a Humenné na jednokoľajnej trati č. 191. Nástupište je vyvýšené panelové v dĺžke 190 m, vybavené je murovaným prístreškom pre cestujúcich. Zastávka je osvetlená.



Obrázok 13 - Železničná zastávka Brekov (zdroj: Autor, 6.5.2022)

Humenné

Železničná stanica Humenné je medzilahlou stanicou pre trať č. 191 v km 64,456 a zároveň odbočnou stanicou pre trať č. 196 (Humenné – Stakčín). Stanica je z hľadiska prepravy osôb stanicou s nadregionálnym a regionálnym významom. Do stanice je zaústené rušňové depo dopravcov a vlečka spravovaná treťou stranou. V dispozícii stanice sa nachádza 7 dopravných a 7 manipulačných koľají s užitočnými dĺžkami dopravných koľají od 323 m (koľaj č. 11) do 685 m (koľaj č. 1). Celkom sa v stanici nachádza 5 úrovňových jednostranných nástupíšť so zámkovou dlažbou pre cestujúcich s dĺžkami nástupných hrán 109 m (koľaj č. 4), 390 m (koľaj č. 2,3 a 5) a 500 m (koľaj č. 1). V obvode stanice sa nachádza aj autorampa pre nakládku áut do autovozňov. Výpravná budova disponuje čakárňou, osobnými pokladňami, elektronickým informačným systémom, nápojovými automatmi a stravovacími službami. Stanica je vybavená predkurovacím napájaním súprav z 22 kV siete.



Obrázok 14 - Železničná stanica Humenné, pohľad na nástupišťa (zdroj: Autor)

5.4 Kapacita trate

Pre posúdenie možného skrátenia taktu na linke Košice – Humenné je nutné poznať kapacitné možnosti trati, nakoľko je trať č. 191 jednokoľajná dochádza k pomerne významnému zníženiu kapacity v porovnaní s traťou č. 190 v dvojkolejnom úseku. Je potrebné identifikovať úzke miesta a pri plánovaní posilnenia spojov sa na takéto miesta zamerať. Správca infraštruktúry poskytuje prehľad kapacity a dostupnej voľnej kapacity tratí pre daný GVD 2021/2022 ako prílohu 4_5_b dokumentu Podmienky používania železničnej siete, z ktorého autor práce vychádzal. (42)

Tabuľka 29 - Kapacita jednotlivých tratí a úzke miesta traťovej priepustnosti (zdroj (42))

Trať	Úsek	Obmedzujúci medzistaničný úsek	Smer	Počty vlakov		Kapacita [počet vlakov]	Voľná kapacita [počet vlakov]	Stupeň obsadenia traťovej koľaje pravidelnou dopravou
				OD	ND		Využitie praktickej priepustnosti [%]	
101A (190)	Košice - Vých. Slivník	Nižná Myšľa - Ruskov	P	26	22	112	51	0,23
			P _{pp}	2	11		42,8	
			N	27	19	125	64	0,30
			N _{pp}	1	14		36,9	
103B (190)	Vých. Slivník - Trebišov	Čelovce - Trebišov	P	11	6	104	57	0,28
			P _{pp}	0	5		34,7	
			N	11	8			
			N _{pp}	0	6			
103A (191)	Bánovce nad Ondavou - Strážske	Bánovce nad Ondavou - Michalovce	P	12	9	87	38	0,36
			P _{pp}	0	4		47,1	
			N	12	8			
			N _{pp}	0	4			
103A (191)	Strážske - Humenné	Strážske - Humenné	P	22	6	80	15	0,55
			P _{pp}	0	3		73,8	
			N	23	8			
			N _{pp}	0	3			

pp = podľa potreby

P = párný smer jazdy / N = nepárny smer

Úsek s najmenšou voľnou kapacitou (15 vlakov) a vysokou mierou využitia priepustnosti trate 73,8 % je medzi dopravňami Strážske – Humenné na trati č. 191 predovšetkým kvôli nízkej úrovni traťového zabezpečenia (1. kategória, telefonické dorozumievanie) a absencie traťových oddielov, ktoré by umožnili organizovať jazdu vlakov v zväzkovom alebo čiastočne zväzkovom type GVD. Jedná sa o úsek s dĺžkou 9,538 km.

Naopak priaznivá voľná kapacita je v úseku trate č. 190 kde je využitie praktickej priepustnosti do 42,8 %, a teda skrátenie taktu rýchlych vlakov železničného spojenia by teoreticky nemalo podnecovať k významným úpravám súčasného rozsahu prevádzky vlakov.

6 PREVERENIE VYUŽITIA ALTERNATÍVNYCH POHONOV

6.1 Udržateľnosť železnice v 21. storočí

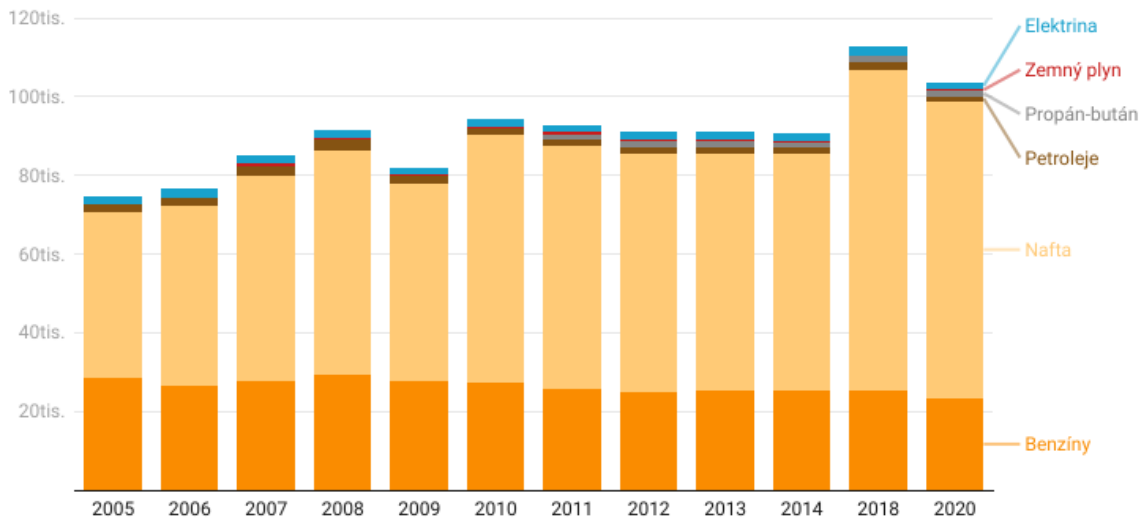
Neekologickosť, hlučnosť, nákladnosť, nízka účinnosť (cca 30 % výhrevnosť paliva – obvod kolies) nezávislej motorovej trakcie spojená s produkciou oxidu uhličitého v dnešnej dobe prestáva mať miesto v ďalšom rozvoji železnice, ktorý by sa mal upriamiť cestou dekarbonizácie a využitím čistej energie z dostupných obnoviteľných zdrojov vo vozidlách s vysokou účinnosťou prenosu energie. Ľudstvo si postupne pod tlakom nezvratného procesu zvyšovania strednej teploty ovzdušia na povrchu Zeme a tvorbe zdraviu škodlivých látok začína uvedomovať, že zdroje, ktoré produkujú nechcené odpadné produkty (nielen tie viditeľné) je potrebné zameniť za zdroje omnoho čistejšie a šetrnejšie. Extenzívne plytvanie fosílnych palív za posledné storočie je možné pri dnešných dostupných technológiách a vývoji považovať za prekračujúce dobu svojej životnosti uplatnenia a miesta na trhu v doprave. Železničná doprava by mala byť aj naďalej lídrom v oblasti ekologickej výkonnej dopravy šetrnej k nášmu životnému prostrediu. Osvedčený postup zaužívanej efektívnej a energeticky vysoko účinnej líniovej elektrizácie železničných tratí dobieha vývoj akumulátorov a možností uskladnenia dostatočne veľkej energie pre schopnosť pohybu ťažkých koľajových vozidiel na potrebné vzdialenosti kde sa zdá byť vysoko účinná elektrizácia tratí ekonomicky nevýhodná alebo neefektívna. Súhra čiastočne elektrizovanej trati a pokračujúceho úseku bez elektrizácie je ideálna pre využitie bezemisných či nízkoemisných vozidiel. (43)

6.2 Význam dopravy v spotrebe energie na Slovensku

Doprava na Slovensku sa podieľa na konečnej energetickej spotrebe približne 28,5 % (rok 2020) z celkovej konečnej energetickej spotreby Slovenska. Je to významné množstvo energie, ktorá je z veľkej časti marená v tepelných stratách spalovacích motorov s len tretinovou účinnosťou najmä v cestnej doprave. Z hľadiska podielu jednotlivých palív v doprave tvoria fosílna palivá 98,2 % v porovnaní s elektrickou energiou 1,8 % (rok 2020). Samotná železničná doprava je na tom podielovo lepšie, prevláda spotreba elektrickej energie 92 %, zatiaľ čo spotreba nafty predstavuje 8 %. (44)

V oblasti tvorby nechcených skleníkových plynov je doprava na Slovensku s 20,2 % podielom takmer rovnako významným prispievateľom ako priemysel (21,8 %), s jediným rozdielom, podiel dopravy na celkových emisiách má tendenciu stále rásť. V súčasnosti

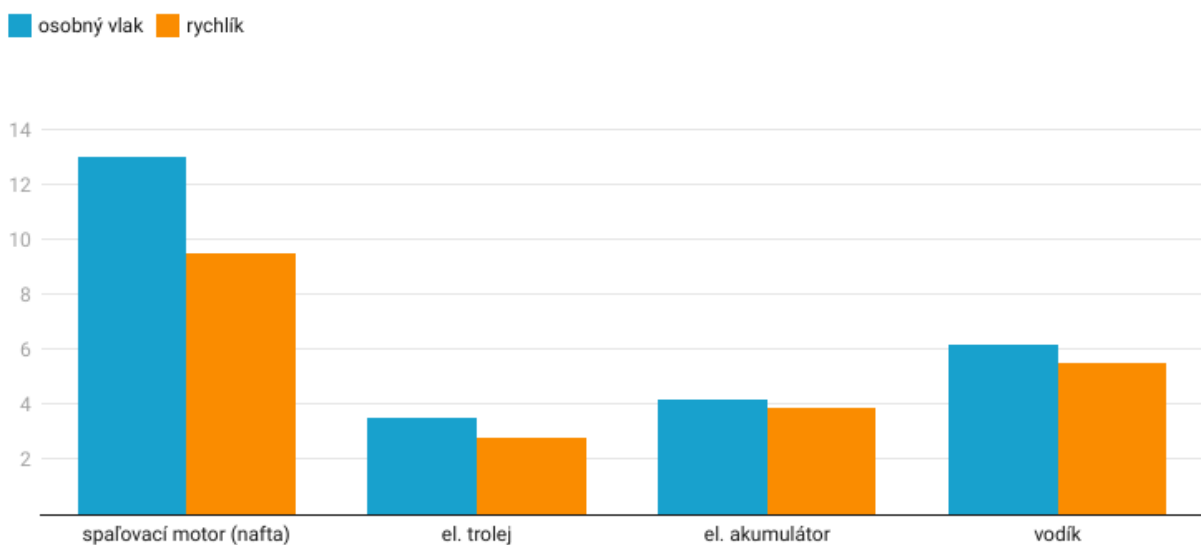
je možné tento stav zvrátiť väčšou podporou a rozvojom alternatívnych spôsobov dopravy či znižovaním intenzity dopravy ako takej. (45)



Graf: Viliam Haberland • Zdroj: ŠÚ SR • Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 7 - Vývoj konečnej energetickej spotreby palív, elektriny a tepla v doprave [TJ] (zdroj: ŠÚ SR)

V železničnej doprave je pri snahe znižovania spotreby energie potrebné vnímať rozdiely medzi jednotlivými druhmi trakcie a prenosov výkonu. Nižšie v Grafe č. 8 je prehľad rámcového porovnania energetickej náročnosti vozidiel elektrickej trakcie resp. prenosu elektrickej energie a jej výstupnej účinnosti v aplikácii rôznych druhov elektrických pohonov. Medzi vozidlá elektrickej trakcie patria aj motorové rušne s tradičným dieselelektrickým prenosom výkonu, ktoré napríklad nedokážu využívať generovanú energiu pri brzdení vlaku ale premieňajú ju na odpadové teplo. (43)

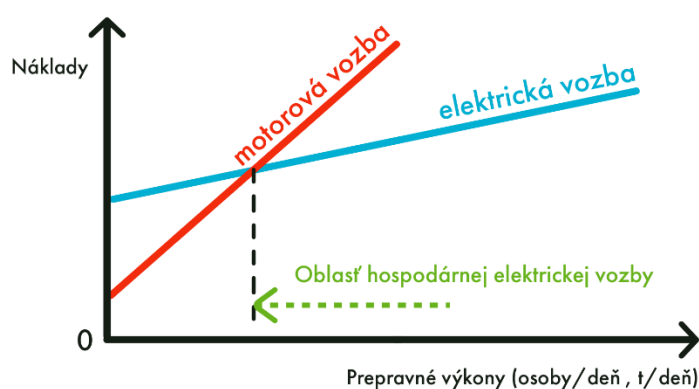


Graf: Viliam Haberland • Zdroj: POHL, JIŘÍ - Dekarbonizace osobní železniční dopravy ppt • Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 8 - Graf konečnej spotreby energie [kWh/vlkm] pre rôzne trakcie a typy kategórie vlakov (zdroj: (46))

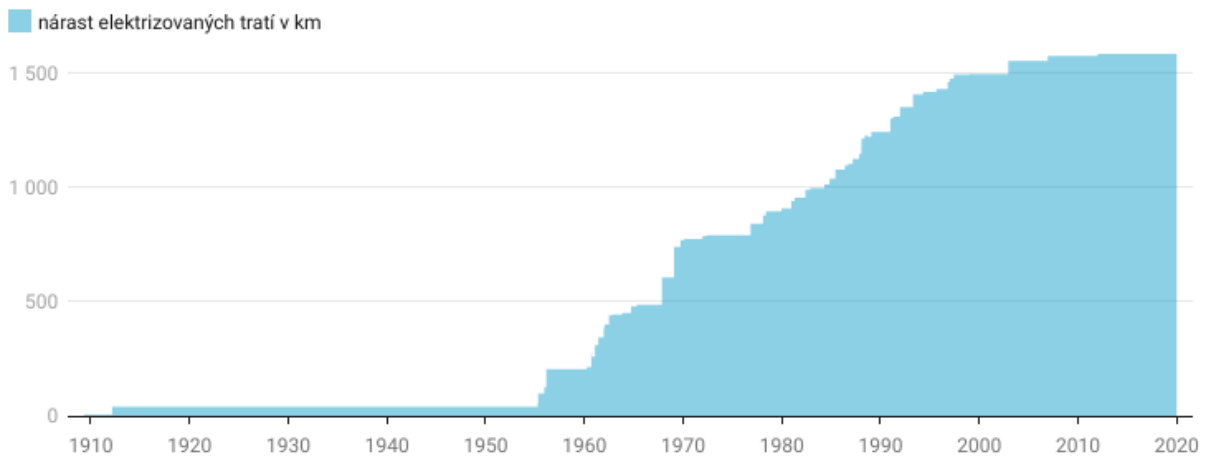
6.3 Elektrizácia železničných tratí

Železničná doprava sa od opustenia parnej trakcie a postupujúcej elektrizácie tratí stala najekologickejším druhom dopravy vôbec, v osobnej aj nákladnej doprave. Hospodárnosť elektrickej závislej trakcie priniesla ušetrené náklady na energie aj údržbu, zvýšila výkonnosť železnice a prebrala väčšinu výkonov na tratiach s intenzívnou dopravou. Elektrické hnacie koľajové vozidlá ponúkajú výhody vo forme vysokej výkonnosti, rýchlosti, nízkej úrovni hluku a vibrácií pri takmer nulových lokálnych emisiách. Avšak prevádzku závislej elektrickej trakcie podmieňuje výstavba pevných trakčných zariadení, ktorá so sebou prináša nemalé počiatkové investičné náklady na jej výstavbu.



Graf 9 - Teória návratnosti elektrizácie tratí na základe prepravných výkonov (zdroj: vlastné spracovanie)

Prax avšak ukazuje, že aj na tratiach kde je investícia do elektrizácie trate pre spoločnosť výhodná a v dostatočnom čase návratná sa elektrizácia nerealizuje z dôvodu chýbajúcich počiatkových investičných nákladov. Je v našich pomeroch pomerne tradíciou spájať elektrizáciu trate s jej celkovou modernizáciou či rekonštrukciou čo prináša ďalšie investičné náklady. Aj to sú dôvody, ktoré v súčasnosti bránia dostavbe elektrizácie tratí, ktorej tempo je za posledných 20 rokov nedostatočné. Na Slovensku je podľa ŠÚ SR elektrizovaných 1585 km tratí čo je približne 44 % z celkovej dĺžky tratí. V porovnaní s ostatnými členskými štátmi EÚ tak zaostávame o 12 % za priemerom elektrizácie 56 % v pomere k rozsahu železničnej siete jednotlivých krajín EÚ. (47)



Graf: Viliam Haberland • Zdroj: <https://www.rail.sk/skhist/elektr.htm> (1909 - 2004) a ŠÚ SR (2004 - 2020) • Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 10 - Postup elektrizácie železničných tratí na Slovensku (zdroj: vlastné spracovanie na základe (48))

6.4 Alternatívne pohony v železničnej doprave

Emisné požiadavky Európskej únie stanovené cieľom znížiť emisie primárne CO₂ v doprave do roku 2050 o 90 %, na základe oznámenia Európskej komisie COM/2019/640, je možné dosiahnuť len spoluprácou naprieč všetkými módmi dopravy, nevyhýbajúc sa železničnému sektoru, v ktorom pri odmyslení pôvodu primárnych zdrojov energie je najväčším producentom emisií spomínaná motorová nezávislá trakcia. V súčasnosti je mnoho liniek železničnej dopravy, kde je ich trasa čiastočne elektrizovaná, prevádzkovaných motorovou nezávislou trakciou aj pod líniovým trakčným vedením z rôznych dôvodov, či už prevádzkových, formou ušetrovaných nákladov alebo cestovných dôb (nutné preprahy hnacích vozidiel jednotlivých trakcií), alebo z technologických (obehy vozidiel rôznych trakcií). Riešením nemusí byť len dostavba líniovej elektrizácie tratí ale môže to byť aj prevádzka dvojzdrojových vozidiel alebo bezemisných alternatívnych vozidiel, ktoré vedia konvenčnú motorovú závislú trakciu v úsekoch bez elektrizácie nahradiť. Takéto typy vozidiel môžu byť s postupujúcou výstavbou elektrizácie tratí v synergii a dosahovať značné benefity v podobe nižších nákladov, emisií a spotreby energií.

V súčasnosti sa hovorí o alternatívnych vozidlách ako o vozidlách, ktoré je možno prevádzkovať v režime polozávislej alebo nezávislej elektrickej trakcie bez toho aby režim jazdy značne ovplyvňoval výkonnosť alebo jazdné vlastnosti vozidla v úsekoch bez trakčného vedenia a ich prevádzka je bezemisná resp. nízkoemisná. Cieľom týchto vozidiel je nahradiť motorovú vozbu, eliminovať nevýhody závislej elektrickej trakcie, zvýšiť ekologickosť prevádzky železničnej dopravy a napomôcť jej dekarbonizácii.

- **Nezávislá elektrická trakcia** – vozidlo je napájané zo zdroja elektrickej energie, ktorý je jeho súčasťou a nepotrebuje pevné trakčné zariadenia
- **Polozávislá elektrická trakcia** – vozidlo je napájané zo zásobníku elektrickej energie, ktorý je jeho súčasťou, ale je nutné ho pravidelne dobíjať z pevných trakčných zariadení

Z praktického hľadiska je možné takéto vozidla prevádzkovať prechodne do doby kým sa daná trať s dostatočným prepravným výkonom elektrizuje alebo dlhodobo na tratiach resp. v spojeniach kde dobudovanie líniovej elektrizácie trate nie je v pláne alebo nevychádza z ekonomického hľadiska výhodne kvôli slabším prepravným výkonom a nízkeho potenciálu nárastu výkonov. (43)

6.5 Vozidlá so zásobníkmi energie

V súčasnosti predstavujú alternatívne pohony v osobnej železničnej doprave predovšetkým moderné vozidlá elektrickej trakcie dvoch kategórií podľa zdrojov ich energie, konkrétne dvojzdrojové vozidlá typu trolej/akumulátor (BEMU) a typu vodíkový palivový článok/akumulátor (HMU). Oba tieto typy vozidiel majú spoločný účinný elektrický prenos výkonu, rozdielom je ale zdroj elektrickej energie. Pri vozidlách typu trolej/akumulátor sa jedná o vozidlá so zásobníkom elektrickej energie – akumulátorom, ktorý uskladňuje elektrickú energiu nabíjanú z pevných trakčných elektrických zariadení. Vozidlá typu HMU s palivovým článkom využívajú ako primárny zdroj vodík, ktorý sa chemickým procesom v palivovom článku premieňa na elektrickú energiu, ktorú je možné ihneď využiť v spotrebe trakčných elektrických motorov alebo uskladniť v akumulátore, ktorý vyrovnáva energetickú bilanciu prevádzky tohto vozidla. Zásadná výhoda oproti vozidlám nezávislej motorovej trakcie so spaľovacím motorom je v nízkej spotrebe energie a jej lepším využitím napríklad aj možnosťou využívať kinetickú energiu vozidla pri brzdení a rekuperovať energiu späť do zásobníka – akumulátora, prípadne vysokokapacitných kondenzátorov. Pokročilé technológie umožňujú vozidlám správať sa energeticky efektívne a predikovať potrebné množstvo energie vo vzťahu k parametrom trati, po ktorej sú prevádzkované (napr. nedobíjaním akumulátorov na maximálnu kapacitu ak vozidlo má informáciu, že vchádza do tiahleho klesania a využije rekuperáciu – inteligentný energetický manažment).

6.6 Vozidlo trolej/akumulátor (BEMU)

Vozidlo trolej/akumulátor je vozidlo polozávislej elektrickej trakcie so zásobníkom energie – akumulátorom, ktorý využíva pre jazdu mimo líniovej elektrizácie. Akumulátor je nutné pravidelne nabíjať s čím sú spojené dva základné koncepty prevádzky týchto vozidiel:

- **Vozidlo nabíjané len staticky** s následnou jazdou po neelektizovanom úseku trati
- **Vozidlo nabíjané staticky a dynamicky** s parciálnou jazdou v úseku bez elektrizácie a v úseku s elektrizáciou kde prebieha dobíjanie akumulátora

Štandardne sú tieto typy vozidiel konštruované ako ucelené elektrické jednotky vhodné pre regionálnu dopravu s akumulátorom, ktorý je náležite výkonný a zvláda potrebné rýchle nabíjanie s vysokou mierou životnosti. Trendom na súčasnom trhu sú obojsmerné jednotky ľahkej stavby kompenzované ťažkým akumulátorom, ktoré ponúkajú komfort pre cestujúcich, nízkopodlažnosť, dostatočný výkon a výbornú dynamiku jazdy. K prevádzke týchto vozidiel postačuje vhodne zvolené prostredie s dostupnou elektrickou napájacou sústavou resp. je možná investícia do stacionárnych dobíjacích zariadení (úsek trakčného elektrického vedenia v stanici, napájací stojan a pod.) .



Obrázok 15 - Schéma možnosti využitia vozidla typu trolej/akumulátor (zdroj: vlastné spracovanie)

Vozidlá, ktoré sú nabíjané len staticky formou nabíjania z trakčného vedenia v stanici na elektrizovanej trati alebo s potrebnou nabíjacou infraštruktúrou a následne čerpajú energiu z akumulátora jazdou po neelektizovanej trati majú nevýhodu v potrebe plánovania ich obehov tak, aby boli pred jazdou na trať bez elektrizácie dostatočne nabité, čo zabraňuje možnostiam vozidlu naplánovať rýchly obrat v napájacej stanici a v prípade mimoriadností krátenie jeho pobytu. Doba nabíjania môže spôsobiť nutnosť potreby zaradiť do prevádzky ďalšie vozidlo (v Obrázku č. 15 jazda medzi stanicami C-D). Výhodnejšie využitie týchto vozidiel je ich jazda v čiastočne elektrizovanom úseku

spojenia, kde nabíjanie môže prebiehať dynamicky za jazdy (aj staticky) a v prípade priaznivých pomerov nie je nutné vozidlu plánovať dlhé prestávky na statické nabíjanie v koncových staniách spojenia. (v Obrázku č. 15 jazda medzi stanicami A-D alebo A-C). Výhodou prevádzky na dlhších čiastočne elektrizovaných spojeniach je vysoká produktivita vozidiel (nie je potrebný preprah HKV medzi trakciami) a personálu.

Dojazd týchto vozidiel je obmedzený (v súčasnosti rádovo 50-200 km), pri vysokých hodnotách požadovaného dojazdu je zákonite potrebná aj vysoká hmotnosť akumulátora. Technicky je vozidlo limitované svojimi rozmermi, maximálnym možným zaťažením a priečnymi silami pôsobiacich na trať, mernou energiou zásobníku [kWh/t], účinnosťou pohonu a odberom pomocných pohonov (klimatizácia, chladenie elektrickej výzbroje, ovládanie dverí, zásuvky a pod.). Zvýšená váha vozidla vyvolá potrebu väčšieho výkonu, ktorý je taktiež obmedzený. V neposlednom rade dojazd zásadne ovplyvňujú traťové a prevádzkové podmienky (rýchlostný profil, výškové a smerové vedenie trate, stredná vzdialenosť zastávok, doby pobytov, miera stability prevádzky a pod.).

6.7 Akumulátory

Akumulátory v železničnej doprave nie sú úplnou novinkou, používané boli aj v minulosti, príkladom môžu byť akumulátorové posunovacie lokomotívy ČSD už v roku 1926 radu E 407.0, ktoré využívali olovené akumulátory, ktoré boli ťažšie (34 t) ako váha vlastného vozidla bez nich (33 t), no s dostatočným dojazdom pre potreby posunu s menovitou energiou 300 kWh. Napriek tomu, že sa tieto lokomotívy s ich ďalšími podobne riešenými variantmi dodanými do roku 1949 osvedčili, tak ich prevádzka príchodom motorových lokomotív až na niekoľko prototypových lokomotív určených na posun utíchla. V zahraničí sa uplatňovali akumulátorové pohony aj v osobnej železničnej doprave napr. v Nemecku formou trakčných vozňov už od konca 19. storočia, ktoré boli najmä dvojvozňové podľa návrhu Gustava Wittfelda. Najznámejšie boli ale nemecké trakčné vozne typu ETA 150.5 (neskôr rad 515), dodané v rokoch 1959 – 1965, ktoré vynikali samonosnou ľahkou vozovou skriňou kde boli pod podlahou umiestnené olovené akumulátory o menovitej energii 597 kWh s váhou 23 t čo bolo 40 % vlastnej hmotnosti vozidla. Vysoká hmotnosť, nízky výkon (nabíjací aj vybíjací), nízka merná energia do 25 kWh/t, náročnosť údržby a obmedzená životnosť olovených akumulátorov nedokázala v tých časoch konkurovať spaľovacím motorom na naftu s vysokou výhrevnosťou čo zapríčinilo odklon od akumulátorových železničných vozidiel. (43)

Príchodom ľahkých a spoľahlivých lítiových akumulátorov s vysokou mernou energiou rádovo 100 až 200 kWh/t sa situácia zmenila. Ich postupným vývojom vzniklo viacero typov v závislosti na oblasť použitia. V základe ich vieme rozdeliť na akumulátory s vysokou mernou energiou (kWh/t) alebo s vysokým merným výkonom (kW/t) podľa kombinácie použitých materiálov. Koľajové vozidlá majú na akumulátory vysoké nároky, potrebujú vyšší výkon (rýchle nabíjanie), vysokú účinnosť a dlhú životnosť (koľajové vozidlá sú konštruované na 30-40 rokov). Tieto náročné požiadavky vedia náležite plniť akumulátory typu LTO (Lítium-titánové) HP (High Power), teda akumulátory vhodné pre vysoké nabíjacie a vybíjacie výkony so životnosťou v desiatkach tisíc cyklov s nízkym vnútorným odporom a dlhým pracovným časom bez veľkého zahrievania, nevýhodou je nižšia merná energia okolo 100 kWh/t v porovnaní napr. s Li NMC batériami (200 kWh/t). Podstatné u týchto akumulátorov je nielen vysoký výkon odovzdávať ale taktiež prijímať nakoľko sú tieto vozidlá konštruované s vysokým účinkom elektrodynamickéj rekuperačnej brzdy a bolo by nevhodné energiu pri brzdení nevyužívať v prospech dobíjania akumulátoru. Životnosť (pokles na 80 % výrobnéj kapacity) tohto typu akumulátorov pre využitie v BEMU je udávaná medzi 8 - 15 rokov prevádzky čo je približne tretina až polovica životnosti koľajového vozidla. (49)

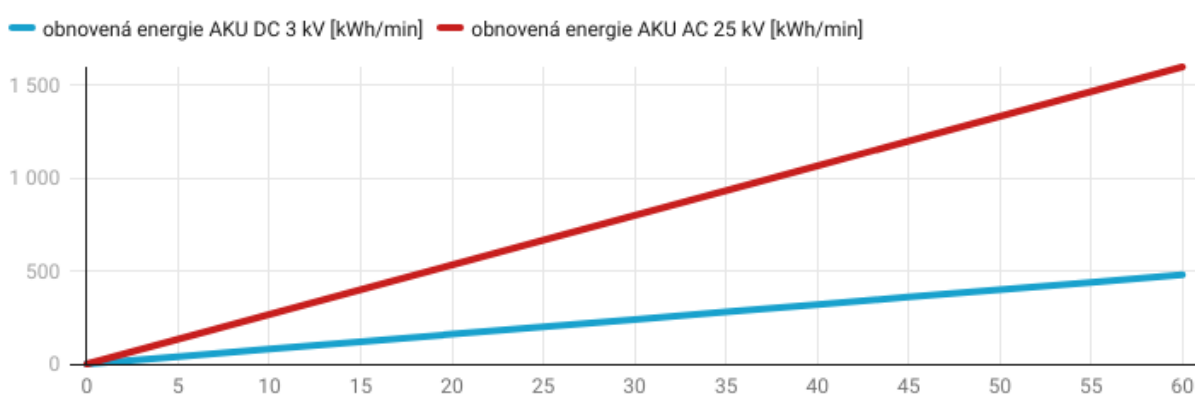
Pri dimenzovaní potrebnej kapacity akumulátoru je nutné zohľadniť, že počas svojej životnosti stratí akumulátor 20 % svojej kapacity a približne 20 % je potrebné vyhraďiť núdzovej rezerve (nie je možné plánovať obeh vozidiel s akumulátorom a počítať s jeho celou výrobnou kapacitou). Z kapacity 1000 kWh nového akumulátoru je možné počítať pri bežných technologických procesoch len s kapacitou približne 600 kWh (60 %).

6.7.1 Nabíjanie akumulátorov

Nabíjanie akumulátoru môže prebiehať staticky z trakčného vedenia, napájacích bodov/koľajníc v staniciach alebo dynamicky z trakčného vedenia počas jazdy vozidla. Pri nabíjaní z trakčného vedenia je určitým obmedzením prúdová zaťažiteľnosť kontaktu zberača s trolejovým lanom a maximálny nabíjací výkon akumulátoru. Tieto parametre sa líšia v závislosti od typu napájacej sústavy. Pri stojacom vozidle na jednosmernej napájacej sústave 3 kV, používanej na riešenej trati, je možné odoberať z trakčného vedenia maximálny prúd 200 A (legislatívny limit – TSI ENE) čo je pri 3 kV maximálny výkon 600 kW ($P=U \cdot I$), analogicky pri striedavej napájacej sústave 25 kV 50 Hz je možné dosiahnuť maximálny výkon 2000 kW. Pre vozidlá BEMU je teda praktickejšie ich nabíjať pod striedavou napájacou sústavou s vyšším napätím. Ďalším faktorom ovplyvňujúcim

rýchlosť nabíjania je maximálny nabíjací výkon akumulátora, a teda jeho výkonnostné schopnosti, ktoré sú individuálne u použitého typu. (49)

V oblastiach bez trakčného vedenia je pri dlhších obratových pobytoch (nočné odstavenie) potrebné zaistiť podporujúce nabíjanie vozidla nižším výkonom, jednou z foriem môže byť dobudovanie krátkeho úseku trakčného vedenia ku ktorému sa vozidlo jednoducho pripojí zberačom alebo je možné využiť elektrickú energiu z predkurovacích stojanov pre vlakové súpravy a pripojiť manuálne jednotku BEMU vysokonapäťovým káblom. Takéto pripojenie je ale obmedzené nižším napätím štandardne 1,5 kV a vedie k nechceným veľkým prenášaným prúdom. (43)



Graf: Viliam Haberland • Zdroj: POHL, Jiří - Dekarbonizace osobní železniční dopravy • Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 11 - Limitné možnosti nabíjania stojaceho vozidla cez zberač trakčným vedením [kWh/min] (zdroj: (46))

V Grafe č. 11 je možné vidieť limitné možnosti nabíjania stojaceho vozidla akumulátorového typu cez zberač trakčným vedením pri účinnosti nabíjania 80 % dvoch používaných trakčných napájacích sústav na Slovensku.

6.8 Vozidlo s palivovými článkami (HMU)

Vozidlo s palivovými článkami je vozidlom elektrickej trakcie, ktoré je nezávislé od pevnej trakčnej napájacej sústavy a jeho zdrojom trakčnej elektrickej energie je jej výroba priamo vo vozidle pomocou palivového článku, ktorý premieňa vodík uskladnený v tlakových nádobách chemickou reakciou (s atmosférickým kyslíkom) na elektrickú energiu. Tento proces výroby elektrickej energie nie je dostatočne pružný (palivové články pracujú stálym výkonom) pre potrebu trakčného pohonu s rýchlymi časovými zmenami aktuálne potrebného výkonu. Pre pokrytie týchto výkyvov v spotrebe elektrickej energie je vo vozidle akumulátor s menšou kapacitou (rádovo 80 – 150 kWh), ktorý uskladňuje priebežne energiu vyrobenú jednak z palivového článku, ktorú práve vozidlo nespotrebuje ale aj z rekuperačného brzdienia vlaku. Tento koncept je možné

využívať na tratiach bez líniovej elektrizácie. Výhodou konceptu pohonu je násobne vyšší dojazd oproti vozidlám BEMU, ktorý dosahuje až 1000 km (v závislosti na parametroch vozidla a trate) a konečná bezemisná prevádzka (odpadom je iba teplo a voda).

Vodík použitý v citlivých palivových článkoch musí dosahovať čistoty 99,97 % a vyššej, ten je možné vyrobiť napr. pomocou elektrolýzy. Účinnosť celého procesu od elektrolýzy po výrobu elektriny palivovými článkami z vodíku dosahuje približne 40 % (60 % * 65 %), avšak celková účinnosť pohonu (výhrevnosť vodíka - obvod kolies) dosahuje približne 60 %. Merná energia vodíku dosahuje 33 000 kWh/t avšak nutným stlačovaním vodíka (za normálnych okolností zaberá 1 kg vodíka 11 m³) a účinnosťou palivového článku sa táto hodnota zníži až na 900 kWh/t. Plnenie tlakových nádob vozidla vodíkom je proces trvajúci približne 15-30 min v závislosti na použitom systéme plnenia.

Problémom celého konceptu je zásobovanie vozidla vodíkom a neexistujúca plniaca infraštruktúra v podmienkach SR. Preprava vodíka si vyžaduje ho skladovať a prepravovať v tlakových nádobách, ktoré sú násobne ťažšie (50-krát ocelové nádoby, 21-krát kompozitné pri stlačení vodíku na tlak do 350 bar). Preprava vodíka automobilom obmedzuje ekonomickú a ekologickú použiteľnosť vodíku len na krátke vzdialenosti, preto je potrebné vyrábať vodík pomerne blízko miesta spotreby. Energetická náročnosť výroby vodíka elektrolýzou podnecuje jeho výrobu zabezpečovať len v čase prebytku okamžitých výkonov obnoviteľných zdrojov energie resp. v miestach kde je v energetickom mixe ich dostatočne vysoký podiel. (46)

V riešenom území sa predpokladajú len veľmi obmedzené zdroje na lokálnu výrobu vodíka, z obnoviteľných zdrojov energie je možné vyrábať elektrickú energiu primárne z fotovoltaických elektrární, ich výkon (momentálne okolo 100 MWp, plánovaný v roku 2030 do 600-700 MWp) ale nebude dostatočný pre pokrytie všetkých aplikačných prostredí s potenciálom využitia vodíkových technológií v riešenom území. (50)

Vodík prináša so sebou riziká, pri kontakte s atmosférickým kyslíkom je extrémne výbušný, hrozbou by mohla byť teda akákoľvek nehoda pri ktorej by došlo k nekontrolovateľnému úniku vodíka. Plniace stanice by museli byť umiestnené v bezpečnej vzdialenosti od železničných staníc.

6.9 Využitie alternatívnych pohonov v spojení Košice - Humenné

V tejto kapitole je skúmané praktické využitie vozidiel s alternatívnym pohonom v podmienkach riešeného železničného spojenia. Porovnávaný bude súčasný model prevádzky na danej trati a navrhovaný model prevádzky alternatívnych vozidiel.

Železničná trať v spojení Košice – Humenné má technické parametre vhodné na preverenie možností využitia alternatívnych pohonov. Pomer elektrizovanej časti trate je 67 % z celkovej dĺžky spojenia 97,4 km čo je priaznivé pre využitie vozidla polozávislej trakcie BEMU. V súčasnosti v spojení zabezpečujú vozbu vozidlá nezávislej motorovej trakcie (viď bod 4.8) v celej dĺžke spojenia aj v elektrizovanom úseku čo je z energetického a ekologického hľadiska značne nevyhovujúci stav.

Tabuľka 30 - Pomer elektrizovanej časti trate v spojení Košice - Humenné

Úsek	Dĺžka úseku [km]	Elektrizácia
Košice – Bánovce nad Ondavou odb.	65,27 (67 %)	= 3 kV
Bánovce nad Ondavou odb. - Humenné	32,16 (33 %)	bez
súhrn	97,43 (100 %)	



Obrázok 16 - Schéma konceptu prevádzky vozidla BEMU na riešenej trati (zdroj: vlastné spracovanie)

Smerové a výškové vedenie trate v neelektrizovanom úseku je nenáročné a nekladie vozidlu veľké traťové odpory (rozhodné stúpanie do 6 ‰), je vedené rovinatým územím. Kategória zaťaženia trate D4 podľa zvislých účinkov vozidla na trať a skupina priechodnosti 1,2,3 neobmedzujú použitie váhovo ťažšieho vozidla (predpoklad u BEMU jednotiek). Naopak v elektrizovanej časti sú dosahované rozhodné pozdĺžne sklony až 15 ‰ a energetická spotreba ťažších súprav s motorovou lokomotívou nezávislej trakcie je vysoká a bez možnosti rekuperovať energiu brzdením pre ďalšie využitie (tá je marená v odporovej sekcii v podobe tepla).

6.9.1 Napájacia infraštruktúra

Pre vlaky typu BEMU je potrebné zohľadniť možnosti nabíjania jednotky. Pri súčasnom stave infraštruktúry je možné akumulátor dobíjať v elektrizovanom úseku dynamicky aj staticky (s obmedzeným výkonom kvôli 3 kV jednosmernej napájacej sústave na 600 kW vid' bod 6.7.1). Dĺžka neelektrizovaného úseku je 32,16 km s predpokladom jazdy vozidla BEMU v režime odberu z akumulátoru v oboch smeroch čo činí celkovú dĺžku 64,32 km jazdy vozidla jedného obehu na akumulátor. V koncovej stanici Humenné je potrebné zabezpečiť podporné nabíjanie najmä pri prenocovaní a odstavení vozidla (nižším výkonom) buď vybudovaním krátkeho slepého napájacieho úseku troleje s možnosťou využitia 22 kV distribučnej siete a vybudovania malej transformátorovej stanice alebo využitím súčasných predkurovacích stojanov, prípadne iných alternatív.

Pre vozidlá typu HMU s vodíkovými palivovými článkami by bolo potrebné vybudovať infraštruktúru s napájacími stanicami a zároveň zabezpečiť výrobu vodíku neďaleko týchto staníc. V súčasnosti táto infraštruktúra nie je dostupná.

6.9.2 Plánovaná elektrizácia

O plánoch na dostavbu elektrizácie trate z Bánoviec nad Ondavou do Humenného sa uvažovalo oficiálne už v roku 1995 v Celoštátnej koncepcii rozvoja železničnej dopravy, ktorá bola pre dané územie vypracovaná spoločnosťou URBAN súčasťou Územného plánu sídelného útvaru Humenné. O takmer dve desaťročia elektrizácia začala naberať reálne kontúry formou verejného obstarávania na štúdiu realizovateľnosti a projektovú dokumentáciu vyhláseného v roku 2013. V roku 2015 už železnice disponovali štúdiou uskutočniteľnosti a analýzou vplyvov na životné prostredie (EIA), no z elektrizácie napokon zišlo, zrejme kvôli problémom s financovaním. V roku 2019 bola opätovne vypracovaná štúdia uskutočniteľnosti so 4 variantmi projektu (A, B, C, C+), jednotlivé varianty navrhujú rozmer rekonštrukčných a modernizačných prác v celej dĺžke úseku bez elektrizácie (33,5 km). Použitá by mala byť podľa štúdie uskutočniteľnosti jednosmerná sústava 3 kV, ktorá by nadväzovala na existujúcu napájaciu sústavu aby nevznikla ostrovná prevádzka výhodnejšej striedavej sústavy 25 kV/50 Hz. Realizácia elektrizácie by mala byť návratná pre všetky varianty. Štúdia taktiež počíta, že elektrizácia trate prinesie zníženie emisií skleníkových plynov a znečistenia životného prostredia o 60 - 65 %, podobným prínosom by mohla byť prevádzka vozidiel s alternatívnym pohonom. Nižšie v Tabuľke č. 31 je prehľad obsahu jednotlivých navrhovaných variantov projektu. (51)(52)

Tabuľka 31 - Obsah variantov projektov na elektrizáciu trate (zdroj: Štúdia uskutočniteľnosti 2019 (53))

	Bez projektu	A	B	C/C+*
Investičné náklady	60,2 mil. eur	91,1 mil. eur	104,1 mil. eur	145,5 mil. eur
Max. rýchlosť	100 km/h	100 km/h	100/120 km/h	120 km/h
Zvršok a spodok	Rekonštrukcia zvršku v celom úseku Sanácia spodku	Rekonštrukcia zvršku Sanácia spodku	Rekonštrukcia zvršku Sanácia spodku Zrušenie výhybne Pretrovce n/L.	Rekonštrukcia zvršku Sanácia spodku Zrušenie výhybne Pretrovce n/L.
Elektrizácia	Bez	Áno	Áno	Áno + nová transformátorová stanica Strážske
Nástupištia	Bez úprav	Bez úprav	Nové ostrovné nástupište v stanici Humenné	Nové v staniciach Humenné, Strážske a Michalovce
SZZ	Nové v stanici Humenné	Nové v stanici Humenné	Nové v stanici Humenné	Nové v staniciach Humenné, Strážske a Michalovce
TZZ	Bez úprav	Bez úprav	Nové na úseku Strážske - Michalovce	Nové na úseku Strážske – Bánovce n./O.
PZZ	Nové zariadenia v stanici Humenné a v úseku Strážske - Humenné	Nové zariadenia v stanici Humenné a v úseku Strážske - Humenné	Nové zariadenia v stanici Humenné a v úseku Strážske – Humenné Rekonštrukcia 6 PZZ	Nové zariadenia v stanici Humenné a v úseku Strážske – Humenné Rekonštrukcia 16 PZZ
Oznamovacie zariadenia	Bez úprav	Bez úprav	Úprava telefónneho systému Rekonštrukcia rádiovkej siete	Úprava telefónneho systému Rekonštrukcia rádiovkej siete
Miera návratnosti (BCR)	-	3,24	2,57	1,55 / 1,80

*= variant C+ uvažuje o zvýšení intenzity osobnej dopravy a znížení taktu na linke Košice - Humenné

Štúdia uskutočniteľnosti nevymedzuje presné náklady len na elektrizáciu trate, tie sú vyčíslené v hodnotiacom dokumente Útvary hodnoty za peniaze – Hodnota za peniaze projektu na čiastku 916 839 eur/km, čiže celkovo 30,7 mil eur (indexované na cenovú úroveň roku 2021) za výstavbu elektrizácie trati. (54)

V súčasnosti prebieha majetkoprávne vysporiadanie a inžinierska činnosť k stavebným povoleniam, časť stavebných povolení už bola vydaná. Projekt počíta s výstavbou variantu C+. Výstavba by mala byť financovaná z programu Plánu obnovy a odolnosti, ktorého podmienkou je čerpanie finančných prostriedkov do roku 2026. Predpokladaný termín dokončenia výstavby je podľa ŽSR do roku 2026, čo vytvára malú časovú rezervu a projekt môže byť ohrozený. (54) (55)

6.9.3 Prevádzkový koncept vozidiel BEMU

Nasadením vozidiel BEMU na železničné spojenie Košice – Humenné vzniká možnosť zabezpečiť dopravu výrazne ekologickejšie, s nižšími prevádzkovými nákladmi a vyšším komfortom pre cestujúcich. Pre preverenie nasadenia vozidiel BEMU boli spracované simulácie s fiktívnym vozidlom BEMU (**Príloha č. 3**), ktoré parametrovo zohľadňuje súčasný vývoj a technologické riešenia týchto vozidiel. Vozidlá BEMU dosahujú v porovnaní s konvenčnými vozidlami nezávislého pohonu lepšie dynamické vlastnosti čím je možné v porovnaní so súčasným stavom ušetriť na jazdných dobách v každom smere približne 6 až 10 minút (podľa simulácií dynamiky vozidiel v **Prílohe č. 3**). Ďalšiu časovú úsporu by mohla priniesť modernizácia úsekov trate na vyššiu traťovú rýchlosť. (56) (57)

Vozidlá by mohli využívať statické aj dynamické nabíjanie z jednosmernej trakčnej napájacej sústavy 3 kV. Tento typ nabíjania by mal plne postačovať na prevádzku vozidiel BEMU s podmienkou zabezpečenia pomalého (podporného) nabíjania vozidiel z 22 kV distribučnej siete v stanici Humenné, kde by časť vozidiel bola pravidelne odstavená počas noci. Toto podporné nabíjanie je možné zabezpečiť rôznymi formami (vid' kapitola č. 6.9.1).

Dĺžka elektrizovaného úseku a cestovná doba riešeného spojenia umožňuje nabiť akumulátor po návrate z neelektrizovaného úseku trate (Bánovce nad Ondavou odb. – Humenné – Bánovce nad Ondavou odb.) pri dynamickom nabíjaní za pomerne krátky čas ešte pred dosiahnutím cieľovej stanice Košice. V simuláciách (**Príloha č. 3**) dokázalo vozidlo BEMU doplniť pokles stavu energie akumulátoru (281,3 kWh – teoretická spotrebovaná energia na akumulátore za obeh) dynamickým nabíjaním za približne 20 minút cesty od počiatku elektrizovaného úseku do výhybne Čelovce (19,64 km). Toto platí, len pri okamžitom obrate vozidla v koncovkej stanici Humenné a nezahrňuje spotrebovanú energiu za čas pobytu v stanici Humenné vychádzajúceho z technológie obehu súpravy. V simulácií č. A1b, Graf č. 20 (**Príloha č. 3**) je nasimulovaný najdlhší možný

pobyt v konečnej stanici Humenné pri absencii podporného dobíjania súpravy a plnom výkone pomocných pohonov (klimatizácia, kúrenie, osvetlenie a pod.). Pri zachovaní potrebnej rezervy akumulátoru, ktorá činí 20 % z celkovej kapacity je možné vozidlu predĺžiť pobyt v stanici Humenné na maximálne 1 hodinu 48 minút. Ďalšie predĺžovanie pobytu by znamenalo zásah do rezervy kapacity akumulátoru a prípadné vyčerpanie kapacity akumulátoru pred príchodom vozidla do úseku s trakčnou napájacou sústavou. V tomto prípade sa akumulátor dobije do plného stavu (80 % kapacity akumulátoru) za približne 33 minút v dĺžke úseku 34,5 km, čo je podobne ako v predchádzajúcej simulácii ešte pred cieľovou stanicou Košice.

Rekuperáciou vozidiel typu BEMU je možné dosiahnuť teoretických úspor 35-40 % kumulovanej spotrebovanej energie na obvode kolies (obrat Košice – Humenné – Košice) a približne 9 % teoretickej kumulovanej spotreby energie z trakčnej napájacej sústavy, zvyšnú rekuperovanú energiu vie vozidlo využiť v prospech svojho akumulátora, ktorý je pri rekuperácii nabíjaný (na základe simulácií vozidla BEMU v **Prílohe č. 3**).

Výsledky simulácií fiktívneho vozidla BEMU (trojčlánková elektrická jednotka s akumulátorom) v **Prílohe č. 3** demonštrujú energetickú náročnosť prevádzky vozidiel BEMU v spojení a ich možnosti, na základe ktorých je možné stanoviť a dimenzovať parametre pre potencionálne nasadenie vozidiel tohto typu do prevádzky. Simulácie kladne preukázali možnosť nasadenia vozidiel typu BEMU bez špeciálnych potrieb na dobudovanie ďalšej infraštruktúry (okrem podporného nabíjania v Humennom).

Kapacita jednotky používanej v simuláciách (158 miest na sedenie) nie je dostatočná pre súčasné nahradenie klasických súprav (cca 390 miest na sedenie) v nezmenenej frekvencii spojenia. V simulácii je preto zohľadnené aj zdvojenie jednotiek BEMU na celkovú kapacitu 316 miest na sedenie. V súčasnosti sa na európskom trhu objavujú väčšinou dvoj a troj-článkové jednotky BEMU s kapacitou do 244 miest na sedenie (Siemens Desiro ML Cityjet eco) v prímestskom usporiadaní. Pre potreby linky Košice – Humenné je potrebné v prípade plánovania prevádzky vozidiel BEMU skrátiť interval obsluhy, čím by sa umožnila prevádzka menej kapacitných jednotiek alebo obstaráť vozidlo typu BEMU s vyššou kapacitou, ktorá by postačovala pre súčasnú frekvenciu cestujúcich (viď kapitola č. 3).

6.9.4 Prevádzkový koncept vozidiel HMU

Pre preverenie možnosti využitia vozidiel typu HMU s pomocným akumulátorom v riešenom železničnom spojení boli spracované simulácie (Príloha č. 3) s prevádzkou reálneho vozidla výrobcu Alstom - Coradia iLINT-54-140d (dvoj-článková jednotka) pri uvažovaní umiestnenia plniacej vodíkovej stanice v blízkosti koncovej stanice Košice. Táto jednotka disponuje počtom 150 miest na sedenie čo je pre potreby riešenej linky pri súčasnom intervale obsluhy kapacitne nedostatočné. Napriek tomu je táto jednotka zvolená pre simuláciu na demonštrovanie využitia vodíkoveho pohonu v riešenom spojení.

Vozidlo pri jazde využíva akumulátor ako vyrovnávací zásobník energie, z ktorého je energia odoberaná (pri rozjazde) a zároveň dodávaná (z palivových článkov a rekuperáciou pri brzdení). Palivové články postupne znižujú svoj výkon v prípade, že energiu nevie vozidlo využiť v pohone / pomocných pohonoch a ani uložiť do akumulátora, ktorý je plne nabitý.

Za jeden obch (Košice – Humenné – Košice) vozidlo v simulácii č. A3 (Príloha č. 3) spotrebovalo 1838,3 kWh brutto energie na palivovom článku a rekuperáciou ušetrilo 26 % spotrebovanej energie na obvode kolies.

Nízkoemisná prevádzka vozidiel typu HMU je podmienená výstavbou vodíkových plniacich staníc a zabezpečením výroby vodíka (elektrolýzou) v mieste spotreby. V súčasnosti táto infraštruktúra v riešenom území neexistuje a podľa dostupných zdrojov sa nepredpokladá v dohľadnej dobe ani jej výstavba.



Obrázok 17 - Jednotka HMU Alstom Coradia iLINT (zdroj: (58))

6.9.5 Energetické porovnanie jednotlivých druhov pohonov

Pre každý druh pohonu v riešených simuláciách bola na základe výstupov programu FBS (Príloha č. 3) vyčíslená a porovnávaná energetická spotreba jednotlivých vlakových súprav (resp. jednotiek) v riešenom železničnom spojení za obeh súpravy (Košice – Humenné – Košice). Následné výpočty boli spracovávané v tabuľkovom programe Excel.

Teoretická spotreba energie za obeh vlaku je vypočítaná u konvenčných typoch pohonu ako spotreba energie na obvode kolies (vypočítaná zjednodušeným energetickým modulom programu FBS) vzhľadom k účinnosti pohonu vozidla, ktorá je odborné odhadnutá autorom práce na základe (59).

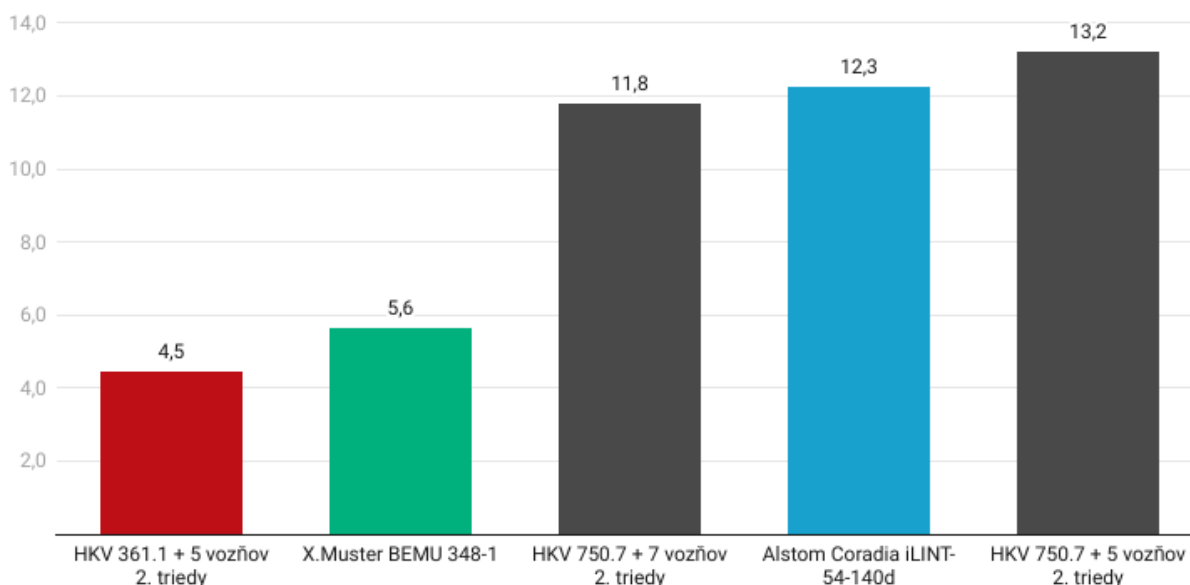
U vozidiel s alternatívnym pohonom (BEMU, HMU) je teoretická spotreba energie vypočítaná energetickým modulom programu FBS a zahŕňa aj dobíjanie akumulátoru.

Tabuľka 32 - Výpočet teoretickej spotreby energie za obeh na sedadlo (na základe Prílohy č. 3)

Simulácia:	HKV 750.7 + 5 vozňov 2. triedy	HKV 750.7 + 7 vozňov 2. triedy	HKV 361.1 + 5 vozňov 2. triedy	X.Muster BEMU 348-1	Alstom Coradia iLINT-54- 140d
Teoretická kumulovaná spotreba energie za obeh (na obvode kolies) bez rekuperácie [kWh]	1800,00	2151,00	1989,00	650,60	552,60
Teoretická kumulovaná spotreba energie za obeh (na obvode kolies) s rekuperáciou [kWh] *	1800,00	2151,00	1491,75	417,90	408,60
Účinnosť pohonu zberač/zásobník paliva na obvod kolies [-]	0,35	0,35	0,86	0,73	0,30
Teoretická spotreba energie za obeh [kWh]	5142,86	6145,71	1734,59	890,90	1838,30
Počet miest na sedenie:	390	522	390	158	150
Teoretická spotreba energie za obeh na sedadlo [kWh/sedadlo]	13.19	11.77	4.45	5.64	12.26

* = rekuperácia uvažovaná pre potreby výpočtu HKV 361.1 + 5 vozňov = 25% energie na obvode kolies

V nasledujúcom Grafe č. 12 je graficky znázornené porovnanie teoretickej spotreby energie na sedadlo za obeh súprav, ktoré boli použité v simuláciách (Príloha č. 3).



Graf: Viliam Haberland • Zdroj: Vlastné spracovanie na základe výstupov z FBS • Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 12 - Porovnanie teoretickej spotreby energie za obeh [kWh/sedadlo] (zdroj: vlastné spracovanie)

Z energetického hľadiska je najúčinnjším a najmenej energeticky náročným pohonom závislá elektrická trakcia s líniovou elektrizáciou o takmer 2/3 oproti súčasne používaným konvenčným dieselelektrickým pohonom. Nasleduje vozidlo typu BEMU, ktoré je výrazne, podobne ako klasická súprava s elektrickým HKV závislej trakcie, energeticky menej náročné, jeho vyššiu spotrebu si je možné vysvetliť ako daň za uskladnenie energie v akumulátore a účinnosť tohto procesu. Jednotka HMU s vodíkovým pohonom je podľa výsledkov takmer rovnako energeticky náročná ako konvenčné súpravy s dieselelektrickým HKV najmä kvôli nižšej účinnosti celého pohonu a získavania elektrickej energie z vodíku pomocou palivových článkov.

6.9.6 Náklady na energiu

Pre prevádzkovateľov vozidiel s alternatívnymi pohonomi je dôležité poznať náklady na energiu, ktoré môžu byť podstatným faktorom pri rozhodovaní o nákupe a prevádzke daných vozidiel. Medzi základné premenné na vstupe do výpočtu nákladov na energiu patrí výhrevnosť paliva (nafta/vodík), jednotková cena energií a už vypočítaná teoretická spotreba energie vozidla. Výhrevnosti jednotlivých palív sú čerpané na základe (46) a (59). Jednotkové ceny palív sú stanovené vzhľadom k priemerným cenám energií na trhu u motorovej nafty podľa ŠÚ SR za posledný rok (06/2022-07/2021), u elektrickej

energie za aktuálne poskytovanú trhovú cenu trakčnej energie v roku 2022 na sieti ŽSR dopravcom (túto cenu chráni zmluva stanovujúca maximálnu cenu za MWh) (60) a u vodíku za odhadovanú trhovú cenu uhlíkovo neutrálneho vodíka pre severozápadnú Európu na prelome rokov 2021/2022 na základe (61). Tieto ceny energií a palív sú stanovené len orientačne nakoľko v roku 2022 kvôli ruskej invázii na Ukrajinu a vojenskému konfliktu ceny energií výrazne rástli a v čase spracovania tejto práce nie je možné predikovať ich budúci vývoj či návrat na pôvodné cenové hladiny.

Cena za kilogram uhlíkovo neutrálneho vodíka (tzv. zelený vodík) je v porovnaní s konvenčne používanými palivami v súčasnosti na vysokej úrovni predovšetkým kvôli absencii infraštruktúry na jeho výrobu a takmer neexistujúcej konkurencie lokálnych výrobcov. Predpokladá sa, že cena vodíka ako paliva v doprave bude postupne klesať spolu s výstavbou vodíkových technológií až na úroveň 1,20 €/kg do roku 2030. (50)

Tabuľka 33 - Výhrevnosť použitých palív v modelových simuláciách (použitie pre výpočet nákladov)(46)(59)

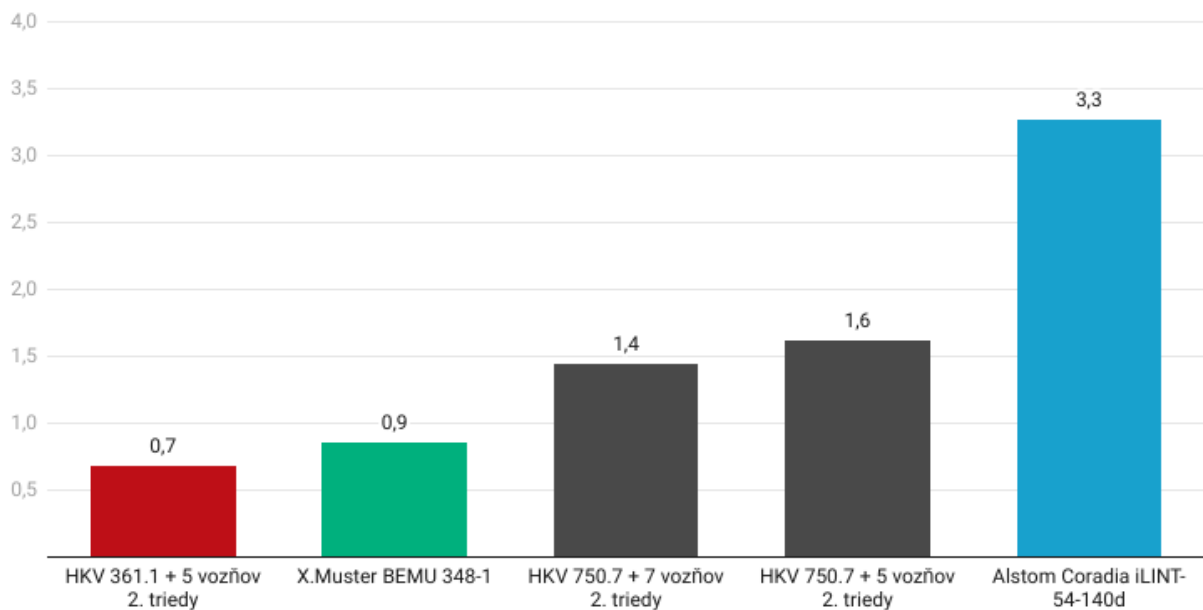
Výhrevnosť motorovej nafty [kWh/L]	10,00
Výhrevnosť vodíka [kWh/kg]	27,60

Tabuľka 34 - Ceny energií (použitie pre výpočet nákladov) (na základe ŠÚ SR a (60)(61))

Cena motorovej nafty (bez DPH) [€/L]	1,22
Cena elektrickej energie (bez DPH) [€/kWh]	0,15
Cena vodíka [€/kg]	7,35

Tabuľka 35 - Náklady na energie spotrebované za jeden obchodný vozidlo (vlastné spracovanie na základe Prílohy č. 3)

Simulácia:	HKV 750.7 + 5 vozňov 2. triedy	HKV 750.7 + 7 vozňov 2. triedy	HKV 361.1 + 5 vozňov 2. triedy	X.Muster BEMU 348-1	Alstom Coradia iLINT-54- 140d
Teoretická spotreba energie za obchodný vozidlo [kWh/sedadlo]	13.19	11.77	4.45	5.64	12.26
Spotreba nafty [L/sedadlo]/ elektrickej energie [kWh/sedadlo]/ vodíka [kg/sedadlo]	1.32	1.18	4.45	5.64	0.44
Náklady na energie za obchodný vozidlo [€/sedadlo]	1.61	1.44	0.67	0.85	3.26



Graf: Viliam Haberland • Zdroj: Vlastné spracovanie na základe výstupov z FBS • Vytvorené pomocou Datawrapper

Graf 13 - Porovnanie teoretických nákladov na energiu jednotlivých modelových simulácií rôznych pohonov [€/sedadlo] za obch (zdroj: vlastné spracovanie)

V Grafe č. 13 je graficky znázornené porovnanie nákladov na energiu rôznych pohonov na sedadlo v riešenom železničnom spojení. V súčasnosti je možné ušetriť zavedením prevádzky vozidiel BEMU približne 47 % nákladov na energiu (v závislosti na konkrétnom type vozidla). Je potrebné podotknúť, že výhodnosť vozidiel BEMU nie je len v nákladoch na energiu ale aj v ušetrovaní množstva emisií a celkovo minimalizácia lokálnych exhalátov takmer na nulu. Vodíková jednotka HMU dosahuje na sedadlo viac ako trojnásobné náklady na energiu oproti jednotke BEMU, čo si je možné vysvetliť súčasnými vysokými nákladmi na kilogram vodíka, ktoré aktuálne tento druh pohonu znevýhodňujú.

6.9.7 Zhrnutie využitia skúmaných alternatívnych pohonov v riešenom spojení

Praktické teoretické simulácie nasadenia vozidiel typu BEMU a HMU s alternatívnymi pohonmi a analýza konceptu prevádzky a potrebných infraštruktúrnych úprav pre ich využitie v riešenom železničnom spojení preukázali, že v súčasnosti je vhodnejšie pre danú linku nasadenie dvojzdrojových vozidiel s akumulátorom typu BEMU a to najmä z dôvodu úspor nákladov na energiu a výrazného zníženia produkovaných emisií. Naopak vodíkový pohon u vozidiel typu HMU sa javí byť v riešenom území najdrahším s potrebou vysokých vstupných investícií a nutnosti vyhľadania energeticky obnoviteľných čistých zdrojov, ktorých je aktuálne pre energeticky náročnú výrobu vodíka v mieste jeho spotreby nedostatok.

7 NÁVRH ORGANIZÁCIE DOPRAVY

7.1 Posilnenie a zrýchlenie železničnej osobnej dopravy

Na základe analýzy prepravných vzťahov a významu trate v dopravnej obslužnosti v kapitole č. 3 a 4 je možné identifikovať neadekvátnu ponuku frekvencie spojov na železničnej linke Košice – Humenné (základný takt 120 min) s pomerne mohutným sústredeným prepravným prúdom 2 až 3,5 tisíc cestujúcich denne čo vedie k čiastočnému odlivu cestujúcich na iné dopravné módy predovšetkým na IAD a PAD, ktorá v niektorých spojeniach (napr. Košice – Michalovce; Michalovce - Humenné) tvorí súbežné spojenia a konkuruje železničnému spojeniu resp. nahrádza chýbajúce vlakové spoje.

Zvýšením frekvencie vlakov by bolo možné presunúť časť cestujúcich z IAD a PAD do vlakov a ponúknuť im možnosti využívať napr. systém P+R na železničných staniciach regionálnych centier bez súčasného obmedzenia väzby na vlak, ktorý je vedený v takte 120 min. Autor navrhuje posilnenie intervalu výhľadovo na 60 min celodenne v oboch smeroch linky. To je možné za predpokladu nasadenia dynamickejších vozidiel BEMU resp. po elektrizácii trate nasadením elektrických jednotiek alebo súprav s elektrickým HKV.

V súčasnosti sú v spojení používané vlakové súpravy, ktoré sú využívané aj na iných linkách predovšetkým kvôli taktu 120 min a nevhodným podmienkam na efektívne obehly súprav. Niektoré vlakové súpravy sú počas dňa odstavené a majú neprimerane dlhé prestoje v koncových staniciach čo vytvára nadmernú spotrebu HKV a súprav na prevádzku linky. Zvýšením frekvencie spojov na takt 60 min je možné tieto javy eliminovať a maximalizovať efektivitu využitia vozidiel a personálu. Nasadením vratných elektrických jednotiek alebo jednotiek BEMU je možné v jednej z koncových staníc využívať krátke prestoje, a tým zvýšiť denný kilometrický priebeh vozidla čo môže mať v konečnom dôsledku pozitívny vplyv ušetrených nákladov na prevádzku linky.

Diaľkové nočné vlaky kategórie R a EN (č. vlakov 614, 615, 442 a 443) by v prípade navrhovanej prevádzky linky vozidlami BEMU mohli byť skrátené do stanice Košice kde by bola zabezpečená prestupná väzba na vlaky kategórie REX, čím by bola dosiahnutá homogenita linky a obrátov súprav navrhovanej prevádzky vozidiel BEMU. V prípade, že by linka bola prevádzkovaná po elektrizácii celej trasy vozidlami elektrickej závislej trakcie je možné ponechať tieto diaľkové linky bez zmeny trasy.

Tabuľka 36 - Súčasne a navrhované parametre železničnej linky Košice – Humenné (vlastné spracovanie)

Parametre spojenia	Súčasný stav (takt 120 min a doplnkové spoje)	Navrhovaný cieľový stav (celodenný takt 60 min)
Rozsah prevádzky [vľkm/rok]	749 626	1 285 881
Počet vlakov v pracovný deň	22	38
Počet vlakov vo voľný deň	20	34
Počet nasadzovaných súprav*	5 až 7 (6 HKV)	4 + záložná súprava
Minimálny prestoj súpravy v konečnej stanici Košice [min]	120	12
Minimálny prestoj súpravy v konečnej stanici Humenné [min]	55	62

*= dopravca v súčasnosti využíva prejazdy niektorých súprav tejto linky na iné linky počas dňa

Paradoxne posilnením taktu zo 120 min na 60 min a navrhovanou prevádzkou vratných elektrických jednotiek BEMU resp. konvenčných elektrických vlakov (po elektrizácii) sa nezvýši spotreba nasadzovaných súprav čo si je možné vysvetliť zlepšením využitia súprav a umožnením krátkych dôb obrátov v jednej z konečných staníc.

Kapacita súprav po posilnení taktu na 60 min by podľa metodiky plánu dopravnej obslužnosti Slovenska železničnou dopravou (62) mala byť v špičke na úrovni 10 %, a v ostatnú dennú dobu 6 % podielu z počtu cestujúcich za 24 h (obojsmerne), čo je v prípade riešeného spojenia kapacita súpravy v špičke približne 350 miest na sedenie a v ostatnú dennú dobu približne 210 miest na sedenie.

Tabuľka 37 - Rámcový návrh cestovného poriadku linky s nasadením vozidiel BEMU (podľa Prílohy č. 3)

Tarifný bod	Príchod [HH:MM]	Odchod [HH:MM]	Príchod [HH:MM]	Odchod [HH:MM]
	Smer Košice - Humenné		Smer Humenné - Košice	
Košice	-	XX:05,0	XX:52,1	-
Košice predmestie	XX:07,5	XX:08,5	XX:49,0	XX:50,0
Čelovce	XX:41,0	XX:42,0	XX:16,5	XX:17,0
Trebišov	XX:48,9	XX:51,0	XX:08,9	XX:10,0
Bánovce nad Ondavou	XX:00,5	XX:01,5	XX:00,0	XX:01,0
Michalovce	XX:08,5	XX:09,5	XX:51,2	XX:53,0
Strážske	XX:19,2	XX:21,0	XX:40,4	XX:41,5
Brekov	XX:24,3	XX:24,8	XX:36,6	XX:37,1
Humenné	XX:29,3	-	-	XX:32,0

V prípade nasadenia navrhovaných vozidiel typu BEMU, je v tabuľke č. 37 vzorový rámcový návrh cestovného poriadku (na základe výpočtov programu FBS – Príloha č.3). Nasadením dynamickejších vozidiel elektrickej trakcie vzniká možnosť časovej úspory od 6 do 10 minút na každom spoji v závislosti na type nasadeného vozidla oproti súčasnosti. Táto časová úspora umožňuje zvoliť konštrukciu GVD, ktorá zabezpečí efektívne využitie a obeh vozidiel v rámci linky. V návrhu sa počíta s podporným nabíjaním vozidiel v stanici Humenné, ktoré bude udržiavať vozidla aktívne odstavené počas prenocovania a ich údržby.

7.1.1 Odstránenie úzkych miest

V súčasnosti nie je možné prevádzkovať súpravy s motorovým HKV nezávislej trakcie v takte 60 minút z technických a kapacitných dôvodov trate (nevyhovujúce podmienky križovania v jednokoľajnom úseku trate). Úzkym miestom na trati je medzistaničný úsek Strážske – Humenné, kde je v súčasnosti TZZ iba telefonickým dorozumievaním a SZZ v žst. Humenné 1. kategórie, ktoré predlžuje intervaly križovania a následných jászov vlakov. Nedostatočná kapacita v úseku a vysoké využitie praktickej priepustnosti 73,8 % znemožňuje zavedenie taktu 60 min linky Košice – Humenné pri potrebnej stabilite prevádzky.

Riešením by bola modernizácia TZZ a SZZ v oboch prilahlých železničných staniciach a vybudovanie automatického hradla v medzistaničnom úseku pre možnú prevádzku vlakov v párovom zväzkovom grafikone čím by sa zvýšila priepustnosť a kapacita úseku, a zároveň umožnila lepšie koordinácia príchodov a odchodov vlakov do taktového uzlu Humenné čo by umožnilo implementovať navrhovaný cieľový stav linky.

7.1.2 Modernizácia traťového zvršku a spodku

Modernizáciou traťového zvršku a spodku je možné zrýchliť železničnú dopravu zvýšením traťovej rýchlosti vo viacerých priamych úsekoch trate a smerových oblúkoch, ktoré nelimitujú ich polomery a s tým súvisiaca maximálna možná návrhová rýchlosť. Rýchlejšie a dynamickejšie elektrické vlaky či už konvenčné (po elektrizácii trate) alebo jednotky BEMU sú schopné v krátkom čase dosiahnuť maximálnu traťovú rýchlosť, a preto je potenciál zrýchlenia celého železničného spojenia po modernizácii traťového zvršku a spodku celkom reálny.

7.1.3 Modernizácia a peronizácia železničných staníc a zastávok

Analýzou súčasného stavu železničnej infraštruktúry boli zistené značné nedostatky v prístupnosti k vlakom. Takmer žiadna z riešených staníc nespĺňa európsky štandard

bezbariérového prístupu k vlakom pomocou mimoúrovňových nástupíšť s nástupnou hranou vo výške 550 mm nad TK, výťahom alebo rampou pre prístup vozičkárov a cestujúcich s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie. V súčasnosti je v realizácii úprava nástupíšť v staniach Košice a Trebišov. Pre zvýšenie atraktivity železničnej dopravy a dostupnosti je potrebné postupne modernizovať každú železničnú stanicu na riešenej trati.

7.2 Osobné zastávkové vlaky

Na železničnej trati Košice – Humenné autor práce navrhuje ponechanie, prípadne posilnenie a systemizáciu vlakových liniek zastávkových osobných vlakov (zavedenie pravidelných taktov), ktoré premávajú v úsekoch trate Košice – Výh. Slivník (linka Košice – Čierna nad Tisou) a Strážske – Humenné (linka Prešov – Humenné) zavedením taktového grafikonu a garantovaných pravidelných prestupných väzieb na úrovni európskeho štandardu. Naopak v úseku Trebišov – Strážske nie je potrebné vedenie osobných zastávkových vlakov, železnica nedokáže pozdĺž trate plnohodnotne obslúžiť sídla so železničnými zastávkami čo dokazuje aj analýza dostupnosti tarifných bodov (Príloha č. 1), osobné zastávkové vlaky v tomto úseku môže úplne nahradiť PAD.

7.3 Koordinácia prímestskej autobusovej dopravy

Koordináciou prímestskej autobusovej dopravy so železničnou organizátorom integrovanej dopravy v riešenom území je možné dosiahnuť zníženie výkonov autobusových spojov na linkách, ktoré sú súbežné s riešeným železničným spojením a vytvárajú nechcenú konkurenciu železničnej doprave (kapitola 4.6). Túto rezervu výkonov by bolo možné následne využiť na linkách, ktoré by koordináciou cestovných poriadkov k nosnej železničnej linke tvorili prípoje na vlaky a od vlakov garantovanými prestupmi čím by sa zlepšila obslužnosť oblastí, ktoré železnica obslúžiť nedokáže. Základným pilierom koordinácie PAD so ŽD je pravidelnosť prestupných väzieb.

7.4 Prestupné väzby a nadväzná doprava

V analýze prestupných väzieb (kapitola 4.5) boli identifikované viaceré neoptimálne prestupné väzby s dlhými čakacími časmi, ktoré vedú k predlžovaniu celkovej cestovnej doby a znižovaniu atraktivity železničnej dopravy. Príkladom môže byť uprednostnenie prestupných väzieb vlakov spojenia Košice – Humenné v žst Košice k nesyntémovým komerčným IC vlakom (Expresným vlakom na trase Košice – Žilina – Bratislava – Viedeň), ktoré sú vedené len od štyroch vlakov kategórie REX namiesto pravidelných väzieb medzi vlakmi REX a rýchlikmi R 6XX/RR 76X (v totožnej trase Košice – Žilina – Bratislava),

ktoré sú vedené celodenne v rovnakom takte (120 min) a mohli by pravidelnými prestupnými väzbami a využitím princípu taktového uzlu pri tvorbe GVD na seba nadväzovať. Ďalej autor odporúča udržiavať pravidelné prestupné väzby v stanici Humenné medzi riešenou linkou a linkami osobných vlakov na trasách Humenné – Medzilaborce a Humenné – Stakčín. Tieto prestupné väzby by mali byť zabezpečené pri súčasnom takte 120 min od každého vlaku a na vlak linky REX s možnou výnimkou prvých ranných spojov a posledného spoja z Košíc. Všetky koordinácie spojov na jednotlivých tratiach by mali dosiahnuť sieťový charakter dopravnej obsluhy.

Pri zmene taktu linky zo súčasných 120 min na 60 min je možnosť zabezpečovať prestupné väzby len medzi každým druhým spojom linky alebo zmeniť takt a zvýšiť frekvenciu železničnej dopravy celosieťovo čo by ale prinieslo významné zvýšenie nákladov na dopravné výkony. Vyššia frekvencia spojov riešenej linky prinesie vytvorenie nových prestupných väzieb v železničnej stanici Košice čo prispeje k atraktivite železničného spojenia.

8 ZHODNOTENIE NAVRHNUTÝCH OPATRENÍ

Na základe navrhnutých riešení využitia železničných vozidiel s alternatívnym pohonom (kapitola č. 6) a následného koncepčného návrhu organizácie dopravy (kapitola č. 7) dochádza v tejto kapitole k zhodnoteniu oboch častí.

Súčasná prevádzka vlakov s HKV motorovej nezávislej trakcie je značne energeticky náročná, (v porovnaní s elektrickou závislou trakciou 2,5 až 3-krát väčšia spotreba energie na základe modelovania spotreby energie - kapitola 6.9.5) kvôli nízkej účinnosti dieselelektrického pohonu a neponúka dostatočnú cestovnú rýchlosť a dynamiku aby mohla byť naďalej konkurencieschopná voči individuálnej automobilovej doprave a autobusovej doprave v ohľade na cestovnú rýchlosť. Ponuka spojov v takte 120 min sa javí byť nedostatočnou a spotreba hnacích vozidiel a súprav je z technologických dôvodov neprimerane vysoká, čím dochádza k čiastočne neefektívnemu využívaniu vozidlového parku.

Cieľom navrhovaných opatrení je zabezpečenie udržateľnej nízkoemisnej prevádzky linky a zvýšenie jej cestovnej rýchlosti. Tieto ciele je možné naplniť dokončením výstavby elektrizácie úseku od odb. Bánovce nad Ondavou po žst. Humenné a následnej prevádzky vozidiel elektrickej závislej trakcie alebo využitím dvojzdrojových akumulátorových vratných elektrických jednotiek BEMU a úpravou koncepcie prevádzky linky. V oboch prípadoch je odporúčané previesť modernizáciu TZZ a SZZ v úzkych miestach, ktoré znemožňujú posilnenie frekvencie vlakov a stabilitu železničnej prevádzky bez prenosu meškania z vlaku na vlak a modernizáciu železničných staníc vrátane peronizácie nástupíšť pre zlepšenie prístupnosti k vlakom.

8.1 Návrh využitia alternatívnych pohonov

Na základe preverenia využitia alternatívnych pohonov využívaných v osobnej regionálnej doprave, a to dvojzdrojových vozidiel typu BEMU a vodíkových vlakov typu HMU, bolo priamym modelovaním energetickej spotreby a prevádzky v riešenom spojení zistené, že najvhodnejším typom alternatívnych pohonov pre danú linku z pohľadu nákladov na energie (možnosť ušetrenia približne 43 % nákladov na základe kapitoly 6.9.6) a možnosti technológie prevádzky by bola prevádzka elektrických dvojzdrojových vozidiel typu BEMU. Nasadenie týchto vozidiel by si okrem samotného nákupu dvojzdrojových vozidiel, dobudovaniu napájacích bodov resp. krátkych napájacích úsekov pre podporné nabíjanie v stanici Humenné a úprav konceptu prevádzky linky nevyžadovalo žiadne ďalšie väčšie investičné náklady. Je potrebné ďalej posúdiť či by

prevádzka vozidiel BEMU bola v dlhšom časovom horizonte ekonomicky výhodnejšia ako dostavba líniovej elektrizácie trate. Pri nákupe dvojzdrojových vozidiel s akumulátorom je potrebné zohľadniť výmenu akumulátorov minimálne raz za životnosť vozidla resp. po dobudovaní líniovej elektrizácie nájsť pre akumulátory iné využitie. Na základe modelovania dynamiky jazdy vzorového dvojzdrojového vozidla typu BEMU (Príloha 3) je predpoklad na zníženie cestovnej doby spoja zo súčasných 92 minút na približne 82 až 86 minút v závislosti na použítom type vozidla.

Prevádzka vozidiel s vodíkovým pohonom sa javí v súčasnosti ako energeticky a ekonomicky nevýhodná predovšetkým z dôvodu slabého podielu elektrickej energie vyrobenej z obnoviteľných zdrojov v energetickom mixe riešeného územia a vysokých nákladov na nákup samotného vodíka. Možnosti získavania elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov v riešenom území nie sú v súčasnosti dostatočné pre inštaláciu nízko účinnej výroby čistého vodíka použiteľného v palivových článkoch elektrolyzou. Je potrebné zohľadniť, že v riešenom území sa nenachádza ani infraštruktúra napájacích staníc, čo spolu vytvára potrebu vysokých investičných nákladov na samotný začiatok prevádzky vodíkových vlakov. V neposlednom rade sú v súčasnosti vodíkové pohony koľajových vozidiel vhodné pre využitie v zastávkových osobných vlakoch s častým zastavovaním kvôli obmedzenej dobe použitia maximálneho výkonu vozidla a záťaže akumulátoru čo riešená linka parametrovo nespĺňa.

8.2 Návrh konceptu organizácie dopravy

Navrhovaný koncept organizácie dopravy sa sústreďuje na posilnenie frekvencie spojov v riešenom železničnom spojení a s tým súvisiace nutné stavebné a prevádzkové opatrenia. Na základe prepravnej analýzy a významu trate v dopravnej obslužnosti bolo identifikované, že súčasná prevádzka linky nie je optimálna a vlakové súpravy sú častokrát preplňované čo spolu s frekvenciou spojenia v takte 120 min spôsobuje odliv cestujúcich a zníženie atraktivity železničnej dopravy. Navrhované posilnenie taktu a optimalizácia prevádzkového konceptu linky s predpokladaným využitím vozidiel typu BEMU alebo konvenčných vlakov závislej elektrickej trakcie po realizácii elektrizácie trate v celom úseku by priniesla možnosti efektívnejšieho využitia vozidlového parku a personálu, a to najmä z dôvodu možnosti využitia kratších obrátov súprav v koncových staniách a zvýšenia cestovnej rýchlosti vlakov s dynamickejším pohonom. Autor predpokladá implementáciou návrhu výrazne úspory nákladov z rozsahu na prevádzku linky a zvýšenie konkurencieschopnosti a atraktivity železničného spojenia.

9 ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo preverenie využitia vozidiel s alternatívnym pohonom v železničnom spojení Košice – Humenné. Tento cieľ bol preverený pomocou modelových simulácií nasadenia vozidiel s alternatívnym pohonom a následného energetického zhodnotenia a porovnania alternatívnych pohonov s pohonmi konvenčnými, a to so súčasne využívanou motorovou nezávislou trakciou ako aj so závislou elektrickou trakciou plánovanou po dokončení elektrizácie v celom úseku trate. Ďalej na základe analýz prepravných vzťahov, významu trate v dopravnej obsluhu regiónu a súčasného stavu infraštruktúry bol spracovaný koncepčný návrh organizácie dopravy, stavebných a prevádzkových opatrení v riešenom spojení na základe poznatkov získaných v priebehu spracovávaní tejto práce s cieľom zlepšenia podmienok v osobnej železničnej doprave.

Vypracovanie návrhu organizácie dopravy sa opiera o spracovanú analýzu územia pozdĺž riešenej železničnej trate a analýzu prepravných vzťahov medzi dotknutými sídlami, na základe ktorých boli získané údaje o pohybe, cieľoch, charakteristike a rozložení obyvateľstva. Analýzou dostupnosti jednotlivých tarifných bodov riešenej trate bol zisťovaný potenciál obsluhy sídiel železničnou dopravou. Touto analýzou bola identifikovaná neschopnosť železničnej dopravy naplniť štandard dochádzkovej vzdialenosti niekoľkých sídiel predovšetkým v úseku Trebišov – Strážske, kde bolo v koncepčnom návrhu navrhnuté úplne nahradenie osobných zastávkových vlakov prímestskou autobusovou dopravou. Rovnako bola spracovaná analýza súčasného rozsahu osobnej a nákladnej dopravy na trati.

Porovnaním dopravných módov bolo zistené, že linka môže byť s určitými opatreniami naďalej konkurencieschopná voči prímestskej autobusovej doprave a v niekoľkých prípadoch dokáže konkurovať aj individuálnej automobilovej doprave. Jej konkurencieschopnosť bude závisieť od modernizácie a zrýchlenia železničnej dopravy na trati. Analýzou súčasného stavu infraštruktúry trati v riešenom spojení boli zistené viaceré obmedzenia traťovej rýchlosti a priepustnosti najmä kvôli zastaralej zabezpečovacej technike ako traťovej, tak aj staničnej po dobe svojej životnosti. Najkritickejší obmedzujúci úsek je medzi žst. Strážske a žst. Humenné, kde je identifikovaný vysoký stupeň obsadenia úseku a nízka voľná kapacita z dôvodu nízkej úrovne zabezpečenia. Modernizáciou zabezpečovacích zariadení, traťového zvršku a spodku je možné zvýšiť cestovnú rýchlosť, atraktivitu spojenia a ušetriť financie na

prevádzkových nákladoch správcu infraštruktúry ako aj dopravcu. Potrebná je aj modernizácia prístupu k vlakom zriadením mimoúrovňových bezbariérových nástupíšť v staniciach a zastávkach.

Nasadenie vozidiel s alternatívnym pohonom bolo preverené dvoma druhmi nízkoemisných pohonov, konkrétne vzorovým vozidlom elektrickej polozávislej trakcie typu BEMU s akumulátorom a vodíkovým vozidlom typu HMU. Oba typy pohonov a ich energetická náročnosť a spotreba boli prakticky simulované v programe FBS (spoločnosti iRFP), pomocou ktorého bol zostrojený podrobný model spotreby energie pri prevádzke vybraných vzorových vozidiel v riešenom spojení. Následne na základe výpočtov energetickej spotreby a nákladov na energiu boli porovnávané konvenčné typy pohonov s tými alternatívnymi. Nasadením elektrických jednotiek typu BEMU s akumulátorom je možné dosiahnuť teoretických 43 % úspor nákladov na energiu oproti súčasnej prevádzke vozidiel nezávislej dielelektrickej trakcie. Ďalej bolo zistené, že v súčasných podmienkach je možné prevádzkovať na linke vozidlá typu BEMU bez veľkých investičných počiatkových nákladov a naopak prevádzka vodíkových vozidiel typu HMU sa javí byť nateraz energeticky a ekonomicky príliš nákladná (teoretický nárast nákladov na energiu o viac ako 50%), a teda nie je odporúčaná.

Dynamickejšími vozidlami závislej elektrickej trakcie alebo vozidlami typu BEMU a HMU s alternatívnymi pohonmi je možné dosiahnuť teoretickej úspory cestovnej doby o 6 až 10 minút oproti súčasnému stavu, čím sa zlepšia možnosti využitia vozidiel s predpokladom krátkeho obratu v jednej z koncových staníc.

Jednotlivé simulácie prevádzky vozidiel BEMU a HMU s vybranými vzorovými vozidlami môžu byť smerodajné pre budúce optimalizovanie potrebnej kapacity akumulátoru či zásobníkov energie a parametrizáciu požiadaviek na alternatívne vozidlá pre ich výrobcu. Simulácie mali v tejto práci demonštrovať možnosti nasadenia nízkoemisných vozidiel s alternatívnym pohonom v riešenom železničnom spojení.

Dekarbonizáciu dopravy pre zabezpečenie udržateľnej nízkoemisnej mobility obyvateľstva a nahradenie používaných spaľovacích motorov ako primárnych zdrojov exhalátov produkujúcich nežiadúci oxid uhličitý vysokoúčinnými elektrickými resp. alternatívnymi pohonmi je nutné v železničnej doprave vzhľadom na životnosť koľajových vozidiel, ktorá sa pohybuje od 30 do 40 rokov a blížiaci sa stanovený cieľový termín ukončenia bežnej prevádzky uhľovodíkových palív do roku 2050 realizovať už v súčasnosti.

ZOZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÝCH ZDROJOV

- (1) KUBÁČEK, Jiří. *Dejiny železníc na území Slovenska. 3. Bratislava: Železnice Slovenskej republiky, 2013. ISBN 9788089569021.*
- (2) MINISTERSTVO DOPRAVY, VÝSTAVBY A REGIONÁLNEHO ROZVOJA. *Strategický plán rozvoja dopravy SR. In: Mindop [online]. Bratislava, 12/2016 [cit. 2022-07-26]. Dostupné z: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/strategia/strategicky-plan-rozvoja-dopravy-sr-do-roku-2030>*
- (3) *Portál o železničnej doprave. In: INEKO Portál o diaľniciach a železniciach [online]. Bratislava, 2020, 2020 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://doprava.ineko.sk/mapa/zeleznice>*
- (4) KOČICKÝ, Dušan a Boris IVANIČ. *Geomorfologické členenie Slovenska. 1:500000. 2011. Dostupné také z: <https://apl.geology.sk/mapportal/img/pdf/tm19a.pdf>*
- (5) *Košický kraj - charakteristika regiónu: Poloha, rozloha, geografické podmienky. In: Štatistický úrad SR [online]. 2021 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/regional/kosicky%20kraj>*
- (6) ŠPILKA, Jozef. *Košický kraj v číslach [online]. Ústredie ŠÚ SR, 2020 [cit. 2021-02-13]. ISBN 978-80-8121 -801-9.*
- (7) *Počet obyvateľov podľa pohlavia – obce [online]. Bratislava: Štatistický úrad SR, 2022 [cit. 2022-02-14]. Dostupné z: http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_DEM/om7101rr/v_om7101rr_00_00_00_sk*
- (8) *Hustota obyvateľstva - obce [om7014rr] [online]. Bratislava: Štatistický úrad SR, 2022 [cit. 2022-07-26]. Dostupné z: http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_DEM/om7014rr/v_om7014rr_00_00_00_sk*
- (9) *Košice. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 11.2.2021 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/Ko%C5%A1ice>*
- (10) *Akcny plán rozvoja okresu Košice-okolie (2018-2022) [online]. Úrad vlády SR, 2018 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: https://www.nro.vicempremier.gov.sk/site/assets/files/1424/akcny_plan_rozvoja_okresu_kosice-okolie.pdf*

- (11) *Okres Trebišov: Geografia. Slovensko.sk: ústredný portál verejnej správy [online]. Národná agentúra pre sieťové a elektronické služby. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: https://www.slovensko.sk/sk/lokality/_17ca40b0-0772-4adb-a023-20535e5cb3e0*
- (12) *Portál o diaľniciach a železniciach [online]. Bratislava: inštitút INEKO, 2018 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://doprava.ineko.sk/mapa/cesty>*
- (13) *Miera evidovanej nezamestnanosti: Okres Trebišov - 2019 [online]. Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2020 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SK_WIN/pr3108rr/v_pr3108rr_00_00_00_sk*
- (14) *Okres Michalovce: Geografia. Slovensko.sk: ústredný portál verejnej správy [online]. Národná agentúra pre sieťové a elektronické služby. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: https://www.slovensko.sk/sk/lokality/_381ebd6d-17c2-4737-bf1c-b802f3a3ef39*
- (15) *Miera evidovanej nezamestnanosti: Okres Michalovce - 2019 [online]. Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2020 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SK_WIN/pr3108rr/v_pr3108rr_00_00_00_sk*
- (16) *MHD Michalovce: Úvod [online]. DZS - M.K. TRANS, 2021 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <http://dzsmktrans.sk/MHDMI/>*
- (17) *Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja mesta Strážske na roky 2016 - 2022. In: Mesto Strážske [online]. Mestský úrad Strážske [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://strazske.sk/dokumenty-mesta/>*
- (18) *Obce okresu Humenné. In: RegionZEMPLIN.sk [online]. 31.05.2017 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <http://www.regionzemplin.sk/obce-okresu-humenne/>*
- (19) *Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2011 [online]. Bratislava: Štatistický úrad SR [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://udaje.statistics.sk/tabulky.html>*
- (20) *NDCON S. R. O. PLÁN UDRŽATEĽNEJ MOBILITY KOŠICKÉHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA. 2019. Košice: NDCon, 2020. Dostupné také z: <https://web.vucke.sk/sk/kompetencie/doprava/plan-udrzatelnej-mobility/>. Kód projektu 302011F490.*
- (21) *VYHLÁŠKA č. 5/2020 Z. z.: Vyhláška Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia týkajúce sa objednávania verejnej osobnej dopravy. In: Zbierka zákonov. Dostupné také z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2020/5/>*

- (22) *Openrouteservice: Isochrones [online]. Heidelberg Institute for Geoinformation Technology [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://maps.openrouteservice.org/>*
- (23) *CESTOVNÝ PORIADOK VLAKOV OSOBNÉJ DOPRAVY 2021/2022: ŽSR [online]. Bratislava, 2021 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <http://www.zsr.sk/pre-cestujucich/cestovny-poriadok-2021-2022/>*
- (24) *ŽSR: ZOŠITOVÝ CESTOVNÝ PORIADOK 103. 2022.*
- (25) *ŽSR: ZOŠITOVÝ CESTOVNÝ PORIADOK 101. 2022.*
- (26) *CESTOVNÝ PORIADOK VLAKOV OSOBNÉJ DOPRAVY 2021/2022: ŽSR [online]. Bratislava, 2021 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <http://www.zsr.sk/pre-cestujucich/cestovny-poriadok-2021-2022/>*
- (27) *Chaps. Jízdní řády IDOS – aplikace.[mobilná aplikácia] 2022.*
- (28) *Google Maps api [online]. 2022 [cit. 2022-06-08]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps>*
- (29) *ŽELPAGE. Radenia vlakov 2015 SK. [online] Dostupné z: <https://www.zelpage.cz/razeni/15/sk/REX/>*
- (30) *Železničné opravovne a strojárne Zvolen, a.s.: VOZIDLÁ OSOBNÉJ ŽELEZNIČNEJ PREPRAVY [online]. Zvolen, Slovensko [cit. 2022-06-10]. Dostupné z: <http://www.zoszv.sk/sekcia-sk-57-modernizacie>*
- (31) *ŽOS VRÚTKY: Motorová jednotka REGIOMOVER (DMJ REGIOMOVER) [online]. Vrútky, Slovensko [cit. 2022-06-10]. Dostupné z: https://www.zos-vrutky.sk/index_sk.html*
- (32) *Intenzita železničnej dopravy v SR: Data.gov.sk [online]. Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky, 2022 [cit. 2022-06-10]. Dostupné z: <https://data.gov.sk/dataset/intenzita-zeleznicnej-dopravy/resource/e1c74c46-c7cd-40a2-8dc5-7b522180f9d7>*
- (33) *Rail Freight Corridor 9: Správa železníc, státní organizace [online]. [cit. 2022-06-10]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/web/en/making-the-railway-better/rail-freight-corridor-9>*
- (34) *Aplikácie ŽSR - infomapa [online]. OLTIS Slovakia, 2022 [cit. 2022-06-11]. Dostupné z: <https://aplikacie.zsr.sk/InfoMapaInternet5/index.aspx>*

- (35) *Tabuľky traťových pomerov. ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY [online]. 01.03.2022 [cit. 2022-06-11]. Dostupné z: <https://www.zsr.sk/dopravcovia/infrastruktura/tabulky-tratovych-pomerov/>*
- (36) *Charakteristika železničných tratí v SR. In: Data.gov.sk [online]. Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky, 25 Máj, 2022 [cit. 2022-06-11]. Dostupné z: <https://data.gov.sk/dataset/charakteristika-trati/resource/6f352951-175f-4961-b6da-3cf3346af867>*
- (37) *ŽSR 190: KOŠICE - ČIERNA NAD TISOU - ČOP (UA); KALŠA - TREBIŠOV; SÁTORALJAÚJHELY - SLOVENSKE NOVÉ MESTO: Elektrifikácia trate. VLAKY.NET [online]. [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.vlaky.net/trate/62/zsr-190-kosice-kalsa-trebisov-satorialjaujhely-slovenske-n-m-cierna-n-t/#tratTab1>*
- (38) *Popis tabuliek - novelizovaný 2014: Tabuľky traťových pomerov [online]. In: . [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <http://www.zsr.sk/dopravcovia/infrastruktura/tabulky-tratovych-pomerov/>*
- (39) *Centrálny register zmlúv: Zmluva o dielo č. 4400/2020/5400 [online] [cit. 2022-06-13]. Dostupné z: <https://www.crz.gov.sk/data/att/2545252.pdf>*
- (40) *Stanica Košice [online]. In: . 14.09.2021 [cit. 2022-07-26]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/stanicakosice/photos/a.1371944212839701/4617303991637024>*
- (41) *Začína výstavba Terminálu integrovanej osobnej prepravy. In: MESTO TREBIŠOV [online]. Trebišov, 2021 [cit. 2022-06-14]. Dostupné z: <https://www.trebisov.sk/fotogaleria/25829>*
- (42) *PODMIENKY POUŽÍVANIA ŽEL. SIETE 2022: Príloha 4.5.B Kapacita infraštruktúry 2022. In: ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY [online]. [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <http://www.zsr.sk/dopravcovia/infrastruktura/podmienky-pouzivania-zel-infrastruktury/podmienky-pouzivania-zel-siete-2022/>*
- (43) *POHL, Jiří. Elektrická osobní železniční doprava na tratích bez liniové elektrizace. In: Vědeckotechnický sborník Správy železnic. Č. 3/2020. Správa železnic, státní organizace, 2020, s. 2-26. ISSN 2694-9172.*
- (44) *Konečná energetická spotreba v doprave. In: Enviroportal.sk [online]. Slovenská agentúra životného prostredia, 20.01.2022 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=713>*

- (45) *Emisie skleníkových plynov. In: Enviroportal.sk [online]. Slovenská agentúra životného prostredia, 12.10.2021 [cit. 2022-06-16]. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=41>*
- (46) *POHL, Jiří. Dekarbonizace osobní železniční dopravy koordinovanou kombinací liniového, akumulátorového a vodíkového napájení elektrických vozidel: prezentácia na ČVUT FD [online]. In: . 03.12.2019, s. 1-61 [cit. 2022-06-19].*
- (47) *Percentage of the railway lines in use in Europe in 2019 which were electrified, by country: Europe; European Commission; UIC; 2019. Statista [online]. 09/2021 [cit. 2022-06-17]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/451522/share-of-the-rail-network-which-is-electrified-in-europe/>*
- (48) *KOŽUCH, Miroslav. Elektrifikácia tratí na Slovensku patriacich pod ŽSR. Rail.sk [online]. 2000 [cit. 2022-06-18]. Dostupné z: <https://www.rail.sk/skhist/elektr.htm>*
- (49) *HOMOLKA, Pavel. Možnosti využítí BEMU v podmíenkach Českej republiky: Diplomová práca [online]. Praha: ČVUT Fakulta Dopravní, 2020.*
- (50) *Vodíková stratégia Košického kraja: Prvá vodíková stratégia na Slovensku. Druhé vydanie. Technická univerzita v Košiciach v spolupráci s Košickým samosprávnym krajom, 2021, 88. ISBN: 978-80-553-3794-4. Dostupné také z: https://web.vucke.sk/files/sk/kompetencie/regionalny-rozvoj/koncepcne-materialy/vodik_sk_21_11_14.pdf*
- (51) *Elektrifikácia tratí, ktoré ostali v projektoch alebo s ktorými sa počíta do budúca: Bánovce nad Ondavou - Humenné. Rail.sk [online]. 28.01.2002 [cit. 2022-06-21]. Dostupné z: <https://www.rail.sk/skhist/elektr/projekty.htm>*
- (52) *Elektrifikácia trate Bánovce nad Ondavou - Humenné: EIA. Enviroportal.sk [online]. Slovenská agentúra životného prostredia [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/elektrifikacia-trate-banovce-nad-ondavou-humenne>*
- (53) *MLADONICZKY, Milan, Ján TÓTH, Igor RIPKA, Michaela SEIFERTOVÁ a Monika VYSKUPOVÁ. ŽSR, Elektrifikácia trate Bánovce nad Ondavou - Humenné štúdia realizovateľnosti. Bratislava: REMING CONSULT, 2019, 130 s.*
- (54) *ÚTVAR HODNOTY ZA PENIAZE. Hodnota za peniaze projektu ŽSR Elektrifikácia trate Bánovce nad Ondavou – Humenné. Ministerstvo financií SR, 2021-03*

- (55) ŽSR, ELEKTRIFIKÁCIA TRATE BÁNOVCE NAD ONDAVOU - HUMENNÉ, PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA (DÚR, DSP, DRS): Stavby v realizácii. In: ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY [online]. 31.03.2022 [cit. 2022-06-23]. Dostupné z: <http://www.zsr.sk/6003/>
- (56) Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung iRFP e.K. 2021: Fahrzeugdaten der Musterfahrzeuge zur Energieberechnung mit alternativen Antrieben [online]. In: . Drážďany, 2021 [cit. 2022-07-26]. Dostupné z: https://www.irfp.de/alternative__antriebe.html
- (57) HABERLAND, Viliam a Jakub ČECH. Analýza technických a provozních možností vozidel s alternativními pohony v železniční dopravě: 12X1MT Moderní trendy v železniční dopravě: ČVUT Fakulta Dopravní, 2020, s. 1-14 [cit. 2022-07-26].
- (58) Coradia iLINT. In: Alstom [online]. 2021/06 [cit. 2022-07-18]. Dostupné z: <https://www.alstom.com/press-releases-news/2021/6/coradia-ilint-alstom-presents-worlds-first-hydrogen-passenger-train>
- (59) POHL, Jiří. Prezentácia k prednáške Trakční mechanika 14 (Energetika v skratke) predmet Základy trakční mechaniky na FS ČVUT. Praha, 2021.
- (60) Na zvýšené ceny elektriny doplácajú aj Železnice Slovenskej republiky. In: Rozhlas a televízia Slovenska [online]. 2022-07-08 [cit. 2022-07-19]. Dostupné z: <https://spravy.rtv.s.sk/2022/07/na-zvysene-ceny-elektriny-doplacaju-aj-zeleznice-slovenskej-republiky/>
- (61) Platts: Náklady na výrobu uhlíkově neutrálního vodíku aktuálně činí 1,7 až 8,3 USD/kg. In: O energetice [online]. 18.12.2021 [cit. 2022-07-19]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/vodik/platts-naklady-vyrobu-uhlikove-neutralniho-vodiku-aktualne-cini-17-az-83-usd-kg>
- (62) Plán dopravnej obslužnosti Slovenska pre železničnú osobnú dopravu: Vlastný materiál. In: MINISTERSTVO DOPRAVY A VÝSTAVBY SLOVENSKEJ REPUBLIKY [online]. Bratislava, 31.03.2022 [cit. 2022-07-21]. Dostupné z: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/strategia/verejna-osobna-doprava/plan-dopravnej-obslužnosti-slovenska-pre-zeleznicnu-osobnu-dopravu>

Pre modelovanie dynamiky jazdy vozidiel a energetické výpočty bol použitý softwarový program FBS spoločnosti iRFP (Nemecko). Grafické prílohy vo forme grafov boli vytvorené pomocou online služby app.datawrapper.de. Dáta boli spracovávané v programe Microsoft Excel.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 - Mapa železničnej siete východného Slovenska (autor s využitím (3))	11
Obrázok 2 - Vlaková súprava REX na linke Košice - Humenné s HKV rady 757 (zdroj: autor, 6.5.2022).....	47
Obrázok 3 - Problémový výškový rozdiel nástupných schodíkov od úrovňových nástupíšť (zdroj: autor).....	47
Obrázok 4 - Motorová jednotka radu 861 v železničnej výhybni Čelovce (zdroj: autor, 6.5.2022)	49
Obrázok 5 - Pohľad na železničnú stanicu Košice (zdroj: (40)).....	60
Obrázok 6 - Železničná zastávka Košice predmestie (zdroj: Autor 9.5.2022).....	61
Obrázok 7 - Železničná zastávka Bohdanovce (zdroj: Autor 6.5.2022).....	62
Obrázok 8 - Výhybňa Čelovce, pohľad na výpravnu budovu a trebišovské zhlavie (zdroj: Autor 6.5.2022)	64
Obrázok 9 - Ostrovné nástupište v žst. Trebišov (zdroj: Autor, 6.5.2022)	65
Obrázok 10 - Železničná stanica Bánovce nad Ondavou, pohľad na výpravnú budovu (zdroj: Autor, 6.5.2022)	66
Obrázok 11 – žst. Michalovce, pohľad na nástupištia koľaj č. 1 a 3 (zdroj: Autor, 6.5.2022)	67
Obrázok 12 - Železničná stanica Strážske, pohľad na výpravnú budovu a nástupištia (zdroj: Autor, 6.5.2022)	68
Obrázok 13 - Železničná zastávka Brekov (zdroj: Autor, 6.5.2022)	69
Obrázok 14 - Železničná stanica Humenné, pohľad na nástupištia (zdroj: Autor)	70
Obrázok 15 - Schéma možnosti využitia vozidla typu trolej/akumulátor (zdroj: vlastné spracovanie).....	77
Obrázok 16 - Schéma konceptu prevádzky vozidla BEMU na riešenej trati (zdroj: vlastné spracovanie).....	82
Obrázok 17 - Jednotka HMU Alstom Coradia iLINT (zdroj: (58)).....	87

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 : Vybrané údaje vybraných obcí riešenej oblasti v roku 2021 (autor na základe (7) a (8))	12
Tabuľka 2 - Matica dochádzky medzi riešenými sídlami v železničnom spojení (autor na základe (19))	26
Tabuľka 3 - Počet vlakov v železničnom spojení Košice - Humenné v období prieskumu (03/2018) (na základe (20)).....	27
Tabuľka 4 - Existencia korelačného vzťahu medzi porovnávanými dátami	30
Tabuľka 5 - Počet spojov v jednotlivých úsekoch riešenej trati (autor s využitím (23)) ..	33
Tabuľka 6 - Rozsah prevádzky taktových vlakov v spojení Košice – Humenné (s využitím (23))	33
Tabuľka 7 - Rozsah prevádzky doplnkových vlakov v spojení Košice – Humenné (s využitím (23)).....	33
Tabuľka 8 - Rozsah prevádzky vlakov v spojení Košice – Michalany – Čierna nad Tisou (s využitím (23)).....	34
Tabuľka 9 - Cestovné doby spojenia Košice – Humenné (na základe (23)).....	35
Tabuľka 10 - Pobyty vlakov železničnej linky Košice – Humenné (na základe (24) a (25))	36
Tabuľka 11 - Prestupné väzby železničnej dopravy v stanici Košice (na základe (26)) ...	37
Tabuľka 12 - Prestupné väzby železničnej dopravy v stanici Trebišov (na základe (26))	38
Tabuľka 13 - Prestupné väzby v stanici Strážske (na základe (26)).....	39
Tabuľka 14 - Prestupné väzby železničnej dopravy v stanici Humenné (na základe (26))	40
Tabuľka 15 – Súbežne autobusové linky so železničnou traťou Košice – Humenné (autor s využitím (27)).....	42
Tabuľka 16 - Počet priamych autobusových spojov medzi riešenými sídlami v pracovný deň (k 8.6.2022) (autor s využitím (27)).....	43
Tabuľka 17 - Prehľad orientačného radenia a kapacity vlakov linky Košice – Humenné v pracovné dni (autor s využitím pomôcok GVD 2021/2022 ŽSR).....	46
Tabuľka 18 - Základné technické údaje HKV radu 757 (30)	48
Tabuľka 19 - Základné technické údaje motorovej jednotky radu 861.0 (31).....	49
Tabuľka 20 - Označenie trate Košice - Humenné podľa TTP/GVD/KCP	51
Tabuľka 21 - Popis trvalých obmedzení traťovej rýchlosti v smere Košice – Humenné (podľa TTP (35)).....	54

Tabuľka 22 - Popis trvalých obmedzení traťovej rýchlosti v smere Humenné – Košice (podľa TTP (35)).....	54
Tabuľka 23 - Zábrzdné vzdialenosti na jednotlivých úsekoch trate (podľa TTP (35)).....	55
Tabuľka 24 - Normatívy najväčších povolených dĺžok vlaku nákladnej dopravy (na základe (36)).....	55
Tabuľka 25 - Traťové zabezpečovacie zariadenie v jednotlivých úsekoch trate (36).....	56
Tabuľka 26 - Prehľad SZZ v jednotlivých dopravných na riešenej trati (na základe miestneho šetrenia, TTP a (34))	56
Tabuľka 27 - Počet priecestí podľa druhu komunikácie v riešenom spojení (36)	58
Tabuľka 28 - Počet priecestí podľa druhu zabezpečenia priecestia v riešenom spojení (36).....	58
Tabuľka 29 - Kapacita jednotlivých tratí a úzke miesta traťovej priepustnosti (zdroj (42))	71
Tabuľka 30 - Pomer elektrizovanej časti trate v spojení Košice - Humenné.....	82
Tabuľka 31 - Obsah variantov projektov na elektrizáciu trate (zdroj: Štúdia uskutočniteľnosti 2019 (53))	84
Tabuľka 32 - Výpočet teoretickej spotreby energie za obchod na sedadlo (na základe Prílohy č. 3).....	88
Tabuľka 33 - Výhrevnosť použitých palív v modelových simuláciách (použitie pre výpočet nákladov)(46)(59)	90
Tabuľka 34 - Ceny energií (použitie pre výpočet nákladov) (na základe ŠÚ SR a (60)(61))	90
Tabuľka 35 - Náklady na energie spotrebované za jeden obchod vozidla (vlastné spracovanie na základe Prílohy č. 3).....	90
Tabuľka 36 - Súčasne a navrhované parametre železničnej linky Košice – Humenné (vlastné spracovanie)	93
Tabuľka 37 - Rámcový návrh cestovného poriadku linky s nasadením vozidiel BEMU (podľa Prílohy č. 3)	93

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 – Variácia frekvencie cestujúcich v pracovné dni (zdroj: vlastné spracovanie na základe dát z (20))	28
Graf 2 - Porovnanie dát o dochádzke zo SODB s dátami o frekvencii cestujúcich (vlastné spracovanie na základe dát z (20) a (19)).....	29
Graf 3 - Priemerný počet nákladných vlakov za deň (vlastné spracovanie na základe (32))	50
Graf 4 - Výškové vedenie trati medzi dopravňami riešeného spojenia (zdroj (34), vlastné spracovanie).....	52
Graf 5 - Rýchlostný profil trate podľa TTP v smere Košice – Humenné (zdroj (35), vlastné spracovanie).....	53
Graf 6 - Rýchlostný profil trate podľa TTP v smere Humenné – Košice (zdroj (35), vlastné spracovanie).....	53
Graf 7 - Vývoj konečnej energetickej spotreby palív, elektriny a tepla v doprave [TJ] (zdroj: ŠÚ SR).....	73
Graf 8 - Graf konečnej spotreby energie [kWh/vlkm] pre rôzne trakcie a typy kategórie vlakov (zdroj: (46))	73
Graf 9 - Teória návratnosti elektrizácie tratí na základe prepravných výkonov (zdroj: vlastné spracovanie).....	74
Graf 10 - Postup elektrizácie železničných tratí na Slovensku (zdroj: vlastné spracovanie na základe (48))	75
Graf 11 - Limitné možnosti nabíjania stojaceho vozidla cez zberač trakčným vedením [kWh/min] (zdroj: (46))	80
Graf 12 - Porovnanie teoretickej spotreby energie za obeh [kWh/sedadlo] (zdroj: vlastné spracovanie).....	89
Graf 13 - Porovnanie teoretických nákladov na energie jednotlivých modelových simulácií rôznych pohonov [€/sedadlo] za obeh (zdroj: vlastné spracovanie)	91

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1 – Zhodnotenie dostupnosti tarifných bodov na riešenej trati

Príloha č. 2 – Porovnanie dopravných módov

Príloha č. 3 – Energetické výstupy