

Daniel Pilát¹

Nová koncepce seřaďovacích stanic

Anotace

Příspěvek představuje novou koncepci seřaďovacích stanic na síti Správy železnic, státní organizace a deskripci důvodů vedoucích k její realizaci. Je uveden vývoj nového interního systému hodnocení vlakových stanic, včetně vysvětlení analýzy potřebných charakteristických prvků a vlastností související infrastruktury. Jsou představeny výsledky těchto analýz a z nich vyplývající souhrnná koncepce správy jednotlivých seřaďovacích stanic.

Klíčová slova

železnice, nákladní doprava, seřaďovací stanice, koncepce, multikriteriální analýza

Abstract

The contribution presents a new concept of marshalling yards on the Czech railway infrastructure manager network and describes the reasons for its processing. The development of a new internal evaluating system for marshalling yards is described, including an explanation of the analysis of the necessary attributes and characteristics of related infrastructure. The results of these analyses and the resulting comprehensive concept of administration to individual stations are presented.

Keywords

railway, freight transport, marshalling yards, conception, multicriteria analysis

Úvod

Správa Železnic, státní organizace (dále jen „SŽ“) vydala na konci roku 2020 novou Koncepci seřaďovacích stanic (dále jen „Koncepce“), která řeší strategii budoucí správy této konkrétní části české železniční infrastrukturní sítě z hlediska potřeb souvisejících se současným i předpokládaným vývojem nákladní dopravy.

Koncepce přináší nový přístup z hlediska analýzy a hodnocení stanic, na které navazuje návrh přístupu k jednotlivým stanicím za účelem racionalizace provozu celé sítě těchto stanic.

Tento článek si klade za cíl seznámit odbornou veřejnost s důvody a postupy tvorby nové Koncepce, výsledkem této tvorby a také předpokládaným výhledem dalšího pokračování racionalizační činnosti v oblastech souvisejících se správou sítě seřaďovacích stanic.

¹ Ing. Daniel Pilát – absolvent Fakulty dopravní ČVUT v Praze, v současné době student doktorského programu Logistika a řízení dopravních procesů na Fakultě dopravní ČVUT v Praze.

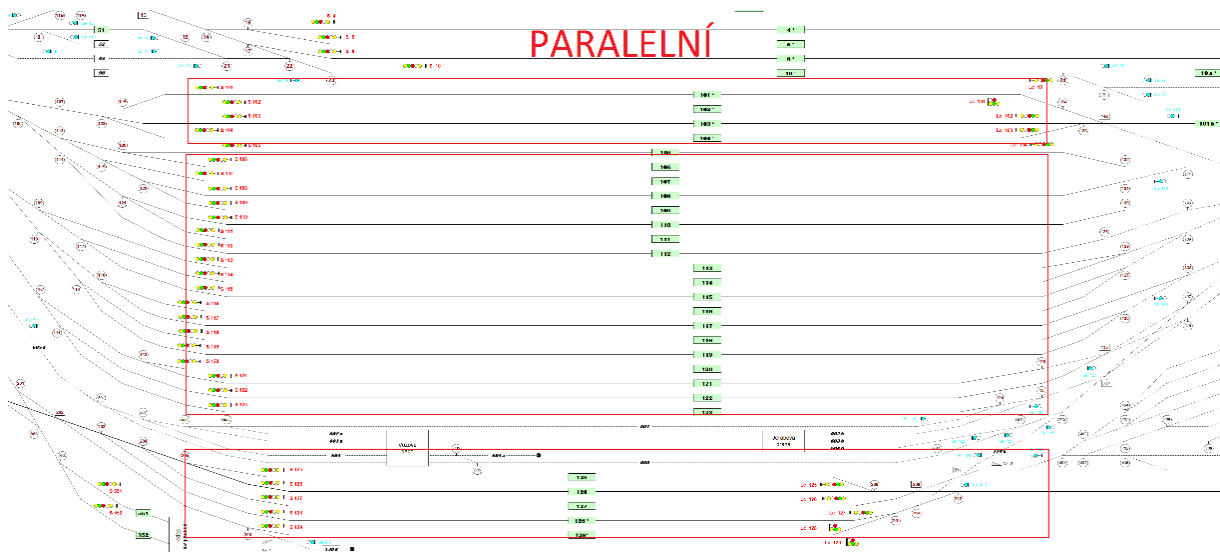
Bylo nutné rozhodnout, která spádoviště nemají pro současný provoz racionální význam a lze je zrušit. Rozhodování není jednoduché, protože na jedné straně bilance jsou nemalé náklady na opravy, údržbu a zejména reinvestice do vybavení seřaďovacích stanic a na druhé straně se jedná o přepravu jednotlivých vozových zásilek (dále „JVZ“), pro které je síť těchto stanic nezbytná, a které by připravovanou optimalizací neměly být ohroženy.

Bylo hledáno takové řešení, které v souladu se současnou podporou segmentu JVZ analyzuje možnosti zefektivnění provozu infrastruktury.

2 Charakteristika stanic

Z důvodu racionálního rozhodnout o současné i budoucí efektivitě využití seřaďovacích stanic, byla provedena analýza jejich infrastruktury a provozních výkonů a tyto informace byly sestaveny do komplexní jednotné znalostní báze seřaďovacích stanic.

Nejdříve byla analyzována jejich územní stavba a uspořádání kolejiště, jak lze vidět na příkladu paralelního uspořádání skupin seřaďovacího obvodu na Obr. 2, a také počet vleček obsluhovaných danou stanicí.



Obrázek 2 Uspořádání skupin seřaďovací stanice

Návazně pak byla provedena charakteristika spádovištní infrastruktury, která má vliv na seřaďovací práce a výkonnost. Je zařazena také analýza nákladů na opravy a údržbu této infrastruktury, ve které jsou vyhodnoceny průměrné roční náklady vynaložené za sledované období 2010–2017 s rozdělením dle jednotlivých Správ, konkrétně ST (Správa tratí), SZZT (Správa sdělovací a zabezpečovací techniky), SEE (Správa elektrotechniky a energetiky) a SBBH (Správa budova a bytového hospodářství) viz Tab. 1.

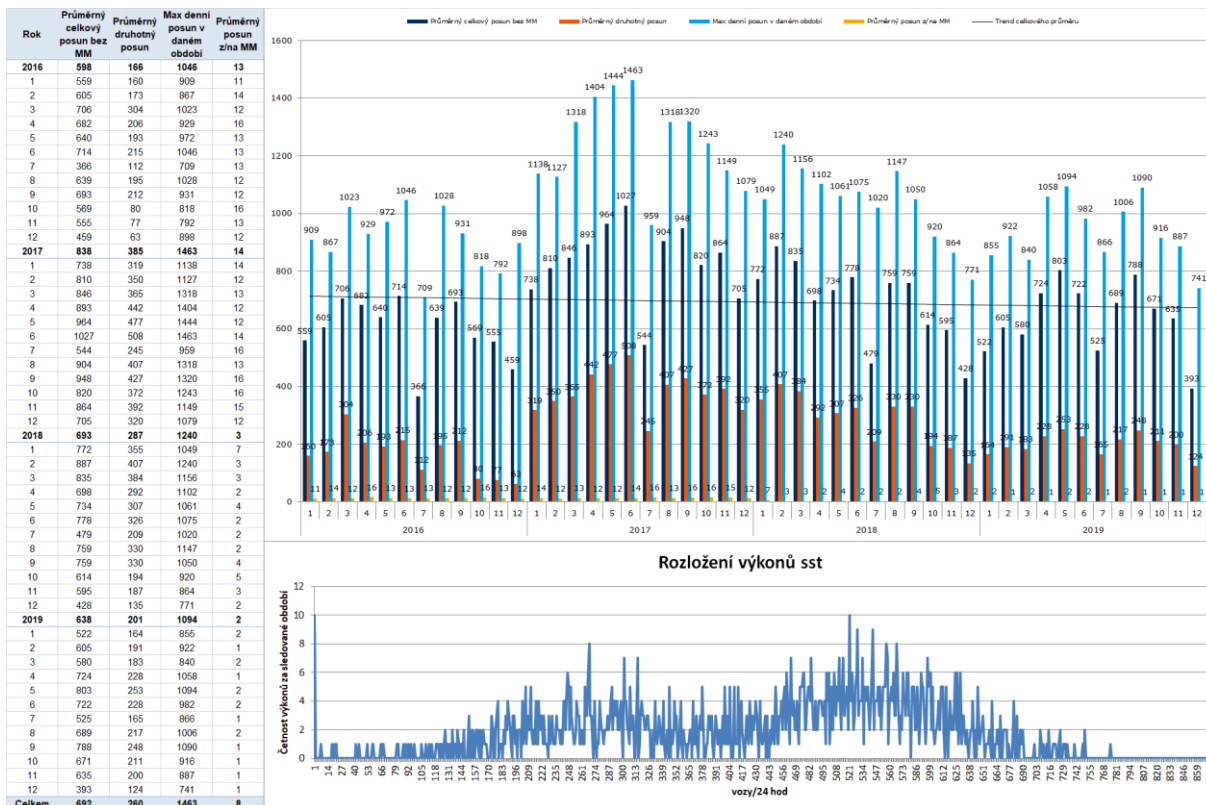
Tabulka 1 Průměrné roční náklady na opravy a údržbu infrastruktury seřadovacích stanic

Stanice	Průměrné roční náklady [Kč]				
	ST	SSZT	SEE	SBBH	Celkem
Kolín	3 985 164	11 761 543	12 701 621	1 219 705	29 668 032
Nymburk seř. n.	4 328 867	21 933 011	2 944 068	212 224	29 418 170
Brno-Maloměřice	17 705 647	4 276 369	3 994 175	1 493 564	27 469 755
Havlíčkův Brod	6 086 675	3 499 861	6 587 394	1 925 360	18 099 290
Ostrava pravé n.	4 664 619	4 388 194	6 770 701	486 099	16 309 612
Česká Třebová směr. sk.	4 563 523	9 271 618	1 368 131	-	15 203 271
Plzeň seř. n.	8 462 632	4 365 570	948 258	50 240	13 826 699
České Budějovice seř. n.	8 794 219	2 004 250	2 114 517	729 387	13 642 373
Ostrava levé n.	4 175 213	5 157 610	3 209 216	673 016	13 215 054
Beroun seř. n.	9 123 914	1 301 252	2 648 775	10 438	13 084 379
Most nové n.	5 340 350	2 977 523	3 794 385	58 435	12 170 693
Břeclav předn.	4 056 705	1 172 959	6 314 789	530 146	12 074 600
Český Těšín	8 501 157	781 593	2 496 375	236 237	12 015 362
Cheb seř. obvod 2	4 636 509	3 090 271	3 918 367	171 195	11 816 343
Kralupy nad Vltavou	5 948 973	271 347	3 343 954	435 211	9 999 485
Děčín hl. n.	3 000 667	2 795 749	1 890 602	403 566	8 090 584
Sokolov seř. n.	3 924 288	1 705 127	1 840 991	520 004	7 990 411
Hradec Králové hl. n.	3 830 950	-	3 104 137	-	6 935 087
Bohumín-Vrbice	4 660 709	99 468	1 730 873	17 730	6 508 780
Ostrava-Kunčice	898 750	2 311 427	2 351 725	60 698	5 622 600
Praha-Libeň	3 502 892	144 461	1 489 850	544 359	5 681 561
Přerov předn.	1 672 600	1 672 041	1 727 296	35 275	5 107 211
Pardubice	1 741 936	167 284	3 048 906	-	4 958 126
Veselí nad Lužnicí	3 360 893	498 625	742 082	61 331	4 662 932
Valašské Meziříčí	1 985 750	423 508	1 199 154	23 824	3 632 236
Olomouc pravé předn.	151 250	76 421	1 955 677	278 572	2 461 920
Turnov	103 375	-	1 885 731	-	1 989 106
Liberec	583 875	-	723 784	-	1 307 659

Byla provedena analýza výkonů seřadovacích stanic, kde je uvedena majoritní skladba zpracovávaných vozů a důležité vazby na dopravní síť seřadovacích stanic.

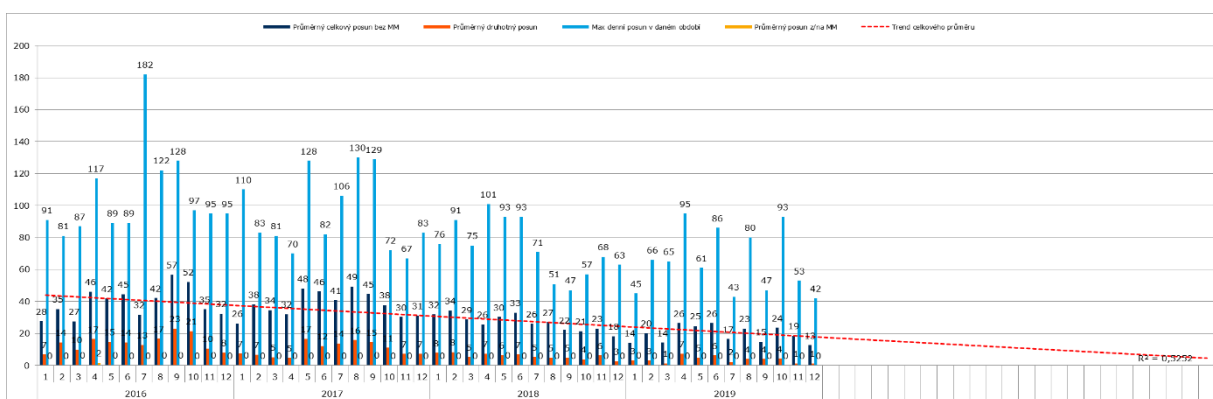
Analýza výkonů představuje hlavní ukazatele, kterými byly zvoleny celkový a druhotný posun a posun z/na manipulační místa. Byly analyzovány denní průměry za jednotlivá období vždy v kombinaci s denním maximem pro zobrazení běžných průměrných a maximálních nárazových výkonů.

Byl zhodnocen také maximální rozptyl, tedy rozdíl maximálního množství a průměrné hodnoty řazených vozů, které se v rozlišeném období zpracovaly. Dále je analyzován druhotný posun z hlediska efektivity prací a také rozložení výkonů, které má charakter pravděpodobnostního rozložení zatížení dané stanice (náhled příkladu zpracování analýzy pro jednu stanici z přílohy Koncepte seřadovacích stanic viz Obr. 3).



Obrázek 3 Analýza výkonů seřaďovací stanice

Stanice byly zhodnoceny dle vývoje zmíněných výkonů za minulé období a je predikován pravděpodobný vývoj pro období následujících let. Pro tyto účely bylo použito vyhodnocovaných dat a základní exaktní numerické prediktivní metody lineární regrese, jejíž výsledky jsou graficky zpracovány do výkonových grafů. Příklad vykreslení trendu ukazuje Obr. 4. Tato metoda sice neodhaluje jakékoli vstupy ovlivňující objemy výkonů vstupních dat, toto však bylo vzato do úvahy, přičemž zobrazení trendu bylo využito zejména jako podklad pro komplexní evaluaci a predikci vývoje.



Obrázek 4 Grafické znázornění numerická lineární predikce vývoje výkonů seřaďovací stanice

Pro každou stanici byla na základě analýzy výše zmíněných charakteristik vytvořena informační karta, která stručně shrnuje zmíněné specifikace a nabízí tak rychlý komplexní náhled na dispozice každé stanice (viz Obr. 5).

Děčín hl. n.

Paralelně uspořádané skupiny jsou kombinovány jako vjezd-odjezdová a směro-odjezdová. Uspořádání nabízí 13 směrůvých, z toho 10 relačních kolejí s max. užitečnou délkou 687 m. Výtahová kolej vedoucí na pahrbek má už délku 576 m a není vybavena TV. [5, 14]

Spádoviště je vybaveno systémem KOMPAS 3, který ovládá dvojici jednokolejnicových elektropneumatických kolejevých brzd umístěných v jednom sledu v rozvětvené rozpoštěcích koleji. Rychloběžné přestavky výhybek jsou přestavované ústředně programově. [5, 14]

ST: žel. spodek z 19. stol., 17 kolejí ze 40. a 50. let 20. stol., 8 kolejí z 1990, většina výhybek 80. až 90. léta 20. stol. [5]

SZZT: PZZ 1980, rozhlas, EPS a kabelizace z 90. let 20. století. [5]

SEE: trať stanice 1991 a 2004, TV, rozvodny a DOÚO 2004. [5]

SBBH: stavělo 2009, vážní domek 2010. [5]

Náklady na údržbu a opravy výše zmíněného vybavení z hlediska jednotlivých technologických oblastí v jednotlivých letech jsou uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15 Náklady na údržbu a opravy infrastruktury sst Děčín hl. n. [5]

Správa	Náklady na údržbu a opravy (Kč)								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Příměr
ST	2 138 022	2 044 570	6 548 591	4 406 819	1 475 347	2 550 433	956 390	3 884 254	3 000 667
SZZT	1 226 054	4 623 758	10 078 360	1 187 940	1 026 792	2 018 555	1 156 912	1 046 720	2 795 749
SEE	1 526 215	2 354 128	1 985 214	1 222 505	2 123 541	2 256 321	2 204 589	1 452 301	1 890 602
SBBH	195 994	625 066	1 062 065	225 000	290 125	252 883	81 666	455 725	403 566
Celkem	5 089 084	9 657 530	19 674 230	7 042 271	4 915 806	7 108 192	4 399 538	6 819 000	8 092 584

Děčín je z hlediska polohy významnou stanicí hlavně díky blízkému přechodu do SRN Děčín/Bad Schandau a zařazením do Severomořsko-baltského a v budoucnu i do Východo-středomořského RFC, které zahrnují jak levoběžný, tak i pravoběžný trať. Jedná se o nejdůležitější přechod na síť DB. Stanice je zatížena zejména tranzitní dopravou. [5, 6]

Děčín je stanicí s mírně podprůměrnými výkony z pohledu rozřazených vozů, trpí však malou kapacitou ještě sníženou častou obsazeností kolejí jak vozů z přilehlé vlečky Ryko a.s.¹, tak také čekajícími a odstavenými vlaky z různých důvodů před přechodem do SRN (často výluky na německé straně) a hnacími vozidly, a z toho plynoucími velkými, z minoritní části technologickým, druhotným posunem tvořícími zpravidla polovinu objemu seřadovacích prací. Objem prací za sledované období je vyrovnán se slabě rostoucí tendencí. Směny jsou zatíženy stromatelně a celkový výkon odpovídá dané infrastruktuře. Skokový nárůst prací se neočekává, předpokládá se pokračování stávajícího trendu. Výraznější navýšení výkonů stanice by bylo možné pouze za předpokladu snížení jejího obsazení vozů přilehlé vlečky.

Skutečné denní výkony v této stanici udává tabulka 16 a graf 8.

¹ V roce 2018 byla směrová skupina trvale obsazena cca 100 vozů, které se na vlečku nevedly, v roce 2019 tento počet postupně narostl až na hodnotu přes 140 vozů. Na základě toho byl na počátku roku 2020 vyřazen základ nekládky, díky kterému se postupně snížil počet vozů na cca 40, kdy byl základ nekládky zrušen. Očekává se ovšem opět postupné nerybování počtu těchto čekajících vozů.

Obrázek 5 Informační karta seřadovacího obvodu stanice Děčín hl. n.

3 Multikriteriální analýza

Výše uvedenými kroky byla získána potřebná informační základna, se kterou bylo možné vytvořit systém hodnocení stanic. Pro tento účel byla zvolena multikriteriální analýza.

3.1 Parametry

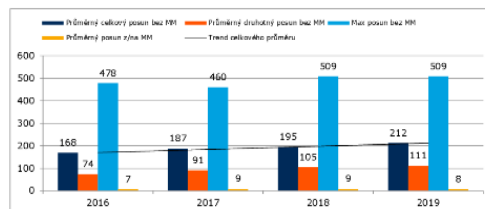
Navržené parametry transformují dříve zmíněné vlastnosti stanic do výpočetního modelu. Jsou exaktního charakteru s určitým vlivem na provoz, a to jak z hlediska intenzity a bezpečnosti, tak také z hlediska možného vlivu na okolí. Jejich hodnoty byly zvoleny tak, aby jejich velikost odrážela reálný vliv zmíněných vlastností stanic a jejich souhrn vyjadřoval celkovou důležitost stanice pro síť. Výčet použitých parametrů a jejich princip je popsán v Tab. 2.

Tabulka 2 Výčet parametrů MKA

Parametr	Popis parametru	Ohodnocení parametru [body]
Výkon	průměrný výkon za sledované období v počtech vozů za 24 hod	rozřazený vůz přidává 0,01 b
Počet obsluhovaných vleček	počet provozovaných vleček napojených přímo ze stanice	vlečka přidává 0,1 b
Počet relačních kolejí	počet relačních kolejí, resp. kolejí ve směrové skupině	kolej přidává 0,1 b
Maximální užitečná délka relační koleje	max. užitečná délka koleje ve směrové skupině	1 m koleje přidává 0,001 b

Tabulka 16 Skutečné výkony ve stanici Děčín hl. n. [6]

Rok	Průměrný celkový posun bez MM [vozy/den]	Průměrný druhotný posun bez MM [vozy/den]	Max posun bez MM [vozy/den]	Průměrný posun z/na MM [vozy/den]
2016	168	74	478	7
2017	187	91	460	9
2018	195	105	509	9
2019	212	111	509	8
Celkem	191	95	509	8



Graf 8 Skutečné výkony ve stanici Děčín hl. n. [6]

Uspořádání skupin	rozlišuje uspořádání vjezdové, směrové a odjezdové skupiny	paralelní sériově-paralelní sériové	0 b, 0,5 b, 1 b
Pahrtek	zohledňuje dispozici svážným pahrtekem	pahrtek přidává 1 b	
Trakční vedení pahrtek	zohledňuje elektrizaci přísunové/výtažné koleje	trakční vedení přidává 1 b	
Kolejové brzdy	počet sledů kolejových brzd	každý sled přidává 1 b	
Přestavníky v rozpouštěcí oblasti	zohledňuje vliv vybavení na rychlost, plynulost a bezpečnost práce	mechanické kombinace mech. a el. elektrické elektrické rychloběžné	0 b, 0,25 b, 0,5 b, 1 b
Ovládání výhybek	zohledňuje stupeň mechanizace/ automatizace	ruční stavění kombinace ruční/ústřední ústřední individuální ústřední programové	0 b, 0,25 b, 0,5 b, 1 b
Vazba na hraniční přechody	počet návazných PPS	každá PPS přidává 1 b	
RFC	poloha stanice na koridoru	každý koridor přidává 0,1 b	
Obytná zóna	zohlednění vzdálenosti seřaďovacího obvodu od obytné zástavby	přirozený logaritmus vzdálenosti v km s přesností na desítky m	

Byla vytvořena také citlivostní analýza sloužící pro kalibraci jednotlivých parametrů, pomocí které je možno sledovat jejich podíl na celkovém hodnocení stanic.

3.2 Vyhodnocení

Vyhodnocení multikriteriální analýzy je základem pro seřazení daných lokalit dle jejich užitné hodnoty v síti. Stanice jsou také porovnány v analýze celkových nákladů na opravy a údržbu. Jejich kombinaci vyobrazuje Tab. 3.

Tabulka 3 Výsledky MKA v kombinaci s výsledky analýzy nákladů OPEX

Stanice	Výsledná hodnota	Náklady
Nymburk seř. n.	20,32	29 418 170
Ostrava levé n.	18,15	13 215 054
Česká Třebová směr. sk.	17,20	15 203 271
Ostrava pravé n.	14,63	16 309 612
Břeclav předn.	13,25	12 074 600
Brno-Maloměřice	12,31	27 469 755
Most nové n.	12,16	12 170 693
Přerov předn.	10,89	5 107 211
České Budějovice seř. n.	10,74	13 642 373
Praha-Libeň	10,44	5 681 561
Kolín	10,39	29 668 032
Plzeň seř. n.	8,85	13 826 699
Havlíčkův Brod	7,89	18 099 290
Cheb seř. obvod 2	7,81	11 816 343
Kralupy nad Vltavou	7,64	9 999 485
Český Těšín	6,78	12 015 362
Valašské Meziříčí	6,50	3 632 236
Děčín hl. n.	6,09	8 090 584
Olomouc pravé předn.	5,80	2 461 920
Hradec Králové hl. n.	5,75	6 935 087
Ostrava-Kunčice	5,31	5 622 600
Pardubice	5,30	4 958 126
Beroun seř. n.	5,30	13 084 379
Bohumín-Vrbice	5,28	6 508 780
Sokolov seř. n.	4,60	7 990 411
Liberec	4,30	1 307 659
Veselí nad Lužnicí	2,23	4 662 932
Turnov	1,62	1 989 106

Uvedené hodnotící metody jsou vhodnou **podporou rozhodování**, nejsou však schopny posoudit a vyhodnotit veškeré aspekty provozu. V případě potřeby do hodnocení vstupují ještě další apriorní expertní znalosti, což jsou okrajové podmínky, které jsou známé, je třeba k nim přihlížet, ale není možno je pomocí MKA zohlednit.

4 Řešení koncepce

Na základě výstupu z analytické části je pak navržena koncepce pro jednotlivé stanice, kde je shrnuto, co lze od každé stanice do budoucna očekávat a jak k nim přistupovat v rámci přípravy investičních nebo opravných a údržbových prací.

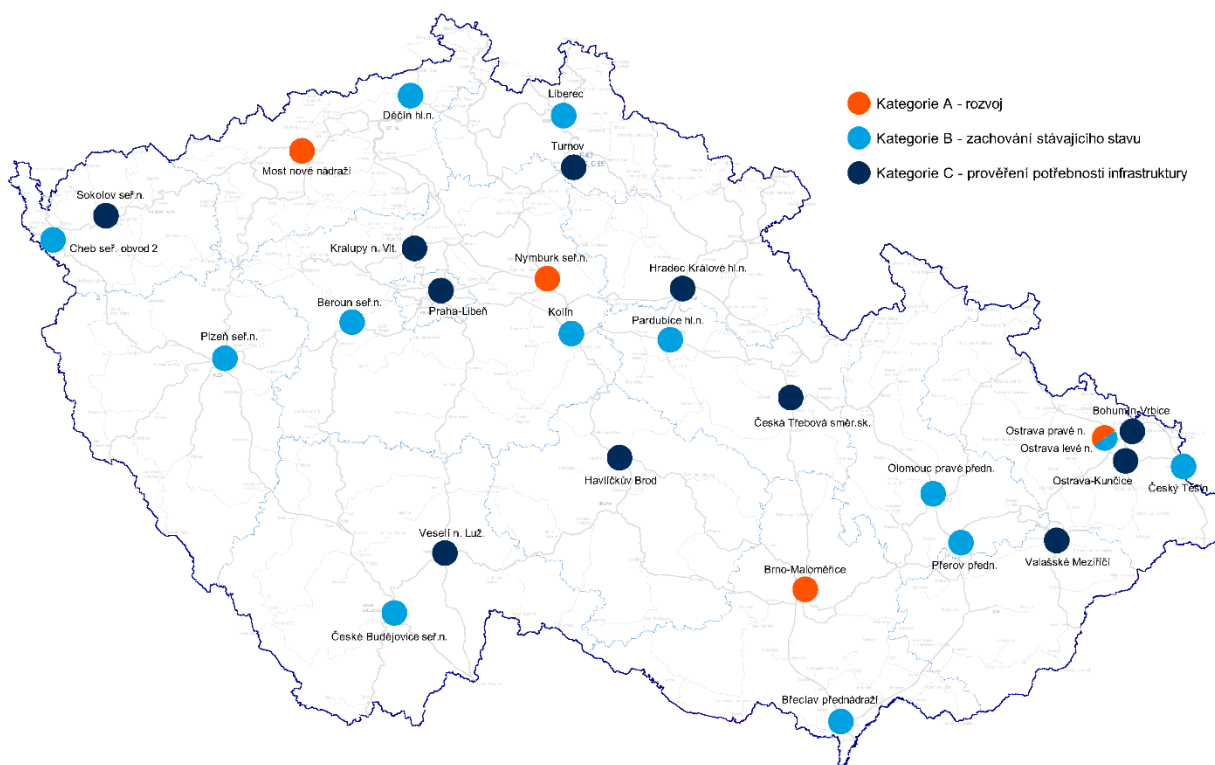
Lze předpokládat, že po úspěšné centralizaci bude na síti několik zásadních lokalit, ve kterých bude probíhat většina seřaďovacích prací. Tyto stanice budou provozovány s maximální efektivitou, tedy s vysokým stupněm vybavenosti spádoviště, čímž bude zajištěn plynulý provoz hlavních přepravních proudů v síti.

Tyto uzly reprezentují zejména seřaďovací stanice Nymburk, Ostrava, Brno a Most. Tyto stanice budou potřebovat jistou regionální podporu, u které je počítáno s malými,

zejména místními, výkony. I tyto regionální stanice by měly být pokud možno postupně směřovány svým vybavením mezi vlakotvorné, spádoviště bude zachováno jen v případě racionálního vyhodnocení jeho potřeby na základě expertního posouzení.

Pro přehlednost je vytvořena souhrnná **mapa koncepčního přístupu** pro následující období (viz Obr. 6), ve které jsou stanice zařazeny do tří kategorií, pro které je definován doporučený postup pro následující období, který by měl být zohledněn při jakémkoli plánování úprav. Zmíněnými kategoriemi jsou

- **rozvoj** (Nymburk seř. n., Ostrava pravé n., Brno-Maloměřice, Most nové n.);
- **zachování stávajícího stavu** (Beroun seř. n., Břeclav předn., České Budějovice seř. n., Český Těšín, Děčín hl. n., Cheb seř. obvod 2, Kolín, Liberec, Olomouc pravé předn., Ostrava levé n., Pardubice hl. n., Plzeň seř. n., Přerov předn.);
- **prověření potřebnosti infrastruktury** (Bohumín-Vrbice, Česká Třebová směr. sk., Havlíčkův Brod, Hradec Králové hl. n., Kralupy nad Vltavou, Ostrava-Kunčice, Praha-Libeň, Sokolov, Turnov, Valašské Meziříčí, Veselí nad Lužnicí).



Obrázek 6 Mapa koncepčního přístupu ke stanicím pro následující období

Zmiňovaná opatření však nejsou cílena na redukci kolejových kapacit v síti, ale na redukci zbytečných nákladů na údržbu drahé a často nevyužité spádovištní infrastruktury. Uvolněné kolejové kapacity i finanční prostředky lze využít pro jiné účely, a tyto možnosti by měly být při rušení spádovišť vždy v rámci projektové přípravy ověřovány.

5 Související témata

Koncepce je dokument, který je třeba aktualizovat a je k ní také tak přístupováno. Tato skutečnost je nejen zmíněna v dokumentu, je to zřejmé také z předpokládané etapizace racionalizace, kdy se předpokládá po několika letech zhodnocení současného postupu a aplikace dalších racionalizačních opatření v souladu s aktualizovanou analýzou provozu a predikcí vývoje.

Dokument zmiňuje také některá důležitá návazná témata, na která je doporučeno se dále zaměřit z důvodu možnosti budoucího rozšíření koncepce o další faktory přinášející vyšší efektivitu správy a provozu sítě.

Doporučuje se koncepci rozšířit o ostatní vlakotvorné stanice a místa nakládky a vykládky.

Jedná se také o problematiku častého vyčerpání kapacity odstavenými vozy. Z toho důvodu je zdůrazněna potřeba systémového řešení otázky odstavných ploch a také motivace dopravců k využití těchto ploch na místo kolejí v seřadovacích obvodech.

Je také doporučeno řešit metodiku určování technické životnosti spádovištní infrastruktury za účelem analýzy budoucích investičních výdajů.

Dále doporučuje zaměřit se na řešení optimalizace provozu spádoviště z hlediska časového využití, které by mělo řešit problematiku zbytečného obsazení pracovními zaměstnanci a nutnost plošného osvětlení v době, kdy není seřadovací obvod využíván.

V závěru je doporučení zaměřit se na metodiku provozu spádoviště při jeho využití více dopravci.

Závěr

Příspěvek shrnuje důvody a postup zpracování nové koncepce seřadovacích stanic na síti SŽ. Ta zavádí nový přístup k evaluaci potřebnosti infrastruktury spádoviště, čehož je docíleno pomocí následujících základních kroků:

- **analýza stávajícího stavu** – navržena ucelená znalostní báze sledovaných sst;
- **vyhodnocení stávajícího stavu** – navržena multikriteriální analýza pro základní koncepční posuzování sst;
- **návrh řešení koncepce** vedoucí k racionalizaci provozu sítě sst.

Koncepce prezentuje první krok vedoucí k racionalizaci sítě těchto stanic. Předpokladem je znalost a postupné naplňování strategie popsané koncepcí nejen všemi složkami zúčastněnými při přípravě investičních akcí, ale také kontinuální spolupráce dopravců při tvorbě a vyhodnocování jednotlivých kroků racionalizace.

Zmíněná témata navazující na koncepci seřadovacích stanic jsou natolik obsáhlá, že se předpokládá jejich řešení separátně. Jejich výsledky budou potom promítnuty do aktualizace Koncepce. Předpokládá se, že aktualizace bude probíhat každých 4–5 let nebo při významné změně v dopravním sektoru, která má na tuto oblast zásadní dopad.

Je tedy zřejmé, že vydáním Koncepce práce v této oblasti nekončí. Je jen jedním z výchozích kroků vedoucích k naplnění vytýčených cílů z hlediska stále se zvyšujících nároků na ekonomickou i ekologickou efektivitu nákladní dopravy. Znalost a jednotná aplikace potřebné strategie umožňují pracovat jak na tvorbě a udržování efektivně provozované sítě, ale i na koncepci dalších souvisejících oblastí, jako jsou koncepce ostatních vlakových stanic, potřebné investice do související infrastruktury, moderní projekční metody využívané při návrhu celých sítí i jednotlivých stanic a přispět k potřebné digitalizaci a automatizaci dopravního sektoru.

Zkratky

MKA	multikriteriální analýza
PPS	pohraniční přechodová stanice
RFC	železniční nákladní koridor (Rail Freight Corridor)
SBBH	správa budov a bytového hospodářství
SEE	správa elektrotechniky a energetiky
sst	seřaďovací stanice
SSZT	správa sdělovací a zabezpečovací techniky
ST	správa tratí
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽ	Správa železnic, státní organizace
TV	trakční vedení
TŽK	tranzitní železniční koridor
už. d.	užitečná délka

Literatura

[1] Správa železnic, Koncepce seřaďovacích stanic, čj. 85938/2020-SŽ-GŘ-O26. Dostupné z www.spravazeleznic.cz

[2] MOJŽÍŠ, Vlastislav a Tatiana MOLKOVÁ. Technologie a řízení dopravy I: část železniční doprava. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2002. ISBN 80-7194-424-6.

[3] GAŠPARÍK, Jozef a Jiří KOLÁŘ. Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3.

Lektorovali:

Ing. Renáta Slabá, Ph.D. – Ministerstvo dopravy

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D. – rektor VŠ logistiky o.p.s.