



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta dopravní**

**Ústav dopravních systémů**

# **TYPIZACE ŽELEZNIČNÍCH TRATÍ**

## Obsah

1	Úvod .....	3
2	Hlavní parametry železniční dopravní cesty .....	3
2.1	Rozdělení.....	4
2.2	Popis úprav .....	4
2.2.1	Celostátní dráhy zařazené do systému TEN-T .....	4
2.2.2	Celostátní dráhy nezařazené do systému TEN-T .....	7
2.2.3	Regionální dráhy .....	7
3	Modelování vztahu mezi parametry úprav a počty cestujících.....	8
3.1	Návrh dalšího postupu .....	8
3.1.1	Typizace tratí.....	9
3.1.2	Vytipování vzorových tratí .....	9
3.1.3	Sběr dat pro vzorové tratě .....	9
4	Návrh modelu.....	9
4.1	Typizace tratí .....	10
4.1.1	Kategorie tratí z hlediska jejich významu a potenciálu .....	10
4.1.2	Kategorie tratí z hlediska jejich technické vyspělosti.....	11
4.1.3	Kategorie úprav tratí .....	11
4.1.4	Kódové označení scénáře .....	12
4.1.5	Shrnutí.....	12
5	Závěr .....	13

## 1 Úvod

Předmětem práce „Typizace železničních tratí“ je návrh kategorizace železničních tratí za účelem nalezení vhodného přístupu pro stanovení optimálních parametrů železniční tratě mezi dvěma zadanými místy. Tím je myšleno nalezení takové skladby parametrů, která bude odpovídat významu předmětné spojnice a požadavkům, které jsou na infrastrukturu kladeny.

Navržená typizace železničních tratí se stane základním stavebním kamenem modelu pro modelování vztahu mezi parametry úprav železničních tratí a počty cestujících. Úspěšná modelace tohoto vztahu je základním předpokladem pro efektivní návrh optimálních parametrů železniční dopravní cesty.

## 2 Hlavní parametry železniční dopravní cesty

Hlavní parametry železniční dopravní cesty z pohledu jejich možných úprav můžeme rozdělit do následujících skupin:

- trasování
- počet traťových kolejí/četnost dopraven
- konstrukce železniční trati
- technologické a řídicí systémy

Trasování železniční trati je zásadním parametrem všech větších úprav železniční infrastruktury. Tento parametr má rozhodující vliv na výslednou traťovou rychlost. Rozlišujeme tři základní druhy úprav tratí: novostavba, kombinace přeložek a stávající stopy, vedení čistě ve stávající stopě.

Počet traťových kolejí a četnost dopraven mají významný vliv na výslednou kapacitu železniční dopravní cesty. Nepřímo také ovlivňují výslednou cestovní dobu.

Konstrukce železniční trati v sobě zahrnuje zejména železniční svršek a spodek. V případě úprav se rozlišuje jak míra obnovy/výměny (sanace/výměna nejkritičtějších míst, sanace/výměna ucelených úseků, komplexní obnova), tak parametry výsledné konstrukce (zejména s vazbou na výslednou traťovou rychlost). Míra obnovy/výměny konstrukce ovlivňuje délku úseku tratě, na kterém dojde vlivem úpravy ke zlepšení parametrů. Parametry výsledné konstrukce určují míru zlepšení parametrů železniční tratě.

Mezi řídicí systémy řadíme zejména sdělovací a zabezpečovací zařízení, která mají vazbu na výslednou kapacitu a bezpečnost. U zabezpečovacího zařízení je důležitá vazba na traťovou rychlost.

Problematika návrhových parametrů železničních staveb je v současné době řešena zejména v interních předpisech Správy železniční dopravní cesty, s. o. Jedná se hlavně o následující dokumenty:

- zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláška č. 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah
- Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky (směrnice generálního ředitele č. 16/2005), SŽDC, 2006
- Zásady rekonstrukce celostátních drah České republiky nezařazených do evropského železničního systému (směrnice č. 30), SŽDC, 2008
- Zásady rekonstrukce regionálních drah (směrnice č. 32), SŽDC, 2008
- české technické normy
- technické normy železnic
- další předpisy SŽDC a vzorové listy

## 2.1 Rozdělení

Ve smyslu výše uvedených dokumentů lze železniční infrastrukturu rozdělit do následujících skupin:

- Celostátní dráha zařazená do systému TEN-T
- Celostátní dráha nezařazená do systému TEN-T
- Regionální dráhy

## 2.2 Popis úprav

V souladu s příslušným dokumentem je každé skupině přiřazen postup při určování rozsahu a úrovně rekonstrukčních úprav.

### 2.2.1 Celostátní dráhy zařazené do systému TEN-T

Rekonstrukci železničních tratí patřících do této skupiny lze provádět dvěma způsoby: modernizací tratě a uvedením tratě do optimalizovaného stavu (dále jen „optimalizace“).

„**Modernizace** je souhrn opatření, která umožňují na dané trati zvýšení největší traťové rychlosti do 160 km/h včetně (s případnou stavební připraveností na rychlost vyšší,

pokud se neúměrně nezvyšují investiční náklady), dosažení požadované třídy zatížení, dosažení požadované prostorové průchodnosti a provoz jednotek s naklápěcími skříněmi. [1 – s. 5]

*Modernizace tratě zahrnuje termínově provázaná stavební opatření typu rekonstrukcí, přeložek a novostaveb na souvislém úseku tratě. [1 – s. 5]*

*Modernizace tratě se navrhuje v případech, kdy je potvrzena její opodstatněnost studií proveditelnosti v rámci technicko-ekonomického posouzení.“ [1 – s. 5]*

*„**Optimalizace** je souhrn opatření, která umožňují na dané trati zpravidla na stávajícím zemním tělese dosažení požadované třídy zatížení, dosažení požadované prostorové průchodnosti, odstranění lokálních omezení traťové rychlosti a případně též provoz jednotek s naklápěcími skříněmi.“ [1 – s. 5]*

Mapu tratí, které jsou zařazeny do systému TEN-T, lze vidět na obrázku 3.



TRANS-EUROPEAN TRANSPORT NETWORK

Comprehensive Network: Railways, ports and rail-road terminals (RRT)

Core Network: Railways (freight), ports and rail-road terminals (RRT)

BE BG CZ DK DE EE IE EL ES FR IT CY LV LT LU HU MT NL AT PL PT RO SI SK FI SE UK



Obrázek 1: Síť TEN-T [zdroj: [http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html?layer=1,2,3,4,5,6,8,9&country=CZ#Filter\\_page\\_cit.2018-07-10](http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html?layer=1,2,3,4,5,6,8,9&country=CZ#Filter_page_cit.2018-07-10)]

Nutno však podotknout, že v praxi často dochází k prolínání obou možností. Mnohdy se v rámci některých optimalizací provádí razantnější úpravy než u některých modernizací. Obecně však lze říci, že výše uvedené dělení ve většině případů platí.

### 2.2.2 Celostátní dráhy nezařazené do systému TEN-T

U tratí této skupiny nenalezneme tak striktní rozdělení a popis úprav, jako u předchozí skupiny. Míra úprav infrastruktury je vždy dána místními podmínkami, pozicí daného úseku v širším koncepčním rámci a dopravně-technologickým posouzením.

*„Rekonstrukce je souhrn opatření, které je nezbytně nutné provést na dané trati zpravidla v rozsahu stávajícího zemního tělesa pro dosažení takových technických parametrů, aby bylo možné tyto tratě plnohodnotně využívat z hlediska určené třídy zatížení, požadované prostorové průchodnosti, odstranění lokálních omezení traťové rychlosti, technologického vybavení zabezpečovacím, sdělovacím, trakčním a napájecím zařízením“.* [2 – příloha č. 1, s. 1]

### 2.2.3 Regionální dráhy

Obdobně jako u předchozí skupiny nejsou možné úpravy striktně kategorizovány. Mezi základní cíle rekonstrukcí regionálních drah patří zejména:

- *zvýšení bezpečnosti provozu,*
- *zvýšení bezpečnosti pohybu cestujících v kolejištích,*
- *zajištění technického stavu infrastruktury podle požadavků platných zákonů, vyhlášek a norem,*
- *minimalizace nákladů na zajištění provozuschopnosti železniční dopravní cesty,*
- *minimalizace nákladů na provozování železniční dopravní cesty,*
- *zvýšení cestovní rychlosti.* [3 – s. 7]

Rekonstrukce regionálních drah často probíhá formou tzv. **revitalizací**. Jedná se o souhrn úprav, které zpravidla zahrnují:

- *výměnu ucelených úseků železničního svršku,*
- *lokální sanace železničního spodku s úpravou dotčených staveb železničního spodku,*
- *rekonstrukce dopravních a přepravních stanišť (s důrazem na zřízení bezbariérového přístupu),*
- *modernizaci řídicích systémů s důrazem na aplikaci dálkového řízení.*

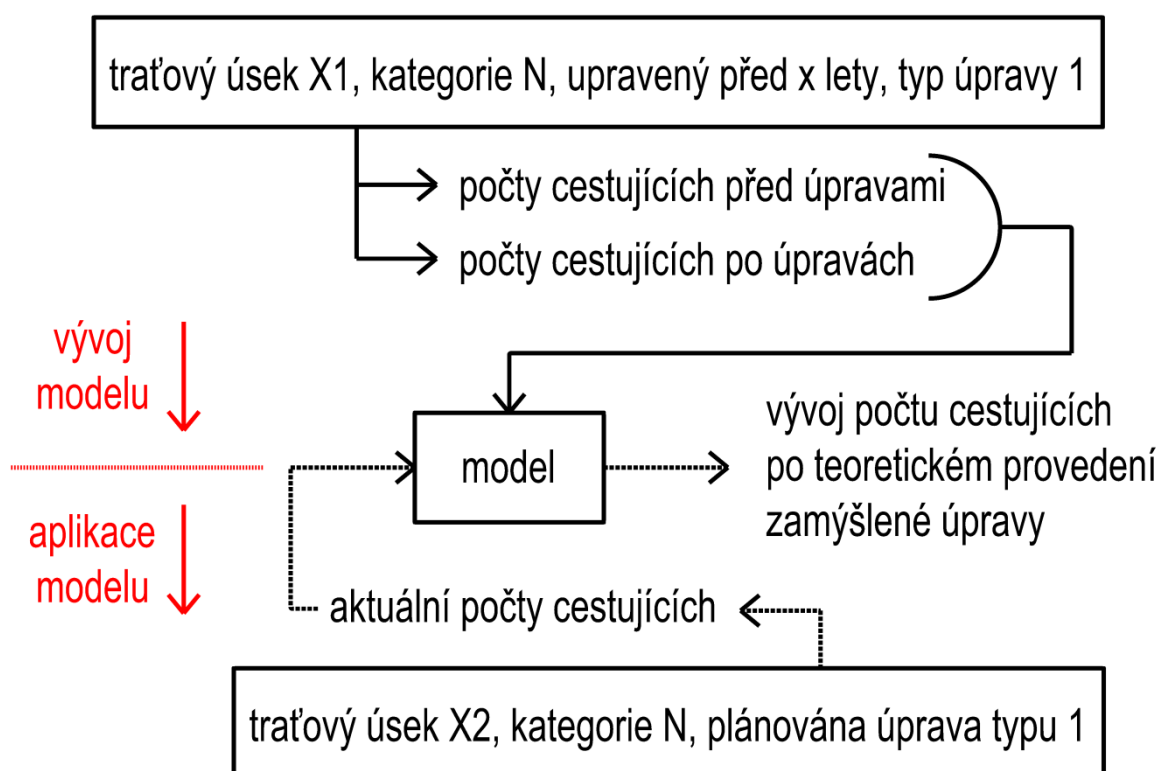
Přesný obsah těchto rekonstrukcí nelze stanovit, neboť vždy vychází z místních podmínek.

### 3 Modelování vztahu mezi parametry úprav a počty cestujících

Jak již bylo zmíněno v úvodu – autor zamýšlí navrhnout model, který bude schopen predikovat vývoj počtu cestujících v závislosti na parametrech úpravy, která bude na zkoumané infrastruktuře provedena.

#### 3.1 Návrh dalšího postupu

Základní myšlenkou je nastavení zamýšleného modelu podle traťových úseků, které již byly upraveny. U takového úseku totiž známe vývoj počtu cestujících před a po úpravách, typ úpravy a charakteristiku daného úseku (kategorie dráhy, její poloha v železniční síti, role v dopravní obsluze). V charakteristice úseku nesmí zůstat opomenuta kvalita nabídky přepravy, neboť i ta zásadně ovlivňuje počty cestujících, aby tak nedošlo ke vzájemné záměně přínosů z provozu a z infrastruktury. S použitím metod stochastického modelování potom lze sestavit model, který na základě počtu cestujících před úpravou, charakteristiky daného úseku a typu úprav bude schopen simulovat vývoj cestujících po provedení zamýšlených úprav. Grafické znázornění zamýšlené práce je na obrázku 8 zobrazeno zjednodušeným vývojovým diagramem.



Obrázek 2: Vývojový diagram předpokládané práce [zdroj: autor]



Zamýšlenou práci lze rozdělit do celkem tří fází:

1. Typizace tratí a jejich úprav
2. Vytipování vzorových tratí (již upravených)
3. Sběr dat pro vzorové tratě
4. Vývoj modelu
5. Kalibrace a verifikace modelu

### **3.1.1 Typizace tratí**

V rámci typizace tratí by se nemělo přihlížet pouze na konvenční způsoby kategorizace dle legislativy (TEN-T, celostátní, regionální), ale měla by být zohledněna i role železniční tratě v dopravní obsluze území (spojnice krajských měst, napojení regionálního spádového centra na krajské město, atp.).

Kategorizace úprav bude zohledňovat široký vějíř variant od novostaveb až po investičně nejméně náročné varianty.

Zároveň je nutné definovat rozdělení tratí z hlediska jejich role v modelu. V tomto případě rozlišujeme tratě na vzorové a modelované.

1. Vzorová trať je trať, která již byla upravena, a na základě z ní získaných dat je provedeno vhodné nastavení modelu.
2. Modelovaná trať je trať, u níž se plánuje úprava, a na které se provádí modelování na základě dat získaných ze vzorové tratě.

### **3.1.2 Vytipování vzorových tratí**

V této fázi je cílem pro každou dvojici kategorie tratě + kategorie úpravy nalézt vzorovou trať, která již byla upravena. Volba tratí, bude-li to možné, bude provedena tak, aby byly co nejméně zatíženy obtížně generalizovatelnými vnějšími vlivy.

### **3.1.3 Sběr dat pro vzorové tratě**

Pro každou dvojici budou zajištěna statistická data o počtech cestujících před a po provedení úprav a rovněž podklady o dopravní nabídce (linky vlaků osobní dopravy – jejich kategorie, interval, obsaditelnost).

## **4 Návrh modelu**

Návrh modelu lze rozdělit do dvou pomyslných částí. První část je „technická“ a zahrnuje v sobě vytvoření „kostry“ modelu – tedy typizaci tratí, jejich úprav a dalších

technických aspektů, které budou mít zásadní vliv na výslednou podobu modelu. Druhá část je „matematická“ a obsahuje zejména výběr a návrh vhodných metod stochastického modelování. V rámci autorovy dosavadní vědecké činnosti byla zpracována první část modelu. Druhá (matematická) část modelu bude předmětem autorovy další vědecké činnosti.

## **4.1 Typizace tratí**

Před tím, než bude přistoupeno k detailnějšímu návrhu technické části modelu, je vhodné provést užší definici pojmu trať. Tento pojem může být vnímán v mnoha souvislostech,

ze kterých plyne mnoho definic (trať dle číslování v knižním jízdním řádu, trať dle číslování v prohlášení o dráze atp.). V rámci navrhovaného modelu bude tímto pojmem myšlen zvolený úsek železniční sítě, jehož volba je podřízena potřebám modelu za účelem toho, aby bylo dosaženo co nejrelevantnějších výsledků. Může tak nastat situace, kdy v prostředí modelu bude definována trať, která je dle některého z v praxi zavedených rozdělení pouze částí tratě nebo naopak souborem několika tratí.

### **4.1.1 Kategorie tratí z hlediska jejich významu a potenciálu**

Pro účely modelování je v první řadě nezbytně nutné rozdělit tratě do kategorií, které budou charakterizovat jejich význam a potenciál pro fungování v rámci dopravní obsluhy obyvatelstva. Pro tyto účely není vhodné využívat „standardní“ dělení na dráhy celostátní v rámci TEN-T, celostátní mimo TEN-T a regionální, protože toto dělení neumí vždy vystihnout význam dané tratě pro dopravní obsluhu obyvatelstva (regionální dráha může spojoval významnější sídla než dráha celostátní). Pro potřeby modelu je navržena kategorizace tratí z hlediska topologie dopravní sítě a hierarchizace sídel. Uvažovány jsou následující kategorie:

1. Spojnice hlavního města s krajským městem
2. Spojnice hlavního města s regionálním spádovým centrem<sup>1</sup> (nebo jiným sídlem s nižším významem)
3. Spojnice krajského města s krajským městem
4. Spojnice krajského města s regionálním spádovým centrem (nebo jiným sídlem s nižším významem)
5. Spojnice dvou regionálních spádových center (nebo jiných sídel s nižším významem)

---

<sup>1</sup> bývalé okresní město, město se statutem obce s rozšířenou působností, atp.

#### **4.1.2 Kategorie tratí z hlediska jejich technické vyspělosti**

Pro správnou identifikaci přínosů úprav zkoumané tratě je nezbytné správně zhodnotit stávající stav tratě z hlediska trasování a stávajících cestovních dob. Pro zhodnocení těchto parametrů a kategorizaci tratí nejlépe poslouží rozdělení do rychlostních pásem.

- I. Traťová rychlost do 60 km/h – do této kategorie spadá většina tratí regionálního charakteru před provedením významnějších investičních úprav.
- II. Traťová rychlost 61–80 km/h – v tomto pásmu můžeme najít zejména tratě regionálního charakteru s velkorysejším trasováním a naopak tratě nadregionálního významu s úspornějším trasováním.
- III. Traťová rychlost 81–100 km/h – sem spadá většina tratí s národním/nadnárodním významem před provedením investičních úprav.

#### **4.1.3 Kategorie úprav tratí**

Pro kategorizaci úprav tratí bude částečně převzata terminologie, která je využívána v praxi, ovšem s přísnějším a jasnějším vymezením náplně jednotlivých úprav (název úpravy v praxi vždy neodpovídá skutečně provedeným úpravám – např. některé optimalizace jsou svým rozsahem spíše modernizacemi atp.).

##### **4.1.3.1 Novostavba**

Tato kategorie úprav zahrnuje výstavbu zcela nové trati a opuštění stávající stopy. Jedná se o nejnáročnější úpravu (z hlediska nákladů, projektové přípravy a výstavby), která by však měla přinést nejrazantnější zlepšení parametrů.

##### **4.1.3.2 Modernizace**

Jedná se o soubor stavebních úprav, jejichž účelem je docílit zvýšení rychlosti formou kombinace přeložek stávajících úseků do nové stopy a rekonstrukcí úseků vedených ve stávající stopě. Pro zařazení úpravy tratě do této kategorie by mělo dojít ke zvýšení průměrné traťové rychlosti<sup>2</sup> alespoň o 50 %.

##### **4.1.3.3 Optimalizace**

Jedná se o soubor stavebních úprav, jejichž účelem je docílit zvýšení rychlosti formou rekonstrukce trati ve stávající stopě. Pro zařazení do této kategorie by mělo dojít ke zvýšení průměrné traťové rychlosti alespoň o 25 %.

---

<sup>2</sup> Veličina vypočtená z hodnot traťové rychlosti a délek úseků, na kterých je této rychlosti možné dosáhnout.

#### **4.1.3.4 Revitalizace**

Jedná se o soubor stavebních úprav, jejichž účelem je docílit zvýšení rychlosti formou rekonstrukce vybraných úseků a systémů řízení železniční dopravy.

#### **4.1.4 Kódové označení scénáře**

Pro usnadnění orientace v jednotlivých situacích (scénářích), které mohou nastat, tím je myšleno označení dvojice kategorie tratě a kategorie úpravy, je zavedeno třímístné kódové značení. Arabská číslice na prvním místě označuje kategorii tratě z hlediska jejího významu a potenciálu, římská číslice na druhém popisuje trať z hlediska stávajícího trasování a cestovní doby a písmeno na třetím místě označuje kategorii zamýšlené nebo provedené úpravy.

Je důležité si uvědomit, že v modelu budou tyto scénáře figurovat ve dvou zásadních rolích – pro vzorové a modelované tratě. V prvním případě se bude jednat o tratě, na kterých již došlo k provedení úprav a na základě kterých nastavujeme náš model. V takovém případě nám druhý symbol kódu tratě popisuje trasování a cestovní doby před provedením úprav a třetí symbol popisuje úpravu, která již byla provedena. Ve druhém případě se jedná o trať, která ještě nebyla upravena a u které chceme modelovat počty cestujících po provedení úprav, tady nám třetí symbol kódu označuje zamýšlenou kategorii úprav.

#### **4.1.5 Shrnutí**

Pro větší názornost navržené kostry modelu je nyní vhodné dosadit do kostry konkrétní tratě. Jako příklad lze uvést hypotetický záměr revitalizace trati Olbramovice – Sedlčany. Pro ověření efektivity takové investice a jejího dopadu na přepravní proudy je nutné tento budoucí scénář vhodně namodelovat. Zásadní podmínkou pro pokračování je však znalost přepravních proudů na vybrané trati.

Z hlediska kategorizace tratí dle významu se jedná o trať kategorie 5. Aktuální technická vyspělost tratě ji zařazuje do kategorie I. Kódový znak tohoto scénáře tak bude 5IR. Pro správné fungování modelu nyní musíme nalézt trať se stejným kódovým označením, která již byla upravena a ze které jsou k dispozici data o přepravních proudech před a po provedení úpravy. Takovou tratí je trať Rokycany – Mirošov. Tento modelový scénář je přehledně zobrazen v tabulce 2.

**Tabulka 1: Příkladový scénář**

scénář 5IR			
	vzorová trať:	modelovaná trať:	
	<u>Rokycany – Mirošov</u>	<u>Sedlčany - Olbramovice</u>	
kategorie dle významu a potenciálu	spojnice dvou regionálních spádových center (nebo jiných sídel s nižším významem)	spojnice dvou regionálních spádových center (nebo jiných sídel s nižším významem)	5
kategorie dle technické vyspělosti	Traťová rychlost do 60 km/h	Traťová rychlost do 60 km/h	I
typ úpravy	revitalizace	revitalizace	R

**S takto nadefinovanou dvojicí tratí lze postoupit do další části modelu.**

## **5 Závěr**

**Navržená typizace tratí poskytuje kvalitní základ pro úspěšné vytvoření funkčního modelu závislosti mezi počtem cestujících a parametry úprav infrastruktury. Předpokládané výstupy modelu by mohly vést k výrazným inovacím v oblasti plánování rozvoje železniční infrastruktury.**