



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní

Adam Vilímek

**Informační systém pro evidenci
železničních přejezdů**

Bakalářská práce

2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K614..... Ústav aplikované informatiky v dopravě

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Adam Vilímek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Informační systém pro evidenci železničních přejezdů**

Název tématu (anglicky): Information System for Railway Crossings Register

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Základní postupy pro tvorbu IS
- Návrh IS pro evidenci železničních přejezdů
- Návrh databázové struktury
- Návrh webové aplikace včetně popisu použitých technologií a kritéria jejich výběru
- Naprogramování reálné webové aplikace
- Zhodnocení kladů/záporů navrženého IS



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: GASSTON, Peter. Moderní web. Přeložil Ondřej BAŠE. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4345-2.
BAŠE, Ondřej. JQuery pro neprogramátory: průvodce využitím knihovny jQuery UI. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3750-5

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jana Kaliková, Ph.D.

Ing. Jan Krčál, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:


1. října 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:

9. srpna 2021


- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


doc. Ing. Vít Fábera, Ph.D.
vedoucí
Ústavu aplikované informatiky v dopravě




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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Adam Vilímek
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 1. října 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré zdroje, ze kterých jsem čerpal.

v Praze dne 9. 8. 2021



Adam Vilímek

*Děkuji paní doktorce Janě Kalikové a panu doktorovi Janu Krčálovi
za vstřícné vedení mé bakalářské práce a za odborné rady,
které mi při konzultacích poskytovali.*

Název

Informační systém pro evidenci železničních přejezdů

Abstrakt

Železniční přejezdy jsou riziková místa s častým výskytem mimořádných událostí, které neřídka končí těžkými zraněními, někdy i smrtí. Mezi oběťmi takových nehod mohou ve velmi vážných případech být i cestující nebo členové posádky vlaku. Cílem této bakalářské práce je proto návrh, tvorba a následné vyhodnocení informačního systému, jenž tato místa dokáže návštěvníkům přehledně zobrazit a připojit k nim i záznamy o nehodách, které se na těchto místech odehrály. V České republice totiž v současné době žádné takto komplexní webové stránky o železničních přejezdech neexistují. Projekt se pak bude dále rozvíjet a v budoucnu nabídne mimo jiné i jasná základní pravidla chování v blízkosti železničních přejezdů dle typu jejich zabezpečení.

Klíčová slova

železniční přejezdy, informační systém, databáze, webová aplikace, nehody

Name

Information System for Railway Crossings Register

Abstract

Railway crossings are high-risk areas with the frequent occurrence of emergency situations which often result in serious injuries, sometimes even fatalities. During these critical situations, passengers or train workers can be harmed. The goal of this bachelor thesis is to design, create and evaluate an information system that will be able to effectively show these areas and accidents. In the Czech Republic, there is not currently a comprehensive website about railway crossings. This project will be subsequently developed and among other features, it will offer basic rules about how to behave near railway crossings according to types of security.

Key words

railway crossings, information system, database, web application, accidents

1. Obsah

2.	Úvod	9
3.	Analytická část	10
3.1.	Informační systém	10
3.1.1.	Informace	10
3.1.2.	Informační systém	10
3.1.3.	Životní cyklus informačního systému	11
3.1.4.	Metodiky informačního systému	13
3.1.5.	Architektura informačního systému	14
3.2.	Databázové systémy	14
3.2.1.	Relační databáze	15
3.2.2.	Normalizace databáze	15
3.3.	Webové technologie	16
3.4.	Železniční přejezdy v České republice	17
3.4.1.	Počet přejezdů	17
3.4.2.	Současná evidence	17
3.4.3.	Přejezdy zabezpečené pouze výstražným křížem	17
3.4.4.	Přejezdy s přejezdovým zabezpečovacím zařízením	19
3.4.5.	Nehody	21
4.	Praktická část	23
4.1.	Strategie	23
4.1.1.	Strategické cíle	23
4.2.	Plán a příprava	23
4.2.1.	Datové zdroje	24
4.2.2.	Databáze	25
4.2.3.	Webová aplikace	26
4.2.4.	Architektura systému	26
4.2.5.	Technologie tvorby systému	27
4.2.6.	Vzhled a název projektu	27
4.3.	Realizace	28
4.3.1.	Vytvoření databáze	28

4.3.2.	Naplnění databáze.....	28
4.3.3.	Vytvoření prezentační vrstvy webové aplikace	36
4.4.	Produkční provoz	42
4.5.	Vyhodnocení	42
5.	Závěr.....	43
6.	Seznam zkratk	44
7.	Seznam použité literatury	45
8.	Seznam internetových zdrojů	46

2. Úvod

Problematiku úrovnňových křížení dráhy s pozemní komunikací jsem začal poprvé více sledovat krátce po tragické srážce elektrické jednotky řady 680 „Pendolino“ s plně naloženým nákladním automobilem na jistebnickém zhlaví železniční stanice Studénka v roce 2015. Uvědomil jsem si, jak velmi riziková tato místa v naší dopravní infrastruktuře jsou, a to nejen pro účastníky silničního provozu. Konkrétně při této nehodě byly všechny oběti cestujícími vlaku.

Tehdy jsem se pokoušel najít další informace o přejezdu, kde k této tragické události došlo. Zajímalo mě například, zda se na daném místě stávaly nehody i před tím, případně zda se jedná o jediný přejezd na trati z České Třebové do Bohumína. Zjistit něco takového však tenkrát vůbec nebylo snadné, protože tehdejší Správa železniční dopravní cesty, s. o., na svých webových stránkách uveřejňovala pouze tabulku s daty, kterou bylo nutné si do svého zařízení stáhnout. Vyhledávat v ní šlo pouze přes evidenční číslo konkrétního přejezdu a statistiku nehod nenabízela vůbec.

Od té doby prakticky k žádné změně (až na přejmenování zmíněné organizace na Správa železnic, s. o.) nedošlo. Veřejnost se stále dostane pouze ke zmíněné tabulce s daty o železničních přejezdech v obdobném formátu. Cílem této bakalářské práce je proto situaci alespoň částečně napravit a vytvořit veřejný informační systém, prostřednictvím kterého bude mít kdokoliv možnost jednoduše přejezdy zobrazit, vyhledávat mezi nimi například i přes název obce, prohlížet si případné obrazové materiály dokumentující současný stav přejezdu a zjišťovat množství a vážnost nehod, jež se na něm odehrály.

I když zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, řidičům nařizuje počínat si před železničním přejezdem „zvláště opatrně“, lze stále pozorovat laxní přístup mnohých účastníků silničního provozu k riziku srážky s mnohasettunovým drážním dopravním prostředkem. Někteří začínající řidiči naopak před křížením pozemní komunikace s železniční tratí zbytečně zmatkují a nejsou si jisti správným chováním na daném typu zabezpečení železničního přejezdu. Proto bude projekt zároveň vytvářet prostor pro možný obsah, který by v budoucnu návštěvníkům poskytoval základní informace o jednotlivých stupních zabezpečení na přejezdech v České republice, včetně rizik, jež hrozí při jejich nerespektování.

Analytická část této bakalářské práce pojednává o postupech tvorby informačního systému, o databázových a webových aplikacích a o současném stavu železničních přejezdů u nás. V druhé části této bakalářské práce jsou znalosti z těchto témat využity v praxi při samotné realizaci zmíněného systému.

3. Analytická část

3.1. Informační systém

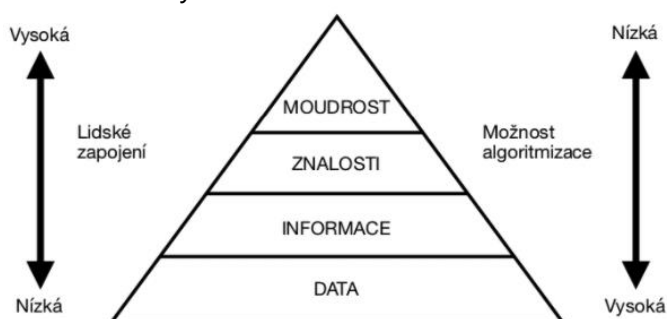
3.1.1. Informace

Informace v případě informačního systému vznikají zpracováním získaných dat, mezi nimiž se vytvoří určitý vztah. Tím se datům přidá smysl, který adresátovi přinese nové poznání. Samotná data bez jakéhokoliv kontextu žádnou informační hodnotu nemají. Pouze popisují vlastnost nějakého objektu.

Podle různých kritérií má příjemce možnost hodnotit kvalitu obsahu dodaných informací. Posuzovat může dle jejich relevantnosti, tedy zda jsou přijaté informace v daném kontextu vůbec důležité, zda jsou úplné, dostatečně podrobné (či naopak nepřilíš obecné) nebo jak jsou aktuální. V případě prezentace informací se hodnotí míra srozumitelnosti pro cílovou skupinu, jejich včasnost či také zda jsou finanční náklady, potřebné k jejich získání, přijatelné.

Zformováním informací vznikají znalosti, které jsou obecným poznáním reality. Vznikají a rozvíjejí se též zkušenostmi a myšlenkovými procesy. Oproti datům, jež se mohou měnit velmi často, jsou znalosti, díky vyššímu lidskému zapojení, relativně stálejší. Nejvyšším stupněm poznání je pak moudrost. [1]

Vztahy mezi daty, informacemi, znalostmi a moudrostí lze nastínit pomocí datové pyramidy (viz *Obrázek 1*). Ta znázorňuje data ve své základně jako důležitou část pro všechny vyšší prvky, které by bez nich jinak neexistovaly.



Obrázek 1: Datová pyramida [18]

3.1.2. Informační systém

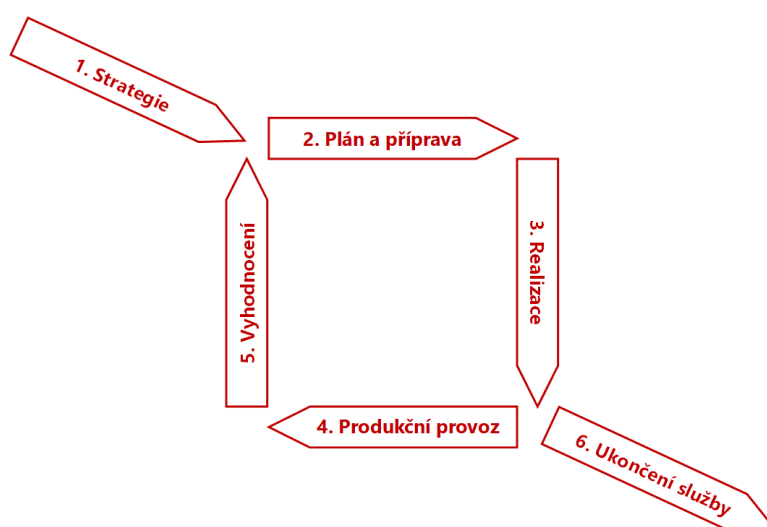
Definice informačního systému není zcela jednoznačná. Zákon č. 365/2000 Sb., o informačních systémech veřejné správy, uvádí, že se jedná o „funkční celek zabezpečující cílevědomou a systematickou informační činnost.“ Podle jiného výkladu jde de facto o systém, jenž sbírá, přenáší, zpracovává a uchovává data a v podobě informací je poskytuje uživatelům, kteří tento systém využívají.

S informačními systémy jsou úzce spojeny informační technologie. Ty, pomocí technických a programových prostředků (neboli hardwaru a softwaru) umožňují s daty různě pracovat. Oproti principům, kterými se řídí informační systémy, prochází informační technologie neustálým a dynamickým vývojem. Vzhledem k provázanosti obou složek je podmínkou IT modernizovat v závislosti na stavu informačního systému a vyvarovat se tak nižší efektivity celku. [4]

3.1.3. Životní cyklus informačního systému

Postup tvorby informačního systému, či jen nějaké jeho části, lze pomocí životního cyklu rozčlenit do několika fází, díky kterým si lze přehledně rozvrhnout náplň práce a stanovit si milníky. Ty se kromě samotného počátečního návrhu a zavádění systému do provozu zabírají i následnou údržbou a v některých metodikách též likvidací. Etapa je pak jeden průchod všemi těmito fázemi.

Jedna z možností, jak fáze životního cyklu mohou vypadat, je popsána níže. Konkrétně vychází z metod řízení informačních a komunikačních technologií veřejné správy ČR. Podle této varianty životního cyklu (znázorněna graficky na *Obrázku 2*), která se zároveň vyučuje na Fakultě dopravní ČVUT v Praze, se vytvářel informační systém v praktické části této bakalářské práce.



Obrázek 2: Životní cyklus informačního systému [8]

1. Strategie

V první fázi dochází k hrubé definici způsobu tvorby zcela nového, nebo rozvoje již existujícího informačního systému. Jsou určeny strategické cíle, které určují směřování organizace, včetně jejich prioritizace, a je případně zadán rámcový plán (tzv. „roadmap“), jenž určuje způsob naplňování těchto strategických cílů. Dále mohou být vytvořeny další podklady pro navazující fázi plánování a přípravy.

2. Plánování a příprava

Z hrubé definice cílů z předchozí fáze jsou nyní stanoveny konkrétní potřebné kroky, které k nim vedou, včetně jejich časových rozvržení. Jsou specifikovány jak funkce, které má informační systém po realizaci obsahovat, tak i ty, jež naopak cílem daného projektu již nejsou. Dále je navržena architektura, která znázorňuje princip zamýšleného fungování systému. Nesmí být opomenut ani způsob realizace, s nímž souvisí naplánování vhodného rozložení zdrojů.

Vybraný plán vychází z více možných variant, jimiž lze projekt řešit. Probíhá posuzování různých možností, jejich připomínkování a schvalování. Možným výstupem též může být rozhodnutí, že k realizaci projektu vůbec nemá dojít.

3. Realizace

Před samotným vývojem je ustanoven způsob práce projekčního týmu, tedy jeho samotná struktura a například i definování jednotné metody sdílení dokumentů a komunikačních protokolů. Dále je zpracována architektura řešení projektu a případně popsány koncepty určující oprávnění uživatelských rolí, zálohování dat, ochranu osobních údajů nebo způsob testování a nalézání chyb.

Při následném vývoji je nejprve vytvořeno testovací prostředí, které kromě vyvinutého softwaru přímo pro daný projekt může obsahovat již hotová řešení třetích stran. Je-li některá z realizovaných změn (či zcela nových prvků) většího rozsahu, řeší se jako samostatný projekt.

Pakliže projekt začne splňovat zadané cíle a jeho činnost je v ideálním případě řádně otestována, lze pokračit k přípravě produkčního provozu. Jeho součástí je vytvoření produkčního prostředí informačního systému, příprava uživatelů na ostrý provoz, přesun dat a nakonec, projde-li projekt finální akceptací, určení okamžiku spuštění systému.

4. Produkční provoz

Nyní dochází k udržování požadovaných úrovní služeb, které byly navrženy a vytvořeny v předchozích fázích. Je pravidelně prováděno zálohování dat, sledování reportů nebo úpravy parametrů.

I v této fázi lze změny v informačním systému průběžně provádět, zejména pak takové, jež mají vysokou prioritu a bez jejichž brzké implementace by například mohl být systém nedostupný nebo by přestal splňovat nová legislativní pravidla. Dojde-li ke změnám v průběhu produkčního provozu, nesmí být opomenut jejich zápis v aktualizované verzi dokumentace. Pokud se ale jedná o změny s nízkou prioritou a jejich rozsah je velký, zařadí se mezi požadavky k možnému budoucímu průchodu životním cyklem a v této etapě se již neřeší.

5. Vyhodnocení

V této fázi je provedena analýza dat z provozu systému. Je vyhodnoceno, zda informační systém splňuje cíle, které byly vytyčeny, a zda v systému nebyla nalezena žádná vážná rizika, kvůli nimž by bylo nutné provést určité změny. Může dojít i k rozhodnutí o ukončení provozu celého systému.

6. Ukončení služby

Ukončení služby je strategické rozhodnutí. Může nastat z morálních, finančních nebo smluvních důvodů. Při přechodu na jiný informační systém je potřeba již na začátku životního cyklu na tuto možnou událost myslet a do smlouvy s dodavatelem přidat povinnost spolupracovat a poskytnout všechna potřebná data z právě končícího systému.

Je zkoumána možná využitelnost jednotlivých částí končícího systému. Některé části totiž mohou sloužit jinde i nadále a, v případě prodeje, i někomu úplně jinému. Provozovatel následně celý systém zlikviduje. [7]

3.1.4. Metodiky informačního systému

Z životního cyklu vychází většina metodik tvorby informačního systému. Každá však pracuje s jinou podobou cyklu v závislosti na svých potřebách a cílech. Kromě samotného počtu a názvů jednotlivých fází se může odlišovat i ve způsobu, kterým je na onen cyklus nahlíženo. [3] Mezi takové přístupy patří například:

- **vodopádový model**

Ten lze využít v případě, kdy na začátku víme, jaké všechny požadavky budeme na systém mít a další během vývoje již přibývat nebudou. Model sice přináší systematičnost a počáteční představu o rozsahu řešení, avšak zadavatel v tomto případě není do průběhu projektu po celou dobu zapojen a nemá tak nad ním ve všech fázích kontrolu. Vliv má především na počátku a pak až na konci procesu.

Tento model je využit v praktické části této bakalářské práce.

- **inkrementální model**

Informační systém je zde na začátku hrubě navržen a rozdělen na dílčí části, z nichž každá má vlastní fáze životního cyklu a na něž se aplikuje již zmíněný vodopádový model. Na konci je takovýto přírůstek podroben testování, zhodnocení a následně je implementován do již rozpracovaného projektu. Díky tomu má zadavatel již po vyřešení první iterace představu o tom, zda se práce týmu ubírá tím správným směrem.

- **evoluční model**

V tomto případě je systém vyvíjen obdobně jako u inkrementálního modelu, avšak bez počátečního hrubého návrhu celého systému. Požadavky jsou specifikovány pouze pro aktuálně řešenou iteraci. [2]

3.1.5. Architektura informačního systému

Další důležitou částí tvorby informačního systému je návrh architektury. Ta popisuje vazby systému na okolí, definuje jeho zamýšlený obsah a též způsob, jakým bude daný systém uspořádán. Z architektury by tedy mělo být možné vyčíst koncepční představu o finálním rozdělení a vazbách systému. Obvykle bývá znázorněna grafickým schématem. Kromě celkové architektury můžeme definovat i architektury dílčí. Mezi ně patří architektura funkční, procesní a datová. Jimi lze specifikovat základní funkce systému či strukturu dat. [4]

Dále existuje „vrstvený“ princip architektury, který pracuje se třemi vrstvami. Jeho smyslem je oddělení jednotlivých vrstev za účelem nezávislosti. Vrstva na vyšší úrovni využívá služeb té nižší. Každá má své definované požadavky:

- **vrstva technologická**

Zabývá se strukturou komponent informačních technologií – operačních systémů, databází a technických prostředků. Tím uspokojuje požadavky následujících dvou (vyšších) vrstev.

- **vrstva aplikační**

Tvoří ji software obstarávající funkce systému a datovou specifikaci. U webových aplikací se na této úrovni nachází jazyk PHP.

- **vrstva prezentační**

Ta se již skládá z koncového prostředí pro uživatele. [1] V případě webové aplikace se jedná o front-end část, která využívá jazyků HTML, CSS a JavaScript a s níž pracují běžní návštěvníci daných stránek.

3.2. Databázové systémy

V počátcích počítačového zpracování dat měl každý program vlastní datový soubor. V systému, který obsahoval několik takovýchto programů, se stejná data častokrát opakovala – byla redundantní. Protože není možné, aby si ve dvou různých programech data popisující stejný objekt odporovala, bylo nutné v případě změny vlastnosti objektu přepsat údaje ve všech dotčených datových souborech. Jinak by data v systému nebyla konzistentní.

Z toho důvodu začaly vznikat návrhy databázových systémů, jež tyto problémy odstraňují. V jednom z prvních byla data uchovávána sekvenčně v jednom souboru, což v případě vyhledávání bylo časově náročné, neboť ho aplikace pokaždé procházely postupně od jeho počátku. Poté byly navrženy hierarchické a síťové databázové systémy. U všech těchto pohledů na uchování dat se složitě měnila struktura databáze. [1]

3.2.1. Relační databáze

V roce 1969 proto přišel Edgar F. Codd s modelem tzv. „relačních databází“. Ten se velmi rozšířil nejen v oblasti webových aplikací. Tento přístup je založen na dvourozměrných tabulkách, které představují jisté entity, jež chceme v databázi pomocí dat popsat. Ty jsou mezi sebou různě propojeny tzv. „relacemi“, díky kterým můžeme jediným dotazem získávat údaje z různých tabulek napříč databází, v níž se nacházíme. Tvoří se pomocí „primárních“ a „cizích“ klíčů propojením vzájemně si odpovídajících sloupců ve dvou různých tabulkách. Primární klíč je jeden či více sloupců v každé tabulce a zaručuje, že žádné dva záznamy nebudou nabývat totožných hodnot právě díky tomu, že ani žádné dva primární klíče v jedné entitě nesmí být shodné. Pakliže se nacházíme v tabulce, do níž byl pomocí relace primární klíč z nějaké jiné tabulky přesunut, jedná se zde o klíč cizí. I ten však může zároveň plnit funkci primárního klíče i v této dceřiné tabulce. Každá relace má navíc u obou tabulek určenou svoji minimální a maximální kardinalitu. Jejich hodnota představuje nejmenší, respektive nejvyšší počet záznamů z opačné tabulky, které je možné přidružit k jednomu řádku.

Entity, atributy, relace i klíče lze znázornit prostřednictvím ER diagramu. Ten je snadno čitelný i pro laickou veřejnost. Objekt ve tvaru obdélníku v něm představuje tabulku, v níž jsou pak rozepsány všechny její atributy. V nich lze vyznačit, která představuje primární klíč dané entity. Relace mezi entitami jsou vykresleny liniemi, jež mohou zároveň na svých koncích obsahovat určité znaky, díky kterým lze rozklíčovat, jaký typ vztahu, respektive jakou kardinalitu, daná relace má. Po schválení ER diagramu lze přejít k tvorbě detailnějšího relačního schématu na vybraném databázovém systému, který oproti ER diagramu má již například specifikované datové typy nebo doménová integritní omezení.

3.2.2. Normalizace databáze

Návrh relační databáze by měl být normalizovaný. U nenormalizované databáze by mohly v budoucnu nastat různé problémy například při její aktualizaci, kdy by mohlo být nutné kupříkladu kvůli změně jediného údaje upravovat více řádků v téže tabulce nebo při odstranění jednoho údaje neúmyslně zapříčinit ztrátu nějakého jiného. U normalizačního procesu se jako první krok provádí u každé tabulky zvolení jedinečného identifikátoru, kterým lze jednoznačně určit data na jednom řádku. Pakliže se v tabulce žádný atribut s unikátními hodnotami nenachází, lze identifikátor vytvořit buď zřetězením více atributů, nebo nastavením nového, jenž bude mít hodnoty generované automaticky – obvykle sekvenčně. Z jedinečného identifikátoru se pak definuje již dříve zmíněný primární klíč. Další pravidla normalizace jsou popisována tzv. „normálními formami“. Mezi ty, které pokrývají většinu anomálií, patří:

- **první normální forma**

Tato normální forma je splněna, pakliže se v tabulce nenachází atribut, který by na některém z řádků obsahoval více než jednu hodnotu. Řešením takového případu je vytvoření nové entity, do níž bude tento atribut včetně primárního klíče přenesen.

- **druhá normální forma**

Druhá normální forma je splněna, pakliže je splněna první a zároveň pokud na primárním klíči v tabulce funkčně závisí všechny ostatní atributy. Pokud tedy některý z neklíčových atributů s atributem, který je součástí primárního klíče, nijak nesouvisí, nastal problém, jehož řešením je přesun částečně závislých atributů do nové entity.

Pakliže je v tabulce primární klíč tvořen pouze jedním atributem, problém se splněním této formy nemůže nastat.

- **třetí normální forma**

Pokud je splněna druhá normální forma a zároveň nedochází k „tranzitivním závislostem“, dostává se relace do třetí normální formy. Tranzitivními závislostmi se rozumí stav, v němž se v tabulce nachází atribut, který je funkčně závislý na atributu jiném, jenž není primárním klíčem. Příkladem může být existence sloupce, jehož hodnoty jsou odvozeny matematickou operací s hodnotami z jiných dvou sloupců (například atribut „Celková cena“, který je odvozen od „Cena za kus“ a „Počet kusů“).

Z relačního schématu pak lze jednoduše vygenerovat kód v jazyku SQL, kterým se celá struktura databáze vytvoří. Zmíněný jazyk SQL je standardním jazykem užívaným v relačních databázích napříč dodavateli databázových systémů, u kterých se však jejich syntaxe může různě lišit. V tomto jazyce lze jednoduše tvořit dotazy a příkazy, na základě kterých databázový systém vykonává požadované akce. Těmi může být například odpověď na prostý dotaz na výpis dat v nějaké entitě. Jedná se o tzv. „deklarativní“ jazyk, což znamená, že není potřeba systému zadávat, jak dotaz zpracovat, a stačí tak uvést jen požadované výsledky. [5]

3.3. Webové technologie

Základem pro tvorbu webových stránek jsou v současné době jazyky HTML5 a CSS3. Kódy, které jsou v nich napsané, získávají webové prohlížeče koncových uživatelů, jež tak ví, co přesně mají uživatelé na monitoru zobrazit. Třetím pilířem vrstvy prostředí webu je skriptovací jazyk JavaScript, díky němuž lze například vytvářet různé dynamické akce bez nutnosti načítat celou stránku od nuly. I u něj je vlastní kód zpracováván webovým prohlížečem každého jednotlivého návštěvníka webových stránek. Z toho důvodu se zobrazení na různých typech zařízení, která mají jiné rozměry obrazovky a odlišný software, může zřetelně lišit.

Značkovací jazyk HTML vznikl za účelem psaní jednoduchých dokumentů, které jsou díky systému WWW přes hypertextové odkazy mezi sebou propojeny. Požadavky na tento jazyk se postupem času rapidně změnily a specifikace HTML5 již daleko více vyhovuje požadavkům moderní doby. Stejně jako CSS3 – kaskádové styly, jež s HTML5 úzce souvisí. Ty pro elementy jazyka HTML definují jejich přesný způsob zobrazení.

Taktéž JavaScript prošel od svého vzniku zřetelným vývojem, díky němuž se tento jazyk mimo jiné stal snáze použitelným. Daleko větší změny však probíhají v jeho knihovnách, jejichž počet se neustále zvyšuje. Jednou z nich je například knihovna jQuery, která vývojářům ulehčuje psaní

kódu, neboť po napsání jen několika argumentů umí vykonat poměrně složité akce. Dle odhadů tuto knihovnu v roce 2012 používala necelá polovina z milionu nejnavštěvovanějších webových stránek. [6]

3.4. Železniční přejezdy v České republice

3.4.1. Počet přejezdů

Železniční přejezdy, ve smyslu úrovnového křížení pozemní komunikace s železniční tratí, vlečkou nebo jinou kolejovou dráhou, jsou místy, kde se kolizně setkávají dvě velmi rozdílné formy dopravy – silniční a železniční. V přepočtu na rozlohu má Česká republika takových křížení z okolních zemí zdaleka nejvíce. Zatímco například ve srovnatelně velkém Rakousku jich je ca. 4,5 tisíce, u nás jich je téměř dvojnásobek. Na Slovensku pak „pouhých“ 2,5 tisíce.

Hlavním důvodem vysokého počtu přejezdů, které se v Česku nachází, je velmi hustá síť železničních tratí. K tomu se průměrně u nás jeden přejezd nachází na každém 1,2 kilometru trati. Hustota přejezdů se však dle tratí velmi různí, neboť kupříkladu na 121 kilometrech trati z Havlíčkova Brodu do Brna se nachází pouze jeden přejezd. Opačným extrémem pak je trať ze Vsetína do Velkých Karlovic, kde je přejezd průměrně každých 400 metrů. [14]

3.4.2. Současná evidence

Správa železnic eviduje železniční přejezdy ve svém detailním pasportu přejezdů a přechodů, který slouží především pro účely údržby a kontroly infrastruktury. Pro veřejnost na svých webových stránkách dává k dispozici pouze jejich seznam se základními údaji v dokumentu formátu ODS. [14]

V něm jsou přejezdy seřazeny dle svého jedinečného identifikačního čísla, které lze vyčíst přímo v terénu na zadní straně světelného výstražníku. Nemá-li přejezd výstražníky, pak je umístěno na zadní straně výstražného kříže. Toto plošné očíslování bylo zavedeno jako opatření po střetu vlaku s automobilem u Vraňan v roce 2007, před nímž byl sice výpravčí včas informován a stihl tak zastavit provoz na trati, ovšem kvůli chybě v komunikaci na zcela jiné. Dnes již složky integrovaného záchranného systému nebo zaměstnanci dráhy ono jedinečné číslo přejezdu pro jeho jasnou lokalizaci požadují. [15]

Další data, zejména o pozemní komunikaci, lze vyčíst z mapové aplikace silniční a dálniční sítě na webových stránkách Ředitelství silnic a dálnic. Ta však obsahuje data pouze o přejezdech nacházejících se na komunikacích I., II. a III. třídy. Většina přejezdů však leží na místních a účelových komunikacích, o kterých v této mapové aplikaci žádné informace nejsou. [16]

3.4.3. Přejezdy zabezpečené pouze výstražným křížem

Nezabezpečený železniční přejezd se na našem území dle zákona o drahách nenachází, a to bez výjimky. Všechny přejezdy tudíž jsou chráněné a lze je podle zabezpečení rozdělit do dvou

kategorií. Tou první jsou přejezdy, které jsou zabezpečené pouze výstražným křížem (viz Obrázek 3).

Pod nesprávným označením „nechráněný přejezd“, jenž je stále běžně používán například v médiích, je obvykle myšlen právě tento typ zabezpečení. U takových křížení se na samostatném sloupku ve vzdálenosti minimálně 4 metry od krajní koleje umísťuje svislé dopravní značení A 32a „Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný“, případně A 32b „Výstražný kříž pro železniční přejezd vícekolejný“. V případě zhoršených rozhledových podmínek lze pod výstražný kříž umístit značku P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“, která řidiči silničního vozidla, dle zákona o provozu na pozemních komunikacích, přikazuje zastavit „na takovém místě, odkud má náležitý rozhled na trat“.

Před každým takovým přejezdem, který není vybaven přejezdovým zabezpečovacím zařízením, je z pohledu železniční dopravy v patřičné vzdálenosti umístěn vedle koleje výstražný kolík prikazující strojvedoucímu dávat slyšitelnou návěst „Pozor“, tedy dlouhý zvuk píšťaly nebo lokomotivní houkačky. [19] Dále je před sedmi sty těmito přejezdy trvale snížena traťová rychlost. [16] Pak už záleží pouze na pozornosti účastníka silničního provozu, zda si blížícího se kolejového vozidla včas všimne a dá mu přednost.

K upozornění řidičů lze u této úrovně zabezpečení až 240 metrů před přejezdem umístit vedle pozemní komunikace svislé dopravní značení A 30 „Železniční přejezd bez závor“ spolu s patřičnými návěstními deskami (240, 160 a 80 metrů před křížením). Pokud je na přejezdu umístěno i dopravní značení P 6 (viz Obrázek 4), lze 160 metrů před přejezdem nad návěstní desku přidat značku P 4 „Dej přednost v jízdě“. [20]



Obrázek 3: Přejezd zabezpečený pouze výstražnými kříži [autor]



Obrázek 4: Přejezd zabezpečený výstražnými kříži, doplněný dopravním značením P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ [autor]

3.4.4. Přejezdy s přejezdovým zabezpečovacím zařízením

Zbylé železniční přejezdy jsou zabezpečeny přejezdovým zabezpečovacím zařízením, které účastníky silničního provozu pomocí optických a akustických prvků varují před blížícím se drážním vozidlem. Těch je u nás hned několik typů.

Tím nejstarším jsou ručně ovládané mechanické závory, jež se zřizovaly již v 19. století. Zaměstnanec dráhy je obsluhoval točením kliky přímo u daného křížení. Posléze byly zaváděny mechanické závory ovládané dálkově, u kterých však již závorář neměl přehled o dění na přejezdu, kvůli čemuž musela být u takových křížení zavedena akustická výstraha před samotným sklopením břevna. Téměř tři stovky takto zabezpečených přejezdů jsou v Česku stále v provozu. [16]

Kvůli velké závislosti na lidském činiteli, neustálému růstu intenzit dopravy a snaze snížit uzavření přejezdu na minimální nezbytně dlouhou dobu, a tím zkrátit dobu čekání řidičů a jiných účastníků silničního provozu před přejezdem, se u nás ve 30. letech 20. století vyskytla první automatizovaná zabezpečovací zařízení. Od počátku se jedná o světelné výstražníky s kmitajícími červenými světly a akustickou výstrahou (viz *Obrázek 5*), které mohou mít jako doplňkovou signalizaci závory. Ty zasahují zpravidla pouze do poloviny šířky silnice – přes celou šířku jen v odůvodněných případech.

O několik desítek let později se u nás u světelných přejezdů poprvé zavedlo kmitající bílé světlo – tzv. „aktivní signalizace“ (viz *Obrázky 6 a 7*), jež se v sousedních státech, s výjimkou Slovenska, vůbec nepoužívá. Pokud je v činnosti, je uživateli pozemní komunikace dáována záruka, že se v blízkosti přejezdu nenachází žádné drážní vozidlo, které by je mohlo ohrozit. Zároveň, dle zákona o provozu na pozemních komunikacích, je v takovém případě řidičům umožněno vjíždět na přejezd rychlostí až 50 km/h, a to i v případě, kdy slyší houkání nebo zahlédnou přímo samotný vlak.

V současné době jsou na přejezdech vybavených světelným PZZ diagnostikovány do nejbližší dopravní jejich nouzové a poruchové stavy, dle kterých výpravčí strojvedoucímu nařizuje jízdu přes dané křížení se zvýšenou opatrností, při níž má povinnost použít opakovaně návěst „Pozor“, tedy lokomotivní houkačku nebo píšťalu, a ve vzdálenosti 60 metrů jet rychlostí maximálně 10 km/h. [19] Na méně významných tratích je o stavu přejezdu v dostatečném předstihu informován skrze světelné návěstidlo samotný strojvedoucí. Pokud na něm zahlédne návěst „Otevřený přejezd“, musí taktéž jet přes takové křížení se zvýšenou opatrností. [17]

Co se týče dopravního značení na přejezdech s PZZ, je identické s těmi, které mají pouze výstražné kříže. Jen se v případě přejezdů se závorami užívá svislé značení A 29 „Železniční přejezd se závorami“ bez ohledu na to, zda jsou takové závory součástí mechanického PZZ, nebo toho světelného. Výstražný kříž pro jednokolejný či vícekolejný přejezd se umísťuje vždy nad výstražník a žádná jiná dopravní značka se na daném sloupku nesmí nacházet. [20]



Obrázek 5: Světelné PZZ se závorami bez možnosti aktivní signalizace [autor]



Obrázek 6: Světelné PZZ bez závor s aktivní signalizací [autor]



Obrázek 7: Světelné PZZ se čtyřdílnými závorami s aktivní signalizací [autor]

3.4.5. Nehody

Zatímco u silniční dopravy lze libovolně měnit směr jízdy, u té železniční existuje jen jeden stupeň volnosti, kvůli kterému nelze operativně uhýbat před náhlou překážkou. Další hlavní rozdíl mezi těmito dvěma druhy dopravy je v celkových hmotnostech. Ta se u jízdní soupravy na pozemní komunikaci pohybuje sice v řádu desítek tun, u těžkých nákladních vlaků se však jedná o tisíce. Nejen to se odráží ve značně rozdílné délce brzdné dráhy obou dopravních prostředků v neprospěch vlaků. Z toho důvodu mají vlaky na přejezdech vždy přednost. Tu jim však účastníci silničního provozu ne vždy dají, a tak dochází k nehodám.

Mimořádná událost na přejezdech se v České republice poslední roky odehrává průměrně každé dva až tři dny. [11] Dle tiskové zprávy k nehodám na železničních přejezdech, kterou vydala Drážní inspekce, nezávislá státní instituce vyšetřující mimořádné události v drážní dopravě, sice bylo v první polovině roku 2020 střetů oproti stejnému období o rok dříve o 38 % méně, celkový počet usmrčených a zraněných osob však byl i přesto vyšší. [9] Důvodem menšího počtu nehod v tomto konkrétním případě může být značně nižší intenzita vozidel na silnicích po vyhlášení prvního nouzového stavu při epidemii koronaviru. O rok později bylo v meziročním srovnání za první tři měsíce o 76 % střetů více a počet obětí se dokonce ztrojnásobil. Počet nehod na přejezdech tedy neklesá. [10]

Až na několik velmi ojedinělých výjimek jsou viníky nehod vždy účastníci silničního provozu. Ti se až v polovině případů chovají na přejezdech potenciálně nebezpečně a značně tak ohrožují nejen sebe a posádku svého vozu, ale též i osoby v blízcím se vlaku a v okolí přejezdu. Přitom důvodem takového počínání může být, kromě účelného porušování předpisů, i neznalost.

Veřejnost totiž není dostatečně informována o různých typech zabezpečení železničních přejezdů. Například na světelném přejezdovém zabezpečovacím zařízení se závorami mají řidiči tendenci rozjíždět se již při zvedání břeven, která jsou přitom pouze doplňkovou výstrahou. V té době se mohou závory opět okamžitě sklopit dolů kvůli průjezdu dalšího vlaku. Toto však neplatí u mechanicky ovládaných závor bez světelné signalizace, u nichž zvedání břeven skutečně značí konec výstrahy, což řidiči předpokládají i u moderních světelných přejezdů a zbytečně tak riskují. Matoucí může být i to, že v sousedním Německu je jízda při zvedání závor povolena na všech přejezdech, tedy i těch se světelným přejezdovým zařízením, neboť tam je, oproti stavu u nás, technicky vyloučeno ono okamžité „spadnutí“ závor při vjezdu dalšího vlaku do přibližovacího úseku. [12]

Stále málo rozšířené je též povědomí o možnosti závory u přejezdu v případě nouze snadno nadzdvihnout, podjet či přímo prorazit. Řidiči, kteří vjedou na přejezd těsně po sklopení závor, často považují břevna jako nepřekonatelnou překážku. Jsou známy případy, kdy tito „uvěznění“ řidiči místo rychlého rozjetí a proražení závor, čímž by způsobili minimální škody jak na vozidle, tak i na infrastruktuře, nehybně stojí přímo na kolejích a pouze čekají, co se stane. Následky jsou pak fatální (viz Obrázek 8). [13]



Obrázek 8: Souprava po srážce s nákladním automobilem, který po nerespektování výstrahy zůstal stát na přejezdu se čtyřdílnými závorami [21]

4. Praktická část

Předmětem praktické části této bakalářské práce je vytvoření veřejné webové aplikace s přehledem železničních přejezdů v České republice. Konkrétní postup vzniku tohoto informačního systému je popsán v následujících kapitolách, které jsou strukturovány dle životního cyklu definovaného v analytické části této práce.

4.1. Strategie

Současný způsob zveřejnění seznamu železničních přejezdů je autorem této práce hodnocen jako nedostatečný. Data není možné jednoduše procházet a provádět v nich vyhledávání. Dále nelze u jednotlivých přejezdů zobrazit seznam nehod, jež se na něm staly. To by přitom umožnilo snadno rozpoznat, které konkrétní přejezdy jsou v porovnání s ostatními více rizikové. V neposlední řadě je, zcela ze subjektivního pohledu autora, stále co zlepšovat v osvětě řidičů, chodců a cyklistů v oblasti správného chování v prostoru železničního přejezdu.

Je zde tedy prostor pro zlepšení a je záměrem tohoto projektu ho alespoň částečně zaplnit.

4.1.1. Strategické cíle

Jako hlavní cíl této práce bylo vytyčeno naprogramování přehledné webové aplikace, která bude umožňovat snadné procházení železničních přejezdů přes interaktivní mapu. Bude též možné přímé zadání jedinečného evidenčního čísla přejezdu, jímž je každý přejezd označen na zadní straně výstražného kříže či výstražníku PZZ. S tím souvisí i vytvoření databáze, ze které budou webové stránky data získávat. V detailu každého evidovaného křížení pak bude možné zjistit všechna dostupná data o daném místě, jimiž bude informační systém disponovat. Uživatelům se zároveň zobrazí detailní mapa s umístěním přejezdu, případně i různé obrazové materiály dokumentující stav křížení, budou-li k dispozici. Za účelem rozšíření povědomí o rizikosti železničních přejezdů budou zároveň u každého křížení uvedeny nehody, které se na něm v minulosti odehrály.

Po splnění předchozích cílů pak bude na připravenou stránku vložena základní osvěta pro širokou veřejnost, která bude srozumitelným způsobem prezentovat všechny používané způsoby zabezpečení úroňových křížení včetně shrnutí správného chování účastníků silničního provozu v jejich blízkosti. K tomuto však zřejmě dojde až v některé z příštích etap.

4.2. Plán a příprava

Mezi první konkrétní kroky ve fázi plánování, které předcházejí samotné realizaci informačního systému, patří rešerše vhodných dat, jež jsou relevantní pro potřeby tohoto projektu. Od nich se následně odvíjí ER diagram pro budoucí databázi, která bude daty postupně, prostřednictvím neveřejné části webové aplikace, naplněna. Data pak budou zpracována a prezentována návštěvníkům webových stránek.

4.2.1. Datové zdroje

Základním zdrojem dat informačního systému pro evidenci železničních přejezdů je přirozeně seznam přejezdů uveřejněný Správou železnic na jejích webových stránkách. Jedná se o data stažitelná v souboru tabulkového procesoru. Ze souboru lze zjistit přesné souřadnice každého uvedeného přejezdu, dále také železniční úsek, třídu pozemní komunikace nebo zda je na místě přítomno trakční vedení. Soubor obsahuje všechny železniční přejezdy evidenčního čísla P1 až P8999. Jedná se o přejezdy, které se nacházejí na státních železničních tratích. Počet záznamů o jednom přejezdu v souboru odpovídá počtu železničních tratí a vleček, jež se na něm nacházejí. V souboru tedy lze vyčíst i křížení se soukromými železničními tratěmi a vlečkami, avšak pouze pokud jsou na daném místě v souběhu s dráhou státní. Přejezdy od evidenčního čísla P9000 a výše, tedy přejezdy, které na železniční trati patří Správě železnic, se v souboru bohužel nenacházejí. Systém však bude navržen tak, aby s chybějícími přejezdy počítal a zároveň umožňoval jejich případné budoucí doplnění.

Více dat o kříženích s komunikacemi I., II. a III. tříd lze dále získat z geoportálu ŘSD. Data Správy železnic sice obsahují číslo pozemní komunikace a její staničení – ne však u všech těchto přejezdů. Data od ŘSD obsahují navíc záznam o počtu kolejí, o délce přejezdu (z pohledu silniční dopravy) nebo i o velikosti úhlu, který na daném místě svírá silnice s železnicí. Proto bylo vyhodnoceno jako vhodné využít i tato data.

Pro možnost zobrazovat u přejezdů popis lokace, tedy minimálně název obce, okresu a kraje, budou dále všechny doposud získané záznamy obohaceny o data z reverzního geokódování API Mapy.cz. Díky nim bude možná snadnější lokalizace pomocí vyhledávání nebo v budoucnu umožněna tvorba různých statistik. Zmíněná API poskytuje při dotazu, obsahujícím zeměpisnou polohu, údaje nejen o obci, okresu a kraji, ale i o nadmořské výšce a dále, je-li to možné, i o názvu ulice, části a čtvrti, ke které dané místo náleží.

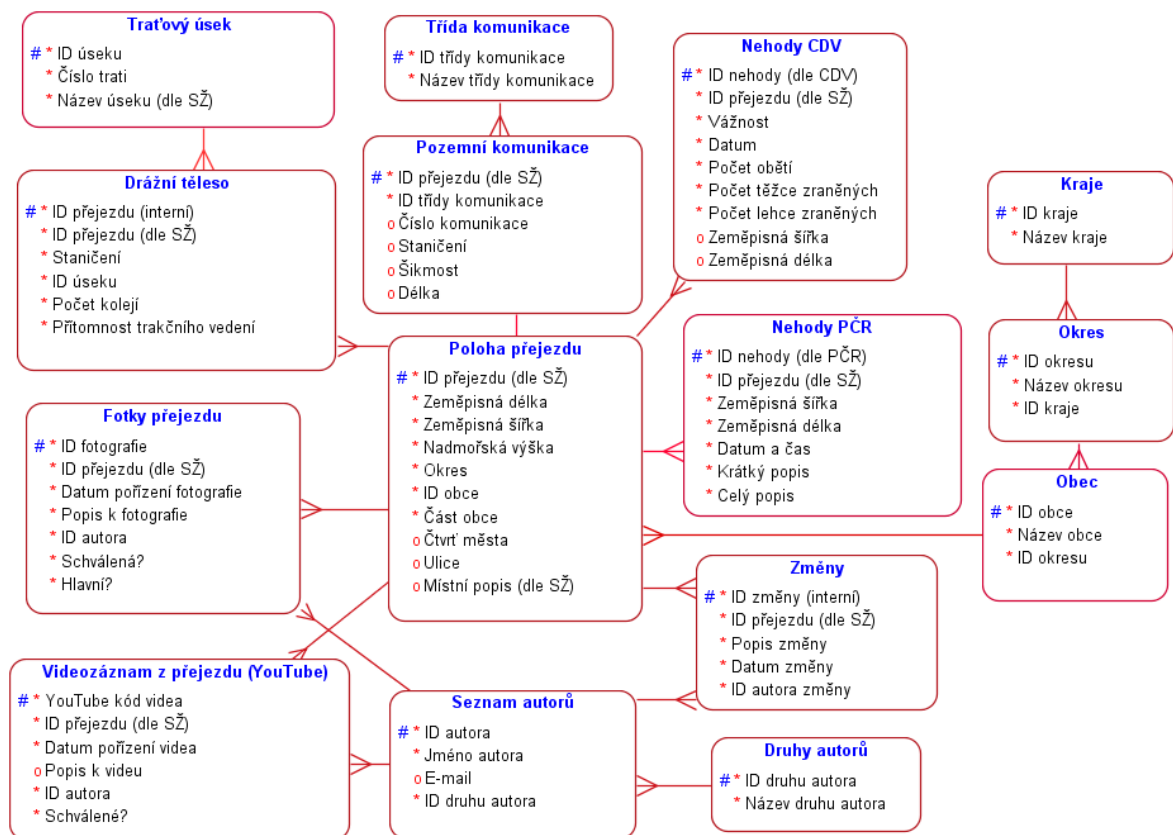
Dalšími daty, jež doplní základní údaje dokumentující stav železničního přejezdu, jsou ta od uživatelů. Především se bude jednat o fotografie a videa zachycující železniční přejezd. Tato funkce bude spuštěna s časovým odstupem po zveřejnění tohoto projektu, a to nejprve v testovacím režimu jen pro úzký okruh lidí. Z nahraných fotografií pak bude u každého přejezdu vybrána jedna hlavní, která zachycuje celkový pohled na křížení a bude tak na webových stránkách využita jako náhledová fotografie. Kromě zmíněných obrazových materiálů by dále návštěvníci mohli upozorňovat na různé změny na přejezdu, například na změnu stupně zabezpečení nebo přímo na úplné zrušení křížení. Zrušené či nově vzniklé přejezdy však budou také identifikovány průběžně webovou aplikací porovnáním dat z aktualizovaného souboru seznamu přejezdů od Správy železnic s daty dosavadními a naopak.

Posledními daty, s nimiž je v počáteční verzi informačního systému počítáno, jsou záznamy o nehodách. Webová aplikace Centra dopravního výzkumu sice umožňuje zobrazení všech polícií zaznamenaných nehod, avšak bez propojení s konkrétním železničním přejezdem. Součástí tohoto projektu tedy je nehody vozidel s vlaky pomocí zeměpisné polohy s konkrétními přejezdy propojit. Bude tak umožněno u jakéhokoliv přejezdu procházet nehody,

jež se na něm v minulosti odehrály, a upozorňovat tak na rizikovost nesprávného chování účastníků silničního provozu na přejezdech. Zároveň bude díky tomu možné posuzovat, jak moc je konkrétní křížení v porovnání s ostatními nebezpečné.

4.2.2. Databáze

Z uvedených požadavků na ukládání dat byl, s ohledem na normální formy, vytvořen návrh ER diagramu databáze (viz Obrázek 9). Nejdůležitější entita obsahuje polohu přejezdu a v něm především atribut veřejného evidenčního čísla. Ten slouží jako cizí klíč do dalších entit, které k přejezdu přiřazují data o pozemní komunikaci, o dráze, o nehodách, o zaznamenaných změnách a o odkazech na videa a fotografie dokumentující stav přejezdu. Kardinalita vztahu s entitou evidující data o pozemní komunikaci je 1:1, neboť je předpokládáno, že na jednom křížení je přítomna právě jedna pozemní komunikace. Počet záznamů v obou entitách je tedy totožný, avšak k jejich sloučení nebylo kvůli přehlednosti přistoupeno. Kardinalita vztahu s ostatními zmíněnými entitami je 1:N, a to i s entitou záznamů o dráze, neboť na jednom přejezdu může být souběh několika různých železničních tratí nebo vleček. V tabulce polohy přejezdu se dále nachází cizí klíč s automaticky vygenerovaným číslem, přes něj se lze dostat do propojené tabulky s názvem obce a pak dále k názvu okresu a kraje, ve kterém se křížení nachází. Tabulka se seznamem autorů pak bude zaznamenávat osoby či organizace, které stojí



Obrázek 9: ER diagram databáze

za záznamy uvedenými v přidružených tabulkách. Každý autor má uveden i svůj „druh“, od něhož lze odvíjet různá práva, která bude v budoucnu ve webové aplikaci mít.

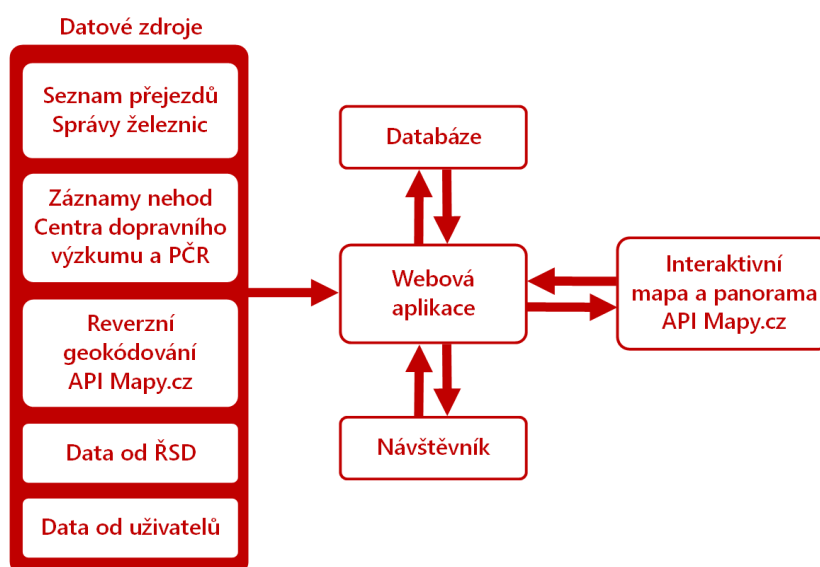
4.2.3. Webová aplikace

Samotná webová aplikace bude kromě prezentování dat sloužit i k jejich vkládání do databáze a průběžné aktualizaci. K tomu bude docházet především pomocí skriptů na zaheslované části webových stránek. U jejich tvorby bude počítáno s možností opakovatelného spouštění.

Veřejná část webové aplikace pak bude záznamy o přejezdech a nehodách přehledně prezentovat. Přejezdy bude možno zobrazovat jak přímým zadáním evidenčního čísla, tak i upřesněním lokality, v níž se křížení nachází (například názvu města). Bude též možné zobrazit naprosto všechny přejezdy bez nutnosti cokoli upřesňovat. Každý přejezd bude mít vlastní profil s bližšími podrobnostmi, které bude webová aplikace z databáze schopna získat. Srážky s vlakem pak budou uváděny především na oddělené stránce, na níž budou mít návštěvníci možnost nehody procházet chronologicky dle jimi zadaného období. Bude-li to možné, bude u nehody uveden odkaz na přejezd, kterého se nehoda týká. Seznam nehod bude uváděn i na již zmíněném profilu všech přejezdů. Dále bude připravena stránka pro osvětu o správném chování na přejezdech, jež bude zpracována až po finalizaci předchozích částí a zároveň v ideálním případě před svým zveřejněním konzultována s odborníky. To však bude úkolem některého z budoucích průchodů životním cyklem informačního systému. Nyní s tím bude pouze dopředu počítáno.

4.2.4. Architektura systému

Celková architektura tohoto informačního systému, obsahující jeho základní prvky, je znázorněna na *Obrázku 10*. Ze znázornění jasně vyplývá, že datové zdroje nejsou přímo napojeny na databázi, ale jsou nejprve zpracovány webovou aplikací v neveřejně přístupné



Obrázek 10: Architektura informačního systému

části. Až po úspěšném zápisu dat je může návštěvník přes webovou aplikaci procházet. Prostřednictvím webové aplikace pak interaguje i s API Mapy.cz, která graficky znázorňuje pozice jednotlivých železničních přejezdů.

4.2.5. Technologie tvorby systému

Prvním krokem bude dle plánů vytvoření databáze. Ta bude řízena v systému MySQL, který se u webových aplikací běžně používá a bude ho poskytovat i webový hosting, na němž webové stránky budou ve finále umístěny. Struktura databáze bude odvozena od ER diagramu a taktéž bude u všech atributů ve všech entitách určen vhodný datový typ tak, aby bylo možné potřebná data správně zapisovat. Poté bude databáze daty postupně naplňována. Nejprve seznamem přejezdů, na který pak budou logicky navazovat data ze zbylých zdrojů. Při vkládání dat bude kontrolována jejich správnost. Může se například stát, že datový typ u některého z atributů nebyl správně nastaven, dochází k problému s referenční integritou nebo je nějaký záznam z různých důvodů ve zdrojových datech neplatný. Na takové chyby by měl zároveň webový skript automaticky upozornit.

Webová aplikace bude využívat běžné jazyky určené pro její tvorbu. K nim bude přidána JavaScriptová knihovna jQuery s technologií AJAX, která umožní dynamické načítání určitých prvků na webových stránkách.

Dále bude webová aplikace hned u několika částí webu obsahovat API Mapy.cz, díky níž budou návštěvníci moci přejezdy procházet na interaktivní mapě. U každého přejezdu bude dále náhledová mapa a také, bude-li k dispozici, i funkce Panorama. API Mapy.cz bude taktéž využita již při vkládání dat do databáze, a to konkrétně u reverzního geokódování, kdy budou postupně ke každému železničnímu přejezdu doplněny údaje o územních jednotkách, ve kterých se nachází. Dále i o název ulice nebo nadmořskou výšku. Tyto údaje ostatní datové zdroje vůbec neuvádí, přitom jejich získání umožňuje vytvořit snadné vyhledávání přejezdů, případně v budoucnu tvorbu různých statistik.

4.2.6. Vzhled a název projektu

Projekt bude prezentován široké veřejnosti pod názvem „Křížení“. Místo jiných možných názvů, jako například „Přejezdy“ nebo „Pozor vlak“, byl vybrán především díky nikým nezaregistrované doméně „krozeni.cz“. Dále je název snadno zapamatovatelný a, i když ani v samotném oboru dopravy nemá jediný význam, lze si pod ním železniční přejezdy vybavit.

Další výhodou tohoto názvu je možnost snadného vepsání do typického znaku železničních přejezdů – výstražného kříže (viz *Obrázek 11*), konkrétně jednokolejné varianty A 32a. Ten, i ve verzi bez textu (viz *Obrázek 12*), bude sloužit jako grafická značka projektu nejen ve webové aplikaci, ale též například na sociálních sítích. Barva výstražného kříže (v HEX kódu #ce161e) bude na webových stránkách běžně využívána. Použitý font by měl svým vzhledem připomínat ceduli „POZOR VLAK“, která se umísťuje na světelné výstražníky PZZ. V analogii prostého využití výstražného kříže jako loga projektu bude i znak nehod na přejezdech (viz *Obrázek 13*) de facto

pouhým obrysem výstražné dopravní značky A 27 „Nehoda“. Dále se na webových stránkách budou objevovat zkosené prvky v identickém úhlu, který výstražné kříže mají.



Obrázek 11: Grafická značka projektu



Obrázek 12: Výstražný kříž



Obrázek 13: Symbol nehody

4.3. Realizace

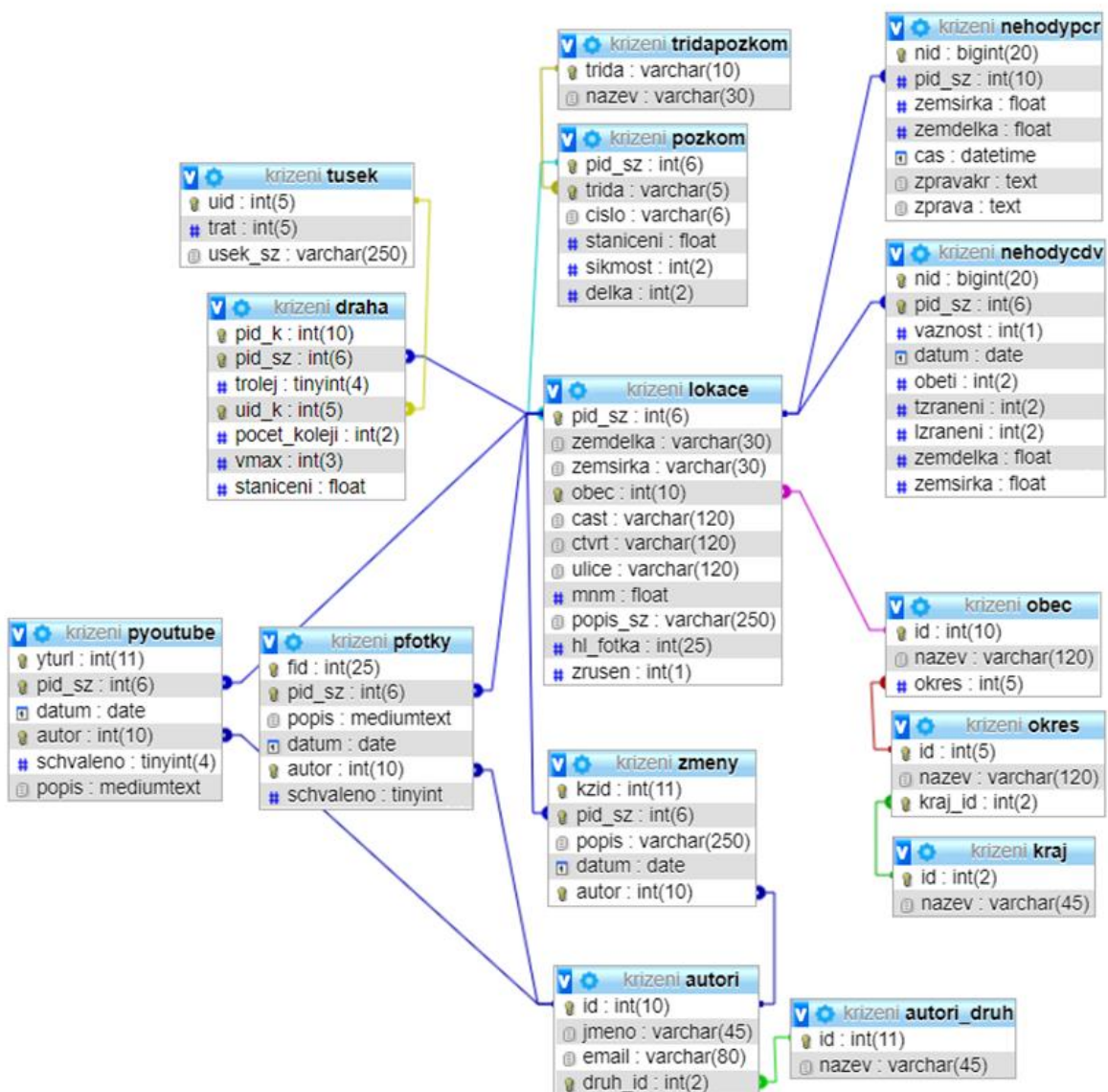
Systém bude od počátku tvořen na pouhém jednom lokálním počítači, čehož lze docílit například programem Wamp64. Vzhledem k tomu, že autor této bakalářské práce je zároveň jediným členem realizačního týmu, bylo vyhodnoceno toto řešení jako optimální. Z toho důvodu bylo předem nanečisto vyzkoušeno, že přesun všech souborů webové aplikace, včetně databáze s veškerými daty, které obsahuje, na webový hosting je bezproblémové a lze tento postup po vytvoření finální verze na lokálním serveru bez potíží realizovat.

4.3.1. Vytvoření databáze

Finální verze struktury databáze, včetně datových typů a primárních a cizích klíčů, obsahuje celkem 15 entit. K vytvoření této přesné struktury byl využit program MySQL Workbench, z něhož byl vygenerován kód v jazyku SQL, kterým se po spuštění v nástroji phpMyAdmin, jenž umožňuje správu databází MySQL, veškerá struktura databáze vytvořila a bylo možné ji okamžitě plnohodnotně používat. Na *Obrázku 14* se nachází celé relační schéma vygenerované přímo v phpMyAdmin z již funkční databáze. Názvy entit a atributů jsou v této konečné podobě databáze pojmenovány zjednodušeně bez diakritických znamének, velkých písmen nebo mezer. Jinak by hrozily problémy při spuštění kódu v SQL.

4.3.2. Naplnění databáze

Dle plánů je jako první zpracován soubor se seznamem přejezdů od Správy železnic. Celá tabulka byla převedena do jednoduchého datového formátu CSV a poté v nástroji phpMyAdmin do databáze nahrána jako zcela nová entita, aniž by byla jakkoliv propojena s entitami ostatními. Ačkoliv samotný soubor CSV by webová aplikace taktéž uměla zpracovat, nahrání do databáze bylo realizačním týmem zvoleno pro snadnější procházení dat v tabulce. V nevěřejné části



Obrázek 14: Finální podoba relačního schématu databáze

webové aplikace byl následně vytvořen skript v PHP kódu, který celou právě vloženou tabulku řádek po řádku prochází a přepisuje data do ostatních entit. V tomto případě se jedná o zápis hodnot hlavně do tabulek *lokace*, *pozkom*, *draha* a *tusek*. Tabulka *tridapozkom* byla předtím manuálně naplněna pěti záznamy (viz *Tabulka 1*), jež pokrývají třídy kategorií pozemních komunikací všech záznamů v podřízené tabulce *pozkom* tak, aby nevznikaly odkazy „do prázdna“. Ze stejného důvodu musí též před vložením záznamu do tabulky *draha* být nejprve vložen záznam do *tusek*, pakliže se tak již nestalo. V některých případech totiž i několik desítek přejezdů leží na identickém traťovém úseku, kvůli čemuž se tato data nachází v oddělené tabulce. Atribut *tusek.uid* je generován automaticky a slouží jako primární klíč. Atribut *tusek.trat* bohužel z dostupných datových zdrojů nebylo možné doplnit, je s ním však do budoucna počítáno. Prozatím nabývá pokaždé prázdné množiny *NULL* (viz *Tabulka 2*).

trida	nazev
I.	silnice I. třídy
II.	silnice II. třídy
III.	silnice III. třídy
MK	místní komunikace
O	účelová komunikace

Tabulka 1: Data v entitě "tridapozkom"

uid	trat	usek_sz
211	NULL	Kout na Šumavě - Domažlice
212	NULL	Železná Ruda-Alžbětín - Špičák
213	NULL	Špičák - Hamry-Hojsova Stráž
214	NULL	Hamry-Hojsova Stráž - Zelená Lhota
215	NULL	Zelená Lhota - Nýrsko
216	NULL	Nýrsko - Janovice nad Úhlavou
217	NULL	žst. Janovice nad Úhlavou

Tabulka 2: Vzorek dat v entitě "tusek"

Dále byl vytvořen skript na doplnění dostupných dat od ŘSD, které obsahují bližší údaje o železničních přejezdech na silnicích I., II. a III. tříd. Díky tomu byla v entitě *pozkom*, pakliže to bylo možné, vepsána data do sloupců *cislo*, *staniceni*, *sikmost*, *delka* a také v tabulce *draha* do atributu *pocet_koleji*. Posledně jmenovaný údaj, *pocet_koleji*, však byl skriptem do databáze vepsán pouze pokud se na daném přejezdu nacházel pouze jeden záznam v tabulce *draha*. Pokud křížením prochází více tratí nebo vleček, nebylo, až na výjimky, možné posoudit, kolik kolejí z jejich celkového počtu ke každé z drah náleží. Existují však speciální případy, kdy se celkový počet kolejí rovná počtu záznamů v tabulce *draha*. Pak lze usoudit, že každá z uvedených drah bude mít právě jednu kolej. K takovému přístupu však nyní přikročeno nebylo – realizační tým předpokládá, že počet kolejí v budoucnu získá z jiného, častěji aktualizovaného zdroje. Bylo totiž namátkou zjištěno, že u nedávno rekonstruovaných železničních tratích, kde se počet kolejí po přestavbě změnil, se tento fakt v datech ŘSD doposud neprojevil. Celkově je tedy nutné data o počtu kolejí brát s rezervou.

Díky disponování i se staršími soubory s daty o železničních přejezdech od Správy železnic bylo možné vytvořit další skript, který data z různých starých souborů automaticky porovná a zjišťuje, zda došlo k vybudování, nebo naopak k zániku některého z přejezdů. Takové zjištění pak lze zapsat do tabulky *zmeny*. Ta je však podřízená tabulce *autori*, která je podřízena tabulce *autori_druh*. Pro tento účel tedy byl manuálně vložen nový druh autora „robot“ a následně autor „data Správy železnic, s. o.“. Teprve poté bylo možné tento skript spustit. Pakliže se ve starším záznamu přejezd nacházel, avšak v tom současném nikoliv, bylo usouzeno, že byl přejezd zrušen. Proběhlo, stejně jako u vkládání přejezdů z nejnovějšího datového souboru, vložení záznamu do příslušných tabulek jen s tím rozdílem, že u atributu *lokace.zrusen* byla vepsána hodnota 1 a taktéž byl proveden zápis k tomuto přejezdu do tabulky *zmeny*. Pokud se ve starším datovém souboru některý přejezd nenacházel, avšak v novějším již ano, bylo usouzeno, že přejezd byl mezitím vybudován a pouze proběhl příslušný zápis do tabulky *zmeny*. U obou typů změn byl atribut *zmeny.datum* uveden orientačně dle datumu poslední aktualizace novějšího souboru.

Podstatného rozšíření dat o lokaci, v níž se křížení nachází, lze docílit reverzním geokódováním pomocí API Mapy.cz. Tímto způsobem budou postupně u všech přejezdů doplněny názvy u atributů *cast*, *ctvrt*, *ulice* a *mnm* v tabulce *lokace*. Dále názvy v tabulkách *obec*, *okres* a *kraj*.

S tím souvisí i automatické vygenerování primárního klíče u tabulek *obec* a *okres*. V tabulce *kraj* byl proveden pravý opak – tedy k získanému ID, které API poskytuje, byl přiřazen odpovídající název.

Jelikož reverzní geokódování API Mapy.cz probíhá v jazyce JavaScript, avšak k databázi je připojováno skripty v PHP, byly přejezdy naplňovány postupně pomocí technologie AJAX. Za tímto účelem vznikly hned tři webové soubory:

- **skript v PHP na postupné procházení přejezdů v databázi**

Tento soubor má za úkol pouze zjistit, který přejezd ještě nemá v databázi vyplněna data o své lokaci, a načíst jeho evidenční číslo, zeměpisnou šířku a délku. Všechny tři údaje v URL adrese (přes GET požadavky) odesílá následujícímu skriptu.

- **skript v JavaScriptu na samotné reverzní geokódování**

V tomto souboru se již nachází API Mapy.cz. Ze získané zeměpisné polohy, již vyčte z URL adresy, se provede načtení všech možných údajů, a to včetně nadmořské výšky. Vše je vloženo do připravených HTML elementů, které slouží pro kontrolu úspěšného získání dat. Následně je díky technologii AJAX zavolán další skript, jenž obdrží ID přejezdu a všechna právě získaná data. Při úspěšném načtení je veškerý obsah stránky ze zavolaného skriptu vepsán v rámci zpětné kontroly do dalšího připraveného HTML elementu.

- **skript v PHP na zápis získaných hodnot do databáze**

Tento skript všechna data postupně vkládá do odpovídajících tabulek a atributů. Jelikož musí být vždy dodržena referenční integrita, postupuje se v následujícím pořadí: *kraj* → *okres* → *obec* → *lokace*.

Do entity *kraj* (viz *Tabulka 3*) bylo všech 14 záznamů vepsáno manuálně tak, aby se jím již skript nemusel zabývat. Následuje tedy zápis do tabulky *okres* (viz *Tabulka 4*). Před zápisem se skript přesvědčí, že se záznam se stejným názvem již v tabulce nenachází (viz *Ukázka kódu 1*).

```
$okres = $link->query("SELECT * FROM `okres` WHERE `nazev` = '{ $okres }'");  
if ($okres->num_rows == 0) {  
    $link->query("INSERT INTO `okres` (`id`, `nazev`, `kraj_id`) VALUES  
(NULL, '{ $okres }', '{ $kraj_id }');");  
    echo "Zápis okresu { $nokres } proběhl v pořádku. ID kraje: { $kraj_id }";  
}
```

Ukázka kódu 1: Naplnění entity "okres"

Obdobně je postupováno i u tabulky *obec* (viz *Tabulka 5*) jen s tím rozdílem, že ačkoliv název okresu je unikátní, u obcí tomu tak v rámci celého Česka není. Proto je u předchozích záznamů kromě totožného názvu zároveň kontrolován i stejný okres. Jinak by například místo hned pěti obcí „Staré Město“, které leží různě po republice, byla v databázi jen jedna.

Na úplný konec jsou v entitě *lokace* (viz *Tabulka 6*) vyplněny atributy *obec* (cizí klíč ze stejnojmenné tabulky), *cast* a *mnm*. Jsou-li k dispozici, tak i *ulice* a *ctvrt*.

id	nazev
6	Královehradecký
7	Pardubický
8	Olomoucký
9	Zlínský
10	Hlavní město Praha

Tabulka 3: Ukázka dat v entitě "kraj"

id	nazev	kraj_id
51	Hradec Králové	6 [->]
52	Rychnov nad Kněžnou	6 [->]
53	Ústí nad Orlicí	7 [->]
54	Šumperk	8 [->]
55	Olomouc	8 [->]

Tabulka 4: Ukázka dat v entitě "okres"

id	nazev	okres
905	Převýšov	51 [->]
906	Chlumec nad Cidlinou	51 [->]
907	Stará Voda	51 [->]
908	Chudeřice	51 [->]
909	Káranice	51 [->]

Tabulka 5: Ukázka dat v entitě "obec"

pid_sz	zemdelka	zemsirka	obec	cast	ctvrt	ulice	mnm	popis_sz	hl_fotka	zrusen
7756 [->]	17° 44' 34.13799" E	50° 04' 00.53727" N	1674 [->]	Pod Cvilínem	NULL	NULL	300	Červený dvůr	NULL	0
7757 [->]	17° 45' 18.88620" E	50° 02' 56.35483" N	1709 [->]	Úvalno	NULL	NULL	295	zn.Úvalno	NULL	0
7758 [->]	17° 46' 09.43363" E	50° 01' 43.54406" N	1710 [->]	Pustý Mlýn	NULL	NULL	285	cyklostezka k statku	NULL	0
7759 [->]	17° 47' 02.32793" E	50° 00' 46.07964" N	1710 [->]	Skrochovice	NULL	Hraniční	288.215	ul. Hraniční Skrochovice	NULL	0
7761 [->]	17° 47' 34.29866" E	50° 00' 26.40081" N	1711 [->]	Holasovice	NULL	NULL	289.726	polní před hřbitovem Skrochovice	NULL	0
7762 [->]	17° 48' 12.92177" E	50° 00' 02.10987" N	1711 [->]	Holasovice	NULL	NULL	288	Holasovice zn.	NULL	0
7763 [->]	17° 48' 34.93154" E	49° 59' 47.45832" N	1711 [->]	Holasovice	NULL	NULL	282	Přechod pro pěší Holasovice	NULL	0

Tabulka 6: Ukázka dat v entitě "lokace"

Nyní zůstávají prázdnými pouze entity *pfotky*, *pyoutube*, *nehodycdv* a *nehodypcr*. První dvě tabulky byly vytvořeny ke vkládání dat o fotkách a videích, které budou moci k jednotlivým přejezdům uživatelé v budoucnu nahrávat.

Co se týče *nehodycdv*, do této entity budou vkládány všechny srážky s vlakem, které zveřejňuje Centrum dopravního výzkumu z dat od Policie ČR. Problémem ovšem je, že data neobsahují evidenční číslo přejezdu, dle kterého by je šlo snadno spárovat s konkrétním křížením. Proto byl vytvořen skript, jenž zeměpisnou polohu uvedenou u dané nehody porovná se zeměpisnými polohami všech přejezdů, které jsou v databázi, a k tomu nejbližšímu ji přiřadí. Je však nastavena meze (150 metrů) při jejímž překročení nejbližší přejezd k nehodě přiřazen není. Některé srážky s vlakem se totiž odehrávají například v uzavřených areálech nebo daný přejezd prozatím v databázi jednoduše není. Nehoda však i tak do tabulky vepsána je, akorát s nedefinovaným evidenčním číslem přejezdu. Navíc je přidán, oproti zbylým případům, údaj

o zeměpisné poloze nehody k možnému pozdějšímu spárování v případě, že takový přejezd bude do databáze časem doplněn.

```
// $nzs, $nzd -> zem. šířka a délka zkoumané nehody (již získána)
// funkce DMStoDEC() upravuje zápis zeměpisné polohy na desetinné číslo
$prejezdy = $link->query("SELECT `pid_sz`, `zemdelka`, `zemsirka` FROM
`lokace`"); // -> výpis všech přejezdů z databáze
$konvzdalenost = 1000;
while($prejezd = $prejezdy->fetch_assoc()) {
    $pzs = DMStoDEC($prejezd['zemsirka']); // -> zem. šířka přejezdu
    $pzd = DMStoDEC($prejezd['zemdelka']); // -> zem. délka přejezdu
    // výpočet vzdálenosti
    $distance = sqrt(pow($pzs-$nzs,2) + pow($pzd-$nzd,2));
    if ($distance < $konvzdalenost) {
        // nová konečná vzdálenost
        $konvzdalenost = $distance;
        // zaznamenání čísla nového nejbližšího přejezdu
        $vitezny = $prejezd['pid_sz'];
    }
}
```

Ukázka kódu 2: Přřazení nejbližšího přejezdu k nehodě

V *Ukázce kódu 2* je zmíněný skript uveden. Cyklem `while` je zeměpisná poloha nehody postupně porovnávána se zeměpisnou polohou všech přejezdů v databázi. K tomu slouží rovnice¹ na výpočet vzdálenosti v proměnné `distance`. Před dosažením hodnot zeměpisné šířky a délky z databáze přejezdů je kvůli rozdílné formě zápisu nutné nejprve údaje převést na desetinné číslo funkcí `DMStoDEC()`, která byla pro tento účel naprogramována. Pokud je získaná vzdálenost menší než doposud nejnižší v proměnné `konvzdalenost`, je tato vzdálenost nastavena jako nová konečná vzdálenost a zároveň je určen „vítězný“ přejezd.

V *Tabulce 7* je uvedena ukázka takto získaných dat včetně případu, kdy nehoda k žádnému přejezdu přiřazena nebyla, respektive byla k přejezdu s ID 0, který ve skutečnosti neexistuje a jedná se pouze o testovací záznam v tabulce *lokace*. V tabulce je zaznamenáno datum nehody a její vážnost.² Pro získání dalších informací je v atributu *nid* zaznamenáno ID nehody, jež je shodné s tím, které používá Centrum dopravního výzkumu. Lze tak díky tomu přes toto ID, prostřednictvím URL adresy <https://nehody.cdv.cz/detail.php?p1=nid>, přejít

¹ Je nutno podotknout, že výsledek výpočtu této rovnice nenabývá žádných známých jednotek vzdálenosti. Na metry je konečná vzdálenost díky odpovídající konstantě převedena až po skončení cyklu. Konstanta byla určena z porovnání hodnot získaných skriptem z hodnot odměřených v aplikaci *map*. Po převodu konečné vzdálenosti na metry pak pouze došlo k porovnání se zmíněnou mezí, při jejímž překročení nebyla nehoda k žádnému křížení přiřazena.

² Indexy u vážnosti nehody:

0 – smrtelná nehoda; 1 – nehoda s minimálně jedním těžkým zraněním, avšak bez úmrtí;

2 – nehoda s minimálně jedním lehkým zraněním, avšak s ničím vážnějším; 3 – nehoda bez zranění

přímo na stránky CDV a získat nespočet dalších informací – o věku zúčastněných osob, o délce řídičské praxe nebo o výši škod. Tato data prozatím shromažďována nebudou.

nid	pid_sz	vaznost	datum	obeti	tzraneni	lzraneni	zemdelka	zemsirka
10106200580	6029 [->]	1	2020-06-14	0	1	9	NULL	NULL
50206200640	5384 [->]	3	2020-06-14	0	0	0	NULL	NULL
70306200667	0 [->]	3	2020-06-12	0	0	0	18.5498	49.8161
11606200345	2244 [->]	0	2020-06-07	1	2	0	NULL	NULL
10606200340	2762 [->]	3	2020-06-04	0	0	0	NULL	NULL
10206200235	273 [->]	3	2020-05-26	0	0	0	NULL	NULL
41006200707	2969 [->]	3	2020-05-24	0	0	0	NULL	NULL

Tabulka 3: Ukázka dat v tabulce "nehodycdv"

Protože data, která uvádí CDV, jsou aktualizována pouze zhruba jednou měsíčně, byla jako další zdroj pro zjišťování informací o nehodách na přejezdech zvolena aplikace přímo od Policie ČR. Ta na svých webových stránkách uvádí aktuální dopravní informace z celé České republiky, tedy včetně střetů vozidel s drážními prostředky. Lze z nich vyčíst třeba jen několik minut staré nehody, které lze opět dle zeměpisné polohy spárovat s patřičným přejezdem a zapsat do databáze, konkrétně tabulky *nehodypcr*. Oproti datům od CDV však nelze získat další podrobnosti jako například počet zraněných či mrtvých, jenž ostatně v době zveřejnění ani nemusí být znám. Při každé aktualizaci nehod od CDV tedy budou tyto aktuální nehody v patřičném rozsahu odstraněny. Teoreticky by tedy měl být při aktualizaci dat od CDV počet nových záznamů v tabulce *nehodycdv* shodný s počtem záznamů, které budou za stejné období odstraněny z tabulky *nehodypcr*.

nid	pid_sz	zemsirka	zemdelka	cas	zpravakr	zprava
1626538049740	6680 [->]	49.6438	17.072	2021-07-17 18:05:00	nehoda; střet vlaku s OA, bez zranění.	Od 17.7.2021 18:05 do 21:00; na silnici 44912 u obce Senice na Hané okres Olomouc; mezi obcemi Odrlice a Dubčany; nehoda; střet vlaku s OA, bez zranění.
1626919494703	4112 [->]	50.1665	16.271	2021-07-22 03:05:00	nehoda; NA x vlak, PČR, HZS jedou na místo	Od 22.7.2021 03:05 do 05:10; v ulici Jiráskova v obci Rychnov nad Kněžnou; nehoda; NA x vlak, PČR, HZS jedou na místo

Tabulka 4: Ukázka dat v tabulce "nehodypcr"

Jelikož zmíněné dopravní informace od policie obsahují jen textový popis, probíhá filtrování nehod na přejezdech přes klíčové slovo „vlak“. Bylo zvažováno též slovo „přejezd“, avšak kvůli možné záměně s cyklistickými přejezdy, které s tímto projektem nijak nesouvisí, k tomuto rozšíření nedošlo. I tak, z prvotních zkušeností, algoritmus srážky s vlaky bez problémů tímto způsobem zachytává (viz *Tabulka 8*).

V rámci testování byly zavedeny e-mailové notifikace, které realizační tým v případě zápisu aktuálního hlášení o nehodě do databáze automaticky upozorní odesláním zprávy (viz *Obrázek 15*). Jejím obsahem je, kromě podrobností o nehodě od policie, i výsledek propojení

s konkrétním železničním přejezdem. Lze tak průběžně kontrolovat správný chod skriptu a v případě potíží kód operativně upravovat, čehož bylo několikrát využito.

Zároveň bylo, nad rámec plánů, ve skriptu nastaveno publikování takových nehod i na speciální účet na sociální síti Twitter. Ještě před zveřejněním webové aplikace tak je komukoliv nabízen přehled všech zaznamenaných aktuálních hlášení o nehodách na železničních přejezdech, čímž může být veřejnost ještě lépe upozorněna na tuto problematiku a zároveň se o tomto projektu dozvědět.

Před zpřístupněním webových stránek veřejnosti je u každého takového „tweetu“ vygenerován odkaz na Mapy.cz s danou polohou nehody. Poté, co budou webové stránky oficiálně spuštěny, je v plánu místo nich publikovat odkazy přímo na Křížení.cz s konkrétním přejezdem, dojde-li k jeho bezproblémovému nalezení.



Obrázek 15: Ukázka interní e-mailové notifikace o nehodě na železničním přejezdu



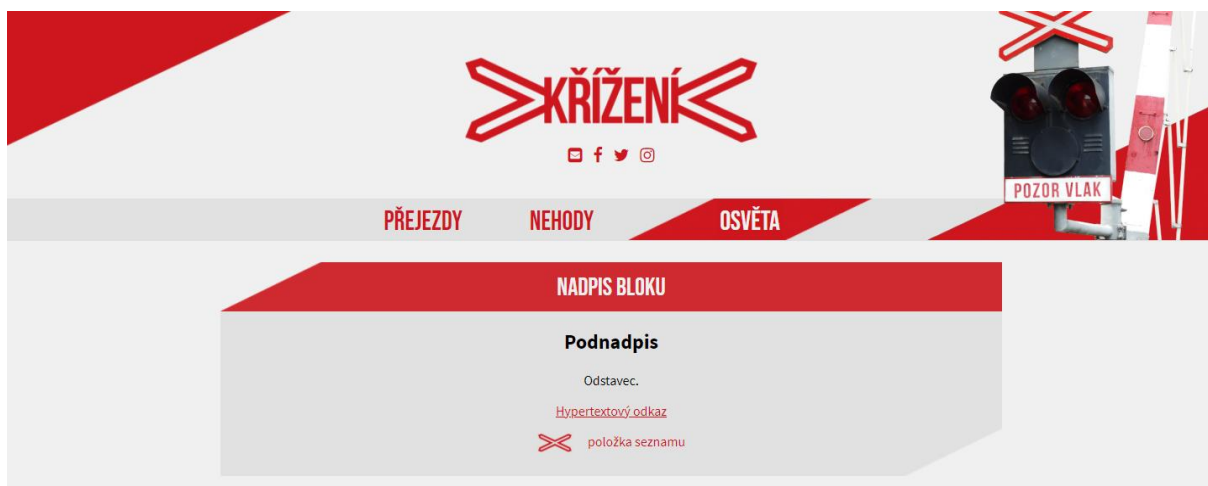
Obrázek 16: Ukázka současné podoby automaticky publikovaných "tweetů"

4.3.3. Vytvoření prezentační vrstvy webové aplikace

Nejprve byla základně nastíněna struktura veřejně přístupné části webové aplikace. S ohledem na nejvyšší možnou jednoduchost a přehlednost se jednalo o vytvoření pouze čtyř hlavních stránek: „Přejezdy“, „Nehody“, „Osvěta“ a domovská stránka. Kromě několika dalších vedlejších stránek, mezi něž patří konkrétně stránka s kontaktními údaji, stránka s informacemi o projektu a stránka pro případ chyby 404 „stránka nenalezena“, není s žádnou další v této etapě projektu počítáno.

Dále došlo k vytvoření základního vzhledu webových stránek (viz *Obrázek 17*) odvíjejícího se z předchozí fáze životního cyklu. Byly tedy použity zkosené červené prvky, které mají odkazovat na výstražný kříž. Pro větší zřetelnost, že se webové stránky zabývají skutečně železničními přejezdy, byl do pravého horního rohu v hlavičce aplikace umístěn světlý výstražník PZZ.

V hlavní části, mezi hlavičkou a zápatím, bude zobrazen obsah stránky, který budou výhradně tvořit navzájem oddělené „bloky“ – prvky s libovolným obsahem, jež zpravidla tvoří nadpis na horní liště, která je taktéž zvýrazněna červenou barvou, a dále libovolný obsah. Tyto bloky budou moci být naprogramovány ve vlastních souborech nezávisle na ostatních a na danou stránku pak pouze vloženy jako skládačka v libovolném pořadí.



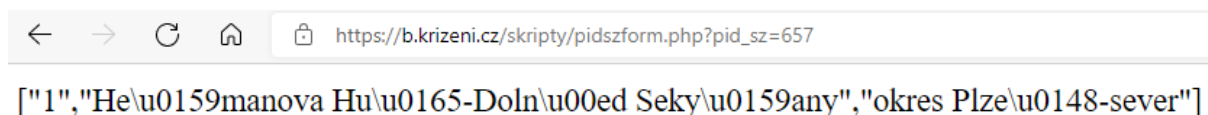
Obrázek 17: Základní vzhled webových stránek

První vytvořený blok umožňuje zadání evidenčního čísla železničního přejezdu (viz Obrázek 18). Jedná se o jednoduchý formulář s jedním číselným polem, jenž svým vzhledem evokuje bílé samolepky s černým fontem umístěvané na samotných přejezdech. Ihned po vepsání prvních číslic se prostřednictvím technologie AJAX provádí ověření, zda se křížení s daným evidenčním číslem skutečně nachází v entitě *lokace*. Pokud ano, zobrazí se kromě elementu formulářového tlačítka k odeslání zároveň i textová poloha daného křížení. Díky tomu si návštěvník může ještě před odesláním formuláře ověřit, zda je jím zadané evidenční číslo správné.



Obrázek 18: Blok s možností zadání evidenčního čísla přejezdu

V *Ukázce kódu 3* je kopie kódu, který obstarává komunikaci s PHP skriptem. Tomu stačí poskytnout GET požadavek „pid_sz“ obsahující uživatelem zadanou hodnotu evidenčního čísla k tomu, aby následně vygeneroval výstup v datovém formátu JSON (viz Obrázek 19), jenž nejprve uvádí, zda byl přejezd nalezen (hodnota "1"), nebo nikoliv (hodnota "0"). Druhá položka obsahuje název obce, případně i její části, a ulici, v níž se křížení nachází. Ve třetí je pak obsažen okres.



Obrázek 19: Výstup PHP skriptu, jenž zjišťuje evidenci přejezdu v databázi

```

$.ajax({
  type: "GET",
  url: "https://b.krizeni.cz/skripty/pidszform.php",
  data: "pid_sz=" + pid,
  dataType: "json",
  success: function(json) {
    if (json[0] == "1") {
      if ($("#pzadejidinput").val() == pid) {
        if (json[1].length > 33) {
          var padresa = json[1].substring(0,32)+"...";
        } else {
          var padresa = json[1];
        }
        $("#pid-submit").html("<span id='pidsztlodkaz'>Zobrazit  

přejezd</span><br />" + padresa + ",<br />" + json[2]);
      }
    } else {
      $("#pid-submit").html("Křížení s tímto číslem nebylo v databázi  

nalezeno.");
    }
  }
});

```

Ukázka kódu 3: Kontrola existence záznamu o přejezdu technologií AJAX

Po úspěšném odeslání tohoto formuláře se návštěvník ocitne na profilu odpovídajícího železničního přejezdu (viz *Obrázek 20*). Získá zde všechny informace, které je schopna webová aplikace zpracováním dostupných dat o daném křížení nabídnout. V horní liště, kde se u výchozí podoby bloku nachází pouze nadpis, je kromě evidenčního čísla přejezdu zobrazena i jeho textová lokace, nadmořská výška a zeměpisné souřadnice. Následují na odděleném objektu informace o dráze a pozemní komunikaci. Pod nimi je pokaždé umístěna interaktivní mapa s polohou přejezdu, vedle které je, pokud je k dispozici, vyobrazeno Panorama. Pakliže není, zobrazí se místo něj alespoň letecký snímek. *Ukázka kódu 4* představuje jednoduchý postup k docílení této funkce.

```

var options = {
  nav: true, // povolení navigace
  fov: Math.PI/4 // výchozí přiblížení
};
var panoramaScene = new
SMap.Pano.Scene(document.querySelector("#panorama"), options);
// definování zeměpisné polohy pro zobrazení Panoramy
var position = SMap.Coords.fromWGS84(<?= $x ?>, <?= $y ?>);
// nalezení nejvhodnějšího místa Panoramy
SMap.Pano.getBest(position, 20).then(function(place) {
  panoramaScene.show(place);
}, function() {
  // definování zeměpisné polohy pro případné zobrazení leteckého snímku
jako náhrady za Panoramu
  var center = SMap.Coords.fromWGS84(<?= $x ?>, <?= $y ?>);
  var m = new SMap(JAK.gel("panorama"), center, 18);
  m.addDefaultLayer(SMap.DEF_OPHOTO).enable();
});

```

Ukázka kódu 4: Zobrazení Panoramy, případně leteckého snímku



P8244

ulice Hornomlýnská, Zlín,
okres Zlín, Zlínský kraj

225 m n. m.

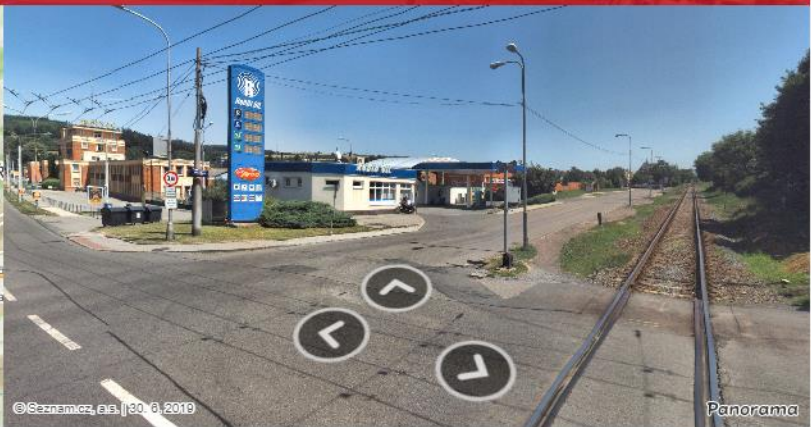
49° 13' 32.67383" N 17° 41' 31.37496" E

DRÁHA

Zlín střed - Lípa n.Dřevnicí (km 12,743)
bez trakčního vedení

POZEMNÍ KOMUNIKACE

místní komunikace
u nemocnice, Podvesná



Nehody na tomto přejezdu

od roku 2007 celkem **7 nehod**
obětí na životech: **1** / těžce zraněných: **2** / lehce zraněných: **3**



06. 01. 2021 – **smrtelná nehoda**

obětí na životech: **1** / těžce zraněných: **0** / lehce zraněných: **0**

[více podrobností o nehodě >>](#)



23. 09. 2020 – **nehoda s těžkými zraněními**

těžce zraněných: **1** / lehce zraněných: **0**

[více podrobností o nehodě >>](#)



21. 05. 2020 – **nehoda bez zranění**

[více podrobností o nehodě >>](#)

zdrojem dat o tomto přejezdu je Správa železnic
data o nehodách čerpáme od Centra dopravního výzkumu a Policie ČR – [více informací o našich zdrojích](#)

odkaz ke sdílení:

<https://b.krizeni.cz/P8244>

[Nahlásit chybu](#)

Obrázek 20: Profil železničního přejezdu

V této etapě je posledním prvkem v profilu přejezdu seznam srážek s vlakem, jež se v jeho blízkém okolí odehrály. Jednotlivé nehody jsou pro přehlednost označeny barevně od světle červené, pokud nedošlo k fyzické újmě zúčastněných, až po černou v případě, došlo-li k úmrtí.

Na stránce „Nehody“ bude umístěn blok (viz *Obrázek 21*), který bude srážky vozidel s vlaky zobrazovat chronologicky nezávisle na místě, kde k nim došlo. Vzhled seznamu je obdobný jako u profilu přejezdu – byl pouze doplněn o odkaz k zobrazení profilu konkrétního křížení a o formulář, jímž lze specifikovat libovolné období od 1. 1. 2007 po nejnovější záznam od CDV. Na stejné stránce lze dále najít v samostatném bloku výpis aktuálních hlášení o nehodách od Policie ČR.

STARŠÍ NEHODY S DETAILNÍMI INFORMACEMI

od **01.01.2021** do **31.01.2021** **zobrazit**

- 10. 01. 2021 - **nehoda bez zranění**
P762 / [o nehodě >>](#)
- 08. 01. 2021 - **nehoda bez zranění**
neznámý přejezd / [o nehodě >>](#)
- 06. 01. 2021 - **smrtelná nehoda**
obětí na životech: 1 / těžce zraněných: 0 / lehce zraněných: 0
P8244 / [o nehodě >>](#)
- 06. 01. 2021 - **nehoda bez zranění**
P1463 / [o nehodě >>](#)
- 06. 01. 2021 - **nehoda s lehkými zraněními**
lehce zraněných: 1
P1014 / [o nehodě >>](#)

data o nehodách čerpáme od Centra dopravního výzkumu – [více informací o našich zdrojích](#)

v zadané období celkem **17 srážek** s vlakem (obětí na životech: **3** / těžce zraněných: **0** / lehce zraněných: **6**)

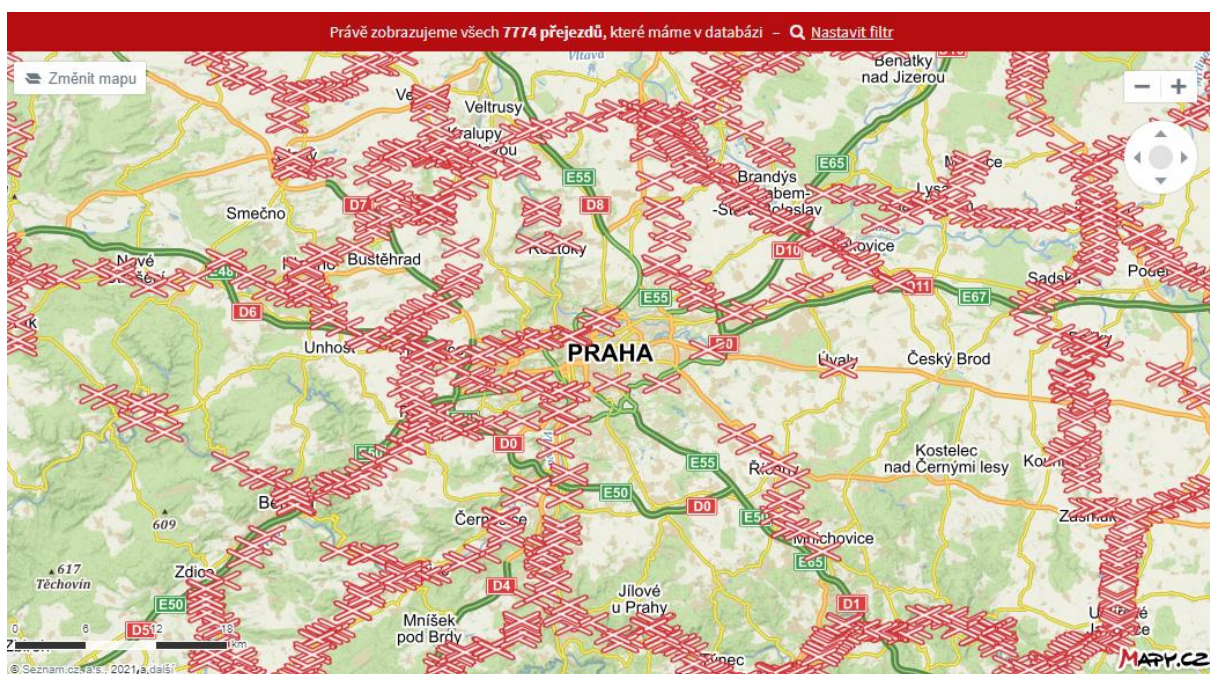
Obrázek 21: Blok se seznamem srážek na stránce "Nehody"

Aby měli návštěvníci stránek možnost vyhledávat přejezdy i podle jejich zeměpisné polohy, nachází se na stránce „Přejezdy“ interaktivní mapa všech křížení obsažených v databázi (viz *Obrázek 22*). Po rozkliknutí kteréhokoliv bodu s ikonou výstražného kříže se nejprve zobrazí evidenční číslo příslušného přejezdu. Kliknutím na něj následně i profil daného přejezdu. Nad mapou se nachází lišta s údajem o počtu právě zobrazených přejezdů. Ten lze měnit filtrem, který se nachází v samostatném bloku pod mapou. V něm může návštěvník zadat název ulice, obce, okresu nebo kraje a tím tak zobrazit pouze ta křížení, jež mu odpovídají, přičemž vyhledávání okresu je možné pouze při zadání slova „okres“ před vepsaný název. Důvodem je nutnost odlišit název obce od názvu okresu. Například při zadání hesla „Havlíčkův

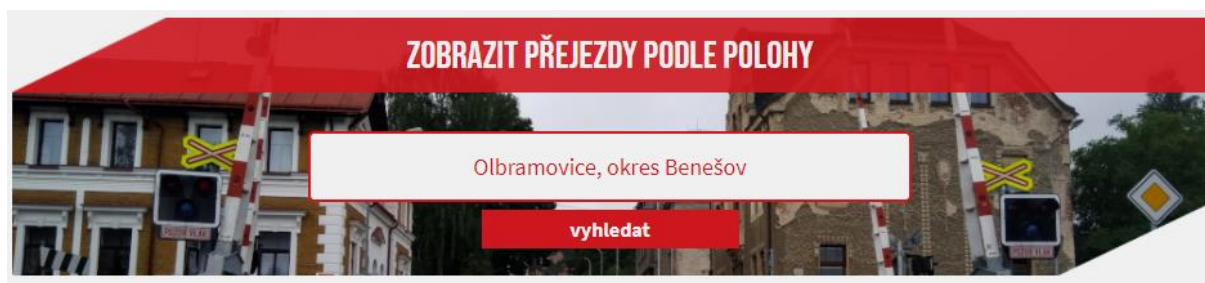
Brod“ jsou na mapě vygenerována pouze křižení nacházející se ve stejnojmenném městě. Pro zobrazení přejezdů v celém okrese je nutné zadat „okres Havlíčkův Brod“.

Pro možnost vyšší specifikace lze uvést více těchto údajů najednou. Kupříkladu při zadání názvu „Olbramovice“ se na mapě zobrazí celkem šest přejezdů – čtyři v okrese Benešov a dva další u Moravského Krumlova. Doplněním názvu okresu či kraje může uživatel webové aplikace jasně identifikovat, kterou z těchto dvou stejnojmenných obcí má na mysli. Zápis ve vyhledávacím poli by pak mohl vypadat jako na *Obrázku 23*. K možnosti využít tuto funkci navádí samotné textové pole, jež ve výchozím stavu obsahuje náhodně vygenerované příklady k vyhledávání.

Na hlavní stránce webové aplikace jsou pro rychlý přístup vyobrazeny tři již zmíněné bloky: zobrazení přejezdu podle evidenčního čísla, vyhledávání přejezdů podle polohy a aktuální hlášení o nehodách.



Obrázek 22: Interaktivní mapa přejezdů



Obrázek 23: Vyhledávací pole

4.4. Produkční provoz

Po vyladění stránek v rámci lokálního serveru došlo k vytvoření subdomény na webovém hostingu, kam byly veškeré soubory a data, související s informačním systémem, překopírovány. Po několika úpravách, které spočívaly například v přepsání URL adres v hypertextových odkazech, došlo k celkovému zprovoznění této verze webové aplikace.

Zmíněné stránky jsou přístupné na adrese:

<https://fdcvut:ispezp@b.krizeni.cz/>

Případně na <https://b.krizeni.cz/> po zadání loginu „fdcvut“ a hesla „ispezp“.

Veškerý další vývoj tohoto projektu, nutný před zveřejněním stránek široké veřejnosti, se webové aplikace na uvedené adrese nijak nedotkne a bude tak představovat výsledek praktické části této bakalářské práce.

Po zahájení produkčního provozu na hlavní doméně <https://krizeni.cz/> budou data z dostupných zdrojů průběžně aktualizována a budou řešeny případné problémy snižující kvalitu poskytované služby. Taktéž dojde ke shromažďování připomínek a návrhů, jimiž se bude zabývat další etapa tohoto projektu.

4.5. Vyhodnocení

Informační systém zatím nesplňuje všechny strategické cíle vytyčené na úplném počátku životního cyklu. Například obsah pro stránku „Osvěta“ ve webové aplikaci zatím chybí. Jeho vyhotovení bude cílem až některé z následujících etap. Většina cílů té první, popsané v předchozích částech bakalářské práce, naplněna byla. K jejich úplnému dosažení chybí především data o těch železničních přejezdech, které nejsou Správou železnic veřejně uváděna. Dále u všech křížení chybí údaj o číslu železniční trati a u některých i o počtu kolejí. Taktéž nedošlo k úplnému zprovoznění rozhraní pro nahrávání fotografií a videí dokumentující současný stav úrovněového křížení.

První etapa má jinak všechny ostatní cíle splněné. V budoucnu se však i tak lze věnovat jejich úpravě. Může se jednat například o optimalizaci pro mobilní zařízení anebo o změnu způsobu zobrazování interaktivní mapy přejezdů – zda kupříkladu není vhodnější shlukování jednotlivých bodů. To však bude posuzováno až při dalším průchodu životním cyklem.

Naopak došlo nad rámec plánů ke zprovoznění účtu na sociální síti Twitter, kde jsou automaticky publikovány příspěvky s aktuálními hlášeními o nehodách na železničních přejezdech. Součástí těchto „tweetů“ bude po zveřejnění webové aplikace zároveň i odkaz přímo na profil toho křížení, na kterém se nehoda odehrála. Byly zároveň vytvořeny účty na dalších sociálních sítích v rámci případné budoucí propagace projektu. Došlo též ke zřízení vlastní e-mailové schránky „info@krizeni.cz“ pro snadnější komunikaci s návštěvníky.

Dále byly ve webové aplikaci implementovány určité prvky, které taktéž nebyly v cílech projektu vysloveně vyžadovány. Jedním z příkladů je uvádění textové polohy přejezdu při zadávání jeho evidenčního čísla již při vepsání prvních číslic do formulářového pole.

5. Závěr

Většina vytyčených cílů projektu byla již v této první etapě, jež byla součástí bakalářské práce, splněna. Informační systém, prostřednictvím webové aplikace, umožňuje libovolným uživatelům zobrazovat profily přejezdů jak přímým zadáním jejich evidenčního čísla, tak i rozkliknutím na interaktivní mapě. K té je připojen vyhledávací filtr, kterým je možné na mapě zobrazit jen určité množství křížení. Taktéž se podařilo železniční přejezdy propojit se záznamy o nehodách, jež se na nich odehrály, včetně implementace přepisu aktuálních hlášení o srážkách vozidel s vlaky přímo od Policie ČR.

V profilu přejezdu jsou uvedeny veškeré dostupné informace. Návštěvník v něm dále uvidí náhledovou mapu s polohou přejezdu a, je-li na místě k dispozici, i funkci Panorama od Mapy.cz.

Informační systém však neobsahuje několik set křížení, která se nacházejí na soukromých regionálních tratích a vlečkách. Dále chybí podstatný údaj o čísle železniční trati, jenž se v této etapě projektu bohužel nepodařil z veřejných zdrojů získat. U pozemních komunikací I., II. a III. tříd však číslo silnice k dispozici je. V další etapě vývoje tohoto systému bude jedním z cílů tato data doplnit.

Mezi další cíle bude patřit prověření možností vylepšení stávající prezentační vrstvy webové aplikace – kupříkladu kromě interaktivní mapy přejezdů nabídnout i jejich seznam. Velké mezery jsou též v optimalizaci pro mobilní zařízení. Ta jsou přitom vhodná pro získání informací o železničním přejezdu přímo v terénu.

Před publikováním webových stránek a jejich zpřístupnění široké veřejnosti by taktéž bylo vhodné vytvořit obsah pro připravenou stránku „Osvěta“.

Již nyní však systém podstatně zjednodušuje přístup k informacím o železničních přejezdech a realizační tým považuje dosavadní výsledek za uspokojivý.

6. Seznam zkratek

- API – Application Programming Interface
- CDV – Centrum dopravního výzkum
- CSS – Cascading Style Sheets
- CSV – Comma Separated Values
- ER – Entity Relationship
- HTML – Hypertext Markup Language
- ID – identifikace
- JSON – JavaScript Object Notation
- ODS – Open Document Spreadsheet
- PHP – Hypertext Preprocessor
- PZZ – přejezdové zabezpečovací zařízení
- ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic
- SQL – Structured Query Language
- URL – Uniform Resource Locator
- WWW – World Wide Web

7. Seznam použité literatury

- [1] MOLNÁR, Zdeněk, Bohumil JUŘENČÁK, Petr RIESSLER a Petr SODOMKA. *Informační systém podniku*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2001. ISBN 80-238-6525-0.
- [2] BRUKNER, Tomáš, Jiří VOŘÍŠEK, Alena BUCHALCEVOVÁ, Iva STANOVSKÁ, Dušan CHLAPEK a Václav ŘEPA. *Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4153-6.
- [3] ŘEPA, Václav. *Analýza a návrh informačních systémů*. Praha: Ekopress, 1999. ISBN 80-86119-13-0.
- [4] JAŠEK, Roman a Martin LUKÁŠ. *Informatika ve veřejné správě*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2003. ISBN 80-731-8147-9.
- [5] OPPEL, Andrew J. *SQL bez předchozích znalostí: [průvodce pro samouky]*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1707-1.
- [6] GASSTON, Peter. *Moderní web*. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4345-2.

8. Seznam internetových zdrojů

- [7] Řízení jednotlivých ICT řešení. *Architektura eGovernmentu ČR* [online]. [cit. 2021-6-1]. Dostupné z: https://archi.gov.cz/metody_dokument:rizeni_jednotlivych_ict_reseni
- [8] Každá třetí nehoda na přejezdu je smrtelná. *Drážní inspekce* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/kazda-treti-nehoda-na-prejezdu-je-smrtelna-prazdniny-jsou>
- [9] Nehod na přejezdech i přes miliardové investice přibývá, CDV mluví o změně norem. *Zdopravy.cz* [online]. [cit. 2021-6-17]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/nehod-na-prejezdech-i-pres-miliardove-investice-pribyva-cdv-mluvi-o-zmene-norem-79766/>
- [10] Statistiky mimořádných událostí. *Drážní inspekce* [online]. [cit. 2021-6-17]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/statistiky-mimoradnych-udalosti>
- [11] Průzkum chování řidičů a chodců na železničních přejezdech. *Observatoř bezpečnosti silničního provozu* [online]. [cit. 2021-6-17]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/pruzkum-chovani-ridicu-a-chodcu-na-zeleznicnich-prejezdech/?id=1554>
- [12] Další děsivá nehoda na přejezdu. Kamion stál přes dvě minuty na přejezdu mezi závorami. *Zdopravy.cz* [online]. [cit. 2021-6-17]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/koridor-z-prahy-na-jih-stoji-kvuli-srazce-kamionu-s-vlakem-pet-zranenych-33872/>
- [13] Seznam přejezdů. *Správa železnic* [online]. [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/bezpecna-zeleznice/bezpecnost-na-prejezdech/seznam-prejezdu>
- [14] Vraňany 2007: Osudná záměna přejezdů. *Železničář* [online]. [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://seznam.cd.cz/zeleznicar/provoz-a-technika/analyza-nehod-%7C-vranany-2007--osudna-zamena-prejezdu/-10403/21,0,,/>
- [15] Přejezdy v číslech. *Správa železnic* [online]. [cit. 2021-7-5]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/bezpecna-zeleznice/bezpecnost-na-prejezdech/prejezdy-v-cislech>
- [16] SCHRÖTTER, Josef. *Železniční přejezdy – krizová místa v dopravě* [online]. [cit. 2021-7-5]. Dostupné z: <https://vts.cd.cz/documents/168518/195360/4110.pdf/49ab32cf-e406-48c2-a790-6bb5fc8c1748>
- [17] Informační vzdělávací systémy v modelu DIKW. *EDTECH KISK* [online]. [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: <https://medium.com/edtech-kisk/informa%C4%8Dn%C3%AD-vzd%C4%9BI%C3%A1vac%C3%AD-syst%C3%A9my-v-modelu-dikw-8d06425b8fa2>

- [18] Předpis SŽDC D1. *Portál provozovatele dráhy Správy železnic* [online]. [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=869998>
- [19] Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích. *Politika jakosti pozemních komunikací* [online]. [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_65.pdf
- [20] Nehoda Praha-Uhřetěves, 6.9.2019. *Dopraváček.eu* [online]. [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: <https://dopravacek.eu/d-nehoda-6-9-2019-praha-uhreteves-1>