

CZECH IVEKA S.R.O.

Dílčí závěrečná zpráva

SW Taxi Dispečink TAXIQ

K projektu Výzkum a vývoj inteligentního systému pro řízení městských taxislužeb
č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/16_084/0010370

Zpracoval:
Jakub Wosyka
Duben 2020

OBSAH

ODDÍL 1	SW	6
1.1	Cíl projektu	6
1.1.1	<i>Návrh zadání a analýza požadavků pro systém plánování a přidělování vozidel jednotlivým činnostem</i>	6
1.1.2	<i>Systémová analýza odzkoušených systémových řešení</i>	6
1.1.3	<i>Systémová analýza potřeb a návrh jednotlivých modulů systému</i>	6
1.1.4	<i>Výzkum a vývoj CORE systému</i>	6
1.1.5	<i>Výzkum a vývoj nutných úprav technických zařízení vozidla</i>	6
1.1.6	<i>Vývoj Android knihovny pro komunikaci platebními terminály a taxametry</i>	6
1.1.7	<i>Vývoj a návrh ITC řešení Call centra</i>	6
1.1.8	<i>Integrace GIS řešení</i>	6
1.1.9	<i>Návrh a vývoj řidičské a klientské Android aplikace</i>	6
1.1.10	<i>Vývoj systému plánování a přidělování vozidel</i>	7
1.1.11	<i>Vývoj systému plánování směn řidičů a dispečinku</i>	7
1.1.12	<i>Návrh a vývoj cloudového řešení správy dat a zálohy dat</i>	7
1.2	Rešerše a analýza stávajících dostupných řešení	7
1.2.1	<i>NetCab</i>	7
1.2.2	<i>TTS Wizar 2</i>	11
1.2.3	<i>Analýza řešení a dílčí závěry</i>	12
1.3	Systémová analýza potřeb dispečinkového SW	13
1.4	Stav taxislužeb a alternativní poskytovatelů v ČR	13
1.5	Moduly dispečinkového SW	14
1.5.1	<i>ACCOUNT – Správa kmenových dat</i>	15
1.5.2	<i>Dispatch Backend</i>	16

1.5.3	<i>Customer App Backend</i>	16
1.5.4	<i>Driver App Backend</i>	16
1.5.5	<i>Matcher</i>	17
1.5.6	<i>Current Order System – COS</i>	18
1.5.7	<i>DispatchPreOrderService</i>	19
1.5.8	<i>GeoTools</i>	19
1.5.9	<i>Telefonní Backend</i>	22
1.5.10	<i>Rezervační systém pro plánování směn řidičů</i>	23
1.5.11	<i>SAPI</i>	23
1.6	Architektura dispečinkového SW	23
1.7	Android knihovna pro integraci s taxametrem a platebním terminálem	24
1.8	Řidičská aplikace	26
1.9	Zákaznická aplikace pro chytré telefony	28
1.10	Dispečerské pracoviště	32
1.11	Taxametry	33
1.12	Sledovací jednotky a možná integrace	33
1.13	Závěr.....	33
ODDÍL 2	Bibliografie	34

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - NetCab: Obrazovka řidičské aplikace.....	8
Obr. 2 - NetCab: Přihlášení řidiče do směny.....	8
Obr. 3 - NetCab: Zákaznická aplikace	9
Obr. 4 - NetCab: Sledování pozice Taxi	9
Obr. 5 - NetCab: Dispečerské pracoviště	10
Obr. 6 - NetCab: Aplikace Mapa pro PC a zákaznická aplikace.....	10
Obr. 7 - TTS Wizar 2: řidičská aplikace	11
Obr. 8 - Wizar: Dispečerské pracoviště	12
Obr. 9 - Rozpis jízdného z aplikace Uber z ledna 2018	14
Obr. 10 - Založení nové taxi společnosti.....	15
Obr. 11 - Pohled generovaný dvěma tile servery najednou.....	22
Obr. 12 - Integrace platebních terminálu v Android knihovně.....	25
Obr. 13 - vyčtení tarifů nahraných z taxametru přes android knihovnu	26
Obr. 14 - Nabídka zakázky v řidičské aplikaci	27
Obr. 15 - Přehledová obrazovka při jízdě se zákazníkem	28
Obr. 16 - Validace telefonního čísla formou SMS kódu.....	29
Obr. 17 - Zadání zakázky zákazníkem	30
Obr. 18 - Sdílení a přehled stavu objednávky	31
Obr. 19 - Přehled uskutečněných jízd	31
Obr. 20 - Přehledová obrazovka dispečera.....	32

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DB	Databáze
ID	Identifikace
JSON	JavaScriptový objektový zápis ve standardizované formě klíč: hodnota
VOIP	Voice Over Internet Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
API	Application Programming Interface

ODDÍL 1 SW

1.1 Cíl projektu

Dílčím cílem projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/16_084/0010370 bylo vyvinout SW pro taxislužby. Moderní taxislužby mají velké množství různých požadavků, které jsou nad rámec projektu a některé úkony vyplynuly i během složité situace onemocněním COVID-19, které velmi zasáhla taxislužbu jako celé odvětví především v místech s vysokou návštěvností turistů.

Dispečinkový SW byl vyvinut s důrazem na velkou rozšiřitelnost a modularitu.

1.1.1 Návrh zadání a analýza požadavků pro systém plánování a přidělování vozidel jednotlivým činnostem

Výstupy analýzy jsou implementovány do systému pro rozdělování zakázek vozidlům popsaném v kapitole 1.5.5

1.1.2 Systémová analýza odzkoušených systémových řešení

Tuto problematiku řeší kapitola 1.2

1.1.3 Systémová analýza potřeb a návrh jednotlivých modulů systému

Stručný přehled témat je dispozici v kapitole 1.3. Dílčí potřeby a návrhy jsou popsány v jednotlivých kapitolách pojednávajících o modulech systému, viz kapitola 1.5

1.1.4 Výzkum a vývoj CORE systému

Tuto problematiku řeší kapitoly 1.5.2, 1.5.1 a 1.5.5

1.1.5 Výzkum a vývoj nutných úprav technických zařízení vozidla

Tuto problematiku řeší kapitoly 1.11 a 1.12

1.1.6 Vývoj Android knihovny pro komunikaci platebními terminály a taxametry

Tuto problematiku řeší kapitoly 1.7 a 1.2

1.1.7 Vývoj a návrh ITC řešení Call centra

Tuto problematiku řeší kapitoly 1.10 a 1.5.9

1.1.8 Integrace GIS řešení

Tuto problematiku řeší kapitola 1.5.8

1.1.9 Návrh a vývoj řidičské a klientské Android aplikace

Tuto problematiku řeší kapitoly 1.8 a 1.9

1.1.10 Vývoj systému plánování a přidělování vozidel

Tuto problematiku řeší kapitola 1.5.5 a 1.5.7

1.1.11 Vývoj systému plánování směn řidičů a dispečinku

Tuto problematiku řeší kapitola 1.5.10

1.1.12 Návrh a vývoj cloudového řešení správy dat a zálohy dat

Tuto problematiku řeší kapitola 1.6

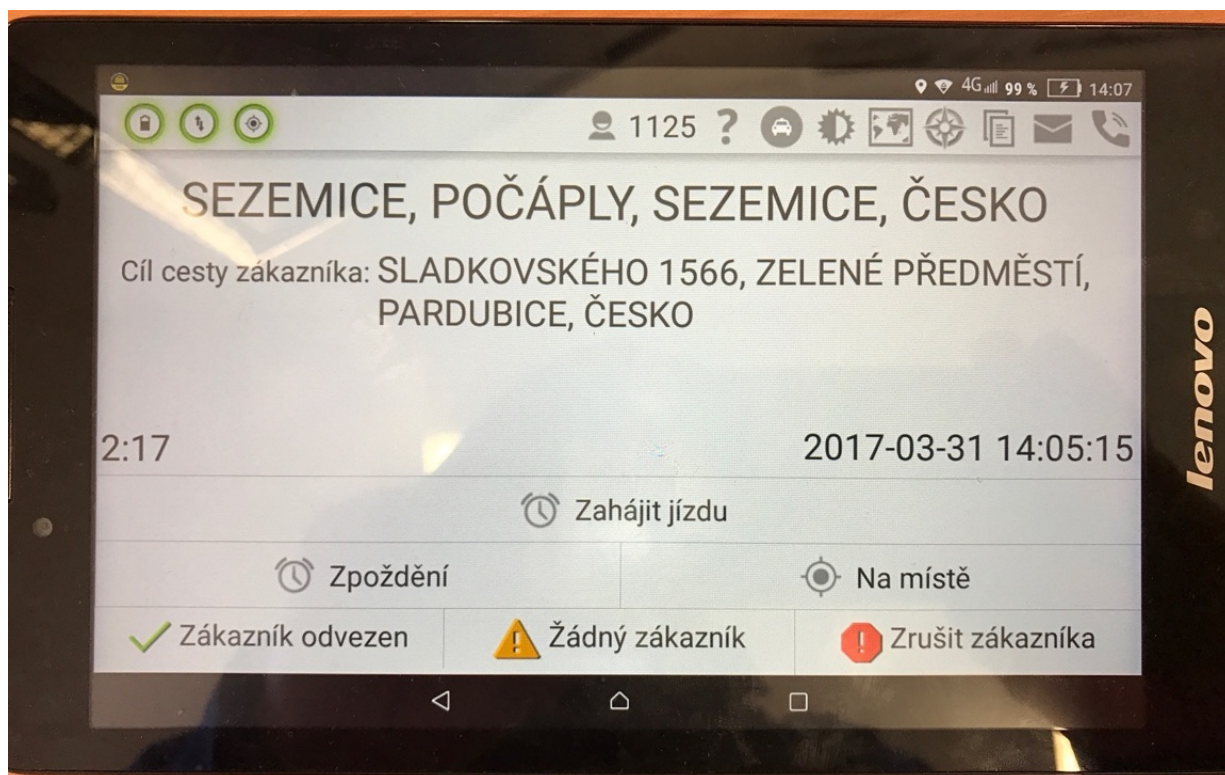
1.2 Rešerše a analýza stávajících dostupných řešení

1.2.1 NetCab

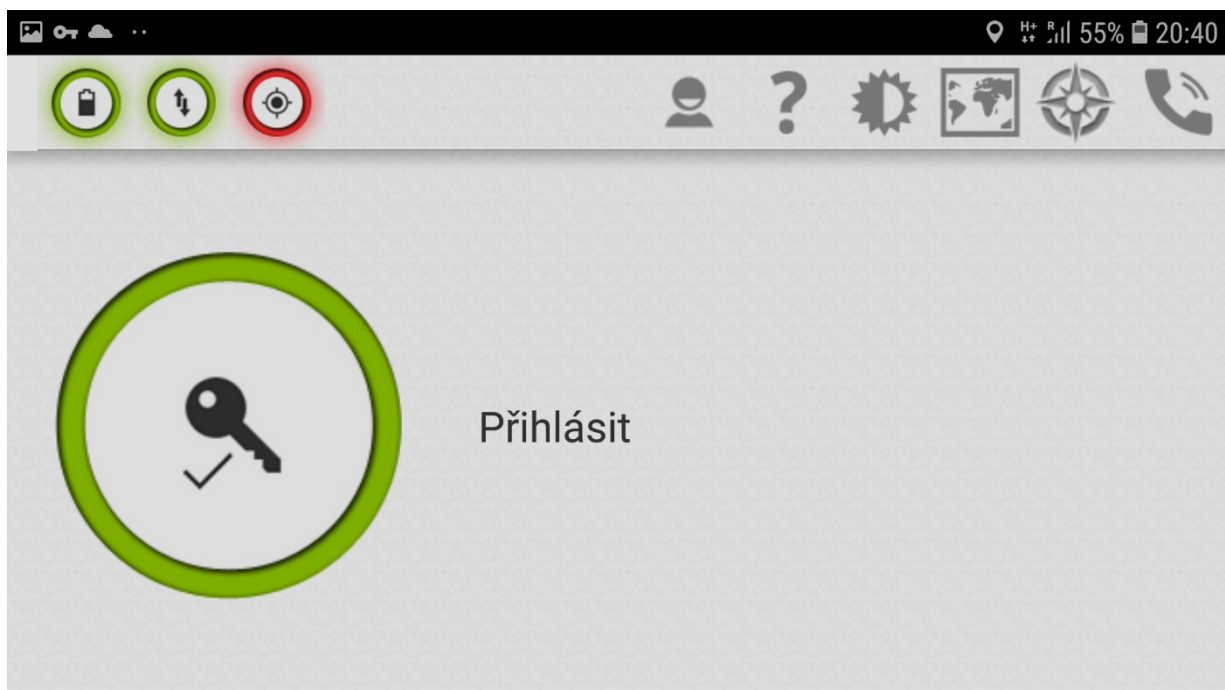
NetCab je slovinský dispečinkový systém společnosti Net Informatika d.o.o. Společnost Czech Iveka s.r.o. nabízí tento systém na českém trhu od roku 2015 po domluvě o spolupráci s tvůrcem systému v listopadu 2014. Systém byl přeložen do českého jazyka a upraven pro potřeby českého trhu taxi. Systém se skládá ze dvou windows PC aplikací. Dispečerské pracoviště Call Center a přehledový systém pozic vozidel Map. Další povinnou komponentou je řidičská aplikace, které se distribuuje přímo přes apk soubory mimo oficiální Google Play distribuční službu aplikací.

1.2.1.1 Řidičská aplikace

Řidičská aplikace je k dispozici pro OS Android. zajišťuje přihlášení / odhlášení řidiče do směny. Po přihlášení řidiče do směny aplikace zasílá pozice tabletu nebo telefonu na centrální server a z něj naopak přijímá pracovní nabídky.



Obr. 1 - NetCab: Obrazovka řidičské aplikace

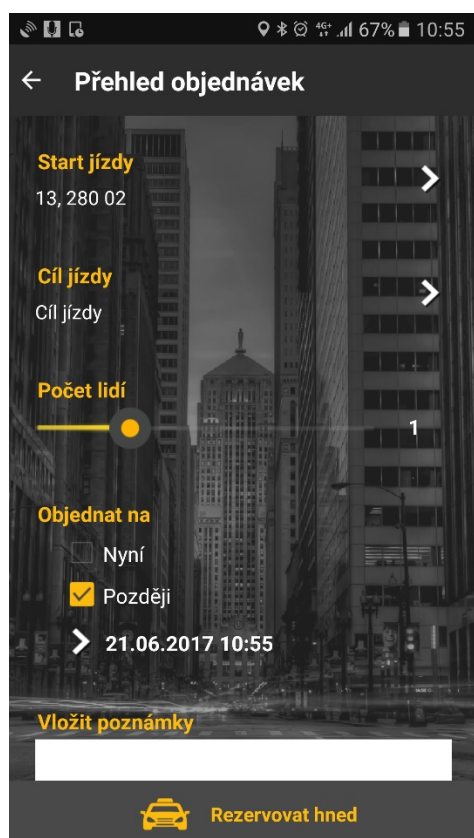


Obr. 2 - NetCab: Přihlášení řidiče do směny

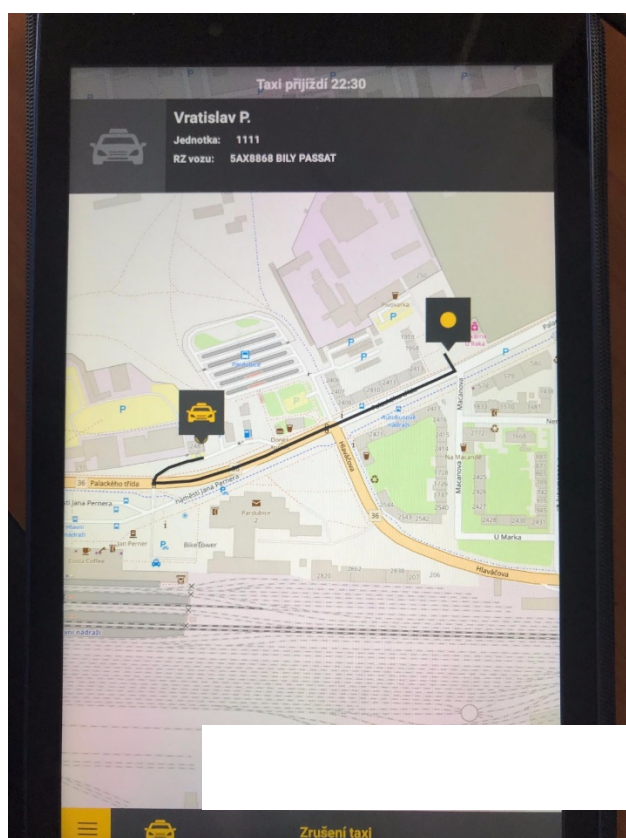
1.2.1.2 Zákaznická aplikace

Zákaznická aplikace umožňuje přímé objednání taxi bez potřeby volání na dispečink. Další výhodou je přímá práce s mapou, která usnadňuje orientaci v neznámé oblasti.

Objednané vozidlo je možné sledovat na mapě, jak se blíží na místo vyzvednutí zákazníka.



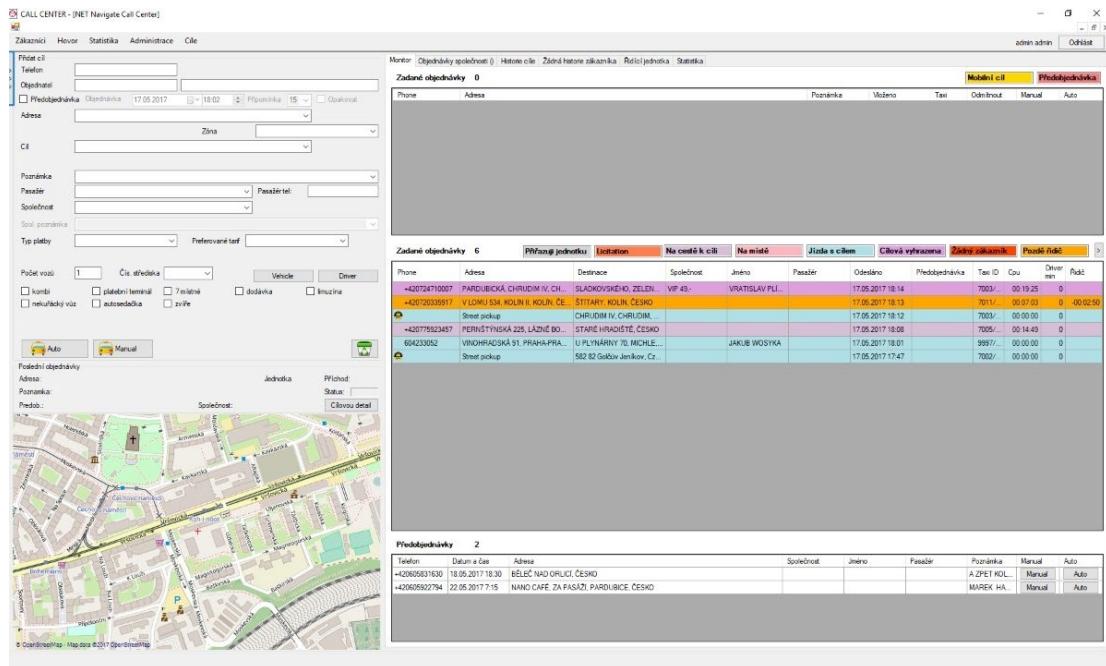
Obr. 3 - NetCab: Zákaznická aplikace



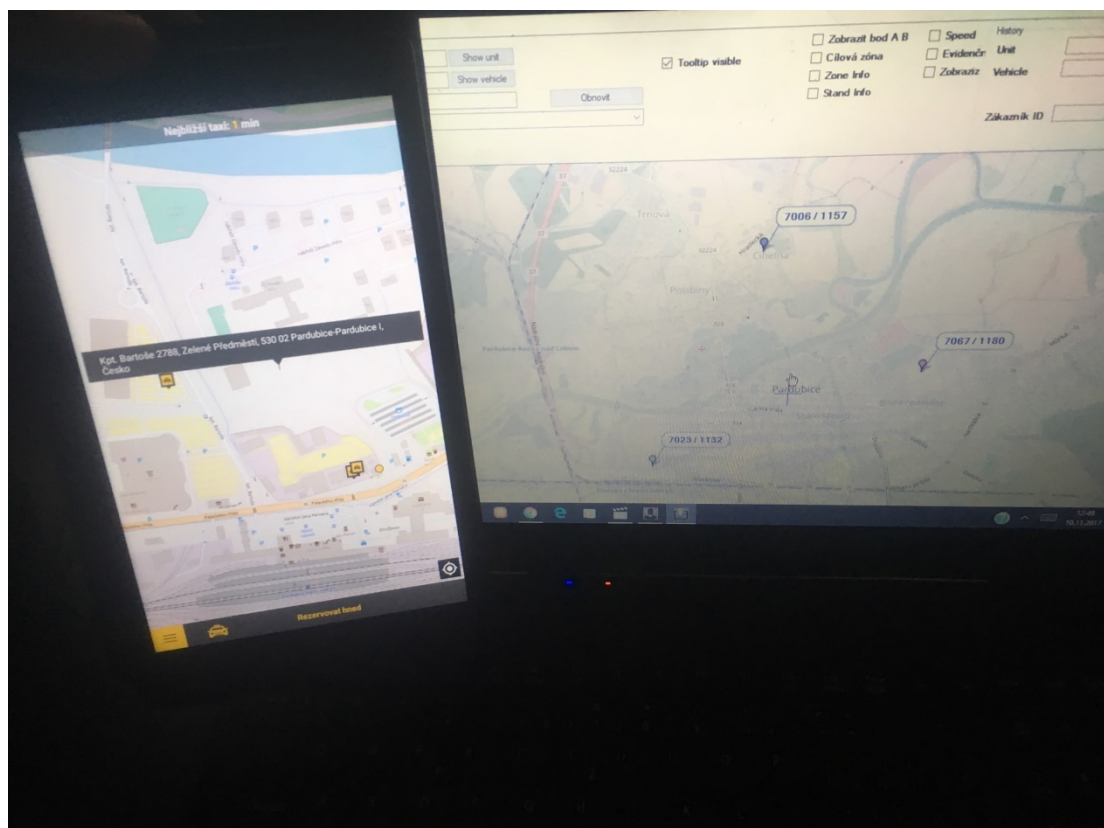
Obr. 4 - NetCab: Sledování pozice Taxi

1.2.1.3 Dispečerské pracoviště

Dispečerská aplikace je vytvořena pro Windows PC. Aplikace Call Center obsahuje v sobě možnost administraci celého systému, tj. zakládání nových vozidel, tabletů a řidičů. Dalším důležitým modulem je SW SIP klient kterým systém NetCab vyčítá stav telefonní VOIP linky. Tím může částečně dispečera omezovat, protože komunikace musí probíhat přes zvukovou kartu PC s nasazenými sluchátky a mikrofonom.



Obr. 5 - NetCab: Dispečerské pracoviště

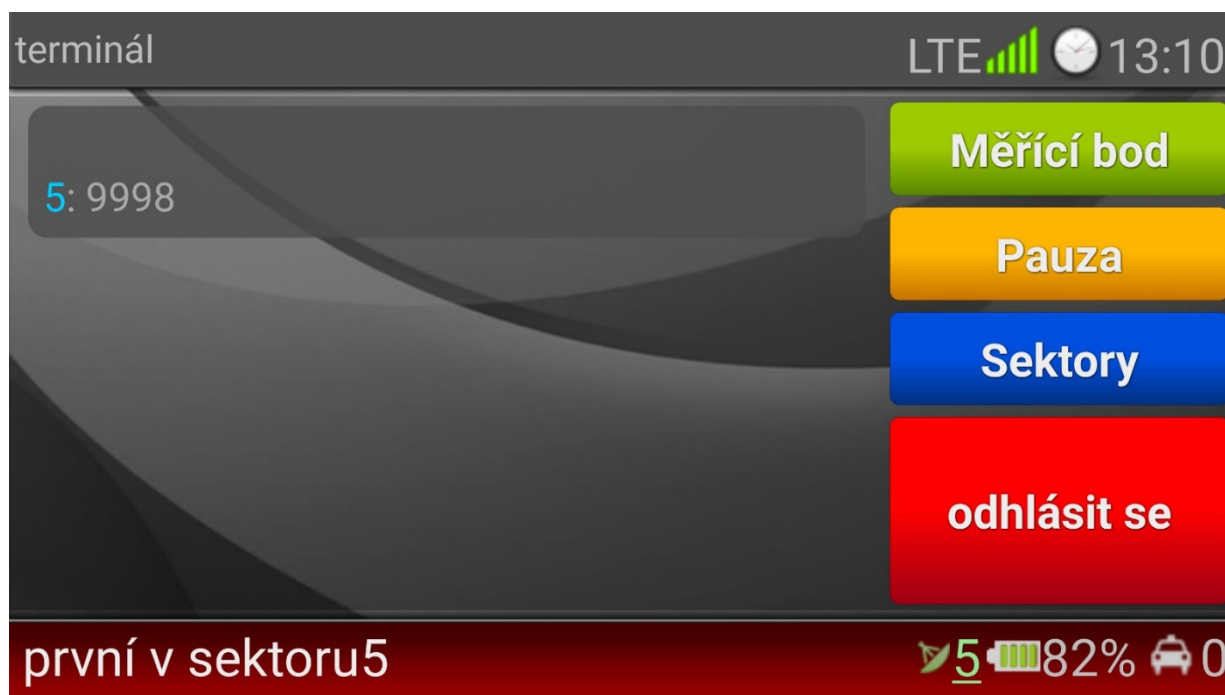


Obr. 6 - NetCab: Aplikace Mapa pro PC a zákaznická aplikace

1.2.2 TTS Wizar 2

TTS Wizar je produkt polské společnosti Asken. Spolupráce se společností byla také navázána již v roce 2014. Systém TTS Wizar 2 (nyní již neexistující produkt, který byl nahrazen novou verzí Wizar 3) je dispečerský systém určen pro větší taxislužby. Pro svou funkci vyžaduje virtuální telefonní ústřednu (Asterisk), který vyžaduje školeného operátora pro instalaci a nastavení. TTS Wizar 2 řešení na českém trhu svého času nabízelo unikátní možnost hlasového automatu, kdy si zákazník volnou čísel mohl objednat vozidlo na stejnou adresu své polední zakázky bez zákaznické aplikace i bez zavolání skutečnému dispečerovi. TTS Wizar měl pro správu telefonů aplikaci ipmanager, kde bylo nutné vkládat IMEI jednotlivých telefonů a jejich textový popis, např. ID vozidla taxi pro snadnější orientaci. Vozidla taxi a řidiči byli zakázáni v aplikaci Panel Managera. Další aplikací pro správu byla aplikace FleetExpert pro tvorbu a kreslení polygonů na mapovém podkladu, tzv. zón. Zakázky, o které řidiči nejevili zájem bylo možné postoupit do tzv. licitace, tj. druhotného trhu pro další pokusy o přiřazení zakázky vozidlu taxi.

1.2.2.1 Řidičská aplikace



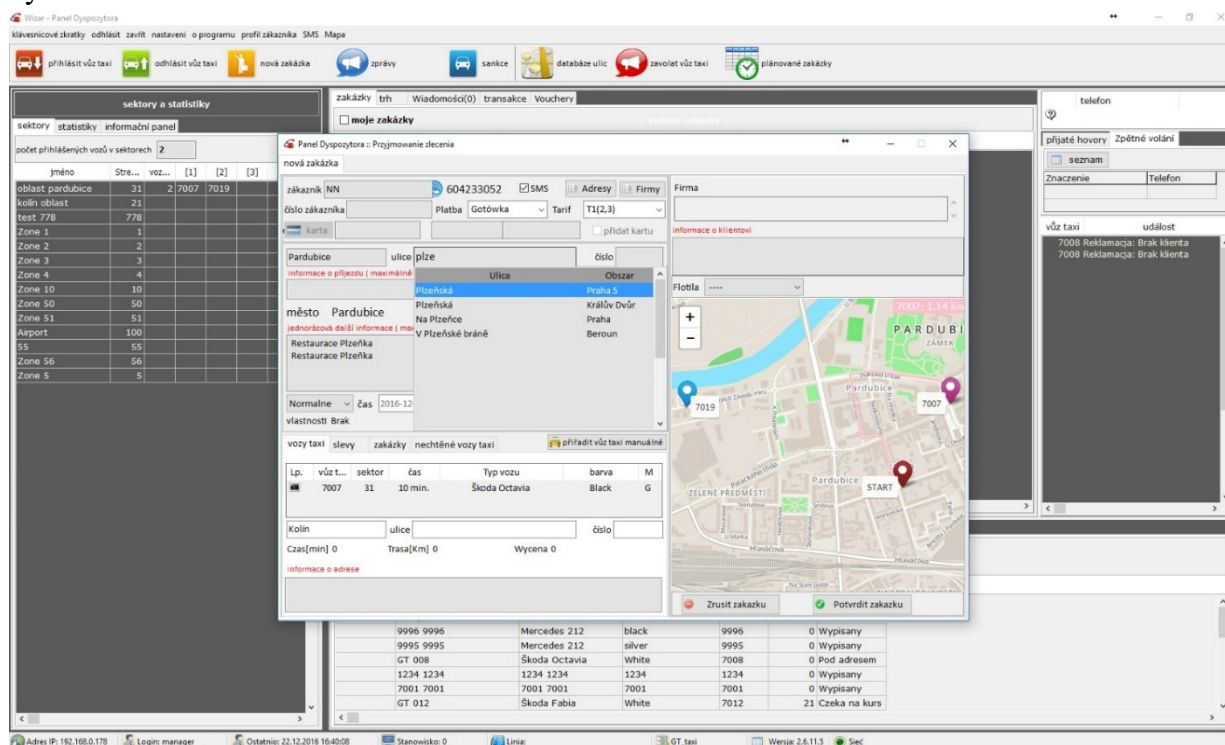
Obr. 7 - TTS Wizar 2: řidičská aplikace

1.2.2.2 Dispečerské pracoviště

Dispečerské pracoviště zajišťuje aplikace pro OS Windows. Aplikace přehledně zobrazuje vše potřebné pro práci dispečera: integruje události z telefonie, zobrazuje počty vozidel ve vytvořených zónách, přehled vozidel i aktivních zakázek. Nové zakázky jsou zadávány přes

vyskakovací

okno.



Obr. 8 - Wizar: Dispečerské pracoviště

1.2.3 Analýza řešení a dílčí závěry

Oba systémy jsou na českém trhu aktivně provozovány od roku 2015. Každý systém má svá specifické potřeby, výhody i nedostatky. Systém NetCab je vhodnější pro menší taxislužby. Hlavní výhodou je kompletní nastavení během jednoho dne. Naopak systém Wizar umožňuje velmi detailní nastavení, ale pro novou taxispolečnost v novém městě je nutná dlouhá příprava a testování. Oba systémy měly v době testování největší problémy společné. Pro Pardubice nebylo možné v uspokojivě krátké době zajistit kvalitní mapové podklady, aby systém právně našeptával ulice. Systém Wizar v případě neznámé ulice neposkytoval jasnou zpětnou vazbu pro dispečera a poslal vozidlo na prostředek, začátek nebo konec ulice v případě neznámého čísla budovy. Při testování v Kolíně bylo vyžadováno přesné označení čtvrti, např. Kolín V, což bylo pro dispečera velmi nepohodlné. Naopak systém NetCab integroval SW SIP klient, což vyžadovalo bezchybnou funkci a nastavení zvukové karty. Navíc tento SW IP telefon zbytečně v síťové infrastruktuře vyhrážoval port pro komunikaci, což v případě 5 dispečerských pracovišť znamenalo dvojnásobek potřebných portů pro komunikaci.

Právě na odstranění těchto dvou problematických oblastí byl kladen velký důraz při vývoji vlastního dispečerského SW.

1.3 Systémová analýza potřeb dispečinkového SW

Potřeby taxislužeb byly průběžně shromažďovány a vyhodnocovány během řešení celého projektu schůzkami s majiteli dispečinků po celé ČR. Tyto potřeby se obvykle velmi liší s velikostí dané taxislužby a městem, kde taxislužba působí.

Oblast mapových podkladů byla vyřešena vlastním mapovým modulem Geotool, který by měl podle návrhu naprosto pokrývat všechny zaznamenané problémy.

Další oblastí je orientace na firemní zákazníky, což bylo implementováno do kmenového modulu ACCOUNT v co nejméně omezující formě na další rozšiřitelnost systému.

Potřeba využití bankovních karet byla částečně pokryta integrací platebních terminálů. Dalším možným rozšířením by byla integrace platby kartou přímo do zákaznické aplikace, což nebylo v cílech projektu, ale je to naplánováno dokončit prototypem do konce roku 2020.

Objekt objednávky byl také rozšířen o možnost dovážení jídla a zboží, jakožto příprava na další rozšíření systému. Tento požadavek vyplynul až na konci projektu při situaci s COVID-19.

1.4 Stav taxislužeb a alternativní poskytovatelů v ČR

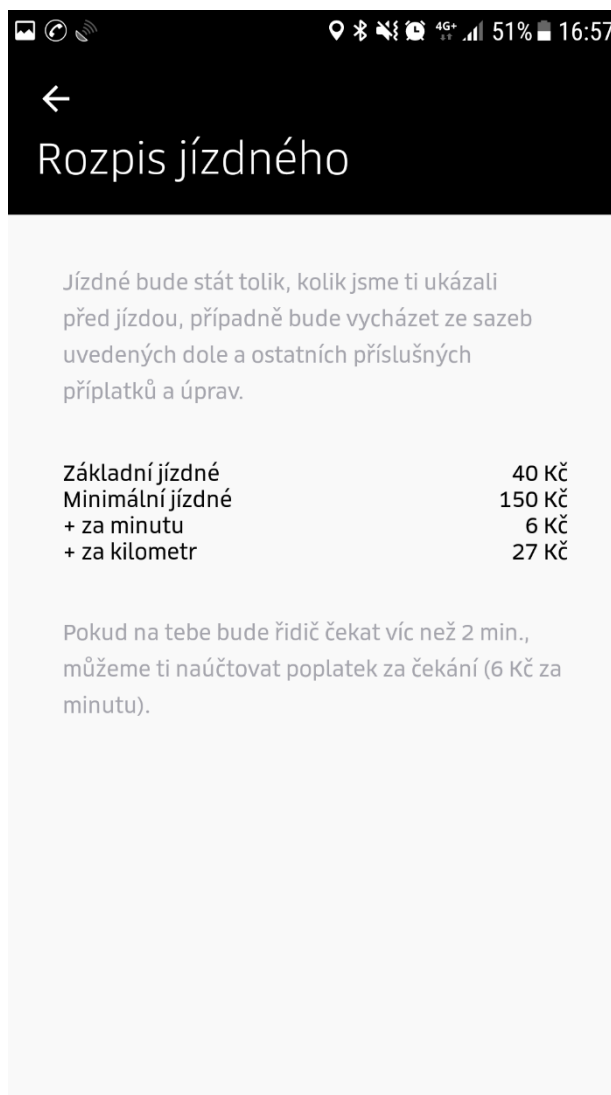
Oblast taxislužby opravuje zákon o silniční dopravě 111/1994 sb. a jeho prováděcí vyhláška 478/2000 sb. Od roku 2014 se stagující situace na českém trhu s taxislužbou začala měnit příchodem platformy Uber.

Společnost Uber zprostředkovává dopravní službu mezi zákazníkem a řidičem využívající platformu Uber cca od října 2014. Postupně jsou poskytovány 3 typy služeb: UberBlack, UberSelect a UberPop. Před nástupem společnosti Uber na český trh zde provozovalo stejnou činnost mnoho dalších českých a zahraničních společností (Jetax, české Liftago, slovenský HOPIN, estonské Taxify (nyní Bolt), ...) a všechny tyto společnosti zprostředkovávaly osobní přepravu pouze od řidičů s vozidlem vybaveným typově schváleným taxametrem, řádně přihlášeným pro tuto činnost a s veškerými potřebnými osvědčeními (vozidlo i řidič).

Vybavení a podmínky provozování vozidla taxislužby je popsáno v 111/1994 sb. §21 (3) a ve 111/1994 sb. §21 (4) je popsána možnost provozovat přepravu na základě předchozí písemné smlouvy:

(4) Dopravce je povinen zajistit, aby v den, kdy je vozidlem taxislužby poskytována přeprava na základě předchozí písemné smlouvy, bylo toto vozidlo vybaveno všemi smlouvami, na jejichž základě je přeprava v právě probíhajícím dni prováděna, nebo jejich kopiemi. Smlouva musí obsahovat údaje o přepravovaných osobách, datu a trase přepravy a ceně za přepravu nebo způsob jejího určení a nesmí být uzavřena ve vozidle taxislužby nebo na jiném místě bezprostředně před zahájením přepravy.

Teprve 13. 3. 2018 přestala společnost Uber prostřednictvím aplikace Uber Driver zajišťovat měření jízdy vozidlem taxislužby a cena za jízdu od té doby byla stanovena předem.



Obr. 9 - Rozpis jízdného z aplikace Uber z ledna 2018

Praktiky společností Uber a Bolt velmi negativně ovlivnily trh s taxislužbou. Zákon legalizující smluvní přepravu a zároveň nevyžadující písemnou smlouvu, tj. umožňující uzavření písemné smlouvy elektronickými prostředky, by měl podle posledních informací platit od 1. 8. 2020

1.5 Moduly dispečinkového SW

Dispečinkový systém se skládá mnoha modulů (mikroslužeb). Tato kapitola obsahuje jejich výčet a stručný popis.

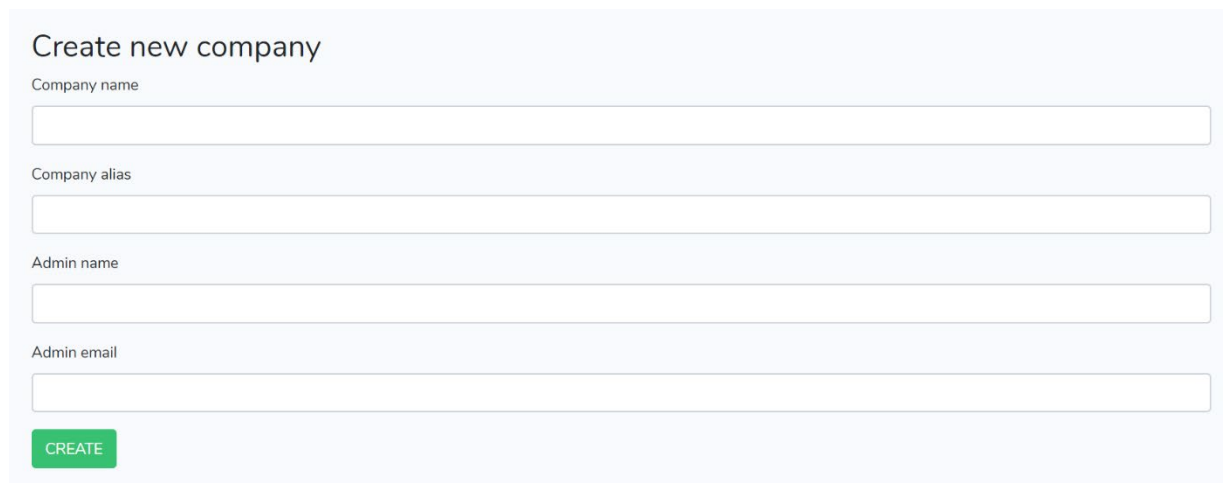
1.5.1 ACCOUNT – Správa kmenových dat

Kmenová data spravuje systém nazývaný ACCOUNT. Zde jsou uloženy všechna základní kmenová data a jejich vazby:

- Vozidla
- Zařízení (mobilní telefony, tablety)
- Řidiči
- Zákazníci pro zákaznickou aplikaci
- Zákazníci využívající telefonické spojení s dispečinkem
- Dispečeri
- Společnosti - zákazníci
- Taxi společnosti

ACCOUNT navíc spravuje přístupy do externích služeb pro jednotlivé taxi společnosti. Typickým příkladem je externí služba pro zasílání SMS zpráv, nebo mapové služby (Google Maps, HERE, LocationIQ). Některé přístupy jsou mandatorní pro běh modulů dispečinkového systému. Bez ověřeného telefonního čísla SMS zprávou nebo ověřeného emailu není možné založit uživatele zákaznické aplikace. Externí mapové služby mohou být využívány pro případ neznámého místa v lokálním systému, vycestování vozidla mimo ČR (nebo obecně podporovaný region, který systém spravuje) nebo při využití služeb, které lokální systém nepodporuje (zjištění doby trvání trasy podle aktuální dopravní situace).

ACCOUNT modul slouží také jako super-administrátorské rozhraní, kde mohou být založeny základní údaje pro nového zákazníka systému (taxi společnosti, dopravce v taxislužbě)



Create new company

Company name

Company alias

Admin name

Admin email

CREATE

Obr. 10 - Založení nové taxi společnosti

1.5.2 Dispatch Backend

Centrální systém všech objednávek je dispatch backend. Zde je centrální databáze všech uskutečněných přeprav. S tímto systémem komunikuje dispečerská aplikace a všechny požadavky jsou směřovány dál do příslušných mikroslužeb.

Služba je rozdělená na zabezpečený WSS socket pro zaslání aktuálních informací dispečerovi, souhrn API pro založení objednávky nebo zrušení objednávky, načtení všech potřebných provozních informací o taxi společnosti.

Služba umožňuje napojení na ACCOUNT a tím je možné přes zabezpečené API zakázat nebo editovat jednotlivé entity taxi společnosti: vozidla, řidiče, dispečery.

Následně zakládat nové společnosti, jejich nákladové střediska a nim přiřazovat notifikované osoby a specifikovat domluvené výhody (vybrané tarify, slevy nebo možnost odložené platby za jízdu a následnou fakturaci)

Vozům a řidičům je možné přiřazovat atributy a na základě těchto atributů je možné následně párovat vhodné vozidlo podle požadavků zákazníka.

1.5.3 Customer App Backend

Účelem backendu pro zákaznickou aplikaci je komunikace mezi Dispečinkovým backendem a aplikací zákazníka. Tento modul umožňuje registraci a přihlášení zákazníka do aplikace. Případě, že zákazník vytvoří požadavek na novou zakázku, pak je tento požadavek postoupen dále do dispečinkového backendu. Po přiřazení vozidla této zakázce je vytvořen zabezpečený komunikační dočasný kanál se zákaznickou aplikací, který aktualizuje v reálném čase veškeré potřebné informace pro zákazníka. Zákazník může přehledně sledovat příjezd vozidla taxi na mapě. Po nastoupení zákazníka do vozu je zobrazena předpokládaná trasa poskytnutá systémem GeoTools: Route, která je aktualizována včetně pozice vozu až k cíli zákazníka.

Zákazník má ve své aplikaci přehled o uskutečněných jízdách. Pro snadnější nalezení zákazníka může být pozice zákaznického telefonu dočasně přenášena do řidičské aplikace, až do nastoupení zákazníka do vozu nebo do zrušení zakázky zákazníkem.

Adresy vyzvednutí a cíle je možné nastavit přímo z mapy kurzorem označujícím polohu nebo našeptávačem Geotools: AutoComplete, který má k dispozici i dispečer.

1.5.4 Driver App Backend

Backend řidičské aplikace zajišťuje kompletní obsluhu jednoho z hlavních pilířů moderního taxi systému a to je řidičská aplikace. Řidičská aplikace zajišťuje registraci nového Android zařízení bez nutnosti vyplňovat IMEI nebo HwID telefonu. Telefony s Android 10 a novějším OS nebo telefony neobsahující modem (konektivitu může zajišťovat Wifi ve voze) nemají přístup k IMEI telefonu, jakožto hlavní identifikaci přístroje. Tímto bylo dosaženo eliminace chybného

zadání identifikace přístroje. Takovouto registraci musí následně validovat administrátor taxi společnosti, popř. další uvažované role systému s vyšším oprávněním.

Backend dále zajišťuje prostředkování komunikace mezi řidičskou aplikací a zbytkem systému, především dispečinkovým backendem, ale také s GeoTools mapovým systémem pro zajištění překladu pozic na srozumitelné adresy.

Aplikace řidičů, které jsou ve směně jsou spojeny zabezpečeným šifrovaným WSS socketem, aby bylo možné neustále sledovat, jestli je spojení stále aktivní.

Propojení se systémem Matcher zajišťuje řidičům nabídky zakázek a vyhodnocuje jejich odpovědi. Propojení se systémem COS umožňuje okamžitě zjistit stav aktuálně prováděné zakázky v případě pádu aplikace nebo obecného problému s telefonem bez nutnosti vyhledávání v kompletní databázi všech zakázek.

1.5.5 Matcher

Použité technologie *Golang*

Napojení do *Geotools: Route, Matrix, SAPI*

Matcher – „párovač / dohazovač“ - je jedna z hlavních služeb celého dispečinku. Služba pracuje pouze s volnými vozidly a novými zakázkami ihned po jejich vytvoření. Každá aktivní taxi společnost má svou oddělenou instanci Matcheru.

Pokud se vozidlo přihlásí do směny nebo úspěšně dokončí svou předchozí zakázku, tak se stává volným vozidlem (událost CarAvailable). Naopak obsazením vozidla, ukončením směny řidiče nebo nahlášenou pauzou posádky vozidla se stává vozidlo nedostupným (událost CarUnavailable).

Pokud dispečer nebo uživatel zákaznické aplikace vytvoří novou zakázku, pak je tato zakázka nejprve uložena do DB zakázek, kde získá své unikátní ID. Následně zakázka míří služby Matcher, nebo v případě předobjednávky může vyčkávat na vhodný čas, kdy bude opět vrácena do systému, kdy lze již s předobjednávku pracovat jako s běžnou objednávkou bez časové restrikce.

Dispečer má k dispozici přístup do služby Matcher, aby mohl v reálném čase sledovat nové zakázky, které ještě nejsou přiděleny. To mu dává příležitost sledovat, jestli některé zakázka není v Matcheru příliš dlouho díky nevyhovění některému kritériu nebo odmítnutím všemi řidiči. Případně má možnost zakázku manuálně nabídnout nebo přidělit volnému vozidlu.

Pokud je množina vozidel i zakázek uvnitř služby Matcher nenulová, může dojít k pokusu o párování zakázky a vozidla („matching“). Nejprve je získána sestava dob jízdy mezi vozidlem a nástupním místem zákazníka. Pro informaci Matcher zavolá službu Geotools a její funkci Route. Tato služba vrací vzdálenost a doby jízdy mezi dvěma místy na mapě. Matcher zavolá všechny o kombinace zakázek a vozidel najednou, čím jsou vytvořeny dvě matice

vzdáleností a dob jízdy mezi všemi vozidly a všemi zakázkami. Díky volání vlastní mapové služby a paralelnímu volání funkce je průměrný čas pro získání kompletní matice se zvoleným kritériem kolem 15 ms. Pro porovnání nejlepšího času dosaženého v prototypu služby napsaném v jazyce Python bylo dosaženo nejlepší hodnoty kolem 50 ms opět při volání lokální mapové služby běžící v docker kontejneru.

Následně je možné uplatnit nějaké omezení dané taxislužby. Takovým omezením může být např. maximální vzdálenost, na kterou může systém automaticky přiřadit k vozidlu. Implicitní hodnota je 50 km, ale každá taxislužba si může tento parametr nechat změnit. Běžně si využívá rychlý předvýběr výpočtem vzdálenosti vzduchem bez využití mapového podkladu, ale díky extrémně nízké latenci volání vlastním mapových služeb byl tento předvýběr následně odstraněn.

Mezi další omezení patří vlastnosti vozidla (kombi, vícemístné vozidlo, senior taxi), dovednosti a vlastnosti řidiče (mluví italsky, je to žena). Každé vozidlo i řidič mohou mít nadefinovanou množinu těchto vlastností. Pokud i zakázka obsahuje nějaký požadavek na omezení, následně Matcher přiřadí pouze takovou kombinaci vozidla a zakázky, které si vzájemně vyhovují.

Po nalezení vhodné množiny vozidel pro každou zakázku je Matcherem nabídnuta tato zakázka v řidičské aplikaci. Po předem definovaném čase jsou odpovědi na nabídku vyhodnoceny jako akceptace, odmítnutí nebo timeout (řidič vůbec nereagoval). Pokud se vrátí zpět stejný počet odpovědi jako bylo rozesláno nabídek, pak není nutné čekat až do konce definovaného času. Zde je možné využít dalších omezujících faktorů:

- maximální počet nabídnutí stejné zakázky jednomu řidiči,
- kolika řidičům lze maximálně nabídnout jedna zakázka,
- kolik nabídek najednou může mít jeden řidič najednou během krátké chvíle.

Po ukončení běhu „výběrového řízení“ je podle zvoleného kritéria (vyhrává nejbližší řidič, nejrychlejší řidič, řidič s nejmenším dosavadním počtem zakázek ve směně) vybrán vítěz, kterému je zaslána akceptace a ostatním řidičům je zasláno odmítnutí.

Pokud je zakázka úspěšně přidělena, tak vítězné vozidlo a zakázka jsou odstraněny z matcheru, v DB zakázek je aktualizován stav a doplněny chybějící dříve neznámé hodnoty (např. ID řidiče a vozidla). Přidělená zakázka je navíc je přesunuta také do služby COS

1.5.6 Current Order System – COS

Použité technologie *Golang*

Napojení do *Centrální DB zakázek, SAPI*

COS je mikroslužba, které v sobě drží všechny aktivní přidělené zakázky, tj. ve stavu kdy řidič jede pro zákazníka (na místo nástupu) až po pokladnu, kdy zákazník platí řidiči cenu jízdného.

Účelem takové služby je odlehčit frekventovaným dotazům do hlavní DB zakázek. Pokud řídicí aplikace nebo zákaznická aplikace ztratí spojení nebo dojde jinému problému, tak díky napojení svého příslušného backenedu do COS mohou velmi rychle zjistit stav své aktivní zakázky. Stejně tak při přihlášení nového dispečera ke svému dispečerskému systému je potřeba velmi rychle zjistit všechny dostupné informace o všech aktivních zakázkách a jejich posledním dostupným stavu.

Po ukončení nebo zrušení zakázky dojde k odstranění záznamu ze systému COS.

COS navíc periodicky kontroluje pozici vozidla v rámci zakázky a využitím služby Geotools aktualizuje odhadovaný čas do cíle. Tento odhad je následně posílán do backendu dispečinku.

1.5.7 DispatchPreOrderService

Tato mikroslužba přijímá předobjednávky z dispečinku nebo zákaznické aplikace a jejím úkolem se tyto zakázky sdružovat a ve vhodnou dobu jednotlivě uvolňovat zpět do systému, konkrétně do služby Matcher, která již takovou zakázkou může pracovat standardním způsobem. Předobjednávka v sobě nese čas, kdy si klient objednat odvoz vozem taxi, ale může také v sobě nést informaci od dispečera, jak dlouho předem je vhodné zakázku uvolnit.

Pokročilá strategie uvolnění zakázky může periodicky sledovat stav a pozici jednotlivých vozů a na základě služby Geotools:Route si odhaduje potřebný čas volného vozu pro přejezd k místu vyzvednutí nebo obsazeného vozu, kde je navíc uvažována i cesta stávajícího zákazníka a následný potřebný přejezd k místu vyzvednutí. Při připočtení dostatečné rezervy je možné takto zakázky automatizovaně uvolňovat ze služby ve správný čas, aniž by byl předem nutný zásah dispečera nebo jeho odhad.

1.5.8 GeoTools

GeoTools je souhrn několika dále specifikovaných funkcí, které poskytují informace mapového charakteru. Popis jednotlivých modulů je k dispozici v následujících podkapitolách. Systém obvykle využívá volně dostupná data a opensource SW s otevřenou licencí, např. openstreetmap. Vlastním importérem jsou získána volně dostupná data s mapovými podklady a importovány do DB.

1.5.8.1 Importér dat

Importér dat, jak je zřejmé z názvu, obstarává import dostupných mapových podkladů do databáze Elasticsearch. Modul dokáže také aktualizovat již obsazenou databázi novými daty napříč celým systémem bez výpadku systému. Jako zdrojová data jsou využívány volně dostupné zdroje, např. OpenStreetMaps data ve formátu PBF (Protocol Buffer), což je velmi úsporný způsob uchování dat, ale tento způsob je také hojně využíván pro komunikaci mezi zařízeními.

Import je velmi rychlý, obvyklá doba je kolem deseti minut pro celou ČR.

1.5.8.2 Autocomplete / Search / Forward Geocoder

Hlavní funkcí tohoto modulu je vyhledat místo v DB mapových podkladů na základě textového řetězce nebo pouze jeho části. Data jsou uložena v DB ElasticSearch, což je fulltextový vyhledávač, který ukládá data ve formátu JSON. Ke své funkci využívá tzv. reverzní (invertovaný) index. Je to analogie s rejstříkem v knize, kde lze dohledat pro jednotlivé termíny, na jaké straně knihy jsou k nalezení. ElasticSearch takto vytvoří vazbu mezi termínem a uloženým dokumentem.

Uživatel tohoto modulu zadá celou adresu nebo její část a ElasticSearch vrátí seznam dokumentů, které jsou seřazeny podle nejvyššího dosaženého score. Způsob vypočítání score je závislý na mnoha faktorech. V našem případě je jedná o speciálně navržený mapping, který definuje jak jsou příslušné dokumenty a jeho jednotlivá pole uloženy a indexovány. Náš mapping je navržen např. tak, aby pro české adresy upřednostňoval číslo orientační před číslem popisným a evidenčním. Tato vlastnost ve většině případů pomáhá lépe a rychleji najít požadované místo.

1.5.8.3 Reverse Geocoder

Zpětný geocoder je velmi často využívaná funkce, která spočívá v převodu WGS84 souřadnice na lidsky srozumitelnou adresu. Postupnou optimalizací mappingu databáze se podařilo zkrátit dobu odezvy na 2 ms. Systém hledá nejbližší dostupné místo v menším souboru dat vzdáleném X km od zadané pozice. V případě, že neexistuje žádný výsledek v naší DB, je možné využít externí službu. Některé z nich jsou k dispozici jako volně šiřitelný SW. Nevýhodou volně dostupného SW je doba importu dat, která může být v řádu hodin až v řádu několika dní.

1.5.8.4 Route

Služba route zajišťuje získání trasy (souboru pozic), vzdálenosti a doby jízdy návrhovou rychlostí pro dva zadané body. Jednotlivé pozice trasy jsou zakódované ve formátu Polyline, viz [1].

1.5.8.5 Matrix

Služba Matrix je optimalizované volání služby Route pro více cílů a destinací najednou. Matrix vrátí matice vzájemných dob jízdy a vzdáleností. Poskytnuté výsledky nemusí být stejně přesné jako jsou vraceny službou Route.

1.5.8.6 TileServer

TileServer je vlastní instance systému OpenStreetMaps, [2]. Jedná se volně dostupný mapový podklad při dodržení odkazu autorství „© Přispěvatelé OpenStreetMap“.

Sestavení vlastního serveru je časově náročné, import celé planety může trvat o týdný. V rámci projektu se povedlo zprovoznit 2 servery s mapou Evropy s tím, že webová aplikace využívající vlastní mapy je schopna dlaždice s částmi mapy číst z obou serverů zároveň.

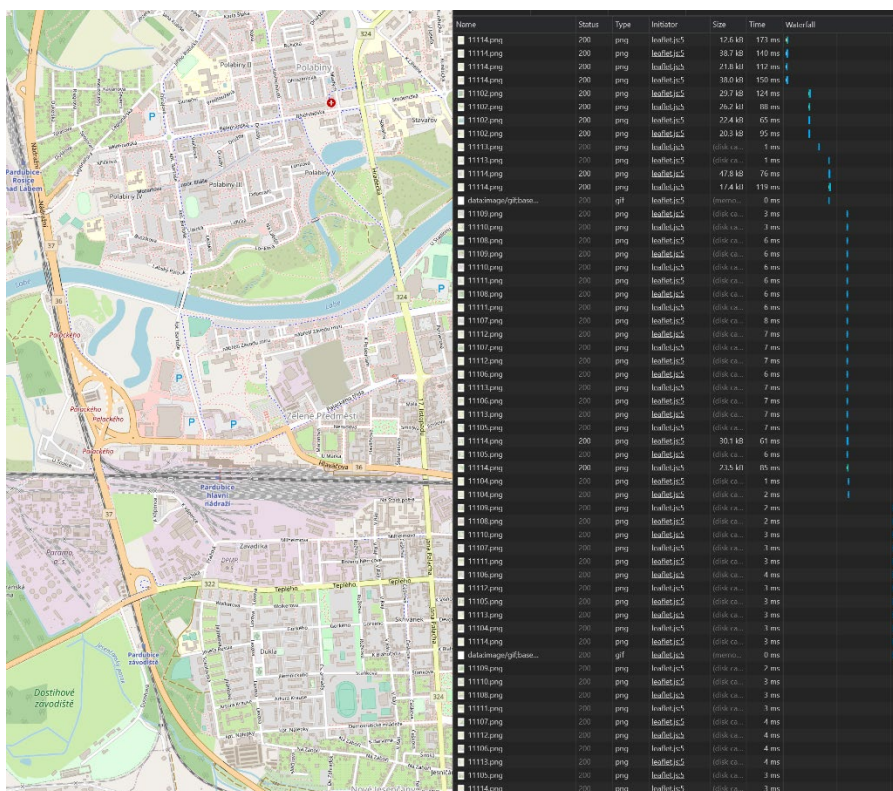
V rámci testování bylo zkoušeno mnoho kombinací parametrů i různých serverů. Námí běžně používaný server (10 x CPU, 60 GB RAM) byl schopen importovat 155tis objektů/s a celkový import běžel 37,57 hodin. Vlastní lokální server po všech optimalizacích byl schopen stejnou oblast importovat za 5,85 hodin.

Následně je nutné předpočítat dlaždice s mapou pro pohledy zabírající velkou část místa (celá Evropa nebo pohled na střední Evropu). OpenStreetMaps využívají celkově 3 servery pro rozložení zátěže a mají předpočítané všechny dlaždice pro zoom (přiblížení) 0 – 12.

Zde obecně platí každé větší přiblížení trvá cca 4x déle než předchozí. Zde je výstup z logu z předpočítání dlaždic pro přiblížení 0 – 10:

Zoom 00:	min: 591.6	avg: 591.6	max: 591.6	over a total of	591.6s	in 1 requests
Zoom 01:	min: 591.6	avg: 591.6	max: 591.6	over a total of	591.6s	in 1 requests
Zoom 02:	min: 591.9	avg: 591.9	max: 591.9	over a total of	591.9s	in 1 requests
Zoom 03:	min: 688.2	avg: 688.2	max: 688.2	over a total of	688.2s	in 1 requests
Zoom 04:	min: 1.3	avg: 378.9	max: 757.5	over a total of	1515.5s	in 4 requests
Zoom 05:	min: 1.3	avg: 182.9	max: 1577.6	over a total of	2927.0s	in 16 requests
Zoom 06:	min: 0.7	avg: 93.3	max: 1641.0	over a total of	5970.3s	in 64 requests
Zoom 07:	min: 0.6	avg: 31.8	max: 1619.5	over a total of	8152.2s	in 256 requests
Zoom 08:	min: 0.6	avg: 9.2	max: 1613.5	over a total of	9341.3s	in 1020 requests
Zoom 09:	min: 0.8	avg: 5.0	max: 813.9	over a total of	20306.6s	in 4096 requests
Zoom 10:	min: 1.8	avg: 7.9	max: 2427.0	over a total of	129308.2s	in 16384 requests

Z logu je poznat důvod předpočítávání. Velké dlaždice obsahující pohled na celou planetu se generují cca 10 minut, což by bylo pro uživatele nepřijatelné.



Obr. 11 - Pohled generovaný dvěma tile servery najednou

1.5.9 Telefonní Backend

Pro telefonii jsme vybrali službu Odorik.cz dodavatele miniTEL s.r.o. Po vzájemných dohodách byl dodavatel ochoten upravit svůj systém a bylo možné jednotlivé události (zvonění, příjem hovoru, ukončení hovoru, zmeškání hovoru) zasílat ve smluveném formátu na náš server.

Náš systém není omezen na tohoto jediného poskytovatele. Již nyní systém podporuje profily, kde bude možné implementovat další poskytovatele VOIP působící na českém trhu.

1.5.9.1 Příjem WebHook

Tato část telefonního systému zajišťuje příjem událostí ze systému Odorik. Po zpracování datové zprávy je příslušná událost zaslána do SAPI.

1.5.9.2 Nahrávání hovoru

Po ukončení hovoru systém odorik poskytne informaci o tom, že nahrávka byla vytvořena a je k dispozici ke stažení. Všechny nahrávky přesouváme do naší centrální databáze hovorů, aby byla nahrávka dispečerovi k dispozici pro případnou reklamaci služby zákazníkem.

1.5.9.3 Centrální DB nahrávek

Zde jsou ukládány všechny uskutečněné hovory a malá DB obsahuje další informace pro rychlé zjištění vazby mezi objednávkou a telefonátem.

1.5.10 Rezervační systém pro plánování směn řidičů

Pro taxislužby zaměstnávající řidiče, případně plánující povinné směny byl vytvořen jednoduchý rezervační systém, který pracuje nativně s entitami systému (řidič, vozidlo) a napomáhá dispečerovi, nebo osobě s vyhrazenou funkcí směrem k plánování směn. Systém se snaží pomáhat přehledem minulých směn pro rychlejší zadávání opakujících se událostí.

Pro případ servisu vozidla nebo nemoci řidiče byl systém rozšířen pro případnou blokadu nedostupných entit na potřebně dlouhou dobu.

Po zapracování vlastního komunikačního nástroje je plánováno rozšíření formou notifikací do řidičské aplikace.

1.5.11 SAPI

Podpurný systém pro zajištění komunikace mezi jednotlivými službami. SAPI obsahuje systém persistentních front a každá událost je na základě platné konfigurace systému distribuována dále do příjmových služeb. Jedná se o páteřní síť pro komunikaci v rámci celého systému taxi dispečinku.

1.6 Architektura dispečinkového SW

V předchozí kapitole 1.5 byly představeny vybrané moduly dispečinkového systému. Moduly jsou komunikačně spojeny přes modul SAPI (hlavně v případě že jedna událost má více příjemců) a nebo přímo prostřednictvím definovaných rozhraní. Kmenová data v sobě drží centrální systém ACCOUNT. Systém interaguje s několika hlavními aktory, řidičem, dispečerem a zákazníkem mobilní aplikace. Poslední dva jsou si velmi podobní, oba zadávají zakázky do systému.

Každý aktor má svůj backend, kterým komunikují nepřímo s celým systémem. Další podstatnou částí je telefonní rozšíření, které usnadňuje dispečerovi práci při zadávání zakázek.

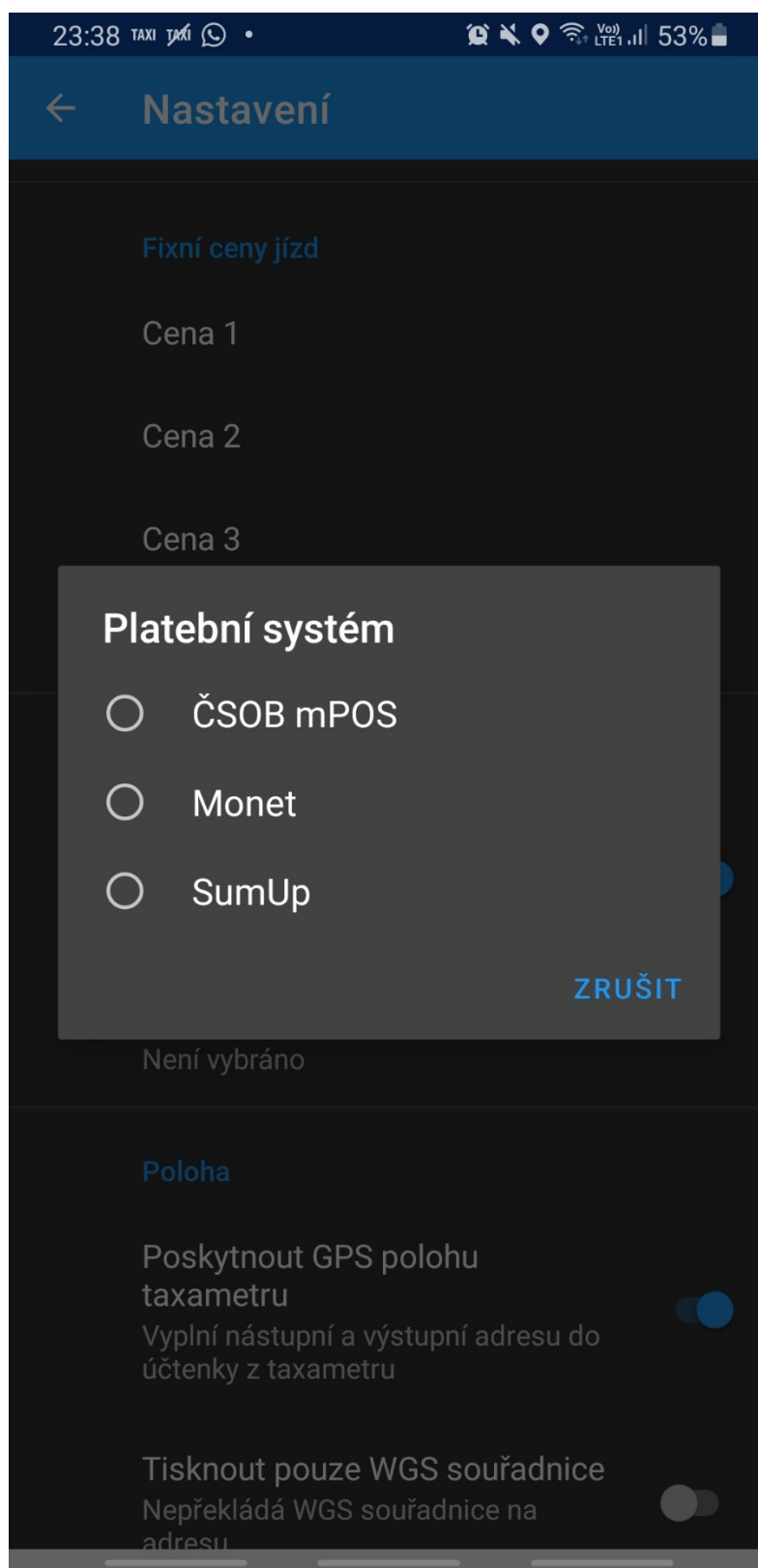
Jednotlivé mikro služby jsou organizovány do funkčních celků, tzv. stacků. Všechny zdrojové kódy jsou uloženy v centrálním depozitáři a verzovacím systému GIT. Změny ve zdrojovém kódu se v případě potřeby automaticky projeví ve vytvoření nové verze mikroslužby a ta je automaticky včetně nového nastavení spuštěna na předem určeném serveru v rámci několika sekund. Mikroslužby jsou kontejnerizovány do tzv. Docker kontejnerů, které umožňují zapouzdření a izolování vyvinutého programu.

Pro správu kontejnerů a jejich nasazování a správu, tzv. orchestraci je využit open source projekt Rancher.

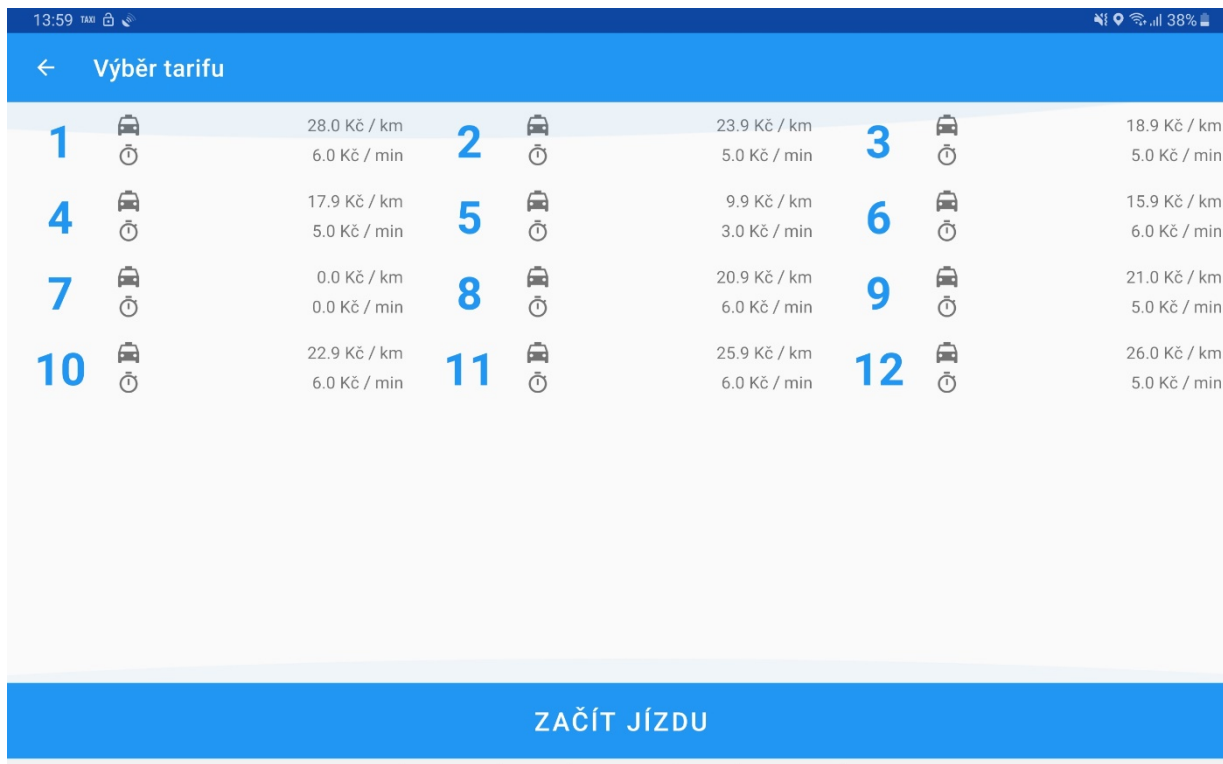
1.7 Android knihovna pro integraci s taxametrem a platebním terminálem

V rámci vývoje byla vytvořena Android knihovna včetně dokumentace pro snadnou integraci taxametrů Semitron s libovolným dispečinkovým systémem. Integrace umožňuje zákazníkovi vykonávat limitované úkony na taxamtru, ale pouze takové, jaké může v danou chvíli a módu taxamtru vykonávat tlačítka sám řidič. Tím lze snadno svázat akce jako současné přihlášení řidiče do taxamtru a dispečinku nebo kontrolovat správné použití tarifů v rámci taxi jízdy.

Knihovna dále integruje platební terminály Ingenico mPOS a SUMUP. Do terminálů je možné automaticky přenést výslednou částku jízdného z taxamtru a dále poskytnout terminálu dočasně tiskárnu taxamtru pro vtištění potřebných dokladů.



Obr. 12 - Integrace platebních terminálu v Android knihovně



Číslo	Ikona	28.0 Kč / km	6.0 Kč / min	23.9 Kč / km	5.0 Kč / min	18.9 Kč / km	5.0 Kč / min
1							
4		17.9 Kč / km	5.0 Kč / min	9.9 Kč / km	3.0 Kč / min	15.9 Kč / km	6.0 Kč / min
7		0.0 Kč / km	0.0 Kč / min	20.9 Kč / km	6.0 Kč / min	21.0 Kč / km	5.0 Kč / min
10		22.9 Kč / km	6.0 Kč / min	25.9 Kč / km	6.0 Kč / min	26.0 Kč / km	5.0 Kč / min

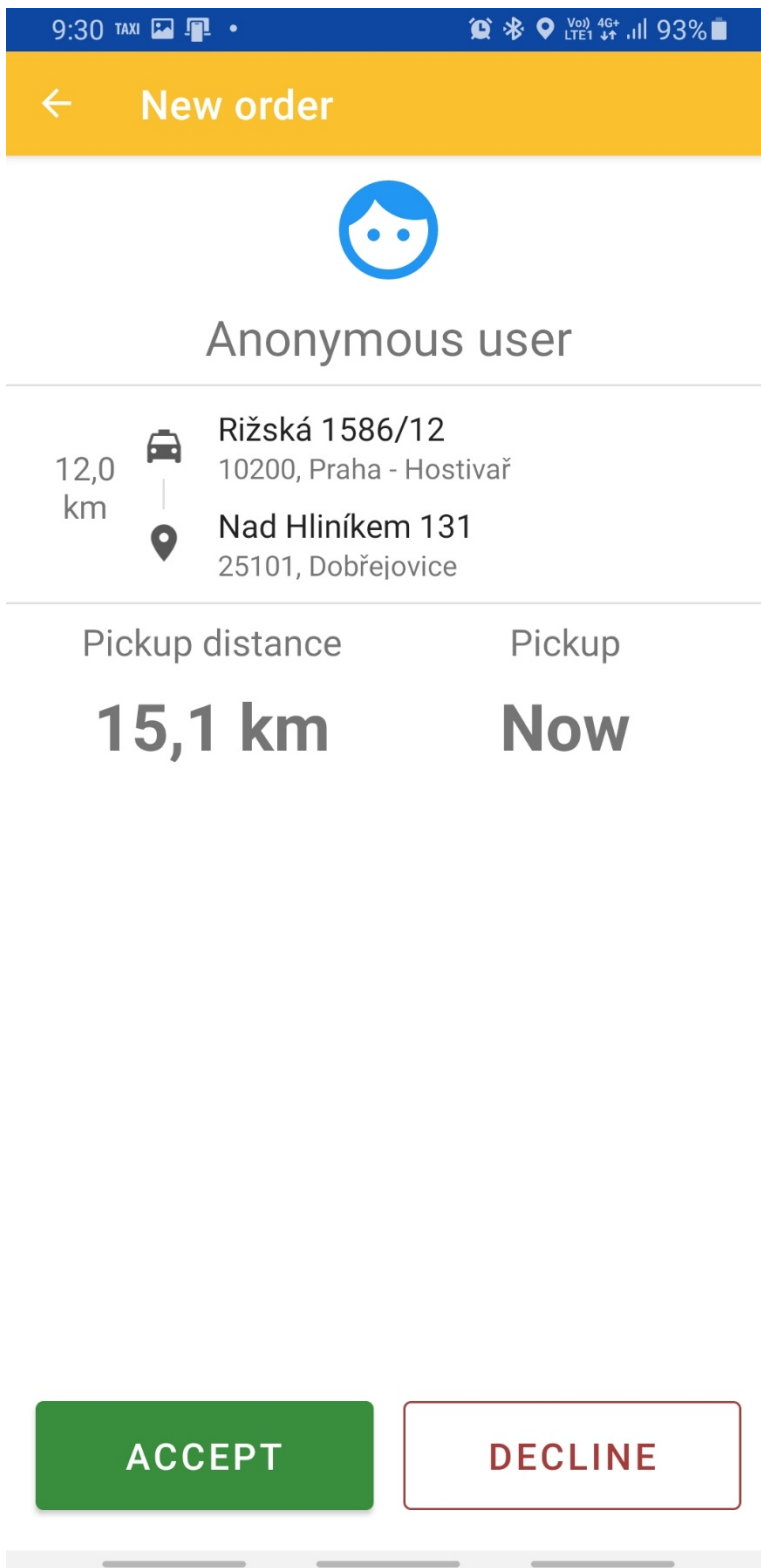
ZAČÍT JÍZDU








Obr. 13 - vyčtení tarifů nahraných z taxametru přes android knihovnu

1.8 Řidičská aplikace


Řidičská aplikace je základním stavebním kamenem moderního dispečinku. Nahrazuje původní vysílačku dřívějších rádiodispečinků, které již v ČR téměř vymizely. Oproti vysílačce umožňuje řidičská aplikace sdílení polohy telefonu s dispečinkem, příjem zakázek s mnohem více detaily nebo sdílení jednotlivých stavů v průběhu zakázky.

Pro řidiče je navíc aplikace portálem pro komunikaci s dispečinkem. Může zde mít přehled uskutečněných jízd, napojení na navigaci v telefonu (automatické zadání adresy do navigace) nebo v případě přání dispečinku se využívá přehledová mapa všech vozidel ve směně pro zpětnou vazbu řidiče při optimalizaci rozmístění.





9:30 TAXI      4G+ LTE1 4+  93% 

← New order



Anonymous user

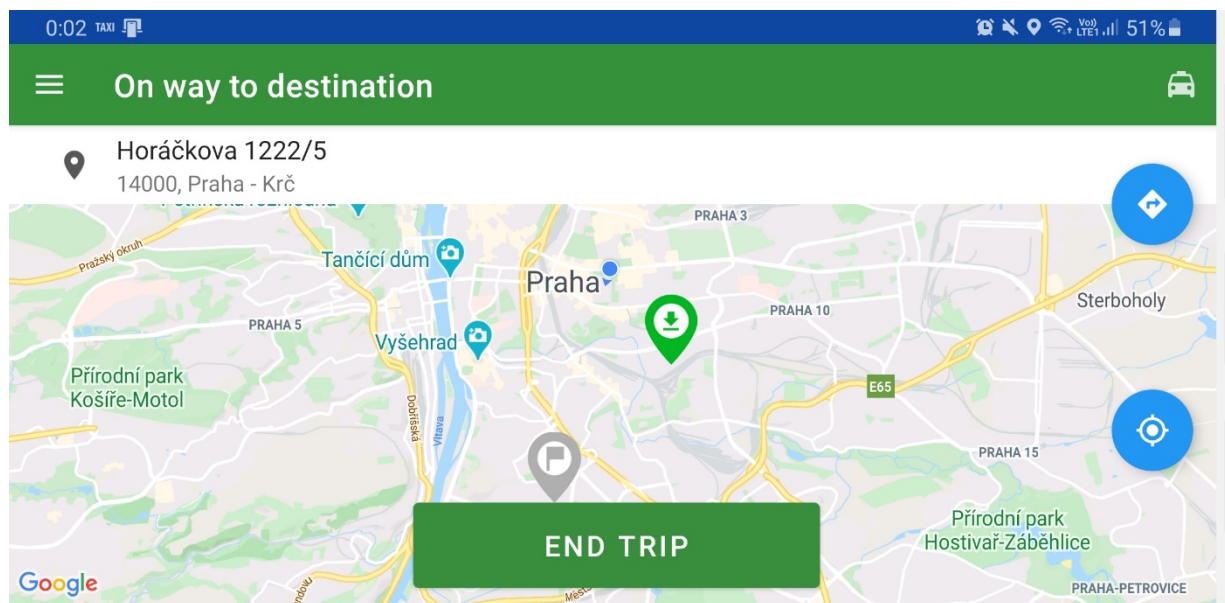
12,0 km  Rižská 1586/12
10200, Praha - Hostivař

 Nad Hliníkem 131
25101, Dobřejšovice

Pickup distance	Pickup
15,1 km	Now

ACCEPT **DECLINE**

Obr. 14 - Nabídka zakázky v řidičské aplikaci



Obr. 15 - Přehledová obrazovka při jízdě se zákazníkem

Dispečink umožňuje zákazníkovi sdílet po dobu objednávky svou pozici s řidičem, což usnadňuje nalezení zákazníka na nepřehledných rozlehlých místech převážně ve větších městech.

1.9 Zákaznická aplikace pro chytré telefony

Zákaznická aplikace je volitelné rozšíření dispečinku taxi, které umožní zákazníkovi zadat objednávku jízdy s potřebnými parametry přímo do systému dispečinku bez kontaktování dispečera – telefonního operátora.

Aplikace zákazníkovi pomáhá v případě, že se nenachází v jemu známé oblasti sdílením své pozice. Identita zákazníka je ověřena při registraci ověřením jeho telefonního čísla a emailu. Při znalosti emailu je možné od 1. 8. 2020 vykonat jízdu bez taxamtru při dohodě o konečné ceně dopředu a následně emailem zaslat potvrzení o přepravě po dokončení jízdy.



Enter the verification codes
you received

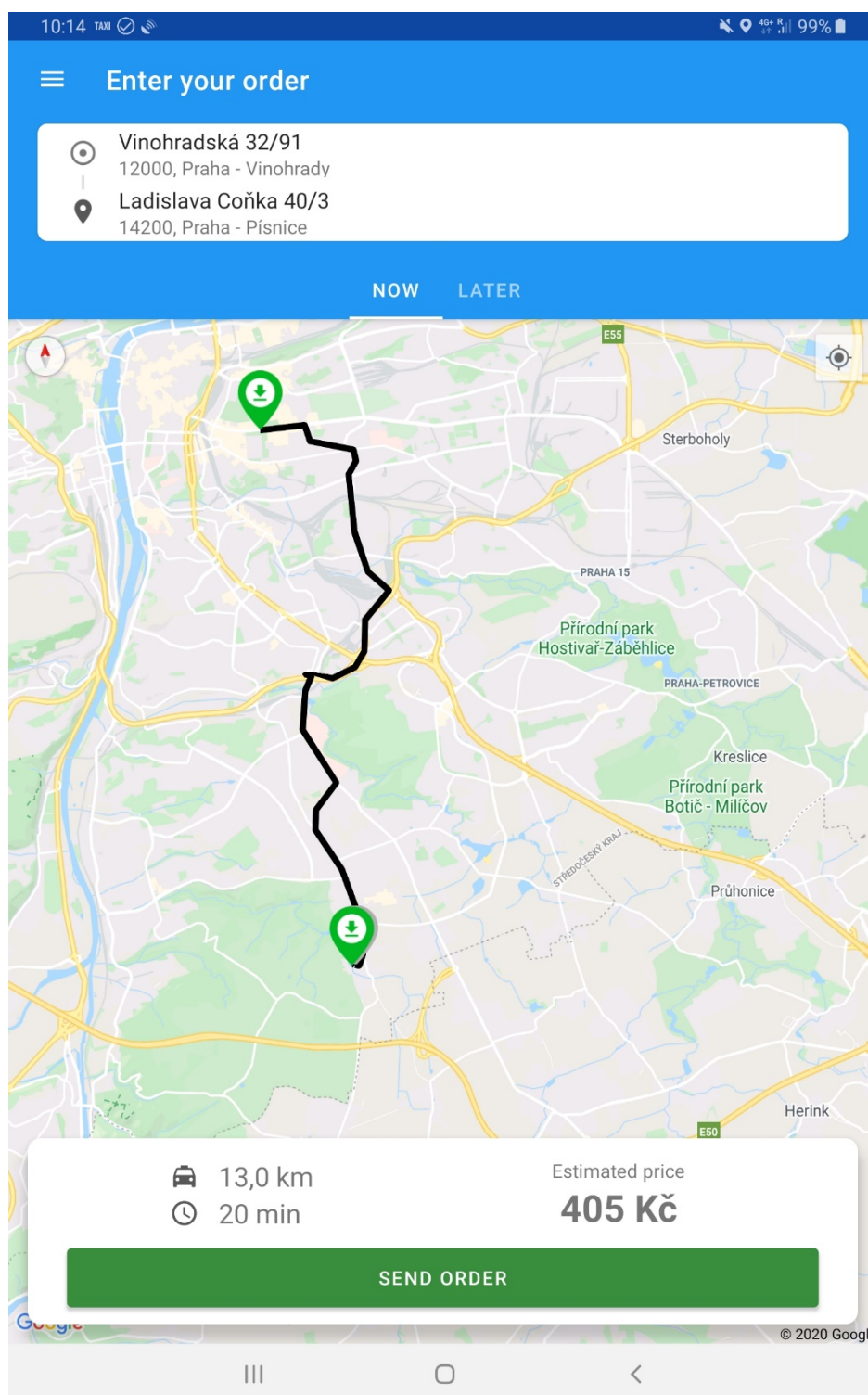
SMS code

9	3	4	7	8	4
---	---	---	---	---	---

FINISH REGISTRATION

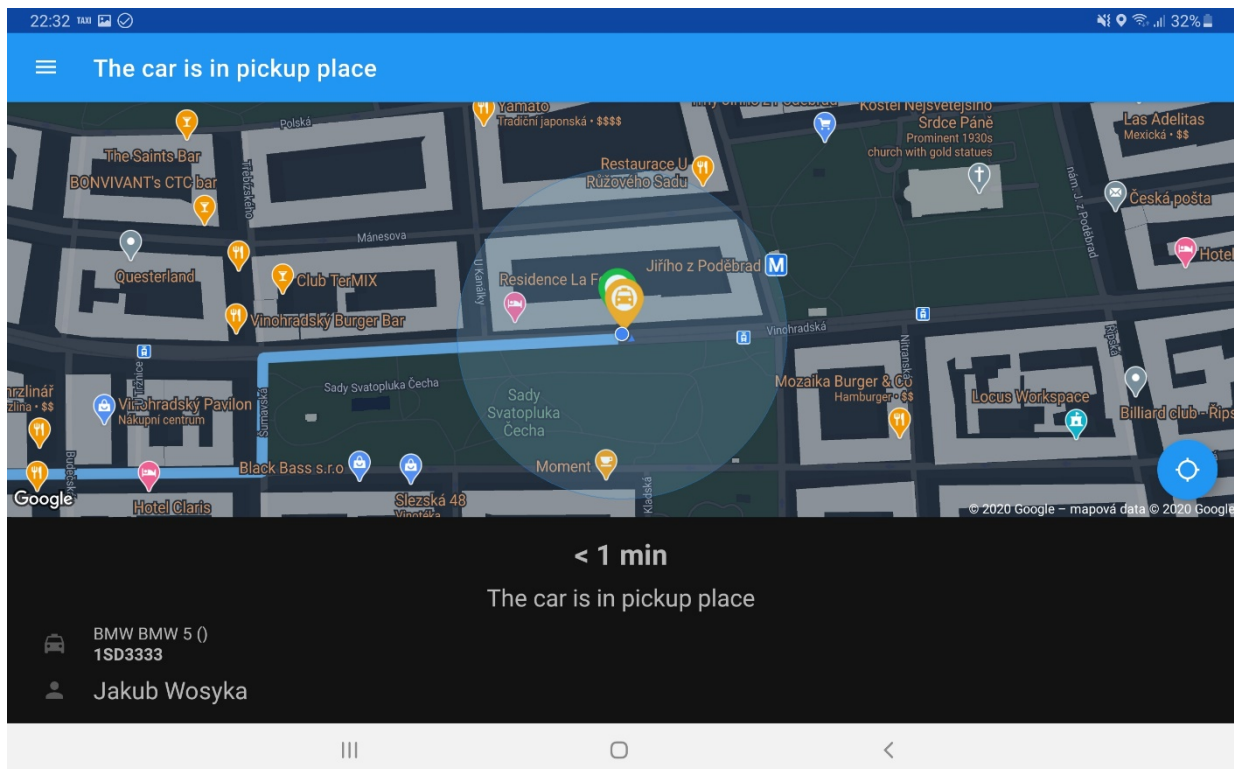
1	2	3	✕
4	5	6	Hot.
7	8	9	—
	0		,

Obr. 16 - Validace telefonního čísla formou SMS kódu

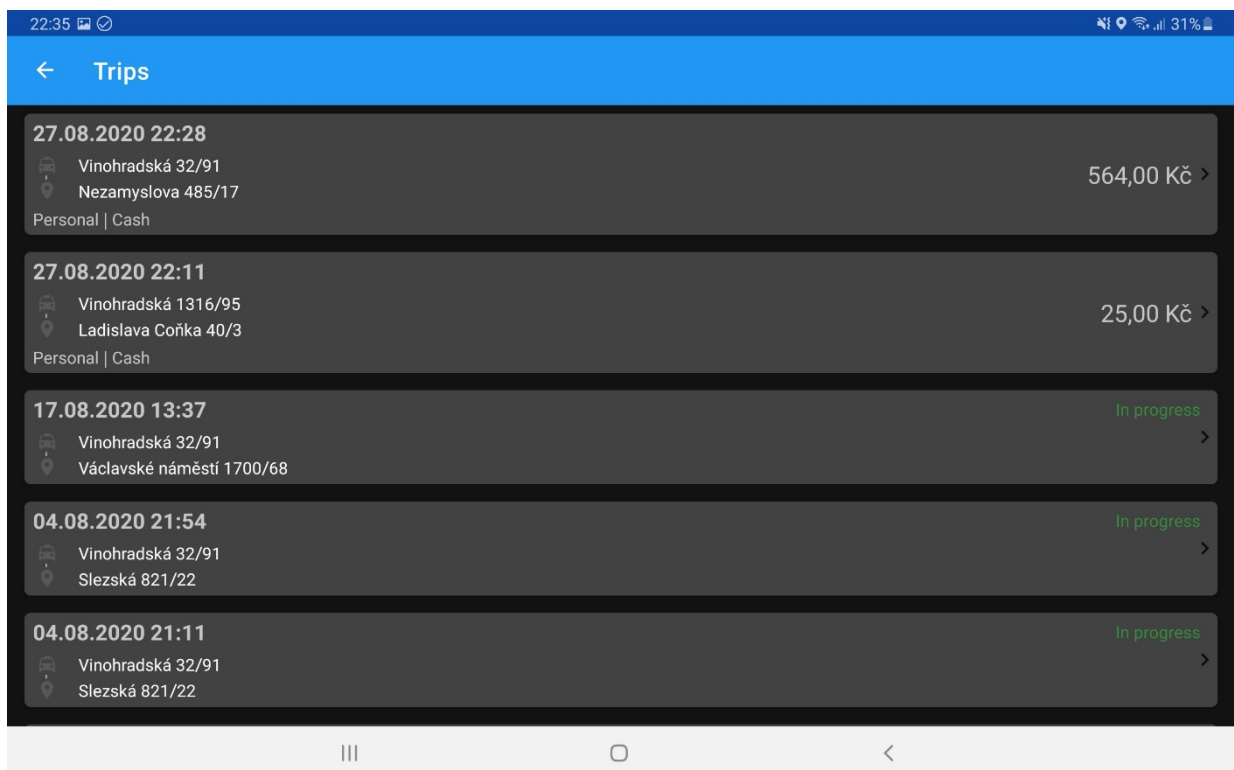


Obr. 17 - Zadání zakázky zákazníkem

Na Obr. 17 lze vidět obrazovku zákaznické aplikace po zadání místa nástupu a výstupu. Součástí poskytnutých informací je zobrazení potenciální trasy, vzdálenost, doba jízdy a odhadovaná cena podle cenového modelu taxislužby. Cenotvorbu si může taxidispečink upravit tak, aby cena byla následně závazná.



Obr. 18 - Sdílení a přehled stavu objednávky



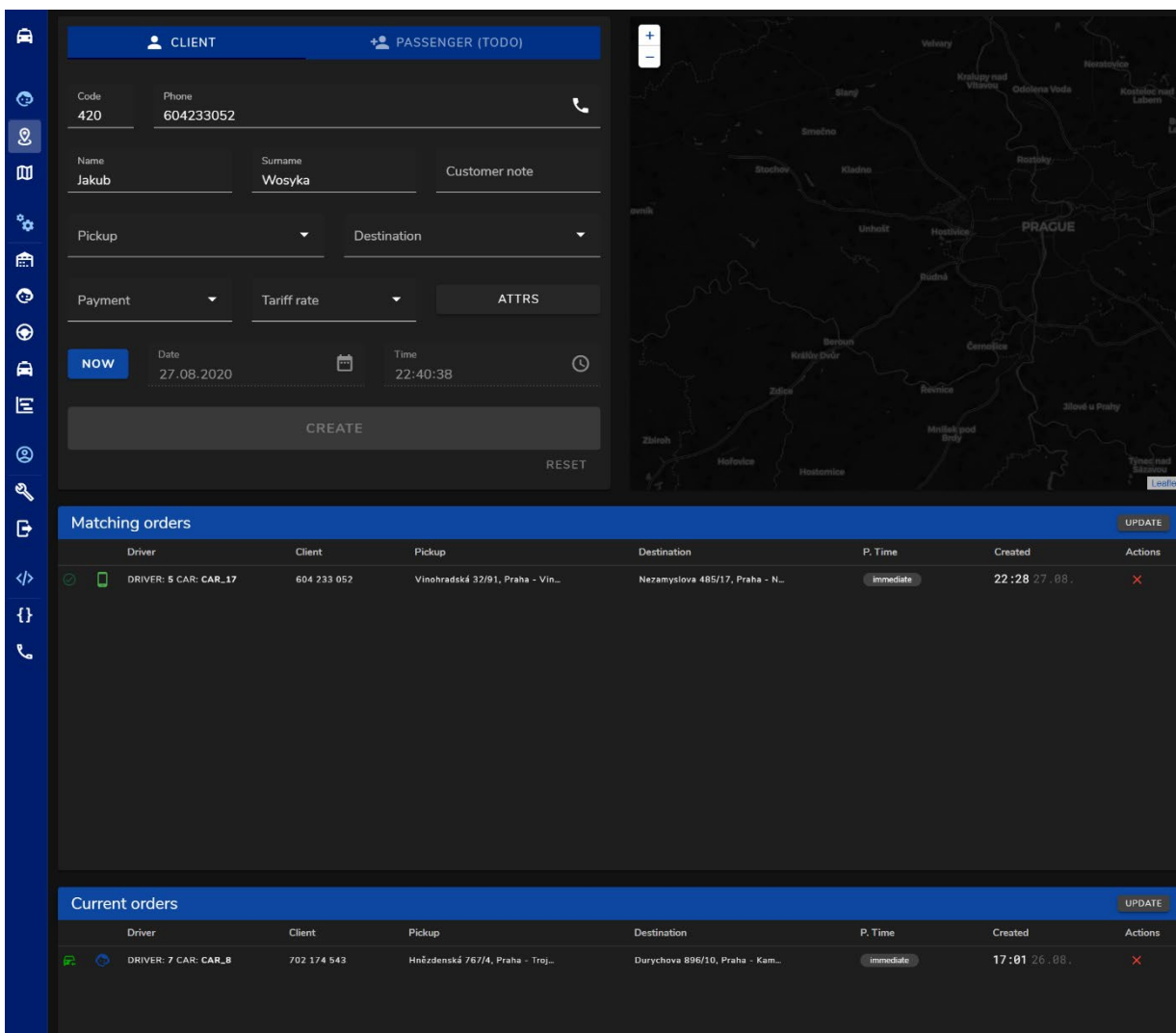
Obr. 19 - Přehled uskutečněných jízd

1.10 Dispečerské pracoviště

Dispečerské pracoviště umožňuje dispečerovi co nejrychlejší zadání zakázky a zároveň mít přehled nad celým stavem dispečinku. Je potřeba sledovat nerozřazené zakázky, aktuální zakázky, ale také předobjednávky. Dále je možné sledovat pozice vozidel na mapě a nim také detaily o zakázce, pokud je vozidlo obsazené.

Druhá část dispečinku je určena pro správce vozového parku nebo administrátora služby. Ten má možnost zakládat nová vozidla, řidiče, aktivovat nové chytré telefony nebo zakládat i nové profily samotných dispečerů.

Pracoviště dispečera integruje připojení na VOIP telefon a jednotlivé události jsou přenášeny přímo do dispečerské aplikace.



Driver	Client	Pickup	Destination	P. Time	Created	Actions
DRIVER: 5 CAR: CAR_17	604 233 052	Vinohradská 32/91, Praha - Vin...	Nezamyslova 485/17, Praha - N...	immediate	22:28 27.08.	X

Driver	Client	Pickup	Destination	P. Time	Created	Actions
DRIVER: 7 CAR: CAR_8	702 174 543	Hnězdenská 767/4, Praha - Troj...	Durychova 896/10, Praha - Kam...	immediate	17:01 26.08.	X

Obr. 20 - Přehledová obrazovka dispečera

1.11 Taxametry

Taxametry Semitron jsou na českém trhu od roku 2013 a v celém období jsou průběžně upravovány podle potřeb zákazníku. Poslední úpravy se týkaly především možnost integrace taxametru přímo s dispečinkovým systémem. SW úpravy se týkaly těchto oblastí:

- Vyhrazení tlačítka pro přenos události, kdy řidič je na místě a čeká na zákazníka
- Možnost vyčtení aktuálních tarifů z taxametru
- Přihlášení a odhlášení ze směny
- Okamžitá blokáce řidiče s definovanou časovou působností
- Příprava taxametru na EET

1.12 Sledovací jednotky a možná integrace

Společnost Czech Iveka s.r.o. provozuje GPS sledovací dozor taxi vozů s napojením na taxametr. Úpravy SW taxametru je vždy nutné otestovat a implementovat do SW sledovacích jednotek.

V rámci plnění projektu byla vyzkoušeny i další typy sledovacích jednotek od různých výrobců. Možnost napojení na taxametr se povedlo úspěšně vyzkoušet, ale komunikace se pouze jednostranná (SIMPLEX) a pro delší datové přenosy není v jednotce dostatečná paměť pro přenos.

Pozici libovolných GPS jednotek je možné integrovat přes připravené příjmové API s dispečinkem a tím si vytvořit záložní datový kanál o pozici taxi vozidla.

1.13 Závěr

Lze konstatovat, že žadatel Czech Iveka s.r.o. za období 2017 – 2020 vyvinula maximální úsilí k naplnění cílů a závěrů projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/16_084/0010370 – „Výzkum a vývoj inteligentního systému pro řízení městských taxislužeb“ a je zcela připraven prezentovat výsledky výzkumu a vývoje v rámci projektu.

ODDÍL 2 BIBLIOGRAFIE

- [1] Google, „Encoded Polyline Algorithm Format,“ 01 04 2020. [Online]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/utilities/polylinealgorithm>.
- [2] OpenStreetMap, „OpenStreetMap,“ 01 04 2020. [Online]. Available: <https://www.openstreetmap.org/>.