



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Alexandr Melnikov

**PROGNÓZOVÁNÍ VÝVOJE INTELIGENTNÍCH
DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ V ORGANIZACI DOPRAVY**

Bakalářská práce

2015



K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Alexandr Melnikov

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Název tématu (česky): **Prognózování vývoje inteligentních dopravních systémů v organizaci dopravy**

Název tématu (anglicky): Prediction of the ITS Development in the Transport Organisation

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:


- Inteligentní dopravní systémy
 - Prognózování a prognostické metody v dopravě
 - Možnosti aplikace prognostiky v oblasti ITS
 - Případová studie
 - Vyhodnocení a doporučení
-


- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: PŘIBYL P., SVÍTEK M. Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika, ČVUT Praha, ISBN 80-010-3122-5.
ŠTĚDROŇ, B. A KOL.: Prognostické metody a jejich aplikace, Praha : C.H.BECK, 2012, ISBN: 978-80-7179-174-4

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Bohumír Štědroň, CSc.**
Ing. Alexandra Dvořáčková

Datum zadání bakalářské práce: **25. října 2013**
(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: **24. srpna 2015**
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


prof. Ing. Petr Moos, CSc.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy


prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Alexandr Melnikov
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 17. prosince 2014

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji doc. RNDr. Bohumírovi Štědroňovi, CSc. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne.....

.....Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

**PROGNÓZOVÁNÍ VÝVOJE INTELIGENTNÍCH DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ V ORGANIZACI DOPRAVY**

Bakalářská práce

Srpen 2015

Melnikov Alexandr

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce “Prognózování vývoje inteligentních dopravních systémů v organizaci dopravy” je analýza současného stavu inteligentních dopravních systémů a řady technologií použitých k vybudování dopravní telematiky. Na základě této analýzy bude vytvořena prognóza vývoje inteligentních dopravních systémů do budoucna.

Klíčova slova: doprava, prognóza, inteligentní systémy, telekomunikace, umělá inteligence, Data Mining, informace.

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis “Prediction of the ITS development in the transport organization” is analysis of current situation in intelligent transport systems and variety of technologies which have been used in transport telematics development. According to analysis will be established prediction of intelligent transport systems development in the future.

Keywords: transport, prediction, intelligent systems, telecommunications, artificial intelligence, Data Mining, information.

OBSAH

OBSAH.....	2
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	5
1. ÚVOD.....	6
2. INTELIGENTNÍ DOPRAVNÍ SYSTÉMY	7
2.1. Historie ITS.....	7
2.2. Definice ITS.....	8
2.3. Podstata systémů ITS.....	8
2.4. Aktuální ITS projekty	9
2.4.1. Inteligentní automobil	10
2.4.2. JDSI – Jednotný dopravní systém informací ČR.....	12
2.5. Architektura dopravní telematiky.....	13
2.6. Silné procesy.....	14
2.7. Hierarchická struktura dopravní telematiky	15
2.7.1. První vrstva dopravního telematického systému	16
2.7.2. Druhá vrstva dopravního telematického systému	17
2.7.3. Třetí vrstva dopravního telematického systému	17
2.7.4. Čtvrtá vrstva dopravního telematického systému	17
2.7.5. Pátá vrstva dopravního telematického systému	17
2.8. Organizační architektura.....	17
2.9. Predikce scénáře aplikací telematiky	18
3. PROGNOTICKÉ METODY.....	20

3.1.	Kvalitativní prognostické metody	21
3.1.1.	Brainstorming	21
3.1.2.	Panel expertů	22
3.1.3.	Metoda Delphi	22
3.1.4.	Předpověď společnosti Cisco.....	22
3.1.5.	Metoda analogie.....	23
3.2.	Kvantitativní prognostické metody	24
3.2.1.	Časové řady.....	24
3.2.2.	Analýza vývoje časových řad.....	25
3.2.3.	Dekompozice časové řady	25
3.2.4.	Aditivní a multiplikační dekompozice.....	26
4.	ANALYTICKÉ A STATISTICKÉ METODY	27
4.1.	Metoda nejmenších čtverců.....	27
4.2.	Aplikace MNČ na funkce s hladinou nasycení.....	27
4.3.	Posuzování kvality vyrovnaní dat.....	28
4.4.	Testování statistických hypotéz	29
4.4.1.	Celkový F-test	29
4.4.2.	Durbin-Watsonův test	29
5.	DATA MINING.....	31
5.1.	Struktura Data Mining.....	31
6.	PROGNÓZA VÝVOJE INTERNETU	34
6.1.	Vývoj internetové populace.....	34

6.2. Budoucnost Internetu.....	35
7. PROGNÓZA VÝVOJE RFID.....	36
7.1. Prognóza RFID	36
8. PROGNÓZA VÝVOJE VÝPOČETNÍ TECHNIKY A UMĚLE INTELIGENCI	39
8.1. Vývoj počítače	39
8.2. Výpočetní rychlost	39
8.3. Prognóza vývoje výpočetní rychlosti	40
8.4. Umělá inteligence	41
8.5. Turingův test	41
8.6. Rozhovor pacienta s psychiatrem	42
8.7. Prognóza vývoje uměle inteligenci.....	42
9. ZÁVĚR.....	44
10. POUŽITÉ ZDROJE	45
10.1. Literatura	45
10.2. Internetové zdroje	46

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ITS	Intelligent Transportation Systems
CACS	Comprehensive Automobile Traffic Control System
eCall	Tísňové volání automaticky iniciované vozidlem v případě nehody
ACC	Adaptive Cruise Control
JSDI	Jednotný systém dopravní informací ČR
PVS	Portál veřejné správy
GPS	Global Positioning Satellites
MHD	Městská hromadná doprava
HDP	Hrubý domácí produkt
VNI	Cisco® Visual Networking Index
MNČ	Metoda nejmenších čtverců
DSZ	Distanční metoda sondování Zemi
WWW	World Wide Web
RFID	Radio Frequency Identifikation
FLOPS	FLoating-point OPerations per Second
UI	Umělá inteligence
MIT	Massachusetts Institute of Technology

1. ÚVOD

Hlavní **motivací** pro výběr tohoto tématu je, že doprava má klíčové význam pro efektivní fungování ekonomiky, zabezpečení mezinárodního a vnitrostátního obchodu. Mobilita obyvatelstva je jedním z hlavních požadavků v 21. století. Tradiční řešení utratily efektivitu, proto pro optimalizaci organizaci dopravy používá koncepte Inteligentních Dopravních Systémů (ITS). Vývoj ITS umožňují uspokojení narůstajících požadavků v mobilitě lidstva, přepravě komodit a informací s minimalizací ekologických škod okolí. Jedná se proto o **téma velmi aktuální**.

Problematice ITS a prognózování se věnuje **mnoho významných domácích i zahraničních autorů**. V průběhu tvorby bakalářské práce budu pracovat s literaturou PŘIBYL Pavel a SVÍTEK Miroslav – Inteligentní dopravní systémy, ŠTĚDRŮ Bohumír a KOL. – Prognostické metody a jejich aplikace. Obě jmenované publikace přehledným způsobem soustřeďuje všechny poslední poznatky z oboru ITS a shrnují celostní přístup k prognózování. Tyto tituly využiji především v teoretické části bakalářské práce. Dalším významným zdrojem informací bude publikace MICHEEV Sergej a KOL. – Technologie Data Mining v problematice prognózování vývoje dopravní infrastruktury, a další jeho publikací. Autorovi se povedlo provést analýzu používání technologie Data Mining pro projevování tajných přirozenosti v úkolech predikce vývoje dopravní infrastruktury. Při tvorbě budu dále využívat odborná periodika (časopisy nebo magazíny), vhodné internetové zdroje nebo příspěvky z odborných konferencí.

Hlavním **cílem** bakalářské práce bude na základě analýzy definovat prognózu vývoje inteligentních dopravních systémů v organizaci dopravy a řady technologií, které zahrnují ITS. Navrhnout vhodná opatření ke zlepšení inteligencí a realizaci dopravy telematiky.

Pro vypracování závěrečné práce budu používat **metodu** studia odborné literatury, kompilace textů. Zjištěné teoretické informace budu aplikovat pomocí prognostických metod s vytvořením prognóz. Ze zjištěných informací bude dedukován závěr bakalářské práce a doporučení pro vývoj inteligentních dopravních systémů.

2. INTELIGENTNÍ DOPRAVNÍ SYSTÉMY

Koncept „Inteligentní dopravní systémy“ (ITS) se používá pro globální program, který zahrnuje řadu technologií, jejichž cílem je učinit dopravu bezpečnější a efektivnější, s menšími kongescemi na silnicích a s nižším ekologickým zatížením prostředí. ITS není nějakým výrobkem nebo projektem, jedná se o široce pojaté hnutí. Fakticky možné říct, že se jedná o přesunování vzoru, jak společnost vnímá vysoké nároky na přepravní výkony, kapacity parkovišť, rostoucí počty nehod a další výzvy. Společnost si totiž uvědomuje, že musí reagovat na tyto tlaky „inteligentním“ způsobem, který spočívá ve spojení různých technologických oborů. ITS je komplexní program zahrnující řadu vrstev a subsystémů.[1]

2.1. Historie ITS

Na začátku šedesátých let se prakticky současně v Japonsku, Spojených Státech a v Evropě začínají ověřovat dopravní systémy vyšší úrovně, které jsou nadstavbou nad standardním dopravním řízením.

Základní teze, které provázely vznik těchto dopravních systémů jsou:

- Poskytování globálních informací a vědomostí účastníkům provozu a řídicím centrem,
- Zlepšení stylu života a zvýšení účinnosti ekonomiky,
- Zvýšení bezpečnosti provozu a zlepšení ekologie.

V první etapě, v šedesátých a sedmdesátých letech, se testovaly základní principy: V Japonsku bylo zkoušeno, mimo jiné, navádění vozidel na cíl. Například v projektu CACS (Comprehensive Automobile Traffic Control System) se jednalo o plochu asi 30 km². Zde řidič zadal cíl cesty a centrální počítač mu optimalizoval trasu podle momentální dopravní situace. Vozidla byla vybavena jednoduchým displejem a komunikovala obousměrně s řídicím centrem pomocí soustavy radiomajáků. V USA testovali možnost ovlivňování dopravního proudu pomocí informačních tabulí a v Evropě začala vznikat integrovaná centra řízení dopravy.

Druhá fáze vývoje začala v osmdesátých letech a spojena s širokým rozvojem elektroniky a komunikační techniky. V Evropě se jednalo o nadnárodní projekty podporované Evropskou unií, v Japonsku a USA byly projekty podporované vládami, které považovaly rozvoj ITS za strategickou záležitost.[1]

V devadesátých letech byla vyhodnocena druhá fáze a bylo na celosvětové úrovni konstatováno:

- 1) Jsou Prokazatelné pozitivní praktické výsledky ITS;
- 2) Je zřejmé, čeho se má dosáhnout.

Na zasedání v Berlíně 21-22. Dubna 1997 evropská konference ministrů dopravy konstatovala, že je „nutné pomoci při vytváření politického fóra pro rozvoj integrovaného dopravního systému v celé Evropě, který bude ekonomicky a technicky efektivní a který splňuje nejvyšší možné bezpečnostní normy a normy ochrany životního prostředí a také plně bere ohled na sociální dimenzi“.[1]

2.2. Definice ITS

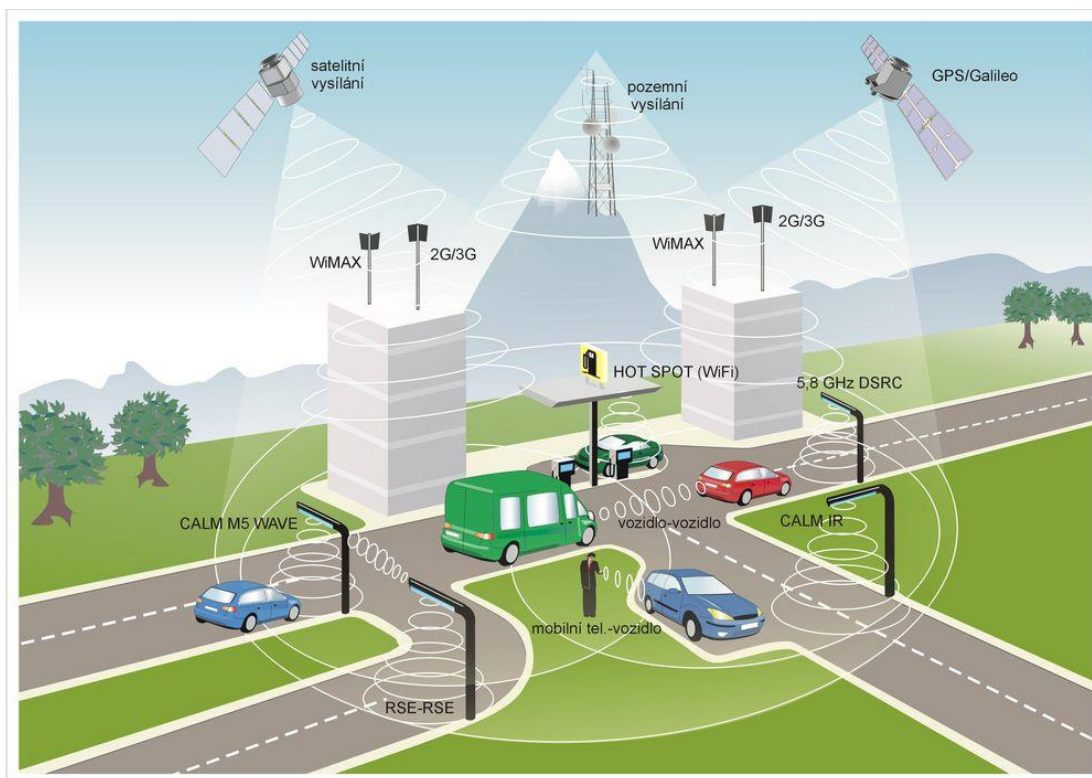
Z hlediska terminologie se v USA a Japonsku používá pro tyto systémy název „Intelligent Transportation Systems“ (ITS), v Evropě se většinou používá název dopravní telematika. Tento pojem vznikl sloužením slov „Telekomunikace“ a „Informatika“ a vyjadřuje úzkou vazbu obou oborů.

Jedna z nejužitečnějších definicí dopravní telematiky říká: **Dopravní telematika integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost a zvýšila se psychická pohoda cestujících.**[1]

2.3. Podstata systémů ITS

Podstata systémů ITS (resp. s nimi souvisejících procesů) spočívá v tom, že obsahují nebo jsou sestaveny z částí, které jsou schopny sbírat a zasílat informace (data) o stavu určitého vozidla nebo zařízení do řídicí jednotky nebo operátorovi. Za určitých podmínek řídicí jednotka sama zašle zpět příslušné pokyny (nebo je pokyn zadán manuálně operátorem). Tato akce aktivuje zařízení pro řízení procesu (např. soubor zařízení určený pro řízení silničního provozu jako např. symboly na proměnných dopravních značkách, návěstní znaky na světelných signalizačních zařízeních apod.), na obrázku 1 uveden příklad telekomunikačního propojení infrastruktury a vozidla nebo vozidel mezi sebou .

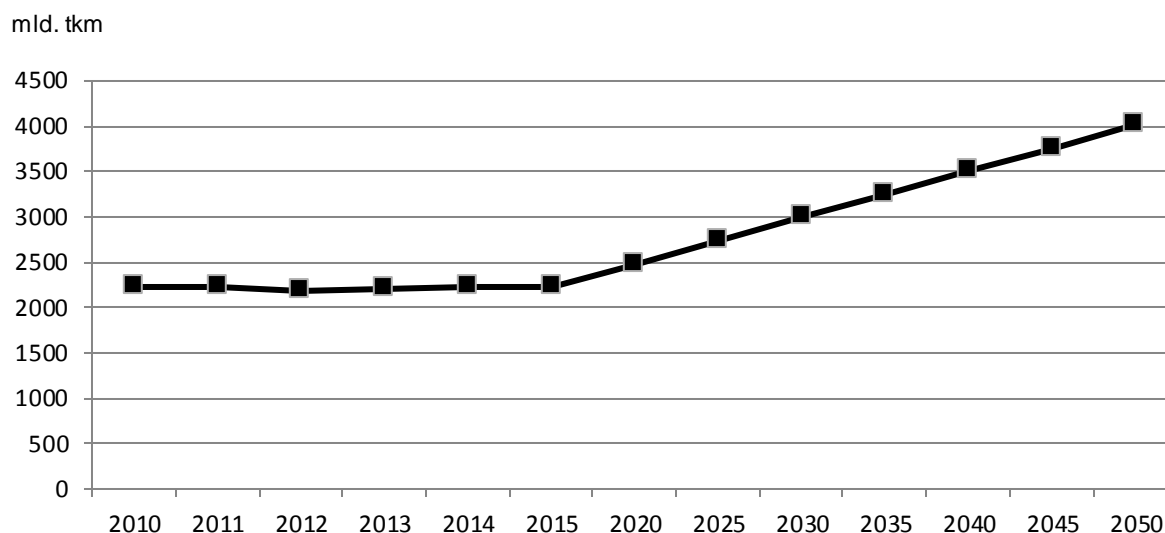
V mnohých aplikacích ITS jsou systémy družicové navigace klíčovou komponentou, protože polohová informace z těchto systémů je integrována do aplikací ITS. Hlavním přínosem zavádění inteligentních systémů a služeb z hlediska společenských přínosů je zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti dopravy.



Obrázek 1. telekomunikační propojení infrastruktury a vozidla. Zdroj – Internetové stránky českého kosmického portálu.

2.4. Aktuální ITS projekty

Rozšířením Evropské unie došlo k nárůstu dopravy osob a zboží, podle Evropské komise do roku 2050 nárůst nákladové dopravy (tkm) bude 80 procent, přepravy osob 50 procent. Prognóza nárůstu nákladové dopravy uvedená na obrázku 2. Na druhou stranu ale tím také vyvstaly problémy spojené s dopravou (kongesce, zpoždění, nehodovost, bezpečnost). Pro řešení těchto problémů lidstvo podporuje zavádění ITS.



Obrázek 2. Lineární prognóza nárůstu nákladové dopravy (v mld. tkm) do roku 2050. Zdroj – autor na základě dat Politiky Evropské Unie – Evropské komise.

V této podkapitole, budou uvedeny aktuální projekty z oblasti dopravní telematiky.

2.4.1. Inteligentní automobil

Iniciativa Inteligentní automobil Je součástí evropské iniciativy i2010: Evropská informační společnost 2010. Tato iniciativa byla přijata Radou Evropské komise dne 1. 6. 2005. Představuje komplexní strategii pro modernizaci a nasazení všech nástrojů politiky EU na podporu rozvoje digitálního hospodářství.

Iniciativa "i2010" má tři základní pilíře:

1. jednotný evropský informační prostor,
2. inovace a investice,
3. evropská informační společnost přístupná všem.

V rámci třetího pilíře je zahrnuta iniciativa "Inteligentní automobil", která si klade za cíl zvýšit viditelnost zásadního příspěvku informačních a komunikačních technologií ke kvalitě života.

Iniciativa "Inteligentní automobil" se týká promyšlené, bezpečné a čisté dopravy, zaměřuje se na silniční vozidla a zabývá se otázkami bezpečnosti a vlivu na životní prostředí, které vznáší rostoucí využívání silnic. V oblasti inteligentních automobilů, které vyžadují akci na evropské úrovni, vyplývají následující cíle iniciativy Inteligentní automobil:

- 1) V rámci iniciativy Inteligentní automobil koordinovat a podporovat práci příslušných zúčastněných stran, občanů, členských států a průmyslu - podpora prostřednictvím

iniciativy fórum eSafety. Fórum má za cíl odstranit překážky, které brání vstupu inteligentních systémů pro vozidla na trh, a to dosahováním shody mezi zúčastněnými stranami a předkládáním doporučení členskými státy a Evropské unii. Dále je iniciativa Inteligentní automobil spojena s iniciativou Cars21 (Iniciativa Cars21 se zaměřuje na konkurenční regulační systém pro automobilový průmysl pro 21. století) a doplňuje ji prostřednictvím výzkumu a řady akcí v oblasti zvyšování povědomí.

2) Podporovat výzkum a vývoj v oblasti promyšlenějších, čistších a bezpečnějších vozidel a usnadňovat zavádění a využívání výsledků výzkumu.

3) Vytvářet povědomí o řešeních s cílem podporovat poptávku uživatelů po těchto systémech a zajistit přijatelnost těchto systémů ze sociálních i ekonomických hledisek. Na podporu poptávky uživatelů po inteligentních systémech pro vozidla je tedy důležité zřídit program na soustavné zvyšování povědomí, ale přitom dbát na to, aby nebyla narušena hospodářská soutěž na následném trhu nebo šířena nepravdivá očekávání, pokud jde o schopnosti těchto systémů.

Potenciál inteligentních systémů pro vozidla a jeho výhody:

Studie SeiSS odhadla, že pokud by do roku 2010 byla všechna vozidla vybavena systémem eCall (tísňové volání automaticky iniciované vozidlem v případě nehody), bylo by možno v EU dosáhnout snížení počtu úmrtí v řádu 5 až 15% a uspořit tak až 22 miliard EUR. Systém eCall by navíc mohl snížit časové ztráty v dopravních zácpách o 10 až 20%, čímž by se uspořily další 2 až 4 miliardy EUR.

Totéž studie odhadla, že adaptivní automat (Adaptive Cruise Control, ACC), který řídí rychlost v podélném směru (a brání tak nárazu zezadu), by mohl v roce 2010 zabránit až 4000 nehod, pokud by jím byla vybavena pouhá 3% vozidel.

V případě příčné podpory řízení (upozornění na vybočení z pruhu a podpora pro změnu jízdního pruhu) by v roce 2010 při míře rozšíření pouze 0,6% bylo možno zabránit 1500 nehod, zatímco míra rozšíření 7% v roce 2010 by vedla k zabránění 14000 nehod.

Projekt AWAKE, v rámci nějž byl vyvinut systém hlídání bdělosti řidiče, odhadl, že upozornění řidiče v případě únavy by mohlo hrát důležitou roli při zamezení 30% smrtelných nehod na dálnicích a rychlostních komunikacích a 9% všech smrtelných nehod.

Projekt SMART NETS ukázal, že vylepšení softwaru a dostupnost údajů o dopravě v reálném čase mohou v městských centrech řízení silničního provozu vést ke zlepšení řízení dopravy a dosáhnout snížení kolon a hustého provozu až o 40%, což by vedlo k významným úsporám energie.

Jiné systémy, například upozornění na překročení rychlosti, "protialkoholový zámek" nebo mytné mohou mít za určitých podmínek významný dopad na čistší, bezpečnější a účinnější dopravu.

2.4.2. JDSI – Jednotný dopravní systém informací ČR

Vláda ČR 18. května 2005 schválila realizaci Jednotného systému dopravních informací pro ČR (JSDI) na základě materiálu zpracovaného ministerstvy dopravy, vnitra a informatiky. Stát bude garantovat sběr, zpracování, sdílení a poskytování dopravních informací o situaci na pozemních komunikacích všem jejich uživatelům jako veřejnou službu. Jednotný systém dopravních informací pro ČR je budován i na základě zákona č. 361/2000 Sb., zároveň je součástí vládou ČR schválené Dopravní politiky ČR na léta 2005-2013a součástí Strategie krizového řízení v dopravě do roku 2013 schválené Bezpečnostní radou státu v červenci 2005.

Hlavním úkolem JSDI je vytvoření komplexního jednotného systémového prostředí pro sběr, zpracování, sdílení a poskytování dopravních informací aktivním zapojením co nejširšího spektra subjektů:

- prioritně z řad veřejné správy (Policie ČR, Hasičský záchranný sbor ČR, Zdravotnická záchranná služba, Silniční správní úřady, Správci komunikací, Obecní policie, Český hydrometeorologický ústav, Správci sítí apod.),
- dále pak od provozovatelů dopravně-telematických aplikací (meteosystémy, tunelové systémy, systémy dopravních detektorů, apod.) pro zajišťování informační podpory procesů,
- od dalších subjektů.

Dopravní informace (sbírané na základě popisu sledovaných dopravních situací) od každého subjektu jsou v rámci JSDI shromažďovány v Centrálním datovém skladu. Informace jsou zpracovávány v Národním dopravním informačním centru do podoby autorizovaných, ověřených, digitálně geograficky lokalizovaných a v protokolu Alert-C kódovaných informací. Prostřednictvím datového distribučního rozhraní jsou k dispozici účastníkům silničního provozu, médiím, provozovatelům dopravních informačních služeb, Integrovanému

záchrannému systému, subjektům veřejné správy, dopravcům a přepravním a dalším uživatelům. Publikace dat z datového skladu JSDI je garantována Portálem veřejné správy (PVS)

Cíle projektu JSDI:

- vyšší plynulost silniční dopravy,
- snížení rizika vzniku dopravní zácpy,
- zvýšení bezpečnosti silničního provozu,
- snížení dojezdových časů k dopravním nehodám,
- vyšší pohodlí řidičů a méně stresu na českých silnicích,
- distribuce ověřených, kvalitních a včasných informací pro řidiče garantovaným systémem.

2.5. Architektura dopravní telematiky

Pro více přesnou prognózu vývoje ITS potřebujeme vědět architekturu dopravní telematiky, její organizační strukturu, hierarchie systému a subsystému, kterými tvořená.

Architektura dopravního telematického systému definuje základní uspořádání. Základ dopravního systému je tvořen informačními technologiemi, které obsahují informace o dílčích prvcích dopravního řetězce (pozemní komunikace, dopravní prostředky, přeprava osob a zboží) a o uživatelích dopravy (speditéři, dopravci, statní správa). Dopravní telematický systém umožňuje sběr, přenos, zpracování a výměnu informací mezi různými uživateli a prvky dopravního řetězce – **telematické aplikace** pro jeho řízení a optimalizaci.[1]

Základní prostředky dopravního telematického systému lze rozdělit na:

- Technické prostředky (fyzická zařízení, hardware komunikačních a informačních technologií, senzory, akční prvky, atd.),
- Prostředky řízení procesů (řidiči strategie a algoritmy, software komunikačních a informačních technologií, atd.),

- Prostředky organizační podpory (organizační struktura, management dopravy, rozhodovací pravomoci, zodpovědnosti jednotlivých organizací, české a evropské standardy, atd.).

Architektura telematického systému definuje základní uspořádání zkoumaného systému v abstraktním prostoru a je spolu s vytyčením rozhraní výchozím stupněm identifikace systému. Prvky systému chápeme jako nosiče dílčích systémových funkcí, vazby systému definují možnosti řetězení prvků a tedy též možnost existence procesů.

Architekturu dopravního telematického systému je možno dělit na:

- **Referenční**, která definuje základní aktéry a procesy v dopravním systému, důležité subsystemy, specifikuje základní cílové charakteristiky systému a jeho relace s okolím;
- **Funkční**, která definuje jednotlivé funkce prvků, modulů a subsystemů systému včetně vazeb mezi nimi a tím umožňuje vytvářet aplikace;
- **Informační**, která definuje principy tvorby struktury příslušného informačního subsystemu, včetně požadavku na alokaci, kódování a přenos informace.
- **Fyzickou**, která definuje zařízení, která vykonávají jednotlivé funkce tak, aby byla zajištěna funkčnost aplikací, tedy přiřazení jednotlivých prvků, modulů a subsystemů definovaných ve funkční architektuře relevantním fyzickým zařízením (objektům);
- **Komunikační**, která popisuje přenos informace v systému v relaci s fyzickou architekturou;
- **Organizační**, která stanoví zásady tvorby struktury a přiřazení funkce jednotlivým aktivním humánním komponentám systému.

2.6. Silné procesy

Dílčí aplikace dopravního telematického systému je složena z několika procesů (dále nedělitelný celek funkční architektury). Každý proces je charakterizován, jak dílčími funkcemi, tak parametry, které zachycují požadavky na vstupní, výstupní informace, definice rozhraní vstupních informací. Mezi požadavky na zpracování informací v rámci procesu patří zejména bezpečnost a spolehlivost dat v procesech zpracování, vlastností implementovaných algoritmů, atd. Mezi požadavky na výstupní informace patří zejména vzorkovací frekvence výstupních informací, časové zpoždění mezi událostí a získáním výstupních informací, atd.[1]

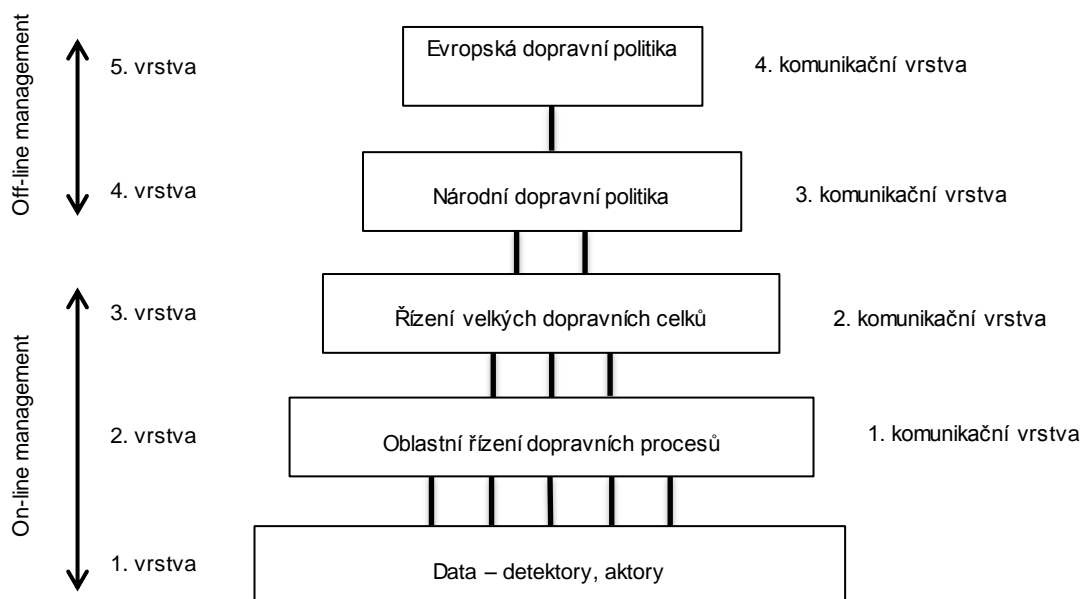
Pro správnou funkci dopravních telematických aplikací je nutno zajistit synchronizace mezi dílčími procesy, a to zejména:

- Kódovou synchronizací (Jednotný protokol), která vyžaduje definované rozhraní mezi jednotlivými procesy tak, aby bylo možno jednotlivé informace sdílet a přenášet a také funkčně vzájemně vázat,
- časovou synchronizací, která vyžaduje interpolaci dílčích informací do jednotného času tak, aby bylo možno informace v daném čase vzájemně porovnávat a zpracovávat,
- prostorovou synchronizací, která vyžaduje, aby informace byly vztaženy k jednotné poloze v prostoru (typicky k poloze mobilních prostředků – například zboží v multimodální dopravě).

2.7. Hierarchická struktura dopravní telematiky

Jednotlivé aplikace dopravní telematiky jsou rozprostřeny do několika vrstev telematického systému. Hierarchická struktura systému je základním předpokladem optimální architektury z hlediska optimalizace prostorové i cenové. Hledejme proto jednotný model hierarchické struktury, která bude reflektovat různé požadavky na bezpečnost, spolehlivost a dostupnost sběru, přenosu a zpracování informací.

Základní schéma hierarchické struktury dopravního telematického systému je zobrazeno na obrázku 3. První vrstva reprezentuje nejnižší úroveň systému, kterou tvoří, jak detektory, tak akční členy a dochází v ní jak ke sběru dat, tak i k řídicím akcím. Druhá vrstva charakterizuje operativní řízení menších úseků dopravních cest, jednotlivých terminálů či částí mobilních prostředků. Třetí vrstva charakterizuje celou dopravní síť velkých celků a většinou se jedná o zpracování, sjednocování a extrakci znalostí od subsystémů druhé vrstvy. Čtvrtá vrstva reprezentuje státní dopravní politiku a její nutné součásti, jako je například tvorba fondu dopravy, financování dopravní infrastruktury, zátěže dopravní infrastruktury, výpočet nehodovosti, statistické zpracování dat, atd. Dopravní telematiku je možno vnímat jako zdroj informací pro stanovení těchto parametrů. Pátá vrstva reprezentuje evropskou úroveň a dopravní politiku EU.



Obr. 3. Hierarchická struktura informační architektury dopravního telematického systému. Zdroj – Pavel Příbyl, Miroslav Svátek: Inteligentní Dopravní Systémy.[1]

Každou vrstvu je přirozené rozdělit na uživatele (dopravce, cestující atd.) a infrastrukturu. Hierarchická struktura dopravní telematiky je stejná, jak pro uživatele, tak i pro infrastrukturu. Komunikační prostředí mezi první a druhou vrstvou klade největší nároky na bezpečnost, spolehlivost a dostupnost přenosu informací. Zároveň toto prostředí musí splňovat další požadavky, které většinou vedou na rozhodnutí o vytvoření vlastního komunikačního prostředí. Na první komunikační vrstvě se přenáší nejvíce dat. Po přechodu do vyšších vrstev, objemy přenášených dat a požadavky na parametry přenosu klesají. Pro vyšší komunikační vrstvy je většinou možno použít služby stávajících telekomunikačních provozovatelů.

2.7.1. První vrstva dopravního telematického systému

V této vrstvě jsou sbírána statická a dynamická data o dopravní cestě, dopravních prostředcích a dopravních terminálech. Tato vrstva je charakteristická, kromě sběru dat i výkonem řízení pomocí aktorů.

2.7.2. Druhá vrstva dopravního telematického systému

Do této vrstvy patří zejména velké množství oblastních řídicích systémů, které řídí odděleně menší části dopravních systémů. Vždy se jedná o přesně specifikovanou oblast, která je většinou charakterizovaná jednotným přístupem k řízení.

2.7.3. Třetí vrstva dopravního telematického systému

Tato vrstva integruje řídicí systémy druhé vrstvy a vytváří centra řízení rozsáhlých dopravních systémů.

2.7.4. Čtvrtá vrstva dopravního telematického systému

Čtvrtá vrstva je nejvyšším článkem jednotlivých druhů dopravy na národní a regionální úrovni a slouží k prosazování dopravní politiky státu ve vazbě na mezinárodní dopravu a její legislativní, technicko-řídicí a provozní systémy (Jako příklad – elektronické digitální mapy dopravních cest, soubory informací pro jejich uživatele, systémy pro zveřejňování informací a jejich mezinárodní přenosu). Je možno říct, že tato vrstva integruje politické, sociální a ekonomické plánování dopravy pro veškeré zainteresované subjekty. Vyznačuje se zejména sběrem statistických údajů o dopravním systému a slouží k odhadu základních parametrů dopravy na příslušné úrovni.

2.7.5. Pátá vrstva dopravního telematického systému

Pro úplnost uvedme, že pátá vrstva je článkem evropské dopravní politiky a slouží k její aktivní podpoře. Na základě sběru dat z jednotlivých regionů je rozhodováno o dotacích do dopravy na úrovni EU.

2.8. Organizační architektura

Organizační architektura úzce souvisí s celkovou koncepcí dopravního telematického systému. Předpokládá se, že úvahy o organizační struktuře a definici dopravního telematického systému, jako nástroje provádění aktivní dopravní politiky půjdou ruku v ruce. Každý organizační systém vyžaduje technickou podporu pro svůj správný chod a každá jeho změna či transformace vyžaduje i diskuzi nad transformací technické podpory procesu.

V dnešní době se začínají ve světě zkoumat metodiky tvorby architektury telematických systémů, které jsou mohutné k organizační struktuře, ale problémem je, že tyto systémy vyžadují pokročilé matematické zpracování informací. Z druhé strany některé aplikace

dopravní telematiky (například – krizový management) vyžadují striktně stanovené kompetence a organizační strukturu. Potom i základní technické prostředky vyházejí jednodušší a ekonomičtější a lze je často řešit manuálem operátorů, kteří tak nemají prostor pro improvizaci.

2.9. Predikce scénáře aplikaci telematiky

Prvním projevem řízení dopravy byla automatizace světelně řízených křižovatek, která postoupila z údobí charakterizovaného časově závislým řízením do etapy dopravně závislého řízení využívajícího principů adaptivního řízení. Řízení světelných křižovatek je však pouze jednou z částí telematiky. Futuristické scénáře aplikaci telematiky prognózuji její využití k řešení globálních problémů, jako je omezení dopravních kongescí, zvýšení bezpečnosti provozu, ochraně životního prostředí a zvýšení efektivnosti přepravy zboží. Možné příklady aplikaci:

V rámci omezení dopravních kongescí: Proměnné dopravní značky informují řidiče o délkách kolon a navigují vozidla na alternativní trasy. To zmenší kolony a umožní lépe využít stávající síť komunikací. Na displeji ve vozidle je v reálném čase zobrazována aktuální dopravní situace a řidič je naváděn na optimální trasu s tím, že se vozidlo vyhýbá kritickým místům. Mapy dopravní sítě budou pokrývat celou Evropu, takže řidič orientuje v jakékoli cizím městě. Při příjezdu k městům budou proměnné značky informovat o volných parkovacích místech, ale bude i možné si parkovací místo objednat pomocí komunikace z vozidla. V případě dopravních problémů je řidiči nabízena alternativní doprava, včetně cen jízdného a jízdních řádů. Systém silničních poplatků navržený, z důvodů předcházení zácp v centrech tak, aby řidič zaplatil více za jízdu do centra města v době špičky, bude průběžně na displeji ve vozidle informovat o placených částkách po průjezdu mýtnými místy. Podstatného pokroku bude dosaženo v oblasti řízení provozu, neboť vozidla budou pomocí komunikace na krátké vzdálenosti informovat řídicí centrum o své poloze, takže se získá reálný obraz dopravy v síti.

Zlepšení bezpečnosti: Proměnné dopravní značky budou omezovat rychlost v závislosti na povrchových podmínkách (náledí, sníh, voda), počasí (déšť, mlha), hustotě provozu nebo v nebezpečných místech na komunikaci (nebezpečná zatáčka, prudké klesání) v závislosti na aktuální rychlosti vozidla. Pokrok v automobilové technice bude znamenat, že všechna vozidla budou vybavena proti kolizními radary, které budou přizpůsobovat rychlost tak, aby byla dodržena bezpečná vzdálenost od vozidla jedoucího vpředu. Pokud naopak se nepřiměřenou rychlostí bude přibližovat zezadu, budou automatické aktivována brzdová

světla, aby bylo rychle najíždějící vozidlo nuceno brzdit. Dopravní senzory budou zaznamenávat abnormální zpomalení dopravního proudu (může identifikovat nehodu), ihned je vyrozuměno dopravní centrum, ale rychleji může reagovat i záchranná služba. Pokud dojde k nehodě, je v případě aktivace airbagů propojena komunikační trasa na nadřazenou centrálu a je vyslán signál o nouze pomoci. Záchraná služba zjistí přesnou polohu nehody pomocí GPS (Global Positioning Satellites). V některých projektech se dokonce předpokládá, že vozidla nebudou moci překročit rychlost, pokud to nedovolí stav komunikace a povětrností podmínky.

Přínosy pro životní prostředí: Kromě pozitivního vlivu snižování počtu zastavujících nebo zpomalených vozidel v kolonách, bude velkým přínosem vytvoření přitažlivější alternativy individuální dopravy. Prostředky městské hromadné dopravy (MHD) budou mít prioritu na řízených křižovatkách, přičemž každý prostředek bude trvale sledován pomocí GPS. Čekací doby, které se cestujícím na zastávkách jeví delší než skutečnosti jsou, budou zobrazovány na velkoplošných displejích. Rozšíří se úhrada různých druhů poplatku pomocí mnohoúčelové platební karty (například něco podobného opencardu v Praze).

Efektivnost přepravy zboží: Nákladní vozidlo bude vybaveno elektronickým pasportem, charakterizujícím převážené zboží. Vozidla s nebezpečným nákladem budou mít optimalizovány trasy a budou trvale sledována. Automatické se budou přenášet celní informace na příslušný přechod, takže se zkrátí čekací doby na hranicích. Pomocí majáků podél trasy bude sledována celá trasa nákladů. Těžká nákladní vozidla budou vybavena systémy pro automatickou jízdu v kolonách, kdy je minimalizovaná, dle vnějších podmínek, vzdálenost za sebou jedoucích vozidel, takže vozidla vytváří podobu vlaku, pohybujících s optimální rychlostí a maximálně využívajících kapacitu komunikací.

Uvedená vize budoucnost dopravních systémů a udržení přijatelné mobility lidstva zahrnuje řadu různorodých vědních disciplín, které se soustřeďují pod globální název ITS. Tato budoucnost prognózovaná na základě aplikace prognostických metod, které popíšu v níže uvedenou kapitole.

3. PROGNOTICKÉ METODY

Od počátku historie lidstva budoucnost zajímala lidský rozum. K prvním prognostickým scénářům patří náboženství. Mnohem později podrobnější scénáře poskytuje literatura science fiction. Vývoj dopravních telematických systémů je možno představit pomocí aplikací metod prognózování. V této kapitole budou rozebrány různé metody a způsoby prognózování.[2]

Rozvoj matematiky přinesl řadu kvantitativních metod. Uplatnění většiny kvantitativních metod je založeno na předpokladu, že budoucí vývoj je předvídatelným a přímým pokračováním existujících trendů. Kvalitativní prognostické metody vycházejí z vývoje společenských věd a přinášejí složitou metodologii s rozsáhlými praktickými aplikacemi. Sekvence optimistických i pesimistických scénářů umožňují prognózovat vývoj hrubého domácího produktu (HDP), politických změn nebo například Internetu a RFID (sofistikovaná náhražka čárového kódu, v blízké budoucnosti síť mikropočítačů opatřených umělou inteligencí), včetně komunikace s biosférou, a z toho vyplývajících změn v globálním legislativním systému včetně integrace biosféry do politického a ekonomického systému. Kvalitativní metody, které doposud využívají lidského činitele (a v budoucnosti umělou inteligenci), vycházejí z variantnosti, mnohoznačnosti a pravděpodobnostního charakteru vývoje budoucích událostí.

Rostoucí diferenciaci lidské společnosti doprovázená hlubokými a rychlými strukturálními změnami – globalizací a růstem významu regionální integrace – ovšem zatěžuje prognózování jednotlivostí bez přihlídnutí k onomu širšímu kontextu vyšším rizikem omylu. Nosnou (a často i jedinou) alternativou k pojímání prognóz jakožto predikcí toho, co s určitou pravděpodobností v budoucnu nastane, je proto tvorba prognóz jakožto variantních podmíněných výpovědí o možných budoucnostech.

Kvantitativní i kvalitativní metody přinášejí dílčí prognózy, které představují strukturovanou výpověď o budoucnosti vztahující se k vymezenému prognostickému objektu a k určitému časovému horizontu.

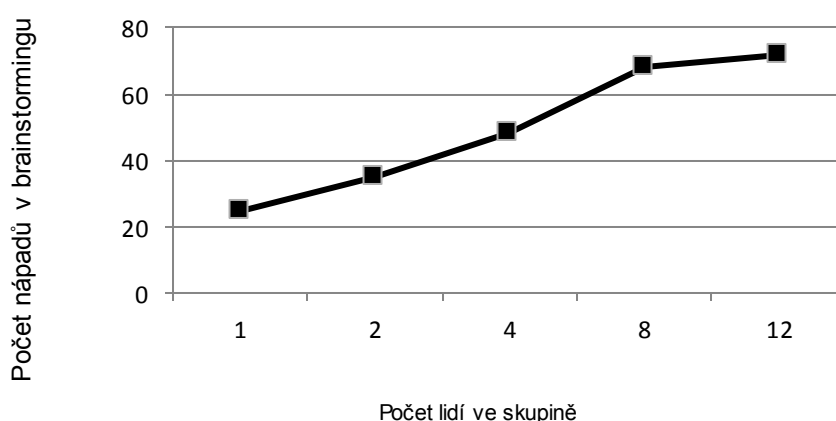
3.1. Kvalitativní prognostické metody

Budoucí vývoj je přímým pokračováním reálných a imaginárních dosavadních trendů. Proto prognostické metody vycházejí z variantnosti, pravděpodobnosti a mnohoznačnosti budoucího vývoje. Kvalitativní prognostické metody využívají synergický efekt jevů v nejnámějším způsobům získávání informací sloužícím kvalitativním prognostickým metodám patří brainstorming, panel expertů, metoda delphi a metoda analogie.

3.1.1. Brainstorming

Brainstorming je expertní metoda zaměřená na generování co nejvíce nápadů na dané téma, protože týmovou spoluprací je možno získat větší počet nápadů než od izolovaných jednotlivců. Brainstorming obvykle probíhá ve skupině, která nepřesahuje dvacet členů, počet nápadů v brainstormingu v závislosti na počtu lidí ve skupině uveden na obrázku 4. Metoda představuje rychlou diskuzi, řízenou podle stanovených pravidel:

- experti by měli mít podobné společenské postavení a podobnou úroveň vzdělání,
- diskuze musí probíhat v klidném, přátelském prostředí a v ovzduší uvolněnosti a optimizmu; účastníci by neměli diskutovat mezi sebou,
- úspěch diskuze je ovlivněn formulací otázek; není vhodné zařazovat do týmu skeptiky,
- přednesené nápady se anonymně zaznamenávají,
- konečné formulace a evaluace diskuze provádí jiná skupina odborníků podle písemného záznamu.



Obr. 4. Generování nápadů brainstormingem. Zdroj – Bohumír Štědroň a Kol.: *Prognostické metody a jejich aplikace.*[2]

3.1.2. Panel expertů

Hlavním úkolem této metody je integrace velkého množství vstupních dat, kterou provedou odborníci-experti během delšího časového úseku (3-24 měsíců). Výstupem je pak zpráva, která obsahuje varianty dalšího vývoje zkoumané problematiky. Metoda expertního panelu je efektivní pro řešení problematiky, která vyžaduje vynikající technické znalosti a současně i spolupráci expertů z mnoha různých oborů. Metoda je neaplikovatelná pro využití znalostí široké laické veřejnosti a je podrobně popsána v odborné literatuře.

3.1.3. Metoda Delphi

Metoda Delphi je založena na anonymním více kolovém expertním odhadu odborníků. Je vhodnou metodou při řízení projektů a jejich dílčích částí. Metoda Delphi je jednou z nejužívanějších metod kvalitativní analýzy rizik, mezi metody expertního odhadování. Pro analýzu rizik je vhodná především proto, že určuje, co se může stát a za jakých podmínek. Metoda může sloužit k následujícím cílům:

- přinést alespoň výhled nebo nastínění budoucího vývoje v dané oblasti,
- stanovit konsenzus nebo vyjasnit sporná témata mezi experty a odborníky,
- stanovit společenské, ekologické, politické nebo ekonomické priority do budoucna,
- přispět k osobní korekci názorů a postojů mezi účastníky.

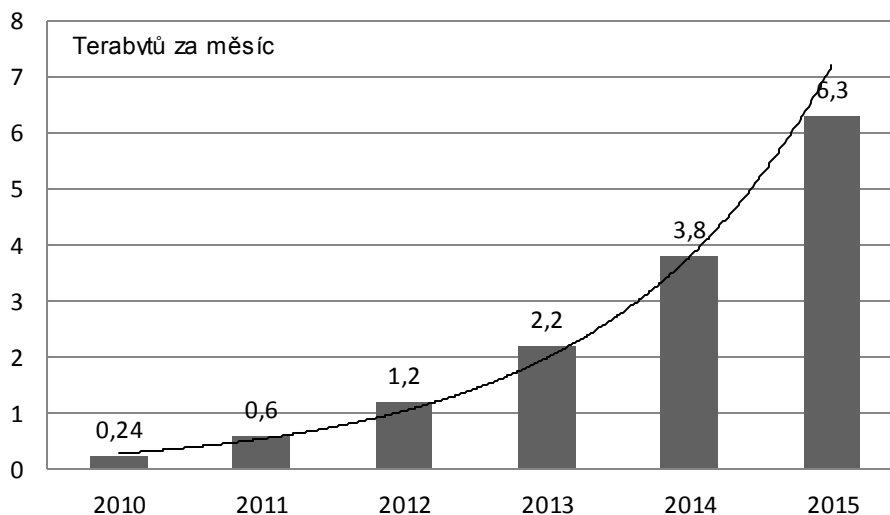
Obdobně jako u brainstormingu či u expertního panelu se Delphi účastní určitý počet nezávislých expertů. Největší odlišností od obou výše zmíněných metod je anonymní spolupráce expertů. Důležitým faktorem metody je formulace výzkumných i dílčích otázek tak, aby na ně bylo možno odpovídat kvantitativně. Veškeré odpovědi expertů musí být doprovázeny podrobnou argumentací.[2]

3.1.4. Předpověď společnosti Cisco

Cisco Systems, Inc. je mezinárodní společností, která je dominujícím hráčem na trhu síťových a komunikačních technologií a zároveň poskytovatelem služeb v této oblasti. Každoročně investuje téměř 5,3 miliardy USD do výzkumu a vývoje v oblasti IT.

V únoru 2010 představila svoji předpověď s názvem *Cisco® Visual Networking Index (VNI) Global Mobile Data Forecast* pro roky 2009-2014. Podle jejich předpovědi objem provozu přenesených dat přes mobilní sítě měl dosáhnout 3,8 exabytů měsíčně (jeden exabyt je 10¹⁸ B) a více než 45 EB ročně, na obrázku 5 vidíme vývoj zatížení mobilních datových sítí. Tato hodnota přesahuje 40násobný nárůst oproti roku 2009.

Uvádí, že nárůst způsobují dva významné celosvětové trendy – rozmach zařízení podporujících mobilní přístup do internetu a rozsáhlé sledování online videa. Do roku 2014 by mohlo být v provozu více než 5 miliard mobilních zařízení schopných se připojit do mobilních sítí a k Internetu.



Obr. 5. Vývoj zatížení mobilních datových sítí do roku 2015 (selosvětově). Zdroj – autor na základě dat z Cisco VNI Mobile (2011)

Ve studii se uvádí, že mobilní video se bude podílet na dvou třetinách veškerých mobilních přenosů. Trendem v současné době je enormní nárůst používání inteligentních telefonů, notebooků, tabletů a čteček elektronických knih, což jsou vše zařízení, která vyžadují aktivní mobilní připojení k Internetu.

Nasycení logistické funkce demonstrují technický kolaps mobilních sítí, protože se nabízí otázka, zda současné sítě jsou schopny zvládnout exponenciální nárůst požadavků na přenos dat. Podle studie Rysavy Research (2010) poptávka roste exponenciálně, kdežto kapacity mobilních sítí se zvyšují pomalu a pouze lineárně.

3.1.5. Metoda analogie

Metoda analogie vychází z možnosti přenosu výsledků průběhu procesu ve známém velkém systému na jiný velký systém na základě příbuznosti obou systémů.

Metoda je při značné dávce obezřetnosti vhodná v následujících případech:

- hledání analogie vývoje prognózovaného procesu s dalším procesem, jehož završení již proběhlo v minulosti (historická analogie),

- hledání analogie ve vývoji technickoekonomického systému s vývojem biologického systému (oba procesy probíhají po logistické křivce),
- určení vývoje trendů, pro který nemáme vhodnou metodu na základě vývoje známého trendu, kde prognózou disponujeme.

3.2. Kvantitativní prognostické metody

3.2.1. Časové řady

Časové řady jsou chronologicky uspořádané údaje. Řady můžeme klasifikovat dle různých kritérií. U konkrétních časových řad se jednotlivá hlediska členění kombinují různým způsobem.

Časové řady je možno rozdělit na deterministické a stochastické:

- Deterministické časové řady v sobě neobsahují žádný náhodný prvek. Jejich hodnoty je možno dokonale a bezchybně předpovídat na základě znalosti příslušné analytické funkce, která je generuje.
- Stochastické řady v sobě mají náhodný prvek. Nelze je přesně popsat matematickým vztahem s konstantními funkčními parametry.

Podle způsobu získání hodnot členů časové řady lze rozlišovat řady:

- Časová řada absolutních (neodvozených) ukazatelů je původní řada daná pozorováním nebo měřeními. Má zpravidla charakter extenzitních ukazatelů.
- Časová řada relativních (odvozených) ukazatelů je řada nějakým způsobem transformovaná, která je odvozena z absolutních ukazatelů.

Podle vztahu hodnot k času rozlišujeme časové řady:

- Okamžikové řady jsou řady údajů. Které se vztahují vždy k nějakému konkrétnímu časovému okamžiku.
- Intervalové řady vytvářejí údaje vztahující se vždy k nějakému časovému úseku. Velikost hodnoty ukazatele závisí na délce intervalu sledování či měření.

Časové řady jsou specifickou formou záznamu sledovaných dat a mají i své specifické problémy. Prvním problémem může být volba časových bodů pozorování, z nichž vzejdou jednotlivé hodnoty časové řady. Stojí zde proti sobě dva protichůdné požadavky jednoduchosti a přesnosti popsání sledovaného jevu. Z hlediska věrnosti by měl být počet

pozorování spíše větší. Z hlediska výpočetního ale naopak není žádoucí body časové řady příliš zhušťovat. Další problémy spojeny s kalendářem. Díky kalendářnímu měření času vznikají nepravidelnosti jako různá délka měsíců, různý počet pracovních dnů v týdnu vlivem svátků, přestupný rok atd. Mohou se vyskytnout problémy související s přílišnou délkou časové řady, s nesrovnatelností okolností měření hodnot jednotlivých bodů řady. Problém se může objevit e delších časových řad, pokud se během dlouhého období pozorování mění okolní podmínky a vlastní charakter časové řady je dlouhodobě nesrovnatelný.

3.2.2. Analýza vývoje časových řad

Hlavním úkolem analýzy časových řad je snaha porozumět principu generování hodnot dané časové řady. Tato snaha je motivována nadějí, že na základě znalosti uvedeného principu bude možné extrapolovat i budoucí hodnoty časové řady, nebo předpovídat její budoucí vývoj. Z výsledků analýzy je pak tedy možné do určité míry předvídat budoucí chování systému, který časová řada popisuje.

Princip generování hodnot časové řady, se nazývá **model časové rady**. Model zobrazuje hypotézu o vztahu mezi vysvětlovanými proměnnými a vysvětlujícími proměnnými. Obvykle má podobu jedné nebo více stochastických rovnic.

Princip aplikace modelu při analýze časové řady má několik kroků:

- V Prvé fázi analýzy se na základě charakteru vstupních dat a teoretických východisek zformuluje odpovídající model představování nějakým obecným matematickým zápisem.
- V Druhé fázi se provede odhad velikosti parametrů tohoto modelu neboli identifikace modelu s konkrétními daty. Výsledkem je matematický zápis s konkrétními parametry, odpovídající konkrétní časové řadě.
- Třetí fázi je testování modely a jeho verifikace, tedy ověření jeho platnosti na základě empirických dat.

3.2.3. Dekompozice časové řady

Metoda dekompozice je založena na předpokladu, že náhodný proces, který generuje danou časovou řadu, je závislý pouze na čase. Nezávisí tady na žádných dalších ovlivňujících proměnných. Metoda předpokládá, že časovou řadu (y_t) možno rozložit na několik nezávislých složek. Tento rozklad je motivován nadějí, že se podaří v jedlových složkách

lépe rozpoznat pravidelné chování časové řady než v řadě původních hodnot. Komponenty rozkladu jsou následující:

- Trendová složka (T_t) popisuje hlavní tendenci dlouhodobého vývoje dané časové řady.
- Sezonní složka (S_t) vyjadřuje pravidelné kolísání okolo trendu, ke kterému dochází v rámci kalendářního roku.
- Cyklická složka (C_t) je nejspornější složkou časové řady. Jedná se o kolísání okolo trendu, kdy se střídají fáze růstu a fáze poklesu. Jednotlivé cykly mají obvykle nepravidelný charakter – proměnnou délku a amplitudu.
- Reziduální složka (E_t) vyskytuje v každé časové řadě. Je tvořena náhodnými nesystematickými výkyvy, které jsou vyvolány nepředvídatelnými okolnostmi.

3.2.4. Aditivní a multiplikační dekompozice

Podle způsobu rozkladu časové řady mohou být dekompoziční metody v zásadě dvojího – aditivní nebo multiplikační. Použití jedné či druhé dekompoziční metody závisí na charakteru zkoumané časové řady. Aditivní dekompozice se používá v případě, že variabilita hodnot časové řady je přibližně konstantní v čase. Multiplikační dekompozice se používá v případě, že variabilita časové řady roste v čase nebo se v čase mění. Kromě toho může existovat také smíšený model, který je kombinací obou zmíněných přístupů.

Aditivní neboli součtová dekompozice založena na rozkladu časové řady na součet jednotlivých složek. Obecný vztah pro aditivní dekompozici:

$$y_t = T_t + C_t + S_t + E_t$$

Multiplikační dekompozice je založena na rozkladu řady na součin jednotlivých složek. V tomto případě je trendová složka vyjádřena v jednotkách původní řady a ostatní složky jsou bezrozměrné. Vztah pro multiplikační dekompozici vypadá následovně:

$$y_t = T_t \cdot C_t \cdot S_t \cdot E_t$$

Multiplikační dekompozici je možno převést na aditivní dekompozici logaritmováním výše uvedeného vztahu:

$$\log y_t = \log T_t + \log C_t + \log S_t + \log E_t$$

4. ANALYTICKÉ A STATISTICKÉ METODY

V rámci této kapitoly budou stručně popsány prvky analytického a statistického aparátu. Jedna se o popis metod a nástrojů využitých pro prognózování vývoje ITS.

4.1. Metoda nejmenších čtverců

Metoda nejmenších čtverců (MNČ) složí k aproximaci statistických dat pomocí vhodné analytické funkce. Při analýze se využívá k vyrovnání časové řady. Spočívá v odhadu parametrů funkce, kterou data vyrovnáváme. Pomocí MNČ se určí takové hodnoty parametrů dané funkce, aby se funkční hodnoty co nejvíce přibližovaly hodnotám původní řady. Podmínkou je, aby uvedená funkce byla lineární z hlediska parametrů nebo byla na tento tvar převoditelná.

Základní podmínky MNČ:

- 1) Součet odchylek skutečných a vyrovnaných hodnot musí být roven nule.
- 2) Součet druhých mocnin odchylek skutečných a vyrovnaných hodnot musí být minimální

$$1) \sum_t (y_t - Y_t) = 0 \quad \text{kde } y_t \text{ je zjištěná hodnota řady v čase } t,$$

$$2) \sum_t (y_t - Y_t)^2 = \text{MIN} \quad \text{a } Y_t \text{ je vyrovnaná hodnota řady v čase } t.$$

4.2. Aplikace MNČ na funkce s hladinou nasycení

Speciální funkce jsou zdola nebo shora omezeny hladinou nasycení, jež je jedním ze základních parametrů těchto zmíněných funkcí. Mezi funkce s hladinou nasycení patří **Logistická funkce**, **Gompertzova funkce** a **Modifikovaná exponenciála**. Analytický popis funkcí uveden v tabulce 1.

Tabulka 1. Analytický popis funkcí s hladinou nasycení.

Funkce s hladinou nasycení		
Funkce	Horní hladina nasycení	Dolní hladina nasycení
Logistická funkce	$Y_t = \frac{C}{1 + a \cdot b^t}$	$Y_t = \frac{C}{1 - a \cdot b^t}$
Gompertzova funkce	$Y_t = \frac{C}{a^{b^t}}$	$Y_t = C \cdot a^{b^t}$
Modifikovaná exponenciála	$Y_t = C - a \cdot b^t$	$Y_t = C + a \cdot b^t$

Odhad parametru C hladiny nasycení funkcí je předpokladem pro následnou aplikaci MNČ, vedoucí k určení zbývajících parametrů a , b příslušných funkcí. Hladina nasycení může být stanovena na základě logické analýzy, nebo jako výsledek expertního odhadu. Jedou z takových metod je Tintnerová metoda odhadu. Tato metoda vychází z předpokladu korelace mezi sousedními hodnotami téže časové řady. Pro určení parametru C je potřeba vyjádřit funkční předpis pro t -tou hodnotu řady y_t pomocí hodnoty předchozí y_{t-1} tak aby tento vztah byl lineární z hlediska parametrů. Z takového předpisu lze pak určit parametr C pomocí MNČ.

4.3. Posuzování kvality vyrovnání dat

Využitím MNČ lze analyzovanou časovou řadu vyrovnat pomocí více rozdílných analytických funkcí. Snahou je nalezení funkce, která je z hlediska vyrovnání nejvhodnější. Vodítkem při posuzování vhodnosti funkce může být grafické znázornění dat a jejich reálná ekonomická interpretace. Pro posouzení vhodnosti dané regresní funkce je možno provést nejrůznější statistické testy, například testovat hypotézy o významnosti regresních parametrů. Kromě toho existují rovněž měřitelné ukazatele kvality vyrovnání.

4.4. Testování statistických hypotéz

V této podkapitole budou vysvětlovány statistické testy. Jedná se o testy založené na statistických hypotézách, které by měly potvrdit nebo vyvrátit vhodnost použití daných modelů pro vlastní vyrovnání hodnot časové řady.

4.4.1. Celkový F-test

Celkový F-test regresní funkce slouží k posouzení vhodnosti vybrané analytické regresní funkce pro vyrovnání empirických dat. Testuje se vhodnost vybraného modelu jako celku.

Hypotéza H_0 tvrdí, že kromě parametru β_0 jsou všechny ostatní parametry vybrané regresní funkce nulové, neboli regresní funkce není vhodná pro vlastní vyrovnání hodnot časové řady.

$$H_0: \beta_0 = c, \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$$

Alternativní hypotéza H_A pak tvrdí, že alespoň jeden z parametrů $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ není roven nule.

Testové kritérium je dáno vztahem:

$$F_{test} = \frac{\frac{\sum(Y_t - \bar{y})}{p-1}}{\frac{\sum(y_t - Y_t)^2}{n-p}}$$

Platí-li hypotéza H_0 , má testové kritérium rozdělení F s $(p-1)$ a $(n-p)$ stupni volnosti.

4.4.2. Durbin-Watsonův test

Durbin-Watsonův test autokorelace se používá k posouzení autokorelace časové řady. Autokorelace obecně znamená existenci závislosti dané hodnoty časové řady na jedné nebo více předcházejících hodnotách téže řady. Autokorelaci popisuje autoregresní model. Obvykle se autokorelace uplatňuje u náhodné složky časové řady.

Nechť je náhodná složka modelována autoregresním modelem prvního řádu:

$$e_t = r_1 \cdot e_{t-1} + v_t ,$$

Kde e_t a e_{t-1} jsou hodnoty náhodné složky v čase t a $t-1$, r_1 je autoregresní koeficient a v_t je ryze náhodná složka, která by měla mít čistě náhodný průběh a vlastnosti bílého šumu.

Hypotéza H_0 pak říká, že hodnoty náhodné složky jsou nezávislé, neboli $r_1 = 0$. Alternativní hypotéza H_A tvrdí, že náhodná složka je autokorelována.

Testové kritérium je dáno vztahem:

$$D = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

5. DATA MINING

Pro prognózování ukazatelů vývoje dopravní telematiky je potřebné projevít zákonitosti, například mezi charakteristikami dopravní sítě, intenzitou provozu, dislokací technických zařízení pro organizaci provozu. V rámci ITS analýzu dat možné realizovat pomocí metod inteligentní analýzy dat – Data Mining. Data mining je analytická metodologie získávání netriviálních skrytých a potenciálně užitečných informací z dat. Někdy se chápe jako analytická součást dobývání znalostí z databází.

Různé metody technologií Data Mining jako: neuronové sítě, algoritmy vyhledávání asociativních řešení, evoluční algoritmy mají široké používání v řešení úkolů prognózování. Některé z metod nemají vysokou přesnost prognóz, některé mají nízkou rychlost práci, vysokou cenu, tyto faktory omezují široké používání metod pro dosažení cílů. Nízká rychlost zpracování dat nedovoluje používání dnešních analytických systémů řízení dopravním proudem v reálním čase. Tím aktualizují řešení problémy prognózování vývoje dopravní infrastruktury s používáním inteligentních systémů.

5.1. Struktura Data Mining

Pro řešení úkolů prognózování, optimalizaci organizaci dopravy odůvodněno používání procedury modelování. V ITS se používá modely dopravních sítí, dopravních proudů, technických zařízení organizací, které představují velký objem shromážděných dat. Používání metod matematické statistiky navždy vede k úspěchu z důvodu koncepci ustředování dat, co způsobuje operací s fiktivními daty. Zaklad technologie Data Mining tvořen koncepci patternu (šablonu), dovolujících identifikovat fragmenty stejného typu mezi mnohostranným vztahem v datech. Tyto fragmenty jsou zákonitosti, které lze kompaktně vyjádřit v pochopitelné člověku podobě. Data Mining – proces analýzy, výběru a předkládání dat z implicitní konstruktivní informace, výzkumu a modelování velkých objemu dat pro vyhledávání neznámých patternu.

Složitost inteligentní analýzy souvisí s organizací dat, charakterní pro jakékoliv metodu modelování. Proces vyhledávání znalosti (uveden na obrázku 6) můžeme rozdělit na několik následujících za sebou etapu:

- 1) pochopení a formulování problému,
- 2) příprava dat pro automatický analýz,
- 3) používání Data Mining a sestavování modelů,
- 4) ověřování modelů,
- 5) interpretace modelů

Na první etapě se provádí rozmyšlení o postaveném úkolu, upřesňuje cíle, které měly bychom dosáhnout pomoci Data Mining. Sestavují způsoby oceňování výsledků.

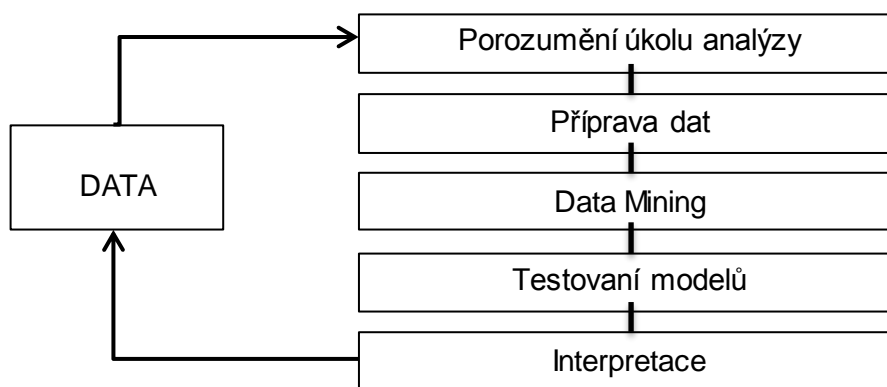
Na etapě připravování pro automatickou analýzu provádí formátování a případné editování dat za účelem používání stanovených metod inteligentní analýzy: vyhledávání chyb, přivedení dat do jednoho formátu.

Třetí etapa – používání vybraných metod Data Miningu. Existuje mnoho variací jejích aplikací: od používání jednoho-dvou algoritmů do složitých kombinací z různých metod pro komplexní analýzu.

Na čtvrté etapě se testují zpracované modely. Široce se používá metod rozdělení masivu dat na dvě části: velká část (vyučující) je výchozím materiálem pro sestavování modelů a menší část představují testovou skupinu. Kritérium oceňování modelu je rozdíl v přesnosti mezi skupinami.

Pátá etapa – interpretace sestavených modelů člověkem. Stejně, jako předchozí, důležitá etapa, protože nekorektní interpretace výsledků může zkazit celou provedenou práci. Konečné oceňování může být provedeno jen po praktickou aplikaci dosazených výsledků.

Získávání masivu výchozích dat vzniká různými způsoby. Pro získání dat o intenzitě dopravních proudů a dat o stavu statických objektů dopravní infrastruktury používá distanční metoda sondování Zemi (DSZ) pomocí kosmických přístrojů, a metodou letecké snímkování.



Obr. 6. Proces vyhledávání znalostí pomocí Data Mining. Zdroj – Micheev S. V. a Kol. *Technologie Data Mining v prognózování vývoje dopravní infrastruktury.*

Data mining můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, které tvoří predikce a deskripce:

- a) Predikce je velmi dobře známý proces, protože se zabývá předpovídáním následujícího vývoje na základě získaných znalostí. Tyto metody se dají využít například pro předpověď počasí, vývoj ceny na burze, vývoj dopravní sítě, atd.
- b) Deskripce je brána jako samozřejmost. Pokud chcete někomu předat nějaké informace, musíte být schopni danou skutečnost popsat. Právě však s popisem nalezených skutečností jsou někdy problémy.

Používání úkolů a metod Data Mining otvírá nové možnosti zpracování masivu dat, použitých jako výchozí informace pro oceňování stavu objektu dopravní telematiky, důležitou při úkolech prognózování vývoje ITS.

6. PROGNOZA VÝVOJE INTERNETU

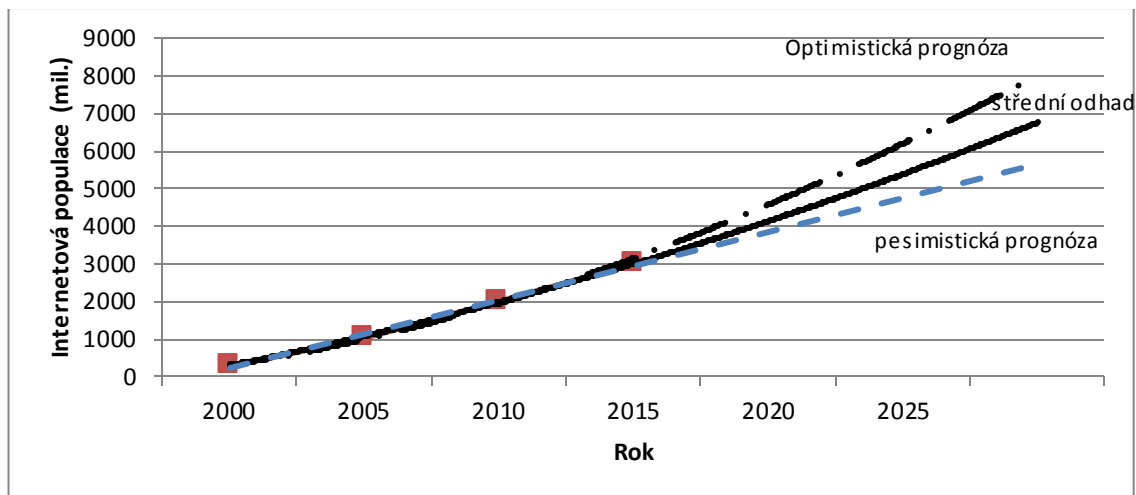
Internet pro širší veřejnost je znám jako největší počítačová síť na světě. Někteří uživatelé na Internet pohlížejí jako na něco výjimečně dokonalého a nesmírně chytrého. Internet je mimo jiné fyzická síť, která pokrývá celou zeměkouli. Internetová síť je zcela variabilní jinými slovy dovede se přizpůsobit uživateli, proto je výhodná při komunikaci mezi prvky Inteligentní dopravní sítí, ale výhody používání internetu tím nekončí:

- Internet nikdy nespí. Uživatelé mohou v reálném čase komunikovat mezi sebou po celém světě,
- internet umožňují přenášení dat v digitální podobě,
- snadné ovládání. Jakmile byl ustanoven standard WWW (World Wide Web), stalo se užívání Internetu velmi snadné,
- velké množství uživatelů. O Internet se zajímá stále více lidí a firem, na obrázku 5 uveden vývoj internetové populace,
- Pružnost a rychlost. Veškerý tok dat a jejich aktualizace na Internetu probíhá nesmírně rychle.

6.1. Vývoj internetové populace

Současná světová internetová populace čítá 2,9 miliardy lidí, tj. 42% světové populace. Prognóza vývoje populace uvedena na obrázku 7.

Optimistická křivka byla získána polynomickou spojnici trendu druhého stupně, která nejlépe kopírovala dosavadní vývoj internetové populace. Pesimistická křivka byla získána pomocí funkce předpovědi FORECAST MS Excel. Střední odhad je průměrem pesimistické a optimistické křivky.



Obr. 7. Vývoj internetové populace. Zdroj – autor (informace do roku 2014 čerpaná ze statistik <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>)

Internet v dnešní době je jedním z hlavních činitelů globalizace dnešního světa, jež přináší nejen klady, ale i zápory. Je využitelný ve většině oborů nebo odvětví, kterými se lidská činnost zabývá. Je také silně zakořeněn v ekonomickém systému rozvinutých zemích kde jeho působnost ovlivňuje další rozvoj ekonomiky. Dnešní trendy se uchylují k co největší snaze udělat službu WWW aktivní a co nejvíce ji přiblížit dnešním požadavkům lidské společnosti. Její vývoj v poslední době postupoval mílovými kroky a přispěl tak velkým dílem k dnešní popularitě Internetu.

6.2. Budoucnost Internetu

Budoucnost Internetu se ukazuje jako velmi příznačná. Jeho působnost již teď zasahuje do mnoha oblastí lidské společnosti a předpokládá se, že jeho vliv poroste. Z oblastí, které Internet již dnes silně ovlivňuje se dá určitě zmínit například OnLine vzdělávání. Je otázkou času, kdy na Internetu vzniknou nejrůznější virtuální školy nebo jiné vzdělávací instituce. Ale bezesporu nejvíce a nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím na Internetu je v současné době obchodování. Největší boom zažívají internetové obchody, které na Internetu rostou jako houby po dešti a tím postupně vytlačují klasické kamenné obchody. S rostoucím počtem internetových obchodů souvisí i významný nárůst využití bezhotovostního platebního styku, který bude v budoucnosti samozřejmostí. Můžeme říci, že dnešní potenciál Internetu není zcela vyčerpán a proto se dá předpokládat, že vliv tohoto největšího media, na lidskou společnost, bude neustále sílit.

7. PROGNOZA VÝVOJE RFID

Nenápadný vznik technologie identifikačních čipů RFID (Radio Frequency Identifikation) během druhé světové války vedl již v 80. letech k exponenciálnímu růstu aplikací RFID technologií. Čipy začaly být využívány v dopravě, v přístupových kartách, v armádě a policii. V Evropě byl největší zájem o použití RFID systémů v průmyslu. Technologie RFID byly využity ke zpoplatnění úseků dálnic v Norsku, Francii, Itálii, Španělsku a Portugalsku. Do roku 2005 bylo prodáno celkem 1,8 miliardy čipů RFID s pamětí, tzv. RFID tagů. Největší zájem o technologii RFID byl v oblastech, mezi něž patří přístupové karty, zabezpečení nebo automobilový průmysl. Aktivních (s vlastním zdrojem energie) RFID tagů do roku 2012 bylo prodáno 410 milionů, nejvíce z nich bylo zabudovaných v klíčích automobilů. Pasivní tagy se nejvíce zabudovávaly do platebních karet.

7.1. Prognóza RFID

Prognóza může vycházet z rozsáhlého monitoringu trhu RFID technologie. Prognóza pomocí exponenciální regrese do roku 2021 je uvedena v tabulce 2.

Tabulka 2. Celkový počet zakoupených RFID tagů spolu s počtem lokací jejich výskytu.

Ukazatele	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Celkový počet koupených RFID tagů (v mil)	346	2 070	4 780	9 800	21 700	38 500	75 500
Celkový počet lokací s RFID čtečkou	6 600	19 500	45 600	70 500	138 000	225 000	394 000
Celkový počet rozmístěných RFID čteček	18 300	135 100	261 600	577 500	1 125 500	2 465 500	5 458 000

V roce 2013 používalo více než 260 000 RFID čteček, které nasazeny v Evropě na 45 000 různých místech. V uvedeném roce RFID čtečky přečetly celkem 4,7 miliardy RFID tagů. Tato čísla do roku 2021 výrazně porostou, kdy se očekává, že více než 5 milionů čteček v přibližné 400 000 místech přečte celkem 75 miliard RFID tagů.

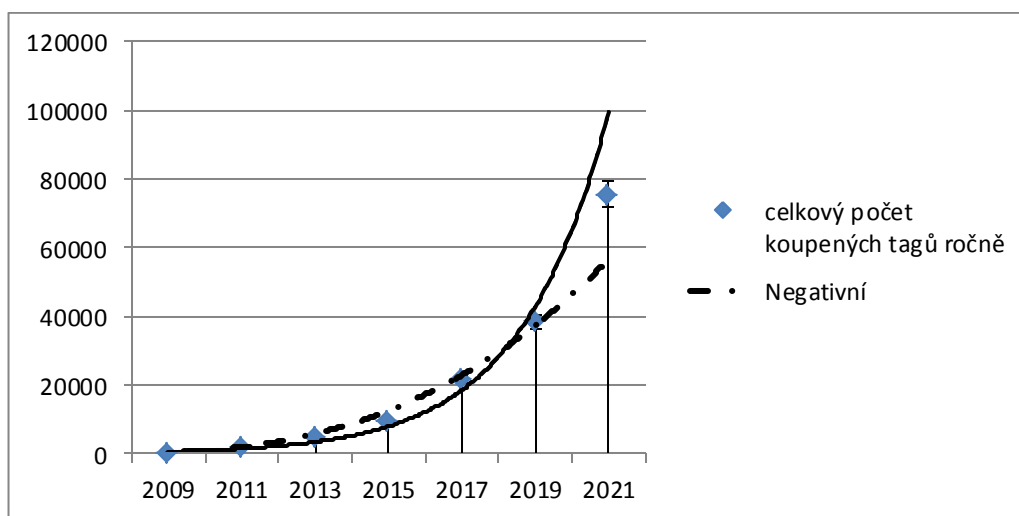
Grafy na obrázcích 8, 9, 10 ukazují vývoj RFID čipů a čteček. Grafy jsou řešeny pomocí exponenciální regrese. Obecné vztahy pro křivky exponenciální regrese se 2 parametry jsou následující:

$$y_i = b_0 e^{x_i b_1}$$

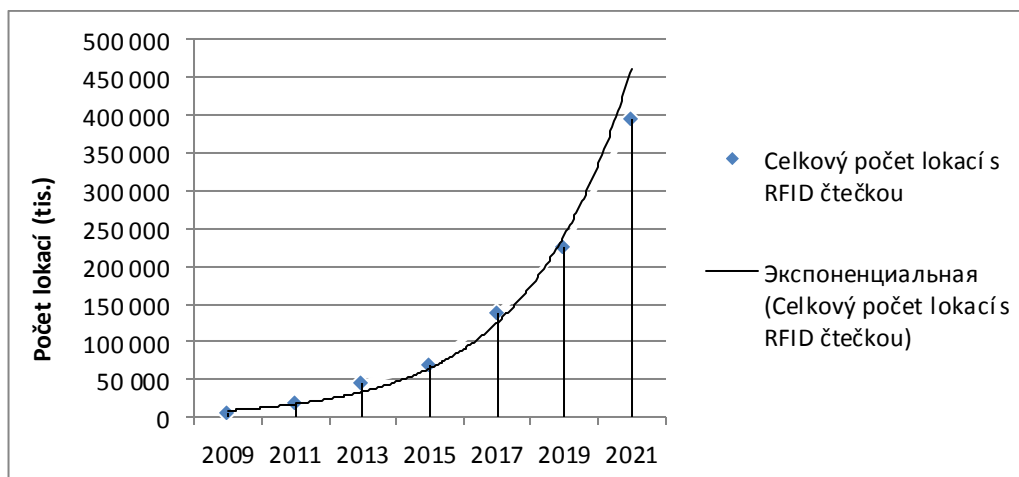
$$\ln(y_i) = \ln(b_0 e^{x_i b_1})$$

$$\ln(y_i) = \ln(b_0) + \ln(e^{x_i b_1})$$

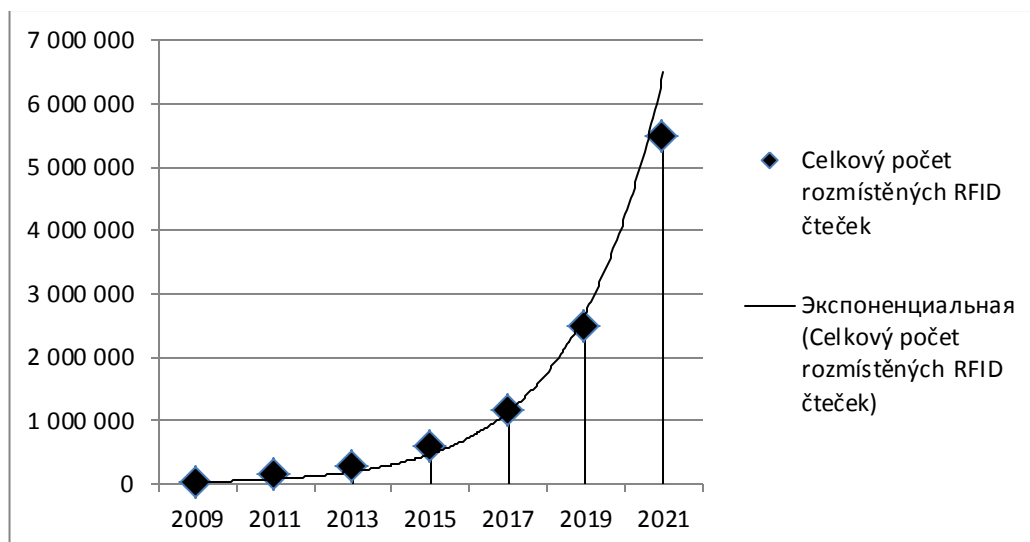
$$\ln(y_i) = \ln(b_0) + x_i b_1$$



Obr. 8. Prognóza počtu zakoupených RFID tagů (v mld.) ročně. Zdroj – autor podle dat Gartner Research.



Obr. 9. Prognóza počtu lokací RFID čteček. Zdroj – autor podle dat Gartner Research.



Obr. 10. Prognóza počtu rozmístěných RFID čteček. Zdroj – autor podle dat Gartner Research.

Hodnoty v tabulce 2 představuje pouze malé procento z celkového možného počtu objektů, které mohou být označeny. Podle dat společnosti Bridge v roce 2013 bylo označeno pouze 2% všech položek rychloobrátkového zboží a prognózují že do roku 2021 bude označeno zhruba 25% položek. Jestliže se potvrdí technologický rozvoj v následujících letech, tak se cena RFID tagů sníží na méně než jeden eurocent. Tím by se mohl počet čipů dynamické zvýšit až na stovky miliard.

8. PROGNOZA VÝVOJE VÝPOČETNÍ TECHNIKY A UMĚLE INTELIGENCE

Dalším základem technologií Inteligentních dopravních systémů jsou výpočetní technika a umělá inteligence. Počítače již dnes zasahují téměř do všech lidských činností i do běžného života. Předpokládá se, že jejich vliv se bude nadále zvyšovat a budou lidem poskytovat komfortnější služby. Počítače jsou stále více propojovány pomocí počítačových sítí a využívají celosvětovou síť Internet. Počítačové sítě umožňují sdílení zdrojů, ale i vzájemnou komunikaci, která je dnes jedním z hlavních moderních komunikačních nástrojů informační společnosti.

8.1. Vývoj počítače

Počítač je stroj na zpracování informací. Vstupuje do něj obrovské množství vstupních informací, které počítač dovede zaznamenat, třídít, uchovávat a přetvořit do námi požadovaných výstupních informací.

vývoj výpočetní techniky se dle Moorova zákona („Každých 18 měsíců se při výrobě zdvojnásobí počet tranzistorů v procesoru.“ - tím vzrůstá současně jeho výkon. Předpověď pronesl zakladatel společnosti Intel Gordon Moore v roce 1965 a jeho výrok je stále platný.), pravděpodobně nejstarší a nejdéle platné předpovědi v oblasti počítačů, ubírá po exponenciální křivce, lze podle Raye Kurzweila očekávat, že do roku 2100 počítačová „evoluce“ prodělá v současném měřítku přibližně dalších 20 tisíc let vývoje.

8.2. Výpočetní rychlost

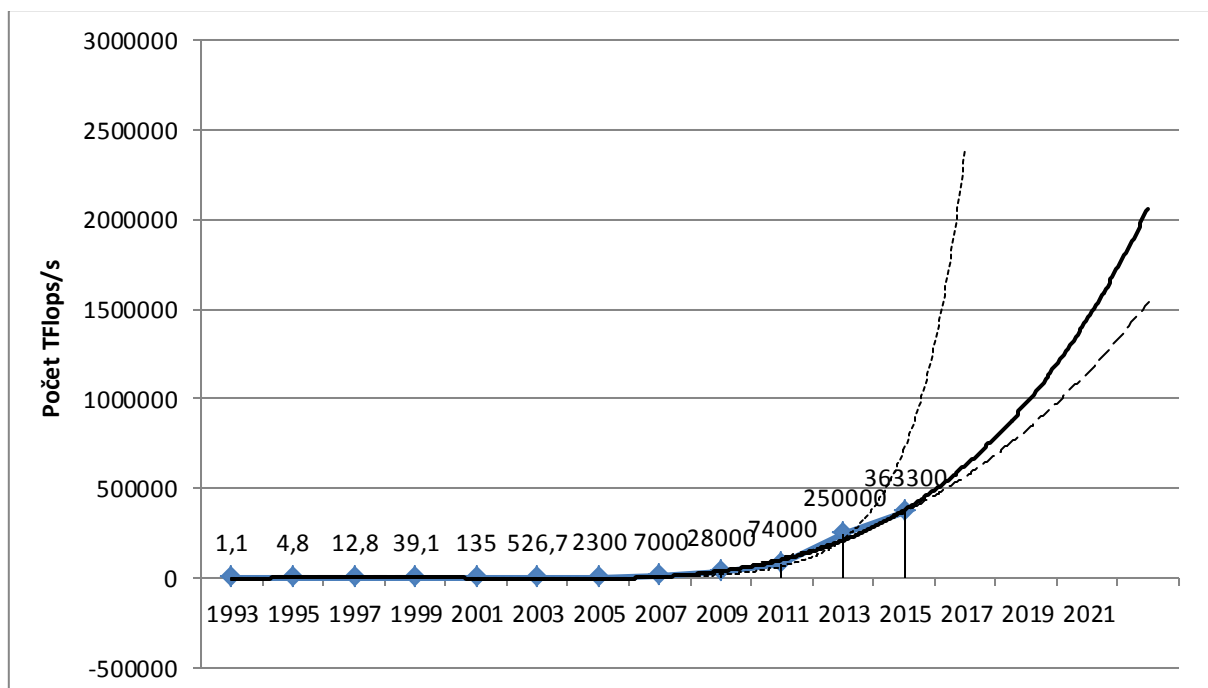
Výpočetní rychlost se udává v jednotkách FLOPS. FLOPS je zkratka pro počet operací v plovoucí řádové čárce za sekundu (FLoating-point OPerations per Second), což je obvyklé měřítko výkonnosti počítačů. Výkon dnešních špičkových superpočítačů se pohybuje v řádu stovek miliard FLOPS (prvních 10 superpočítačů uvedeny v tabulce 3), proto se tato veličina používá ve spojení s předponami soustavy SI. Typická stolní kalkulačka má výkon pouze několik jednotek či desítek FLOPS.

Tabulka 3. Prvních 10 superpočítačů

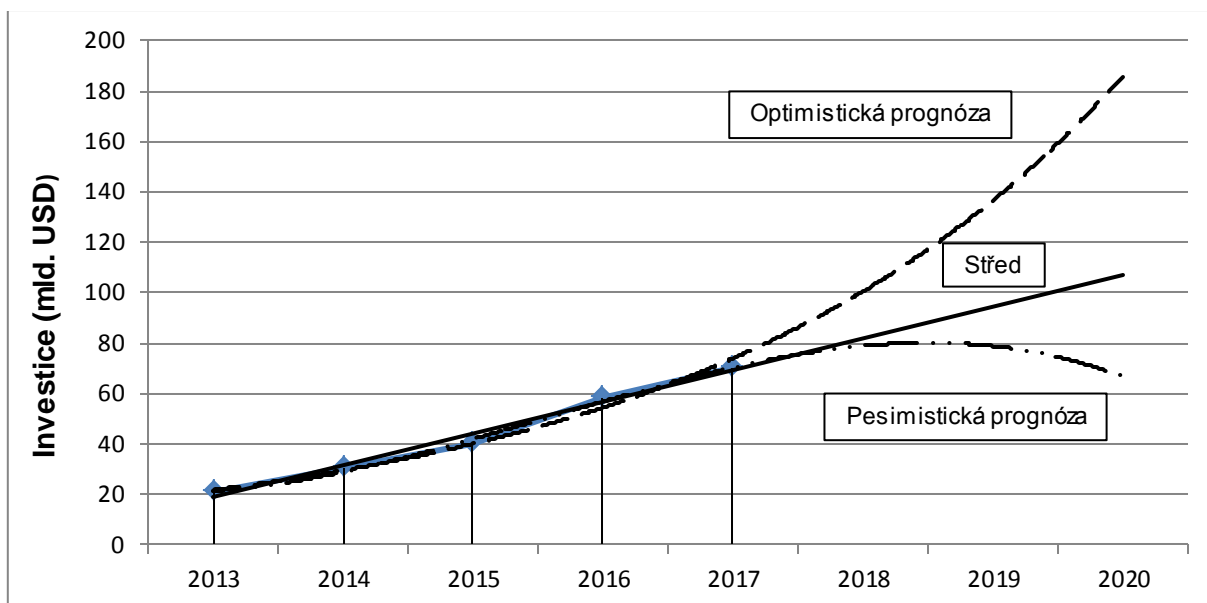
Pořadí	Jméno superpočítače	Počet jader	Operační paměť (GB)	Výpočetní rychlost (TFLOPS/s)
1	Tianhe-2	3 120 000	1 024 000	33 862,7
2	Titan	560 640	710 144	17 590
3	Sequoia	1 572 864	1 572 864	17 173,2
4	Fujitsu	705 024	1 410 048	10 510
5	Mira	786 432		8 568,6
6	Stampede	462 462	192 192	5 168,1
7	JUQWEEN	458 752	458 752	5 008,9
8	Vulcan	393 261	393 261	4 293,3
9	SuperMUC	147 456		2 897
10	Tianhe-1	186 368	229 376	2 566

8.3. Prognóza vývoje výpočetní rychlosti

Výkon počítačů neustále roste, na obrázků 11 uvedena prognóza vývoje výpočetní rychlosti vycházející ze středních rychlostí 500 superpočítačů. Na obrázků 12 zpracována prognóza hodnoty investic do technologie schování velkých dat.



Obr. 11. Prognóza vývoje výpočetní rychlosti. Zdroj – autor na základě dat <http://www.top500.org/>



Obr. 12. Prognóza hodnoty investic do technologie schování velkých dat. Zdroj – autor na základě dat <http://habrahabr.ru/company/moex/blog/250463/>

8.4. Umělá inteligence

Umělá inteligence (UI, anglicky Artificial intelligence, AI) je obor informatiky zabývající se tvorbou strojů vykazujících známky inteligentního chování. Definice pojmu „inteligentní chování“ je stále předmětem diskuse, nejčastěji se jako etalon inteligence užívá lidský rozum.

8.5. Turingův test

Turingův test pochází z hlavy významného anglického matematika, filosofa a zakladatele počítačové vědy Alana Turinga (1912-1954). Ten si v roce 1950 položil otázku: „Mohou stroje myslet?“. Po chvíli uvažování dospěl k záporné odpovědi a k další otázce: „Pokud je počítač schopen přemýšlet, je možné to rozpoznat?“. Jako odpověď na obě otázky vyvinul postup, který dnes nazýváme Turingovým testem. Tento test je určen pro počítačové programy, komunikující s uživatelem textovým způsobem a jeho cílem je stanovit nakolik je program v tomto směru schopen napodobit lidskou komunikaci. Dnes se používá upravený Turingův test, při kterém rozhodčí pokládá prostřednictvím terminálu otázky dvěma systémům a podle odpovědí se snaží určit, ze kterého systému odpovídá operátor a ze kterého konverzační program. Měří se čas, po který si rozhodčí o programu myslí, že se

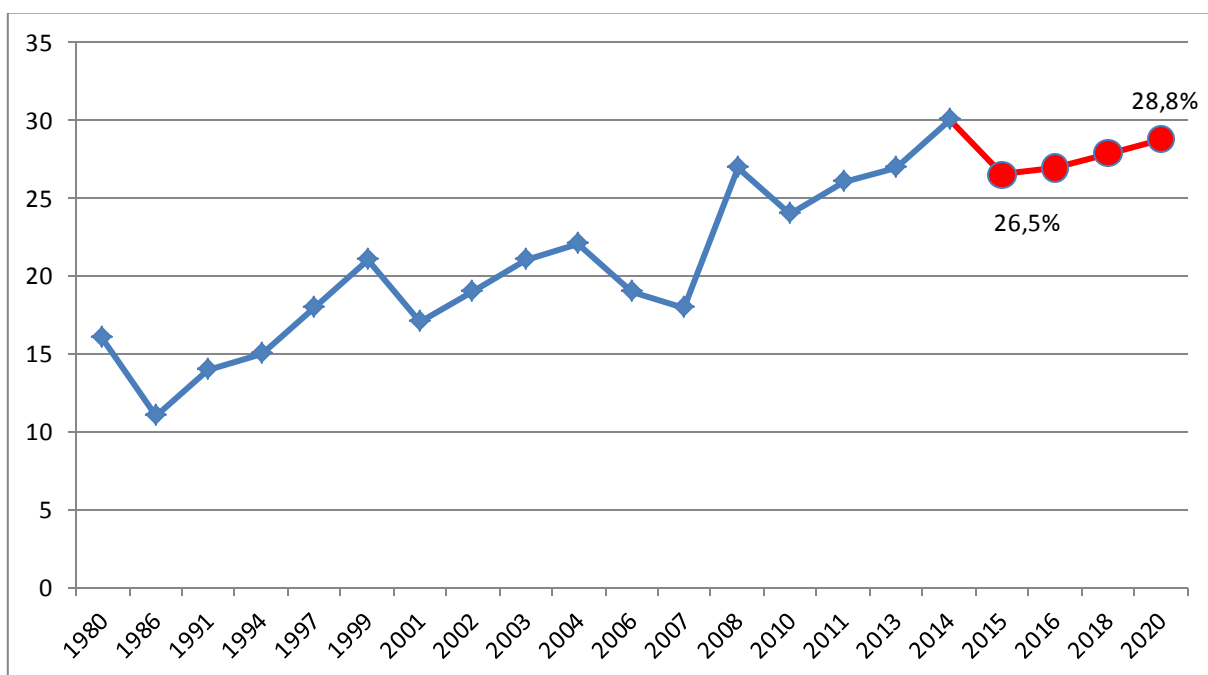
jedná o operátora. Pokud je tento čas alespoň poloviční oproti času, kdy rozhodčí přiřadil programy správně, je program úspěšný.

8.6. Rozhovor pacienta s psychiatrem

V roce 1966 vytvořil německý emigrant v USA, matematik a konstruktér prvních počítačů a počítačových sítí Joseph Weizenbaum první konverzační program jménem ELIZA. Tento program napodoboval rozhovor psychiatra s pacientem (uživatel) a byl tak reálný, že sekretářky a jiný netechnický personál na MIT (Massachusetts Institute of Technology), kde Weizenbaum v té době pracoval, věřili, že se jedná o skutečného terapeuta a trávili hodiny tím, že program sdělovali své soukromé problémy a byli přesvědčeni, že jim opravdu rozumí. V okamžiku, kdy Weizenbaum informoval jednu ze sekretářek o tom, že má přístup k záznamům všech rozhovorů, reagovala pobouřeně a byla velmi rozhořčená z takového zásahu do svého soukromí. Weizenbaum byl šokován tím, že tak jednoduchý program dokázal přesvědčit uživatele k prozrazení soukromých informací a že se dokonce i někteří psychiatři vážně domnívali, že program-terapeut je schopen pacientům pomoci konstruktivním způsobem. Ve skutečnosti program jen využíval několik „triků“ k tomu aby na základě vložené věty vygeneroval odpověď. Například transformaci zájmen (já×ty, my×vy atd.) nebo přednastavené věty vytvářející iluzi, že program uživateli rozumí. Pokud například uživatel napíše: „Potřeboval bych X.“, pak program odpoví: „Co by pro Vás znamenalo, kdybyste měl X?“ Věta bude dávat smysl téměř nezávisle na X, mohou to být peníze, voda, jídlo, láska, čas atd. Program byl rovněž schopen rozpoznat určitá klíčová slova, takže pokud se v zadané větě objevilo např. slovo „matka“, program odpověděl: „Povězte mi více o své rodině.“ Pokud program narazil na neznámé slovo, automaticky se vrátil k předchozímu tématu.

8.7. Prognóza vývoje umělé inteligenci

V roce 2014 počítačovému programu se povedlo přesvědčit třetinu lidských rozhodčích, že není počítačový program. V netradiční soutěži došlo poprvé k překonání 30 % hranice. Program komunikoval s rozhodčími přes textové zprávy a na přesvědčení měl 5 minut. Vítězný program vznikl v roce 2001 a simuluje konverzaci se 13letým Ukrajincem "Eugenem Goostmanem". Na obrázku 13 uvedena prognóza vývoje umělé inteligenci do roku 2020 na zaklade zvládnání testu Turinga. Jde o přibližnou prognózu kvůli změnám v pravidlech provádění testu Turinga.



Obr. 13. prognóza vývoje umělé inteligenci do roku 2020. Zdroj – autor

Rozsáhlá literatura existuje o tzv. paradoxu čínského pokoje, s nímž přišel filozof John Searl. Searlova námitka uvádí, že splnění Turingova testu ještě nemusí znamenat nějaké myšlení a uvědomování. V původní formulaci Searl ukazuje, že člověk může být např. schopný smysluplně třídit tabulky s čínskými znaky, aniž rozumí čínsky a chápe, co text na tabulkách znamená. Podobně počítač, i když projde Turingovým testem, bude stále pouze něco imitovat a sám nebude např. nic „chápat“.

9. ZÁVĚR

Žijeme ve vzrušujících dobách poznamenaných novými technologiemi a řešeními, která přinášejí nesčíslné výhody lidem na celém světě. ITS uplatňované „inteligentně“ mohou zachraňovat životy, spořit čas a peníze, stejně jako snižovat ohrožení našeho životního prostředí a vytvářet podnikatelské příležitosti. Velký pokrok učiněný v technologii ITS již dnes zlepšuje bezpečnost našich silnic, snižuje cestovní doby, podporuje využívání více druhů dopravy, přičemž zmírňuje dopady dopravy na životní prostředí. Inteligentní dopravní systémy a služby jsou široce přijímány jako perspektivní cesta k dosahování cílů udržitelné mobility s tím, že zároveň zlepšují kvalitu života.

Cílem této bakalářské práce bylo na základě analýzy definovat prognózu vývoje inteligentních dopravních systémů v organizace dopravy, aby představil jasný pohled na budoucnost dopravní telematiky a její vklad do našeho života. Během zpracování práci jsem přišel k tomu, že vytvářet jedinou prognózu vývoje ITS není možné kvůli složitosti systému. A proto dalším cílem měření práci staly prognózy technologií a algoritmů, které zahrnují ITS. Této prognózy ukázaly, že v budoucnu dojde s velkou pravděpodobností k následujícímu procesu: uskuteční se globální integrace segmentů telekomunikací, informačních technologií, dopravy, energetiky do jednoho megasystému. Samozřejmě se to nás nečeká zítra, ale vývoj dnešních technologií už ukazuje trendy na vytváření tohoto systému. Tím se ovlivní i legislativní systém, který budeme muset přizpůsobit k měnícímu světu.

Celá bakalářská práce by měla sloužit jako návod, jak přistupovat k řešení úkolů prognózování, jakých chyb se vyvarovat během sestavování prognóz a jaký metody a algoritmy používat.

Pro zpracování prognóz byl použit program MS Excel, textová část byla zpracována v programu MS Word.

Věřím, že veškeré poznatky získané při tvorbě bakalářské práci a navřena řešení využiji i v budoucnosti ve své další práci.

10. POUŽITÉ ZDROJE

10.1. Literatura

- [1] PŘIBYL, Pavel, SVÍTEK, Miroslav. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN – technická literatura, 2001
- [2] ŠTĚDRŇ, Bohumír, POTŮČEK, Martin, KNÁPEK, Jaroslav, MAZOUCH, Petr a kol. *Prognostické metody a jejich aplikace* 1 vydání. Praha: C.H. Beck, 2012
- [3] POKORNÝ, Miroslav. *Umělá Inteligence v modelování řízení*. Praha: BEN – technická literatura, 1996
- [4] ŠTĚDRŇ, Bohumír, KOCOUR, Vladimír. *Technologické prognózy a telekomunikace*. Praha: Sdělovací technika, 2014
- [5] DUCHOŇ, B., FAIFOROVÁ, V., ŘÍHA, Z. *Technology, Environment, Economics, Management: Factors of Engineering in the Global World*. 2012, vol.7, no. 2, p. 1-6
- [6] ARLT, J. *Moderní metody modelování ekonomických časových řad*. Praha: Grada Publishing, 1999
- [7] ANDĚL, J. *Matematická statistika*. Praha: SNTL, 1985
- [8] CZHELSKÝ, L., KAHOUNOVÁ, J., HINDLS, R. *Elementární statistická analýza*. Praha: Management Press, 1999
- [9] KAŇOK, M. *Statistická metody v managementu*. Praha: ČVUT, 2001
- [10] STUHLÝ, J. *Statistické metody pro manažerské rozhodování*. Praha: VŠE, 2001
- [11] *Koncepce rozvoje architektury dopravní telematiky USA, Studie financovaná vládou USA*, 1998
- [12] PŘIBYL P. *Aplikace dopravní telematiky na síti pozemních komunikací*, Silniční konference, Hradec Králové, 2000

- [13] FEDOSEEV, A., MICHEEV, S, GOLOVNIN, O. Technologie Data Mining v úkolech prognózování dopravní infrastruktury, Samara: UDK 004.62
- [14] MICHEEVA, T, RUDAKOV, I. Monitorování dopravní infrastruktury. Togliatti: TGU, 2005
- [15] ČUBUKOVA, I. Data Mining, základy informačních technologií. Binom, 2006

10.2. Internetové zdroje

- [16] Český kosmický portál. Dostupné z WWW: <http://www.czechspaceportal.cz/>
- [17] Top 500 the List. Dostupné z WWW: <http://www.top500.org/>
- [18] Otevřena encyklopedie. Dostupné z WWW: <https://cs.wikipedia.org/>
- [19] IT technologie a informační portál. Dostupné z WWW: <http://habrahabr.ru/>
- [20] Metody prognózování v Excelu. Dostupné z WWW: <http://www.lokad.com/ru>
- [21] Paradoxy umělé inteligence: Turingův test 50 let poté. Dostupné z WWW: <http://www.root.cz/clanky/paradoxy-umele-inteligence-turinguv-test-50-let-pote/>
- [22] Neuronové sítě. Dostupné z WWW: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/neural-networks.html>