

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Inteligentné mesto Singapur

Inteligentní systémy

Dávid Bolvanský
Lukáš Dekrét

Obsah

1	Inteligentné mesto	2
1.1	Dimenzie inteligentného mesta	4
2	Singapur	7
2.1	Ekonomika	9
2.1.1	Elektronické platby	9
2.2	Doprava	10
2.2.1	Autonómne vozidlá	11
2.2.2	Bezkontaktná platba pri nákupe lístku na verejnú dopravu	11
2.2.3	Kyvadlová doprava na požiadanie	12
2.2.4	Prístupné údaje a analýza pre mestskú dopravu	12
2.2.5	Vedúci výskum v oblasti noriem pre autonómne vozidlá .	12
2.3	Životné prostredie a potravinová sebestačnosť	12
2.3.1	Sebestačnosť v zásobách jedla	13
2.3.2	Sebestačnosť v zásobách pitnej vody	14
2.4	Modernizácia obyvateľstva	17
2.4.1	Nová mobilná aplikácia pre školy na odosielanie aktualizácií rodičom	17
2.4.2	Rozpoznávania tváre inteligentného mesta	18
2.4.3	Detekcia utopenia v bazénoch, tlačidlá osobného varovania	19
2.5	Riadenie	19
2.5.1	Zistovanie rizík a ich analýza	20
2.5.2	Mapa rizika riadenia	20
2.5.3	Technologické predpoklady	20
2.6	Modré bývanie	20
	Literatúra	22

1 Inteligentné mesto

Inteligentné mesto je oblasť, ktorá využíva nielen rôzne typy elektronických senzorov internetu vecí (Internet of Things, IoT) na zhromažďovanie údajov, ale aj poznatky získané z týchto údajov na efektívnu správu aktív, zdrojov a služieb. Patria sem údaje zozbierané od občanov, zariadení a majetku, ktoré sa spracovávajú a analyzujú s cieľom monitorovať a riadiť dopravu a dopravné systémy, elektrárne, verejné služby, vodovodné siete, odpadové hospodárstvo, detekciu trestnej činnosti, informačné systémy, školy, knižnice, nemocnice a iné komunitné služby [31].

Koncept inteligentného mesta integruje informačné a komunikačné technológie a rôzne fyzické zariadenia pripojené k sieti IoT s cieľom optimalizovať efektívnosť operácií a služieb mesta a napojiť sa na občanov. Inteligentná technológia mesta umožňuje úradníkom priamo komunikovať s komunitnou a mestskou infraštruktúrou a monitorovať, čo sa v meste deje a ako sa mesto vyvíja. Informačné a komunikačné technológie sa používajú na zvýšenie kvality, výkonnosti a interaktivity mestských služieb, na zníženie nákladov a spotreby zdrojov a na zvýšenie kontaktu medzi občanmi a vládou. Aplikácie inteligentného mesta sú vyvinuté na správu mestských tokov a umožňujú reakcie v reálnom čase. Inteligentné mesto môže byť preto pripravené lepšie reagovať na výzvy ako v prípade jednoduchého „transakčného“ vzťahu so svojimi občanmi. Významné technologické, hospodárske a environmentálne zmeny vyvolali záujem o inteligentné mestá vrátane zmeny klímy, hospodárskej reštrukturalizácie, prechodu k online maloobchodu a zábave, starnúcej populácie, rastu mestskej populácie a tlaku na verejné financie.

Vďaka tomu sa predpokladá, že inteligentné mesto alebo región využíva informačné technológie na:

- Efektívnejšie využívanie fyzickej infraštruktúry (cesty, zastavané prostredie a ďalšie fyzické aktíva) prostredníctvom umelej inteligencie a analýzy údajov na podporu silného a zdravého hospodárskeho, sociálneho a kultúrneho rozvoja.
- Účinnú spoluprácu s miestnymi ľuďmi na miestnom riadení a rozhodovaní pomocou otvorených inovačných procesov a elektronickej účasti, zlepšovaním kolektívnej inteligencie inštitúcií mesta prostredníctvom elektronickej správy s dôrazom na účasť občanov a spoločné navrhovanie.
- Učenie, prispôsobenie a inovácie, čím efektívnejšie a rýchlejšie reaguje na meniaci sa okolnosti zlepšovaním inteligencie mesta.

Index, ktorý pripravilo Centrum pre globalizáciu a stratégii IESE Business School, pod vedením profesorov Pascuala Berroa a Joana Enrica Ricarta, sa zameriava na úroveň rozvoja 174 miest z 80 krajín. Mestá sa analyzujú v deviatich dimenziách, ktoré sa považujú za klúčové pre skutočne udržateľné mestá: ľudský kapitál (rozvoj, získavanie a podpora talentov), sociálna súdržnosť (konsenzus medzi rôznymi sociálnymi skupinami v meste), ekonomika, životné

prostredie, správa vecí verejných, územné plánovanie, medzinárodný dosah. , technológia a mobilita a doprava (ľahký pohyb a prístup k verejným službám). Zároveň kládli dôraz na to, aby mesto bolo dobré a konkurenčné vo viacerých dimensiách. Medzi najlepšie sa zaradili mestá [25]:

1. **Londýn:** Je na prvom mieste pre ľudský kapitál (vďaka vysokému počtu kvalitných obchodných škôl a univerzít), ako aj medzinárodný dosah a je v prvej desiatke v oblasti mobility a dopravy (3), správy verejných vecí (7), technológie (8) a urbanistické plánovanie (9). Jeho najhoršia výkonnosť je v dimenzií sociálnej súdržnosti (45.).
2. **New York:** Toto mesto, taktiež prezývané ako „Big Apple“, sa zaradilo na druhé miesto vďaka svojej špičkovej pozícii v ekonomickej dimenzií (1), ako aj medzi poprednými pozíciami pre ľudský kapitál (3), urbanizmus (2), medzinárodný dosah (8), technológiu (11) a mobilita a doprava (5). New York je najdôležitejším hospodárskym strediskom na svete a je domovom takmer 7 000 špičkových firiem a vyznačuje sa integrovanými technologickými službami, ako je bezplatná služba Wi-Fi LinkNYC.
3. **Amsterdam:** Amsterdamská kombinácia finančnej technológie, energetickej účinnosti a kultúry z neho robí podľa indexu dôležitú európsku moc. Okrem toho navrhla projekt zákazu benzínových a naftových automobilov do roku 2025, čím sa stala prvým európskym mestom s nulovými emisiami. Celkovo je mesto v indexe dobre výkonné a patrí tiež medzi 20 najlepších v oblasti hospodárstva, technológie, urbanizmu, medzinárodného dosahu, mobility a dopravy.
4. **Paríž:** Paríž je spolu s Londýnom jedným z najdôležitejších finančných centier v Európe. Je na štvrtom mieste v celkovom rebríčku a vyniká v rozmeroch hospodárstva (pozícia 8), ľudského kapitálu (6), medzinárodného dosahu (3), technológie (15) a mobility a dopravy (4). Mesto Svetla sa snaží podporovať čistú dopravu pomocou bicyklov a elektrických vozidiel a je to mesto charakterizované otvorenou inováciou, ktorá poskytuje obyvateľom a iným aktérom kontrolu a prístup k dátam mesta. Aplikácia internetu vecí (IoT) sa snaží optimalizovať toky ľudí a vozidiel v meste.
5. **Reykjavík:** Už druhý rok po sebe vedie najľudnatejšie mesto Islandu aj dimenziu životného prostredia. Predovšetkým viac ako 99% výroby elektriny a takmer 80% celkovej výroby energie v Reyjavíku pochádza z hydroelektrickej a geotermálnej energie, vďaka čomu sú jej budovy prirodzene zelené. Mesto tiež predložilo dokument o politike v oblasti klímy s akčným plánom, v ktorom sa stanovia ciele pre mesto s nulovými emisiami CO₂ do roku 2040.
6. **Tokio:** Tokio je jedným z miest s najvyššou mierou produktivity práce a je tiež najvyššie hodnoteným mestom z Ázie. Mesto vyniká najmä rozmermi hospodárstva (3), ľudského kapitálu (9) a životného prostredia (6). Okrem

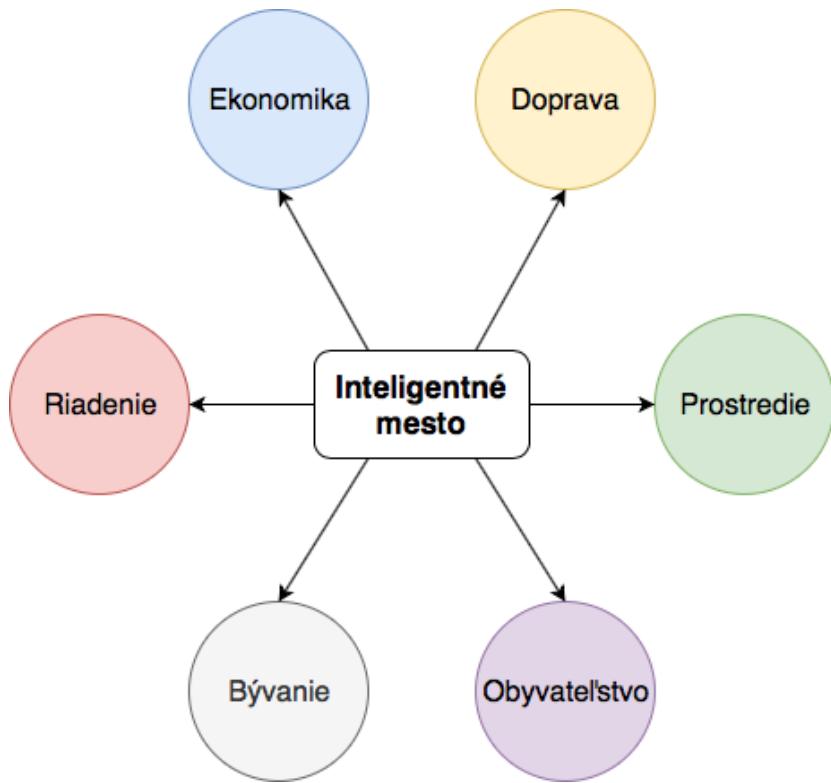
toho patrí medzi 30 najlepších z hľadiska rozmerov mestského plánovania, mobility a dopravy a technológie.

7. **Singapur:** Singapur je popredným mestom v oblasti technológií (na prvom mieste v tejto dimenzií), ako aj na 4. mieste v medzinárodnom dosahu. V Singapure sa všetko točí okolo technológií: má optickú sieť cez celú dĺžku a šírku ostrova a priemerne tri mobily pre každých dvoch obyvateľov. Má nemocnice s robotmi (s ľudským personálom a robotmi), autonómne taxíky (bez vodiča) a vertikálne záhrady a farmy, ktoré regulujú teplotu absorbovaním a rozptylom tepla pri zbere dažďovej vody. Kvôli tomuto sme si ho vybrali na podrobnejšie spracovanie a popíšeme ho v sekciu 2.
8. **Kodaň:** Dánske mesto Kodaň má v indexe ôsme miesto. So záväzkom mesta, že do roku 2025 bude uhlíkovo neutrálny, možno nie je prekvapujúce, že mesto vyniká svojím výkonom v otázkach životného prostredia a v tejto dimenzií je na tretom mieste na svete. Medzi 25 najlepších miest patrí aj technológia (10), sociálna súdržnosť (11), správa verejných vecí (12), medzinárodný dosah (16), mobilita a doprava (25) a hospodárstvo (25).
9. **Berlín:** Berlín sa na celkovom rebríčku umiestnil na deviatom mieste, a to najmä vďaka tomu, že dosiahol vysoké ohodnotenie v ľudskom kapitále (5), medzinárodnom dosahu (5), správe verejných vecí (6) a mobilite a doprave (7.). Nemecké mesto sa v skutočnosti radí medzi prvých 50 priečok vo všetkých dimenziách, pričom jeho najnižšie pozície sú v hospodárstve (50) a životnom prostredí (47.).
10. **Viedeň:** Hlavné mesto Rakúska je na desiatom mieste. Oblasti, v ktorých má Viedeň najlepšie výsledky, sú mobilita a doprava (7), ako aj medzinárodný dosah (7), kde sa v oboch rozmeroch zaraduje medzi desať najlepších. Taktiež sa umiestňuje na prvých 25 miestach v oblasti technológií (13), životného prostredia (15) a ľudského kapitálu (23).

1.1 Dimenzie inteligentného mesta

Inteligentné mestá môžeme identifikovať v šiestich základných dimenziách [13]:

1. Ekonomika
2. Doprava
3. Prostredie
4. Obyvateľstvo
5. Bývanie
6. Riadenie



Obr. 1: Šesť základných dimenzií inteligentného mesta.

Charakteristiky inteligentnej ekonomiky v zásade zahŕňajú zameranie sa na vysoko kvalitný vzdelávací systém, vedecký výskum financovaný z verejných zdrojov, atraktívne podnikové stimuly vrátane daňových úľav a skvelú infraštruktúru vrátane kvalitných domácich a medzinárodných spojení, všadeprítomné širokopásmové pripojenie a vynikajúce verejné služby, najmä zdravotnej starostlivosti.

Rámec inteligentnej mobility kladie dôraz na výber cestovného, zdravé a milé komunity, spoľahlivé cestovné časy pre ľudí a náklad a bezpečnosť pre všetkých používateľov. Cieľ inteligentnej mobility podporuje ciele intervencie v oblasti zmeny klímy a energetickej bezpečnosti, riadenia dopravy v reálnom čase, riadenia prostriedkov osobnej dopravy, správy parkovísk, správy vozového parku, riadenia používania bicyklov, platenia mýta, podpory pri používaní elektrických vozidiel, sledovacie aplikácie a logistika, služby zdieľania automobilov atď. V inteligentných mestách sa pripravujú alebo prichádzajú rôzne riešenia inteligentnej mobility, vrátane video sledovania a spravodajských analýz, t.j. detekcie dopravy, detekcie incidentov, rozpoznávania poznávacej značky, príkazu na vznik, zákaznícky servis a rezervačný systém pre cestujúcich.

Realizácia internetu vecí v dôsledku technologického pokroku v oblasti

softvéru a hardvéru viedla k potenciálu pre sietové objekty so schopnosťou snímania a ovládania v rôznych prostrediach, známych ako inteligentné prostredia. Inteligentné prostredia, ako sú inteligentné mestá, domácnosti alebo domáce systémy, majú potenciál podporovať ľudí pri mnohých bežných činnostach tým, že umožňujú komplexné stratégie riadenia pre riadenie rôznych funkcií domu alebo budovy: svetiel, dverí, teploty, energie atď. Takéto prostredia zvyčajne poskytujú tieto stratégie riadenia pomocou počítačov, panelov s dotykovou obrazovkou, mobilných telefónov, tabletov alebo interných displejov.

Koncept inteligentných ľudí zahrňa rôzne faktory, ako sú príslušnosť k celoživotnému vzdelávaniu, sociálna a etnická pluralita, flexibilita, tvorivosť, kozmopolitizmus alebo otvorenosť a účasť na verejnom živote. Problémy spojené s mestskými aglomeráciami sa dajú vyriešiť prostredníctvom kreativity, ľudského kapitálu, spolupráce medzi relevantnými zainteresovanými stranami a ich inteligentnými riešeniami.

Inteligentné domy sú domy so schopnosťou monitorovať a upravovať environmentálne systémy, ako sú vykurovanie a osvetlenie. Tie by mohli byť monitorované alebo ovládané počítačom alebo vzdialenosťou správou alebo hlasom, domáca sieť na ňu odpovedá. Pri tomto druhu automatizácie by to bolo ako mať osobného asistenta, ktorý je okamžite pri vás, keď ho zavoláte. Inteligentné domy zvyšujú pohodlie a bezpečnosť v inteligentných mestách.

Inteligentné riadenie závisí od zavedenia infraštruktúry inteligentného riadenia, ktorá by mala byť zodpovedná, pohotová a transparentná. Zahŕňa používanie elektronických zariadení vo vládnych úradoch vo veľkom meradle, ako je používanie telefónov a faxov, tlačiarí, počítačov, notebookov, serverov, video konferenčných systémov a sietových komponentov vrátane sledovacích systémov (IP kamery), sledovacie systémy, ako sú štítky RFID, inteligentné karty, senzory, ovládače a dokonca aj používanie televízie a rádií na poskytovanie vládnych informácií a služieb občanom mesta.

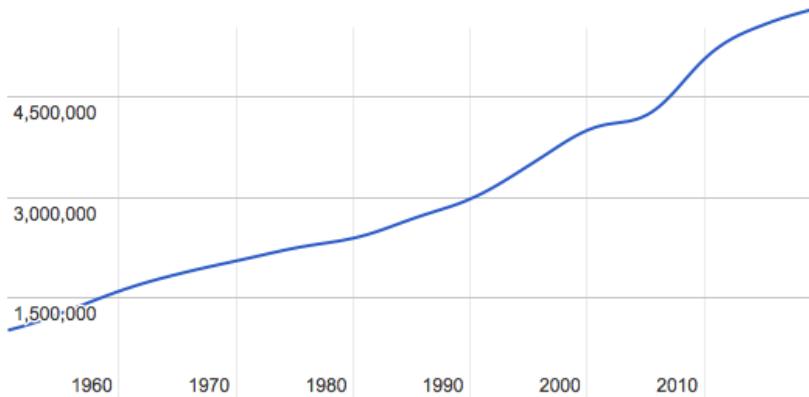
2 Singapur

Singapur je suverénny ostrovný mestský štát v juhovýchodnej Ázii. Krajina sa nachádza jeden stupeň (137 kilometrov alebo 85 mil') severne od rovníka, na južnom cípe Malajského polostrova, s južnými ostrovmi Indonézskych ostrovov Riau a severnou polostrovnou Malajziou. Územie Singapuru pozostáva z jedného hlavného ostrova spolu so 62 ďalšími ostrovčekmi. Od nezávislosti sa rozsiahlu rekultiváciou pôdy zvýšila celková veľkosť o 23% (130 km^2) [30].

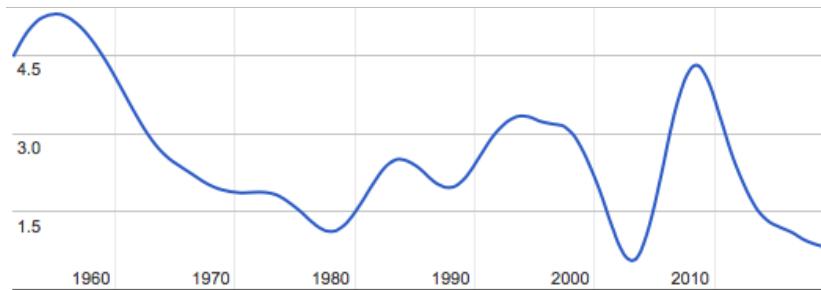


Obr. 2: Mapa mestskeho štatu Singapur [1]

V mestskom štáte sa nachádza 5,6 milióna obyvateľov, z ktorých 39% sú cudzinci vrátane osôb s trvalým pobytom. Singapur má štyri úradné jazyky: angličtina, malajčina, čínština mandarinčina a tamilčina. Väčšina singapurčanov je dvojjazyčných, pričom angličtina slúži ako národná „lingua franca“, zatiaľ čo malajčina je národný jazyk. Malajčinou však hovorí len asi 10% obyvateľstva, pričom najčastejšie hovoreným jazykom je angličtina.



Obr. 3: Počet obyvateľov od roku 1960 [32].



Obr. 4: Populačný nárast od roku 1960 v percentoch [32].

Singapur je jednotná parlamentná republika so systémom Westminsterskej jednokomorovej parlamentnej vlády. Podľa indexu demokracie v roku 2018 je krajina označená ako „chybná demokracia“. Ako jeden z piatich zakladajúcich členov združenia ASEAN je Singapur hostiteľom sekretariátu Ázie a tichomorskej hospodárskej spolupráce (APEC) a sekretariátu Rady pre hospodársku spoluprácu v Tichomorí (PECC), ako aj mnohých medzinárodných konferencií a podujatí. Je tiež členom samitu východnej Ázie.

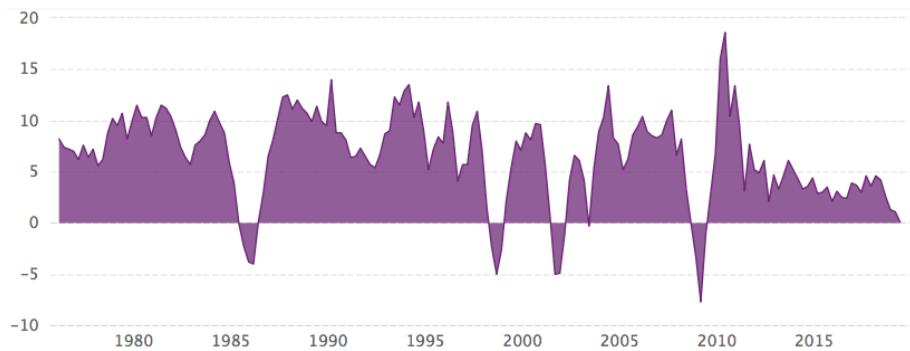
Singapur si dal za cieľ byť najinteligentnejším mestom sveta a tak vytvoril šesť hlavných projektov, ktoré by ho mali dostať na vrchol. Sú nimi [20]:

- Národná digitálna identita (NDI) [17]
- Elektronické platby [15]
- Inteligentná národná senzorová platforma (SNSP) [18]
- Inteligentná mestská transport [19]
- Momenty života (MOL) [16]

- Hlavné operácie, rozvoj a životné prostredie (CODEX) [14]

2.1 Ekonomika

Singapurské hospodárstvo je vysoko rozvinuté hospodárstvo voľného trhu [29]. Bolo zaradené medzi najotvorenejšie na svete, tretie najmenej skorumpované, najviac prospešné pre podnikanie, s nízkymi daňovými sadzbami (14,2% hrubého domáceho produktu, HDP) a má tretiu najvyššiu HDP na obyvateľa v rámci celého sveta z hľadiska parity kúpnej sily.



Obr. 5: Rast HDP v Singapure v percentoch [3].

Štátne podniky zohrávajú v singapurskom hospodárstve podstatnú úlohu. Štátny investičný fond Temasek Holdings vlastní väčšinové podiel v niekoľkých najväčších spoločnostiach v krajinе, ako sú Singapore Airlines, SingTel, ST Engineering a MediaCorp. Singapur tiaží z prílevu investícii od globálnych investorov a inštitúcií vďaka svojej veľmi atraktívnej investičnej klíme a stabilnému politickému prostrediu.

Vláda sa snaží udržiavať svoju konkurencieschopné postavenie napriek rastúcim mzdám v odvetviach výroby a služieb s cieľom podporovať činnosti s vyššou pridanou hodnotou. Otvorila sektor finančných služieb, telekomunikácií a výroby energie a maloobchodu až po zahraničných poskytovateľov služieb a väčšiu konkurenčiu. Vláda sa tiež pokúsila o niektoré opatrenia vrátane opatrení na zníženie miezd a uvoľnenia nevyužitých budov v snahe kontrolovať rastúce obchodné nájomné s cieľom znížiť náklady na podnikanie v Singapure, keď sa v roku 2006 nájomné ústredných obchodných úradov strojnásobilo.

2.1.1 Elektronické platby

V roku 2014 Singapurský bankový priemysel spustil platobný systém FAST [15] (rýchly a bezpečný prevod), ktorý umožňuje priame prevody v reálnom čase medzi spotrebiteľmi a podnikmi v rôznych bankách. Projekt FAST sa spustil z nasledujúcich dôvodov:

- Poskytovať otvorenú, prístupnú a interoperabilnú vnútrostátnu infraštruktúru elektronických platieb.
- Uľahčiť jednoduché, rýchle, bezproblémové a bezpečné digitálne transakcie.
- Zvýšiť pohodlie a efektívnosť pre občanov a podniky.

V roku 2017 bola spustená služba PayNow. Táto platforma umožňuje okamžité peer-to-peer prevody medzi zákazníkmi zúčastnených bank jednoducho zadáním mobilného alebo osobného identifikačného čísla. V nasledujúcom roku bola zavedená spoločnosť PayNow Corporate, ktorá umožňuje podnikom a vládnym agentúram okamžite platiť a prijímať prostriedky pomocou jedinečného čísla entity. Zaregistrovalo sa okolo 40 000 firiem. V roku 2018 bol NETS vymenovaný s cieľom vyvinúť interoperabilné a otvorené riešenie pre elektronické platby s platbou v 200 kaviarňach, 25 centrách podomových obchodníkov a 20 priemyselných jedálňach po dobu 2 rokov. To by občanom a obchodníkom uľahčilo uskutočnenie a prijímanie platieb. Okrem toho Singapurská vláda spolupracovala aj s priemyselnými hráčmi na zavedení štandardu Singapur Quick Response Code (SGQR), ktorý kombinuje viacnásobné platobné kódy QR do jedného kódu SGQR. V prípade SGQR potrebujú obchodníci na prijímanie mobilných platieb iba jeden QR kód.

2.2 Doprava

S prudkým nárastom mobility je potrebné optimálne využitie existujúcej infraštruktúry v mestách a medzi nimi. Dostupnosť a obyvateľnosť miest sú základnými tématami pre občanov a orgány cestnej premávky. Technológia použitá v Singapure ponúka veľa nových možností a aplikácií pre bezpečný a efektívny tok dopravy a zároveň minimalizuje emisie CO₂ a zvyšuje kvalitu ovzdušia.

Projekt prebiehajúci v Singapure s názvom „Smart Mobility“ spája účastníkov cestnej premávky s cestnou infraštruktúrou a informačnými systémami [21]. Namiesto tradičných anonymných informácií o cestnej premávke a semaforoch sa preferujú individuálne informácie vo vozidle, ktoré pomôžu používateľom cesty robiť lepšie rozhodnutia. Informácie od účastníkov cestnej premávky, ich umiestnenie a charakteristiky pomáhajú dopravným aplikáciám riadiť dopravu efektívnejšie a v súlade s verejnou politikou. Zároveň sa zvyšuje úroveň autonómie pripojených vozidiel vzhľadom na pokrok v zdokonalených asistenčných systémoch pre vodičov alebo autopilotov. Kooperatívna technológia vozidla na infraštruktúru (V2I) bude zohrávať čoraz väčšiu úlohu pri informovaní a komunikácii s pripojenými vozidlami o rýchlosťi, výstrahách, časoch na červenú, časoch na zelenú na semaforoch atď.

Zavedením inteligentnej mobility sa otvárajú možnosti na zvýšenie bezpečnosti dopravy, zlepšenie toku, zníženie vplyvu na životné prostredie a uľahčenie dostupnosti a obyvateľnosti miest. Predstavme si mesto, ktoré uprednostňuje na semaforoch núdzové vozidlá s modrým svetlom, takže sa

dostanú skôr na miesto určenia a zníži sa počet nehôd na križovatkách. Priorita verejnej dopravy povedie k predvídateľným časovým harmonogramom. Kamióny sú vedené mestom alebo po meste najefektívnejším spôsobom s čo najmenším počtom zastavení, aby sa ušetrilo palivo a emisie. Užitočné sú aj semafory, ktoré automaticky predlžujú trvanie zeleného svetla na základe úrovne mobility chodcov [10].

V Singapure s nedostatkom pôdy je 12% pôdy vyčlenených na cesty a dopravnú infraštruktúru. S rastúcou populáciou a viac ako miliónom vozidiel na ceste spočíva v optimalizácii využívania obmedzeného priestoru na efektívnejšiu, bezpečnejšiu, spoľahlivejšiu a lepšiu dopravu. Preto Singapur založil päť hlavných projektov na jej zlepšenie:

- Autonómne vozidlá
- Bezkontaktná platba pri nákupe lístku na verejnú dopravu
- Kyvadlová doprava na požiadanie
- Prístupné údaje a analýza pre mestskú dopravu
- Vedúci výskum v oblasti noriem pre autonómne vozidlá

2.2.1 Autonómne vozidlá

Autonómne vozidlá majú potenciál radikálne zmeniť dopravný systém Singapuru a zlepšiť tak nie len životné prostredie. Momentálne sa skúma použitie technológie autonómneho riadenia vo verejnej doprave nielen s cieľom priniesť nové formy zdieľanej mobility, ale aj s ohľadom na obmedzenia, ktorým v Singapure čelia z hľadiska pracovnej sily. Táto technológia má tiež veľký potenciál v odvetviach nákladnej dopravy a inžinierskych sietí, sčasti na riešenie problémov s pracovnou silou, ale hlavne na uľahčenie dopravného preťaženia počas dopravných špičiek zavedením autonómnych systémov v noci. Jeden z mnohých projektov má na starosti práve Národná univerzita v Singapure (NUS) a MIT v Singapure za vývoj a technológiu, ktoré už od roku 2010 spolupracujú na testovaní flotily autonómnych golfových kočíkov. Prototypy pracovného výskumu boli demonštrované okolo areálu univerzity. Jazdy sú požadované prostredníctvom smartfónu výberom požadovaných miest vyzdvihnutia a ciela.

2.2.2 Bezkontaktná platba pri nákupe lístku na verejnú dopravu

Kedže sa viac Singapurčanov spolieha na svoje mobilné zariadenia, technologické prístroje a kreditné / debetné karty pri uskutočňovaní každodenných transakcií, úrad pre pozemnú dopravu využíva nové technológie na posun smerom k elektronickým platbám zameraným na dochádzanie do verejnej dopravy, čím zlepšuje platenie za cestovné, čo je výhodné pre dochádzajúcich. Inovatívnejšie platobné systémy pre cestovné v autobusovej a vlakovej doprave znamenajú, že dochádzajúci cestujúci môžu prejsť cez cestovné brány jednoduchým skenovaním svojich zariadení bez prípadného

problému s cestovnými kartami. Bezkontaktné cestovné brány umožňujú ľuďom so zdravotným postihnutím ľahký vstup a výstup na vlakové stanice bez toho, aby sa museli trápiť so svojimi cestovnými kartami. Koncom roku 2018 sa uskutočnila prvá skúška technológie predaja lístkov bez použitia rúk.

2.2.3 Kyvadlová doprava na požiadanie

Používateľ si bude vedieť rezervovať kyvadlovú dopravu vďaka svojmu smartfónu. Kyvadlová doprava tak zastaví presne pred domom užívateľa a zoberie ho presne ku cieľu. Inteligentný dopravný systém založený na dopyte v reálnom čase optimalizuje využitie ciest a znižuje závislosť od obmedzenej pracovnej sily. To tiež ponúka dochádzajúcim osobám pohodlnnejšiu možnosť pripojenia na posledný spoj a prináša väčšiu mobilitu starším a iným dochádzajúcim, ktorí môžu mať problémy so súčasnou verejnou dopravou. V júni 2018 začali MOT a ST Engineering vykonávať cestné testovanie autonómnej kyvadlovej dopravy po 1 km cesty na pláži Tanjong v Sentose. V roku 2019 sa uskutoční trojmesačná skúška pozdĺž 5 km trasy na hlavnom ostrove Singapuru.

2.2.4 Prístupné údaje a analýza pre mestskú dopravu

Analýzou anonymizovaných údajov získaných z cestovných lístkov dochádzajúcich a identifikáciou hotspots dochádzajúcich za účelom riadenia autobusových flotíl môže orgán pozemnej dopravy pomôcť zlepšiť zážitok z dochádzania. Časy príchodu autobusov sa sledujú pomocou senzorov nainštalovaných vo viac ako 5 000 vozidlách a údaje o polohe autobusov v reálnom čase pomáhajú ulahčovať plánovanie prepravy tak, aby lepšie vyhovovali požiadavkám dochádzajúcich. Informácie získané z údajov môžu orgánom pozemnej dopravy pomôcť lepšie predvídať a riešiť potreby rôznych typov dochádzajúcich prostredníctvom zlepšeného plánovania politiky. Výsledkom je 92 % zníženie počtu autobusových služieb s problémami s preplnením napriek medziročnému zvýšeniu priemerného denného jazdného výkonu autobusov a znížená priemerná doba čakania na službu o 3 až 7 minút.

2.2.5 Vedúci výskum v oblasti noriem pre autonómne vozidlá

Singapur sa snaží priblížiť k svojmu cielu nasadenia autonómnych vozidiel na spoločnú dopravu čo najskôr. Vzhľadom na nedostatok existujúcich medzinárodných štandardov pre rozsiahle nasadenie autonómnych vozidiel, sa Singapur snaží vytvoriť vlastné štandardy. Iniciatíva spoločnosti CETRAN ktorá sa takýmito štandardami zaoberá teda postaví Singapur na globálne popredné miesto v rozvoji bezpečnej integrácie takýchto vozidiel do dopravného systému.

2.3 Životné prostredie a potravinová sebestačnosť

Jedným z hlavných problémov Singapuru je sebestačnosť v jedle a vode. Na to, aby si dopestovali dostatočné množstvo potravín, potrebujú obrovské plochy

zeme. Do poľnohospodárstva sa počas posledných rokov v Singapure dosť investovalo, a preto sa vymysleli alternatívne spôsoby pestovania potravín. Zároveň sa poľnohospodárstvo stalo o dosť vyspelejším.

2.3.1 Sebestačnosť v zásobách jedla

Mestskí poľnohospodári začali pestovať jedlo v reštauráciach a prevzali nevyužité strešné parkovacie priestory na zostavenie záhradných pozemkov. Niektoré farmy sa dokonca stali dosť známe. Medzi jedne z tých najznámejších patrí farma, ktorá patri skupine študentov inžinierstva, ktorí kombinovali dve aquaponické metódy, aby získali väčšiu úrodu s väčšou rozmanitosťou. Ďalšou takouto farmou a zároveň najviac fotogenickou je architektonická prax Woha, ktorá založila záhradu na streche svojej kancelárie Hongkong Street.

Aquaponika [28] je akýkoľvek systém, ktorý kombinuje konvenčnú akvakultúru (chov vodných živočíchov, ako sú slimáky, ryby, raky alebo krevety v nádržiach) s hydroponiou (pestovanie rastlín vo vode) v symbiotickom prostredí. Pri normálnej akvakultúre sa môžu exkrementy zo zvierat, ktoré sa chovajú, hromadiť vo vode, čo zvyšuje toxicitu. V aquaponickom systéme sa voda zo systému akvakultúry dodáva do hydroponického systému, kde sa vedľajšie produkty štiepia nitrifikačnými baktériami najskôr na dusitany a následne na dusičnan, ktoré rastliny využívajú ako živiny. Následne sa voda recirkuluje späť do systému akvakultúry. Ukážka jednej z takýchto fariem je na obrázku 6.



Obr. 6: Inteligentná farma na streche budovy [27].

Listové zeleniny sa zvyčajne pestujú v miernych krajinách, ako sú Austrália

a USA, ale s pomocou technológie sa teraz pestujú také plodiny v chladnom počasí a v podnebí, kde by typicky neprežili.

Miestne farmy v súčasnosti produkujú 12% celkovej spotreby zeleniny v Singapure, čo je viac ako 10 % cieľ stanovený v roku 2009. V súlade s tlakom vlády na produktivitu poľnohospodárstva - napríklad nedávno posilnený Fond produktivity poľnohospodárstva a vyhlásenie, že poľnohospodárska pôda by sa mala vyčleniť na podporu špičkového poľnohospodárstva - viac fariem skúma nové metódy pestovania plodín, o ktorých sa predtým myšlelo, že je nemožné pestovať v singapurskej klíme. Jednou z takýchto fariem je Sustenir, ktorý pestuje hydroponické plodiny v plne kontrolovanom prostredí. Zahŕňa to využitie technológie, ako sú LED svetlá, vzduchotechnické kanály a automatizovaný zavlažovací systém na pestovanie kapusty, cherry paradajok a jahôd. Firma využíva technológiu na manipuláciu všetkých aspektov rastu v miestnosti, od vlhkosti a teploty po živiny vo vode. To pomohlo farme skrátiť čas rastu plodín na dva týždne - polovicu času potrebného na konvenčných farmách - a tiež prispôsobiť svoje plodiny tak, aby vyhovovali preferenciám zákazníkov. Napríklad úspešne modifikovala prirodzene vláknité a nestrávitelné stonky plodín kelu, aby sa stali jedlými. Farma má rozlohou 740 metrov štvorcových, nachádza sa v priemyselnej budove, a plánuje rozšíriť svoju škálu pestovaných zelenín aj o jedlé kvety a mikrozelene [27] [6].

Ďalšiu vertikálnu farmu prosperujúcu na technológii vlastní japonská elektronická spoločnosť Panasonic. Farma s rozlohou 1154 m² v súčasnosti pestuje 81 ton produkcie ročne pod značkou Veggie Life, ktorá dodáva svoju zeleninu do obchodných reťazcov, hotelov a reštaurácií. Zahŕňa to viac ako 30 odrôd plodín, ako napríklad zelený a červený šalát, švajčiarske kusy a sladká bazalka.

2.3.2 Sebestačnosť v zásobách pitnej vody

Na to aby sa Singapur stal sebestačným potrebuje stály prísun vody. V priebehu rokov sa vláda pustila do integrovaného, efektívneho a nákladovo efektívneho spôsobu uspokojovania potrieb vody v krajinе prostredníctvom investící do výskumu a technológií na úpravu, recykláciu a dodávku vody. Singapur je dnes medzinárodne uznávaný ako vzorové mesto pre vodné hospodárstvo a vznikajúci globálny Hydrohub - vedúce centrum pre obchodné príležitosti a odborné znalosti v oblasti vodných technológií. Hospodárenie s vodou v Singapure je možné rozdeliť do troch kľúčových stratégií [11]:

- Zhromažďovanie dažďovej vody.
- Znovu použíte vody (recyklácia).
- Odsolovanie morskej vody.

Ako mestský štát s obmedzenou rozlohou pôdy na zachytávanie dažďovej vody je dôležité, aby sa každá kvapka dažďa zachytila. Vláda plánuje zvýšiť plochu ktorá zachytáva vodu v Singapure z dvoch tretín na 90% rozlohy krajin

[24]. Vďaka oddeleným systémom zberu dažďovej vody a použítej vody, dobrým politikám územného plánovania a prísnym environmentálnym kontrolám je zozbieraná dažďová voda chránená pred znečistením. Zhromažďovanie dažďovej vody sa realizuje prostredníctvom komplexnej siete odtokov, kanálov a riek ktoré vodu odvádzajú do nádrží, predtým ako sa čistí na pitnú vodu. Plochu, na ktorej Singapur zachytáva dažďovú vodu môžeme vidieť na obrázku 7.



Obr. 7: Plocha z ktorej Singapur zachytáva dažďovú vodu [24].

Zaujímavé sú taktiež budovy, ktoré zachytávajú dažďovú vodu a sú rozmiestnené blízko pobrežia. Majú tvar obráteného dáždnika a na ilustráciu sú zobrazené na obrázku 8.

Recyklácia vody je najudržateľnejším a nákladovo najefektívnejším spôsobom, ako zvýšiť dodávku vody v Singapure. Na zvýšenie miery recyklácie vláda plánuje zaviesť do platnosti tri politky:

1. Regenerovať použitú vodu z priemyselných zdrojov na iné účely ako spotrebu
2. Zvýšiť spätné získavanie vody z rekultivácie vody za pomoci firmy NEWater
3. Znížiť straty z dodávok tým, že povzbudia spoločnosti v pobrežných vodách, aby na chladiace procesy používali morskú vodu.

NEWater [23] je spoločnosť, ktorá vytvára vysoko kvalitné regenerované vody. Vyrába ju z upravenej použitej vody, ktorá sa ďalej čistí pokročilými membránovými technológiami a ultrafialovou dezinfekciou. Je mimoriadne čistá a pitná. Spoločnosť NEWater prešla viac ako 150 000 vedeckými testami a je v súlade s požiadavkami Svetovej zdravotníckej organizácie. Dvakrát ročne sa

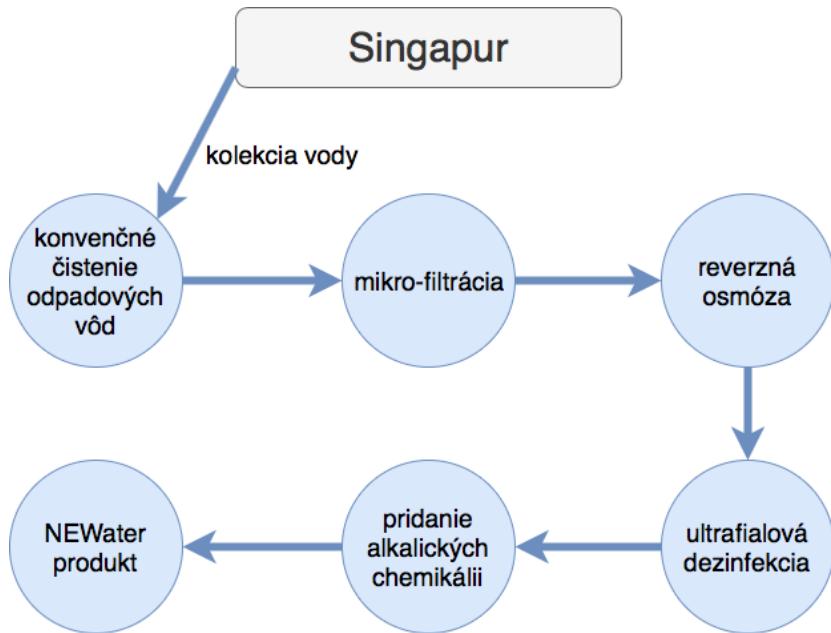


Obr. 8: Budovy na zachytávanie dažďovej vody nazývané "gardens by the bay".

spoločnosť NEWater podrobuje prísnym kontrolným procesom, ktoré vykonáva externý audítorský panel zložený z medzinárodných odborníkov v oblasti strojárstva, chémie vody, toxikológie a mikrobiológie. Táto vysoko kvalitná rekultivovaná voda bola neustále oceňovaná najvyššou známkou vysokej kvality, bezpečnosti a prekročenia medzinárodných štandardov. Proces recyklácie krok po kroku môžeme vidieť na obrázku 9.

Odsloženie je pre Singapur prirodzenou možnosťou, keďže ide o ostrov obklopený slanou vodou. Singapur má momentálne tri veľké odsložacie továrne [22]. Najväčšie z nich je „Tuaspring Desalination Plant“ [26] s dennou kapacitou až 70 miliónov galónov (alebo $318\ 500\ m^3$) vody. Továreň sa delí na tri základné časti, ktoré sú ukázané na obrázku 10 .

- **Príjem:** Ked' morská voda prúdi do továrne, sedimenty, ako sú morské riasy a iné veľké zvyšky, sa odstraňujú pomocou mechanických sít. Chlór sa pridáva na zabránenie rastu morských rastlín v potrubiah a iných štruktúrach systému.
- **Predpríprava (ultrafiltrácia):** Ultrafiltračné membrány odstraňujú nečistoty, mikroorganizmy a baktérie vo vode, ktoré môžu znečistiť systém reverznej osmózy po prúde.
- **Reverzná osmóza** je kritickým krokom pri odsložovaní morskej vody. Po odstránení nečistôt a suspendovaných častic sa voda prečerpáva cez polopriepustné membrány pri vysokom tlaku. Membrány môžu v tomto štádiu prechádzať iba molekuly vody.



Obr. 9: Proces recyklácie spoločnosťou NEWater.

Vodu, ktorú nezískajú vyššie popísanými metódami musia dovážať.

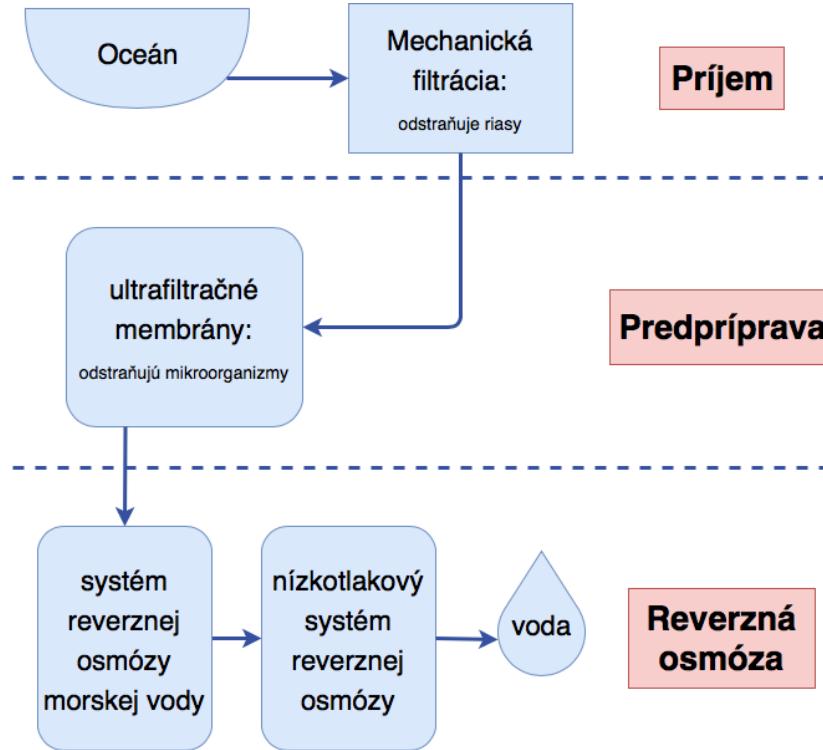
2.4 Modernizácia obyvateľstva

Pre inteligentné mesto je dôležité, aby sa investovalo aj do toho, aby sa obyvatelia mesta cítili v bezpečí, informovaní a aby denne cítili vplyv toho, že žijú v inteligentnom meste. V Singapure sa rozbehlo viacero projektov práve na túto problematiku. Niektoré z nich si predstavíme:

- Nová mobilná aplikácia pre školy na odosielanie aktualizácií rodičom [7]
- Rozpoznávania tváre inteligentného mesta [2]
- Detekcia utopenia v bazénoch, tlačidlá osobného varovania [5]

2.4.1 Nová mobilná aplikácia pre školy na odosielanie aktualizácií rodičom

Minister školstva Ong Ye Kung spustil aplikáciu na základnej škole Huamin, jednej z prvých škôl, ktoré program skúšajú. Jednou z výhod aplikácie je to, že rodičia s deťmi v rôznych školách môžu používať tú istú platformu na dokončenie administratívnych procesov. Dúfajú, že projekt učiteľom uvoľní viac času, aby sa mohli lepšie zamerať na to, v čom sú dobrí, čo je výučba. Rodičia na druhej strane môžu používať svoje účty SingPass, na prístup k aplikácii, ktorá je k



Obr. 10: Model odsolovania v „Tuaspring Desalination Plant“ v Singapure [26].

dispozícií v systémoch iOS a Android. Budú mať možnosť dostávať informácie a vykonávať administratívne funkcie, napríklad udelenie súhlasu svojim deťom s účasťou na školských aktivitách. Okrem zníženia pracovnej zátlače učiteľov táto aplikácia tiež zlepšuje zapojenie učiteľov s rodičmi. Aplikácia taktiež slúži na pripomnenie dátumov výletov. Týmto spôsobom rodičom nebudú chýbať termíny, najmä preto, že činnosti ako výlety zvyčajne vyžadujú vopred nejakú prípravu.

2.4.2 Rozpoznávania tváre inteligentného mesta

Singapurská vládna agentúra GovTech plánuje vykonať analýzu davu pomocou analýzy tváre z pilotného projektu Lamppost-as-a-Platform (LaaP). V rámci pokusu LaaP testujú rôzne druhy senzorov na stĺpoch s lampami, vrátane kamier, ktoré môžu podporovať backend rozpoznávanie tváre. Singapurský premiér Lee Hsien Loong vyhlásil, že nechce, aby bol projekt prehnany, rušivý alebo neetický. Pri technickej realizácii projektu sa kladie vysoký dôraz na ochranu osobných údajov a zachovanie súkromia. Krajina chce nasadiť túto technológiu na všetkých 110 000 stĺpoch v krajinе. Senior prokurátor Nadácie Electronic Frontier Foundation Adam Schwartz požiadal singapurskú vládu a

vlády všeobecne, aby neprijali technológiu sledovania rozpoznávania tváre, čím vyjadril obavy, že by sa mohla použiť na zameranie politickej opozície a mierový protest. Účelom tohto systému je vykonávať davovú analýzu a podporovať následné vyšetrovanie v prípade incidentu s terorizmom a inými formami násilia a zločinu v meste, čím tak zvýšia celkovú bezpečnosť. Ian Wilson, lektor bezpečnosti na Murdoch University v Austrálii povedal, že podľa agentúry Reuters úroveň zločinu a hrozba terorizmu v Singapure nie sú také vysoké ako v mestách ako New York a Londýn. Projekt bude stáť vyše 600 miliónov dolárov.

2.4.3 Detekcia utopenia v bazénoch, tlačidlá osobného varovania

Tlačítko osobného varovania začalo najmä na pomoc pri topení v bazénoch. V prípade, že sa človek začal topiť stlačil tlačítko, a pomoc prišla ihneď. Avšak, nie je to jediné využitie. Táto technológia sa tiež používa na nepretržitý dohľad nad fyzickým stavom človeka a v prípade potreby spustí varovný signál. Spoločnosť Sport Singapore spustila celoročnú skúšku systému detektie utopenia počítačového videnia v plaveckom komplexe Hougang, ktorý sa začal v decembri minulého roku. Ďalším projektom je tlačidlo osobného varovania zamerané na starsích ľudí. Balakrishnan, ktorý je tiež ministrom zahraničných vecí, uviedol, že výstražné tlačidlo má za cieľ vybaviť ich ľahkým, nákladovo efektívnym a ľahko nasaditeľným nástrojom na privolenie pomoci v prípade potreby, napríklad keď spadnú.

2.5 Riadenie

Inteligentné riadenie a správa je jednou z dimenzií inteligentných miest. Spolieha sa na dobrú správu vecí verejných, ako sú otvorené (t.j. transparentné), zodpovedné, kooperatívne (t.j. zapojenie všetkých zainteresovaných strán) a participatívne (t.j. účasť občanov) princípy a elektronická správa (e-Government) [12].

Pri realizácii princímov inteligentnej správy verejných vecí sa odborníci na riziká zameriavajú na využitie najnovších technologických schopností s cieľom zabezpečiť ľahký prístup k informáciám a riešeniam súvisiacim s riadením. Mohlo by sa to chápať ako digitálna platforma, na ktorú by sa vedúci firiem mohli obrátiť, aby uspokojili svoje potreby súvisiace s riadením. Vďaka tejto transparentnosti majú občania a firmy možnosť účastniť sa na správe a riadení verejných vecí [9]. V Singapure predpokladajú, že stavebné prvky modelu inteligentnej správy vecí verejných zahŕňajú tieto kľúčové inteligentné funkcie:

- Zistovanie rizík a ich analýza
- Mapa rizika riadenia
- Technologické predpoklady

2.5.1 Zisťovanie rizík a ich analýza

Kedže podnikateľské prostredie sa neustále vyvíja vysokým tempom, je potrebné preniesť schopnosti a analýzu snímania rizika v reálnom čase na obchodných lídrov. Najnovšie súčasné udalosti vo forme najnovších správ, názorov odborníkov a vedúcich predstaviteľov aplikovaného myslenia sú teraz ľahko dostupné vzhľadom na silu digitálnych technológií a sociálnych médií. Takýto prístup k informáciám a veľkej údaje v reálnom čase je však potrebné zhromaždiť, spravovať, analyzovať a následne vedieť prezentovať relevantné informácie. Ak sa tento nový prístup riadi správnym spôsobom, uvoľní potenciál organizácie tým, že prediktívne schopnosti a predpovede hladko prenehajú do rúk obchodným lídrom. Konečným produkтом je posilnenie postavenia ľudí v organizáciách pri tvorbe a riadení politík, sledovaní výsledkov, a bude umožňovať neustále zlepšovanie sa v oblasti riadenia.

2.5.2 Mapa rizíka riadenia

Rôzne organizácie v rôznych fázach rastu majú pri splnení požiadaviek na správu rôzne úrovne zrelosti. Je navrhnutá mapa rizík riadenia vykryštalizovať spojenie medzi oblasťami riadenia rizika a zmierňujúcimi opatreniami, ktoré sa majú priať. Môže slúžiť ako východiskové miesto, aby pomohla organizáciám prechádzať cez Snemovňu vlády pri identifikácii potenciálnych preklenovacích medzier v celom spektre strategických, prevádzkových, procesných, technologických a talentových oblastí riadenia.

2.5.3 Technologické predpoklady

Úloha technológie v tomto digitálnom vývoji je ústrednou úlohou kľúčového aktivátora platformy inteligentnej správy verejných vecí a riadenia. Rizikové riešenia a služby sa musia nanovo definovať a poskytovať spolu s neustále sa meniacimi technologickými možnosťami, aby sa mohli podporovať budúce organizácie. Jedným takýmto príkladom je automatizácia procesov auditu, ktoré budúcim organizáciám ponúknu obrovskú hodnotu pri zabezpečovaní správy a dodržiavania ich zainteresovaných strán pri súčasnom zlepšovaní kvality a znižovaní nákladov na služby. Inteligencia v oblasti rizika vyvolaná neustálym vývojom a uplatňovaním umelej inteligencie (AI) ďalej zlepšuje schopnosti a poznatky technologických platform.

2.6 Moderné bývanie

Táto oblasť inteligentných miest poskytuje rozsiahlu digitálnu infraštruktúru v bytoch, aby vydláždila cestu pre intelligentné domácnosti. S takouto infraštruktúrou budú môcť obyvatelia využívať intelligentné domáce aplikácie vyuvinuté komerčnými spoločnosťami, ktoré môžu zvýšiť úspory energie a umožniť im prístup k službám, ako je zdravotná starostlivosť, v pohodlí svojich domovov. Vďaka domácej digitálnej infraštruktúre môžu komerčné firmy vyuvinúť intelligentné systémy varovania pre rodiny, ktoré môžu chcieť

monitorovať starších príbuzných, aby ich udržiavalí v bezpečí. Senzory umiestnené v byte môžu pomôcť monitorovať pohyby starších ľudí a ak dôjde k odhaleniu nepravidelných pohybov (napr. Ak sa po určitú dobu nezistia žiadne pohyby), budú o nich upozornení opatrovateľa. Systém môže obsahovať aj núdzové tlačidlo, aby starší ľudia mohli pohotovo varovať opatrovateľov a členov rodiny v čase potreby [4].

V Singapure je rozbehnutých viac projektov ohľadom zlepšovania bývania v meste a domácnostach. jeden z hlavných má názov „Momenty života“ [8].

Literatúra

- [1] Singapore map. https://www.google.com/search?q=singapur+map&tbo=isch&ved=2ahUKEwjZ44ebxrnlAhViorQKHbZ9ADIQ2-cCegQIABAA&oq=singapur+map&gs_l=img..0j0i10j0l2j0i10j0j0i10l4.5664.6100...0.0...0.73.281.4.....0....1..gws-wiz-img._NWS8Zt0uk&ei=VAm0Xdnpl-LE0gW2-4GQAw&bih=884&biw=1669&client=safari#imgrc=bLURljKQxReLpM. Accessed: 2019-11-15.
- [2] Chris Burt. Singapore to pilot smart city facial recognition project. <https://www.biometricupdate.com/201804/singapore-to-pilot-smart-city-facial-recognition-project>. Accessed: 2019-11-14.
- [3] CEIC. Singapore real gdp growth. <https://www.ceicdata.com/en/indicator/singapore/real-gdp-growth>. Accessed: 2019-11-20.
- [4] Eng Seng Chia. Singapore's smart nation program — enablers and challenges. pages 1–5, 06 2016.
- [5] CNA. Drowning detection at pools, personal alert buttons among new smart nation projects. <https://www.channelnewsasia.com/news/technology/drowning-detection-personal-alert-buttons-smart-nation-10807410>. Accessed: 2019-11-14.
- [6] CNA. Locally grown strawberries a first for singapore's farming industry. <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/locally-grown-strawberries-first-singapore-farming-industry-10452066>. Accessed: 2019-11-12.
- [7] CNA. New mobile app launched for schools to send updates to parents. <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/new-mobile-app-launched-for-schools-parents-gateway-11079168>. Accessed: 2019-11-14.
- [8] CNA. What next for moments of life app? help seniors lead active lives, plan for end-of-life matters. <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/mol-moments-of-life-app-help-seniors-lead-active-lives-11298080>. Accessed: 2019-11-15.
- [9] Deloitte. Smart governance in a smart nation. <https://www2.deloitte.com/sg/en/pages/risk/articles/smart-governance-in-smart-nation.html#>. Accessed: 2019-11-15.
- [10] Dynniq. Smart mobility. <https://dynniq.com/innovation/smart-mobility/>. Accessed: 2019-11-15.

- [11] IWA. Singapore's water strategy. <https://iwa-network.org/city/singapore/>. Accessed: 2019-11-13.
- [12] Nuno Lopes. Smart governance: A key factor for smart cities implementation. pages 277–282, 07 2017.
- [13] Somayya Madakam. Smart cities - six dimensions (a scholarstical articles review). *International Journal Of Advances In Computer Science And Its Applications*, 4:20–23, 01 2014.
- [14] Smart Nation and Digital Government Office. Codex). <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Strategic-National-Projects/codex>. Accessed: 2019-11-15.
- [15] Smart Nation and Digital Government Office. E-payments). <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Strategic-National-Projects/e-payments-1>. Accessed: 2019-11-15.
- [16] Smart Nation and Digital Government Office. Moments of life initiative). <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Strategic-National-Projects/moments-of-life-initiative>. Accessed: 2019-11-15.
- [17] Smart Nation and Digital Government Office. National digital identity (ndi)). <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Strategic-National-Projects/national-digital-identity-ndi>. Accessed: 2019-11-15.
- [18] Smart Nation and Digital Government Office. Smart nation sensor platform). <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Strategic-National-Projects/smart-nation-sensor-platform>. Accessed: 2019-11-15.
- [19] Smart Nation and Digital Government Office. Smart urban mobility). <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Strategic-National-Projects/smart-urban-mobility>. Accessed: 2019-11-15.
- [20] Smart Nation and Digital Government Office. Transforming singapore through technology). <https://www.smarnation.sg/why-Smart-Nation/transforming-singapore>. Accessed: 2019-11-15.
- [21] Smart Nation and Digital Government Office. Transport. <https://www.smarnation.sg/what-is-smart-nation/initiatives/Transport>. Accessed: 2019-11-20.
- [22] PUB Singapore's national water agency. Desalinated water. <https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/desalinatedwater>. Accessed: 2019-11-13.

- [23] PUB Singapore's national water agency. Newater. <https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/newater>. Accessed: 2019-11-13.
- [24] PUB Singapore's national water agency. Water from local catchment. <https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/localcatchmentwater>. Accessed: 2019-11-13.
- [25] IESE Business School. These are the smartest cities in the world for 2019. <https://www.forbes.com/sites/iese/2019/05/21/these-are-the-smallest-cities-in-the-world-for-2019/#76b9091d1429>. Accessed: 2019-11-17.
- [26] The Straits Times. Singapore opens third desalination plant in tuas. <https://www.straitstimes.com/singapore/environment/singapore-opens-third-desalination-plant-in-tuas>. Accessed: 2019-11-13.
- [27] The Straits Times. Urban farming in singapore has moved into a new, high-tech phase. <https://www.straitstimes.com/lifestyle/home-design/fresh-ideas-for-city-farms>. Accessed: 2019-11-12.
- [28] Wikipedia. Aeroponics. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aeroponics>. Accessed: 2019-11-12.
- [29] Wikipedia. Economy of singapore. https://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Singapore. Accessed: 2019-11-18.
- [30] Wikipedia. Singapore. <https://en.wikipedia.org/wiki/Singapore>. Accessed: 2019-11-16.
- [31] Wikipedia. Smart city. https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city. Accessed: 2019-11-18.
- [32] Worldometers. Population of singapore (2019 and historical). <https://www.worldometers.info/world-population/singapore-population/>. Accessed: 2019-11-17.