

# Evolucija ka pametnim gradovima



20.2.2026. Računarski Fakultet, Beograd

Dr. Dejan Drajić

# Grad - definicija

- **„Šta je to grad?“** - Tu se najpre može govoriti o minimalnom broju stanovnika:
  - ovaj broj se drastično razlikuje od države do države (250 u Danskoj, 2000 u Francuskoj, 2500 u SAD do 30.000 u Japanu).
- Neki put se pod urbanom celinom smatra oblast u kojoj maksimalno rastojanje zgrada nije veće od 200 m i ima najmanje 2000 stanovnika.
- Takođe se može uzimati u obzir nivo dnevne migracije između kuće i radnog mesta, kao i % stanovništva koje se ne bavi agrokulturom.
- Može se smatrati da pojam grada podrazumeva način života tipičan za izvestan veći broj ljudi koji žive u jednoj oblasti međusobno u blizini.

# Ubrzan rast gradova

- **50%** svetske populacije živi u gradovima
- 2010-2050: Urbana populacija će se **duplirati**
- Gradovi pokrivaju oko **2%** svetske površine
- **1.5 milijardi automobila** na putevima **2025** (1 auto / 6 ljudi), **2 milijarde** do **2035**



# Ubrzan rast gradova

7,500

novih stanovnika na  
sat

70%

u gradovima do  
2050

3%

zemljine površine



80%

CO<sub>2</sub> emisije

75%

potrošnje energije

# Negativne posledice

- Zagađenje
- Neadekvatna infrastruktura
- Buka
- Socijalne promene
- Problemi sa vodom
- Upravljanje otpadom
- Sigurnost
- Bezbednost



# Negativne posledice

- Kovencionalni edukacioni sistem
- Obezbeđivanje električne energije
- Loš kvalitet života
- Saobraćaj
- Neadekvatno upravljanje gradom
- Nezaposlenost



# Šta je to pametan grad?

- **Instrumenti**

- Pametna merenja, distribuirane mreže
- Sistemi upravljanja zgradama
- Infrastrukturni senzori
- Senzori za praćenje saobraćaja
- Javni sistemi sigurnosti

- **Povezan**

- Mrežno okruženje – optika, bežične mreže
- Umreženi senzori

- **Inteligentan**

- Velika količina podatka – kako dobiti vrednost iz njih?
- Obrada i analiza podatka u realnom vremenu
- Uniforman pristup podacima
- Sigurnost !!!

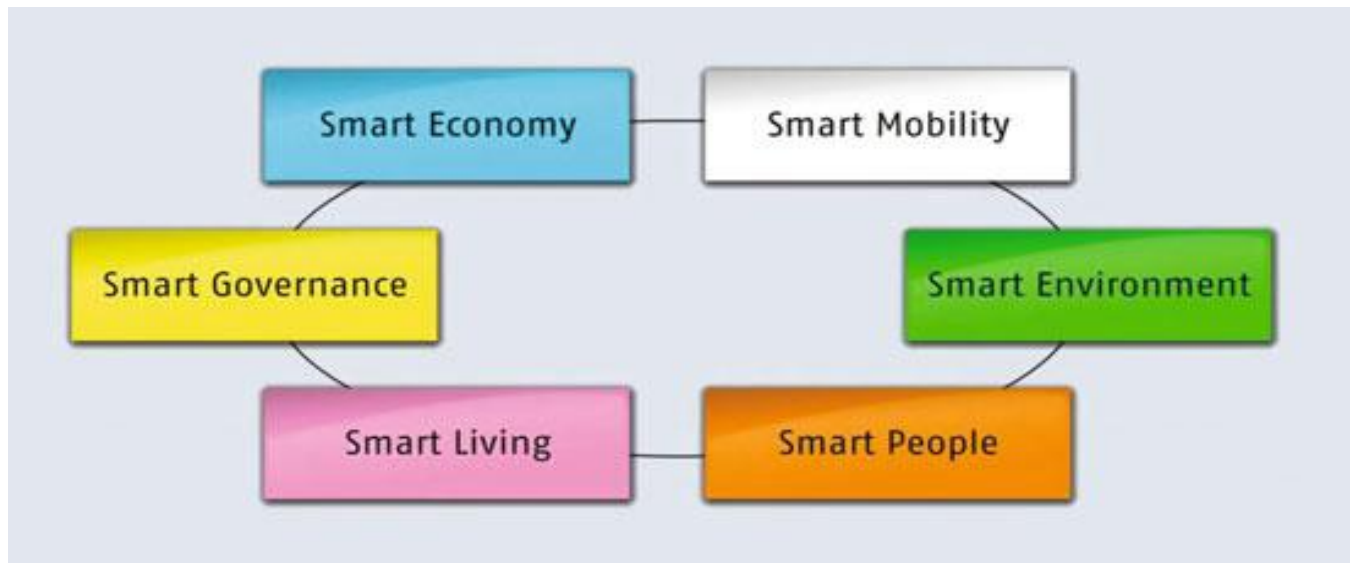
# Pametni gradovi

Prema jednom istraživanju postoji 6 osnovnih karakteristika pametnih gradova (*web stranica „European Smart Cities“*):

- **Život (*Smart living*)**. Ovde se misli na kvalitet života – sigurnost, zdravstvene uslove, kvalitet stanovanja, mogućnost obrazovanja, ustanove kulture, socijalnu koheziju i turizam;
- **Uprava (*Smart governance*)**. Transparentno upravljanje, učestvovanje u donošenju odluka, javne i socijalne službe;
- **Ekonomija (*Smart economy*)**. Mogućnost kompetitivnosti – inovativnost, preduzetništvo, produktivnost, tržište rada;
- **Mobilnost (*Smart mobility*)**. Lokalni saobraćaj, međugradski i međunarodni saobraćaj, dostupnost ICT infrastrukture, održivi, inovativni i sigurni sistemi javnog saobraćaja;

# Pametni gradovi

- **Okolina/okruženje (*Smart environment*)**. Ovde se misli na korišćenje prirodnih resursa – održivost korišćenja, zaštita okoline, zagađenje;
- **Ljudi (*Smart people*)**. Učešće u javnom životu, fleksibilnost, kreativnost, socijalni i etnički pluralizam, nivo obrazovanja i spremnost za učenje novih stvari.



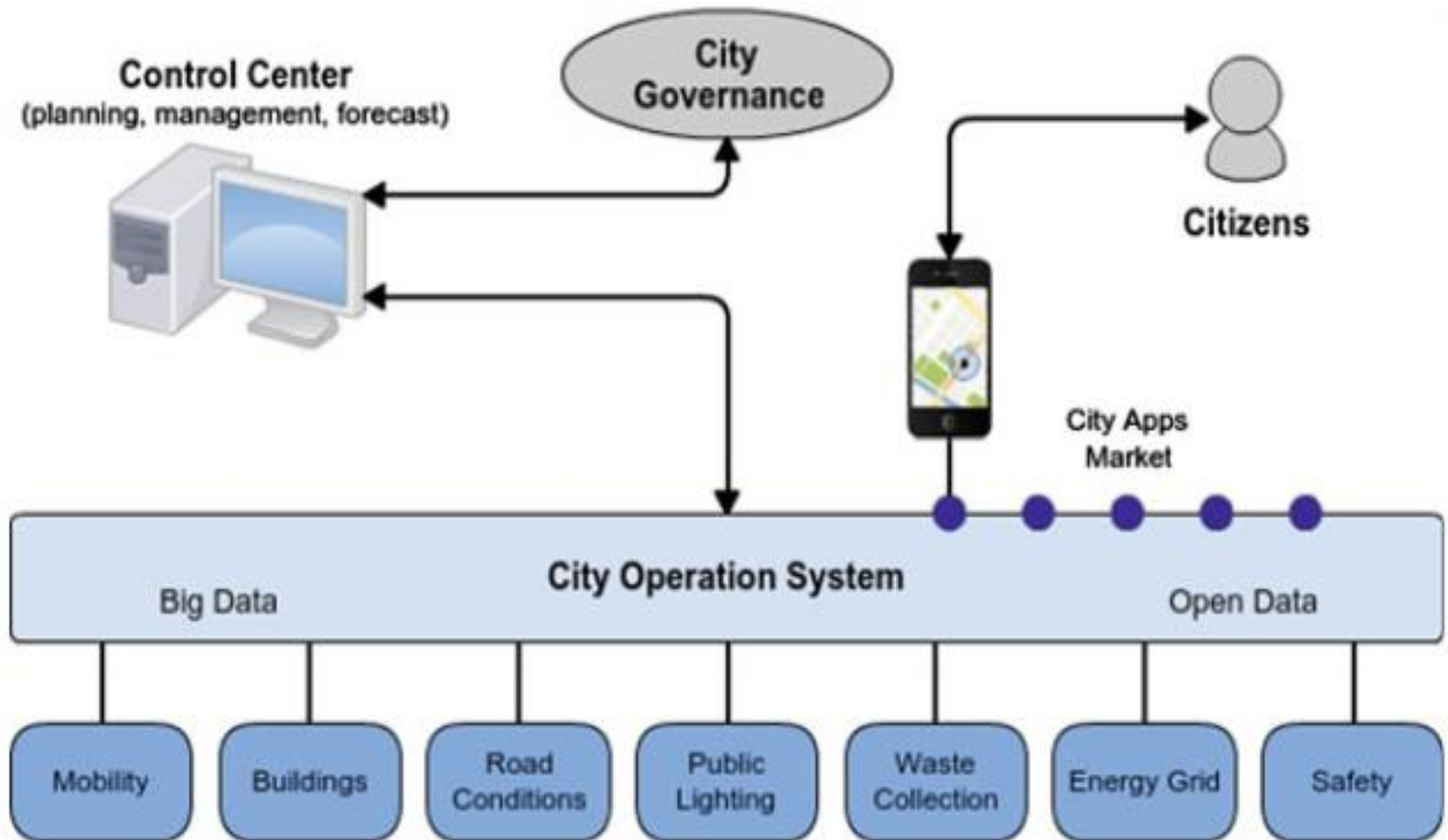
# Pametni gradovi

- Ne postoji tačna definicija šta je to „pametni grad“.
- Jedna od mogućih definicija je da je pametan grad **„Integracija tehnologije u strategijski pristup za održivost, dobro građana i ekonomski razvoj“**
- Široko je prihvaćena i sledeća definicija: *„Pod pametnim gradovima se podrazumevaju takvi gradovi koji omogućavaju prikupljanje, analizu i raspodelu informacija čime se mogu transformisati servisi koji se nude građanima, povećati operativnost (efikasnost) i omogućiti donošenje boljih odluka na nivou uprave grada“.*
- Ovde se mora uzeti u obzir niz veoma različitih aspekata i moglo bi se reći da je pametan grad **„sistem sistema“**

# Pametni gradovi

- Urbana zona koja koristi digitalne tehnologije, i podatke da unapredi efikasnost, održivost i kvalitet života stanovnika.
- Oslanja se na IoT, AI, ML i *Cloud computing* da optimizuje operativnost i servise.
- Generalno, razvija se **ekosistem pametan** grad koji će omogućiti samoodrživi način razvoja ekonomije grada baziran na odgovarajućoj infrastrukturi.
- U svakom slučaju pri radu u pametnim gradovima treba imati u vidu i sledeće aspekte:
  - Aspekti koji se ne menjaju ili se veoma sporo menjaju (geografija, klima);
  - Aspekti koji se umereno menjaju (promena broja stanovnika, socijalni i ekonomski itd.);
  - Aspekti koji se mogu lako promeniti (specifična ograničenja u saobraćaju i poboljšanje javnog prevoza).

# Šematski ekosistem pametnog grada



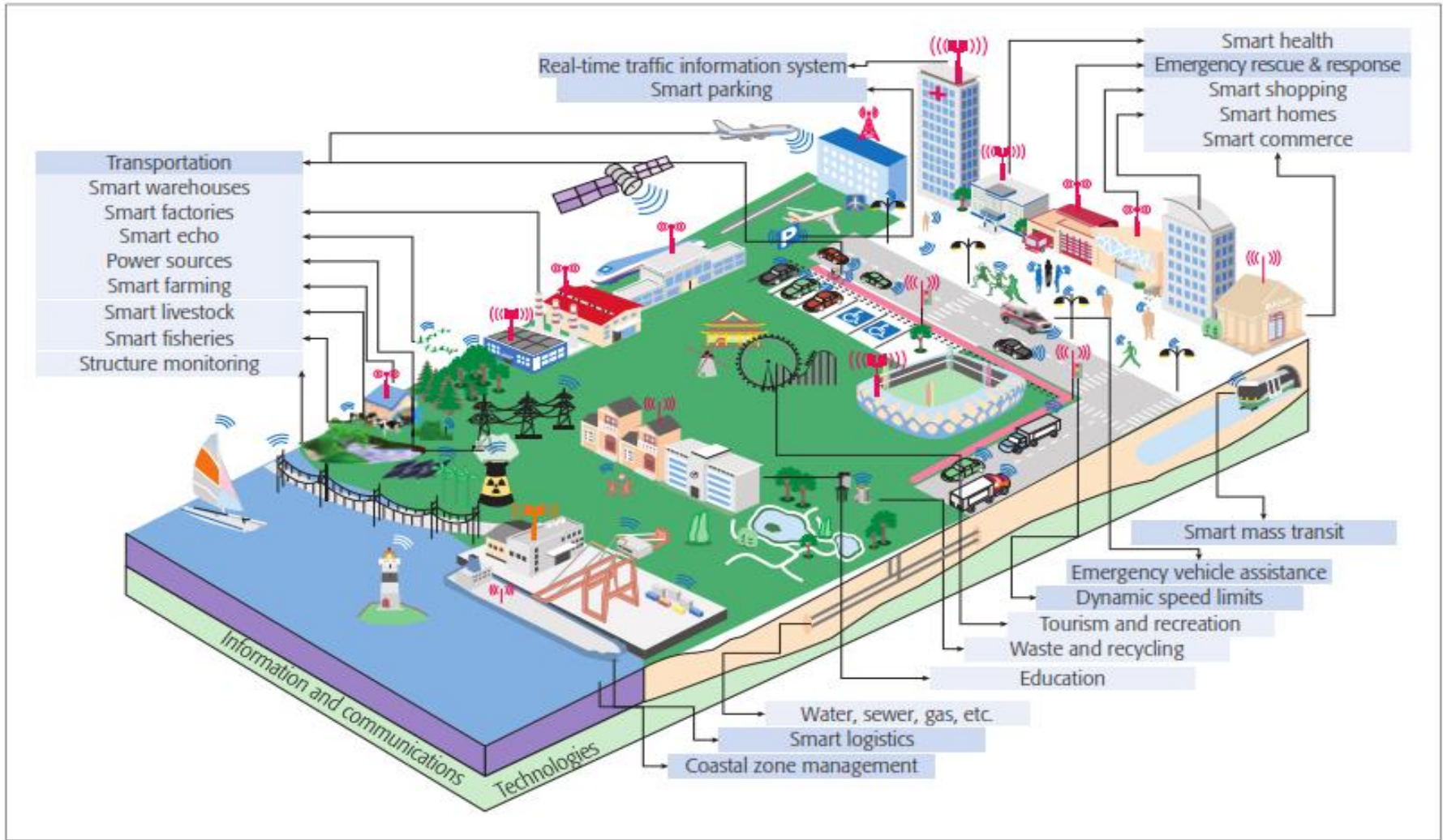
# Šematski ekosistem pametnog grada

- Grad će biti opremljen sa uređajima (stvarima) kao što su senzorske mreže, kamere itd.
- Prikupljene informacije (uslovi na ulicama, javno osvetljenje, napunjenost kontejnera za đubre, i sl.) će biti deljene između različitih gradskih servisa i tu - je zajednička platforma – „*City Operation System*”.
- Ona treba da bude odgovorna za:
  - čuvanje,
  - obradu,
  - slanje podataka bilo kome i bilo gde.
- Ovaj sloj je horizontalan i treba da osigura interoperabilnost i kordinaciju svih servisa i aplikacija.

# Šematski ekosistem pametnog grada

- Servisima će se pristupati preko platforme odgovarajućim aplikacijama.
- **Sloj za upravljanje** (kontrolni centar) će osigurati interoperabilnost, koordinaciju i optimizaciju individualnih servisa/aplikacija putem analize heterogenog toka informacija.
- **Građani** će pristupati servisima koje nudi platforma putem svojih aplikacija, koristiće ih i aktivno učestvovati generisanjem novog sadržaja – dodatnog za platformu.

# Smart city



# Generacije pametnih gradova

- **Prvu generaciju** pametnih gradova isporučili su provajderi tehnologije da bi razumeli implikacije tehnologija na svakodnevni život.

***Technology driven***

- **Druga generacija** pametnih gradova je razmatrala kako pametna tehnologija i druge inovacije mogu da stvore zajednička opštinska rešenja. ***Technology enable – City Led***

- **Treća generacija** pametnih gradova oduzela je kontrolu od dobavljača tehnologije i gradskih čelnika, umesto toga stvorivši model koji je uključivao javnost i omogućio društveno uključivanje i angažovanje zajednice. ***Citizen co-creation***

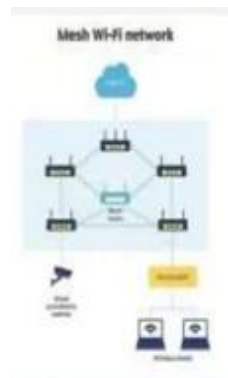


# Zahtevi za različite tipove servisa

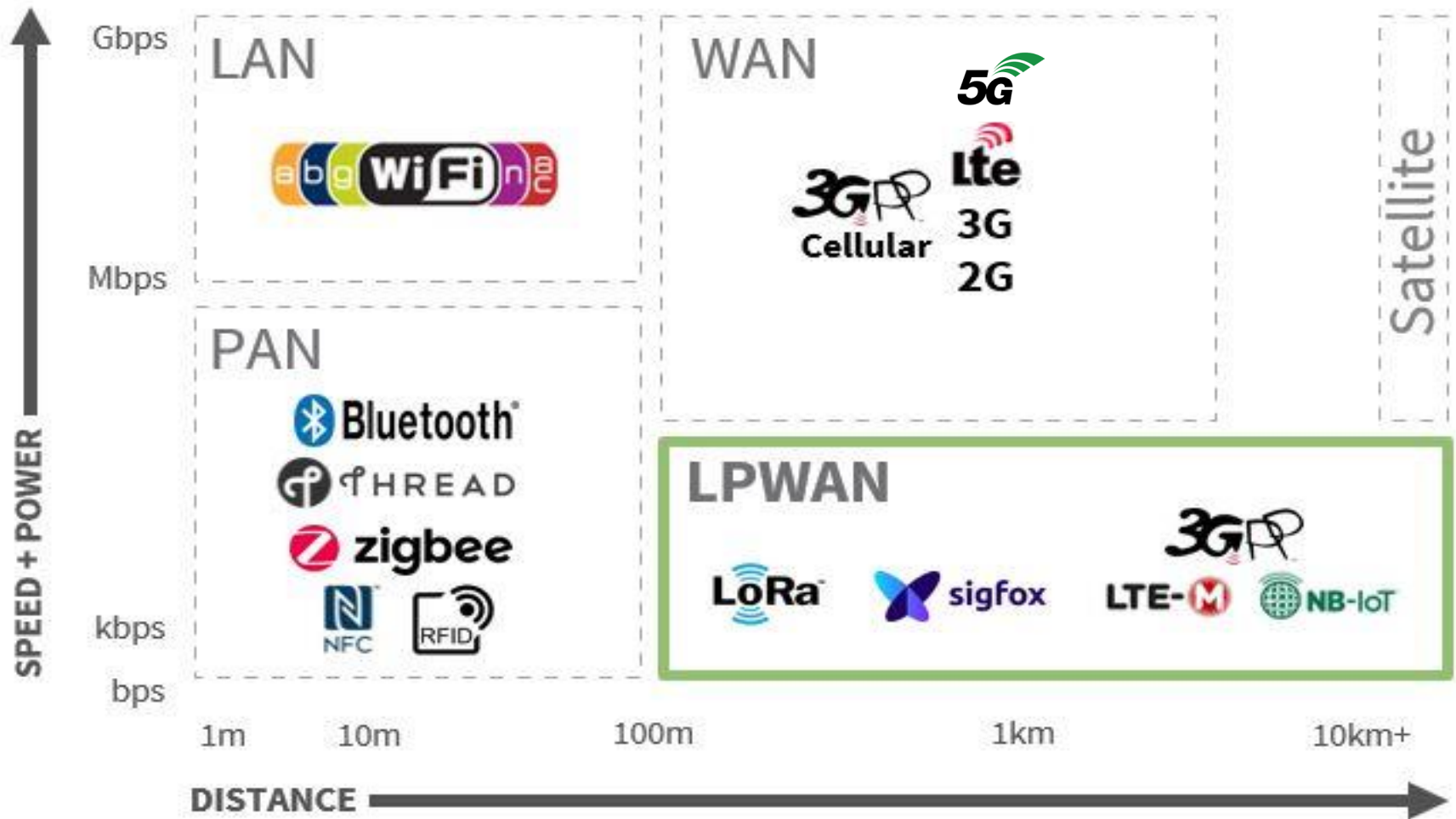
<b>Aplikacija</b>	<b>Pokrivanje</b>	<b>Domet (m)/ Broj uređaja</b>	<b>Tolerisano kašnjenje</b>	<b>Brzina rada</b>
Praćenje saobraćaja	potpuno	oko 1000 oko 1000	minuti	mala
Pametno parkiranje	lokalno	oko 100 oko 100	sekunde	srednja/velika
Saobraćajna signalizacija	potpuno	oko 10 oko 1000	sekunde	srednja/velika
Osvetljenje	potpuno	oko 1000 oko 1000	sekunde	mala
Upravljanje otpadom	potpuno	oko 1000 oko 1000	minuti	mala
Pametna mreža	potpuno	oko 10 oko 100	minuti	srednja/velika
Praćenje buke	potpuno	oko 1000 oko 1000	minuti	mala
Praćenje kvaliteta vazduha	potpuno	oko 1000 oko 1000	minuti	mala
Automatizacija kuće	lokalno	oko 10 oko 10	sekunde	mala

# Tehnologije

- *Machine to Machine komunikacije*
- *Internet of Things (IoT)*
- *Application Programming Interfaces (APIs)*
- *Machine Learning (ML)*
- *Artificial Intelligence (AI)*
- *Edge/Cloud computing services*
- *Digital Twins*
- *Dashboards*
- *Mesh networks*
- *5G, LPWA*



# Bežične tehnologije



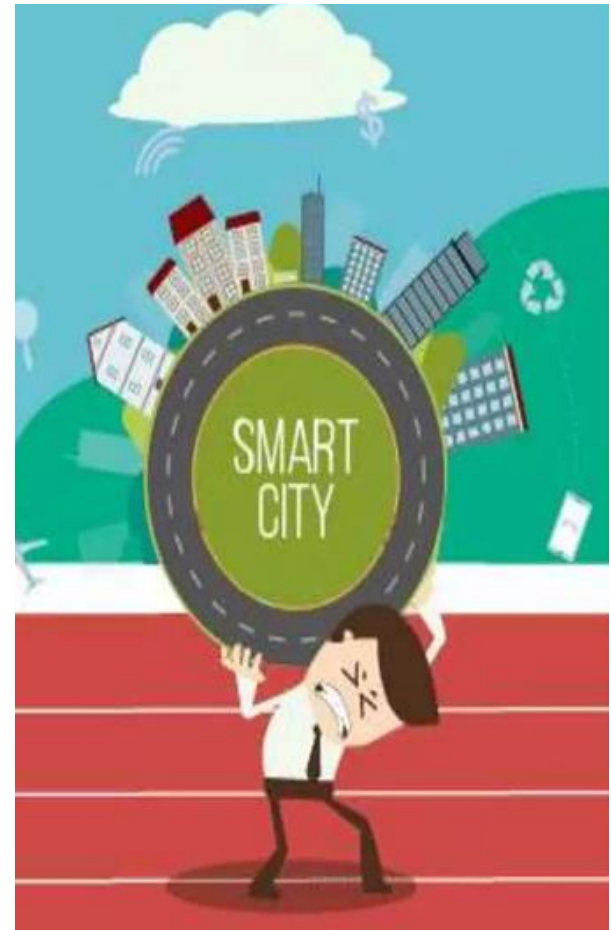
# Prednosti

- Kreiranje sigurnije zajednice
- Poboľšan urbani transport
- Poboľšanje okruženja
- Efikasno donošenje odluka bazirano na podacima
- Optimizacija vremena u javnim ustanovama i bolnicama
- Evolucija prema IoT
- Implementacija novih biznis/poslovnih mogućnosti
- Kreiranje servisa koji efikasno odgovaraju potrebama građana
- Automatsko i efikasno urbano upravljanje
- Redukcija ekonomskih i prirodnih troškova



# Izazovi

- Potreba da se privatni i javni sektor usaglase sa stanovnicima
- Učešće građana
- Transparentno i dostupno građanima
- Siguran i pouzdan sistem prikupljanja i čuvanja podataka
- Povezanost i interoperabilnost
- Finansiranje i investicije
- Značajno ulaganje u tehnologiju je neophodno
- Zavisnost od kompanija koje obezbeđuju tehnologiju
- Nekretnine postaje skuplje usled uvođenja tehnologija
- Povećana količina elektronskog otpada



# Vizija pametnog grada

- Vizija pametnog grada zahteva razvoj:

- metodologija,
- rešenja,
- procedura

koje će poboljšati efikasnost ubranog okruženja i omogućiti održivi razvoj.

- Korišćenje IKT će obezbediti okosnicu za poboljšanje efikasnosti postojećih servisa i za pravljenje novih
- Jedno od najperspektivnijih IKT rešenja koje će omogućiti gradovima da postanu pametniji je

**Internet of Things (IoT)**

# IoT i Pametni gradovi...

Povezani uređaji (stvari)



Posmatranje stvari i njihovog okruženja



Procesiranje podataka kreiranje novog znanja



Vizuelizacija



Akcija (delovanje)

# IoT u Pametnim gradovima

- Potreba **platformskog pristupa** upravljanju pametnim gradovima
- Učlanjenje gradova u **organizacije** poput OASC (Open and Agile Smart Cities):
  - za razmenu iskustava,
  - da uče jedni od drugih
  - koriste dobre prakse.
- **Planski razvoj** je bitan kako bi se bolje povezali „silosi“ zvani komunalna preduzeća
- Treba insistirati na **otvorenim podacima** i potrebi da sve gradske strukture izlože sve podatke koji nisu tajni preko API-ja.
- Potrebno je menjati **zakonsku regulativu** kako bi se sve ove aktivnosti ubrzale.

# Građani u Pametnim gradovima

## Tehnologija je dostupna

- Interaktivni građani
- Aktivnije učešće građana u definisanju novih servisa
- Javno-privatno partnerstvo u cilju kreiranja novih servisa
- Interaktivna mala i srednja preduzeća
- “*prosumer-i*” e-government ekosistema, ne samo obični korisnici
- Građani predlažu, Javne administracije razmatraju

Potrebni  
su aktivni  
građani!

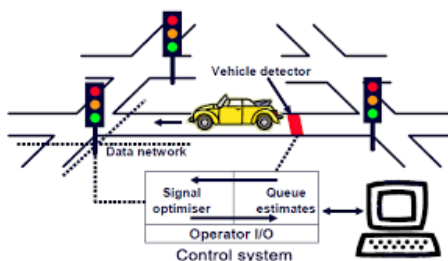
## Znanje je dostupno...

# Primena AI i ML u Pametnim Gradovima

- Veštačka inteligencija (AI) i mašinsko učenje (ML) igraju ključnu ulogu u ovom procesu, omogućavajući analizu podataka u realnom vremenu, automatizaciju procesa i donošenje pametnih odluka.

## 1. Upravljanje saobraćajem i mobilnošću

- **Pametni semafori** koriste AI za prilagođavanje signala u realnom vremenu na osnovu saobraćajnog toka.
- **Prediktivna analiza** omogućava predviđanje zagušenja i optimizaciju ruta.
- **Autonomna vozila** koriste ML za navigaciju, prepoznavanje znakova i bezbedno upravljanje.



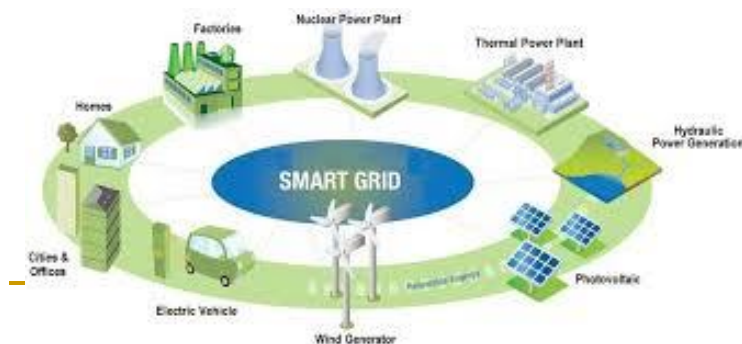
# Primena AI i ML u Pametnim Gradovima

## 2. Energetska efikasnost

- ❑ **Pametne mreže (Smart Grids)** koriste AI za upravljanje potrošnjom i distribucijom energije.
- ❑ **Prediktivno održavanje** elektroinstalacija sprečava kvarove i smanjuje troškove.
- ❑ **Optimizacija potrošnje** u zgradama pomoću ML modela za automatizaciju grejanja, hlađenja i osvetljenja.

## 3. Upravljanje otpadom

- ❑ AI prati nivo popunjenosti kontejnera i optimizuje rute prikupljanja otpada.
- ❑ ML algoritmi klasifikuju otpad za lakšu reciklažu i smanjenje zagađenja.



# Primena AI i ML u Pametnim Gradovima

## 4. Bezbednost i nadzor

- Detekcija incidenata u realnom vremenu putem nadzornih kamera i senzora.

## 5. Zdravstvo i hitne službe

- AI pomaže u rasporedu resursa i optimizaciji odgovora na hitne situacije.
- ML modeli predviđaju širenje zaraznih bolesti i pomažu u javnom zdravlju.

## 6. Upravljanje urbanim razvojem

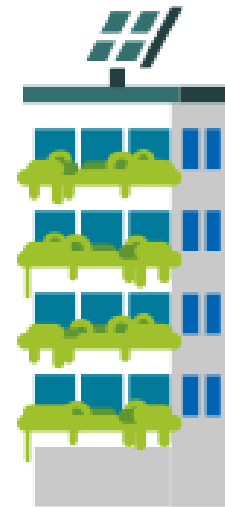
- AI analizira podatke o stanovništvu, saobraćaju i infrastrukturi za pametno planiranje grada.
- ML se koristi za simulacije i predikcije uticaja novih projekata na životnu sredinu.



# Primena AI i ML u Pametnim Gradovima

## Zaključak:

- AI i ML su ključni za razvoj održivih, funkcionalnih pametnih gradova.
- Primenjuju se kroz integraciju senzora, IoT, big data i analitičkih modela.
- Izazovi: privatnost, etika, standardizacija.

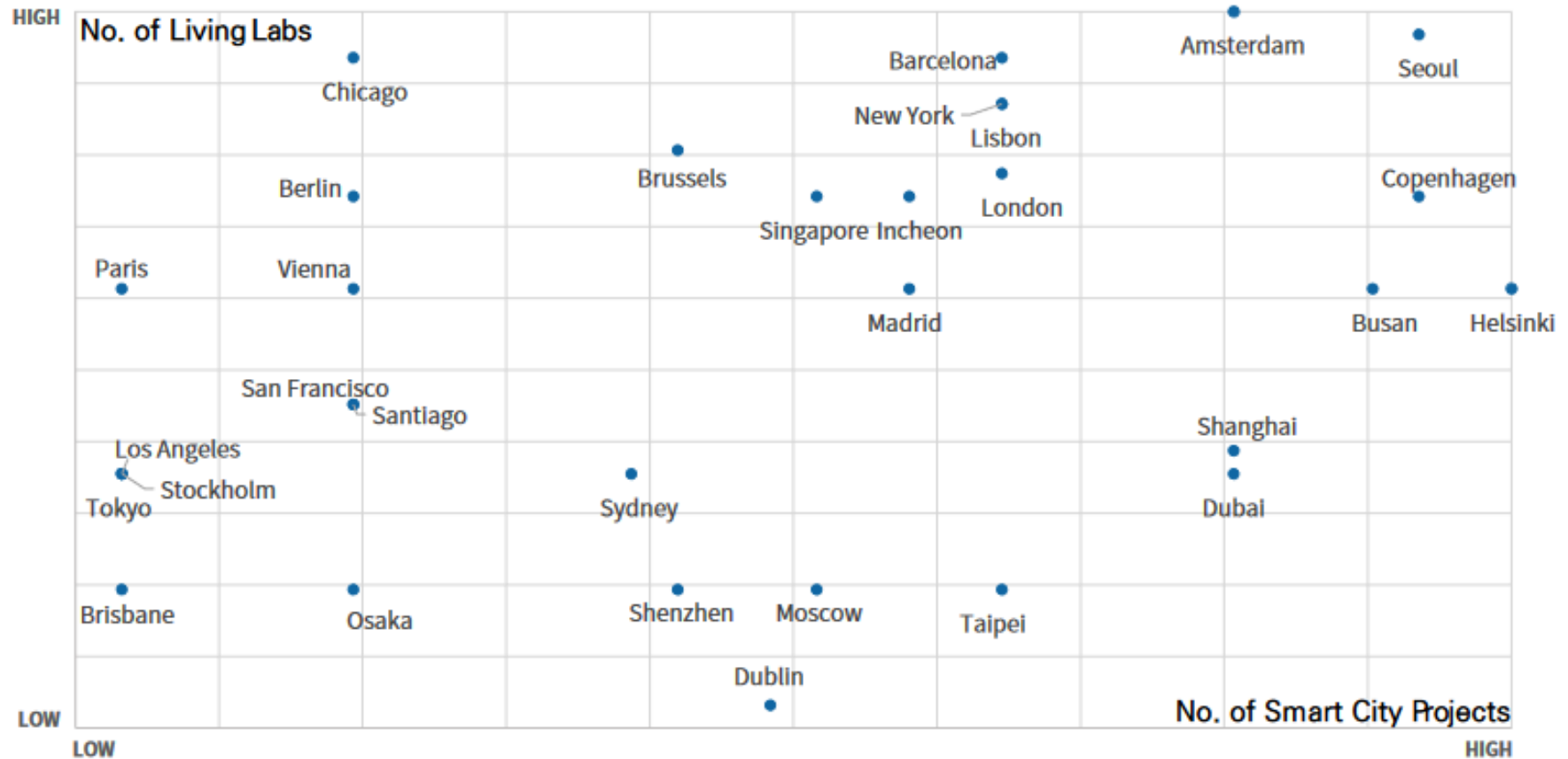


# Pametni gradovi



<https://smartcitiesindex.org/smartcitiesindexreport>

# Pametni gradovi – istraživanja



Ranking of Innovative Projects and Living Labs by City

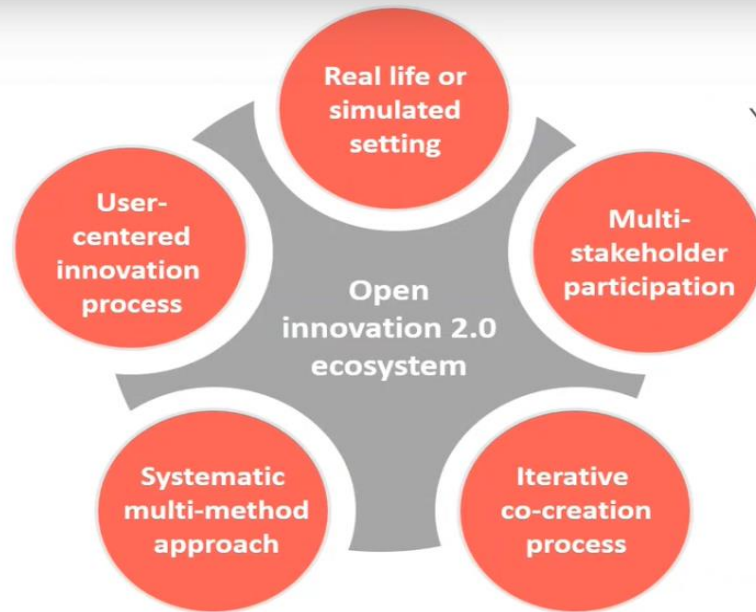
# Technology readiness levels (TRL)

- TRL 1 – analizirani osnovni principi
- TRL 2 – formulisan koncept tehnologije
- TRL 3 – eksperimentalni dokaz koncepta (*Proof of Concept* – PoC)
- TRL 4 – tehnologija validirana u **laboratoriji**
- TRL 5 – tehnologija validirana u **relevantnom** okruženju
- TRL 6 – tehnologija demonstrirana u **relevantnom** okruženju
- TRL 7 – demonstracija prototipa sistema u **operativnom** okruženju
- TRL 8 – sistem kompletan i kvalifikovan kroz testove i demonstraciju
- TRL 9 – stvarni sistem dokazan u operativnom okruženju i spreman za punu komercijalnu primenu

# Living lab concept

## What is a living lab?

*The European Network of Living Labs (ENoLL) – The international federation of benchmarked Living Labs in Europe and worldwide.*



## Innovation process phases covered by Living Labs

Testing in laboratory environment						
		Testing in relevant environment				
			Testing in operational environment			
TRL 1	TRL 2	TRL 3-4	TRL 4-5	TRL 6	TRL 7-8	TRL 8-9

# GDPR

- Ceo koncept pametnih gradova se zasniva na prikupljanju podataka.
- Evropski parlament je krajem 2015. usvojio **GDPR (*General Data Protection Regulation*)** koji je počeo sa primenom od 25. maja 2018. u vezi sa ličnim podacima u IoT u pametnom gradu.
- U GDPR-u „lični podaci“ su **bilo koja informacija koja se odnosi na identifikovanu ili identifikabilnu fizičku osobu** (tzv. „lice na koje se podaci odnose“).
- **Između ostalog GDPR ograničava upotrebu prepoznavanja lica u pametnim gradovima.**
- Osoba je identifikabilna ako se može identifikovati direktno ili indirektno:
  - npr. pomoću imena, identifikacionog broja, podataka o lokaciji, onlajn identifikatora (IP, kolačići, oglasni ID) ili
  - jedne/više karakteristika njenog fizičkog, fiziološkog, genetskog, mentalnog, ekonomskog, kulturnog ili društvenog identiteta.

# Razvoj strategija za pametne gradove



---

# Smart City Maturity Model (SCMM)

- International Telecommunication Union (ITU) je razvio *Smart Sustainable Cities Maturity Model* (SCMM).
- *Smart Sustainable Cities* (SSC)
- SCMM je okvir (*framework*) koji pomaže gradovima da procene i mere svoj nivo „pametnosti“ i pruža putokaz koji će voditi njihov razvoj u pametniji grad.
- Koristeći SCMM, gradovi mogu identifikovati svoj trenutni nivo zrelosti i raditi na postizanju viših nivoa pameti.
- Ovo im može pomoći da poboljšaju svoju efikasnost, održivost i ukupan kvalitet života svojih građana.

# Dimenzija 1 - *Economical*

- Sposobnost stvaranja prihoda i zapošljavanja za građane. Ova dimenzija se koristi da se proceni kako pametni grad pomaže da se podstakne lokalna ekonomija i poboljša zapošljavanje građana.
- **Ekonomska dimenzija** može uključivati, ali nije ograničena na, sledeće teme:
  - IKT infrastruktura;
  - Inovacije;
  - Zapošljavanje;
  - Trgovina (e-trgovina i izvoz/uvoz);
  - Produktivnost;
  - Fizička infrastruktura (vodovod, električna energija, zdravstvena infrastruktura, saobraćaj, putna infrastruktura, zgrade i urbanizam i javni prostor);
  - Javni sektor.

# Dimenzija 2 - *Environmental*

- Sposobnost zaštite postojećeg, kao i budućeg kvaliteta i ponovljivosti prirodnih resursa. Ova dimenzija se primenjuje da se proceni kako pametni gradovi pomažu da se zaštiti postojeći, kao i budući kvalitet i ponovljivost prirodnih resursa.
- **Dimenzija životne sredine** može uključivati, ali nije ograničena na, sledeće teme:
  - Kvalitet vazduha;
  - Voda i kanalizacija;
  - Buka;
  - Kvalitet životne sredine;
  - Biodiverzitet;
  - Energija.

# Dimenzija 3 - *Social*

- Sposobnost da se obezbedi da se dobrobit (bezbednost, zdravlje, obrazovanje, itd.) građana može obezbediti na pravičan način uprkos razlikama kao što su poreklo, rasa ili pol. Ova dimenzija se primenjuje da bi se procenilo kako pametni gradovi pomažu da se obezbedi dobrobit (bezbednost, zdravlje, obrazovanje, itd.) građana i kako se srodne usluge mogu pravično pružati uprkos razlikama kao što su poreklo, rasa ili pol.
- **Društvena dimenzija** može uključivati, ali nije ograničena na, sledeće teme: obrazovanje;
  - Zdravlje;
  - Bezbednost (pomoć u slučaju katastrofe, hitne slučajeve, javna bezbednost i IKT);
  - Stanovanje;
  - Kultura;
  - Socijalna inkluzija.

# Implementacija servisa pametnih gradova u Srbiji

- Implementacija servisa pametnih gradova u Srbiji su deo šireg trenda digitalizacije i uvođenja inovacija u upravljanje urbanim sredinama:
  - **Smart Parking:** Neki delovi grada koriste senzore za detekciju slobodnih parking mesta.
  - **Beograd na vodi:** Uključuje elemente pametne infrastrukture.
  - **eUprava i GIS sistem:** Povezivanje službi i dostupnost informacija o parcelama, planovima itd.
  - **Solarna rasveta:** monitoring potrošnje energije u javnim zgradama.
  - **Pametno osvetljenje:** Uvođenje LED svetiljki koje se mogu daljinski kontrolisati.
  - **Open Data:** Grad ima portal otvorenih podataka.
  - **Digitalna uprava:** Usluge eUprave, online prijave, urbanistički planovi dostupni građanima.
  - **Pametni semafori i nadzor saobraćaja**
  - **Pilot-projekti energetske efikasnosti**
  - **Učešće građana u odlučivanju** preko mobilnih aplikacija.
  - **Pametni vodomeri** i sistem daljinskog očitavanja potrošnje.

# Nacionalne strategije i programi

## ■ **Strategija održivog urbanog razvoja (2019)**

- Ova strategija predstavlja prvi sveobuhvatni okvir za održivi razvoj gradova u Srbiji.
- Nakon nje, 2021. godine usvojen je i Akcioni plan koji definiše konkretne korake za unapređenje urbanog planiranja, infrastrukture i otpornosti gradova na klimatske promene.
- U okviru ovog programa, deset srednjih gradova, uključujući Novi Sad, Niš, Kragujevac i Šabac, identifikovani su kao prioritetni za implementaciju pametnih rešenja.

## ■ **Program razvoja eUprave (2020–2022)**

- Cilj ovog programa bio je digitalizacija javne uprave i poboljšanje dostupnosti usluga građanima putem interneta.
- Ovo uključuje platforme kao što su eUprava, eZUP i eInspektor, koje omogućavaju efikasnije pružanje usluga i transparentnost.

## ■ **Strategija razvoja veštačke inteligencije (2020–2025)**

- Ova strategija predviđa primenu veštačke inteligencije u različitim sektorima, uključujući javne usluge i upravljanje gradovima, što je ključno za razvoj pametnih gradova.

# Međunarodne inicijative i partnerstva

- **Nordijska inicijativa "Putovanje u pametniju budućnost" (2024)**
  - U saradnji sa ambasadama nordijskih zemalja, ovaj projekat ima za cilj prenos znanja i iskustava iz nordijskih zemalja u oblasti pametnih gradova, uz podršku Ministarstva informisanja i telekomunikacija Srbije.
  - Mapa puta pametnih gradova u Srbiji
  - Kragujevac će biti pilot-projekat prvog pametnog grada, kao i da će projekti za razvoj pametne infrastrukture i održivih zajednica u lokalnim samoupravama biti realizovani širom zemlje.
- **Projekat "Ka pametnim, zelenim i održivim gradovima u Srbiji" (2025–2028)**
  - U saradnji sa GIZ-om (Nemačka organizacija za međunarodnu saradnju) i NALED-om (Nacionalna alijansa za lokalni ekonomski razvoj), ovaj projekat ima za cilj implementaciju pametnih rešenja u pet pilot opština.
  - Fokus će biti na pametnom parkiranju, upravljanju potrošnjom vode i postavljanju solarnih punjača za električna vozila.