

*Seria*

“Documente de lucru pentru sprijinirea pregătirii proiectelor de mobilitate urbană durabilă în România – **2017/2018**”

# 6

## **Ghid aplicat pentru proiecte privind**

### **Sisteme de Transport Inteligente**

JASPERS și MDRAP nu garantează acuratețea, adecvarea sau deplinătatea informației conținute în documentele din această serie, și nu își asumă vreo răspundere legală, directă sau indirectă, pentru orice pagube sau orice alt fel de pierderi cauzate sau implicate a fi cauzate de (sau în conexiune cu) utilizarea prezentului material. Documentul nu prezintă poziția oficială a partenerilor JASPERS (Comisia Europeană și Banca Europeană de Investiții). Prezentul document este a fi considerat un document de lucru (care ar putea fi așadar revizuit în viitor). Produsele, platformele sau soluțiile menționate în ghid sunt prezentate cu titlu orientativ și nu se va subînțelege că acestea sunt superioare altora similare.

JASPERS mulțumește orașelor Cluj-Napoca, Timișoara și Zalău pentru sprijinul acordat cu ocazia vizitelor în teren, precum și WSP pentru contribuțiile aduse la prezentul ghid.

*Versiunea 1, 4 decembrie 2018*

## CUPRINS

<b>1</b>	<b>Introducere.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Important de reținut – înainte de a începe un proiect de STI .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Optimizarea operațiunilor de trafic .....</b>	<b>6</b>
2.1.1	Nivelul de planificare strategică	6
2.1.2	Nivelul planificării de detaliu	7
2.1.3	Nivelul optimizării operaționale	9
<b>2.2</b>	<b>Formarea unei echipe-nucleu cu competențe STI .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Resurse online disponibile .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Despre controlul traficului urban în intersecții semaforizate .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Moduri de funcționare a intersecțiilor semaforizate.....</b>	<b>11</b>
3.1.1	Clasificarea semafoarelor după detectarea și interpretarea cererii la intersecție	11
3.1.2	Clasificarea semafoarelor după interacțiunea cu alte semafoare	12
3.1.3	Signal Timing Manual (2 <sup>nd</sup> Edition) – o trecere în revistă	13
<b>3.2</b>	<b>Despre monitorizare și infrastructura de comunicații .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Detectarea vehiculelor.....</b>	<b>15</b>
3.3.1	Rolul sistemelor de detectare	15
3.3.2	Tehnologii de detectare	15
<b>3.4</b>	<b>Camere video pentru monitorizarea traficului.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>O trecere în revistă a opțiunilor de STI urbane.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Ce sunt STI? .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>STI pentru mobilitate urbană .....</b>	<b>19</b>
4.2.1	STI legate de controlul traficului la intersecții semaforizate	19
4.2.2	STI legate de monitorizare	22
4.2.3	STI de informare	23
4.2.4	Alte clase de STI (de management și diverse)	24
<b>4.3</b>	<b>Echipe și infrastructura de comunicații .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Exemplu de implementare integrată în pași .....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>Analiza situației existente .....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Strategia, arhitectura de sistem și planul de acțiune STI. Analiza opțiunilor.....</b>	<b>34</b>
<b>6.1</b>	<b>Strategia STI.....</b>	<b>35</b>
<b>6.2</b>	<b>Arhitectura STI .....</b>	<b>35</b>
<b>6.3</b>	<b>Analiza opțiunilor.....</b>	<b>36</b>
<b>6.4</b>	<b>Planul de acțiune STI. Proiectele de implementare a STI.....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Planificarea în vederea optimizării exploatarei și întreținerii.....</b>	<b>38</b>
<b>7.1</b>	<b>Bazele planificării .....</b>	<b>38</b>
<b>7.2</b>	<b>Planificarea instituțională și a resurselor umane.....</b>	<b>39</b>
7.2.1	În faza de proiectare – achiziție – implementare	39
7.2.2	În faza de exploatare – întreținere	40
<b>7.3</b>	<b>Planificarea sistemelor și echipamentelor .....</b>	<b>41</b>

<b>8</b>	<b>Planificarea în vederea integrării tehnice și instituționale .....</b>	<b>43</b>
<b>8.1</b>	<b>Proiectarea în vederea integrării instituționale .....</b>	<b>43</b>
<b>8.2</b>	<b>Proiectarea în vederea integrării tehnice .....</b>	<b>45</b>
<b>8.3</b>	<b>Importanța utilizării de standarde și formate deschise .....</b>	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>Estimarea beneficiilor intervențiilor STI .....</b>	<b>46</b>
<b>9.1</b>	<b>Beneficiile intervențiilor STI .....</b>	<b>46</b>
<b>9.2</b>	<b>Beneficiile economice anticipate ale STI .....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>Concluzii .....</b>	<b>49</b>
<b>10.1</b>	<b>Recomandări pentru administrațiile publice locale din România .....</b>	<b>49</b>
<b>10.2</b>	<b>Caracteristici pozitive legate de implementarea STI .....</b>	<b>50</b>
<b>10.3</b>	<b>Caracteristici negative legate de implementarea STI .....</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>Anexă: Exemple de implementări de STI în trei orașe din România .....</b>	<b>52</b>
<b>11.1</b>	<b>Timișoara .....</b>	<b>52</b>
<b>11.2</b>	<b>Zalău .....</b>	<b>55</b>
<b>11.3</b>	<b>Cluj-Napoca .....</b>	<b>57</b>

## Abrevieri

ADI-T/AMT	Agenția de dezvoltare intercomunitară pentru transport / Agenția metropolitană de transport
ADSL	Linie de abonat asimetrică digitală
ANPR	Camera video pentru recunoașterea automată a numerelor de înmatriculare [ <i>Automatic Number Plate Recognition</i> ]
AVL	Sistem de localizare automată a vehiculelor (urmărirea vehiculelor prin GPS) [ <i>Automatic Vehicle Location</i> ]
CAD	Dispecerat computerizat [ <i>Computer-Aided Dispatch</i> ]
CCTV	Sistem de supraveghere video în circuit închis
CTP	Compania de Transport Public Cluj-Napoca
FHWA	[US] Federal Highway Administration
GIS	Sistem informațional geografic
GPS	Sistem global de poziționare
IP	Protocol Internet
LED	Diodă electroluminiscentă
LHOVRA	Metodă suedeză de control a traficului (adaptivă, în mod izolat)
MESH	Rețea MESH (tip de topologie de rețea fără cablu)
MOVA	Sistem optimizat cu microprocesor acționat de traficul de vehicule (metodă adaptivă de control a traficului, în mod izolat)
PCMG2	European Commission - Aid Delivery Methods - Volume 1 - <a href="#">Project Cycle Management Guidelines (2nd Edition, 2004)</a>
PMUD	Plan de mobilitate urbană durabilă
PTZ	Pan, Tilt, Zoom (panoramare, înclinare, transfocare)
RTPI	Informare în timp real a călătorilor (via aplicații sau în stațiile de TP)
RUC	Taxarea utilizatorilor drumului
SCATS	Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (UTC adaptiv)
SCOOT	Split Cycle Offset Optimisation Technique (UTC adaptiv)
SPOT	System for Priority and Optimisation of Traffic, metodă de control a traficului (adaptivă, în mod izolat)
STI / ITS	Sisteme de transport inteligente [ <i>Intelligent transport systems</i> ]
STM2	Signal Timing Manual - Second Edition ( <a href="#">vizualizare / descărcare PDF</a> )
TMC	Centru de management al traficului
TMS	Sistem [integrat] de management al traficului
TNM	Transport nemotorizat
TP	Transport public
UIP	Unitate de implementare de proiect
UPS	Sursă de alimentare electrică neîntreruptibilă
UTC	Sistem de control al traficului urban
UTMC	Urban Traffic Management & Control, inițiativă de standardizare din Regatul Unit pentru STI
UTOPIA	Urban Traffic Optimisation by Integrated Automation (UTC adaptiv)
VMS	Panou [indicator rutier] cu mesaj variabil
Wi-Fi	Tehnologie de rețea fără cablu

## 1 Introducere

Utilizarea Sistemelor de Transport Inteligente (STI) poate aduce beneficii semnificative mobilității urbane, cum ar fi: o mai bună informare a utilizatorilor de mobilitate, o utilizare mai eficientă a infrastructurii, o reducere a timpilor de așteptare (în stație după autobuz, în autoturism la semafor) sau altminteri "pierduți" în trafic (și în consecință și o reducere a poluării), o dirijare a mobilității în direcția tiparelor dorite de documentele de planificare strategică etc.

Nepregătite, neimplementate și neîntreținute corespunzător, proiectele de STI pot (în cel mai bun caz) să nu aducă aproape niciun beneficiu, sau (în cel mai rău caz) să genereze mai multe probleme decât rezolvă.

Ca atare, pregătirea și implementarea unor asemenea intervenții, precum și menținerea sistemelor aferente în bună funcționare (și actualizate) o dată puse în funcțiune este crucială. Proiectele de STI sunt de o complexitate mult mai mare (atât tehnică cât și instituțională) decât majoritatea celorlalte tipuri de proiecte implementate de administrațiile locale.

Astfel, este esențial ca:

Anterior implementării unui proiect de anvergură de STI, orice oraș ar trebui să...	<i>Altfel este ca și cum o firmă de programare cu calculatoare învechite și programatori nepricepuți ar încerca să devină competitivă prin...</i>
...optimizeze sistematizarea și funcționarea infrastructurii și operațiunilor de transport (secțiunea 2.1).	<i>...cumpărarea de softuri / sisteme de operare de ultimă generație pe care să le instaleze pe calculatoarele învechite.</i>
...își pună la punct capacitatea și cadrul instituțional necesare implementării STI (secțiunea 2.2).	<i>...achiziționarea de calculatoare de ultimă generație pe care să lucreze aceiași programatori.</i>

În plus, critice pentru succesul unei intervenții STI sunt și următoarele două aspecte:

Construcția de la început a unei strategii STI și a unei arhitecturi de sistem STI ("think big, start small")...	<i>...altfel se va ajunge la o situație cu sisteme izolate care sunt incompatibile, redondante, nu comunică între ele și ar putea să nu fie open data / open source (administrația este "încătușată" de o anumite soluție / un anumite furnizor).</i>
Planificarea de la început a unei întrețineri, operări și actualizări continue a sistemelor / platformelor STI...	<i>...altfel acestea ar putea să devină nefuncționale, funcționale parțial, perimate sau să nu mai corespundă realităților de mobilitate.</i>

Ghidul este destinat orașelor de orice dimensiuni (și consultanților lor) care iau în calcul implementarea de soluții STI, indiferent de nivelul de experiență în domeniul STI.

## 2 Important de reținut – înainte de a începe un proiect de STI

---

### 2.1 Optimizarea operațiunilor de trafic

Implementarea de sisteme STI (mai mult sau mai puțin complexe) fără a analiza și trata problemele de bază privind organizarea circulației și sistematizarea spațiului rutier în zona urbană este total nerecomandată. Din păcate, la ora actuală în România sunt extrem de limitate în acest sens atât cadrul de reglementare, cât și experiența și resursa umană. Ideile discutate sumar mai jos ar putea fi dezvoltate într-un "Manual de Planificare și Sistematizare Rutieră Urbană", în mod ideal construit pe paradigmele mobilității urbane durabile.

#### 2.1.1 Nivelul de planificare strategică

Într-o primă etapă ar trebui privit asupra întregii zone urbane funcționale (și a vecinătăților sale), urmărind modul în care traficul rutier (atât de acces la / de la zona urbană cât și cel de tranzit) se desfășoară – în esență înțelegând cât de bine este racordată zona urbană la rețeaua rutieră interurbană, și dacă sunt probleme în rețeaua rutieră interurbană însăși (de exemplu privind capacitatea) care afectează dezvoltarea și funcționarea zonei urbane.

Conceperea unei **rețele rutiere urbane organizată funcțional ierarhic** este elementul central în realizarea unei planificări strategice temeinice a rețelei, urmărind etapele:

- Definirea funcțiilor și caracteristicilor (nu neapărat tehnice, ci mai ales funcționale) ale tipurilor de legături rutiere propuse;
- Creionarea mai multor strategii de trafic și definirea sub-rețelelor corespunzând fiecărei clase de legături rutiere, care împreună formează o rețea-schelet, pentru fiecare opțiune de strategie.
- Analiza prin mai multe instrumente (multicriterial, utilizând modelul de transport etc.) a posibilelor strategii și alegerea celei optime.
- Identificarea conflictelor funcționale în rețeaua-schelet corespunzând strategiei optime și creionarea unor măsuri pentru minimizarea acestora.

Un exercițiu similar metodologiei descrise mai sus a fost elaborat cu ocazia elaborării PMUD Cluj-Napoca și Timișoara în 2015-2016. O trecere în revistă a acestor documente va conduce la exemple concrete privind tipurile de legături rutiere propuse (arteră, drum colector, stradă urbană importantă) și parametrii funcționali ai acestora, conflictele funcționale identificate etc.

Deși în afara scopului prezentului ghid, enumerăm câteva idei-cheie legate de definirea strategiilor de trafic (relevante pentru orașele medii și mari din România):

- Strategiile vor fi într-o anumită măsură influențate de topologia rețelei interurbane (axele rutiere interurbane prelungindu-se în mod natural drept artere importante în zona urbană), însă influența va scădea cu creșterea mărimii zonei urbane vizate.
- Definirea unor inele de circulație (formale sau informale, circulare sau mai puțin circulare) permite delimitarea unor zone cu permeabilitate diferită pentru traficul rutier. Spre exemplu, definirea unui inel de circulație în jurul zonei centrale (care poate avea chiar și o capacitate de o

bandă pe sens, eventual separat pe străzi complementare cu sens unic<sup>1</sup>) permite introducerea în zona centrală a orașului a unei politici extrem de restrictive cu privire la accesul autoturismelor.

- În mod normal, pe toate străzile care nu sunt parte din rețeaua-schelet, ar trebui introduse elemente de calmare a traficului, și de reorientare a priorității dinspre autoturisme înspre pietoni și transport public. Asemenea măsuri pot include îngustarea acceselor (se asigură accesul pentru un singur vehicul simultan pe porțiunea de intrare/ieșire din rețeaua-schelet), îngustarea benzilor de circulație, introducerea de separatoare mediane la toate trecerile de pietoni, introducerea de limitatoare de viteză prin menținerea conexiunilor între trotuare – treceri de pietoni – la același nivel cu trotuarele însele etc. Pe de altă parte, descurajarea traficului de trecere poate fi realizat și prin strategii de semaforizare, cum ar fi:
  - semaforizarea unor intersecții (în interiorul rețelei non-schelet) care funcționează în mod "resting on red" pentru vehicule (se deservește faza verde doar dacă vehiculele sunt detectate, altminteri semaforul se "odihnește" în roșu pentru toate direcțiile pentru vehicule și verde pentru toate direcțiile de pietoni);
  - în plus, urmare a detectării unui vehicul, acestuia i se conferă verde doar dacă acesta rulează sub limita de viteză, altfel i se impune o "întârziere de penalizare" (așteptare la roșu)<sup>2</sup>.
- Cu o bună organizare și asigurare a disciplinei de trafic (în special privind parcare), transportul în comun poate fi prezent (chiar și cu vehicule de capacitate sporită – spre exemple autobuze de 12 sau chiar 18 m) și pe asemenea străzi (cu elemente de calmare a traficului precum cele menționate mai sus).
- Suplimentar, pentru a descuraja utilizarea de către traficul de tranzit (relativ la zona respectivă) a străzilor secundare / terțiare care nu sunt parte din rețeaua-schelet, se pot implementa măsuri limitative în acest sens, cum ar fi întreruperea completă a acestora (spre exemplu prin amenajarea de zone verzi), rezultând zone cu *cul de sac* rutier, sau prin conceperea unui sistem de senzori unice care face dezavantajoasă utilizarea de "scurtături" în afara rețelei-schelet.
- Creionarea unei asemenea strategii de trafic poate constitui, prin realocarea de capacități de transport aferente traficului general de pe o arteră pe alta, un instrument pentru asigurarea spațiului fizic necesar pentru implementarea unor măsuri de mobilitate urbană durabilă: amenajarea de benzi și căi dedicate pentru transportul în comun, de piste pentru biciclete și alte vehicule similare, lărgirea trotuarelor și echiparea acestora cu zone verzi.

### 2.1.2 Nivelul planificării de detaliu

Odată finalizat exercițiul de mai sus (și căruia trebuie să i se acorde suficiente resurse și timp), următoarea etapă este planificarea ("proiectarea conceptuală") în detaliu a fiecărui element din rețeaua rutieră urbană, respectiv fiecare tronson de stradă (carosabilă sau nu) și fiecare intersecție, ideal urmărind principiile precum:

---

<sup>1</sup> Sau chiar implementat ca inel permițând circulația într-un singur sens (preferabil în invers acelor de ceasornic, pentru a minimiza conflictele generate de virajele la stânga din radialele de acces) pentru zone centrale de suprafețe reduse, sau pentru zone similare celor centrale ("centre de cartier").

<sup>2</sup> Vezi detalii la paginile 4-13 - 4-14 din [FHWA - Traffic Detector Handbook volumul I](#).

- Asigurarea caracteristicilor funcționale ale clasei ierarhice a străzii respective;
- Asigurarea orientării în direcția mobilității urbane durabile, acordându-se prioritate unor aspecte precum: poziționarea stațiilor de TP cât mai aproape de intersecțiile majore sau de centrele de interes, și nu în funcție de spațiul rămas disponibil după proiectarea benzilor pentru circulația generală; asigurarea priorității la intersecții pentru TP și TNM; creșterea suprafețelor alocate zonelor verzi și trotuarelor; introducerea de separatoare mediane la trecerile de pietoni (acest lucru poate fi realizat pentru străzile din toate clasele ierarhice) etc.
- Indicarea fără echivoc a destinației fiecărei suprafețe ("fiecărui metru pătrat") din spațiul aferent străzilor.
- Prevederea pe cât posibil a unei flexibilități privind adaptarea viitoare a respectivului tronson de stradă sau respectivei intersecții.

Nivelul planificării de detaliu ar trebui să cuprindă și definirea și delimitarea foarte clară a suprafețelor destinate parcării, staționării sau opririi vehiculelor – în mod ideal tranzitionându-se dinspre paradigma "parcarea este permisă oriunde nu este explicit interzisă" la "parcarea este interzisă oriunde nu este explicit permisă".

Tot la acest nivel este oportun a fi rezolvate o mare parte dintre problemele întâlnite în intersecțiile rutiere urbane din România, cum ar fi:

Descrierea problemei	Soluții
Carosabilul nu este marcat (sau/și sistematizat) corespunzător, de exemplu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semnalizarea orizontală (săgeți direcționale) lipsește de pe benzile de la intersecție, sau marcajul benzilor lipsește cu totul</li> <li>• În profil curent (între intersecții) sunt "jumătăți de bandă" între banda de trafic și banda de parcare</li> </ul>	Marcarea carosabilului (însoțită eventual de resistematizarea sa) astfel încât destinația fiecărui metru (chiar decimetru) pătrat este clară fără ambiguitate
Semnalizarea verticală (inclusiv presemnalizarea) este deficitară sau lipsește	Introducerea presemnalizării și semnalizării verticale privind direcțiile de deplasare pentru fiecare bandă, eventual deasupra fiecărei benzi ( <a href="#">exemplu</a> )
Parcarea în zona intersecțiilor reduce mult capacitatea acestora	Intensificarea controlului parcării în zona intersecției. Separarea fizică a benzilor de circulație ( <a href="#">exemplu</a> ). Îngustarea amprizei disponibile vehiculelor prin construcția de pastile în zona intersecției ( <a href="#">exemplu</a> ).
Traficul este distribuit inechitabil pe benzile de acces în intersecție (ex.: din două benzi, una este rezervată pentru viraje la stânga – 5% din mișcări – și una pentru înainte și dreapta – 95% din mișcări).	Reconfigurarea într-un mod echitabil a distribuției traficului pe benzi.
Pentru o anumită direcție (spre exemplu	Reconfigurarea intersecției astfel încât numărul

Înainte) numărul de benzi în aval de intersecție este mai mic decât numărul de benzi în amonte de intersecție ("lane drop")	de benzi în aval de intersecție să fie cel puțin egal cu cel din amonte.
Amenajare improprie a intersecției (de exemplu semaforizată când ar funcționa mai bine ca sens giratoriu)	Analiza tuturor opțiunilor de amenajare a intersecției, ținând cont de optimizarea utilizării sale pentru toate categoriile de utilizatori.

Ca întotdeauna, construcția și analiza de opțiuni trebuie să joace un rol cheie în reconfigurarea intersecțiilor – recomandăm construcția și testarea cât mai multor scenarii, utilizând resurse care prezintă diverse strategii de configurare (spre exemplu a se vedea resurse precum: "[Left turn signal design table](#)"; "[FHWA / Traffic signal design and illumination](#)").

### 2.1.3 Nivelul optimizării operaționale

Putem utiliza această denumire pentru a ne referi la modul în care infrastructura funcționează diferit în timp – cu alte cuvinte privind asupra unor aspecte precum:

- pentru semafoare clasice: ciclurile de semaforizare și modul în care acestea trebuie să difere ca funcție de momentul zilei),
- pentru semafoare cu timpi variabili: diferența între algoritmi (de-a lungul zilei) pentru semaforizarea acționată (modul în care prin programul de semaforizare se prioritizează anumite fluxuri sau mișcări);
- restricțiile de parcare ca funcție de timp;
- alte restricții (de exemplu, privind virajele la stânga, utilizarea benzilor dedicate de transport în comun) care pot fi implementate doar la ore de vârf.

Independent de implementarea unui proiect STI, administrația locală ar trebui să reanalizeze periodic modul de funcționare al intersecțiilor (conform recomandărilor FHWA ciclurile de semaforizare ar trebui optimizate la fiecare doi ani, precum și atunci când apar modificări majore în tiparele de trafic ce afectează intersecția).

Prin optimizarea sistematizării circulației (secțiunea 2.1), precum și prin simpla optimizare a timpilor de semaforizare (pentru semafoarele cu timpi fiși) și prin introducerea de cicluri diferite în funcție de momentele zilei (și de asemenea diferențiate pentru zile lucrătoare și nelucrătoare) (secțiunea 3.1) se pot obține îmbunătățiri de mobilitate remarcabile, și probabil uneori mai mari decât cele aferente implementării unui sistem costisitor STI.

De aceea, anterior oricăror preocupări privind implementarea de STI, orașele ar trebui să analizeze cu atenție aspectele prezentate în această secțiune și să urmărească rezolvarea cât mai multor dintre aceste probleme.

În foarte multe cazuri, prin simpla observare sistematică a funcționării intersecțiilor și apoi prin optimizarea (sau realocarea) utilizării spațiului din acestea (și din vecinătatea lor), se pot aduce îmbunătățiri semnificative pentru toate tipurile de trafic. Totuși, în anumite cazuri, ar putea fi nevoie de o culegere de date sistematică și aplicarea unor tehnici de micromodelare pentru a construi soluția optimă.

O asemenea tratare sistematică a întregii rețele rutiere urbane, preferabil în contextul favorizării modurilor de transport durabil (transportul public și modurile de transport activ) ar trebui să precedă orice proiect de STI.

Ca alternativă, primăria poate solicita ca o asemenea analiză să fie obiectul unui raport intermediar în cadrul studiului de fezabilitate pentru un proiect integrat STI.

## 2.2 Formarea unei echipe-nucleu cu competențe STI

Având în vedere că în general administrațiile locale din România nu au resursă umană cu cunoștințe detaliate și de ultimă oră privind STI, recomandăm primăriilor interesate să cristalizeze o echipă-nucleu pentru dezvoltarea de competențe în STI, care să aprofundeze subiectele discutate sau abordate în prezentul ghid. Recomandăm cristalizarea acestei echipe cât de devreme posibil, chiar anterior demarării procedurii pentru contractarea unui studiu de fezabilitate pentru implementarea unui sistem STI.

În acest sens, primăriile din anumite orașe mari (București, Cluj-Napoca, Timișoara, Iași) pot beneficia de existența resursei umane cu asemenea preocupări în universitățile tehnice de profil, și ar fi recomandat să coopteze (formal sau informal) 1-2 persoane din mediul universitar (mobilitate durabilă, IT) în echipa nucleu.

Resursa universitară din cele patru centre enumerate reprezintă o soluție și pentru alte orașe reședință de județ din aria de influență a acestora. În acest context, ar putea fi luată în calcul implementarea echipei-nucleu STI la nivel regional, în colaborare cu Agenția de Dezvoltare Regională, care să deservească toate orașele din regiune.

Pe de altă parte, primăriile pot profita de parteneriatele cu alte orașe (eventual "orașe înfrățite") care deja au sisteme integrate STI funcționale pentru transfer de cunoștințe.

Este de la sine înțeles că de egală importanță este retenția resursei umane calificate, precum și existența unui cadru de construcție a memoriei instituționale.

## 2.3 Resurse online disponibile

Recomandăm trecerea în revistă a următoarelor resurse, precum și utilizarea de referințe la unele dintre acestea în etapele de pregătire ale viitoarelor proiecte STI.

- [Signal Timing Manual - Second Edition](#) (STM2) este un excepțional punct de pornire pentru a deprinde principalele concepte cu privire la semaforizarea intersecțiilor.
- FHWA - [Signalized Intersections Informational Guide \(Second Edition\)](#): Capitolele 8 – 11 prezintă o amplă serie de abordări privind îmbunătățirea funcționării intersecțiilor.
- Caltrans - [Traffic Signal Operations Manual](#): o discuție sintetică și aplicată a principiilor de programare (capitolul 2) și coordonare (capitolul 3) a semafoarelor.
- Manuale ale departamentelor de transport din alte state, spre exemplu: [Traffic Signal Design Manual](#) al Oregon DoT include o discuție utilă (în capitolul 7) a principiilor pentru poziționare senzorilor de trafic; Capitolul 7 din Tennessee DoT [Traffic Design Manual](#) prezintă o discuție a situației "Left-turn yellow trap" (a se vedea și [acest tabel](#)).
- Diverse alte resurse online, cum ar fi această prezentare (însoțită de animații) a utilizării și limitărilor "[unde verde](#)" (resursa include inclusiv un "calculator" de undă verde).

### 3 Despre controlul traficului urban în intersecții semaforizate

---

Prezenta secțiune oferă o trecere în revistă a principalelor idei legate de opțiunile disponibile pentru controlul traficului urban cu semafoare.

#### 3.1 Moduri de funcționare a intersecțiilor semaforizate

Modurile de funcționare a semafoarelor pot fi clasificate după două caracteristici esențiale:

- (a) Modul în care controlerul ("calculatorul semaforului") interpretează cererea locală;
- (b) Relația controlerului cu alte controlere învecinate.

##### 3.1.1 Clasificarea semafoarelor după detectarea și interpretarea cererii la intersecție

a). Din acest punct de vedere (cererea fiind definită ca numărul – și eventual tipul – de vehicule sau pietoni care la un moment doresc să traverseze intersecția pe o anumită relație), putem clasifica semafoarele în:

- **Semafoare cu timpi fiși.** Acestea nu primesc niciun fel de informație cu privire la fluxurile care așteaptă / urmează să sosească la intersecție, și rulează cicluri de semaforizare cu timpi predefiniți. Timpii însă:
  - Pot avea aceleași valori tot timpul (modul de funcționare al semafoarelor cel mai dezavantajos și ineficient, și din păcate întâlnit în vasta majoritate a intersecțiilor din România);
  - Pot avea valori preajustate în funcție de momentele zilei (de exemplu la ora de vârf de dimineață, între orele de vârf, la ora de vârf de seară și noaptea) sau ale săptămânii / anului (diferit în zilele nelucrătoare față de cele lucrătoare, sau diferit în perioada vacanțelor școlare).
- **Semafoare acționate.** Detectori (senzori) instalați în vecinătatea intersecției furnizează în timp real informații privind vehiculele care așteaptă (sau care urmează să sosească) la intersecție, către controler, care rulează faze de semaforizare în funcție efectiv de cererea existentă.
  - Dacă detectorii sunt instalați doar pentru anumite relații (în mod normal pentru cele cu fluxuri minore, respectiv accesele din strada/străzile secundare, precum și pentru virajele de stânga dedicate din strada principală, dacă acestea există), semafoarele se pot denumi "semiaționate" (=semiactuated),
  - iar dacă există detectori pentru toate relațiile de circulație atunci ele ar putea fi numite "omniacționate" (=fully actuated).

Pe de altă parte, nivelul de complexitate al acestora poate fi clasificat și în funcție de ajustarea sau nu a lungimii fazelor de semaforizare:

- Dacă detecția este utilizată doar pentru a deservi sau nu anumite faze (spre exemplu dacă semaforul rulează o fază de verde dedicată uneia dintre străzile secundare doar la detectarea de vehicule pe acea stradă, însă durata fazei verzi este întotdeauna

aceeași) atunci acestea sunt "**semafoare cu timpi ficși cu anumite faze acționate**". În aceste cazuri semaforul deservește prioritar fazele principale (direcțiile înainte pe strada principală), care nu beneficiază de detectori, iar fazele secundare sunt deservite doar dacă există vehicule care "solicită" (cu ajutorul detectorilor) aceste relații.

- Dacă detecția este utilizată și pentru a stabili lungimea fazelor de semaforizare, atunci acestea sunt "**semafoare acționate cu timpi variabili**".
- **Semafoare adaptive.** Acestea utilizează date primite de la detectori (a căror poziționare optimă și funcționare în bună ordine este *absolut critică* în acest caz), unii dintre ei poziționați în amonte (la depărtare) de intersecție, pentru a ajusta în limite mult mai largi (comparativ cu semafoarele acționate) variabilele și chiar parametrii de semaforizare, având posibilitatea de a răspunde mai bine și schimbărilor pe termen lung în cererea de transport.

Semafoarele cu timpi ficși sunt în general ineficiente, în mod special în cazul în care timpii preprogramați sunt aceiași de-a lungul întregii zile. Așadar, o minimă îmbunătățire (de luat în calcul de către toate orașele) care poate fi adusă relativ ușor și fără cheltuieli de capital (deci fără instalarea de senzori) este rafinarea timpilor ficși, prin programarea de diverse cicluri predefinite de semaforizare în funcție de momentul zilei / în funcție de zi. Îmbunătățirile aduse pot fi semnificative, în special privind reducerea timpilor de așteptare la semafor în afara perioadelor de vârf.

Semafoarele acționate (funcționând în variantă izolată sau sincronizată, vezi mai departe) pot rezolva vasta majoritate a problemelor de trafic, iar utilizarea semaforizării adaptive ar trebui luată în calcul doar dacă este demonstrat în mod evident că problemele aferente nu pot fi rezolvate prin semafoare acționate "clasice".

Semaforizarea adaptivă necesită senzori mai mulți (poziționați în diferite locații și pe diferite benzi de trafic), o calibrare mult mai atentă, atât la instalarea sistemului de semaforizare cât și în timp, pe durata funcționării acestora. Efortul de întreținere este de asemenea semnificativ mai ridicat. Metaforic spus, a investi într-un sistem de semaforizare adaptivă fără a îi asigura întreținerea și calibrarea ulterioară este ca și cum cineva ar investi într-un autoturism cu motorizare de lux pentru a îl conduce apoi pe drumuri forestiere fără a-i schimba vreodată uleiul de motor.

### 3.1.2 Clasificarea semafoarelor după interacțiunea cu alte semafoare

Privind asupra interacțiunii cu controlerele semafoarelor din alte intersecții (respectiv alte locații de semaforizare), putem vorbi de:

- **Semafoare izolate**, care funcționează independent de alte semafoare;
- **Semafoare sincronizate**, unde există o relație de dependență temporală, de condiționalitate, între fazele rulate de diverse semafoare vecine.

Semafoarele sincronizate permit tratarea cu prioritate (opriți și întârzieri mai puține) a unor fluxuri de trafic considerate prioritare (și deci cu volume mai mari de trafic) pentru care se asigură o facilitate de tip "undă verde", în general în dauna eficienței fluxurilor secundare, în ansamblu însă "binele comun" (sau utilitatea de ansamblu) fiind mai mare în varianta sincronizată.

Nu întotdeauna este mai avantajos a se opera în regim sincronizat; spre exemplu este tipic pentru coridoare deservite în regim de "undă verde" la orele de vârf să funcționeze în regim izolat (semafoarele funcționează independent unele de altele) în afara orelor de vârf.

O concepție eronată adesea întâlnită este că semafoarele sincronizate sunt posibile doar pentru operare cu timpi ficși. În realitate se pot proiecta sisteme sincronizate cu un ridicat grad de dependență de acționare, acestea fiind mult mai eficiente decât sistemele sincronizate cu timpi ficși.

Sincronizarea nu este neapărat doar pentru traficul general; se pot foarte bine sincroniza operațiunile de transport public (și chiar fluxurile de pietoni sau bicicliști), iar acest aspect ar trebui să constituie un obiectiv de bază pentru orice oraș cu reale preocupări în direcția mobilității urbane durabile.

**Prin combinarea variantelor descrise pentru cele două clase de mai sus (interpretarea cererii locale și relația cu controlerele învecinate) se obțin diversele moduri posibile de semaforizare.** Marea majoritate a operațiunilor din România sunt de cel mai simplu fel (semaforizare cu timp fix, cu operare izolată). La polul opus se află modelele de operare adaptive, care pot fi atât izolate (de exemplu MOVA, SPOT etc.) sau sincronizate (la nivel de coridor sau zonă), de exemplu SCATS, SCOOT, UTOPIA.

### 3.1.3 Signal Timing Manual (2<sup>nd</sup> Edition) – o trecere în revistă

O discuție detaliată a conceperii strategiilor și planurilor de semaforizare este în afara scopului prezentului ghid. Pentru o introducere la nivel avansat în aceste subiecte, recomandăm parcurgerea [STM2](#) (în fapt formarea, în cadrul primăriei, a unei persoane care să parcurgă și înțeleagă conceptele din acest manual), astfel:

- Capitolul 3 prezintă conceptele de bază privind semaforizarea: terminologia, componentele, diferențe principale între diverse abordări de semaforizare (tratate succint mai sus), considerente privind mediul de operare (inclusiv o discuție în sens asemănător conceptului de ierarhie funcțională menționat în secțiunea 2.1.1 a prezentului ghid), identificarea utilizatorilor intersecției (intersecțiilor) și stabilirea priorităților de deservire a acestora, precum și o discuție privind culegerea, analiza și interpretarea datelor. Finalul capitolului tratează stabilirea obiectivelor operaționale și a indicatorilor de performanță aferenți proiectului de îmbunătățire a semaforizării în intersecția / zona / orașul vizate.
- Capitolul 4 prezintă și discută cele trei clase de componente ale unui sistem de semaforizare (privit local – așadar fără infrastructura de comunicații de interconectare cu alte sisteme de semaforizare sau cu centrul de management de trafic): detectorii, componentele din dulapul semaforului, și corpurile de afișaj ("semafoarele"). În această ultimă secțiune este propus și un model de arbore decizional pentru stabilirea modului de tratare prin semaforizare pentru virajele la stânga.
- Capitolul 5 introduce conceptul esențial inel-și-barieră și implicațiile sale, iar apoi prezintă metoda "analiza mișcării critice", ce are o largă plajă de aplicare pentru determinarea (relativ ușor și simplu) a ciclurilor de semaforizare pentru diverse intersecții. În secțiunea 5.3 sunt discutate rolul și limitările programelor pe calculator în stabilirea și optimizarea strategiilor de semaforizare.

- Capitolul 6 prezintă parametrii temporali cheie ai unui program de semaforizare aferent funcționării izolate (necoordonate) a semafoarelor.
- Capitolul 7 discută semaforizarea sincronizată.
- Capitolul 8 prezintă provocările privind transferul planurilor de semaforizare din teorie în practică, observațiile și ajustările necesare *in situ*, precum și perioada post-implementare.
- Capitolul 9 discută concepte avansate de semaforizare, inclusiv semaforizarea adaptivă.
- Capitolul 10 discută strategiile pentru tratarea cu prioritate a unor vehicule la intersecții semaforizate. Prioritatea poate fi:
  - relativă ("preferential treatment") pentru vehiculele de transport public;
  - absolută ("preemption") pentru vehiculele de urgență sau vehicule feroviare grele și semigrele (în contextul intersecțiilor semaforizate adiacente trecerilor la nivel cu calea ferată, situație mai rar întâlnită în România – însă care poate deveni de interes în contextul realizării unor linii de tramvai rapid / metrou ușor).
- Capitolul 12 discută abordări pentru rezolvarea situațiilor de funcționare suprasaturată (supraaglomerată) a rețelei rutiere, când obiectivul operațional principal se schimbă din maximizarea debitului prin intersecții (și în rețea) în gestionarea cozilor de vehicule.

### 3.2 Despre monitorizare și infrastructura de comunicații

Cel mai elementar sistem centralizat de monitorizare a traficului cu transmitere de date către controlerele semafoarelor îl reprezintă sistemul de monitorizare de la distanță. Acesta îi permite unui operator de la nivel central să se conecteze de la distanță la un controler de semafor pentru a încărca mesaje de eroare, a descărca planul de funcționare a semaforului și modificările de orar și a sincroniza ceasul controlerului (element esențial pentru interconectarea fără cablu). Monitorizarea de la distanță se poate utiliza cu controlere de semafor care funcționează în orice mod local, de ex. cu timp fix, cu acționare de către vehicule, cu adaptivitate locală sau cu interconectare locală. Un fapt important este acela că sistemele de monitorizare de la distanță nu afectează modul de control centralizat al UTC la nivelul controlerelor semafoarelor, ci doar poate facilita modificarea planurilor și orarelor stocate și active la nivel local de controler de semafor.

Un sistem de monitorizare de la distanță necesită transmisia de date cu frecvență redusă cu controlerul semaforului (de ex. prin 4G etc.). Un sistem UTC, fie cu timp fix, fie adaptiv în funcție de trafic necesită o conexiune permanentă de date cu controlerul semaforului (de exemplu, prin fibră optică sau linie ADSL). Este posibilă și utilizarea unei metode wireless permanente de comunicații de date de tipul unei rețele private MESH sau WiMax. Folosirea comunicațiilor celulare de date de tip 4G etc. pentru transmisiile de date în cadrul UTC este posibilă doar dacă se încheie un acord privind nivelul serviciului cu grad ridicat de prioritate cu furnizorul de servicii de comunicații mobile pentru a se putea garanta comunicarea continuă în cazul unui nivel mare de solicitare a rețelei.

### 3.3 Detectarea vehiculelor

#### 3.3.1 Rolul sistemelor de detectare

Sistemele de detectare sunt responsabile cu înregistrarea utilizatorilor (vehicule și/sau pietoni) prezenți la intersecție (sau care se apropie de ea), precum și a altor parametri asociați (viteza și densitatea traficului) și transmiterea acestei informații în timp real la controlerul semaforului. Figura de la pagina 4-1 din STM2 prezintă sintetic fluxul informației între cele trei elemente de bază aferente funcționării unei intersecții semaforizate: sistemele de detectare, controlerul semaforului și afișajele pentru utilizatori.

În general, modul în care este utilizată informația transmisă de detectori variază în funcție de poziționarea acestora, atât privind locația față de intersecție (detectori poziționați chiar înaintea liniei de oprire vs. detectori retrași / aflați în amonte față de intersecție) cât și privind tipul de mișcare pe care îl deservește (de pe strada principală sau secundară, privind mișcări înainte sau viraje). În acest sens, STM2 evidențiază următoarea ordine de prioritate a detectorilor:

1. Detectori înainte de linia de oprire pe strada secundară, precum și pe benzile de viraj la stânga pe strada principală.
2. Detectori retrași (în amonte) pe strada principală.
3. Detectori înainte de linia de oprire pe strada principală, pe direcțiile de mers înainte.

Cu alte cuvinte, instalarea de detectori pentru doar unele dintre relații ar trebui să urmeze ordinea de mai sus (într-o intersecție ar fi de dorit instalarea a cel puțin detectorilor din clasa 1; pe de altă parte nu are sens a se instala detectori din clasa 3 dacă nu sunt prezenți și cei din clasele 1 și 2).

Obiectivele procesului de detecție variază în funcție de clasa de utilizatori detectați și de relația pe care aceștia traversează intersecția. O discuție individuală a scenariilor posibile există în subsecțiunile 4.1.1-4.1.10 din STM2.

Instalarea detectorilor implică un cost semnificativ de achiziție inițială și instalare a sistemului, precum și costuri de întreținere pe durata întregului ciclu de viață a sistemului (precum și schimbarea paradigmatelor de întreținere a drumurilor urbane dacă sunt incluși detectori cu bucle inductive sau alți detectori încadrați în suprastructura rutieră).

Este esențial ca în cadrul studiilor de fezabilitate aferente proiectelor ce includ intervenții de reconfigurare a intersecțiilor (și a semaforizării acestora) să fie solicitată elaborarea unor **planuri de detectare** (ideal în mai multe variante, studiate printr-o analiză de opțiuni) pentru fiecare intersecție sau grup de intersecții ce fac obiectul proiectului.

Planurile de detectare trebuie să țină cont de posibilitățile de construcție a fazelor de semaforizare (ele însele fiind dictate de geometria intersecției - spre exemplu dacă există suficiente benzi disponibile pentru separarea fluxurilor de virare la stânga, sau a fluxurilor de transport public), de vitezele la care se așteaptă să circule vehiculele (în special pe artera principală) și de mixul de utilizatori speciali (de exemplu frecvența cu care vehiculele de transport public sosesc la intersecție).

#### 3.3.2 Tehnologii de detectare

Detectarea utilizatorilor la intersecție se face:

- pentru vehicule (inclusiv biciclete) prin detectori poziționați suprateran (pe console sau alte obiecte de mobilier urban, în general asociate infrastructurii de semaforizare) sau teran/subteran (cel mai adesea bucle inductive încastrate în calea de rulare);
- pentru pietoni prin butoane acționate de ei înșiși;
- pentru anumite clase de vehicule (vehicule de TP urban, vehicule de urgență, trenuri<sup>3</sup>) nu există echipamente de detecție la intersecție, acestea fiind prezente la bordul vehiculelor respective (sau în alte locații / sisteme – spre exemplu dispeceratul de comandă – aferente clasei respective de vehicule) – având însă capacitatea de a comunica direct cu controlerul semaforului.

Pe cât posibil, orice strategie de detectare ar trebui să fie testată în condiții reale de trafic prin detectori temporari (lipiți pe stratul de asfalt uzură), pentru a determina parametrii de configurare ai intersecțiilor, sau pentru a testa diverse scenarii sau chiar strategii de detectare, și doar ulterior să urmeze instalarea detectorilor finali (permanenți).

### **Sistemul de detectare a vehiculelor cu buclă inductivă**

Un detector de vehicule cu buclă inductivă se compune dintr-o buclă de cablu încastrată în suprafața drumului, un cablu de semnal de la buclă la placa detectorului și placa detectorului montată, de regulă, în dulapul controlerului semaforului. Bucla detectorului poate fi încastrată într-un loc vizibil și precis pentru a detecta vehiculele pe baza modificărilor de câmp magnetic. Placa detectorului convertește semnalul analogic primit de la buclă în semnal digital pentru interfața cu controlerul semaforului.

Deși costurile lor de achiziționare și instalare sunt relativ reduse, detectoarele de vehicule cu buclă inductivă sunt predispuse la uzură fizică, în funcție de starea suprafeței drumului, și pot fi deteriorate dacă drumul se decopertează și reasfaltează (în cazul în care bucla nu este reinstalată ca urmare a acestor activități).

Alternativ, sistemul cu buclă inductivă poate fi înlocuit cu senzori magnetici (magnetometre), cele mai moderne variante neavând nevoie de cablaj de conectare, informațiile fiind transmise prin unde radio (iar bateriile incorporate permițând funcționarea mulți ani). Și în acest caz este nevoie de o intervenție invazivă la nivelul căii de rulare (spre exemplu instalarea unui [magnetometru M100](#) se realizează la o adâncime de 7-15 cm într-un foraj cu diametru de 10 cm).

### **Sisteme suspendate de detectare a vehiculelor**

Sistemele suspendate de detectare a vehiculelor (de ex. cu cameră video, infraroșii, microunde sau ultrasunete) tind să aibă costuri de achiziție și instalare mai mari, dar sunt mai puțin vulnerabile la deteriorări, cu excepția cazurilor în care fie ele, fie elementele pe care sunt fixate sunt lovite de vehiculele în trecere. Unele detectoare suspendate sunt mai puțin precise decât cele cu buclă, în special în condiții meteorologice nefavorabile (ninsoare, ploaie, ceață, soare puternic).

Dacă o primărie este preocupată de vulnerabilitatea buclilor inductive, se poate efectua un studiu comparativ privind detectarea vehiculelor folosind mostre de tehnologii de detecție a vehiculelor disponibile în momentul de față.

---

<sup>3</sup> În cazul trecerilor la nivel cu calea ferată (sau tramvai rapid / metrou ușor) din vecinătatea intersecțiilor semaforizate.

Printre sistemele de detectare supraterane enumerăm:

- **Detectorul video:** Acesta se compune dintr-o cameră video (și, uneori, o cameră cu infraroșii) îndreptată în jos, către automobilele care trec. Detectorul video poate fi configurat ca „bucă virtuală” desenată pe suprafața drumului pentru a imita funcționarea unui detector cu buclă inductivă. Detectarea video poate fi împiedicată de reflexia luminii soarelui de pe suprafața udă a drumului, de ninsoare sau ploaie, de reflexia luminii farurilor și de vehiculele de culoare închisă pe timp de noapte.
- **Detectorul cu infraroșii:** Acesta este format dintr-un senzor infraroșu pasiv (PIR) îndreptat în jos, spre automobilele care trec. Senzorul detectează vehiculele pe baza diferenței de temperatură față de temperatura de fundal a drumului. Funcționarea detectoarelor cu infraroșii poate fi afectată de inversarea temperaturii de fundal: de exemplu, atunci când o averse bruscă de ploaie răcește drumul, iar partea de drum neocupată este detectată ca fiind un șir de automobile.
- **Detectorul cu microunde (radar):** Acesta se compune din dispozitive radar cu undă continuă sau Doppler, care detectează vehiculele în funcție de reflectarea unei unde radar. Detectorul radar poate fi configurat pentru a crea „bucle virtuale” desenate pe suprafața drumului pentru a imita funcționarea unuia sau mai multor detectoare cu buclă inductivă în raza de acțiune a unei unde radar.

Utilizarea datelor de trafic furnizate de masa de utilizatori (de ex., prin intermediul unor aplicații ca Google Maps, Waze etc.) ar putea reprezenta o alternativă pentru anumite strategii de control în timp real al traficului, spre exemplu pentru unele strategii implementate „manual” sau „semimanual” (de la centrul de comandă de trafic) pentru condiții suprasaturate (precum cele descrise în STM2 secțiunea 12.3).

O multitudine de informații privind sistemele de detecție (deși poate nu la zi în privința performanței celor mai recente sisteme de detecție supraterane) sunt disponibile în FHWA – Traffic Detector Handbook ([Volumul I](#); [Volumul II](#)), în mod aparte:

- Paginile 3-6 – 3-15 (vol. I) discută diversele strategii pentru semaforizarea intersecțiilor prin prisma particularităților legate de detectori;
- Capitolul 4 (vol. I) prezintă strategii de design pentru senzori (care ar urma să conducă la planurile de detectare menționate mai sus);
- Aspecte practice privind instalarea (Cap. 5) și întreținerea (Cap. 6) sunt incluse în vol. II:

### 3.4 Camere video pentru monitorizarea traficului

Orașele pot alege echiparea unor intersecții sau artere (spre exemplu cele mai importante, cele mai congestionate, cele deservite de transport în comun etc.) cu camere video pentru monitorizarea traficului.

Camerele CCTV pot fi montate pe un suport fix sau pe un suport PTZ (Pan, Tilt, Zoom). Pe de altă parte, montajul fix oferă posibilitatea utilizării camerei și ca sursă de detecție video (după cum s-a arătat mai sus), putându-se suprapune bucle virtuale din software pe un sector de drum fix. Camerele PTZ pot fi dirijate astfel încât o singură cameră să permită vizualizarea unei întregi

intersecții sub controlul operatorului sau sub control automat. Camerele sau înregistrările video se pot utiliza în obținerea de probe de către poliție, dacă imaginile înregistrate corespund standardelor minime de rezoluție.

Fluxul video și comenzile de direcționare a camerei se pot transmite printr-o rețea IP cu o lărgime de bandă suficientă. Transmisia video prin IP consumă o cantitate mare de lărgime de bandă: o singură cameră poate consuma peste 4 Mbps, față de fluxul audio care necesită de regulă doar 80 kbps. Ca atare, pentru fluxuri multiple CCTV de înaltă rezoluție și cu număr mare de cadre pe secundă ar putea fi necesară o rețea de fibră optică între camere, serverul central de video și centrul de stocare a imaginilor video. Această rețea IP de fibră optică folosită pentru CCTV se poate utiliza și pentru comunicațiile de date dintre centrul de management de trafic și controlerile semafoarelor (în cazurile în care există TMC și/sau semaforizare sincronizată).

Totuși, analiza de opțiuni fibră optică vs. 4G (și peste) trebuie realizată la momentul specific al pregătirii fiecărei intervenții, având în vedere viteza de schimbare a tehnologiei.

## 4 O trecere în revistă a opțiunilor de STI urbane

---

### 4.1 Ce sunt STI?

Conform directivei 2010/40/UE<sup>4</sup>, "sistemele de transport inteligente (STI) sunt aplicații avansate care, fără a fi dotate cu inteligență propriu-zisă, vizează să ofere servicii inovatoare privind modurile de transport și gestionarea traficului și să permită diferiților utilizatori să fie mai bine informați și să utilizeze rețelele de transport într-un mod mai sigur, mai coordonat și mai «inteligent»".

În mod tradițional, STI au fost clasificate în următoarele trei principale clase de funcțiuni:

- **MONITORIZAREA** operațiunilor de transport: prin senzori și camere pentru detectarea fluxurilor de vehicule, aglomerărilor, și accidentelor, raportarea avariilor de echipamente, urmărirea vehiculelor prin GPS, camere video ANPR;
- **CONTROLUL** operațiunilor de transport: prin coordonarea semafoarelor adaptabilă la trafic, controlul priorității transportului public, stâlpi retractabili și bariere de control al traficului;
- **INFORMAREA** publicului călător: informații cu privire la situația rețelei și opțiunile de călătorie, prin aplicații mobile, pagini de Internet și panouri de afișaj.

O reflecție asupra istoriei STI (în țările pioniere în domeniu) va conduce la concluzii interesante:

- **În anii '70-'80** au apărut primele sisteme de control al traficului urban, centrate pe paradigma utilizării mai eficiente a drumurilor (reducerii aglomerației), cu instrumentele aferente: detectori cu buclă, semafoare cu cicluri variabile, UTC cu optimizare statică sau dinamică. Acestea erau eventual centralizate într-un centru de control al traficului rutier în general la nivelul unui oraș.
- **În anii '90** obiectivele multi-modale și de siguranță a transportului au devenit la fel de importante pe lângă strict problema de eficiență a rețelei rutiere. Au apărut noi concepte (și instrumentele aferente) vizând tratarea preferențială a transportului public, informarea

---

<sup>4</sup> [Directiva 2010/40/UE](#) a Parlamentului European și a Consiliului din 7 iulie 2010 privind cadrul pentru implementarea sistemelor de transport inteligente în domeniul transportului rutier și pentru interfețele cu alte moduri de transport.

pasagerilor, controlul accesului traficului greu sau a traficului general în anumite zone etc. Au apărut noi infrastructuri de comunicare (internetul, GSM). S-a realizat o integrare spațială a serviciilor de management de trafic / STI, și au apărut centre multimodale de management de trafic trans(supra)urbane / regionale. O limitare importantă a rămas existența seturilor de date fragmentate și în general nedeschise către public sau alți parteneri (nu "open data").

- **Astăzi**, STI vizează și implementarea integrată a unor obiective strategice privind dezvoltarea urbană, inclusiv privind controlul unor probleme precum emisiile sau zgomotul urban. Apariția Web 2.0 și cultura participativă asociată au determinat apariția conceptelor de mobilitate partajată, aplicațiilor pentru telefoane inteligente și alte device-uri, conceptului MaaS - "mobility as a service" (integrarea diverselor servicii de transport într-un singur serviciu de mobilitate disponibil la cerere). A devenit mai clară nevoia de standarde comune (și deschise) pentru comunicare și date, și a început să fie explorat modul în care concepte precum AI și Data Fusion ar putea fi utilizate în managementul mobilității. Pe de altă parte, este evident că astăzi dispunem de volume de date mult mai mari și mai complexe, pe care însă suntem departe de a le utiliza la adevăratul lor potențial.

## 4.2 STI pentru mobilitate urbană

În prezenta secțiune este realizată o trecere în revistă a principalelor subsisteme STI care ar putea fi la ora actuală adecvate pentru orașele din România. În contextul dimensiunii practice și aplicate a prezentului ghid, nu sunt discutate STI aflate actualmente în stare incipientă (din punctul de vedere al aplicabilității practice), precum cele legate de teme abordate în paragraful de mai sus sau altele cum ar fi sisteme V2I (vehicle-to-infrastructure) și V2V (vehicle-to-vehicle) etc.<sup>5</sup>

Pe de altă parte, nu sunt discutate anumite aplicații care deja sunt în uz larg în România, cum ar fi controlul accesului în diverse structuri sau zone cu bariere sau bolarzi. Totuși, cu ocazia planificării și implementării unui STI integrat, orașele trebuie să ia în calcul și eventuala modernizare a sistemelor existente (spre exemplu introducerea de camere video ANPR pentru controlul accesului, în loc de telecomandă sau alte metode) și, cu siguranță, integrarea acestor sisteme existente cu viitorul sistem integrat.

### 4.2.1 STI legate de controlul traficului la intersecții semaforizate

#### **(5<sup>6</sup>) Semafoare LED + controlere noi + monitorizare de la distanță**

Majoritatea primăriilor își vor reduce costurile aferente consumului de energie și schimbării becurilor prin înlocuirea semafoarelor cu becuri cu semafoare LED a căror eficacitate a fost demonstrată. De asemenea, se înregistrează beneficii indirecte sub aspectul îmbunătățirii siguranței traficului prin reducerea incertitudinii generate de semafoarele cu becuri arse sau intensitate slabă a luminii întâlnire de conducătorii auto în trafic. Acest lucru este valabil mai ales în cazurile în care orașul nu dispune de tehnologia de monitorizare automată a defectării becurilor semafoarelor care este încorporată în sistemele de monitorizare de la distanță a semafoarelor.

<sup>5</sup> Pe de altă parte, faptul că un oraș pornește "aproape de la zero" privind STI îi conferă mai multă flexibilitate în a construi un sistem cât mai modern, fără să fie constrâns de problemele inerente legate de integrarea sau migrarea unor subsisteme mai vechi – iar acest aspect ar trebui urmărit cu atenție în perioada de pregătire a unui proiect STI integrat (pentru a se valorifica potențialul de "leapfrogging").

<sup>6</sup> Este indicat numărul de identificare a subsistemului, din coloana 1 a Tabelului 1 de sinteză de la pagina 26.

Cel mai elementar sistem centralizat de monitorizare a traficului cu transmitere de date către controlerele semafoarelor îl reprezintă sistemul de monitorizare de la distanță. Acesta îi permite unui operator de la nivel central să se conecteze (tradițional prin dial-up) la un controler de semafor pentru a încărca mesaje de eroare, a descărca planul de funcționare a semaforului și modificările de orar și a sincroniza ceasul controlerului (element esențial pentru interconectarea fără cablu). Monitorizarea de la distanță se poate utiliza cu controlere de semafor care funcționează în orice mod local, de exemplu cu timp fix, cu acționare la detecția de vehicule, cu adaptivitate locală sau cu interconectare locală.

O intervenție STI care să combine semafoare LED noi, controlere de semafor noi și un STI de monitorizare centrală de la distanță pe bază de comunicații wireless 4G va pune la dispoziția orașului un sistem elementar de management al traficului. Intersecțiile și trecerile de pietoni semaforizate individuale vor funcționa în regim izolat local, cu timp fix, cu interconectare fără cablu, sau, dacă sunt instalate dispozitive de detectare a vehiculelor (vezi următorul paragraf), pot funcționa în regimul cu acționare de către vehicule.

### **(6) Controlul local acționat al semafoarelor ("semafoare cu senzori")**

Una dintre cele mai utile aplicații STI în mediul urban o constituie controlul acționat (pe baza sistemelor de detectare descrise în secțiunea 3.3) izolat al semafoarelor (neconectat la un sistem central de control), care reglează semafoarele în funcție de condițiile de trafic dintr-o anumită intersecție.

### **(7) Semaforizare adaptivă**

După cum s-a arătat în secțiunea 3.1.1, semaforizarea adaptivă<sup>7</sup> este mai complexă decât semaforizarea acționată cu detectori, necesitând o mult mai bună capacitate de planificare și întreținere a sistemelor de detectare (a se vedea secțiunea 9.4 din STM2).

Platformele de semaforizare adaptivă pot fi clasificate în:

- sisteme care funcționează în mod local (izolat) – acoperind independent o intersecție sau un grup de intersecții apropiate: MOVA, SPOT, LHOVRA etc.; acestea sunt în general aplicații particularizate ale unor:
- sisteme care funcționează în mod central – acoperind o rețea (în general în întregul oraș): SCOOT, UTOPIA, SCATS etc.

Platformele pot de asemenea fi clasificate după:

- strategia de detectare (detectorsi poziționați chiar înainte de linia de stop; în vecinătatea acesteia – la 10...15 m; în amonte – la 30...50 m, sau în aval de intersecția anterioară);
- modul de adaptare: proactivă (încearcă să estimeze volumele de vehicule anterior sosirii lor în intersecție) sau/și reactivă (răspund la volumele de trafic efectiv înregistrate în intersecție);

---

<sup>7</sup> Actualmente în limba română prin "semaforizare adaptivă" tinde să se înțeleagă și semaforizarea acționată "clasică" prin detectori. *Stricto sensu* și aceasta este o formă de semaforizare adaptivă, deoarece ordinea fazelor de semaforizare și durata lor sunt adaptate ca răspuns la cererea detectată, însă terminologia din limba engleză diferențiază între semaforizare "actuated" (acționată) și "adaptive" (adaptivă).

- limitele între care se realizează efectiv adaptarea: optimizare limitată (pentru a evita fluctuații semnificative), optimizare constrânsă (de anumite granițe temporale sau structurale), respectiv adaptabilitate "deplină" (practic liberă);
- intervalul de timp la care sistemul realizează adaptarea: la nivelul fiecărei faze de semaforizare, la nivelul fiecărui ciclu de semaforizare, sau acoperind intervale de 5...15 minute;
- parametrii care sunt optimizați: durata de verde a fazelor, durata totală a ciclului, secvența fazelor în interiorul ciclului sau/și timpul de sincronizare între intersecții;
- nivelul de descentralizare al deciziilor de optimizare: toate platformele au o componentă care vizează optimizarea la nivel local, și una de nivel tactic (sau strategic) ce vizează eficiența în ansamblu la nivel de rețea - însă unele platforme acordă o mai mare importanță uneia sau alteia dintre cele două.

### **(8) Prioritatea pentru transportul public / vehiculele de intervenție**

Transportul public asigură o utilizare mai eficientă a infrastructurii rutiere urbane, dar trebuie să asigure publicului călător niveluri similare de confort, comoditate și viteză ca autoturismele personale pentru a atrage noi pasageri. Strategiile pentru creșterea priorității TP în trafic sunt discutate în Ghidul aplicat JASPERS pentru pregătirea proiectelor de reînnoire a parcului de vehicule de transport public urban (documentul #4 din prezenta serie), Capitolul 5 "Măsuri de creștere a vitezei TP – o privire de ansamblu".

Se pot folosi diverse tehnologii pentru detectarea vehiculelor TP la punctele de declanșare a priorității la semafor. Apelurile locale de prioritate pentru TP pot fi declanșate de transpondere radio montate la bord care comunică (eventual prin dispozitivele amplasate pe marginea drumului) direct cu controlerul local al semaforului (a se vedea secțiunea "10.2.1 Detection Requirements" din STM2 pentru alte tehnologii).

Prioritatea centralizată pentru TP presupune transmiterea datelor de declanșare prin localizare provenite de la dispozitivul GPS al vehiculului TP de la un sistem la altul până la sistemul de control al traficului urban (UTC). Apoi, sistemul UTC invocă prioritatea TP comunicând cu controlerul semaforului în cauză. Sistemele UTC centralizate adaptabile la trafic includ funcționalitatea de prioritate pentru TP, care răspunde solicitărilor TP, dar apoi ia măsuri de recuperare pentru restabilirea temporizării optime a semaforului din intersecție.

Metoda de asigurare a priorității TP în sistem centralizat are avantajul că nu necesită montarea de dispozitive suplimentare de tip transponder pe vehiculele TP sau de receptoare suplimentare pe marginea drumului la semafoare.

Sistemul centralizat de prioritate pentru TP folosește "puncte de declanșare virtuale" pe traseele de apropiere de semafor. Acestea sunt cartografiate de sistem, iar apelul de prioritate pentru TP este declanșat în momentul în care se stabilește că vehiculul a ajuns la punctul de declanșare, pe baza localizării sale prin GPS și/sau prin modelare predictivă, atunci când eșantionarea GPS nu este suficient de frecventă.

Sistemele de management al parcului auto TP (pe bază de GPS) știu, de regulă, dacă un vehicul este în întârziere. Astfel, se poate reduce impactul perturbator al priorității TP asupra restului traficului și asupra ansamblului rețelei conferind prioritate TP numai la vehiculele aflate în întârziere.

Recomandăm studierea capitolului 10 din [STM2](#) pentru o discuție privind strategiile concrete de semaforizare în jurul conferirii tratamentului preferențial pentru vehiculele TP.

### **(9) Sistem de control al traficului urban (UTC)**

Controlul traficului urban (UTC) este un termen asociat, de regulă, cu controlul și coordonarea centralizată a semafoarelor la nivel de zonă sau coridor.

Sistemele de management al coridoarelor gestionează traficul pe artere de circulație, folosind detectoare de trafic și semafoare. Aceste informații folosesc informațiile colectate prin intermediul dispozitivelor de supraveghere a traficului (contoarelor de trafic) pentru a fluidiza traficul de-a lungul arterelor rutiere.

Un sistem UTC coordonează semafoarele comandând controlerelor de la distanță schimbarea culorii verzi în funcție de un plan (sau o logică) de temporizare stocat la nivel central.

#### 4.2.2 STI legate de monitorizare

### **(10) Supravegherea traficului cu camere CCTV**

Un sistem STI complex (UTC+TMC) poate fi operat „în orb”, fără ajutorul sistemului de supraveghere a traficului prin CCTV, dar această practică este considerată sub standard. Detectoarele de vehicule folosite de UTC pot alerta operatorul central de trafic în cazul unor fluxuri de trafic anormale sau al aglomerării excesive într-un anumit punct, dar nu permit vizualizarea situației efective sau a amplorii reale a incidentului și consecințelor sale.

Sistemul de supraveghere a traficului prin CCTV este subsistemul STI de bază care asigură funcția de monitorizare. CCTV îi permite operatorului central să monitorizeze continuu funcționarea rețelei urbane și să identifice vizual ambuteiajele, incidentele și cauza efectelor negative ale acestora asupra funcționării rețelei. La primirea unei alerte de incident de la sistemul UTC, operatorul poate direcționa cea mai apropiată cameră CCTV pentru a vedea locul respectiv și a confirma vizual problema. Apoi, operatorul poate trimite serviciile de intervenție necesare pentru a restabili situația, monitorizând vizual desfășurarea operațiunilor.

Există și posibilitatea de a pune imaginile provenite de la camera CCTV de supraveghere a traficului la dispoziția altor servicii municipale, cum ar fi cele de siguranță publică. De asemenea, imaginile camerelor CCTV instalate în principal pentru siguranța publică ar putea fi puse la dispoziția echipei STI.

### **(11) Contoarele de trafic**

Instalațiile permanente de contorizare a traficului (cu buclă, suspendate etc.) reprezintă un sistem elementar de colectare a datelor de trafic, care furnizează informații vitale autorităților responsabile cu planificarea traficului, cercetătorilor și inițiativelor care vizează siguranța traficului.

### **(12) Sisteme de supraveghere a respectării regulilor de circulație**

Sistemele de supraveghere a respectării regulilor de circulație se utilizează pentru monitorizarea respectării limitelor de viteză (la punct fix sau în medie), a culorii (roșii a) semaforului și a plății taxelor de drum sau parcare.

### **(13) Camere de montate în interiorul vehiculelor de transport public**

Aceste sisteme permit operatorilor de transport public să îmbunătățească securitatea pasagerilor și conducătorilor auto în interiorul vehiculelor, și de asemenea să prevină actele de vandalism. Înregistrările sunt păstrate pentru o perioadă limitată de timp (tipic între o săptămână și o lună).

#### 4.2.3 STI de informare

### **(14) Sistemul de informare în timp real a călătorilor (RTPI, Real Time Passenger Information)**

Folosind dispozitive GPS montate în interiorul vehiculelor de transport public și conectate la un sistem central, sistemele RTPI furnizează în timp real informații privind ora de sosire, timpii de deplasare etc. către călătorii aflați într-un anumit loc, cum ar fi stațiile, dar și prin intermediul paginilor de Internet dedicate, rețelelor de socializare și aplicațiilor pentru telefoanele inteligente.

Din punctul de vedere al planificării călătoriei, este mai importantă furnizarea informației via app sau online, *înainte* ca pasagerul să ajungă în stație (când oricum deja este "captiv" în așteptare, și informația nu îl mai ajută în planificare – decât cel mult să renunțe la călătorie dacă timpul estimat până la sosire este prea lung).

Următorul nivel (de dorit) este integrarea informației la nivel de sisteme de TP (spre exemplu TP urban, TP interurban cu autobuz/autocar, TP feroviar și chiar TP aerian). Aceasta ar conduce la o platformă unică de mobilitate în care călătorul ar putea să își planifice în timp real (sau pentru momente din viitor) călătorii de o complexitate mai mare.

### **(15) Sistemul de ghidare privind parcare**

Sistemul de ghidare privind parcare furnizează în timp real informații cu privire la disponibilitatea spațiilor de parcare prin intermediul aplicațiilor pentru telefoanele inteligente, paginilor de Internet dedicate sau panourilor de afișaj cu mesaj variabil amplasate pe marginea drumului.

Sisteme de ghidare similare pot fi organizate pentru alte resurse legate de mobilitate, spre exemplu pentru stații de încărcare pentru autoturisme electrice (în cazul în care nu există deja aplicații funcționale pentru resursa respectivă – spre exemplu [PlugShare](#)).

### **(16) Sisteme de informare a conducătorilor auto / sisteme de informare meteorutieră**

Sistemele de informare a conducătorilor auto furnizează informații cu privire la condițiile de trafic și meteorutiere, durata deplasării, incidente, devieri și restricții prin intermediul panourilor de afișaj cu mesaj variabil, paginilor de Internet dedicate, rețelelor de socializare și aplicațiilor pentru telefoanele inteligente. Tot aceste informații sunt utilizate și de către furnizorii de servicii de navigare prin satelit.

Sistemele de informare meteorutieră ajută la monitorizarea și prognozarea condițiilor de drum și atmosferice, difuzarea de informații meteorologice către călători, măsuri de control al traficului determinate de condițiile meteo, cum ar fi limitele de viteză variabile, și activitățile fixe și mobile de

întreținere pe timp de iarnă. În combinație cu sistemele AVL și CAD (a se vedea următoarea subsecțiune), acestea pot furniza mijloacele de gestionare în timp real a parcului de vehicule de întreținere pe timp de iarnă.

#### 4.2.4 Alte clase de STI (de management și diverse)

##### **(17) Centrul de management al traficului (TMC)**

Centrele de management al traficului coordonează operațiunile de management al traficului prin intermediul STI. TMC pot fi deținute sau operate de către una sau mai multe agenții și pot îndeplini o serie de funcții, cum ar fi achiziția de date, comandă și control, calcul și comunicații pentru mai multe tipuri de aplicații STI.

##### **(18) Sisteme de taxare electronică a călătoriilor cu transportul public**

Sistemele taxare electronică a călătoriilor permit rezervarea și plata biletelor de călătorie la fața locului sau prin SMS sau prin intermediul aplicațiilor dedicate pentru telefoanele inteligente (sau a paginilor de Internet). Aceste sisteme pot susține și utilizarea cartelelor de călătorie fără contact și introducerea unui bilet unic pentru toate serviciile.

În mod normal introducerea unui sistem de taxare electronică ar trebui să fie realizată împreună cu o reformă a planului de tarifare (în orașele din România încă este majoritar sistemul plății călătoriei "pe îmbarcare" și nu "pe durată").

Pe de altă parte, sistemele de e-ticketing pot furniza informații foarte utile (privind volumele de călători în funcție de zonă, oră, linie etc.) echipelor de la primărie/operator care sunt responsabile cu planificarea serviciului de TP.

##### **(19) Plata prin SMS a parcării**

Având în vedere omniprezența telefonului mobil, nu mai este justificată în ziua de azi amenajarea altor metode de plată depășite (automate, monezi, tichet, agent de parcare etc.), care aduc costuri suplimentare semnificative și ocupă inutil terenul urban (de exemplu automatele pentru parcare). Avantajele plății prin SMS (sau aplicație) sunt indiscutabile (a se vedea ghidul aplicat #5 din prezenta serie "Politici de parcare pentru mobilitate urbană durabilă").

##### **(20) Iluminatul stradal inteligent**

Sistemele inteligente de iluminat stradal au diferite niveluri de aplicații. Acestea cuprind de la sisteme de control de bază al iluminatului și monitorizare a defecțiunilor lămpilor și până la sisteme de iluminat stradal care se adaptează la deplasarea pietonilor, bicicliștilor și autoturismelor.

##### **(21a) Sisteme de management al parcului auto**

Sistemele de localizare automată a vehiculelor (AVL – *automated vehicle location*) și dispecerat computerizat (CAD – *computer aided dispatch*) constituie mijloace de management în timp real al parcurilor auto. Ele pot fi folosite pentru vehicule utilitare, de întreținere a drumurilor, de transport public sau de intervenție.

##### **(21b) Sisteme de gestionare a activelor**

Sistemele de gestionare a activelor se bazează, de regulă, pe GIS și permit înregistrarea și gestionarea căii de rulare a drumurilor (PMS – *pavement management system*), lucrărilor de artă

(BMS – *bridge management system*), mobilierului stradal, iluminatului, drenajului etc. De asemenea, sunt incluse aplicații pentru planificarea, alocarea resurselor și monitorizarea lucrărilor de întreținere.

### **(22) Sistem de management al incidentelor**

Sistemele de management al incidentelor pot reduce efectele ambuteiajelor generate de incidente prin scurtarea timpului de detectare a incidentelor, a timpilor de sosire a vehiculelor de intervenție, precum și a intervalului de restabilire a traficului normal. Sistemele de management al incidentelor utilizează diverse tehnologii de supraveghere, precum și de comunicații extinse și alte tehnologii care facilitează intervenția coordonată în caz de incidente.

Orașele care intenționează introducerea acestora ca parte dintr-un sistem integrat STI ar trebui într-o primă măsură să inițieze discuții cu instituțiile deja implicate în activități conexe (SMURD etc.)

### **(23) Sisteme de management al informațiilor**

Sistemele de management al informațiilor ajută la arhivarea și extragerea datelor generate de toate aplicațiile STI. Sistemele de susținere a deciziilor, informațiile de prognoză și monitorizarea performanței sunt câteva dintre aplicațiile asistate de managementul informațiilor. De asemenea, sistemele de management al informațiilor pot ajuta la planificare, cercetare și managementul siguranței în domeniul transporturilor.

### **(24) Taxarea utilizatorilor drumurilor (RUC – Road user charging)**

Sistemele de taxare a utilizatorilor drumurilor facilitează tranzacțiile de plată a taxelor între utilizatori și agențiile de transport. Taxa poate varia în funcție de nivelul cererii sau de momentul zilei. Alte aplicații includ taxarea pe aglomerație sau pe poluare.

\*

Tabelul 1 de pe următoarea pagină prezintă recomandări orientative pentru adecvarea diverselor clase de STI discutate mai sus pentru orașe de diferite mărimi. Reiterăm recomandarea de a nu decide asupra punerii în operă a unor STI doar pentru că sunt "moderne" / "de ultimă generație".

În mod aparte avertizăm asupra riscului semaforizării excesive a intersecțiilor și trecerilor de pietoni: există multiple cazuri când o administrație locală crede (eventual la recomandarea furnizorilor comerciali de echipamente de semaforizare) că o problemă de trafic se poate rezolva cu semafoare mai performante, când de fapt s-ar putea rezolva mult mai bine eliminându-le cu totul, și (dacă este cazul) reconfigurând intersecția sau / și drumurile adiacente pentru creșterea siguranței rutiere.

Tabelul 1. Recomandări **orientative** privind subsisteme STI adecvate orașelor de diverse mărimi. Adecvarea și viabilitatea trebuie confirmate prin analize și studii, inclusiv referitor la capacitatea instituțională și organizațională, sau la sustenabilitatea financiară a operării/întreținerii.

#	Tip STI sau acțiune suport \ Clasă de orașe	<b>Orașe mici</b> (pop. 45.000...75.000): Reșița, Tulcea, Slatina, Călărași, Alba Iulia, Giurgiu, Deva, Hunedoara, Zalău, Sf. Gheorghe, Bârlad, Vaslui, Roman, Slobozia, Turda, Mediaș, Alexandria.	<b>Orașe medii</b> (pop. 75.000...200.000): Brăila, Arad, Pitești, Sibiu, Bacău, Tg. Mureș, Baia Mare, Buzău, Botoșani, Satu Mare, Rm. Vâlcea, Dr. T. Severin, Suceava, P. Neamț, Tg. Jiu, Târgoviște, Focșani, Bistrița	<b>Orașe mari</b> (pop. >200.000): București, Cluj-Napoca, Timișoara, Iași, Constanța, Craiova, Brașov, Galați, Ploiești, Oradea
1	Reorganizarea / optimizarea rețelei rutiere urbane – funcțional și ierarhic (secțiunea 2.1.1)	Da	Da – critic	Da – critic
2	Planificarea de detaliu (secțiunea 2.1.2) și optimizarea operațională (secțiunea 2.1.3)	Da – critic	Da – critic	Da – critic
3	Resursa umană – echipa STI	1-2 persoane	Serviciu STI 1+3...5 persoane	Divizie STI (eventual în cadrul ADI-T/AMT) 1+4...10 persoane
4	Aspecte interinstituționale	Necesar bună conlucrare inter-instituțională pentru: 8, 9, (eventual 11 cu univ.), 14, 15 (pentru parcaje private), 16, 21. Necesar protocol inter-instituțional funcțional pentru: 10, 12, 13, 17, 22, 23, 24.		
5	Semafoare LED + controlere noi cu monitorizare de la distanță	De luat în calcul	Da (în principiu în combinație cu 6/7)	Da – critic (în principiu în combinație cu cel puțin 6/7)
6	Semafoare acționate ("semafoare cu senzori")	Da (izolate sau/și eventual sincronizate pe artere majore)	Da – critic	Da – critic
7	Semaforizare adaptivă	Nu	Ca alternativă la 6, doar dacă se demonstrează că soluția 6 nu poate rezolva problemele de trafic, și dacă este construit cadrul pentru menținerea în stare perfectă de funcționare a detectorilor.	
8	Prioritate la intersecții pentru vehicule TP / de urgență	De luat în calcul – dacă sunt intersecții / artere foarte aglomerate	Da	Da – critic
9	Sistem de control al traficului urban (UTC)	Nu	De luat în calcul, dacă sunt probleme semnificative de aglomerare la nivelul întregii rețele	Da
10	Supravegherea traficului cu camere CCTV	În principiu nerecomandat	De luat în calcul	Da
11	Contoare de trafic	Nu	Da, dacă există capacitatea instituțională de a analiza și utiliza datele colectate.	
12	Sisteme de supraveghere a respectării regulilor de circulație	De luat în calcul, doar dacă este realizată construcția interinstituțională necesară.	Da, dacă este realizată construcția interinstituțională necesară.	Da, dacă este realizată construcția interinstituțională necesară.
13	Camere de supraveghere montate în interiorul vehiculelor de transport public	Da, în special dacă s-a investit semnificativ în vehicule noi (și există construcția interinstituțională necesară pentru utilizarea probelor).	Da, și trebuie realizată construcția interinstituțională necesară.	Da, și trebuie realizată construcția interinstituțională necesară.
14	Sistemul de informare în timp real a călătorilor (RTPI, Real Time Passenger Information)	Opțional, exclusiv via app – eventual într-un app consolidat cu alte orașe / la nivel regional.	Da, via app.	Da, via app + panouri în stații pentru principalele stații de transfer / sectoare din rețea pe care se suprapun multe rute.
15	Sistemul de ghidare privind parcare	Nu	Recomandat, dacă există multe ( $\geq 3-4$ ) structuri (loturi de parcare cu barieră + parcaje) în zona centrală, via app.	Da, dacă există multe ( $\geq 3-4$ ) structuri (loturi de parcare cu barieră + parcaje) în zona centrală, via app și eventual panouri VMS în puncte critice.
16	Sisteme de informare a conducătorilor auto / sisteme de informare meteorologică	Nu	Ar putea fi luat în calcul, via app.	Ar putea fi luat în calcul, via app / radio.
17	Centru de management al traficului (TMC)	Eventual într-o variantă compactă (o încăpere), în cazul implementării 12 și 13.	Da, adaptat numărului și ariei de acoperire a funcțiilor de management al mobilității.	Da – critic
18	Sisteme de taxare electronică a călătoriilor cu transportul public (e-ticketing; SMS)	Nu (poate fi luată în calcul taxarea prin SMS dacă există mulți călători ocazionali – turiști etc.)	E-ticketing: opțional (dacă tariful este bazat pe durată). SMS: Recomandat.	E-ticketing: Da (cu modificarea schemei de taxare dacă încă este "clasică"). SMS: Da
19	Plata prin SMS a parcarilor	Da	Da – critic	Da – critic
20	Iluminatul stradal inteligent	De luat în calcul	Recomandat	Da
21	Sisteme de management al parcului auto / sisteme de gestionare a activelor	De luat în calcul (dacă majoritatea serviciilor nu sunt externalizate).	Da (dacă majoritatea serviciilor nu sunt externalizate)	Da – critic
22	Sistem de management al incidentelor	Nu	Da, dacă este realizată construcția interinstituțională necesară.	Da, și trebuie realizată construcția interinstituțională necesară.
23	Sisteme de management al informațiilor	De luat în calcul	Da	Da – critic
24	Taxarea utilizatorilor drumurilor (RUC – Road user charging)	Nu	Nu	De luat în calcul, necesită o analiză temeinică.
25	Externalizarea întreținerii (și operării) STI	Recomandată pentru toate subsistemele, în afara cazului în care autoritatea <i>deja</i> deține competențe temeinice în domeniu.		

### 4.3 Echipamente și infrastructura de comunicații

În plus față de premisele discutate în alte secțiuni ale ghidului, din punct de vedere tehnic, există încă o premisă a bunei funcționări a tuturor celor de mai sus. Aceasta constă în existența infrastructurii de comunicații care formează coloana vertebrală a oricărui sistem complex STI și prin care dispozitivele din teren sunt conectate între ele și (dacă este cazul) la centrul de control. Se pot folosi comunicații mobile 4G, alte tipuri de comunicații digitale fără cablu (de ex. rețele MESH sau Wi-Fi) sau rețele IP prin cablu (coaxial, de fibră optică sau o combinație între cele două), în funcție de lărgimea de bandă necesară și disponibilitate.

<b>Soluția STI</b>	<b>Echipamente la fața locului / la distanță</b>	<b>Comunicații</b>	<b>Echipamente centrale</b>
Semafoare LED, controlere de semafor.	Semafoare LED. (opțional) Controlere de semafor compatibile cu planuri variabile / semaforizare acționată etc.	-	-
Controlul local acționat sau adaptiv al semafoarelor	Modul software integrat suplimentar pentru controlerul semaforului. Detectori pentru vehicule.	-	-
Monitorizare de la distanță	Modul integrat în controlerul semaforului sau suplimentar	Mobil 4G/3G sau ADSL	Stație de lucru la utilizator
Sistem central de prioritate pentru transportul public (și/sau vehicule de urgență)	Unități montate în interiorul vehiculelor (urmărire GPS și stare: întârziat sau nu) Controler de semafor.	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Necesită interconectarea sistemelor RTPI și UTC (dacă ultimul există).
Sistem de control al traficului urban (UTC) adaptabil la trafic	Detectarea vehiculelor (pe bază de buclă, suspendat, cu CCTV, laser / radar)	Fibră optică, ADSL sau MESH	Server(e) UTC Stație / stații de lucru de utilizator Perete de afișaj
Supravegherea traficului (CCTV)	Camere, stâlpi	Fibră optică [4G?]	Server(e) CCTV Stație / stații de lucru de utilizator Perete de afișaj
Contoarele de trafic	Detectarea vehiculelor (pe bază de buclă, suspendat, cu CCTV, laser / radar)	Mobil 4G/3G	Stație de lucru de utilizator
Sisteme de supraveghere a respectării regulilor de circulație	Camere ANPR, radare de viteză, camere de detecție video	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server de sistem Stații de lucru de utilizator
Supraveghere în interiorul vehiculelor de TP	Camere și dispozitiv de înregistrare în interiorul vehiculelor	Mobil 4G/3G, MESH, Wi-Fi	Server de sistem Stații de lucru de utilizator Perete de afișaj (opțional)
Sistem de informare în timp real pentru transportul public (RTPI)	Unități montate în interiorul vehiculelor (urmărire GPS și stare) Eventual panouri în stații TP	Mobil 4G/3G	Server(e) RTPI Stație / stații de lucru de utilizator Perete de afișaj (opțional)
Sistem de ghidare în parcare	Contoare de vehicule intrare/ieșire parcare Eventual panouri VMS.	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server(e) Stație / stații de lucru de utilizator

<b>Soluția STI</b>	<b>Echipamente la fața locului / la distanță</b>	<b>Comunicații</b>	<b>Echipamente centrale</b>
Sistemul de informare a conducătorilor auto	Panouri de afișaj cu mesaj variabil (VMS) cu mesaje și/sau pictograme. Utilizator: Dispozitive fixe și mobile.	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server(e) Stație / stații de lucru de utilizator Perete de afișaj
Sistemul de informare meteorologică	Senzori meteo (viteza vântului, temperatură, umiditate, temperatura pavajului)	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server Stație / stații de lucru de utilizator
Centrul de management al traficului (TMC)	Toate cele de mai sus	Toate opțiunile de mai sus	Servelele subsistemelor STI Stații de lucru de utilizator Perete de afișaj
Sisteme de taxare electronică a călătoriilor TP	Utilizator: Cartele / dispozitive mobile. Echipament taxare la bordul vehiculelor TP.	Mobil 4G/3G	Server de sistem Stații de lucru de utilizator
Plata și tarifarea electronică a parcurii	Utilizator: Dispozitive mobile. (opțional) Camere ANPR, senzori în pavaj.	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server de sistem Stații de lucru de utilizator
Iluminatul stradal inteligent	Controler / senzori locali	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server de sistem Stații de lucru de utilizator
Sisteme de management al parcului auto	Unități montate în interiorul vehiculelor (urmărire GPS și stare)	Mobil 4G/3G, MESH	Server de sistem Stații de lucru de utilizator
Gestionarea activelor	Tablete pentru personalul de teren	Mobil 4G/3G	Server(e) Stație / stații de lucru de utilizator
Sisteme de management al incidentelor	Tablete pentru personalul de teren	Mobil 4G/3G	Server de sistem Stații de lucru de utilizator
Sisteme de management al informațiilor	-	-	Servele de date Stații de lucru de utilizator
Taxarea utilizatorilor drumurilor (RUC)	Camere ANPR, unități OBU (on-board unit), antene, portaluri	Mobil 4G/3G, Fibră optică, ADSL sau MESH	Server de sistem Stații de lucru de utilizator

Până la ora actuală, după cum se discută și în alte locuri în ghid, o rețea de bandă largă prin cablu de fibră optică este încă considerată a fi "de preferat" uneia wireless pentru un sistem UTC complex care include și CCTV. Cu toate acestea, recomandăm realizarea unei analize de opțiuni la momentul pregătirii unui asemenea proiect, care să ia în calcul și tehnologiile de comunicații wireless – așa cum vor fi avansat ele la momentul realizării analizei.

#### 4.4 Exemplu de implementare integrată în pași

În această secțiune se prezintă un exemplu de abordare pentru implementarea unui STI integrat în principal privind funcțiile legate de controlul traficului prin semaforizare. O asemenea soluție STI integrată poate fi implementată în mai mulți pași mici, în măsura în care echipamentele, aplicațiile software și metodele de comunicații se pot extinde atât prin adăugarea de funcționalități cât și ca volum, pe baza aceleiași platforme standardizate, în modalitatea definită de arhitectura STI.

Este posibil ca un oraș să aibă semafoare prea puține sau amplasate la o distanță prea mare unele de celelalte (>1 km) pentru a beneficia de pe urma controlului și coordonării zonale adaptive centralizate. Dacă semafoarele se află la distanță mare unul de celălalt, grupurile de vehicule care pleacă de la linia de oprire la culoarea verde a semaforului se dispersează și apar ca sosiri aleatorii la semaforul următor. Dispersarea grupului de automobile și sosirile aleatorii sporesc gradul de incertitudine al calculului decalajului optim pentru propagarea culorii verzi. Acolo unde semafoarele sunt izolate și situate la distanțe mari unele de celelalte, este mai adecvată utilizarea metodelor locale acționate sau adaptive (de ex. MOVA, LHOVRA sau SPOT). În acest caz, se modifică doar temporizarea intersecțiilor la nivel local, în funcție de cererea de trafic locală în timp real.

Dacă între timp, și în cazul în care acest lucru este temeinic justificat, primăria semaforizează mai multe intersecții sau treceri de pietoni pe conexiunile lungi dintre semafoarele inițiale, există posibilitatea înlocuirii sistemului central de monitorizare de monitorizare de la distanță cu un sistem UTC adaptabil în funcție de trafic (SCATS, SCOOT, UTOPIA etc.).

Majoritatea sistemelor UTC adaptabile în funcție de trafic se bazează pe comunicații continue între controlerul de semafor și serverele centrale pentru a colecta aproape în timp real date privind cererile de trafic utilizate în regimul central adaptabil la trafic pentru a se decide temporizarea semaforului următor. Lărgimea de bandă de comunicații necesară între controlerul de semafor și sistemul central pentru UTC este mică în comparație cu cea necesară pentru fluxul video al CCTV, astfel încât se pot utiliza metode wireless (de ex. MESH) sau o rețea mixtă, alcătuită dintr-un grup de semafoare interconectate prin wireless și o conexiune cu centrul printr-un circuit backhaul de fibră optică.

O rețea de bandă largă prin cablu de fibră optică sau ADSL este soluția de preferat pentru un sistem UTC, întrucât o rețea pe bază de cablu este mai sigură și are o capacitate mai mare de revenire la funcționarea normală comparativ cu o rețea prin radio cu aceeași lărgime de bandă. O rețea de fibră optică este adecvată în special în situațiile în care în intersecții sunt instalate atât controlere de semafoare UTC cât și camere CCTV care trebuie să comunice cu serverele centrale în cadrul unui sistem integrat de management al traficului. Camerele CCTV de supraveghere din intersecții necesită o lărgime de bandă pentru comunicații mai mare decât UTC. Este posibil ca o rețea ADSL să nu asigure o lărgime de bandă suficientă pentru CCTV sau pentru CCTV și UTC care funcționează pe aceeași linie.

Intersecțiile semaforizate noi sau modernizate trebuie să utilizeze semafoare LED cu consum redus și grad mare de fiabilitate. Controlerul de semafoare izolate pot fi modernizate sau înlocuite pentru a funcționa în modul local adaptabil la trafic. Aceste noi controlere de semafor pot fi monitorizate și timpii de funcționare a semafoarelor pot fi actualizați centralizat, prin adăugarea unui sistem central de monitorizare de la distanță pe un computer central care utilizează o conexiune dial-up de comunicații de date (4G/3G/GSM).

Acest tip de acces permite raportarea erorilor controlerului către centru, precum și modificarea de la centru a planurilor și orarelor semafoarelor care sunt descărcate și stocate local la nivelul controlerului. Ceasul controlerului poate fi sincronizat la o sursă comună, ceea ce îi permite apoi controlerului să funcționeze în modul de interconectare fără cablu cu alte controlere de semafor dintr-o anumită regiune sau de pe un coridor rutier. Sincronizarea timpului controlerelor semafoarelor permite aplicarea de decalaje precise între controlerul învecinate din același grup de intersecții interconectate.

Prin adăugarea de dispozitive de detectare a vehiculelor în amonte pe fiecare cale de apropiere a unui controler compatibil izolat de semafor de intersecție, se poate realiza funcționarea în mod local adaptabil la trafic, optimizându-se durata ciclului la nivelul intersecției și timpii divizați de culoare verde ca reacție la cererea de trafic.

După cum s-a arătat în secțiunea 3.1, pentru un sistem UTC centralizat adaptabil la trafic pot fi necesare puncte și echipamente de detectare a vehiculelor diferite de cele utilizate pentru metodele locale adaptabile la trafic. De exemplu, MOVA (metodă adaptivă locală) utilizează detecția numai în amonte de linia de oprire, în timp ce SCOOT (metodă centralizată adaptabilă la trafic) folosește detecția la ieșirea din intersecția precedentă.

În paralel cu intervențiile care vizează echipamentele de control al traficului, pot fi introduse și intervenții la nivelul infrastructurii de comunicații, cum ar fi o rețea de fibră optică la nivelul întregului oraș. Această rețea poate avea utilizări multiple, cum ar fi pentru sistemele CCTV de siguranță publică și supraveghere a traficului și, eventual, pentru un serviciu Wi-Fi public. În paralel, se poate dezvolta și un centru de control al traficului, pornind de la o stație de lucru PC conectată prin dial-up și ajungând până la un centru de control cu utilizatori multipli din rândurile factorilor interesați din domeniul traficului și transporturilor, care să concentreze toate aspectele legate de trafic și deplasare în interiorul zonei metropolitane.

Arhitectura UTMC prezentată în schema de mai jos corespunde unui exemplu de platformă STI deschisă. Datele provenite de la aplicațiile subsistemelor individuale ale STI sunt combinate în cadrul unei baze de date comune a sistemului. Operatorii de la centrul de control pot monitoriza și controla sistemul (și subsistemele componente) prin intermediul unei interfețe grafice de utilizator comune.

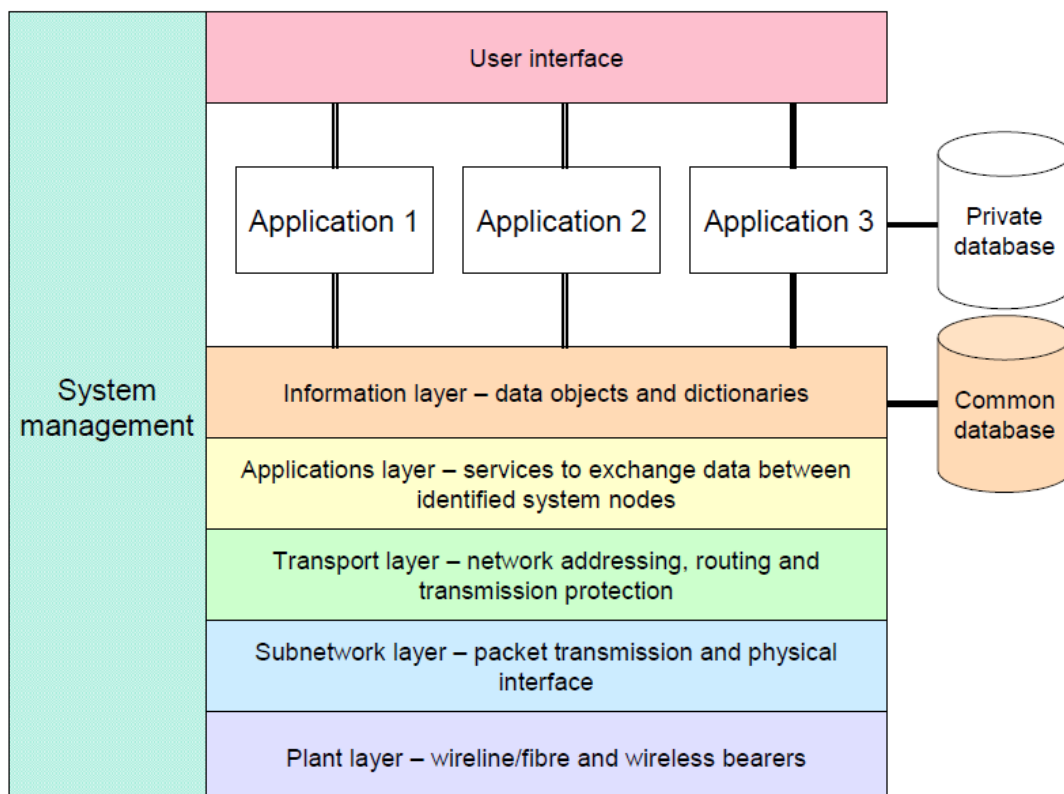


Figura 1. Exemplu de arhitectură TSI integrată cu o bază de date comună (sursa: UTMC-TS003.003:2009 UTMC Framework Technical Specification)

De asemenea, există platforme STI individualizate, dezvoltate de furnizori, care folosesc interfețe bazate pe standarde deschise (de ex. DATEX 2) și standarde din industrie (XML), cum ar fi Swarco OMNIA. Deși aceste tipuri de platforme STI oferă o experiență consecventă utilizatorului și integrare, pot limita în oarecare măsură alegerea echipamentelor provenite de la alți furnizori care pot fi conectate.

**Un STI integrat** este unul în care un subsistem funcțional (sau o aplicație) a STI furnizează date care vin în sprijinul altui subsistem al STI. De exemplu: Un subsistem GPS de urmărire a vehiculelor de transport public (de management al parcului auto sau de informare în timp real a călătorilor) transmite aproape în timp real poziția autobuzelor care ajung la anumite puncte prestabilite de declanșare a priorității pentru autobuze, aflate în amonte de semafoare. Aceste date de declanșare la trecerea autobuzului sunt transmise subsistemului UTC adaptiv în funcție de trafic, care apoi poate extinde sau anula lumina verde pentru autobuze. Apelurile pentru prioritate la semafor pot fi activate numai pentru vehiculele aflate în întârziere (relativ, desigur, la un plan de operare care nu are intrinsec planificate întârzieri).

Pe de altă parte, din punctul de vedere al utilizatorului final ("consumatorul de mobilitate"), **un STI integrat este unul care oferă utilizatorului soluții integrate de mobilitate**, constând în oferirea **în timp real** a multiple alternative integrate pentru întreaga deplasare a utilizatorului (cf. conceptului MaaS; a se vedea spre exemplu "[The rise of mobility as a service](#)").

## 5 Analiza situației existente

---

Dintre toate intervențiile prezentate în capitolul 4 (și sintetizate în Tabelul 1 ca funcție de dimensiunea orașelor) trebuie alese acelea a căror necesitate și utilitate este confirmată prin diversele metode de analiză a situației existente. Trebuie evitată propensiunea de a investi în anumite soluții STI doar pentru că sunt "de ultimă generație" sau "trendy / la modă".

În acest sens, ca prim pas este necesară o înțelegere a problemelor de trafic și mobilitate existente la nivelul orașului sau conurbației și, pe cât posibil, o cuantificare a acestor probleme pe bază de KPI (indicatori cheie de performanță) sau parametri cum ar fi: timpul de întârziere pe intersecție, statisticile de siguranță rutieră, indicatori de distribuție modală (pentru diversele clase de populație și diversele tipuri de călătorii), indicatori de calitate a mediului etc. Pe baza unei astfel de înțelegeri aprofundate a problemelor și dificultăților, de preferat până la nivel de coridoare sau intersecții concrete, se pot propune ulterior intervenții STI corespunzătoare.

Situația actuală în ceea ce privește traficul, precum și utilizarea STI pentru susținerea controlului traficului și mobilității într-o zonă urbană va fi, probabil, cunoscută de primărie fie neoficial, fie oficial, în forma consemnată de PMUD sau de alte studii de trafic sau de transport comandate de primărie sau de alți actori instituționali.

Recomandăm utilizarea următoarelor două instrumente discutate în PCMG2<sup>8</sup>:

---

<sup>8</sup> [European Commission - Aid Delivery Methods - Volume 1 - Project Cycle Management Guidelines \(2004\)](#)

- (a) **Matricea de analiză a factorilor interesați** ("stakeholder analysis matrix") și celelalte metode menționate în secțiunea 5.2.2 (diagramele Venn și de tip păianjen) – acestea sunt esențiale având în vedere complexitatea instituțională inerentă oricărui proiect STI;
- (b) Construcția unui "**arbore al problemelor**" (secțiunea 5.2.3) și apoi transpunerea sa într-un "**arbore al obiectivelor**" (secțiunea 5.2.4).

(c) **Analiza decalajelor** ("gap analysis") presupune identificarea STI (echipamente, infrastructură, centru sau centre de control, personal de exploatare, personal de întreținere etc.) anticipate pentru o susținere optimă a mobilității urbane în momentul de față și în viitor (spre exemplu, pe orizontul PMUD). Apoi, acestea se compară direct cu situația existentă la ora actuală. Diferențele dintre situația anticipată și cea actuală sunt consemnate de analiza decalajelor.

(d) **Analiza SWOT** aplicată pentru STI ar putea evidenția următoarele:

Puncte tari privind avantajele, capacitățile, politicile disponibile:

- Viziunile pe termen lung asupra STI;
- Infrastructura existentă care poate încorpora / susține introducerea STI (de ex. alimentare cu energie electrică, comunicații);
- Infrastructura STI deja existentă și care funcționează bine;
- Capacitatea instituțională (dacă există deja instituții implicate în studii STI, spre exemplu universități locale sau din centrul de regiune);
- Gradul de maturitate a altor intervenții (de exemplu privind infrastructură rutieră sau reînnoirea materialului rulant pentru TP etc.);
- Cadrul legislativ și de reglementare existent.

Puncte slabe privind dezavantaje, lipsuri de capacități, politici etc. (de regulă, toate punctele tari posibile pot fi puncte slabe în alte circumstanțe și invers):

- Lipsa de viziune (interesul exclusiv pentru soluții pe termen scurt / ușor de realizat);
- Lipsa infrastructurii existente care să poată încorpora / susține introducerea STI;
- Infrastructura STI deja existentă și care nu funcționează bine;
- Lipsa capacității instituționale (sub aspectul managementului resurselor umane și al cunoștințelor);
- Necesitatea unor schimbări de cadru legislativ (pentru care, de regulă, este nevoie de mult timp).

Oportunități sub aspectul impactului general asupra mobilității, mediului și calității vieții:

- Optimizarea utilizării suprafeței drumului, care oferă spațiul necesar pentru construirea / extinderea / îmbunătățirea TNM (de ex., piste pentru biciclete, trotuare mai largi) sau TP (de ex. benzi dedicate transportului public, benzi speciale de preselecție în intersecție pentru vehiculele de transport public);

- Reducerea volumelor de trafic prin redirectionarea traficului din zona centrală a orașului (și tranzitarea, dacă este cazul) prin variante, inele și centuri ocolitoare;
- Stimularea utilizării transportului activ și transportului public (prin implementarea măsurilor de prioritate pentru TP);
- Îmbunătățirea siguranței prin implementarea de intervenții de calmare a traficului;
- Îmbunătățirea calității aerului și a vieții urbane în ansamblu (prin contribuția tuturor măsurilor enumerate mai sus).

Amenințări, respectiv obstacolele instituționale, sociale, tehnice sau financiare care blochează intervențiile STI:

- Lipsa de cooperare instituțională;
- Rezistența față de schimbare;
- Soluțiile incompatibile;
- Costul implementării, exploatării și întreținerii.

De exemplu, este posibil ca municipalitatea să fi investit într-o infrastructură de rețea de fibră optică de bandă largă, dar aceasta să nu fi fost folosită pentru a conecta stațiile externe ale STI (de ex., controlerele de semafoare, CCTV, echipamentul de teren pentru detectarea vehiculelor) la un sistem central sau la un centru de control al traficului. Existența rețelei de fibră optică și a echipamentelor STI de teren, în măsura în care acestea sunt moderne și nu sunt uzate moral, va conta ca punct tare. Faptul că ele nu sunt coordonate centralizat, va conta ca punct slab. Potențialul de implementare a unui sistem de control al traficului va fi o oportunitate. Dacă nu există nicio instituție municipală responsabilă cu gestionarea traficului și transportului, ci mai multe instituții separate cu viziuni diferite, dacă nu există capacitate tehnică sau buget de finanțare, aceste aspecte vor constitui amenințări.

Este de așteptat ca o primărie care pornește cu semafoare izolate și învechite să vadă mai multe puncte slabe și oportunități decât în cazul în care ar pleca de la zero. Această ultimă situație poate fi privită ca pozitivă și pentru că nu există sisteme STI, care ridică probleme de migrare care ar putea fi privite ca amenințări.

Cât privește analiza situației existente privind efectiv operațiunile de trafic existente în zona urbană, și în mod special funcționarea semaforizării recomandăm (e) **construcția unei metodologii care urmează etapele practice descrise în STM2**. În acest sens indicăm următoarele jaloane:

- Definirea mediului de operare, a utilizatorilor și a priorităților este primul pas important, iar întrebările aferente acestui proces sunt sintetizate în tabelul de la pagina 3-5 din STM2.
- Culegerea datelor (precum și prezentarea și interpretarea acestora) este tratată în secțiunea 3.3, la pagina 3-11 fiind prezentat un set amplu de date care ar trebui luate în considerare.
- Tranziția între situația existentă și situația proiectată este realizată cu ajutorul obiectivelor operaționale și a măsurilor de performanță discutate în secțiunea 3.4.

La momentul analizei situației existente este important să se țină seama de alte intervenții premergătoare, paralele sau cu același orizont de timp ca sistemul STI propus, care vor interacționa pozitiv sau negativ cu implementarea proiectului de STI și îndeplinirea obiectivelor acestuia, cum ar fi:

- Proiecte majore de infrastructură rutieră (inele sau centuri ocolitoare) – care ar schimba fundamental tiparele de trafic din zona urbană, dar care oferă oportunități semnificative pentru realocarea spațiului carosabil rămas disponibil după relocarea unor importante fluxuri de trafic (de tranzit și de trecere) către utilizări mai durabile – piste de biciclete, benzi dedicate TP, trotuare și spații pietonale mai generoase.
- Investiții în magistrale de comunicații (rețele de fibră optică)
- Reînnoirea parcului auto de transport public (TP) inclusiv a echipamentelor de la bord.

Pe parcursul analizei situației existente, este deosebit de important să se țină seama și de următoarele **aspecte cruciale** care vor defini **succesul intervențiilor STI**:

### Integrarea sistemelor

Implementarea de soluții de sine stătătoare sau incompatibile poate părea avantajoasă financiar (și mai simplu instituțional) pe termen scurt, dar se poate dovedi dezastruoasă pentru viitorul unei intervenții mai ample, compromițându-i posibilitățile de extindere și interoperabilitatea.

### Întreținerea

Cerințele de întreținere ale sistemelor diferă semnificativ de cele ale infrastructurilor și bunurilor capitale mai puțin complexe. Spre exemplu, în timp ce drumurile pot fi folosite și dacă nu sunt întreținute corespunzător, un sistem prost STI întreținut își pierde funcționalitatea, iar capacitatea sa de funcționare se deteriorează.

### Cooperarea instituțională

Integrarea sistemelor necesită un oarecare grad de integrare operațională. La nivelul unui oraș, aceasta înseamnă că diferitele instituții trebuie să coopereze în permanență, unindu-și forțele pentru a spori la maximum beneficiile implementării STI.

### Resursa umană

Exploatarea cu succes a unui STI necesită și o investiție în resursele umane, sub aspect numeric și al volumului de cunoștințe. Pentru ca un STI să funcționeze, este nevoie de personal de exploatare și întreținere competent, iar primăria trebuie să se implice în asigurarea și retenția acestei resurse.

## **6 Strategia, arhitectura de sistem și planul de acțiune STI. Analiza opțiunilor**

Pentru rezultate optime, STI trebuie să se implementeze în mod structurat și bine planificat. Astfel, planificarea STI trebuie să urmeze un proces care include o **strategie STI** și o **arhitectură a STI** specifice fiecărui oraș în parte. Ca urmare a acestui proces, orașul dobândește un cadru documentat de obiective și un program al intervențiilor STI care poate fi ulterior implementat într-un mod controlat.

## 6.1 Strategia STI

Se recomandă ca primăria să elaboreze o Strategie STI pornind de la nevoile și aspirațiile sale specifice. Strategia STI trebuie să prezinte opțiuni STI capabile să:

- atenueze problemele de trafic și mobilitate cunoscute sau anticipate;
- să permită capitalizarea maximă a oportunităților privind stimularea transportului activ (nemotorizat) și transportului public, îmbunătățirea calității vieții urbane, precum și privind utilizarea mobilității în contextul redefinirii tiparelor de dezvoltare spațială în zona urbană sau metropolitană etc.

Strategia STI trebuie să prioritizeze intervențiile STI și să prezinte orice intervenții STI cu efect pozitiv rapid ("Quick wins"), care pot fi aplicate pe termen scurt cu minimum de efort, cost și impact instituțional. E posibil ca o intervenție STI de mică amploare, care implică un singur factor interesat din domeniul traficului sau transporturilor, să ofere beneficii remarcabile relativ la costuri.

Intervențiile STI trebuie să fie analizate sub aspectul costurilor pe întregul ciclu de viață, incluzând costurile anuale de exploatare și întreținere. Având în vedere că ritmul schimbărilor tehnologice se accelerează constant, se constată că ciclul de viață al echipamentelor și aplicațiilor software pentru STI se scurtează. În trecut un computer central de sistem de control al traficului avea un ciclu de viață specificat de 10 până la 15 ani. Lucrurile nu mai stau astfel, întrucât nevoile de întreținere și asistență avansează și sunt greu și costisitor de păstrat pentru sisteme și echipamente mai vechi. Ca atare, este important să se specifice soluții STI bazate pe standarde, care să ofere o cale de migrare pentru modernizarea funcțională prin adoptarea noilor echipamente și aplicații software care devin disponibile, pe măsură ce cele inițiale sunt declarate depășite din punctul de vedere al posibilităților de întreținere.

Strategia STI trebuie privită ca un document „viiu”, care se actualizează (ideal) an de an. Astfel, se va ține o evidență a intervențiilor STI implementate împreună cu rezultatele lor, iar potențiale noi intervenții STI trebuie reevaluate pentru a se alcătui lista revizuită de priorități.

## 6.2 Arhitectura STI

**Arhitectura unui sistem** privește organizarea fundamentală a sa: a funcționalității sale, a componentelor sale, a funcționării acestora și a relației între ele însele și cu mediul exterior, precum și principiile privind concepția, proiectarea și evoluția în timp a sa (a sistemului).

Există exemple de practici necorespunzătoare în care un sistem STI de bună calitate a fost introdus pe bucăți într-un oraș fără să se țină seama de planul de implementare de ansamblu sau de arhitectura STI. Într-un astfel de caz, nu se poate verifica dacă tehnologia instalată îndeplinește cerințele funcționale definite ale subsistemelor individuale sau dacă are vreo contribuție la realizarea unui STI integrat.

Deși este posibil ca fiecare element sau subsistem al STI să funcționeze corespunzător în sine, dificultățile apar atunci când se încearcă schimbul sau combinarea de date pentru a influența strategiile operaționale sau pentru a le pune la dispoziția unei alte aplicații în vederea informării publicului călător. Un exemplu ar fi diferitele sisteme care asigură servicii de monitorizare a transportului public și taxare a călătorilor, care duc la dispozitive multiple montate la bord și

receptoare GPS dublate instalate pe vehicule, fără ca vreunul să fie compatibil cu un subsistem de acordare a priorității la semafor transportului public.

O **platformă integrată** oferă avantajul unei funcționări, asistențe tehnice și întrețineri eficiente a sistemului, atât utilizatorii cât și personalul de întreținere fiind obișnuiți cu un sistem unificat, în loc de soluții hardware și software multiple, care nu comunică informații intern sau în exterior, către public.

O **arhitectură STI** trebuie să țină seama de cele trei elemente principale ale unei soluții STI complete:

- Centrul de control – interfață de utilizator, stocare și diseminare de date;
- Comunicațiile – infrastructura comună de comunicații de date;
- Sistemele aferente stațiilor "externe" aflate la fața locului în diverse puncte în zona urbană sau online.

Este important să se specifice metode de comunicații (de ex., IP) bazate pe standarde deschise consacrate și standarde deschise proprii domeniului (de ex. DATEX2, UTMC etc.) pentru a se asigura o protecție optimă a investiției în viitor față de schimbările tehnologice rapide. Standardele deschise trebuie să le permită viitorilor furnizori să ofere echipamente sau servicii compatibile atunci când sistemele inițiale își încheie ciclul de viață sau când anumite echipamente devin uzate moral.

Adesea, STI urbane deservește utilizatori sau factori implicați multipli din domeniul traficului și transporturilor. De exemplu, un sistem de management al traficului (controlul traficului urban sau UTC) poate fi operat de primărie sau de poliția rutieră. Un sistem de management al parcului auto de transport public sau de informare în timp real a călătorilor (RTPI) poate fi operat de operatorul de transport public. Un sistem VMS de ghidaj în parcare poate fi operat de departamentul de administrare a parcarilor din cadrul primăriei.

**Toate aceste sisteme trebuie integrate pentru a interacționa și a schimba date între ele.**

Prioritatea pentru transportul public la semafoare se bazează pe schimbul de date între sistemul de transport public și sistemul de management al traficului. Panourile VMS de ghidaj în parcare se pot utiliza și în alte scopuri decât afișarea locurilor libere din parcare și indicarea direcției, dacă sunt integrate cu sistemul de management al traficului (de exemplu, în cazul în care se produce un incident, pe ele se pot afișa informații privind rutele ocolitoare pentru conducătorii auto).

Centrele de control pot fi operate de diferite departamente ale primăriei sau de un operator / entitate adiacentă primăriei. Schimbul de date le permite centrelor de control să acționeze în cazul unor evenimente aflate în afara controlului lor imediat.

În concluzie, este recomandat ca în echipa-nucleu STI (sau în echipa de consultanță care elaborează strategia STI) să fie cooptat și un **arhitect de sistem**, preferabil cu experiență în concepția arhitecturii unor sisteme informatice complexe.

### 6.3 Analiza opțiunilor

Ca pentru oricare program sau proiect, analiza opțiunilor joacă un rol esențial în pregătirea temeinică a strategiei STI. La momentul elaborării strategiei este important să fie analizate clasele de opțiuni privind opțiunile strategice sau de nivel înalt. Pentru intervențiile STI individuale, este

probabil să existe unele soluții tehnice alternative (care vor fi alese la momentul elaborării SF pentru componenta respectivă, sau chiar în etapa de achiziție a sistemelor), însă strategia STI trebuie să dicteze preferințele funcționale.

Opțiunile trebuie evaluate ținând seama de costurile întregului ciclu de viață, inclusiv de cele aferente serviciilor de asistență și întreținere, ținând însă cont de viteza de evoluție a tehnologiei și în consecință de durata realistă de viață a diverselor componente.

Opțiunile existente trebuie evaluate și punctate în funcție de atributele lor de funcționalitate și performanță care corespund arhitecturii STI definite și de contribuția la îndeplinirea strategiei STI.

Analiza opțiunilor va investiga opțiuni din clase de opțiuni precum cele privind:

- Centrul de control – instituții implicate, dimensiuni, amplasare, amenajare, construcție nouă / spațiu existent; găzduire de date local vs. în cloud etc.;
- Zona de control UTC – delimitare, regiuni UTC, coridoare de transport public, intersecții / subrețele periferice;
- Metodele de control a semaforizării – centralizat / izolat, cu timp fix / acționat / adaptiv;
- Detectarea vehiculelor – buclă inductivă / dispozitive suspendate sau de alt tip;
- Rețeaua de comunicații – fibră optică / wireless, privată / închiriată;
- Platformele STI integrate – funcțiile de bază și potențialele sisteme deschise și integrate;
- Opțiunile privind întreținerea – competențele locale, asistență tehnică din partea furnizorului disponibilă în țară;
- Prioritate pentru transportul public – rutele sau coridoarele, tipul de prioritate etc.

#### 6.4 Planul de acțiune STI. Proiectele de implementare a STI.

Strategia STI trebuie să furnizeze un plan de acțiune, care să includă soluțiile cu efecte pozitive rapide sub aspectul proiectelor care pot fi implementate fără a fi nevoie de mari eforturi de investiții, planificare sau schimbări instituționale ("Quick wins"). Planul de acțiune trebuie să enumere intervențiile STI propuse în funcție de prioritatea la implementare și axele cronologice care conduc la îndeplinirea obiectivului strategic ultim. Arhitectura STI joacă, de asemenea, un rol esențial în direcționarea proiectelor individuale către îndeplinirea părților care le revin din soluția STI integrată.

O soluție STI integrată poate fi implementată în mai mulți pași mici doar în măsura în care echipamentele, aplicațiile software și metodele de comunicații se pot extinde atât prin adăugarea de funcționalități cât și ca volum, pe baza aceleiași platforme standardizate, în modalitatea definită de arhitectura STI. Așa cum se poate vedea în exemplul de program de mai jos, o primărie poate implementa intervențiile STI de bază pe etape, de jos în sus, în funcție de bugetul local și de condiționările de timp.

Pe tot parcursul programului de implementare a STI, este important să se aibă în vedere arhitectura STI, care rămâne constantă în toate fazele intermediare ale implementării, până la soluția STI finală integrată. Dacă se respectă această disciplină, fiecare intervenție STI individuală completează o parte din ansamblul puzzle-ului arhitecturii STI.

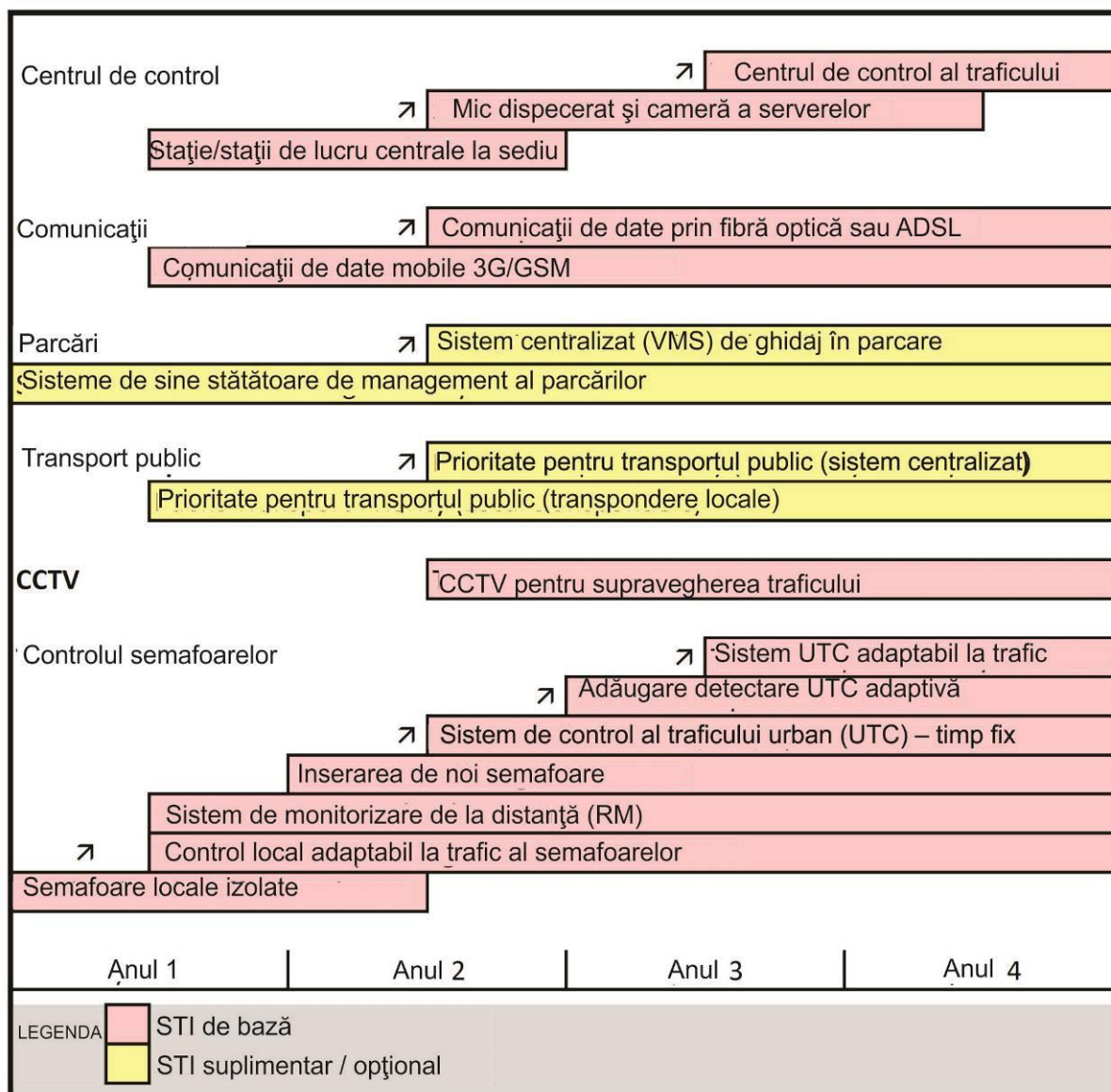


Figura 2. Exemplu de implementare ierarhică, în etape, a STI

## 7 Planificarea în vederea optimizării exploatarei și întreținerii

### 7.1 Bazele planificării

Baza achizițiilor pentru STI o constituie, în general, produsele și aplicațiile software standard din domeniu, care sunt apoi adaptate și configurate pentru a răspunde nevoilor specifice ale fiecărui oraș.

Cu excepția produselor STI individuale (cum ar fi senzorii, semafoarele, camerele video etc.), sistemele și aplicațiile software STI nu pot fi cumpărate, pur și simplu, de pe raft, instalate și puse în funcțiune. Fiecare aplicație software pentru STI necesită un anumit grad de individualizare și configurare de către furnizor pentru a funcționa corespunzător cerințelor specifice ale fiecărui oraș, rețelei orașului, numărului și amplasării stațiilor STI externe (senzori, semafoare etc.). Chiar și sistemele adaptive de control al traficului cu un grad ridicat de automatizare, care își actualizează

modelele de trafic și temporizarea semafoarelor în funcție de traficul măsurat, necesită introducerea de date, configurare și validare pentru a funcționa corespunzător în oraș.

Cerințele specifice orașului și utilizatorilor trebuie transmise potențialilor furnizori STI prin intermediul unui caiet de sarcini detaliat pentru sistem. Adaptarea și configurarea STI, în special a sistemelor de management al traficului, reprezintă o componentă de cost semnificativă în cursul instalării inițiale a sistemului, dar și pe parcursul ciclului de viață al acestuia, pentru adaptarea la schimbările permanente ale rețelei fizice și ale tiparelor de mobilitate. Acest lucru este necesar pentru întreținerea și actualizarea corespunzătoare a sistemului și pentru a facilita adăugarea de noi stații STI externe (noi intersecții semaforizate, noi vehicule introduse în flota de TP) sau modificarea celor existente pentru a corespunde modificării și dezvoltării în timp a infrastructurii de transport a orașului.

Strategia și arhitectura STI vor lua în calcul costurile și resursele necesare exploatarei, precum și elementul de furnizare și instalare inițială. Exploatarea și întreținerea în cele mai bune condiții vor depinde de complexitatea sistemelor și de volumul de intervenție umană necesar pentru asigurarea performanțelor optime. O soluție STI integrată va implica, probabil, utilizatori și factori interesați din diferite departamente și instituții publice. Angajarea acestor instituții în organizarea și crearea unui organism care să se ocupe de exploatarea și întreținerea STI este la fel de importantă ca alegerea soluțiilor STI.

## 7.2 Planificarea instituțională și a resurselor umane

Înainte de a trece la achiziționarea STI, primăria trebuie să urmeze calea trasată de Strategia STI pentru a contacta factorii interesați și a obține acordul și susținerea viitoare a acestora pentru proiecte. Un grad ridicat de cooperare instituțională încă din fazele de început are cele mai mari șanse să conducă la un acord în ceea ce privește nivelurile de integrare a sistemului și, ulterior, în privința schimbului de informații, exploatarei și întreținerii.

Planificarea instituțională este esențială pentru succesul integrării STI – iar în acest sens pentru fiecare componentă majoră a sistemului STI ar putea fi construită o matrice în care pe coloane să fie indicați toți actorii instituționali implicați, iar pe rânduri să fie indicate angajamentele / obligațiile fiecărui partener cu privire la:

- alocarea personalului (part time / full time / responsabil coordonare);
- asigurarea bugetului operațional (cota de finanțare suportată de fiecare);
- responsabilitățile operaționale ale fiecărui partener.

### 7.2.1 În faza de proiectare – achiziție – implementare

Primăria trebuie să înființeze o unitate de implementare a proiectului (UIP), care să aibă în componență persoane care să acționeze în calitate de beneficiar pentru studiile STI, achiziția și punerea în funcțiune a STI și exploatarea și întreținerea ulterioară a STI. Aceste persoane nu trebuie neapărat să fie de la început specialiști în STI (deși ar fi de preferat), ci pot beneficia de formare pentru a dobândi cunoștințele necesare luării deciziilor privind investițiile în STI. UIP poate fi asistată de consultanți STI de specialitate, care trebuie însă să fie independenți de sistemul comercial al furnizorilor de sisteme și prestatorilor de servicii de întreținere.

De asemenea, recomandăm administrațiilor locale să investigheze rolul potențial (inclusiv prin cooptarea contractuală în proiect) al universităților locale (sau din centrul de regiune, sau din cel mai apropiat oraș în care se află un departament universitar cu preocupări în domeniul transporturilor inteligente sau chiar IT în general), acestea putând să ofere un sprijin valoros pentru îmbunătățirea competențelor primăriei în domeniul STI.

Ideal ar fi ca UIP să includă specialiști din toate instituțiile care vor exploata și întreține în final STI, ca apoi STI integrat să pună la dispoziția fiecăreia dintre aceste instituții instrumentele tehnologice necesare pentru a putea conlucra și coopera mai eficient.

Este probabil ca resursele antrenate de UIP să atingă nivelul maxim în perioada de achiziție, implementare, punere în funcțiune și recepție. UIP poate desemna un reprezentant al beneficiarului și un manager de proiect extern, însă UIP va răspunde de:

- aprobarea studiilor sau proiectelor aferente;
- achiziția publică pentru selectarea furnizorului preferat;
- aprobarea proiectelor furnizorului, a testelor de recepție la fabrică, a testelor de recepție pe șantier, formarea utilizatorilor de către furnizor, aprobarea documentației furnizorului și a planurilor conforme cu execuția.

### 7.2.2 În faza de exploatare – întreținere

Pentru faza de exploatare și întreținere, se poate alege dintre mai multe alternative, în funcție de:

- gradul de pregătire la nivel instituțional;
- cadrul de reglementare; și
- fondurile disponibile.

Orașele cu instituții participante care dispun de capacitatea tehnică și organizatorică de exploatare și întreținere a STI (care așadar sunt considerate a fi pregătite la nivel instituțional) pot atribui UIP exploatarea și întreținerea pe termen lung a sistemului sub forma unei unități în cadrul uneia dintre instituțiile-mamă sau sub forma unei unități interinstituționale.

Aceeași soluție se poate aplica și în cazul în care cadrul de reglementare nu permite exploatarea STI de către entități private (de exemplu în cazul sistemelor de supraveghere a respectării regulilor de circulație etc.) În această situație, rolul UIP se poate prelungi și în faza de exploatare și întreținere.

Pe de altă parte, dacă instituțiile participante nu dispun de capacitatea necesară (la ora actuală aceasta fiind situația pentru vasta majoritate a orașelor din România), soluția de preferat o constituie subcontractarea cu entități private a ambelor activități sau doar a celei de întreținere. În acest caz, există următoarele opțiuni, în funcție de cadrul de reglementare:

- O entitate privată se ocupă atât de exploatare, cât și de întreținere – UIP se poate dizolva (presupunând că nu au mai rămas – pentru viitorul apropiat – proiecte de implementat din Strategia STI) sau se poate ocupa (într-o formulă restrânsă) de managementul contractului în numele autorității contractante. Această abordare corespunde implementării proiectului în regim DBO (design-build-operate, proiectare-construcție-operare).

- Primăria (sau ADI-T / AMT) se ocupă de exploatare (eventual, prin intermediul UIP) și încheie un contract pentru întreținere cu o entitate privată.
- O entitate privată și primăria înființează împreună o societate cu destinație specială (SPV – *special purpose vehicle*) responsabilă cu exploatarea și întreținerea sistemului pe durata ciclului de viață al acestuia. Astfel, primăria poate depăși piedicile legale în ceea ce privește exploatarea de către entități private.

Se înțelege importanța stabilirii abordării cât mai devreme, întrucât definește însăși metoda de achiziție, în sensul că prin contractul de achiziție se poate prevedea ca furnizorul STI să se ocupe și de exploatarea și/sau întreținerea sistemului pe o perioadă care se poate întinde pe durata perioadei de garanție sau a întregului ciclu de viață al sistemului (DBO).

Aspectul esențial de reținut este că planificarea operării și întreținerii (inclusiv asigurarea bugetului anual – care poate fi 20% din costul inițial de investiție *pentru fiecare an*) trebuie făcută din prima fază de pregătire a proiectului – iar finalizarea implementării proiectului fără ca primăria să aibă deja un aranjament pentru operare și întreținere va conduce aproape garantat la un eșec al proiectului.

### 7.3 Planificarea sistemelor și echipamentelor

Alegerea de a implementa un sistem STI poate conduce la creșterea considerabilă a sarcinii primăriei în ceea ce privește nevoia de resursă umană, dar aceasta poate fi redusă la minimum prin funcția de autocalibrare sau autoajustare, care asigură adaptarea automată la schimbări. Introducerea unui sistem de management al traficului trebuie să fie completată prin automatizarea raportării avariilor echipamentelor și a declanșării procedurilor de întreținere. Acest tip de sistem de management al avariilor primește direct mesajele de avarie transmise de controlerele semafoarelor, detectoare și alte stații externe ale STI. Apoi, sistemul centralizat de management al avariilor transmite notificări de avarie către dispozitivele mobile ale tehnicienilor de teren, nemaifiind nevoie de apeluri telefonice sau consemnarea în documente pe suport de hârtie.

Sistemele de management al traficului care funcționează în modul de control cu timp fix vor necesita calcule manuale recurente de planificare a funcționării semafoarelor, pentru a se evita învechirea planului (ceea ce în realitate nu se întâmplă sau se întâmplă foarte rar în orașele din România). Un sistem modern, cu adaptare în funcție de trafic, se va adapta automat la schimbările modului în care se desfășoară traficul și, în oarecare măsură, la modificările fizice ale rețelei.

Totuși, un sistem adaptabil în funcție de trafic nu poate fi privit ca fiind complet automat, care trebuie doar pornit, după care funcționează singur. Pentru a obține maximum de performanță de la un sistem adaptiv, trebuie să se monitorizeze funcționarea, pentru a se stabili zonele cu probleme, apoi, să se modifice sau să se actualizeze baza de date a sistemului adaptiv pentru modelarea corectă a rețelei. Acest lucru se poate realiza de către un inginer de trafic în cadrul procesului de îmbunătățire continuă a sistemului.

Nu trebuie uitat că chiar și cel mai performant sistem de semaforizare adaptivă nu poate rezolva probleme cronice majore de supraaglomerare a rețelei urbane rutiere; semaforizarea adaptivă cel mult va întârzia puțin instalarea stării supraaglomerare (și ca urmare scurta puțin durata de timp corespunzătoare acestei stări).

Problema de bază aferentă se rezolvă doar prin regândirea tiparelor în direcția mobilității urbane durabile – respectiv prin investiții semnificative în TP și optimizarea operațiunilor aferente, investiții (atât la nivel de infrastructură cât și de mentalitate) în transportul nemotorizat, restricționarea mobilității auto prin regândirea politicilor de parcare etc.

Complexitatea sistemului STI și numărul de servere, stații de lucru și echipamente externe vor dicta în mare măsură procentajul de disponibilitate a sistemului și necesarul volumului de întreținere. Alegerea implementării de echipamente de calitate superioară și cu un grad ridicat de fiabilitate poate reduce, într-o oarecare măsură, timpii de scoatere din funcțiune pentru întreținere. Această problemă poate fi abordată în faza de achiziție a STI prin:

- Precalificarea partenerilor contractuali, pentru identificarea furnizorilor capabili:
  - Dovada proiectelor STI implementate cu succes, la timp și în limitele bugetului;
  - Dovada furnizării de sisteme de calitate superioară și fiabile, dar și inovatoare;
  - Dovada continuării asigurării de asistență tehnică.
- Acordarea unei ponderi mai mari calității față de celelalte criterii de evaluare:
  - Pentru STI, raportul de evaluare calitate / preț indicat în ofertă trebuie evaluat în favoarea calității. Pentru sistemele integrate complexe, acesta este recomandat să fie 70/30 sau 80/20.
- Specificații tehnice care să descrie clar și detaliat cerințele utilizatorului:
  - **Specificații funcționale** detaliate, care să descrie rezultatele de care are nevoie utilizatorul, nu să enumere modelele de componente.
  - **Specificații de performanță** care să descrie timpii de reacție și nivelurile de servicii, inclusiv procentajul de disponibilitate a sistemului.

Există o tendință în creștere ca activitatea de procesare aferentă sistemelor și subsistemelor STI să fie găzduită în afara sistemului, într-un centru de date sigur, aflat la distanță, de exemplu, de tip *cloud computing*. Acest lucru oferă o serie de opțiuni suplimentare de avut în vedere. Găzduirea în cloud elimină costurile de investiție cu furnizarea și instalarea serverului, a echipamentelor PSI, de aer condiționat și UPS / generator aferente precum și costurile recurente aferente consumului de energie electrică și a întreținerii. Pe de altă parte, găzduirea pe un server *cloud* are costuri anuale de exploatare mai mari.

Utilizarea de sisteme, componente și circuite de comunicații duble redundante poate reduce impactul unei singure avarii la nivelul unei întregi regiuni. Atunci când se stabilesc specificațiile echipamentelor externe, de teren, ale STI în cadrul unei achiziții noi, trebuie să se specifice cele mai ridicate standarde din domeniu pentru procentajul de disponibilitate a sistemului și echipamentelor, astfel încât să se atragă producătorii și echipamentele cu cel mai ridicat nivel de fiabilitate.

În locurile unde întreruperile alimentării cu energie electrică din rețea sunt frecvente, trebuie să se aibă în vedere, cel puțin pentru centrul de control, instalarea unei surse neîntreruptibile de alimentare (baterie de rezervă și invertor) și a unui generator diesel.

Condițiile de climat controlate sunt importante pentru dispozitivele electronice sensibile, în afara cazului în care se prevede achiziționarea de echipamente mai scumpe, rezistente la condiții de mediu adverse. În general, controlerile de semafor sunt rezistente și trebuie să poată funcționa în

majoritatea condițiilor meteorologice existente în România. Este posibil ca comutatoarele de rețea de fibră optică și alte echipamente IT periferice standard disponibile comercial să nu funcționeze bine în afara unor plaje înguste de temperatură și umiditate. Pentru aceste elemente poate fi necesar să se asigure aer condiționat la centrul de control, precum și în alte puncte unde astfel de echipamente sunt instalate în dulapuri pe marginea drumurilor.

O rețea de bandă largă prin cablu de fibră optică sau ADSL este în principiu soluția de preferat pentru un STI urban, întrucât o rețea pe bază de cablu este mai sigură și are o capacitate mai mare de revenire la funcționarea normală comparativ cu o rețea wireless cu aceeași lărgime de bandă. Investiția într-o rețea municipală de fibră optică extinsă la scara întregului oraș poate deservi și alte scopuri, rețeaua putând fi pusă și la dispoziția altor factori interesați, cu posibilități suplimentare de utilizare precum:

- Camere video CCTV pentru siguranța publică – descurajarea infracțiunilor.
- Rețea zonală pentru clădirile publice: primărie, sedii de instituții publice, școli și biblioteci.
- Rețea pentru acces Wi-Fi public.

Din exemplul orașelor Zalău și Timișoara, prezentat în Anexă, se poate vedea că rețeaua de fibră optică a fost considerată drept o componentă esențială a intervenției STI de bază. Aceasta a fost instalată de un antreprenor de specialitate, fie înainte, fie în cadrul implementării STI.

Mai poate exista și soluția alternativă a închirierii circuitelor de fibră optică de la un serviciu comercial de comunicații de bandă largă sau o companie de telefonie. În acest caz, în contractul privind nivelul serviciilor încheiat cu terțul furnizor de servicii se va specifica un nivel de performanță adecvat, pentru a se evita întârzierile în transmisia datelor sau pierderile de date în momentele în care serviciul este suprasolicitat.

## 8 Planificarea în vederea integrării tehnice și instituționale

### 8.1 Proiectarea în vederea integrării instituționale

Într-un context urban sau metropolitan, STI ar trebui să fie util mai multor departamente ale primăriei și mai multor furnizori (și consumatori) de servicii de mobilitate, publici sau privați – și, în plus, unor instituții fără legătură directă cu mobilitatea (de ex. poliție, SMURD). Numeroase beneficii decurg din integrarea sistemelor tehnice și resurselor umane pentru schimbul de date, cunoștințe și experiență.

Crearea unui centru de control al mobilității reprezintă un catalizator pentru integrarea instituțională și tehnică. De asemenea, centrul de control al mobilității se poate constitui într-un punct focal pentru tot ce ține de trafic și transport în oraș, recunoscut de toți factorii interesați, inclusiv de operatorii de transport, de utilizatori și de publicul general.

Un centru de control al mobilității, oricât de modest, poate îngloba:

- Operatorii de management al traficului;
- Reprezentanți ai operatorului de transport public;

- Personalul de management al parcărilor;
- Reprezentanți ai poliției rutiere și eventual alte divizii de poliție;
- Reprezentanți ai Serviciului Mobil de Urgență, Reanimare și Descarcerare (SMURD);
- Tehnicienii de întreținere a semafoarelor sau a altor echipamente STI.

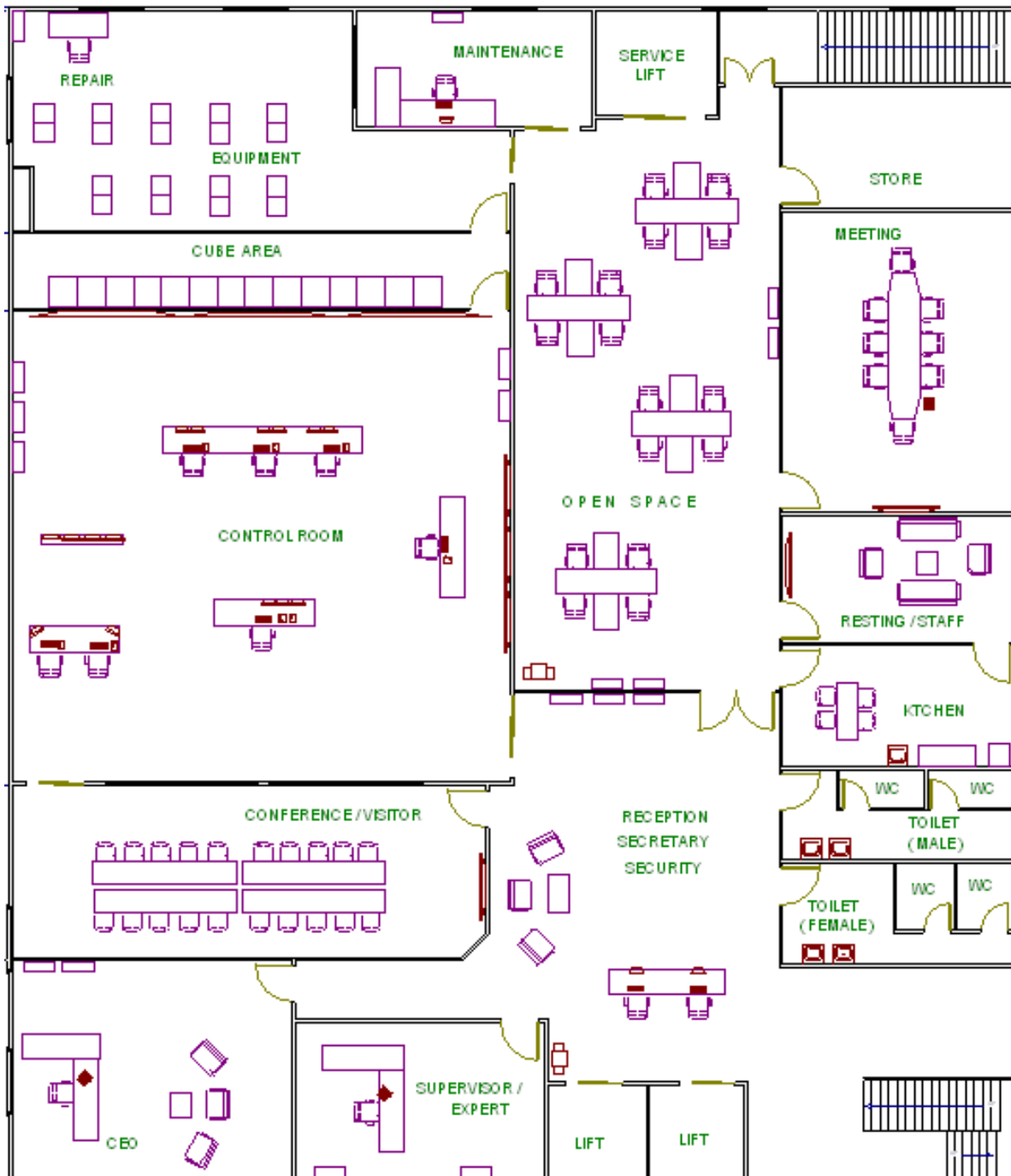


Figura 3. Plan tipic al unui centru de control al traficului pentru un oraș mediu / mare

Aducând toate aceste instituții sub același acoperiș, li se oferă posibilitatea de a lucra împreună și de a face schimb de cunoștințe și informații, în beneficiul altor părți. De exemplu, dacă operatorul de transport observă că autobuzele întârzie la o anumită intersecție, acesta îl anunță pe operatorul de

management al traficului, care folosește camerele CCTV din intersecție și identifică un vehicul defect care cauzează blocajul. Astfel, vehiculele de transport public pot fi folosite ca vehicule de sondare a rețelei de trafic pentru a testa timpii de deplasare și parametrii de funcționare a rețelei, cum ar fi întârzierile neprogramate sistematice.

## 8.2 Proiectarea în vederea integrării tehnice

Toate subsistemele STI înglobează computere și elemente de stocare și comunicații de date. Aceste subsisteme pot fi achiziționate și exploatate separat, de către diferite departamente municipale care au propriile baze de date și interfețe de utilizator. Atunci când subsistemele urmează a fi integrate pentru a folosi în comun datele și interfețele de utilizator, este nevoie de o platformă de integrare.

Dacă la achiziție s-a specificat ca subsistemele STI să îndeplinească standardele de sistem deschis și comunicații de date, integrarea se simplifică. Altfel, este nevoie să se folosească un „adaptor” care să permită transferul de date de la un subsistem la o bază de date centrală a STI.

Baza de date a sistemului STI integrat este adesea numită „bază de date comună”. Aici, datele provenite de la mai multe sisteme STI sunt centralizate și pot fi manipulate pentru a se obține aproape în timp real o imagine de ansamblu a desfășurării traficului și transportului public.

La nivelul centrului de control al traficului, se utilizează o bază de date comună și o interfață grafică de utilizator comună (CGUI) pentru a suprapune informații obținute de la mai multe subsisteme și a le afișa pe stațiile de lucru individuale sau pe un perete video pentru a fi vizualizate de mai multe persoane.

## 8.3 Importanța utilizării de standarde și formate deschise

La elaborarea specificațiilor pentru STI, în cerințele generale ale sistemului trebuie să se includă sistemele bazate pe standarde deschise și metode deschise de comunicații. Este important ca primăria să obțină dovada interschimbabilității și interoperabilității echipamentelor de la mai mult de un furnizor, pentru a nu fi limitată la sau „captivă” a unui singur furnizor, și să poată cumpăra în viitor produse compatibile de pe piață la prețul cel mai bun.

Standardele deschise au fost elaborate de autorități și industrie pentru a asigura anumite niveluri de compatibilitate între interfețe și pentru schimb de date. Scopul este să se permită achiziționarea de subsisteme STI ca module care să poată fi apoi integrate într-o arhitectură-cadru comună sau într-o singură platformă de operare a sistemului din punctul de vedere al operatorilor sistemului.

În momentul de față, nu există un singur standard sau set de standarde pentru STI la nivel european, dar eforturile în acest sens sunt în curs. UE a solicitat prin intermediul organizațiilor de standardizare elaborarea de noi standarde europene care să susțină implementarea articolului 8 al Directivei 2010/40/UE privind informarea, managementul traficului și logistica urbană multimodală în domeniul STI urbane<sup>9</sup>. Stadiul efortului de standardizare poate fi urmărit pe [această pagină](#) (care conține inclusiv un [studiu](#) de anvergură din 2016 privind situația necesarului de standardizare pentru STI urbane).

---

<sup>9</sup> [Mandatul UE M/546 privind standardizarea](#)

La nivel european, există o serie de standarde pentru STI urbane consacrate, care pot fi incluse în caietele de sarcini pentru implementarea sistemelor STI urbane. Recomandăm studierea următoarelor:

- [OCIT](#) (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems).
- OCA (Open Traffic Systems City Association e.V.) și [OTS](#).
- Inițiativa UTMC (Urban Traffic Management & Control) din Regatul Unit pentru interoperabilitatea sistemelor și comunicațiilor de date.

În Regatul Unit, controlerele de semafoare, subsistemele UTC, VMS, RTPI etc. sunt compatibile cu standardul UTMC (Urban Traffic Management & Control). Aceasta înseamnă că toate controlerele de semafoare provenite de la furnizori diferiți se pot conecta și pot comunica cu un sistem UTC compatibil cu UTMC și cu o bază de date comună generală UTMC a sistemului care poate fi furnizată de o altă companie. Situația este aceeași și în cazul altor subsisteme de aplicații compatibile cu UTMC (centrale și externe), cum ar fi VMS și RTPI.

În concluzie, este imperios necesar ca toate orașele din România care intenționează să achiziționeze sisteme STI sau să le modernizeze pe cele existente să aibă în vedere construirea sistemelor pe baza standardelor deschise și folosind una dintre platformele STI consacrate disponibile pe piață.

## 9 Estimarea beneficiilor intervențiilor STI

---

### 9.1 Beneficiile intervențiilor STI

Investițiile în STI sunt, de regulă, justificate pe baza beneficiilor economice estimate. Unele intervenții STI au fost dezvoltate pe parcursul mai multor ani și au un număr mare de utilizatori, iar performanța lor sub aspectul beneficiilor este documentată. În cazul altor intervenții STI, obținerea de date privind beneficiile cantitative nu este la fel de simplă, acestea fiind evaluate ca avantajoase pe baza rezultatelor sondajelor de percepție a utilizatorilor mai curând decât pe a cifrelor concrete de performanță.

Costurile și beneficiile oricărei intervenții trebuie analizate în profunzime pentru a se stabili politicile cele mai adecvate pentru fiecare caz în parte. Orice intervenții în domeniul STI este recomandabil să fie însoțit de o analiză cost-beneficiu care să cuantifice beneficiile ca valoare financiară, ajutând primăriile să își susțină alegerile și să obțină finanțări pentru intervenții.

Principalele beneficii ale intervențiilor STI sunt identificate / anticipate în următoarele domenii:

#### Siguranța

Beneficiile sub aspectul siguranței variază, în funcție de aplicație, de la calmarea fluxului de trafic prin controlul semafoarelor, până la inițiativele de control al respectării limitelor de viteză și o mai bună întreținere în funcție de condițiile climatice sau asigurarea securității călătorilor și conducătorilor auto prin intermediul sistemelor de supraveghere instalate în interiorul vehiculelor. Beneficiile economice sunt legate de reducerea cheltuielilor determinate de accidente sau acte de violență și vandalism.

### Mobilitatea

Îmbunătățirea mobilității se traduce prin scurtarea timpului de deplasare sau a întârzierilor, precum și prin economiile bugetare legate de timpii de deplasare și respectarea graficelor de timp (a se vedea secțiunea 2.3 din "Ghid aplicat pentru pregătirea proiectelor de reînnoire a parcului de vehicule de transport public urban" – respectiv ghidul #4 din prezenta serie).

### Eficiența energetică și protecția mediului

Beneficiile în domeniul energiei și protecției mediului se referă la îmbunătățirea sustenabilității ecologice în zonele urbane și se traduc, de regulă, prin reducerea consumului de carburanți și a emisiilor poluante.

### Productivitatea și eficiența

Beneficiile sub aspectul productivității și eficienței sunt consemnate, în general, sub forma economiei de costuri pentru furnizorii de servicii de transport, călători sau transportatorii de mărfuri.

### Satisfacția utilizatorului

Satisfacția utilizatorului este scopul ultim al tuturor intervențiilor. Satisfacția utilizatorului poate fi directă (informarea conducătorilor auto, informarea în timp real a pasagerilor etc.), rezultat al inițiativelor legate de mobilitate sau eficiență care au un impact asupra vieții de zi cu zi a utilizatorului, sau indirectă, prin îmbunătățirea siguranței, sustenabilității ecologice sau productivității.

Impact nesemnificativ	Impact minor	Impact mediu	Impact major
-----------------------	--------------	--------------	--------------

Tabelul 2. Beneficiile intervențiilor STI urbane

#	Aplicația STI	Siguranță	Mobilitate	Energie și mediu	Productivitate și eficiență	Satisfacția utilizatorului
5	Semafoare LED + controlere noi cu monitorizare de la distanță					
6,7	Semafoare acționate ("semafoare cu senzori") / semaforizare adaptivă					
8a	Prioritate la intersecții pentru vehicule TP (sistem central de prioritate pentru TP)					
8b	Prioritate la intersecții pentru vehicule de urgență					
9	Sistem de control al traficului urban (UTC)					
10	Supravegherea traficului cu camere CCTV					
11	Contoare de trafic					
12	Sisteme de supraveghere a respectării regulilor de circulație					
13	Camere de supraveghere montate în interiorul vehiculelor de transport public					
14	Sistemul de informare în timp real a călătorilor (RTPI)					

#	Aplicația STI	Siguranță	Mobilitate	Energie și mediu	Productivitate și eficiență	Satisfacția utilizatorului
15	Sistemul de ghidare privind parcare					
16	Sisteme de informare a conducătorilor auto / sisteme de informare meteorologică					
17	Centru de management al traficului (TMC)					
18	Sisteme de taxare electronică a călătorilor cu transportul public					
19	Plata prin SMS a parării					
20	Iluminatul stradal inteligent					
21a	Sisteme de management al parcului auto					
21b	Sisteme de gestionare a activelor					
22	Sisteme de management al incidentelor					
23	Sisteme de management al informațiilor					
24	Taxarea utilizatorilor drumurilor (RUC – Road user charging)					

## 9.2 Beneficiile economice anticipate ale STI

Sistemele de management al traficului, mai exact, sistemele de control al traficului urban, au fost folosite pentru prima dată în anii '70, ca sisteme de control centralizat pe bază de plan cu timp fix. Au urmat, în anii '80, sistemele UTC adaptive SCOOT, din Regatul Unit, și SCATS, din Australia, care au fost, ulterior, instalate în numeroase orașe din întreaga lume.

Trebuie să se realizeze studii comparative înainte și după implementare, pentru a se valida beneficiile intervențiilor STI individuale. Studiile trebuie să fie efectuate de un organism independent, care să nu aibă legături cu furnizorul sistemului STI și să nu fie afiliat acestuia.

Au fost realizate mai multe studii înainte și după implementare pentru sistemele UTC, iar beneficiile lor comparativ cu sistemele de control izolat cu timp fix al intersecțiilor sunt documentate. Rezultatele studiilor efectuate de Transport for London cu privire la sistemul de control adaptabil la trafic SCOOT indică o reducere cu 12% a timpilor de deplasare. În alte orașe, rezultatele studiilor pentru SCOOT, SCATS și UTOPIA indică, de regulă, o reducere a întârzierilor în trafic cu 20% în medie.

Implementarea STI ce privesc reducerea întârzierilor în trafic fără implementarea simultană de măsuri de mobilitate urbană durabilă (privind managementul parării, îmbunătățirea transportului în comun, a infrastructurii alocate transportului nemotorizat – conform celor discutate în celelalte ghiduri aplicate din prezenta serie) este o abordare nesustenabilă, care **pe termen lung va produce probleme și mai grave de congestie** și de calitate a vieții urbane.

Nu este posibil să se reproducă aceleași condiții de trafic sau de altă natură pentru un studiu înainte și după implementare, dar fiecare parte a studiului trebuie să se realizeze pe aceleași trasee, în aceeași perioadă a anului și în aceleași condiții de trafic. De exemplu, nu ar fi în regulă să se realizeze studiul înainte de implementare în timpul școlii, iar studiul echivalent de după implementare în timpul vacanței școlare. La fel, studiul nu ar fi valabil dacă într-una din părțile sale sunt întâlnire lucrări rutiere, dar nu și în cealaltă.

Indicatorul cel mai frecvent folosit la compararea performanțelor rețelei este timpul de parcurgere a traseului. Este vorba de timpul necesar parcurgerii unei rute care cuprinde un număr de intersecții și treceri de pietoni semaforizate.

Deși nimic nu poate înlocui un studiu corespunzător și independent înainte și după implementare, beneficiile la nivel de performanță pot fi măsurate și folosind modelul de trafic din cadrul sistemului UTC adaptiv. Aceasta implică realizarea unui studiu de tip „înainte și după” cu sistemul de control adaptiv oprit, după care să se repete studiul într-un moment echivalent, cu sistemul de optimizare pornit. De exemplu, în săptămâna 1 cu optimizarea adaptivă oprită și în săptămâna 2 cu optimizarea adaptivă pornită.

## 10 Concluzii

---

### 10.1 Recomandări pentru administrațiile publice locale din România

- Conștientizarea problematicii traficului rutier și a mobilității ca factor cheie cu impact asupra majorității aspectelor privind calitatea vieții urbane.
- Înțelegerea utilității schimbării abordărilor “clasice” de control al traficului actualmente utilizate în peste 99% din cazuri în România, a tranziției către metode moderne de organizare și control a traficului, și a introducerii unei abordări (și a unei mentalități) de **optimizare continuă** a acestora.
- Formarea unei echipe-nucleu de specialiști (sau inițial a unui expert) în organizare de trafic și STI. Persoana (persoanele) respective ar trebui ideal să aibă o formare tehnică (inginerescă sau științifică), să cunoască foarte bine limba engleză, și să stăpânească cel puțin materialul prezentat în sursele menționate pe parcursul prezentului ghid. Pentru orașe medii și mari această echipă ar putea fi condusă de un **Manager de Mobilitate**, care pe lângă o experiență apreciabilă în domeniul mobilității urbane (și o bună înțelegere a ultimelor orientări privind mobilitatea urbană durabilă), ar trebui să aibă un statut oarecum similar cu cel al Arhitectului Șef al orașului.

În general, o bună implementare a STI a urmat un program bine planificat și gestionat de proiecte sau intervenții STI, în timp ce o implementare deficitară este de cele mai multe ori rezultatul unei reacții nestrategice la un eveniment sau la o necesitate pe termen scurt.

Este acceptat faptul că intervențiile STI sunt adesea reacții pentru rezolvarea unei probleme de trafic sau transport într-un oraș. STI este privit uneori ca un „plasture” aplicat pentru a rezolva probleme de trafic cauzate de drumurile proaste sau folosirea inadecvată sau ineficientă a capacității existente a rețelei de drumuri.

Într-o metropolă ideală, STI ar fi construit ca parte integrantă a infrastructurii urbane rutiere și de transport. STI ar fi prevăzut de la bun început pentru a asigura o performanță optimă a infrastructurii de rețea rutieră construite.

Deși bazat pe computere și tehnologie informatică, STI este multidisciplinar și implică și alte specialități, cum ar fi ingineria civilă, a traficului și a telecomunicațiilor, arhitectura și managementul de proiect. În funcție de necesitățile strategiei STI a unui oraș, este de așteptat ca aceste specialități să fie implicate în cadrul intervențiilor STI.

Au existat câteva situații în care implementările STI au avut succes inițial, la punerea în funcțiune, dar și-au diminuat performanțele an de an din cauza lipsei de întreținere sau susținere. Pentru a se evita un randament slab pe termen lung al investițiilor, este important ca la stabilirea bugetului intervențiilor STI să se ia în considerare costurile la scara întregului ciclu de viață al soluției, incluzându-se toate costurile anuale recurente de întreținere și asistență (de exemplu, costurile de închiriere a rețelelor de telecomunicații). De asemenea, construcția contractuală pentru perioada de operare și întreținere trebuie concepută și realizată anterior punerii în operă a sistemului STI.

De asemenea, este important să se evite dependența de sisteme și echipamente unice, disponibile de la un singur furnizor. La fel de important este să se identifice și să se evite licențele restrictive oferite de furnizori, care pot împiedica schimbul deschis de date despre trafic și transport colectate de un sistem cu alte sisteme și, în cele din urmă, cu publicul călător. Adoptarea unei arhitecturi STI cu specificarea de sisteme deschise, date deschise și metode de comunicații de date bazate pe standarde deschise din domeniu va reduce semnificativ riscul de practici restrictive.

## 10.2 Caracteristici pozitive legate de implementarea STI

**Exemplele pozitive** de implementare a STI se pot recunoaște după următorii factori:

- Necesitățile STI sunt evaluate în funcție de specificul rețelei și condițiilor existente în oraș;
- Se dezvoltă o strategie STI care este validată din nou pe măsură ce proiectele se finalizează;
- Se definește o arhitectură STI pentru soluția ultimă și pentru fazele intermediare;
- Instituțiile și factorii interesați corespunzători sunt implicați încă din fazele incipiente ale planificării STI;
- Se constituie o unitate de implementare a proiectului (iar apoi o unitate de management al centrului de control al traficului), cu bugetul necesar și responsabilitatea administrării, exploatării și întreținerii STI;
- UIP și factorilor interesați li se asigură resursele de învățământ și formare (prin intermediul consultantilor de specialitate și furnizorilor) necesare pentru a înțelege opțiunile și cerințele de exploatare și întreținere ale STI;
- Specialiștii (de ex., inginerul de trafic) sunt recrutați din timp și sunt implicați în întregul proces, de la planificarea și până la implementarea STI.
- Cele trei activități paralele, care privesc centrul de control, rețeaua de comunicații și aplicațiile STI, sunt abordate împreună, pentru a se evita ca întârzierea uneia să le afecteze pe celelalte;
- Pentru arhitectura STI se specifică sisteme deschise și standarde deschise de date și comunicații, pentru a se diminua restricțiile impuse de furnizori și uzura morală prematură a STI.
- STI este achiziționat sub formă de module funcționale ale unei platforme generale de integrare a STI care să poată fi ulterior extinsă prin adăugarea de noi funcții sau creșterea capacității, dacă este nevoie;

- Furnizorii de STI (și reprezentanții locali, dacă este cazul) sunt prezenți și dispun de resurse pe plan local pentru a putea acorda asistență tehnică permanentă pe termen lung și formarea utilizatorilor pe durata întregului ciclu de viață al STI;
- Furnizorul STI promovează grupuri de utilizatori și/sau forumuri în cadrul cărora utilizatorii au posibilitatea de a face schimb de experiență și de a dobândi cunoștințe în afara influenței imediate a furnizorului.

### 10.3 Caracteristici negative legate de implementarea STI

**Exemplele negative** de implementare a STI se pot recunoaște după următorii factori:

- STI este achiziționat ca atare, fără a se ține prea mult seama de specificul rețelei rutiere și condițiilor existente în oraș;
- Strategia STI este ignorată (nu este elaborată) sau nu este aplicată, din cauza nevoii de reacție imediată;
- Arhitectura STI este slabă sau nu există sau nu se aplică;
- Instituțiile și factorii interesați nu sunt implicați în vederea obținerii colaborării necesare, așa că își urmează independent propria agendă în domeniul STI, în mod planificat sau nu.
- Nu se constituie nicio organizație (sau se constituie prea târziu) pentru administrarea bugetului și responsabilităților de implementare, exploatare și întreținere a STI;
- Utilizatorilor și factorilor interesați nu li se asigură resurse de învățământ și formare înainte de luarea deciziilor fundamentale privind proiectul STI (legate de: scopul proiectului, arhitectura STI, analiza de opțiuni, modalitatea de contractare etc.)
- Nu sunt formați sau recrutați specialiști interni, astfel încât primăria nu are altă opțiune decât să îl plătească pe furnizorul sistemului pentru realizarea modificărilor de configurare sau adăugarea de noi puncte în rețea.
- STI este achiziționat fără o planificare adecvată a infrastructurii de susținere a centrului de control și rețelei de comunicații, ceea ce duce la întârzieri, limitări în funcționare sau imposibilitatea utilizării sistemului;
- Se achiziționează un STI bazat pe o arhitectură și pe standarde proprii ale furnizorului (nu deschise), ceea ce conduce la limitări tehnice, restricții privind exportul datelor și dependența de furnizor pe durata întregului ciclu de viață al STI.
- STI este achiziționat *ad hoc*, neplanificat, pentru a răspunde unei nevoi imediate. Se ajunge la sisteme redondante, paralele, care nu comunică între ele.
- Furnizorul STI este prezent numai la instalarea inițială a sistemului, după care se retrage, lăsând utilizatorul fără asistență pe durata ciclului de viață al STI.
- Primăria solicită sau primește de la furnizor un sistem particularizat sau o versiune unică, nestandardizată a unui sistem. Acest lucru limitează funcționalitatea și conduce la uzura morală prematură prin lipsa de actualizări.

## 11 Anexă: Exemple de implementări de STI în trei orașe din România

---

În această anexă este prezentată o scurtă analiză a implementării STI în trei orașe din România: Timișoara, Zalău și Cluj-Napoca. Aceasta este bazată pe vizite pe teren efectuate la începutul anului 2018 în cele trei orașe pentru întâlniri cu factorii interesați, observarea situației actuale și înțelegerea rezultatelor intervențiilor. Nota bene:

- Au fost analizate doar aspectele de ansamblu privind concepția și instalarea sistemelor STI, și nu aspecte de detaliu (însă foarte importante) precum conceperea și optimizarea parametrilor de semaforizare – ca atare discuția de mai jos reflectă acest aspect.
- Descrierea prezintă situația existentă la momentul februarie 2018.

### 11.1 Timișoara

Timișoara a implementat în perioada 2014 – 2016 un proiect în valoare totală de cca. 5 milioane de euro, co-finanțat din Programul Operațional Regional 2007 – 2013, intitulat "Trafic management și supraveghere video". Acesta a prevăzut semafoare noi în 44 de intersecții, semafoare modernizate în 90 de intersecții, montarea de camere de supraveghere în 134 de intersecții, montarea a 230 de camere video în trafic, a 7 radare de viteză, a 13 radare de informare, a 13 panouri cu afișare numerică, precum și montarea unui număr de 37 de sisteme de detecție a trecerii pe roșu, a 17 panouri de afișare a mesajelor variabile și amenajarea unui centru de comandă pentru trafic și supraveghere video.

Clădirea centrului de control al traficului a fost construit în scopuri legate de managementul traficului cu 10-12 ani în urmă, înainte de achiziționarea sistemului. Finanțarea celor trei componente ale sistemului de management al traficului a fost realizată astfel:

- Clădirea centrului de control: bugetul primăriei;
- Rețeaua de fibră optică: bugetul primăriei;
- Sistemele STI de trafic: fonduri UE + bugetul primăriei (2014-2016).

Centrul de control și STI din Timișoara sunt implementate, exploatate și întreținute de o societate comercială a primăriei, care răspunde de reabilitarea drumurilor și managementul traficului. Centrul de control ocupă două etaje, cu dispeceratul, camera serverelor și biroul inginerului de trafic la etajul 1 și o sală de ședințe și o cameră de probe a poliției la parter.

Dispeceratul are 12 posturi de operatori, fiecare post dispunând de 3 monitoare LCD pentru vizualizarea aplicațiilor CCTV și de management al traficului. Posturile sunt dispuse cu fața spre un perete video Barco format din 6x2 ecrane de proiecție care acoperă peretele pe toată lățimea.

Timișoara folosește software de management al traficului și platformă de integrare Swarco, care includ:

- Integrare și interfață de utilizator – OMNIA
- Control adaptiv al traficului – SPOT/UTOPIA
- Managementul parcului auto și prioritate la semafoare pentru transportul public – FLASH
- Configurarea mesajelor și controlul afișajelor VMS – COMPASS/MISTIC
- Supravegherea respectării regulilor de circulație – MISTIC

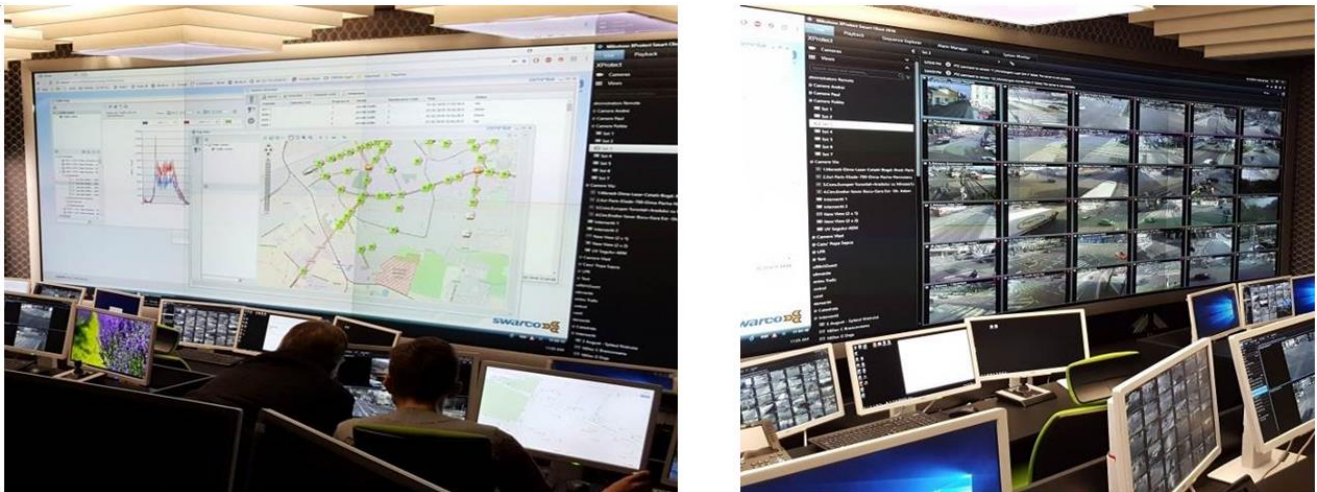


Figura 4. În interiorul centrului de control de trafic din Timișoara

De asemenea, primăria a investit într-o rețea IP de fibră optică la nivelul întregului oraș, destinată atât camerelor CCTV de siguranță publică, cât și camerelor CCTV de supraveghere a traficului, precum și comunicațiilor de date ale STI. Această rețea a fost realizată cu o topologie flexibilă în buclă, pentru a preveni situația în care ruperea unui singur cablu ar determina dezactivarea unei întregi zone.

#### **Aspecte pozitive** privind STI în Timișoara:

- Exemplu pozitiv de implementare a unei platforme STI și rețele de comunicații integrate;
- Toate semafoarele sunt cu consum redus și fiabilitate mare, cu LED;
- Se utilizează UTC adaptiv în funcție de trafic (SPOT/UTOPIA). 44 posturi noi și 110 modernizate, controlere de semafor Swarco ITC2, 695 detectoare cu buclă și 16 detectoare suspendate TrafiCam pe traseele de tramvai;
- CCTV de supraveghere a traficului: 230 camere PTZ (de tip „Dome”);
- Panouri de afișaj cu mesaj variabil instalate pe rutele de intrare în oraș: 13 VMS pentru text, 17 VMS pentru pictograme, 13 VMS de afișare a vitezei (conectate la sistemul radar de supraveghere a respectării limitelor de viteză);
- Monitorizare și prioritate pentru transportul public: există 260 de vehicule de transport public echipate;
- Inginer de trafic prezent la centru, care folosește microsimularea VISSIM pentru a analiza intersecțiile și a modifica apoi configurația SPOT/UTOPIA pentru o îmbunătățire continuă;
- Spațiu la centru pentru echipa de întreținere a STI și semafoarelor, care beneficiază de formare și asistență din partea furnizorului pentru operațiunile de service la toate sistemele și echipamentele locale;
- Spațiu la centru pentru poliția rutieră;
- În oraș se află în probe senzori de parcare și aplicații de parcare pentru telefoanele inteligente.

#### **Aspecte ce ar putea fi luate în calcul pentru îmbunătățire** privind STI în Timișoara:

- Centrul de control funcționează numai între orele 8 și 16 în zilele lucrătoare, după care se face serviciu prin rotație. Nu există personal la centru în perioada de vârf de trafic de după masă.

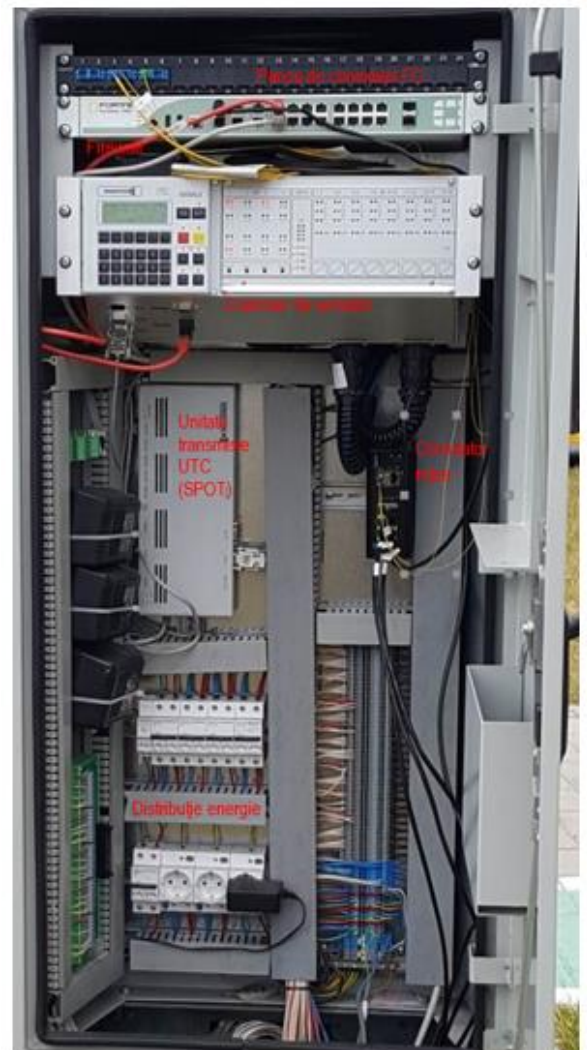
- STPT (Societatea de Transport Public Timișoara, fostă RATT) nu are niciun reprezentant la centrul de control al traficului, dar am fost informați că STPT are propriul centru de control și între cele două centre există o bună cooperare.
- Nu există studii independente înainte / după cu privire la beneficiile STI.
- Nu există niciun sistem automatizat de afișare a avariilor (se folosește gestionarea manuală a acestora).
- O analiză de opțiuni temeinic realizată ar putea conduce la o redefinire a scopului proiectului în sensul lărgirii acestuia, prin includerea altor subcomponente STI menționate în secțiunea 4.2.

**Aspecte pozitive** privind amenajările STI de **la o intersecție tipică** din Timișoara:

- CCTV și controlerul semaforului folosesc împreună un nod al rețelei de fibră optică.
- Cameră / camere de tip dom, cu funcții complete de panoramare, înclinare și transfocare, color, cu funcționare alb-negru pe timp de noapte.
- Sistemul de prioritate pentru TP include o unitate de rezervă cu punct de acces wireless.
- Buclă inductivă de bună calitate; rată redusă de avarii raportată.
- Deși semafoarele secundare<sup>10</sup> nu sunt standard în România, sunt instalate semafoare repetitoare mai mici.
- Avertizoare sonore la trecerile de pietoni, cu ajustare automată în funcție de zgomotul de fond.
- Butoane de comandă pentru pietoni la trecerile semaforizate cu un trafic pietonal mai redus.

**Aspecte ce ar putea fi luate în calcul pentru îmbunătățire** privind amenajările STI de **la o intersecție tipică** din Timișoara:

- Dulapul nodului de fibră optică este dependent de unitățile de răcire și încălzire. Echipamentul în sine nu este rezistent la condițiile de utilizare în exterior.
- Nu există semafoare secundare, dar aceasta este situația standard în România.
- Nu există spațiu prevăzut pentru parcare a vehiculelor de întreținere.



*Dulap de controler la semafor*

<sup>10</sup> Semafoarele secundare sunt semafoare poziționate după cele primare (anterioare intersecției), de obicei după intersecție, eventual suspendate deasupra acesteia.

## 11.2 Zalău

Zalău a implementat în perioada 2012 – 2013 un proiect în valoare totală de cca. 3 milioane de euro, co-finanțat din Programul Operațional Regional 2007 – 2013, intitulat "Sistem de management al traficului în municipiul Zalău". Lucrările aferente proiectului au inclus:

- Instalații de semaforizare: 176 de semafoare noi; 11 automate de dirijare a circulației, 38 de module de detecție în automat; 135 de bucle inductive.
- Comunicație prin fibră optică: 6171 m canalizație, 6,5 km cablu fibră optică; 109 camere de tragere.
- 11 camere de supraveghere video și un sistem de impunere a legii în trafic: sistem de detecție a trecerii pe roșu și depășire de viteză.
- Amenajarea și echiparea dispeceratului de control.



*Figura 5. Centrul de control și dispeceratul Zalău*

Centrul de control al traficului se compune din:

- Dispecerat: Perete video din 2x2 ecrane de proiecție, 5 posturi de lucru pentru operatori.
- Camera serverelor: dulap, servere și UPS.

În dispecerat lucrează personal în intervalul 07:30-15:30 în zilele lucrătoare. În afara orelor de program, există un operator de serviciu. Dacă alimentarea cu energie electrică a centrului de control se întrerupe, UPS asigură funcționarea serverelor timp de 2 ore și jumătate. Dacă se întrerupe alimentarea electrică pe teren, UPS asigură funcționarea controlerelor de semafor timp de 2 ore. Nu există generator la centrul de control. În cazul unei întreruperi prelungite a alimentării cu energie electrică sau a unei avarii a rețelei de comunicații, controlerile semafoarelor trec în modul de control izolat.

Sistemul de management al traficului a fost implementat de compania românească UTi Traffic, folosind tehnologie și software Swarco. Orașul folosește software adaptiv în funcție de trafic OMNIA, UTOPIA și SPOT și controlere de semafoare, semafoare și detectoare (cu buclă inductivă) Swarco.

Sistemul de management al traficului funcționează la 11 intersecții / treceri de pietoni semaforizate cu:

- Camere de supraveghere CCTV (PTZ) cu stocare centralizată a imaginilor video minimum 30 de zile pe cameră.
- Controler de semafor, semafoare pentru traficul auto / pietoni, detectoare de vehicule cu buclă inductivă.
- Camere de supraveghere a respectării luminii roșii a semaforului / limitei de viteză în 6 puncte.

Sistemul de management al traficului asigură următoarele moduri de control al semafoarelor:

- Control centralizat adaptiv în funcție de trafic (SPOT/UTOPIA), în perioadele de vârf.
- Control central sincronizat al luminii verzi, în afara orelor de vârf.
- Control centralizat manual al semafoarelor (de ex., trecerea tuturor semafoarelor pe roșu în caz de incident).
- Controlul luminii galbene intermitente (plan de rezervă în caz de defecțiune a controlerului).

Înainte de implementarea sistemului UTC adaptiv în funcție de trafic, 6 intersecții aflate la mică distanță una de cealaltă de pe drumul principal erau dotate cu un sistem de sincronizare a luminii verzi cu timp fix și cronometre de numărătoare inversă ("undă verde"). Introducerea controlului adaptiv a dus la eliminarea cronometrelor și la introducerea temporizării variabile a semafoarelor, care, deși mai eficientă, le era necunoscută șoferilor din oraș și a atras obiecții din partea poliției. Ca soluție de compromis, a fost reintrodus modul de sincronizare cu timp fix a luminii verzi doar în afara perioadelor de vârf de trafic (ceea ce este ineficient, după cum s-a discutat în secțiunea 3.1).

De asemenea, au fost instalate camere Tattile de supraveghere a respectării luminii roșii a semaforului / limitei de viteză în 6 puncte, altele decât cele 13 puncte ale TMS, unele fiind localizate între intersecții. Camerele sunt omologate și certificate pentru utilizarea pe drumurile din România.

În cadrul proiectului a fost instalată de către furnizor o rețea de fibră optică special dedicată, proprietate a primăriei, pentru conectarea intersecțiilor semaforizate la centrul de control al traficului.

Proiectul a fost conceput în 2009 și implementat până în 2014. Partenerul contractual a realizat un studiu pe baza modelării proprii a sistemului, fără o verificare independentă, concluzionând că:

- Întârzierile totale s-au redus cu 26%;
- Viteza medie de circulație a crescut de la 9 km/h la 12 km/h;
- Cozile de automobile s-au redus cu 17%;
- Emisiile s-au diminuat cu 23%.

**Aspecte pozitive** privind sistemele STI din Zalău:

- Un exemplu bun de implementare inițială a unei platforme și a unei rețele de comunicații STI integrate de mici dimensiuni, cu posibilități de extindere;
- Noile semafoare sunt de tip LED, cu consum redus de energie și fiabilitate ridicată;
- UTC adaptiv în funcție de trafic (SPOT/UTOPIA) în 11 puncte: controlere de semafor Swarco ITC2, detectoare cu buclă, butoane de acționare pentru pietoni, semafoare LED;
- Exemplu de utilizare a detecției cu bucle pe străzile secundare pentru acționarea sistemului de către vehicule (în faza dependentă de cerere).
- CCTV de supraveghere a traficului: server central de stocare video și supraveghere și 11 camere PTZ (de tip dom);
- Spațiu la centru pentru vizualizarea imaginilor video de către poliția rutieră;
- Echipă locală de întreținere a STI și semafoarelor, care beneficiază de formare și asistență din partea furnizorului pentru operațiunile de service la toate sistemele și echipamentele locale;
- Camere de supraveghere a respectării luminii roșii a semaforului / limitei de viteză în 6 puncte;

Aspecte ce ar putea fi luate în calcul pentru **îmbunătățire** privind sistemele STI din Zalău:

- Parcul auto de transport public este dotat cu dispozitive de urmărire prin GPS, dar nu există ecrane de afișaj pentru informarea în timp real a pasagerilor în stații (sau via aplicații în online) și nici semafoare cu prioritate pentru transportul public.
- Centrul de control funcționează numai între orele 07:30 și 15:30, în zilele lucrătoare, după care se face serviciu prin rotație. Ca atare, la centrul de control nu lucrează nimeni la orele de vârf de seară.
- Dacă primăria dorește să reconfigureze TMS sau să adauge o intersecție, trebuie să apeleze la partenerul contractual. Utilizatorii nu au beneficiat de instruire suficientă în legătură cu sistemul pentru a putea face acest lucru.
- Nu există studii independente înainte / după cu privire la beneficiile STI.

### 11.3 Cluj-Napoca

Cu ocazia vizitei au fost evidențiate următoarele probleme de trafic specifice cu care se confruntă orașul:

- Lipsa de capacitate a drumurilor - suprasaturare, trafic considerabil determinat de navetiști și populația școlară.
- Lipsa centurii ocolitoare. Navetiștii din Florești traversează centrul Clujului pentru a ajunge la sediile de companii și parcurile industriale din est (peste 50.000 de deplasări de automobile zilnic).
- Nu există o rețea de autobuze școlare<sup>11</sup>. Elevii sunt transportați ineficient, cu autoturisme private, până la școlile din orașul vechi. Clujul are peste 40.000 de elevi și studenți.
- Nu există un sistem centralizat de management al traficului (STI) în funcțiune.
- Nu există o rețea de date de fibră optică sau wireless la nivel de oraș pentru STI sau alte utilizări.
- Sunt în curs de dezvoltare scheme de cycle share și car share (de către companii private).

Primăria Cluj are un mic dispecerat de control al traficului în clădirea primăriei. În momentul de față, acesta este folosit numai pentru monitorizarea CCTV, întrucât comunicațiile de date (prin rețeaua mobilă) nu mai sunt disponibile pentru controlerele semafoarelor.

Clujul are aproximativ 92 de intersecții semaforizate, dintre care 51 sunt echipate cu controlere de semafor mai vechi de anul 2008. În perioada 2008-2009, Swarco a implementat un sistem de monitorizare de la distanță prin dial-up, cu 41 de controlere de semafoare de intersecție Swarco ITC-2 în centrul Clujului. Software-ul sistemului central furnizat a fost Swarco OMNIA și SPOT/UTOPIA numai cu funcție de monitorizare. Sistemul nu dispune de control local adaptiv în funcție de trafic (SPOT) și nici de UTC centralizat (UTOPIA). Clujul are un server Swarco instalat în clădirea primăriei. Primăria a stabilit o sincronizare cu timp fix de tip undă verde a semafoarelor de pe axa est-vest, care funcționează spre interior dimineața și spre exterior seara. Comunicarea mobilă de date cu controlerele semafoarelor s-a pierdut de când primăria a schimbat furnizorul de servicii de comunicații mobile și cartelele SIM. Ceasurile temporizatoare ale controlerelor semafoarelor nu mai sunt sincronizate pentru a putea menține interconectarea fără cablu. Întreținerea semafoarelor și

---

<sup>11</sup> În octombrie 2018 a fost introdus, în premieră în România, un sistem experimental de cinci rute de transport pentru elevi (cu acces restricționat acestora, în fiecare autobuz școlar este prezent un polițist local), care conectează principalele cartiere de locuințe cu unitățile de educație preuniversitară din centrul orașului.

STI este realizată de RADP (Regia Autonomă a Domeniului Public Cluj-Napoca, companie a primăriei Cluj), cu asistență din partea producătorilor de echipamente originale.

Clujul a folosit detecția cu bucle inductive pentru numărarea vehiculelor, dar buclele s-au pierdut prin decopertare și nu au mai fost înlocuite. Există camere de detecție suspendate „TraficCam” la intersecțiile cu echipamente Swarco, însă reprezentanții Swarco au afirmat că acestea sunt separate de sistemul OMNIA și sunt folosite doar pentru numărarea vehiculelor în scopuri statistice.



Figura 6. Primăria Cluj-Napoca – sala de monitorizare CCTV

Primăria închiriază 292 de camere CCTV pentru monitorizare de la o companie privată. Primăria nu deține în proprietate niciuna dintre camerele CCTV și nici infrastructura de comunicații sau sistemul central.

Administrația parcarilor recunoaște necesitatea suprapunerii strategiei sale privind parcarile cu necesitățile de management al traficului conform PMUD prin stabilirea de taxe de parcare și limite de timp. Veniturile provenite din taxele de parcare (70% din buget) sunt folosite pentru infrastructură și dotări de parcare noi. Administrația parcarilor folosește aparate de taxare și echipamente de control al accesului moderne. De asemenea, sunt folosite metode de plată mobile, prin SMS, cu portofel electronic etc., inclusiv prin aplicațiile „MyCluj” și „Cluj Parking”. În plus, întreținerea echipamentelor de parcare nu este externalizată, ci se realizează de către tehnicieni proprii, formați și certificați de furnizorii echipamentelor. Din bugetele anuale se achiziționează piese de schimb.

Departamentul de IT al primăriei a instalat detectoare pentru numărarea vehiculelor în / din 7 parcuri (dintre care unele private). Datele de numărare sunt disponibile în format de date deschise pe un server al primăriei. Datele privind spațiile de parcare sunt disponibile prin intermediul unei aplicații. Există un proiect de implementare a unui sistem de panouri de afișaj cu mesaj variabil care

să dirijeze conducătorii auto către principalele parcuri din oraș și să afișeze numărul de locuri în timp real, pentru care se prevede organizarea licitației în prima parte a anului 2018<sup>12</sup>.

Primăria s-a confruntat cu unele restricții din partea furnizorilor STI în ceea ce privește accesul la date (de ex., datele RTPI), ceea ce a întârziat elaborarea specificațiilor pentru un protocol de schimb de date între CTP și primărie și a obstrucționat adăugarea de date deschise de pe serverul municipal.

Primăria a propus un sistem integrat de management al traficului (TMS), așa cum reiese din raportul PMUD Cluj-Napoca. RADP a comandat realizarea unui studiu de fezabilitate pentru TMS care să acopere 41 de intersecții din centrul orașului, plus alte 61 de intersecții sau treceri de pietoni semaforizate. Acesta va include modernizarea sistemului Swarco existent prin introducerea UTC adaptiv SPOT/UTOPIA. Swarco estimează că această modernizare ar costa în jur de 200.000 EUR, cu utilizarea de comunicații de date mobile ca soluție provizorie în locul unei rețele de fibră optică. Se prevede ca TMS să asigure o platformă de mobilitate pentru conectarea tuturor modurilor și furnizarea de informații în timp real.

De STI de management al traficului răspunde divizia de siguranță rutieră, însă aceasta dispune de o echipă restrânsă, care mai are și alte atribuții, inclusiv pe cea de aprobare în numele beneficiarului a lucrărilor de întreținere a semafoarelor efectuate de RADP. Această divizie nu poate participa în mod corespunzător la dezvoltarea strategiei STI, a planului de acțiune sau a intervențiilor STI.

Departamentului IT al primăriei nu este deschis ideii de a accepta rețele wireless, din motive de capacitate, de restabilire a funcționării și securitate, însă primăria nu are niciun plan de instalare a unei rețele de fibră optică pentru STI sau alte utilizări.

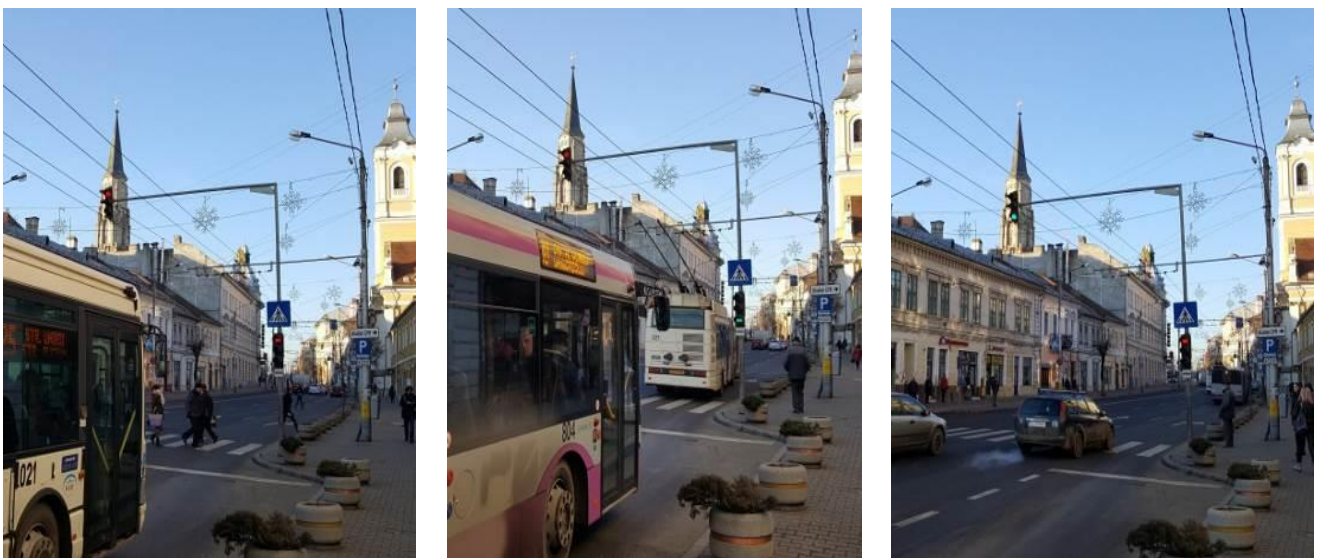


Figura 7. Poartă pentru autobuze și troleibuze – axa vest-est

Poarta pentru autobuze (amenajată la finalul unui tronson de bandă dedicată pentru autobuze separată fizic de restul traficului) le permite autobuzelor să depășească autoturismele private înainte de virajul la dreapta în următoarea intersecție. Succesiunea de control este următoarea:

<sup>12</sup> Între timp sistemul a fost implementat și este funcțional.

- Roșu pentru autobuz și traficul auto când este verde pentru pietoni.
- Verde numai pentru banda de autobuz, roșu pentru restul traficului și pietoni.
- Verde pentru restul traficului, roșu pentru autobuz și pietoni.

În Florești există 6 sau 7 seturi de semafoare Swarco care ar putea fi de asemenea integrate în sistemul metropolitan mai extins de control al traficului din zona metropolitană Cluj-Napoca.

**Operatorul de Transport Public CTP** operează serviciile de transport public în Cluj-Napoca și în câteva localități limitrofe. Parcul de vehicule al CTP se compune din: 243 autobuze, 98 troleibuze, 29 tramvaie, 10 microbuze. STI de transport public și sistemul de taxare electronică sunt operate și întreținute în totalitate de CTP, fără niciun fel de integrare sau schimb de date cu STI al primăriei.

CTP are un centru de control. Acesta este utilizat pentru monitorizarea parcului auto și a taxării. Sistemele funcționează pe servere reziliante, toate având alimentare electrică de rezervă cu UPS. STI ale CTP nu sunt integrate, fiind achiziționate în perioade diferite:

- Sistem de management / dispecerat parc auto (Radcom) – sistem vechi, aproximativ din 1995;
- Sistem de taxare electronică a călătorilor (CS Vision) (pe 327 vehicule din oraș) – aproximativ din 2009;
- Sistem tramvaie (Metron);
- Sistem de management al parcului auto / taxare (Thoreb) – sistem nou;
- Sistem de informare a călătorilor în stații (Wink).

Sistemele CS Vision și WINK sunt cele mai extinse și cele mai utile pentru CTP. Nu există o bază de date comună pentru colectarea și gestionarea datelor provenite de la aceste sisteme individuale. Unele dintre sisteme se suprapun ca funcționalitate. Nu se transmit date privind starea vehiculelor, ci se realizează doar localizarea prin GPS. Noile vehicule au montate din fabrică la bord aparate Thoreb (Suedia). Vehiculele sunt dotate cu sisteme de afișaj și de anunțuri vocale pentru călători comandați prin GPS. CTP urmează să lanseze o aplicație care să afișeze timpii de așteptare pe dispozitivele mobile, folosind datele despre serviciu furnizate de sistemul Wink. Toate vehiculele sunt dotate cu sistemul Wink.

Vehiculele nou livrate vor fi dotate cu comunicații complete, inclusiv cu monitorizare video în direct. Actualele camere CCTV montate pe vehicule stochează imaginile video doar local, fără posibilitatea de acces de la distanță (pentru securitate etc.). Acestea vor include și sisteme de anunțuri audio (externe) pentru a veni în ajutorul persoanelor cu deficiențe de vâz.

Se intenționează ca sistemul Thoreb să furnizeze un protocol de comunicații pentru transferul de date între CTP, Thoreb și primărie. CTP are intenția de a dezvolta o platformă STI unică pentru managementul transportului public, dar nu are o strategie documentată în acest sens. De asemenea, CTP are un istoric de achiziții de sisteme în număr mic, corespunzător numărului de vehicule noi cumpărate. Acest lucru a condus la o multitudine de sisteme STI la bordul vehiculelor și la centrul de control.

Unele sisteme ale CTP sunt limitate în ceea ce privește exportul de date către alte sisteme sau alți utilizatori, cum ar fi primăria.

Nu există sisteme locale sau centrale de acordare de prioritate pentru transportul public la semafoare, cu excepția porții pentru autobuze (înainte de semafor) de pe B-dul 21 Decembrie 1989 / B-dul Ferdinand prezentate mai sus. Nu există conexiune între sistemele GPS ale CTP și TMS al

primăriei pentru a facilita acordarea centralizată de prioritate autobuzelor prin intermediul sistemului de control al traficului urban, de ex., prin modulul de transport public Swarco FLASH.

Aspecte pozitive ale sistemelor STI deținute de CTP:

- Sistemul de taxare electronică pe bază de cartele inteligente deducă cea mai mare parte a parcului de vehicule;
- Se utilizează sisteme de management al parcului (de urmărire prin GPS) pentru optimizarea performanței parcului de vehicule, însă sistemele noi sunt operate separat de cele vechi.
- Se utilizează sisteme de informare în timp real a călătorilor (RTPI), dar acestea afișează timpii de sosire planificați, fără actualizarea în timp real pe bază de GPS;
- Sistemul RTPI este suplimentat prin utilizarea de aplicații pentru dispozitivele mobile pentru informarea publicului călător;
- Aparatele de taxare electronică se pot folosi atât în limba engleză, cât și în română.

Aspecte negative ale sistemelor STI deținute de CTP:

- CTP nu are nicio strategie integrată STI publicată;
- Sistemele au fost implementate *ad hoc*, în funcție de nevoile specifice, odată cu înnoirea parcului de vehicule și infrastructurii, ceea ce a dus la funcționarea în paralel a unor sisteme noi și vechi;
- Unele sisteme achiziționate au restricții de licențiere sau de export al datelor către sisteme și aplicații terțe (date deschise).
- Panourile de afișaj al timpilor de sosire din stații nu se actualizează pe baza datelor de urmărire GPS în timp real;
- Nu există conexiune între CTP și STI al primăriei pentru exportul sau schimbul de date, de ex., datele CTP de urmărire prin GPS a autobuzelor și controlerile semafoarelor administrate de primărie pentru acordarea de prioritate la intersecții.



Figura 8. CTP Cluj – Panou de afișaj pentru informații (sistem Wink) și automat de taxare electronică (sistem CS Vision)