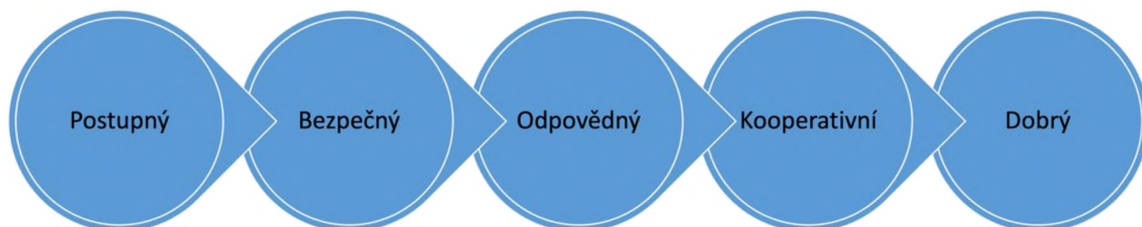


### 3 Příručka minimum pro státní správu – Stručný úvod do tématu autonomních vozidel

#### Etika ve službách společnosti

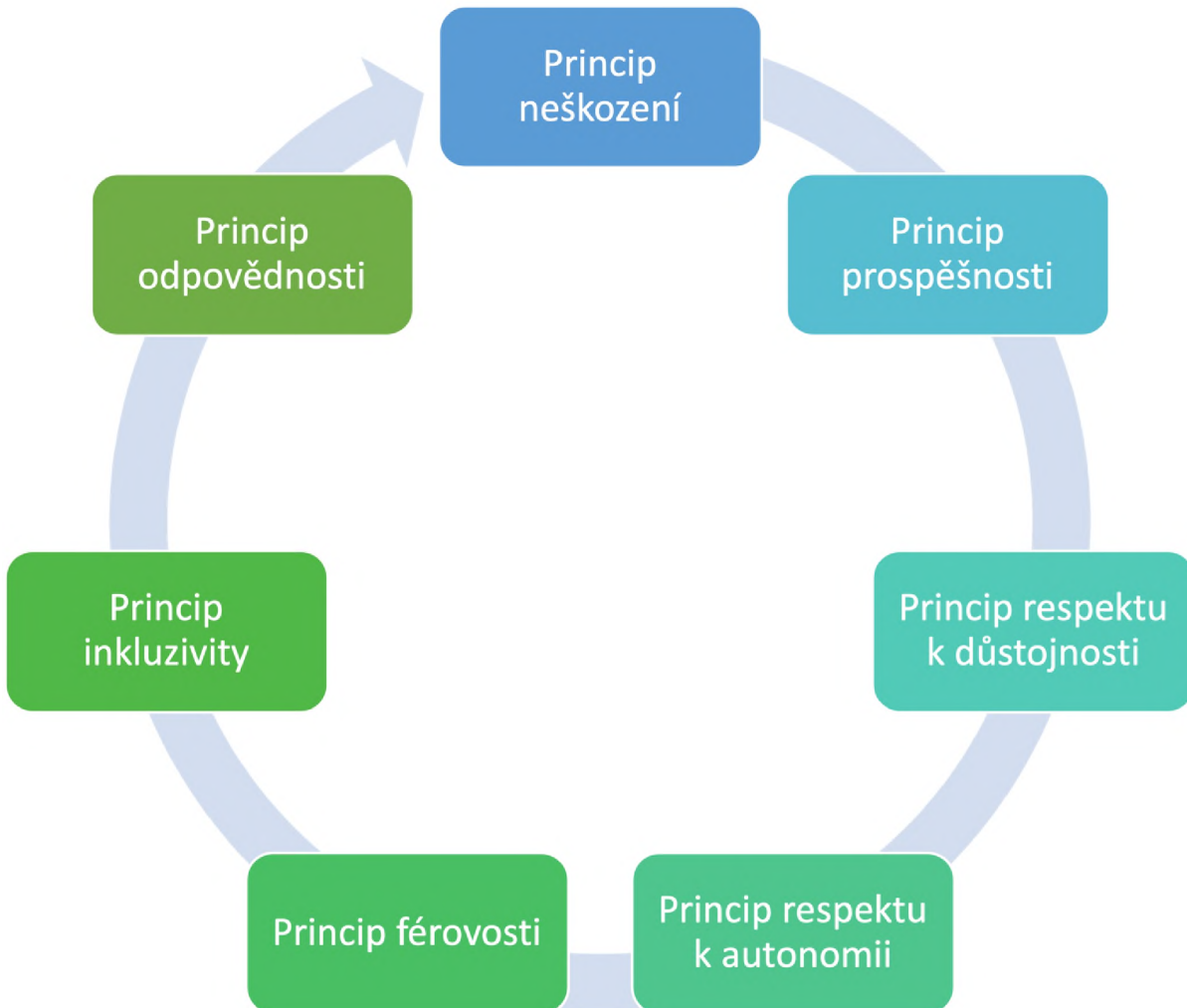
Autonomní vozidla, zvláště plně autonomní, která ve všech fázích své činnosti nevyžadují lidskou účast, představují moderní technologii, která má významný potenciál radikálním způsobem změnit tvář naší společnosti. Úkolem etické reflexe je poskytnout normativní vodítka zajišťující, aby prospěch autonomní dopravy převažoval možná rizika, identifikaci rizik pro jednotlivce a celou společnost a způsoby jejich minimalizace. Etika se u autonomní mobility musí zaměřovat na dvě oblasti: i) zavádění autonomních vozidel do provozu, ii) využívání autonomních vozidel v provozu.

Smyslem etické analýzy zavádění autonomních vozidel do provozu je zajištění, že technologický přechod od klasické k autonomní dopravě bude:



Hlavním požadavkem na zavádění autonomní dopravy je to, že tento proces musí být ve svých důsledcích dobrý pro jedince i celou společnost, což předpokládá, že ve všech fázích bude postupný, bezpečný, odpovědný a kooperativní. Musí být postupný, aby se česká společnost mohla adaptovat na změny (včetně změn pracovního trhu, územního plánování a podoby měst a jejich center), které bude nevyhnutelně přinášet. Je také třeba, aby byl bezpečný. Klíčovým prvkem jsou zde životy a zdraví obyvatel České republiky, welfare celé společnosti a jejich ochrana. Nezbytnou podmínkou dobrého přechodu na autonomní dopravu je jasné určení odpovědnosti všech aktérů, od zákonodárců, orgánů státní správy, výrobců a provozovatelů autonomních vozidel až po samotné uživatele. S tím je spojený požadavek na spolupráci všech zúčastněných stran a transparentnost nastavených procesů a pravidel, jež obyvatelům České republiky umožní postupně si zformovat důvěru v moderní technologii.

Zavádění i provoz autonomních vozidel se musí opírat o etické principy, jejichž primárním účelem je minimalizace rizik, ochrana životů a zdraví jedinců a společnosti a respekt k lidské rovnosti a důstojnosti. Těmito principy jsou:



Všechny tyto principy představují v etické rovině základní normativní vodítka, umožňující naplnění hlavního cíle přechodu na autonomní dopravu a její využívání, jímž je prospěch všem obyvatelům České republiky a české společnosti. Jejich bližší vymezení shrnuje následující tabulka:

Etický princip	Vysvětlení
Princip neškození	Je třeba eliminovat či minimalizovat možnou újmu působenou zaváděním či provozem autonomních vozidel
Princip prospěchu	Základním cílem zavádění a provozu autonomních vozidel je prospěch pro jedince a společnost
Princip respektu k důstojnosti	Všichni lidé jsou si rovni ve své důstojnosti
Princip respektu k autonomii	Zavádění a provoz autonomních vozidel nesmí narušovat, ale posilovat projevy lidské autonomie
Princip férovosti	Prospěch a rizika spojená se zaváděním a provozem autonomních vozidel je třeba férově distribuovat mezi všemi členy společnosti
Princip inkluzivity	V úvahách o prospěchu a rizicích autonomní dopravy nelze vylučovat žádnou skupinu obyvatel
Princip odpovědnosti	Je třeba jasně určit odpovědnosti všech členů společnosti za zavádění a provoz autonomních vozidel

### 3.1 Co je to autonomní vozidlo?

Autonomní vozidlo je takové, které pro svou jízdu po pozemních komunikacích nevyžaduje žádnou přímou aktivitu od řidiče, znamená to tedy, že v takovém vozidle řidič vůbec nemusí být. Cesta ke zcela autonomnímu vozidlu je ještě dlouhá, ale již dnes se setkáváme s různými asistenčními systémy, které mohou řidiče v některých činnostech a momentech nahradit.

Přínosem autonomních vozidel může být na první pohled jen komfort pro řidiče, resp. uživatele, nicméně výhod autonomního provozu může být více:

- Eliminace nebo výrazné snížení stresu pro řidiče
- Zvýšení plynulosti a tím i rychlosti přepravy
- Snížení emisí z dopravy
- Snížení počtu vozidel na silnicích
- Optimalizace parkovacích ploch z hlediska prostoru i umístění
- Zvýšení efektivity a atraktivity veřejné hromadné dopravy
- Lepší mobilita pro neřidiče
- Snížení nákladů na dopravu

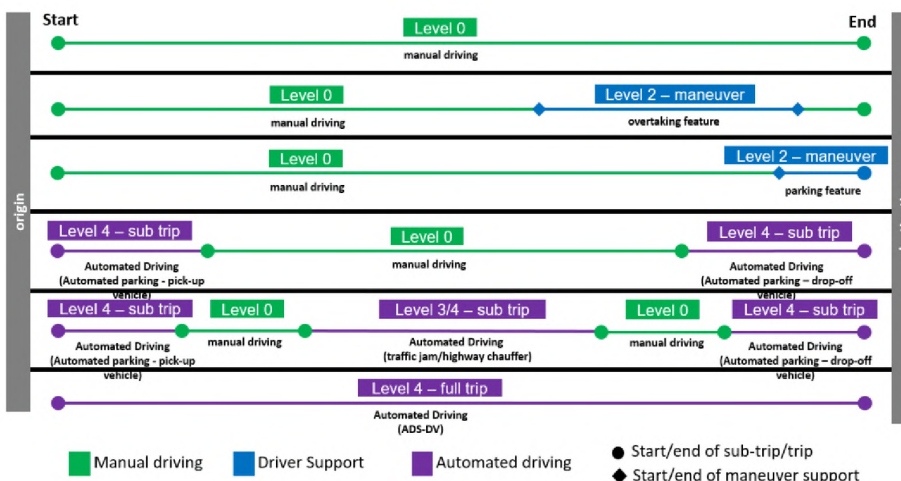
*Současně musí být při návrhu autonomních vozidel bezpodmínečně usilováno o snížení nehodovosti a bezpečnější provoz.*

Autonomní vozidlo může mít běžný spalovací motor, nicméně s ohledem na předpokládaný útlum tradičních pohonů se asi budeme více setkávat s autonomními elektroauty.

Po technické stránce jsou autonomní vozidla velice komplikovaná a musejí být jako autonomní navržena a konstruována již jejich výrobci. Nelze očekávat, že by se na trhu prosadily nějaké sady, které z Vašeho běžného auta udělají autonomní.

### 3.2 Jak autonomní vozidla definujeme?

Autonomní vozidla většinou definujeme na stupně podle jejich schopnosti zastoupit člověka při určitých úkonech. Vozidlo může autonomní systémy podpory a řízení nabízet během jedné cesty na různých úrovních podle aktuálních podmínek a schopností konkrétního vozidla. Příklady celé cesty tedy mohou vypadat následovně:



U vozidel tedy musíme rozlišovat nejenom, jakého nejvyššího stupně jsou schopny dosáhnout, ale i jaký stupeň autonomie v určitou chvíli provozují. Zjednodušené určení stupně je ukázáno v následující tabulce.

Stupeň autonomie	Ovládání vozidla	Sledování okolí	Odpovědnost	Možnost využití
0) Bez automatizace	Člověk	Člověk	Člověk	Nikdy
1) Podpora řidiče	Robot může pomáhat	Člověk	Člověk	Jeden ovládací prvek
2) Částečně autonomní	Robot	Člověk	Člověk	Ulehčení manévru
3) Podmíněně autonomní	Robot	Robot	Člověk	Ulehčení cesty
4) Vysoce autonomní	Robot	Robot	Robot	Část cesty
5) Plně autonomní	Robot	Robot	Robot	Celou cestu

- 1) Jednoduché systémy **podpory řidiče** pomáhají například udržovat rychlost na dálnici a vzdálenost od vozidla před vámi, nebo systém tohoto stupně může otáčet volantem zatímco člověk šlape na pedály při parkování.
- 2) Pokročilé **částečně autonomní** systémy zvládají ovládat více prvků najednou – tedy například kompletně zaparkovat, popojíždět v koloně, předjet nebo projet křižovatkou. **Člověk-řidič však vždy musí sledovat okolí**, jestli se například neblíží do cesty chodec, nebo auto nepřehlíží nějakou menší překážku.
- 3) **Podmíněně autonomní systém** může ovládat všechny řídicí prvky vozidla, ale vždy na něj musí dohlížet člověk-řidič, který musí být schopen kdykoliv převzít řízení a **člověk-řidič v tomto režimu za jízdu nese odpovědnost**.
- 4) **Vysoce autonomní** vozidla mohou samy plně řídit a odpovídají v takovém momentě za svoji jízdu. Vozidla pro tento režim mají stanoveny podmínky (například *“jen na dálnici”*, *“jen v parkovacím*

*domě*” nebo *“jen když neprší”*) tedy nemáte zaručeno, že vás vozidlo samo odveze celou cestu, ale vozidlo musí vždy být schopno **jet samostatně, spolehlivě** a případně někde **bezpečně zastavit** a vyčkat až si řízení někdo převezme. Protože mají přesně definováno, kdy fungují, může se jednat i o speciální vozidla určená právě do takových situací a prostředí, tedy např. autonomní minibus.

- 5) **Plně autonomní** vozidla musí vždy umět odřídit celou cestu a za řízení si sami odpovídají a může se stát, že v nich žádný člověk sedět nebude, nebo vozidlo nebude vůbec očekávat člověka-řidiče a nebude mít ovládací prvky jako volant či pedály. Takto jsou navrhovány jen pro jízdu po silnici za podmínek, ve kterých zvládá jet průměrný řidič.

### 3.3 S jakými autonomní systémy se můžeme v automobilech setkat již dnes?

Pokud se dnes rozhlédnete kolem sebe, nebo nahlédnete do katalogů prodejců vozidel, uvidíte spoustu systémů, které řidiči ulehčují jednotlivé manévry. Výrobci s nimi přicházejí jako s inovacemi, s postupem času je testují a ohodnocují nezávislé organizace jako je EuroNCAP. Dalším krokem bývá přeřazení takového systému do povinné výbavy nově homologovaných vozů. Takovýmto vývojem prošel například systém ABS, který zabraňuje zablokování brzd, a povinnou výbavou v EU je od roku 2006, nebo systém ESC (Electronic Stability Control), který stabilizuje vozidlo při mezních jízdách situacích. Od roku 2014 nekoupíte nové vozidlo bez ESC. Podobným vývojovým cyklem Inovace – evoluce – regulace procházejí a do budoucna budou procházet i další asistenční systémy.

S jakými asistenčními systémy se tedy můžete setkat v dnešních automobilech a jak fungují? Záměrně je použito slovo asistenční, protože autonomní systémy dnešní legislativa v ČR provozovat neumožňuje. Jedná se o základní přehled, nemusí být úplný. Kombinací různých níže uvedených systémů vzniká standardizovaný systém úrovně L2 – L5, přičemž řidič často ani neovlivňuje aktivaci dílčích systémů, ale vozidlo je ve výslednou funkci kombinuje za něj.

### 3.4 Systémy pomocné při manévrování

*Např. couvací kamera, parkovací asistent, asistent couvání s přívěsem*

#### Sensorika

Pro detekci okolí používají většinou ultrazvukové sensory, kamery, případně radary.

#### Informace

Řidiče varují před překážkami opticky nebo akusticky. Ukazují vhodnou parkovací mezeru a její rozměry v souvislosti s rozměry vozidla.

#### Asistence

Usnadňují manévrování samotného vozidla, případně i vozidla s přívěsem, navedením na parkovací místo. Nouzově zabrzdí před překážkou, pokud řidič ignoruje varování.

### 3.5 Systémy příčného vedení při jízdě

*Např. udržování v jízdnicích pruzích, hlídání slepého úhlu*

#### **Sensorika**

Pro detekci vodorovného dopravního značení jízdnicího pruhu používají většinou kamery nebo lidary, tedy vlastně optické radary. Pro sledování provozu za vozidlem a vedle něj pak většinou radary umístěné v rozích zadního nárazníku, méně často i ultrazvukové senzory parkovacího asistenta. Informace o stavu okolí mohou získat i od ostatních účastníků silničního provozu, z infrastruktury z mapových podkladů.

#### **Informace**

Varují řidiče před opuštěním jízdnicího pruhu, před vozidly ve slepém úhlu. Opticky, akusticky, vibracemi volantu.

#### **Asistence**

Aktivně udržují vozidlo v jízdnicím pruhu, nebo jej do něj vracejí v případě hrozícího vyjetí z pruhu.

### 3.6 Systémy podélného vedení při jízdě

*Např. adaptivní tempomat, systém nouzového brždění*

#### **Sensorika**

Pro detekci okolí používají většinou radary umístěné v masce vozidla, nebo v nárazníku a kamery, nebo lidary. Informace o stavu okolí mohou získat i od ostatních účastníků silničního provozu, z infrastruktury, z mapových podkladů.

#### **Informace**

Varují před možnou kolizí. Informují o rychlostních limitech.

#### **Asistence**

Udržují nastavenou rychlost vozidla, adaptivně jí uzpůsobují dle rychlosti vozidel jedoucích vpředu, dopravních značek, profilu tratě.

Brzdí, aby zabránily kolizi, nebo snížily její závažnost

### 3.7 Systémy kombinovaného vedení při jízdě

*Např. autopilot, asistent pro jízdu v koloně*

Tyto systémy jsou maximem toho, co dnes automobilky mohou nabídnout. Marketingově jsou často označovány jako autonomní systémy (viz autopilot), ale v podmínkách ČR/EU je vždy zodpovědným řidič.



## Sensorika

Pro detekci okolí používají většinou radary a kamery. Informace o stavu okolí mohou získat i od ostatních účastníků silničního provozu, z infrastruktury z mapových podkladů.

## Informace

Sdružují všechny informace o stavu okolí vozidla, trajektorii, informace o rychlostních limitech, varují před možnou kolizí.

## Asistence

Kombinují příčné a podélné vedení vozidla v některých prostředích. Umožňují asistovanou změnu jízdního pruhu na vhodné komunikaci.

### 3.8 A na jakých principech funguje sensorika pro asistenční systémy?

#### Ultrazvukové sensory

Používají se pro detekci objektů především na krátkou vzdálenost několika metrů v nízkých rychlostech. Pracují na principu echolokace, měření časového odstupe mezi vysláním signálu a příjmem odraženého signálu. Typickým použitím jsou systémy pro manévrování, jako je parkovací asistent.

#### Radarové sensory

Používají se pro detekci objektů na střední a větší vzdálenost. Také měří časový odstup (a další parametry) vyslaného a odraženého signálu, pracují však ve vysokofrekvenční (mikrovlnné) oblasti, např. 77 GHz. Silnou stránkou radaru je detekce polohy, vzdálenosti a rychlosti objektů. Nedokáže však dobře klasifikovat typ objektu.

#### Lidary

Jedná se vlastně o radar pracující s neviditelným světlem většinou v infračerveném spektru. V závislosti na své konkrétní konstrukci umí využít výhod radarů i kamer - většina funguje spíše jako přesnější radar, ale s horším dosahem v případě špatného počasí. Některé jsou ale vytvořeny jako kamera s bleskem - osvítí scénu a z odražených paprsků zrekonstruuje scénu před sebou, tedy dokáže jak určit vzdálenost, polohu, nebo rychlost objektu, tak i jeho typ. V neposlední řadě je možné lidary použít i pro čtení vodorovného dopravního značení.

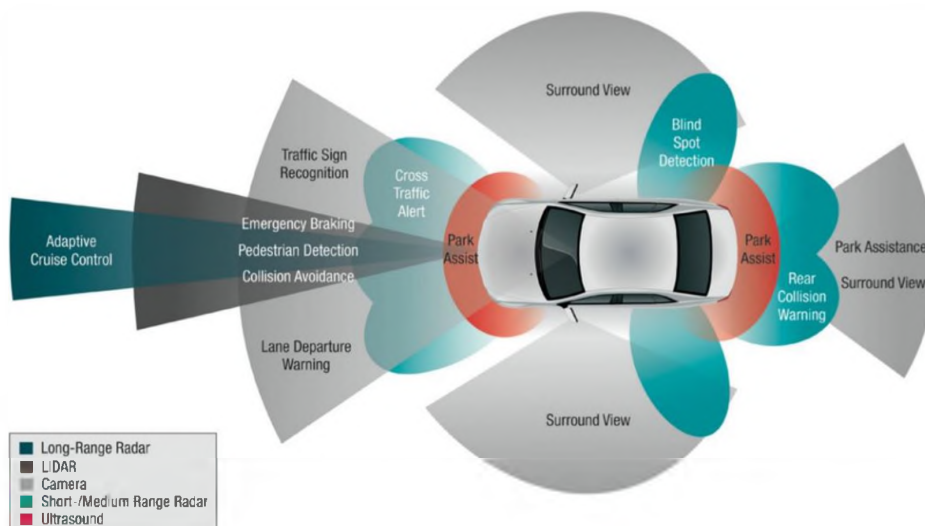


## Kamery

Používají se pro detekci a především klasifikaci objektů. Je nutné zpracování obrazu a jeho interpretace. Silnou stránkou kamer je klasifikace objektů, tedy rozpoznání, zda jde o vozidlo, chodce, strom, nebo překážku na silnici. Nedokáží příliš dobře rozpoznat vzdálenosti a rychlosti objektů, což lze ale zlepšit jejich aplikací v páru podobně, jako je tomu u lidských očí.

Datová fúze – Pro dnešní asistenční systémy může být dostačující pracovat s informacemi z jednoho typu sensoru. Udržování v jízdním pruhu může zajistit kamera, pro parkovací asistent tu máme ultrazvukové sensory, a o nouzovém brždění rozhodne radar.

Pro autonomní systémy bude nezbytné, aby bylo okolí vozidla sledováno větším množstvím sensorů. Nutné budou i údaje od ostatních vozidel a od infrastruktury. Fúze a trvalé vyhodnocování všech těchto dat bude jednou z mnoha technických podmínek pro provoz autonomních vozidel.



### 3.9 Jaká je budoucnost autonomních vozidel?

Průměrné stáří osobních automobilů v Evropě je dnes asi 11,5 let. V České republice je to 15,5 roku. Stáří vozidel přitom stále roste – v roce 1997 bylo v EU asi 7 let. K obnově celého vozového parku je pak zapotřebí více než 20 let. Ač se dnes můžeme v nových automobilech setkat s různými samostatně fungujícími pomocníky v řízení, plně autonomní osobní automobil existuje pouze ve vývojových prototypu, které však nejsou zatím schopné běžného provozu. Současně také není jisté, zda náhrada celého současného vozového parku plně autonomními vozidly, které spolu budou komunikovat, nepřinese nakonec více negativ. Je však jisté, že existuje množství případů, kdy určité autonomní funkce nebo i celá autonomní vozidla mohou přinést užitek společnosti. Nejsou to však



většinou automobily, jak je známe dnes. Jedná se o různé typy vozidel přepravujících zásilky a náklad, minibusy a úklidové nebo zemědělské stroje – tam je autonomní řízení pozemních dopravních prostředků v současnosti vůbec nejdále. V běžném provozu se nejdříve setkáme s těmi technicky nejjednoduššími systémy, jejichž komponenty jsou již dnes dostupné v běžném provozu. Běžné automobily včetně nákladních a autobusů budou

v blízké době vybaveny spíše systémy schopnými samostatně jízdy na dálnici nebo v dopravní zácpě, či zcela samostatně zaparkovat na uzpůsobených parkovištích. Plně autonomními vozidly bez řidičů se svezeme nejdříve minibusy a pozdní oběd či vánoční dárek nám na poslední chvíli dovezou právě malé doručovací stroje nahrazující dodávky. Téma řešení problémů v dopravě je však primárně komplexní organizační otázkou a nikoliv nedostupností technologií. Je třeba interdisciplinárního přístupu, který např. zodpoví, zda třeba problematiku doručování už dnes mnohdy neřeší lépe doručovací boxy umístěné v příhodných pěšky dostupných lokalitách. K takovým otázkám také patří, zda autonomní minibus pro 8 až 16 pasažérů je schopen přispět vytvoření nové linky



hromadné dopravy v místech, kde by se zřízení běžné autobusové linky ekonomicky nevyplácelo. V tomto případě se však zdá, že úspory v oblasti energetiky a snížení ekologické a dopravní zátěže, kterou by jinak vytvořilo i 32 i více osobních automobilů, je možné. Zavedení autonomních dopravních prostředků a strojů je v každém případě přínosné pouze tehdy, kdy je propojené se smysluplnými organizačními, dopravními, urbanistickými i regionálními řešeními - jsou totiž pouze jedním dílkem v celé skládáče lidské existence ve veřejném prostoru.