

FRI-2.203-2-TMS-06

**ASSESSMENT OF THE MAAS SYSTEM AS A TOOL FOR SHARED
ECONOMY IN TRANSPORT AND THE APPLICATION OF HYDROGEN
MOBILITY¹⁹**

Prof. Velizara Pencheva, PhD Eng.

University of Ruse, Bulgaria,
Department of Transport
Phone: 082 888 240
e-mail: ypencheva@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Asen Asenov, PhD Eng.

University of Ruse,
Department of Transport
Phone: 082 888 605
E-mail: asasenov@uni-ruse.bg

Assist. Prof. Dimitar Grozev, PhD.

University of Ruse,
Department of Transport
Phone: 082 888 231
E-mail: dgrozev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Ivan Beloev, PhD

University of Ruse,
Department of Transport
Phone: 082 888 605
E-mail: ibeloev@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Tsvetelina Georgieva, PhD

University of Ruse,
Department of Automation and mechatronicst
Phone: 082 888 668
E-mail: cgerogieva@uni-ruse.bg

Prof. Plamen Daskalov, PhD Eng.

University of Ruse, Bulgaria,
Department of Automation and mechatronicst
Phone: 082 888 668
e-mail: daskalov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper examines the development and status of urban passenger transport in the country and the possibilities for the functioning of the integrated urban mobility system (MaaS). Based on an analysis of European urban mobility policy and good practices, three main pathways for the development of urban transport systems have been identified through engineering and technological solutions for greening vehicles and by changing conventional modes of transport (with public transport and personal vehicles) in shared and integrated mobility models. It is pointed out that the three roads are not separate, and the servicing (broadening of the range of services and offering complex solutions)*

¹⁹ Presented a report of October 25, 2019 with the original title: Оценка на системата MaaS като инструмент за споделена икономика в транспорта и прилагане на водородна мобилност

of transport on shared and integrated mobility routes can create incentives for even faster technological upgrading of vehicles.

Keywords: *Mobility as a Service (MaaS), urban passenger transport, urban mobility, integrated mobility model*

ВЪВЕДЕНИЕ

Системата *Mobility as a Service* (Система *MAAS*) е сравнително ново понятие и е свързано с интегриране на различни форми на транспортни услуги в единна мобилна услуга, достъпна при поискване в градовете и търсене на решения за нейната устойчивост.

Мобилността се определя като способността да се отговори на нуждите на обществото хората да се движат свободно, да получат достъп, да общуват, да търгуват и да установяват отношения. Устойчивата мобилност означава всичко това да се прави без да се жертват други основни човешки или екологични ценности [WBCSD, 2001]. Концепцията за устойчива мобилност предполага, избор на опции за достъпност и мобилност, които са безопасни, удобни, навременни и достъпни и които имат високи нива на енергийна ефективност и намалено въздействие върху околната среда. Терминът устойчива мобилност е свързан с термина „устойчив транспорт“, а той е логическо продължение на понятието „устойчиво развитие“.

В България няма практика и разработена методика да се оценява цената на мобилността. Води се официална статистика за загиналите и пострадалите при ПТП, но няма точна оценка колко хора преждевременно умират от замърсената от транспорта околна среда или от болести, свързани с недостатъчна физическа активност.

Прегледът на литературата, [Dragneva H, et al., 2009, Stoilova S, Kunchev L., 2016] и наблюдаваните тенденции в международен мащаб през последните 8-10 години показва, че в следващите години се очаква да се променя драстично начина, по който хората се движат в градовете. Тези промени се дължат основно на два фактора: съвремените промени и напредък в технологиите и приложение на споделената икономика и на интегрираните решения за градска мобилност. Въпреки наблюдаваните промени в международен мащаб, в България няма достатъчно развити политики, стратегии, методи и средства по отношение на развитие на интегрирани решения за градска мобилност.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Тенденции, проблеми и предизвикателства пред градската мобилност в България. Развитие на градската мобилност след средата на 20-ти век в България преминава през четири основни етапа:

- етап 1-характерен с интерес към увеличаване собствеността на автомобили и разширяване на транспортната инфраструктура на градовете;
- етап 2-стимулиране използването на обществения транспорт, за сметка на намаляване използването на лични автомобили и осигуреността с инфраструктура;
- етап 3- рязко увеличаване броя на личните автомобили, повечето от които са с много висока възраст и увеличаване натоварването на автомобилното движение в градовете;
- етап 4- насърчаване на устойчивото пътуване и алтернативни форми на придвижване в градовете.

Доказателство за наличието на тези четири етапа е променящия се брой автомобили в градовете от значително увеличаване до стабилизиране на техния брой, както и от непрекъснатото развитие и усъвършенстване на обществения пътнически транспорт, заедно с развитие на алтернативни форми на транспорт и начини за придвижване.

Еволюцията на мобилността във всички западноевропейски държави се характеризира с етап 1, 2 и 4, докато етап 3 е характерен за държавите от Централна и Източна Европа.

Може да се посочат четири измерения на градската мобилност: екологично; социално; икономическо и институционално. В екологичното измерение се оценява намаляване на вредното въздействие на транспорта в града, снижаване на вредните емисии и шума,

намаляване на заетите от автомобили обществени пространства. В социалното измерение участват показатели, които отразяват броя на хората, които ще бъдат обслужвани от градската транспортна система по-удобно и по-справедливо. Икономическото измерение фиксира повишаване на инвестиционната привлекателност на транспортната инфраструктура, или обекти от нея. Под институционално измерение на мобилността се разбира укрепването на авторитета на местната и държавна власт за сметка на обосновано приемани решения в областта на мобилността.

Процесите за мобилност се управляват от лични предпочитания, както и от физическите и финансови възможности на отделните хора при избора им на начин на придвижване. В днешния ден може да се очертаят редица предизвикателства свързани с мобилността в градовете, основните от които са: урбанизационните процеси и застаряване на населението; състоянието на обществения градски транспорт; замърсяването на околната среда; натоварването и безопасността на автомобилното движение.

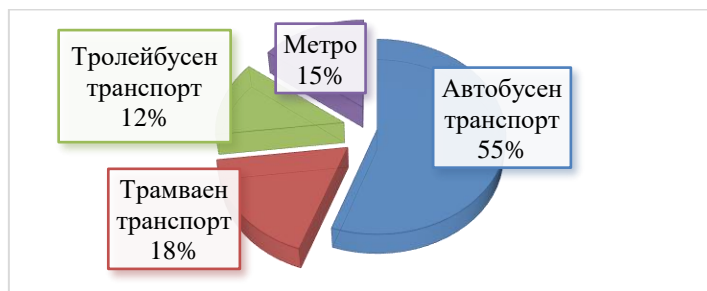
Увеличаване на концентрацията на населението в големите градове на страната е факт, който следва да бъде наблюдаван, защото изисква и определени мероприятия по осигуряване на условия за живот, включително и за транспорт. През 2018 година в градовете на страната живеят 5 159 129 души население, което е 73,5% от цялото население на страната. Около 70% от това население е в областните 27 града. Шест от тях са с население над 100 000 жители. В същото време се наблюдава непрекъснато застаряване на населението, включително и в градовете, като около 1/5 от него е на възраст над 65 години. През 2010 г. населението над 65 години в градовете е било под 15%, докато през 2019 година то е вече почти 20% от цялото население [NSI, 2019].

Тенденциите в общия демографски показател “брой на населението” свидетелстват, че количествения растеж на градовете и особено на столицата е фактор, който ще се запази и в бъдеще, както и, че населението на страната и в частност на градовете непрекъснато застарява. Следва да се отбележи, обаче, че това не винаги е в корелация с качествените промени в градската среда и условията за живот.

Градският обществен транспорт в страната се изпълнява от автобусен, тролейбусен, трамваен транспорт и метро, [Saliev D., 2016]. Трамвайният транспорт и метрото са развити само в София. Тролейбусен транспорт има развит в 10 града на страната. Във всички градове има автобусен транспорт.

Броят на пътниците превозени с градския пътнически транспорт за 2017 година в страната е 626 204 000, като за десет години той непрекъснато намалява и в сравнение с 2008 г. той е намалял с почти 20%.

Пътуванията с автобусен транспорт са над половината от всички пътувания с обществен транспорт, фиг.1.



Фиг. 1. Процентно съотношение на пътувалите пътници по видовете транспорт в страната за 2017 година

В табл. 1 са определени основните числови характеристики на средното превозно разстояние (СПР) по видове транспорт. Поради експлоатационните характеристики на отделните видове транспорт, както и организацията на работа средноаритметичната стойност на средното превозно разстояние (за период 2008-2017) се различава значително. Най-ниска стойност на средното превозно разстояние е при трамвайния транспорт-2,45 km, следвано от

почти два пъти по-голямо при тролейбусния -4,10 km. Докато при метрото и тролейбусния транспорт СПР е почти еднакво съответно 8,37 km и 8,76 km.

Табл. 1. Основни числови характеристики на СПР по видове транспорт

Характеристика	Средно превозно разстояние			
	Автобусен транспорт	Трамвайен транспорт	Тролейбусен транспорт	Метро
Mean	8,76	2,45	4,10	8,37
Standard Error	0,13	0,21	0,22	0,63
Median	8,65	2,37	4,31	8,96
Standard Deviation	0,41	0,66	0,68	2,01
Sample Variance	0,17	0,43	0,46	4,03
Kurtosis	1,13	-2,12	7,79	-1,59
Skewness	1,16	0,13	-2,69	-0,08
Range	1,35	1,50	2,34	5,42
Minimum	8,30	1,74	2,25	5,99
Maximum	9,65	3,24	4,59	11,42

Лошото качество на транспортната услуга е причина за отказ от използването на обществения градски пътнически транспорт и пренасочване предимно към използване на лични автомобили, [Saliev D., 2016].

Транспортът оказва сериозно въздействие върху всички компоненти на околната среда. Замяряването на атмосферния въздух от транспорта е свързано със значителни здравни последици. Някои от въздействията, резултат от замърсяването предизвикано от транспорта, стават видими едва след дълъг период от време и предизвикват глобални ефекти, независимо къде са били генерирани емисиите. Неоспорим факт е, че нарастването на броя на леките автомобили в страната и концентрацията им в градовете, остарелия транспортен парк, включително и на обществения транспорт водят до значително увеличаване на емисиите на парниковите газове в атмосферата, замърсяването на околната среда, шумът, задръстванията и недостатъчното пространство за паркиране, пътно-транспортните произшествия и др. За периода от 7 години (2011-2017) CO₂ е нараснал с 18%, което е средно нарастване за година с 0,81%. През 2017 г. емисиите на въглероден двуокис в атмосферата от автомобилния транспорт са 8 842 106 t. От останалите вредни вещества увеличение за 2017 г. спрямо 2011 бележат метана с почти двойно увеличение, двуазотния окис и амоняка. Концентрацията на финни прахови частици в градовете много често е над нормата, поради битови изгаряния и промишлеността и от натовареното транспортно движение.

Неблагоприятните тенденции на факторите, влияещи върху акустичната среда се потвърждават от шумовите характеристики на градовете. Те показват трайна тенденция на увеличаване на шумовото замърсяване в градските територии до нива в диапазона 63-72 dB(A), при норма 55-60 dB(A).

Непрекъснатото нарастване на автомобилизацията в градовете създава сериозни проблеми с паркирането и ограничава градското пространство за живеене. Град София попада на 52-ро място сред градовете с най-големи задръствания за 2018 година (от 403 града в 56 държави на 6 континента). Според индекса ТомТом (TomTom Traffic Index) времето за пътуване в гр. София за 2018 и 2017 година се удължава средно с 35%.

Пътно-транспортните произшествия в градовете на страната са значителен брой. Общият брой на ПТП за 2017 година в страната е 6888, от които 4426 са станали в градовете (64,25%). От общо 682 –ма загинали при ПТП за 2017 г. в страната, 200-та са загиналите в населени места, т.е. около 30% от загиналите.

Интегрирана система за градска мобилност и използване на превозни средства алтернативни на задвижваните с ДВГ. Решаването на проблемите на транспортната система

в градовете дълго време се възприема като техническо (инженерно) предизвикателство [Graham, S. & Marvin, S., 2001]. Някои автори твърдят, че решаването на проблемите с устойчивостта на транспорта е възпрепятствано от парадигмата „базирани на превозни средства“, която преобладава повече от век [Jones, P., 2012.]. Технологичните иновации в транспорта (хибридни и електрически превозни средства, МПС с биогорива, водородни горивни клетки и т.н.) обикновено се разглеждат като подходящ инструмент за осигуряване на по-ефективна и устойчива транспортна система. Практиката, обаче показва, че досега нито един фокус върху технологиите не е успял да доведе до необходими трансформации.

Преминаване от сегашната, неустойчива транспортна система към нисковъглеродна система за мобилност изисква дълбоки структурни промени, както по отношение на технологиите на превозните средства, така и по отношение на вградените модели на мобилност [Geels, F.W., 2012].

Въз основа на оценка на съществуващите практики и прогнозите е възможно да се проследят три потенциални пътя по отношение на бъдещето на системата за транспорт в градовете:

- технологичен път за екологизиране на автомобилите;
- споделена мобилност (carsharing, carpooling);
- интегрирана мобилност(Mobility as a Serves Systema-MAAS).

Технологичният път за екологизирането на автомобилите е свързан с търсенето на инженерни и технологични решения за транспортните системи и в частност за автомобилите. В света се работи по приложението на ключови технологии като използване на биогорива, електрически автомобили, автомобили задвижвани с водород (основно с използване на водородни горивни клетки) с очаквания да допринесат за намаляване на емисиите. Биогоривата все повече се изследват като възможно алтернативен източник на бензина и дизеловото гориво по отношение главно на транспорта. В последните години са разработени и демонстрирани в световен мащаб на автомобилни изложби електрически и хибридни автомобили. Основните производители на автомобили търсят лидерство в бъдещото на зелените превозни средства, където се използват възобновяеми енергийни източници. Много правителства по целия свят отделят безвъзмездни средства, за да подкрепят развитието на технологиите и приложението на тези автомобили в живота на хората чрез субсидиране на използването на електрическите автомобили. Друга алтернатива на автомобилите с ДВГ са автомобилите, работещи с водородно гориво и водородна горивна клетка. При тези автомобили се използва компресиран водород за получаване на електрическа енергия в горивна клетка, с която да се задвижва превозното средство. През последните десетилетия много от ресурсите за научноизследователска и развойна дейност са ангажирани с технологиите за водород и горивни клетки. Те привличат значителен интерес от страна на политиците и частните инвеститори. Стоотици демонстрационни проекти се изпълняват в света и се очаква да имат търговско приложение. Основното предизвикателство е да се намалят разходите за технологии.

От края на 2018 г. за три годишен период в страната е финансирана Национална научна програма за изследвания в областта на нисковъглеродната енергия за транспорта и бита. Задачата с транспорта в програмата е свързана с научни изследвания в областта на хибридна електромобилност на базата „батерия/горивна клетка“ като експертиза и икономически модел с демонстрационен проект на тролейбус с хибриден удължител на пробега „батерия/горивна клетка“.

Технологичният път с фокус върху екологизирането на автомобилите не е достатъчен. Необходима е промяна на транспортните практики и поведение [Kemp, R., Geels, F.W.& Dudley, G., 2012]. Тази промяна може да е успешна с нови бизнес модели: споделената мобилност и използването на интегрирана транспортна услуга с отказ от личния автомобил.

Икономиката на споделянето е призната като глобален феномен, който дава възможност за нови средства за свързване на хората за споделяне на възможности и пазари. Що се отнася до градската мобилност, икономиката на споделянето се появява под формата на споделяне на велосипеди и на автомобили. Споделената мобилност поставя на преден план

важността за достигането до определена дестинация често срещу по-малка индивидуална и социална цена в сравнение с ползването на лично преводно средство. В резултат на това се очаква популателната способност на домакинствата да се увеличи, тъй като няма да има нужда да се купуват и поддържат автомобили. Швейцарската академия за мобилност, която организира годишна европейска конференция по въпросите на споделената мобилност, наречена Wocomoco [Mobility Academy, 2014], определя споделената (или кооперативната) мобилност по следния начин: „Споделената мобилност се фокусира върху споделянето на пътувания, транспортни средства и инфраструктура. На границата между обществения и частния транспорт се появяват нови мрежи, основани на равнопоставено партньорство, които насърчават нови начини за индивидуална мобилност, различни от притежаването на личен автомобил“. „Carsharing“ се отнася до използването на един или повече споделени автомобили от редица водачи. Carsharing често се използва като синоним на понятието „споделен автомобил“. На практика споделяне на автомобили в града функционира като краткосрочно наемане на автомобил за самообслужване, т.е. няма персонал на място, когато се взема / връща автомобила. Carpooling е споделянето на автомобилни пътувания, като повече от едно лице пътува в автомобила. Така пътуването с автомобил намалява пътните разходи на всеки човек.

Третият път, свързан с бъдещето на транспортната система на градовете е използването на „интегрирана мобилност“ МaaS (Mobility as a Service). Най-цитираното определение за мобилността като услуга (МaaS) идва от Европейския съюз за МaaS, който определя концепцията като „интегриране на различни форми на транспортни услуги в единна мобилна услуга, достъпна при поискване.“ С това определение МaaS може да включва много различни функции, като например унифицирано мобилно приложение, мултимодално планиране на пътувания, пакети за услуги, фиксиран месечен абонамент или таксуване с плащане. Обединяваща черта на всяко МaaS внедряване е интегрирането на множество услуги.

Мобилността като услуга (МaaS) е интегрирането на различни форми на транспортни услуги в единна мобилна услуга, достъпна при поискване [МaaS Alliance, 2018, МaaS Alliance, 2015]. За да отговори на заявката на клиента, МaaS операторът улеснява разнообразието от възможности за транспорт, независимо дали те са обществен транспорт, споделяне на автомобил, велосипед, таксиметров автомобил, автомобил под наем или комбинация от тях. За потребителя МaaS може да предложи добавена стойност чрез използване на едно приложение за осигуряване на достъп до мобилност, с един канал за плащане вместо множество билети и платежни операции. Целта на МaaS е да предостави алтернатива на използването на личния автомобил, която може да бъде също толкова удобна, по-устойчива, по-евтина и да помогне за намаляване на задръстванията и ограниченията в транспорта.

В табл. 2 са посочени пргнозни стойности за пробег на автомобилите, използвани в МaaS системите в градовете при натоварване от 13,5 до 18 часа и средна скорост 20km/h. Прогнозира се, че използването на електромобили, задвижвани с електричество и с водородни горивни клетки в МaaS системите ще бъдат алтернативните на автомобилите задвижвани с ДВГ. Превозните средства следва да имат или капацитет да изминават прогнозния пробег за ден 270-360 km с едно зареждане, или зареждането да става бързо. Това означава, че автомобилите задвижвани с водородни горивни клетки са с предимство пред електрическите, тъй като те могат да осигурят по-голям пробег на превозното средство с едно зареждане понеже зареждането става приблизително за толкова време, колкото и на автомобилите, задвижвани с ДВГ.

Табл.2. Прогнозен пробег на автомобилите в МaaS

Работа за ден в часове (от 4:30 до 22:30 часа)		Пробег, при средна скорост 20 km/h	
75%	100%	13,5 часа	18 часа
13,5 часа	18 часа	270 km	360 km

При прегледа на съществуващите към септември 2019 г. планове за устойчива градска мобилност (SUMP), общо на 12 града в страната, които имат различен хоризонт на планиране се установи, че навсякъде се оценява значението от развитието на обществения градски транспорт, на велосипедното придвижване, на придвижването пеша, но концепцията за

интегрирана градска мобилност MaaS не се разглежда като възможност за развитие в нито един от градовете.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Съвремената урбанизация, ниското качество на предлаганите транспортни услуги от обществения градски пътнически транспорт, високата степен на замърсеност и шум на околната среда и големия брой пътно-транспортни произшествия са сериозен проблем за големите градове на Р. България. През 2018 година в градовете живее 73,5% от цялото население на страната. Процентното съотношение на превозени пътници по видовете обществен транспорт е следното: автобусния транспорт е превозил повече от половината пътници (55%), следван от трамвайния с 18%, метро-15% и тролейбусен 12%. Най-ниска стойност на средното превозно разстояние е при трамвайния транспорт-2,45 km, следвано от почти два пъти по-голямо при тролейбусния транспорт-4,10 km. При метрото и тролейбусния транспорт средното превозно разстояние е почти еднакво съответно 8,37 km и 8,76 km. Постоянно се увеличава броят на леките автомобили в страната. За периода от 7 години CO₂ е нараснал с 18%. През 2017 г. емисиите на CO₂ в атмосферата от автомобилния транспорт са 8 842 106 t. Наблюдава се трайна тенденция на увеличаване на шумовото замърсяване в градските територии до нива в диапазона 63-72 dB(A). От общия брой ПТП за 2017г. 64,25% са станали в градовете.

2. Въз основа на наблюдения е възможно да се дефинират три потенциални пътя по отношение на бъдещето на системата за транспорт в градовете: технологичен път за екологизиране на автомобилите; споделена мобилност (carsharing, carpooling); интегрирана мобилност (MAAS). Посочените три пътя не са отделни. Сервитизацията на транспорта по споделените и интегрирани пътища за мобилност може да създаде стимули за още по-бързо технологично обновяване на автомобилните паркове.

3. В съществуващите в 12 града на страната планове за устойчива градска мобилност, интегрираната градска мобилност MAAS не се разглежда, което поставя ограничения пред възможностите за развитие.

4. От края на 2018 година в България е финансирана Национална научна програма за научни изследвания в областта на нисковъглеродната енергия за транспорта и бита. Високите постижения по програмата и постиженията на студентските отбори на Техническият университет София и Русенския университет в областта на енергийната ефективност на превозните средства, задвижвани с водородни горивни клетки са добра основа за изграждане на капацитет за водородна мобилност в страната.

БЛАГОДАРНОСТИ

This work was supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under the National Research Programme E+: Low Carbon Energy for the Transport and Households, grant agreement D01-214/2018.

ЛИТЕРАТУРА

WBCSD, (2001). Mobility 2001—World Mobility at the end of the Twentieth Century and Its Sustainability; WBCSD: Conches-Geneva, Switzerland.

Dragneva H, et al. (2009). Bus stops - an integral part of the sustainable urban transport network structure, XVI NCC with international participation "trans & MOTAUTO 09" vol 2, pp. 190-192., ISBN 1313-5031 (*Оригинално заглавие: Драгнева Н, и др. 2009. Автобусните спирки-съставна част от структурата устойчива градска транспортна мрежа, XVI НТК с международно участие "trans & MOTAUTO 09 " Слънчев бряг*)

Stoilova S, Kunchev L (2016). Application of the graph theory, ahp method and cost benefits analysis for route selection of a road train. Journal of the Balkan Tribological Association 22(IA-II), pp. 1029-1044

NSI 2019. Statistical Yearbook 2018, Sofia

Saliev D., (2016). Impact assessment of the ticket price on the number of passengers carried by public transport in Sofia, VIII Scientific Conference with International Participation in Aviation, Automobile and Railway Engineering and Technology BulTrans-2016 Sozopol, ISSN 1313-955X, pp. 178-180. (*Оригинално заглавие: Салиев Д., 2016. Оценка на влиянието на стойността на билета върху броя на превозените пътници с обществен транспорт в гр. София, VIII научна конференция с международно участие по авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии БулТранс-2016*)

Graham, S. & Marvin, S., (2001). Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition. Routledge

Jones, P., (2012). Developing sustainable transport for the next generation: The need for a multi-sector approach. IATSS Res. 35, 41–47. doi:10.1016/j.iatssr.2011.11.001

Geels, F.W., (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. J. Transp. Geogr. 24, 471–482. doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021

Kemp, R., Geels, F.W. & Dudley, G., (2012). Introduction: Sustainability transitions in theautomobility regime and the need for a new perspective, in: Geels, F.W., Kemp, R., Dudley, G., Lyons, G. (Eds.), Automobility in Transition? A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport. Routledge, pp. 3–28

Mobility Academy, (2014). Wocomoco brochure (<http://bit.ly/2lnIwkq>] (WORLD COLlaborative MOBility CONgress)

MaaS Alliance, (2018). Passenger Rights in Multimodal Transport - MaaS Alliance Vision Paper. Brussels, pp.1-7

MaaS Alliance (2015). White paper. Guidelines and recommendations to create the foundation for a thriving MaaS Ecosystem. Brussels, pp.1-21