



Транспортен модел на Столична община

1. Концепция за създаване на транспортен модел на Столична община

1.1. Общо положение – какво представлява транспортният модел, защо е необходим

Придвижването на хора и стоки е една от най-базовите и ключови системи на градовете, която има сериозно отражение върху структурното развитие на територията и функционирането на градските пространства. Транспортната система е тясно свързана и с един от най-ценните ресурси – времето, като сериозен мотив за минали и бъдещи иновации е намаляване на времето, прекарано в придвижване. Други фактори за развитието на сектора също играят роля като увеличаване на превозното количество, редуциране на използваната енергия и екологичен отпечатък, намаляване на произшествията. Основният стремеж е да се подобри ефективността на самата система – по-бързо придвижване на повече хора и стоки, с по-малко енергия и по-малко използвано градско пространство. През годините са се обособили различни начини на придвижване с разнообразни превозни средства и обслужващи инфраструктури, които са успели да задоволят в различна степен първоначалния стремеж за подобрена ефективност на транспортната система. Понякога обаче въздействието на дадена иновация е отрицателно върху самата система или я подобрява, но за сметка на сериозни щети върху градската среда и начина на живот на определени общности.

С времето се натрупва практика, която може да оформи познание за това кое придвижване е благоприятно според контекста, в който се прилага. Понеже транспортната система изисква сериозна обслужващата инфраструктура, чиято реализация е времеемка, скъпа и често нарушаваща ежедневието ритъм на мястото, на което се реализира, изборът на далновидни и ефективни решения, които са трудни за промяна, е от съществено значение. **На помощ идват транспортните модели. Те представляват математически модели на търсенето и предлагането в транспортната система. Тяхната роля е да бъдат цифрова репрезентация на мобилността в определена територия, която може да бъде ползвана за прогнозиране на ефекта от определени транспортни решения като строителство на нова улица, промяна на маршрута на дадена линия на обществения транспорт, увеличаване на цената за паркиране в зона с платено паркиране, създаване на нов буферен паркинг и други.** Заедно с развитието на информационните технологии, инструментите за събиране на данни и математическото моделиране транспортното моделиране намира все по-широко приложение сред градовете, стремящи се към по-добро транспортно планиране и управление на мобилността. В този процес са включени множество ситуации, параметри, взаимовръзки и не е възможно да се прогнозира бъдещето с категорична точност, но, въпреки това, транспортното моделиране може да бъде ценен помощник при вземане на градоустройствени, транспортни и инвестиционни решения.



За планирането и управлението на трафика се използват различни транспортни модели. В развитите градове моделирането е дългосрочна практика, която играе ключова роля както при планирането на развитието на територията от нови жилищни или бизнес зони, така и в ежедневното управление на трафика. Моделите представляват цифрова репрезентация на транспортната реалност и могат да се различават по своя териториален обхват и съответно по нивото на детайл, което прогнозира. Колкото по-широкообхватен е даден модел, толкова по-малко е нивото на детайл, което се разглежда. Това се дължи основно на две причини. От една страна, колкото по-голям е обхватът, толкова повече изчислителна мощ е необходима. През последните години развитието на технологиите успява да минимизира това като пречка. От друга страна, направените допускания на микро ниво се мултиплицират за множество елементи (кръстовища и улици) и грешките се увеличават, а с което и неточностите на модела. Съвременните градски модели често използват междинно ниво – мезо модели, които представляват макро модели на цялата територия на града, а в конкретни ключови кръстовища или участъци навлизат на ниво микро модел. Такъв тип мезо модел съчетава предимствата на макро модела да прогнозира разпределението на потоците между отделните квартали и по вид транспорт с по-детайлната картина за интензивността на трафика и други параметри на конкретни локации.

Първият етап от моделирането е създаването на базов транспортен модел, който отразява реалността в дигитална среда. Този модел преминава през събиране на данни, обработка, моделиране, калибриране и валидиране на резултата и е актуален към годината на направените анализи – базовата година. Той служи за основа за развиване на прогнозни модели, които се използват за сравнение на сценарии на различни бъдещи реалности. Най-често се прави сравнение на бъдеща ситуация с променени териториални и икономически параметри, но запазена и непроменена транспортна инфраструктура, така наречения “не променяй нищо” модел. Тогава се прогнозира как новото население или новите квартали ще използват съществуващата инфраструктура и организация на движение. Освен този сценарий, могат да се сравняват алтернативи на обслужване на територията с приложени различни мерки – чрез трамвай, чрез автобус, без обществен транспорт, с велоалея или без, с нова улици или нов транспортен възел и т.н. Добра практика е да се правят анализи разходи-ползи на различните алтернативи, с което да се обосновават инвестициите в инфраструктура или други мерки. Моделите могат да послужат като сериозни аргументи пред управляващите, пред обществеността или пред финансови институции за ефективността от даден проект.

1.1. Предизвикателства пред мобилността в София

София е град със сравнително компактна територия и класическа радиално-кръгова структура. Мрежата на обществения транспорт е силно развита и покрива целия град, а почти всички жители имат спирка на по-малко от 10 минути ходене пеш. През последните години се инвестира сериозно в обновяването на превозните средства на обществения транспорт и значително напредва развитието на метрополитена. Въпреки това, се наблюдава продължаваща тенденция на спад на ползвателите на обществения транспорт и увеличаване на дела на придвижванията с автомобил. Това е видимо от последните три преброявания, направени през 2010, 2017 и 2020 г. **Моторизацията е индикаторът, който показва колко автомобили са налични за всеки 1000 души като за София той е над 660 и е също с увеличаваща се тенденция. Това показва, че все повече хора разчитат на автомобилите като средства за придвижване, което не отговаря на поставените стратегически цели пред града.** Необходимо е да се проследят причините за тези резултати и кои действия са довели до тях. От ключово значение е да се използват инструменти за прогнозиране на ефекта от конкретни мерки, преди те да бъдат изпълнени, а самите мерки да следват цялостна транспортна политика.



Изминалата 2020г. ще бъде запомнена с Ковид пандемията и произхождащите от нея ограничения в посещенията на различни търговски, културни, образователни и развлекателни обекти. Масовото преориентиране на повечето работещи в сектора на услугите, който е доминиращият в София, от работа в офис сгради към работа от вкъщи силно ограничи броя на работните пътувания в града. Препоръките за спазване на безопасна дистанция и избягване на струпване на хора допълнително повлияха за прехвърлянето на ползвателите на обществения транспорт към други форми на мобилност. Въпреки, че се очаква тази тенденция да не бъде трайна, това е сериозно предизвикателство пред София в средносрочен план, ако се запази стремежът да бъде увеличен дялът на устойчивите форми на транспорт и да се подобри ефективността на цялата транспортна система. Преминването към по-устойчиво придвижване би довело до ограничаване на времето прекарано в задръствания, увеличаване на средната скорост за пътуване в града, ограничаване на отпечатъка на транспортните системи върху градската среда, качеството на въздуха и нивата на шум, както и до по-безопасни улици за всички социални и възрастови групи.

Все още нарастващата моторизация поставя под сериозен натиск транспортната инфраструктура, особено в сутрешните и следобедни пикови часове. Важно е да се отбележи, че през последните години се изграждат важни връзки от първостепенната улична мрежа, но все още остават ключови, структуроопределящи артерии, които трябва да бъдат реализирани. Без тяхното изпълнение степента на неправолинейност (отклонението от правата линия между две точки) за някои важни кореспонденции остава висока и означава, че част от основните потоци ползват обиколни маршрути, често през централните части на града, където мрежата до голяма степен е изградена в нейната цялост. Това "наслаждане" на потоци води до значителното претоварване на някои елементи от уличната мрежа, което води до значителни задръствания и ниско ниво на обслуженост. Развитието на уличната мрежа е важно и необходимо условие за подобряване на мобилността, но това е нужно да се случва балансирано като се осигуряват качествени алтернативи на придвижването с личен автомобил. От съществено значение е да се насочват постоянни усилия към това да се използва по-разумно уличното пространство, да се стимулира ползването на по-малко на брой превозни средства, но с по-голям капацитет, тоест общественият транспорт да бъде приоритет и в ползването на пространството чрез повече обособени ленти и трасета за придвижване, отделени от автомобилните. **Към момента едва 5.5% от дължината на цялата мрежа на обществения транспорт е обособена като почти половината от нея са линиите на метрото.**

Друго негативно въздействие на големия брой автомобили е свързан с тяхното паркиране. Един личен автомобил прекарва около 95% от времето в покой и заема над 15 кв.м¹ в градската среда. Това означава, че само регистрираните към 2021 година на територията на СО около 880 000 леки автомобили заемат обща площ равна на 98.5% от всички реализирани паркове и градини на територията на общината – това включва всички малки паркове и градини, но и Южен, Северен, Западен, Борисова градина, Ботаническата градина, резиденция Бояна и Княжевската гора. Наблюдават се постоянно запълнени улични паркинги, като често автомобилите се разполагат върху тротоари и зелени площи, нарушавайки, както пешеходната проходимост и безопасност, така и състоянието на междублоковите пространства и градската среда. И допринасяйки за лошото състояние на въздуха в София не само чрез изгорените газове, ами и чрез суспендирания прах от паркирането в калта. За това състояние допринася и липсата на етажни паркинги в жилищните и търговските зони и малкото налични буферни паркинги.

¹ без да се включват необходимите площи за маневриране при обособените паркинги и гаражи



Друго предизвикателство, пред което е изправена София, е липсата на цялостна свързана велосипедна мрежа, която да позволява лесно и безопасно придвижване между отделните квартали. Велосипедната инфраструктура е основа за развитието на активните форми на придвижване, които могат да поемат значителна част от пътуванията на кратки и средни разстояния. Липсата на такава мрежа допълнително ограничава възможностите за избор на превозно средство. Сегрегацията на велосипедната инфраструктура от автомобилното платно и пешеходните площи по главните направления, както и създаването на по-безопасни пресичания е основен принцип на съвременното транспортно планиране. Този принцип следва да се спазва при всяка инфраструктурна намеса, за да се осигури качествена транспортна алтернатива и адекватно ниво на пътна безопасност.

Важно е да бъдат отбелязани и предвижданията за развитието на транспортната система на настоящия ОУП. В стремежа си да планира и в последствие подsigури транспортното обслужване на територията ОУП е надхвърлил нуждите от тежка транспортна инфраструктура. В последната му ревизия силно е акцентирано на многолентовите скоростни булеварди, чиято основна функция е да подsigурят възможността за придвижване с лични автомобили. Градът до голяма степен следва тази поставена посока на развитие като изграждането на по-голям капацитет на уличната мрежа предизвиква т.нар. индуцирано търсене, при което все повече хора предпочитат личния автомобил пред наличните алтернативи. Заложените в ОУП ключови връзки, биха подобрили свързаността на градската територия, но прекаленото фокусиране към увеличаване на капацитета за провеждане на автомобилен трафик би задълбочило допълнително проблема със зависимостта от лични автомобили. От друга страна, финансовите възможности на София са далеч по-ограничени от тези, които биха били необходими за реализация на цялата предвидена автомобилна инфраструктура. Това е и една от причините за сравнително бавния напредък по нейното осъществяване и е необходимо преосмисляне на част от предвижданията, за което от помощ в прогнозиране на въздействията и промените би бил транспортният модел.

1.2. Документална обезпеченост

Тези предизвикателства са адресирани в редица стратегически и секторни документи. Предложени са пакети от взаимосвързани мерки за тяхното разрешаване, които работят в синхрон и се допълват. Във всеки от посочените документи е отразена необходимостта от създаване на съвременен и актуален транспортен модел, който да се използва за подпомагане на транспортното планиране и управление, и справяне с дефинираните предизвикателства.

Приетата през 2020г. стратегия за дългосрочно развитие на София и крайградските територии – **Визия за София – посочва като ключова стъпка създаването на общински транспортен модел**, който да бъде помощен инструмент, както в устройственото планиране, така и в управлението на трафика. Във Визията се посочва, че моделът трябва да бъде регулярно обновяван и поддържан възможно най-актуален, за да отразява максимално точно реалната обстановка. На база на този модел трябва да се прогнозираат ефектите от мерки свързани с транспортната система, в това число и да се аргументират промени в маршрутизацията на обществения транспорт и организацията на движението. Моделът е заложен да бъде ключов инструмент при вземането на решения от страна на СО.

Създаването на такъв модел е заложено и в Плана за устойчива градска мобилност (ПУГМ), най-детайлният секторен план на общинско ниво в сферата на транспорта, а също и в Генералния план за организация на движението (ГПОД) от 2010г. **В ГПОД са описани финансови и технологични параметри, които могат да бъдат добър ориентир при създаването на модела.** Описани са конкретни функционалности и как могат да бъдат ползвани те, но и как да се управлява процеса по създаването и използването на такъв модел.



С изменението от 2018г. на ЗУЗСО се залага съставянето на общинска наредба, която да регламентира необходимите транспортни проучвания и симулации на обслужване, които да се прилагат при определени инвестиционни намерения. В процес на разработка е "Наредбата за проучване, анализ и симулация на транспортното обслужване в Столична община", която е определеният в ЗУЗСО нормативен документ. В нея се регламентират намеренията на общината да отчита и анализира сериозно въздействието на големи новопредвидени сгради. При одобрение на ПУП, предвиждащи сгради с разгъната застроена площ над 20 000 кв.м. и/или височина над 50м., както и при одобряване на инвестиционен проект с повече от 200 паркоместа ще бъде задължителна оценка на транспортното въздействие. За целта на транспортните анализи, описани в наредбата, е заложено създаването на единен базов транспортен модел и ключовата му роля в този процес. **Важно е да се отбележи, базовият модел ще даде общоградското и регионалното въздействие, но локалните ефекти от конкретни инвестиционни проекти следва да се изследват посредством микро модели, чиито входни данни идват от прогнозите на базовия модел.**

Препоръчително е също така базовият модел да бъде използван за изследване на кумулативни ефекти от множество по-малки инвестиции като това може да е периодична оценка на база на постъпилите разрешения за строеж и да служи като инструмент за мониторинг на изпълнението на целите на ОУП и оценка на съвместимостта на ПУП.

През есента на 2021г. Софияплан предвижда завършването на Програма за София – плана за интегрирано развитие на общината. Това ще бъде документът, който следва да определя инвестиционните приоритети на СО за следващите 7 години. Към стратегическа цел 5 "Подоброени и ускорени административни и управленски процеси" е формулирана мярка "Създаване на симулационни модели за планиране и управление", в която се залага и разработването на транспортен модел, който да подпомага анализа и управлението на транспорта.

2. Приложение на модела – за какво и как ще се ползва, кой ще го ползва

Макро моделите често намират своето приложение в устройственото планиране. **При предвиждането на големи градски територии за обновяване и преустройство, като стари индустриални зони, би било смислено да се предвидят новите пътувания, които обновената територия би генерирала. В тези случаи е важно да се предвиди, както локалното въздействие, така и общоградският и регионален ефект. По този начин би могло да се планира и проектира необходимата инфраструктура или да се осмислят функционалните предвиждания за територията. Следвайки тенденциите е добре това обслужване да не е зависимо от личните автомобили, а да дава разнообразни възможности за придвижване чрез обществен и велосипеден транспорт.** Моделът е инструмент, който подпомага сравнението на сценарии за обслужване на дадена територия и се старее да отговори на въпроси като каква нова инфраструктура е необходима, как да се свърже тя със съществуващата, какво натоварване ще окаже развитието на територията върху вече съществуващите връзки, трябва ли и те да се разширят. Моделът, използван в устройственото планиране, би помогнал и при избора на кои територии изобщо да бъдат предвидени за развитие и какви да бъдат оптималните градоустройствени параметри. Наличността на такъв модел би бил от огромна полза за дейността на Софияплан, Центъра за градска мобилност (ЦГМ) но и на различни други звена на общината. Моделът би могъл да се използва и при изчисляване на емисиите от газовете или нивата на шум. Важна роля на транспортния модел при съставянето на изменението на Общия устройствен план (ОУП) е да подпомогне в определянето на приоритетността на транспортните мерки за обслужването на територията. Такава



приоритизация би се отразила в програмата за реализация на ОУП, която е ключова за превръщането на ОУП от план в реалност.

Друго приложение на модела е за управлението на трафика в по-детайлен мащаб.

Транспортният модел може да се използва за прогнозиране на натоварванията на транспортните мрежи при евентуални промени в организацията на движението, графиците на обществения транспорт, поведението на участниците в движението и др. Той може да бъде ценен инструмент за Дирекция "Управление и анализ на трафика" като бъде използван при оптимизиране режимите на светофарните уредби за формиране на зелени вълни и на негова база да се препоръчват маршрути чрез информационни трафик табла или мобилни информационни приложения. ЦГМ ще може да прогнозира натоварването на линиите при специфични събития (например големи концерти или спортни събития) и съответно да реагира и предприема навременни мерки, да предприема информирани решения за маршрутни промени, учестяване на интервали и др. На по-едър мащаб може да бъде моделиран транспортът на регионално ниво, което да бъде от полза за управление на входно-изходните потоци, товарното движение, и предприемането на мерки за стимулиране на масовият междуградски транспорт.

Друго приложение на детайлния анализ на конкретна локация – кръстовище или участък от уличната мрежа е при оценка на въздействието на намерения за строителство на сгради. Този тип микроанализ е заложен в разработващата се наредба, спомената по-горе, и би се използвал най-вече от Направление "Архитектура и градоустройство" (НАГ). В тези ситуации микро моделът ще бъде допълван от преброявания на място и ще се правят сравнения на съществуващото положение преди реализацията на даден обект със симулация на транспортната ситуация след неговото строителството. Тези сравнения ще бъдат ползвани за ясни насоки за подобряване на транспортното обслужване към инвеститорите на съответните сгради.

3. Цели на модела

Базовият транспортният модел ще може да се използва като основа за решаване на разнообразни проблеми, свързани с градското планиране, инвестиционното проектиране, управлението на обществения транспорт и автомобилния трафик, както и подпомагане изследването на различни социо-икономически и екологични ефекти на транспортните системи. Основните цели, за които моделът следва да бъде приложим са следните:

- Като помощен инструмент за анализ и **планиране на транспортната система и устройството на територията и връзката между тях при предстоящата актуализация на ОУП на Столична община.**
- **Мониторинга по изпълнението на ОУП** и съставянето на предложения за неговото изменение, следвайки логиката на параметричното планиране.
- Да бъде помощен инструмент в **анализирането и управлението на мобилността** в града, организацията на движението и ефективното насочване на пътничкопотоците.
- Да се използва като инструмент за планиране на разширения и **оптимизация на графиците и маршрутите на обществения транспорт.**
- Като инструмент за изследване и **сравнение на различни инфраструктурни инвестиции**, тяхната ефективност, ефектите им върху мобилността, градската и околната среда.
- Като инструмент за оценка на въздействието на големи строителни инвестиции, които създават значителни промени в начина на ползване и/или количеството застроена площ в рамките на общината.



- Като инструмент за моделиране на сценарии за управление на трафика при бедствия и аварии, както и за оптимизиране на ежедневното изпълнение на длъжностите на службите за спешна помощ (например осъществяването на маршрути за специализирани автомобили през успокоени зони или избягване на натоварени артерии в различни части на генонощето).

4. Преглед на чужди практики в транспортното моделиране – типове модели, кой го администрира, как се ползва, бюджет

В научната литература за транспортните модели се забелязва силен акцент върху техническата част, а не толкова върху това как се управлява моделът и как се вземат решения на база на негови прогнози. Това бе и причина екипът на Софияплан да потърси информация за приложението, финансирането и поддръжката на такива модели от други градове. Екипът ни се свързва с няколко града, които имат изградени такива модели и които ги ползват при планирането и управлението на мобилността си. Предоставената информация е предимно обща и дава насоки, които да бъдат от полза при разработването на софийския модел.

4.1. Амстердам

Кой инициира създаването на модела?

Община Амстердам има традиция да използва транспортно моделиране за решаване на транспортни проблеми още от 70-те и 80-те години на миналия век. Последният модел е „Verkeersmodel Amsterdam (VMA)“, който служи като транспортен модел на общината от 2015 г. Отделът за „Трафик и публично пространство“ в община Амстердам (Verkeer en Openbare Ruimte (V&OR) – Gemeente Amsterdam) е инициаторът на транспортния модел на града. Отделът се занимава с градско планиране, както и бюджетиране на развитието в публичните пространства чрез насочване на инвестиции. Занимава се и с координацията на дейности в публичните пространства, които се осъществяват от общината или в партньорство с външни изпълнители.

Защо и за какво се използва моделът?

Мотивацията на отдела V&OR идва от нуждата да има постоянно подобрене на достъпността в града. Транспортният модел е създаден, за да бъде правен най-правилният избор за бъдещо развитие на транспортната инфраструктура, както и за подобряване на съществуващата мрежа.

Как се финансира създаването и поддръжката на модела и колко струва?

Моделът VMA се финансира на три части. Първата част е за актуализирането с данни и подобряването на алгоритмичните зависимости в модела. Втората част е предназначена за процесите на поддръжка и управление на модела, включваща и заплащането на отговорния екип. Третата част е за лицензите и отдалечения хостинг на самия модел – за годишна поддръжка и актуализация е 120 000 евро, а за лицензите и отдалечения хостинг около 50 000 евро.

За какви цели се прилага?

От община Амстердам използват модела за прогнозиране на движенията с различни средства, както и за правилен избор на инвестиции в транспортни обекти за строеж или реконструкции. развитието на мобилността в бъдеще се влияе от различни фактори, една от основните е демографските тенденции, но също така и промените в пътната мрежа и промяната в навиците на хората и преминаването към по устойчиви методи за придвижване.

Какъв софтуер се използва?

Инструментът, който използват е [Omnitrans](#).



Какви данни се ползват?

Моделът на Амстердам използва данни от националното проучване на поведението при пътуване. – ODIN. То е базирано на официалната статистиката на Холандия. за:

- Брой жители (разпределени по пол и възрастова група)
- Брой домакинства (и среден доход)
- Дял студенти, работна сила, трудово участие и заетост на непълно работно време
- Брой работни места (с разбивка по сектори)
- Брой места за преподаване (разделени по тип на преподаване)
- Данни от проучвания на трафика, преброяване на трафика
- Характеристики на пътната и обществената транспортна мрежа
- Знания за пространственото планиране по отношение на броя на жителите и работните места.

Как се обновяват данните?

Параметрите на модела се оценяват веднъж на всеки четири години въз основа на данни от ODIN. Веднъж на всеки две години се прави калибрация и обработка на нови изходни точки за прогнозните години, главно на базата на преброяването на данни.

4.2. Бугапеща

Кой инициира създаването на модела?

Центърът за транспорт на **Бугапеща** (Budapesti Közlekedési Központ – ВКК) е общинската компания за обществен транспорт на Бугапеща. Изпълнява подобни функции като Центъра за градска мобилност (ЦГМ) в София, като се занимава с управлението на обществения транспорт, планирането на маршрути и разписания, сключването на договори за обществени услуги и продажба и осигуряване на билети и пропуски.

ВКК се явява субект между местната власт и операторите на транспортни дейности. Преди да бъде създаден транспортния модел, ВКК са възлагали на външни компании да правят тези проучвания.

Защо и за какво се използва моделът?

Преди изграждането на единния модел е имало няколко модела, собственост на различни проектантски организации, чиито резултати не са били съпоставими. Съответно се е стигало до множество манипулирани и неточни симулации.

Как се финансира създаването и поддръжката на модела и колко струва?

Транспортният модел на Бугапеща е създаден чрез европейско финансиране заедно с изграждането на нова трамвайна линия. По създаването му е работила външна фирма, която е разполагала с 2 години за разработка. Реалното време за изработването му е било около 4 години като процесът е започнал през 2011г. Фирмата е задължена да го поддържа до 2020 година (5 години) заради европейското финансиране, но планира да го поддържа поне още 1–2 години, поради подкрепата на кмета и на ВКК.

За какви цели се прилага?

Моделът се използва основно за стратегически цели – планиране на нови транспортни връзки, затваряне на съществуващи и др. Използва се и за планиране и оптимизиране на развитието на мрежата на МГТ. Друго приложение е за изследване на транспортното обслужване на големи градски зони или сгради.

Какви данни се ползват?

- Данни от индуктивни рамки, но отскоро инсталират нови рамки, които са по-надеждни
- Ръчни преброявания на автомобили на около 100 сечения, веднъж годишно



- Ръчни преброявания на велосипеди, веднъж годишно. Имат и няколко автоматични брояча
- Анкета на 15000 домакинства, веднъж на 5 години.
- Данни от трафик камери, но са твърде малко и служат само за допълнение на ръчните преброявания
- Данни за пътниците на МГТ тип качили се/слезли чрез сензори в някои от превозните средства. Няма електронна билетна система все още. Ползват и ръчни преброявания
- Анкети на пътниците в публичния транспорт

4.3. Виена

Кой инициира създаването на модела?

Транспортният модел на града е създаден по инициатива на Общински отдел 18 – „Градско развитие и планиране“ (Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung – Stadt Wien). Този отдел се занимава с цялостното, стратегическо планиране и разработване на концепции в сферите на пространственото планиране и мобилността. Те формират основата за съществени решения за политиката за градско развитие. Моделът на трафика е създаден и актуализиран основно вътрешно. Има сътрудничество с няколко организации (университетски институти, изследователски институти и транспортни компании).

Защо и за какво се използва моделът?

Зависимостта от външни изпълнители, непрозрачността на моделите и високите разходи са причина отделът да създаде през 1996 г. собствен, прозрачен транспортен модел, базиран на софтуера PTV VISUM / VISEM. Отделът е ангажиран и с управлението на самия модел. Целта, която има моделът, е да бъде отделен инструмент за анализ на данните и представяне на различните резултати от различни мерки в областта на обществения транспорт в даденото населено място. Самата изработка на модела като вътрешно възлагане е с цел да има:

- Независимост от външни изпълнители
- Спестяване на административна работа, време и разходи при възлагане на външни изпълнители
- Разбираема функционалност и по-високо качество

Как се финансира създаването и поддръжката на модела и колко струва?

Финансирането на модела е от общинския бюджет. Годишно се плащат 12 500 евро за три програмни лиценза.

За какви цели се прилага?

От община Виена използват модела средносрочно и дългосрочно планиране. С богатата база данни с която Виена разполага моделът прави прогнози, с които се подпомага управлението на трафика и бъдещото градоустройство.

Какъв софтуер се използва?

Използваният софтуер от Виена е Visum. Той е избран след задълбочено проучване на три различни софтуерни програми през 1995 г.: VISUM, Emte и Polydrom. Като основна причина за този избор е посочен удобния интерфейс за импортиране и експортиране на ГИС данни. През годините е доразвиван и към днешна дата работи с 390 транспортни района във Виена и покрайнините.

Какви данни се ползват?

- Статистически данни за жителите, работните места, училищата,
- Удобства за отгих, пазаруване и други подобни
- Прогнози за населението
- Данни за поведението на трафика от проучвания на домакинствата



- Преброявания на пътния трафик
- Брой пътници в обществения транспорт
- Данни за разписанието

Как се обновяват данните?

Екипът, който участва в създаването, се занимава и с актуализирането на данните в модела. Един от служителите работи на 100% работно време, а вторият на 25%.

4.4. Лондон

Кой иницира създаването на модела?

Транспорт за Лондон (Transport for London (TfL)) е интегрираният транспортен орган, отговорен за изпълнението на стратегията и ангажиментите на кмета на Лондон в областта на транспорта. Компанията ръководи ежедневната експлоатация на обществения транспорт, както и управлението на уличната мрежа в столицата. За да планират бъдещето, използват редица източници на информация и техники за анализ. Те включват прилагането на стратегическите транспортни модели, разработени от TfL Planning.

Защо и за какво се използва моделът?

Основната мотивация идва от резултатите от моделирането и улесняването на мобилността на хората, както и по-добрата организация на обществения транспорт с цел намаляването на дисбаланса на пътниците и намаляването на задръстванията по пътищата. Инфраструктурните проекти са скъпи и с правилното моделиране може да се разбере кои инвестиции в транспортната система ще са най-ефективни кои ще доведат до най-много ползи за гражданите.

За какви цели се прилага?

Моделирането се използва за оценяването на потенциалното въздействие на всяко предложение за инфраструктурна или транспортна промяна. Данните, извлечени от редица моделирани сценарии, могат да се използват за оценка на въздействието на транспортна схема или разработка. Модалният сплит, броят на пътуванията и условията на автомобилния и обществения транспорт могат да бъдат анализирани на регионално, подрегионално или областно ниво. Данните, извлечени от редица моделирани сценарии, могат да се използват за оценка на въздействието на утвърдената транспортната схема. Резултатите могат да се използват за разработване на бизнес казуси и като входни данни за икономическа оценка.

Какви данни се ползват?

- Общо изминато разстояние или времепътуване в конкретния район.
- Брой превозни средства, използващи подбрани от TfL трасета
- Средни скорости
- Лондонското проучване на търсенето на пътувания (LTDS),
- Използването на смарт карти Oyster
- Обобщени и анонимизирани данни за мобилни телефони (проект Edmond) и моделът маршрутизира тези пътувания през магистралната мрежа въз основа на времената и разстоянието.

4.5. Прага

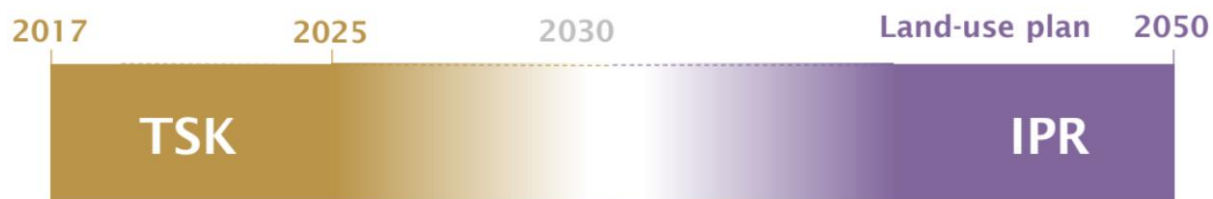
Кой иницира създаването на модела?

Две организации с различна дейност са инициатори на модела. Едната го използва за по-краткосрочни и оперативни дейности свързани с мобилността, другата за по-дългосрочни и стратегически.



Техническата администрация на пътищата на столицата Прага (Technická správa komunikací hlavního města Prahy, a.s. (TSK)) е една от организациите. Компанията е създадена основно за управление, поддръжка, ремонт и по-нататъшно развитие на имоти, които са пътища II и III клас, местни и избрани пътища със специално предназначение в столицата. TSK основно извършва системна поддръжка на пътищата и техните съоръжения и допълнителни елементи, като пътни знаци, светофари, тротоари, мостове, тунели, зеленина и насипни стени. Администрацията също се занимава и с мерки за намаляване на пътнотранспортните произшествия, оптимизиране на организацията и управлението на пътното движение, наблюдение и оценка на развитието на трафика и системна подготовка за по-нататъшното развитие на цялата транспортна система на Прага.

Другата организация е Пражкия институт за планиране и развитие (IPR Prague), който е органът, отговарящ за разработването на архитектурни и урбанистични концепции за градско развитие. Това е организация, финансирана от община Прага, и представлява града по въпросите на териториалното и пространствено планиране. Институтът главно координира дейности в следните области: стратегическо и териториално планиране и развитие, публично пространство, транспорт, технически въпроси и ландшафтна и икономическа инфраструктура. Институтът разработва и документи като Пражките строителни правила, Пражката концепция за крайбрежието и Пражкото ръководство за проектиране на публичното пространство. Основните проекти включват създаването на нов план за земеползване за Прага – "Metropolitan Plan" – и прилагането на Пражкия стратегически план (Prague Strategic Plan).



За какви цели се прилага?

TSK (Техническа администрация на пътищата на град Прага)

- Краткосрочно до средносрочно прогнозиране
- Периодично калибриране и валидиране въз основа на актуални проучвания
- Инфраструктурно планиране, планиране на обществения транспорт

IPR (Пражки институт за планиране и развитие)

- Дългосрочно до средносрочно прогнозиране
- Планиране на земеползването

План за устойчива мобилност, базиран на модела на TSK

- Подобен времеви хоризонт
- Широко разпространен консенсус на заинтересованите страни

Какъв софтуер се използва?

Използва се софтуерният пакет на PTV Visum, а моделът е класически четиристъпков.

Какви данни се ползват?

- Статистически данни (земеползване, демография, други.)
- Проучвания за трафика, данни за броя на пътниците
- Проучвания за поведението при пътуване



- Типове лица: всички, икономически активни, ученици, студенти, посетители
- Предимно данни от преброяването (постоянно пребиваване и обичайно местоживееие – проблем на седмично пътуващите)
- Студенти – Германия (задължителна регистрация на временно пребиваване) срещу Чехия (без задължение)
- Видове: служители, училищен капацитет, университет капацитет, площ на учебните заведения.
- Брой служители (получени от различни източници – данни от преброяването, от данъчните правила и т.н.)
- Училищен / университетски капацитет
- Брутна площ – планиране на земеползването

4.6. Обобщение

Създадените в Европа транспортни модели са малко на брой, а информацията за тях е рядко публична и предимно за вътрешно ползване. Транспортното моделиране в изброените градове се иницира от различни по вид и отговорности общински структури, като от тях има такива с дейности в устройственото планиране, поддръжката на транспортна инфраструктура, управлението на градски транспорт. За финансирането на моделите градовете залагат предимно на общинския бюджет. Изключение е Будапеща, където ресурсът е осигурен чрез европейско финансиране с основна цел реконструкция на трамвайно трасе.

Данните които се използват са еднообразни и няма съществени разлики, а най-популярният софтуер, които се използва за транспортно моделиране, е VISUM. Различните софтуери, които някои от градовете ползват, имат подобни функции, но биват настройвани според техните нужди – кратковременни промени като анализ на трафика в реално време или дългосрочни промени като градоустройствено планиране на транспортни мрежи.

5. Видове модели – сравнение, плюсове и минуси, приложения, сложност за реализация и поддръжка [9]

Концепцията за създаването на транспортния модел на София включва и предварителен анализ на основните и утвърдени в цял свят видове модели, а именно класическият четиристъпков модел (Classical Four-Stage Model), модела за взаимодействие между транспорта и земеползването (Land-Use Transport Interaction Model), както и агентно (обектно) базирания модел (Agent-Based Demand Model). Анализът, в тази си част, включва въведение, чрез охарактеризиране на всеки един от трите модела, както и сравнения между тях. В описанието на всеки един от моделите са включени техните плюсове и минуси, приложенията, които имат, както и сложността им за реализация и поддръжка. На база предоставената информация сме предложили и вида, в който смятаме, че е удачно да бъде използван в София.

Реферираниите материали имат събирателен характер и препращат към значителен обем литература. Към основните термини на български език, в скоби са изписани и съответстващите им термини на английски. Това се прави с уточняваща/конкретизираща цел, както и с идеята читателите да имат възможност за по-задълбочен анализ по специфичната тема.

5.1. Обща употреба и приложения на транспортните модели [1]

Основната роля на транспортните модели се изразява в прогнозирането на ефектите от различни фактори:

- Демографски промени;
- Мерки, свързани с градския транспорт;



- Инфраструктурни проекти;
- Регулация и организация на движението;
- Промени в тарифните политики за таксувания по пътищата;
- Начините на използване на терените.

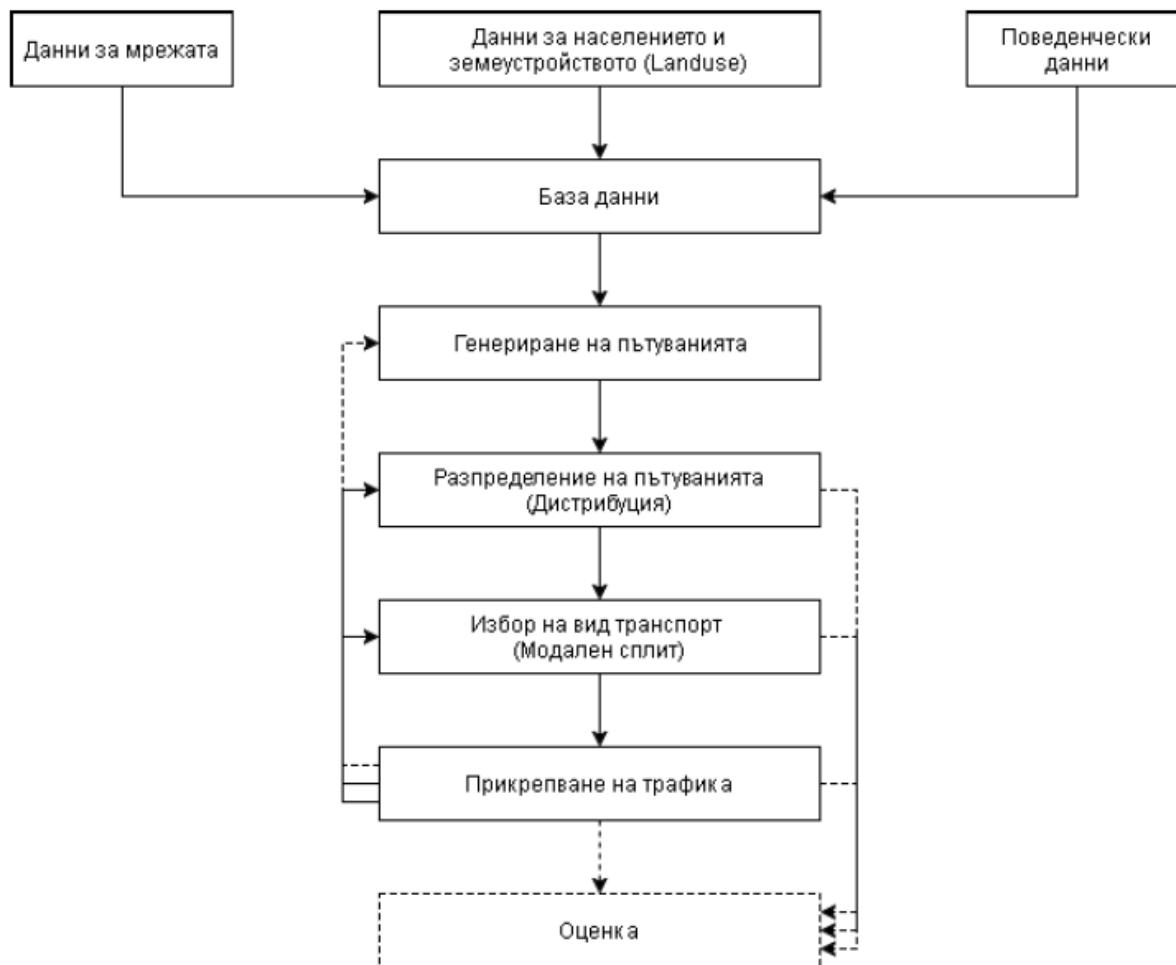
В следствие на горепосочените ефекти, транспортните модели намират много и различни приложения, като основни от тях биват следните такива:

- Устройствено планиране;
- Текуща оптимизация на транспортните системи;
- Планиране на поддържането на транспортните системи;
- Планиране на конкретни съоръжения;
- Моделиране на ефектите от инфраструктурата.

5.2. Класически четиристъпков модел (Classical Four-Stage Model) [1][2][3]

5.2.1. Въведение

Класическият четиристъпков модел е най-популярният подход за моделиране на транспортното търсене. При него последователно се изследват и моделират отделни етапи от вземането на решение за самото пътуване до избора на конкретен маршрут за реализирането му. Четирите основни стъпки в модела – генериране на пътуванията, разпределението на пътуванията (дистрибуцията), изборът на вида транспорт и маршрутизацията – са пряко зависими една от друга и се предхождат от база данни, включваща данни за мрежата, населението и земеползването (Land Use), както и поведенчески данни (Фигура 1).



Фигура 1: Структура на класическия четиристъпков модел (Източник: [1])

5.2.2. База данни

Базата е съвкупност от данни за мрежата, данни за населението и земеустройството, поведенчески данни. Транспортната мрежа в модела обикновено служи за представяне на предлагането от гледна точка на икономическата теория за търсене и предлагане, която от своя страна е в основата при обсъждането на транспортни проблеми. Мрежите за отделните видове транспорт имат своите характерни особености. Основни характеристики включват скоростта на движение, капацитета, честотата на предоставяне на конкретните обществени услуги, тарифите за пътуване и достъпът до терминалите (спирки, гари, летище) и т.н.

Моделът използва представяне на моделирания регион, разделен в зони, наречени „зони за анализ на трафика“ (TAZ). Зоните в транспортния модел представляват форма на пространствено агрегиране, която е необходима за обясняване на пътуванията. Няма стандартни правила за определяне на зоните. По-скоро опитът и разрешаването на нуждите на крайния модел определят техния избор. Всяка зона се описва основно от броя на жителите ѝ, включително техните социално-демографски характеристики, нивото на доходи, собствеността на автомобили, както и големината и структурата на домакинството. Основните характеристики на зоните са тяхната големина и техния брой. Те са взаимосвързани, като по-голям брой зони предполага техния по-малък размер. По-големият брой зони води до значително



по-добри резултати в сравнение с по-малък брой. Балансът между големината и броя на зоните се определя най-вече от контекста на модела, необходимото ниво на точност, както и наличните данни за базовата и прогнозните години.

Зонирането в транспортния модел е необходимо за обясняване на пътуванията, а те се определят от концентрацията на население от дадена група хора, както и от поведението на пътуване на тези хора (честота, вид транспорт и др.). Всяка отделна група притежава своите особености при пътуване – при избор на пътуването, неговата цел, вида на транспорта и маршрута, честотата и т.н.

5.2.3. Генериране на пътуването

Генерирането на пътуванията е първия етап от класическия четиристъпков транспортен модел, който има за цел да прогнозира общия брой на пътуванията от и до всяка зона от изследвания район.

Пътуването представлява едностранно придвижване от точката на произход до точката на предназначение. Градските пътувания са основани на база местонахождението на домакинството (Home-based и Non-home-based), т.е. домът е задължително начална и крайна точка, докато при междуселищните пътувания разделението е според целите (Business и Non-business).

Широкоразпространена, особено в по-съвременните транспортни модели, е концепцията за верига на пътуванията. Тя представлява поредица от свързани пътувания и престой. Концепцията има своите предимства, тъй като при вземане на решение за пътуване, човекът взема предвид и своето връщане.

Според целта на пътуване, пътуванията биват разделени на няколко категории, като първите две спадат към задължителните пътувания, а останалите към допълнителните:

- Пътувания по работа;
- Пътуване до учебни институции;
- Пътувания с рекреационна цел;
- Пътувания с развлекателна/социална цел;
- Придружителни пътувания.

Друга важна класификация на пътуванията е спрямо персоналните характеристики на пътуващия, тъй като транспортните им нужди са пряко зависещи от социално-икономическите им характеристики. В този ред на мисли, факторите, влияещи върху пораждането на пътнически пътувания могат да бъдат обобщени както следва:

- Ниво на доходите;
- Притежание на лично превозно средство;
- Големина на домакинството/семейството;
- Структура на домакинството/семейството;
- Стойност на имотите;
- Гъстота на населението.

Първите четири фактора са характерни за транспортните проучвания, докато последващите два – за земеустройствените (регионалните) проучвания.

5.2.4. Разпределение на пътуванията (Дистрибуция)

Получаването на пътуванията от произхода до предназначението е втората стъпка от класическия четиристъпков транспортен модел. На този етап се получават по-подробни пространствени данни, като всяко пътуване се свързва с произход и дестинация. Пътуванията от всяка начална точка са свързани с дестинации на реалистично разстояние.



Генерираният пътнически поток от всяка зона трябва да се разпредели между всички останали зони на базата на личния избор на пътуващия. На този етап се изследват така наречените матрици на пътуванията (O-D матрици).

5.2.5. Избор на вид транспорт (Модално разпределение)

Изборът на вид транспорт е може би най-важният етап от транспортното моделиране и се прави от всеки пътник на база лични съображения. Изборът на вид транспорт в рамките на регион или район зависи от инфраструктурата, социално-демографските данни, възможностите за мобилност, налични сред населението, и съответната полза за човек да посети съответното място по отношение на паричните разходи и времето, необходимо за достъп до него. Именно поради това, в тази стъпка се създава модел, отчитащ факторите определящи личния избор на вид транспорт за дадено пътуване. Факторите са класифицирани в три групи:

- характеризиращи пътуващия – доходи, притежаване на автомобил, притежание на шофьорска книжка, структура на домакинството, семейно положение и др;
- характеризиращи пътуването – цел на пътуване, време от денонощието, дали пътуването е индивидуално или с други хора и др.;
- характеризиращи условията на пътуването:
 - количествени – време в превозното средство, време за чакане на терминала (спирка, гара, летище), време за пътуване до терминала (спирка, гара, летище), цена на билет, цена на гориво, такси за обслужване, такси за паркиране, винетни такси, регулярност на предоставяната услуга и др.;
 - качествени – удобство, комфорт, надеждност, безопасност, сигурност, състояние на пътната обстановка, възможност за занимаване с други дейности по време на пътуване и др.

Изборът на вид транспорт обикновено се моделира посредством статистически модели (логит и пробит) и йерархични структури.

5.2.6. Маршрутизация (Trip Assignment)

Четвъртата стъпка от класическия транспортен модел е прикрепването на транспортния поток върху транспортната мрежа или така наречената маршрутизация. В предишните стъпки също се включват елементи от транспортната мрежа (времепътуванията, разстоянията, цените за пътуване и др.), но реално в тази тя бива представяна в цялата си същност, като по този начин се извършва и оценката на маршрутите, които пътниците избират от началната точка до крайната дестинация. По този начин се осъществява и прогнозата за нивата на трафик по различните пътища и както и натовареността по различните линии на градския транспорт.

Процесът в тази стъпка от модела се определя като „прикрепване на матрица към транспортната мрежа“ („Assign the matrix to the network“). Съществуват няколко подхода за прикрепяне, като основните са два, като единият е базиран на принципа за потребителско равновесие (първи принцип на Уалдроп), а във втория общите разходи за системата са минимални (системен оптимум). Прикрепването се състои от два етапа – определяне на маршрут и фактическо прикрепване. Определянето на маршрут трябва да става по начин, изискващ минимално изчислително време, тъй като се прилага много често в процеса. Фактическото прикрепване може да бъде пропорционално или равновесно.

5.2.7. Основни пречки/ограничения на модела

Въпреки огромната си популярност и широка употреба, класическият четиристъпков модел бива критикуван в няколко направления, затова преди стартиране на работата с него, трябва да се има предвид следното:

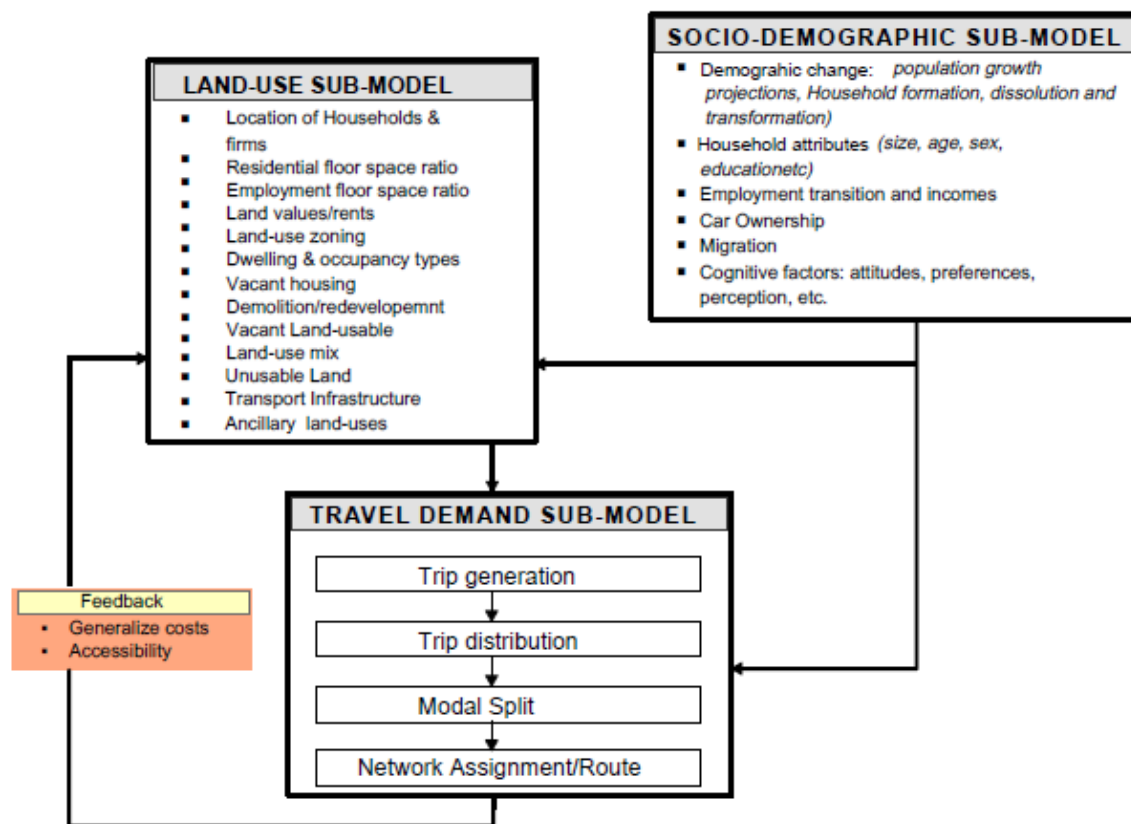


- Липса на поведенчески съображения;
- Агрегация на поведението, т.е. четиристъпковите модели не са в състояние да предскажат поведението на отделните пътници;
- Детерминистичен характер на моделите, т.е. моделите не са симулационно базирани, а имат математически подход на моделиране и следователно не са подходящи за тестване на някои сценарии, също така имат ограничено ниво на детайлност;
- Подходът към прогнозирането, т.е. конвенционалният подход на планиране силно разчита на екстраполация на тенденцията, вместо да развива визия към рационална цел;
- Липса на обратна връзка от транспортните модели към земеползването, т.е. игнорирането на факта, че инфраструктурата пряко влияе върху начина на ползване на прилежащите зони;
- Верига от пътувания, т.е. липса на вземането под внимание на дестинациите за пътуване, които са част от пътуванията с няколко предназначения и няколко спирки (пример: от работа през магазина до вкъщи);
- Ефектът от задръстванията, т.е. моделите не вземат предвид вредите, които могат да настъпят в следствие на задръстванията и последващия ефект върху времето за пътуване;
- Проблеми с входящи и изходящи данни – много силно зависят от анкетите по местоживееене, напр. бъдещата моторизация се установява на база екстраполация на настоящата;
- Оценка на околната среда, т.е. моделите имат ограничени възможности в това да дават оценки относно качеството на въздуха, шумът и вибрациите, културното наследство, смущенията по време на строителството, ефектите на ландшафта, ефектите върху използването на земята, качеството на водата и отводняването, геология и съображения на почвата и т.н.;
- Пренебрегване на влиянието на по-нови системи и технологии;
- Проблеми със социалната справедливост и достъпността.

5.3. Модел за взаимодействие между транспорта и земеползването (Land-Use Transport Interaction Model) [2][4][5]

5.3.1. Въведение

Моделът за взаимодействие между транспорта и земеползването позволява едновременно да се предвижда трафикът, да се локализират домакинствата и работните места и да се оценяват увеличенията на стойността на имотите и земята, всичко това в интегриран подход и с дългосрочна перспектива. За разлика от класическия четиристъпков модел, този модел симулира ефекта от използването на земята върху трафика и, обратно, което е ново, той симулира ефекта от трафика върху използването на земята, за дълъг период от време, като се има предвид, че ефектите от даден транспортен проект върху земеползването се появяват едва след няколко десетки години.



Фигура 2: Структура на модела за взаимодействие между транспорта и земеползването (Източник: [5])

5.3.2. Структура

Както е показано на Фигура 2, стандартният LUTI модел има три подмоделни компонента: за земеползване (Land-Use Sub-Model), социално-демографски (Socio-Demographic Submodel) и транспортен (Travel Demand Sub-Model). Тези подмоделни компоненти са напълно интегрирани или свободно свързани помежду си, за да осигурят входно-изходни връзки (input-output linkages) по време на изпълнението на модела.

Подмоделът за земеползване включва важна информация относно локацията на домакинствата и бизнесите, съотношения на жилищната площ, коефициенти на заетостта, стойност на земята, зонирание на земеползването, типове жилища, свободни жилища, сгради за разрушаване и/или преустройство, неизползвана земя, транспортна инфраструктура и др.

Социално-демографският подмодел включва информация относно демографските промени, атрибути на домакинствата, нива на заетостта и доходността, притежание на лично превозно средство, миграция, когнитивни фактори и др.

Един от най-важните аспекти, разглеждан в този модел, е достъпността, която свързва моделите за земеползване и транспорт. От една страна, добрата достъпност е ключов фактор за внедряването на нова инфраструктура за извършване на дейности и по този начин е необходима за изчисляване на развитието на земеползването. От друга страна, достъпните места привличат повече хора, като това се превръща в основен стимул за мобилност.



5.3.3. Употреба и приложения

Типичните приложения на такива модели включват изследване на ефектите от новата транспортна инфраструктура върху разпределението на домакинствата и работните места или въздействието на транспортните мерки като ценообразуване на пътищата (road pricing). От друга страна, LUTI моделите също позволяват на потребителя да анализира въздействието на новото развитие на недвижими имоти върху транспорта, околната среда и цялостната градска структура. Освен това е възможно да се анализират мерки като различни устройствени планове и градоустройствени параметри, субсидии, данъчно облагане, достъпни жилища и т.н.

5.3.4. Основни пречки/ограничения на модела [7]

Основните критики от различни академични изследователи са във връзка с подхода на работа, който трябва да е ориентиран отдолу нагоре. Необходимо е и по-тясното сътрудничество между моделисти и крайни потребители, както и по-задълбочени усилия за интегриране на моделирането в градското планиране, за да може LUTI моделите да бъдат считани за подходящи инструменти.

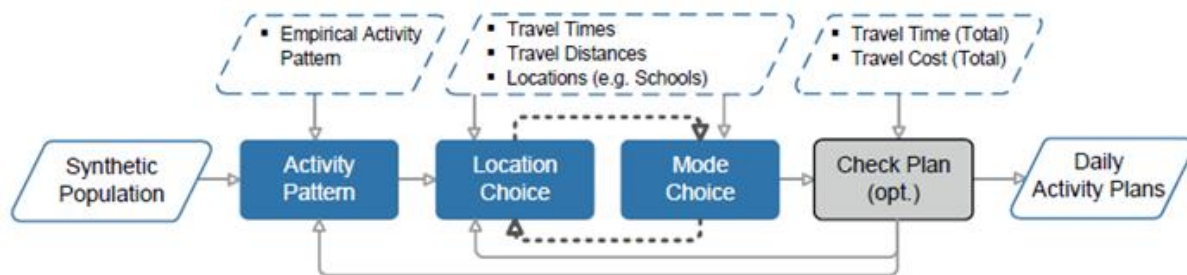
Основните пречки/ограничения на модела са както следва:

- Създаването на различни версии на LUTI модел от изследователи и консултанти често е изключително скъпа услуга;
- Ограниченията върху ресурсите (време, пари, експертиза) за създаване на LUTI моделите са основна пречка за правилното им функциониране поради нарастващата им сложност на самите модели;
- Съществува проблемът на „черната кутия“, т.е. доста често практиците не могат да потвърдят точността на данните, тъй като нямат пряк контрол върху моделите и съответно те не могат да вярват на това, което не разбират;
- Липса на доверие в резултатите на LUTI моделите, поради липсата на ясно и консенсусно определение за калибриране и валидиране в литературата.

5.4. Агентно базиран модел (Agent-Based Demand Model) [2][6]

5.4.1. Въведение

Агентно базираният модел представлява съвкупност от техники за решаване на сложни въпроси, възникващи от разбирането на човешкото поведение. От гледна точка на транспортното планиране, те се определят като модели, осигуряващи микроскопично представяне на решенията за пътуване на отделни лица, докато се придвижват от едно място на друго. Тези модели разкриват поведението на индивидите (агентите) при взаимодействието им с други агенти и околната среда и последиците от тяхното взаимодействие в транспортната система. Микроскопична рамка на агентно базирания модел може да интегрира различни модели, свързани с транспорта, включително модели на промени в земеползването, графици на дейности, избор на търговско местоположение, избор на местоположение на жилище, избор на режим, собственост на автомобил, ценообразуване на пътищата и др., в зависимост от необходимостта.



Фигура 3: Структура на агентно базиран модел (Източник: [6])

5.4.2. Структура

Агентно базираните модели са съставени от три основни части: генериране на дейност (activity pattern), избор на локация (location choice) и избор на вида на транспорта (mode choice). Тези части се припокриват изцяло с първите три етапа от класическия четиристъпков модел. В модела се използва синтетично население (Synthetic Population), което представлява опростена, статистическа репрезентация на истинското население. То обхваща всеки индивид – както тяхното домакинство, така и техните социално-демографски характеристики. Дневният план за дейност (Daily Activity Plan) включва дейности, локации, видове транспорт, както и времена на пътуване.

Агентно базирания модел изчислява дневния план за дейност на всеки човек, като генерира пътувания за всички дейности извън дома. За извършване на съответната дейност, моделът определя правилното местоположение за всяка дейност, както и вида на транспорта за достигане. За целта се използват статистически подходи, най-често дискретни модели.

5.4.3. Основни пречки/ограничения на модела [3]

Всички пречки и ограничения на модела не са ясно разбрани, поради сложните явления, които идват с моделирането на човешкото поведение. Проблемите на модела са в следните направления:

- Входящи данни;
- Изчислителни разходи;
- Прозрачност;
- Валидация;
- Възпроизводимост;
- Стандартизация.

5.5. Сравнение на моделите според нивото на детайлност

Изборът на модел е тясно свързан и с нивото му на детайлност. По тази причина, таблицата приложена по-долу сравнява моделите на макроскопично, мезоскопично и микроскопично ниво. За целта се сравнява приложимостта на различни инструменти (tools).

Инструментите са разделени на следните категории:

- Според областта на изследване / географския обхват;
- Според типа на съоръжението;
- Според вида на придвижване;
- Според стратегията за управление;
- Според обратната връзка на пътуващите;
- Според мерките за ефективност
- Според реализацията и поддръжката (Внимание: За тази категория, легендата е различна за всеки инструмент)



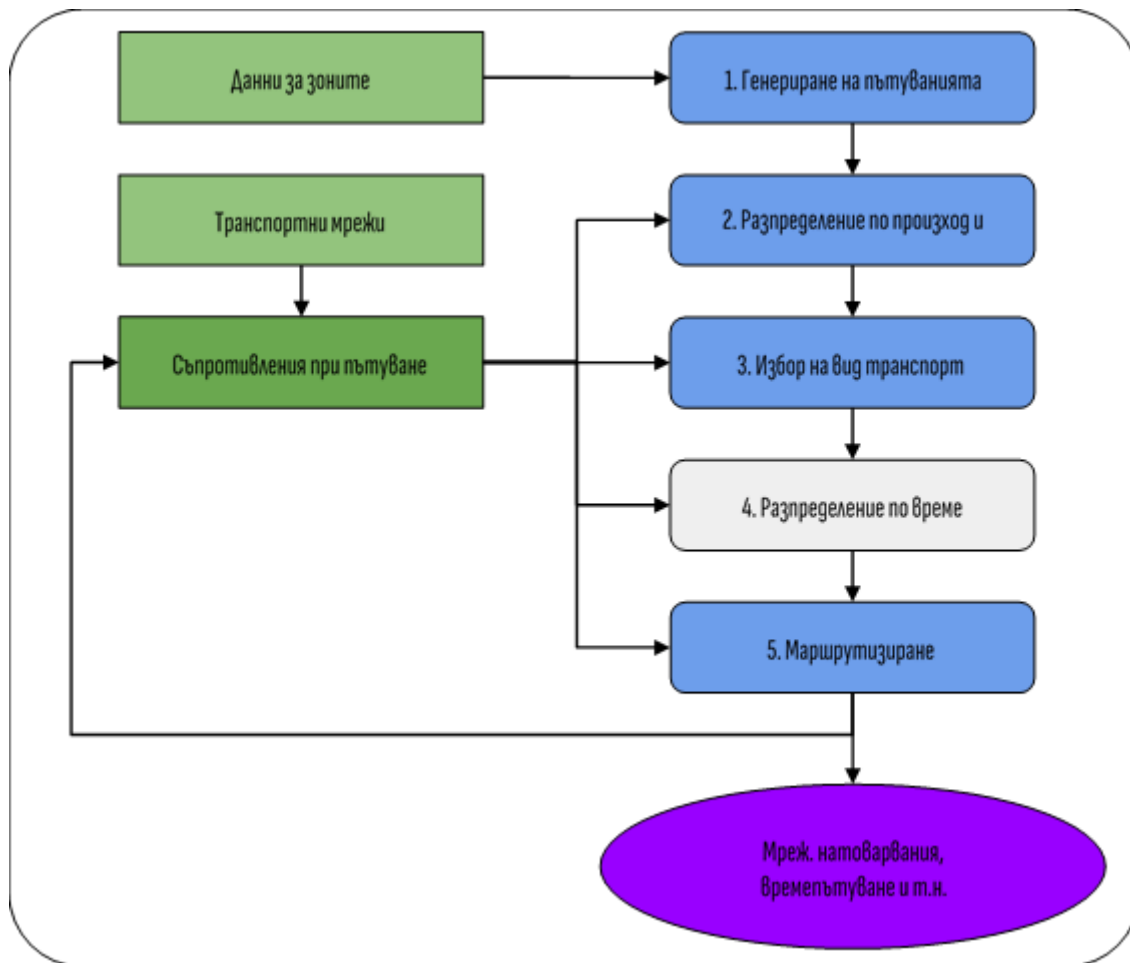
6. Създаване на модела

6.1. Определяне на вида транспортен модел

Имайки предвид опита на другите европейски градове, проучването на теоретичната рамка, наличната местна експертиза и практика на моделиране като най-практична първа стъпка към поставените цели е създаването на класически четиристъпков (петстъпков) макроскопски модел. След създаването и утвърждаването на този модел следва той поетапно да бъде усъвършенстван и надграждан с допълнителни модули като генериране на пътуванията на база на серия от пътувания вместо единични пътувания (tour based model), модел на разпределение на пътуванията по време, интегриран модел на търсенето (gravity model), модел за взаимодействие между транспорта и земеползването (LUTI модел). Освен надграждането на техники и модули за макроскопско моделиране е ключово да се проучат съвременни, иновативни методи за транспортно моделиране, които са по-прецизни, но по-изискващи откъм точност на входните данни, изчислителна мощ за обработка на информацията и създаване на моделите, но и от по-специфична, технологична експертиза. Такива проучвания биха подпомогнали развитието на необходимия човешки капацитет и изяснили технологичните нужди за последващо преминаване от четиристъпков към агентно-базиран модел, чиято детайлност на моделиране е значително по-голяма и който би могъл да намери приложение отвъд проблемите на транспортната инфраструктура и мобилността.

Всяка от стъпките на четиристъпковия (петстъпковия) модел представлява отделен подмодел, който отразява различен аспект от физическата среда, транспортното обслужване и навиците и поведението на разглежданото население. Тази система от инструменти тук наричаме базов транспортен модел като всеки от подмоделите му има потенциала да бъде използван самостоятелно, в зависимост от конкретното приложение.

- Подмодел 1 на генерирането на пътуванията и привлекателните точки – симулира честотата на пътуванията като функция от социо-икономическите и пространствените дадености на населението. Агрегирано за дадена зона показва броя входящи и изходящи пътувания от съответната зона. Следва да се уточни точният вид на подмодела
 - регресионен модел на ниво зона
 - регресионен модел на ниво жилищна единица
 - дискретен модел на изборите на отделните индивиди
- Подмодел 2 на разпределението на пътуванията – симулира разпределението на пътуванията, генерирани от първия подмодел. Тук се определят произходът и предназначението на всяко пътуване. Резултатът най-общо е таблица(и) с броя пътувания между всяка двойка зони за даден период от време.
- Подмодел 3 на разпределението по вид транспорт – симулира кой вид транспорт използват пътуващите за вече разпределените в подмодел 2 пътувания. Обобщеният резултат от този модел е т.нар. модално разпределение на пътуванията.
- Подмодел 4 на времето на пътуване – симулира в кои интервали от време ще се извършат пътуванията (напр. сутрешен, вечерен върхов час)
- Подмодел 5 на разпределението на пътуванията по транспортните мрежи (маршрутизация) – симулира как пътуващите избират маршрути, по които да положат пътуванията.



Фигура 4: Стъпки на четиристъпковия (петстъпков) модел

6.2. Събиране на данни

Предвид посочените в предните глави цели на моделирането на транспортните системи, дългосрочните инвестиции, свързани с тези цели и ролята на моделирането в системата на планиране и управление на територията и на мобилността основно изискване към базовия модел е възможността да бъде актуален за продължителен период от време. Това изискване налага регулярното му валидиране и калибриране. **За да бъде този процес възможен е нужно да се събират и обобщават в подходящ вид данни за всички видове трафик, регулярно да се обновява информацията свързана с социо-икономическите характеристики на населението и неговите навици. Това означава, че е необходим процес в СО, чрез който релевантната информация да се събира от отговорните за това институции и да се провеждат необходимите проучвания.** Този процес би трябвало да се ръководи от екип в СО, отговорен за поддръжката на модела, а по-трудоемките задачи, като например провеждане на анкети или обширни проучвания, да се възлагат на външни изпълнители.

Тип данни	Източници на информация	Период
Демографски: - брой жители - разпределения по пол,	НСИ; ГРАО; анкети;	поне веднъж на 2 години



<ul style="list-style-type: none"> - възраст, трудова заетост, учащи и др. - брой домакинства (+средни доходи, бр. автомобили и др.) - брой работни места и географско разпр. - брой места в учебни заведения и географско разпр. 	регистри на СО; СДВР	
<p>Устройствени</p> <ul style="list-style-type: none"> - земеползване – настоящо - земеползване – според плановете - цена на земята 	Софияплан; имотни проучвания	веднъж на 2-5 години
<p>Транспортни мрежи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структури на уличната, велосипедната, пешеходната и мрежата на МГТ - брой и ширина на лентите и организация на движението - режими на светофарните уредби - графици на МГТ - стоянки на споделени превозни средства и зоните им на опериране - данни за капацитета на паркиране 	ГИС София; ЦГМ; Дирекция Управление и анализ на трафика; оператори на споделени возила	регулярно (<=3 месеца)
<p>Трафик:</p> <ul style="list-style-type: none"> - данни от сензори (инг. рамки, камери и др.) - ръчни преброявания - данни за пътниците в МГТ - анкети по местоживееене - анкети на пътуващите (крайпътни, на пътници в МГТ, други) - средни скорости - данни за движението на населението от SIM-карти - данни за запълняемостта на зоните за паркиране (публични и частни) 	ЦГМ; Дирекция Управление и анализ на трафика; Дирекция Транспорт; НСИ; анкети; мобилни оператори;	регулярно (<=3 месеца)

6.3. Създаване на базов модел

Първоначално следва да се избере подход за изграждане на модела. Обичайно в международната практика самото създаване на апарата на модела се възлага на външен изпълнител, който разполага с необходимия професионален и академичен капацитет да изпълни проучвателната и техническа част. Ключово в този подход е, че вътрешният екип в общината, който ще бъде ангажиран с поддръжката и експлоатацията на модела, трябва да бъде включен още в този етап. Това означава, че вътрешният капацитет трябва да бъде своевременно изграден, за да могат служителите да бъдат запознати с спецификите, възможностите и ограниченията на модела и необходимите дейности за правилното му използване.



Транспортният модел или системата от модели, стъпващи на обща база данни, е важен инструмент за вземане на решения, но в същото време и един от най-комплексните и трудни за употреба инструменти. **Създаването му представлява значителна инвестиция и изисква въвличане на множество общински звена и външни за общината организации и институции.** За да бъде оправдана тази инвестиция е необходимо въвличането на тези страни да започне още преди процеса на създаване на самия модел, като това включва и целенасочени действия за разясняване на различните аспекти от работата с модела, касаеща различните звена. Това включва:

- организирани на обученията за звената в общината, които ще използват модела
- семинари за професионалната общност – урбанисти, инженери, архитекти и др.
- семинари за държавната администрация
- разяснителни срещи с инвеститори, ръководители на проекти и други заинтересовани страни

Този тип обученията са неразделна част от процеса на създаване на модела и не са насочени единствено към софтуера и работата с интерфейса. Ключово е да се разяснят концепциите, заложи в модела, предимствата и недостатъците му, ограниченията и приложимостта му. Следва ясно да се разяснят допусканията, заложи в модела, източниците на информацията, както и необходимите данни за изготвяне на прогноза.

Както е посочено още в ГПОД от 2010, системата за моделиране трябва да бъде максимално прозрачна за специалистите в сферата и цялата техническа документация следва да бъде достъпна на специализирана уеб страница. На тази страница следва да са достъпни:

- техническите характеристики на модела
- разяснение на възможните му приложения
- основните географски данни като ГИС слоеве – райони, мрежи
- матрици на произход-предназначение за базова година и др.

6.4. Калибриране и валидиране

Моделът трябва да получи първоначално калибриране и валидиране от външния изпълнител като е важно в този процес да участва екипът на СО, който ще бъде отговорен за поддръжката на модела. След първоначалното валидиране е необходимо отделните елементи на модела да бъдат своевременно актуализирани (физическа инфраструктура, организация на движение, светофарни режими и др.), а резултатите от модела да бъдат периодично валидирани от екипа на СО с най-актуалните данни за трафика. Когато изходните данни от модела не представляват задоволително изображение на реално наблюдаваните транспортни феномени, то се налага калибриране докато се достигне търсеното ниво на точност. Валидирането на модела следва да се извършва ежегодно.

6.5. Отговорно звено в Столична община

Екипът, отговорен за поддръжката и експлоатацията на транспортния модел и неговите елементи, следва да е в рамките на съществуващо звено на Столична община. **Спрямо настоящото разпределение на задачите и целите в общината най-подходящото звено е Центърът за градска мобилност, който е пряко отговорен за обществения транспорт и паркирането в града.** Индиректно ЦГМ има отношение и към велосипедното и пешеходното движение, доколкото последните са основните "клиенти" на превозната услуга, предоставяна



от дружеството и съответно основен източник на приходи. ЦГМ има потенциала да прерасне в регионално транспортно сдружение, подобно на примери от чужбина, което означава интегриране на още по-широк обхват дейности – планиране, маркетинг, опериране, продажба на превозни документи, координиране на транспортни услуги (на частни и публични превозвачи) и други[8]. Не на последно място ЦГМ е търговско дружество по смисъла на Търговския закон, което позволява да “продава” услуги свързани с използването на модела или анализи, базирани на него.

6.6. Определяне на необходим бюджет

Бюджетът за разработване на базовия модел зависи от неговата сложност, както и от необходимостта от проучвания и набавяне на допълнителни данни. На база на предвидения в настоящата концепция първоначален обхват можем да допуснем, че необходимите средства за разработване ще са близки до тези на Будапеща, чийто бюджет е известен – около 650 000€ през 2013 година. Ако се допусне, че към изпълнение на базов модел за Столична община се пристъпи до 2023, то на база на регистрираната до 2021 година и очаквана следващите 2 години инфлация (8,5% общо за целия период), то може да очакваме, че за изпълнението ще бъдат нужни около 705 000€ или 1 378 000 лв.

Годишната поддръжка зависи от разходите за персонал, отговорен за поддръжката, софтуер и необходимост от набиране на данни. За изчисляване на разходите за труд се допуска, че за поддръжката на базовия модел ще бъде отговорен един човек на пълен работен ден, който ще получава съдействие от други експерти и звена в общината. Бюджетът за данни следва да се натрупва в годините за актуализации, които се правят на по-дълги от една година периоди. Изчисленият среден годишен разход е около 130 000 лв.

Годишен разход	Стойност [лв.]	
	мин	макс
Персонал	30 000	50 000
Софтуер	50 000	100 000
Данни	10 000	20 000
Общо	90 000	170 000

На база на горните допускания и изчисления **ориентировъчният бюджет за първите 5 години от експлоатацията на базовия модел е 2 028 000 лв.**

6.7. Източници на финансиране

Възможни източници на финансиране:

- Общински бюджет
- Като част от голям инфраструктурен проект или кандидатстване към европейски фонд или програма за финансирането за такъв
- Съфинансиране като част от изследователски проект в партньорство с университет



II. Следващи стъпки за създаването на модела

В тази част са описани предстоящите действия за създаването на транспортния модел, обобщени в 5 етапа на работа.

Първият етап е създаването на концепцията като по-долу са описани оставащите действия от нейното създаване.

Вторият етап е разработване на техническо задание, което ще бъде базирано на формираната концепция и което ще се ползва за специфициране на детайлите относно създаването на транспортния модел, неговите функционалности и приложения.

Третият етап е свързан с избора на външен изпълнител, чрез обществена поръчка, който да създаде базовият транспортен модел.

Четвъртият етап е самото изпълнение на обществената поръчка, създаването на модела и неговото калибриране и валидиране.

Петият етап е създаването на екип в Столична община, който да е отговорен за поддръжката на модела, събирането на данни и подпомагане на другите структури в общината при използването му.

Действията са представени в линеен график.

График за създаване на транспортния модел на СО

Етапи	I Година												II Година												III Година					
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
Етап 1	Концепция за транспортния модел																													
	Създаване на концепция																													
	Специализирани страни																													
	Публикация																													
Етап 2	Специализирано																													
	Специализирано																													
	Финансирание																													
Етап 3	Техническо задание																													
	Създаване на техническо задание																													
	Корекция на заданието																													
Етап 4	Обществена поръчка за избор на изпълнителя																													
	Публикация на ОТ																													
	Обявяване на изпълнителя																													
Етап 5	Създаване на модела от изпълнителя на ОТ																													
	Създаване на базата данни																													
	Калибриране на модела																													
Създаване на модела в SO																														
Сбор на данни																														
Обучение на модела																														
Верификация на модела в процеса на разработката																														
Поддръжка на модела																														



1. Финализиране на концепцията и постигане на политическа ангажираност за създаването на модела

- Консултации с ключови заинтересовани страни за получаване на обратна връзка по предложената концепция за създаването на модела
 - Център за градска мобилност на СО
 - Направление „Архитектура и градоустройство“ на СО
 - Дирекция „Управление и анализ на трафика“ на СО
 - Метрополитен ЕАД
 - Столичен Електротранспорт ЕАД
 - Столичен Автотранспорт ЕАД
 - Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията
 - Министерство на регионалното развитие и благоустройството
 - Институт „GATE“
 - Университет по архитектура, строителство и геодезия
 - Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
 - Съюз на урбанистите в България
 - Сдружение градски транспорт и инфраструктура
 - Гражданска инициатива за обществен и релсов транспорт
 - Експерти в сферата на транспортното планиране и моделиране
- Отразяване на получените коментари
- Политическа ангажираност за създаването на модела – подкрепа на ниво СОС, гласуване на бюджет или разписване на проект, чрез който да се осигури финансиране като част от развитието на метрото или друг транспортен проект
- Финализиране на концепцията

2. Създаване на техническо задание за транспортен модел

- Специфициране на изискванията към модела
 - Вид модел – 4-стъпков, agent-based
 - Транспортни райони
 - Нужни данни
 - Процес по събиране на данни
 - Процес по обработка на данни
 - Процес по поддръжка и обновяване на данни
 - Кодиране на мрежа
 - Параметри
 - Други
- Специфициране на изискванията към изпълнителя, който да създаде базовия транспортен модел
 - Експертен състав
 - Опит с проекти
 - Софтуер за разработка
 - Други
- Консултиране на заданието
- Финализиране на заданието

3. Обществена поръчка за избор на изпълнител



- Подготовка на документацията за обществената поръчка
- Обявяване на поръчката и избор на изпълнител

4. Създаване на модела от изпълнителя на обществената поръчка

- Създаване на базовия модел
- Калибриране и валидиране на модела

5. Създаване на екип в структура в СО, отговорен за поддръжката на модела

- Определяне на структура в СО, отговорна за координацията на създаването и последващата поддръжка на модела
- Събиране на данни за изработване на базовия модел, подпомагайки изпълнителя на обществената поръчка
- Подбор и обучение на персонал
- Внедряване на модела в процесите на ползвателите – ЦГМ, НАГ, Софияплан, Дирекция Анализ и управление на трафика
- Поддръжка на модела
 - определяне на честотата на събиране на различните набори данни
 - събиране на актуални данни
 - обновяване на модела
 - автоматизиране на процеса по обновяване на модела

III. Източници:

Референции:

- [1] [Клямбарски, Л., Прогнозиране и моделиране на транспортния трафик. Дисертационен труд. ВТУ „Тодор Каблешков“, София, 2017](#)
- [2] Krajzewicz, D., Heldt, B., Nieland, S., Cyganski, R. and Gade, K., 2019. Guidance for transport modelling and transport data collection for intermodality. [online] Berlin: Institute of Transport Research Berlin. Available at: <https://sumba.eu/sites/default/files/2020-03/D2.3_ModellingGuidelines_final.pdf> [Accessed 23 May 2021].
- [3] Mladenovic, M., Trifunovic, A., 2014. The Shortcomings of the Conventional Four Step Travel Demand Forecasting Process. Journal of Road and Traffic Engineering. [online]. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/263423775_The_Shortcomings_of_the_Conventional_Four_Step_Travel_Demand_Forecasting_Process> [Accessed. 23 May 2021].
- [4] Nguyen-Luong, D., 2021. Land use/transport interaction modelling: from theory to practice. [online] L'Institut Paris Region. Available at: <<https://en.institutparisregion.fr/know-how/mobility/land-usetransport-interaction-modelling-from-theory-to-practice/>> [Accessed 23 May 2021].
- [5] Cordera, R., Ibeas, A., Dell'Olio, L., Alonso, B., 2017. Land Use-Transport Interaction Models. Taylor and Francis. ISBN: 9781138032460.
- [6] Grace O. K., Milos B., Kay W. A., 2020. Agent-Based Models in Transport Planning: Current State, Issues, and Expectations. Procedia Computer Science. Volume 170, Pages 726-732. ISSN: 1877-0509. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.164>.
- [7] Saujot, M., Lapparent, M. D., Arnaud, E., Prados, E., 2015. To make LUTI models operational tools for planning. International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM), June 2015, Cambridge, United States. Available at: <<https://hal.inria.fr/hal-01147315>> [Accessed 29 July 2021]



- [8] Ralph Buehler, John Pucher & Oliver Dümmler (2019) Verkehrsverbund: The evolution and spread of fully integrated regional public transport in Germany, Austria, and Switzerland, International Journal of Sustainable Transportation, 13:1, 36–50, DOI: 10.1080/15568318.2018.1431821

iv. Приложения:

- [9] http://sofiaplan.bg/wp-content/uploads/2021/08/Сравнение_моделу.xlsx