

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU

Paşayev Elvin Anar oğlu
Abdullayev Murad Gündüz oğlu
Kazımsadə Şahmar İlqar oğlu
Qubadov Namiq Zəfər oğlu

“Nəqliyyat axınlarının vaxt itkilərinin qiymətləndirilməsində müasir metodların
tətbiqi” mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

İxtisasın şifri və adı: 050622 Yerüstü nəqliyyat vasitələrinin mühəndisliyi
İxtisaslaşmanın şifri və adı: Nəqliyyat əməliyyatlarının intellektual idarə edilməsi

Elmi rəhbər: Assistent Verdiyev Turan

BAKİ–2024

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ
YÜKSƏK TƏHSL İNSTİTUTU
MAGİSTRANTIN ANDI

“Nəqliyyat axınlarının vaxt itkilərinin qiymətləndirilməsində müasir metodların tətbiqi” mövzusunda təqdim etdiyimiz magistrlik dissertasiyasını elmi əxlaq normalarına və istinad qaydalarına tam riayət etməklə və istifadə etdiyim bütün mənbələri ədəbiyyat siyahısında əks etdirməklə yazdığımız and içirik və magistrlik dissertasiyasının AzTU Kitabxana İnformasiya Mərkəzində saxlanması, həmin mərkəz tərəfindən AzTU Rəqəmsal Repozitoriyasına daxil edilərək repozitoriyanın veb saytında yerləşdirilməsinə icazə veririk.

Paşayev Elvin Anar oğlu _____
Abdullayev Murad Gündüz oğlu _____
Qubadov Namiq Zəfər oğlu _____
Kazımsadə Şahmar İlqar oğlu _____

Tarix: _____

Mündəricat

GİRİŞ.....	4
I FƏSİL. Nəqliyyat axınlarının ləngimələrinin qiymətləndirilməsinin təhlili..	7
1.1 Nəqliyyat ləngimələrinin vaxt itkilərinin qiymətləndirilməsi üzrə ədəbiyyat icmalı.....	7
1.2 Nəqliyyat ləngimələrinin qiymətləndirilməsi metodları.....	15
II FƏSİL. Simulyasiya proqramları və ölçmələrin aparılması.....	21
2.1 Nəqliyyat ləngimələrinin ölçülməsində istifadə olunan simulyasiya proqramları.....	21
2.2 PTV Vissim ilə nəqliyyat problemlərinin həll edilməsi.....	27
2.3. Ləngimələrdə istifadə olunan riyazi modellər.....	32
III FƏSİL. Yevlax şəhərinin N. Gəncəvi və M.Füzuli küçələrinin kəsişməsində nəqliyyat axınlarının vaxt itkilərinin qiymətləndirilməsi.....	36
3.1 Yevlax şəhərində aparılmış ölçmələr.....	36
3.2 Simulyasiya proqramı vasitəsi ilə nəqliyyat axınlarının ləngimələrinin qiymətləndirilməsi.....	39
Nəticə və təkliflər.....	42
Ədəbiyyat siyahısı.....	43

GİRİŞ

Keçmişdən günümüze urbanizasiyanın irəliləməsi nəticəsində yollarda nəqliyyat vasitələrinin sayı olduqca artmışdır. Dövlət statistika komitəsinin paylaşdığı məlumata əsasən 2010-cu ildən 2022-ci ilədək yollarda avtomobillərin sayı 662700 ədəd artaraq 1645253 ədəd avtomobil olmuşdur. Bu artım nəticəsində yollarda bir sıra problemlər ortaya çıxmış və yol nəqliyyat hadisələrinə gətirib çıxarmışdır. Dövlət statistika komitəsinin paylaşdığı məlumata görə 2020-ci ildə 1587, 2021-ci ildə artaraq 1649, 2022-ci ildə isə artaraq 1668 yol nəqliyyat hadisəsi olmuşdur. Və bu hadisələr zamanı 2020-ci ildən 2022-ci ilədək həyatını itirənlərin sayı 696 nəfərdən 837 nəfərə qədər artmışdır. Hansıki digər problemlərə tıxaclar, parklanma və digər nəqliyyat problemləri aiddir. Yollarda tıxacların əsas yaranma səbəblərindən biri yol nəqliyyat sisteminin düzgün qurulmamasıdır. Bu sistemin düzgün qurulmaması nəticəsində insan və nəqliyyat sayının artımı yollarda bir sıra yol nəqliyyat hadisələrinin baş verməsinə və parklanma problemlərinin yaranmasına gətirib çıxarır. Bu problemlərin qarşısını almaq üçün svetofor, detektor, yol nişanları və digər nəqliyyat elementlərindən istifadə olunsada, yollarda vaxt itkiləri hələdə öz aktuallığını qoruyub saxlamağa davam edir. Hansıki bu vaxt itkilərinin mühüm səbəblərinə misal olaraq yerin coğrafi relyefini göstərmək olar. Belə ki, əvvəllər şəhərlər və kəndlər keçmiş dövrün tələbinə uyğun olaraq salınsada, indiki zamanda bəzi şəhərlər və kəndlər dövrün tələbini qarşılaya bilmir. Bunun üçün indiki zamanın tələblərinə uyğun olaraq müasir texnoloji metod və intellektual sistemlərdən istifadə olunmalıdır.

Avtomobil parkının və uyğun olaraq nəqliyyat vasitələrinin sayının artması, hərəkət şiddətinin yüksəlməsinə və böyük şəhərlərdə nəqliyyat problemlərinin (tıxac, yol nəqliyyat hadisəsi) ortaya çıxmasına səbəb olur. Xüsusən böyük şəhərlərin küçə-yol şəbəkəsi qovşaqlarında nəqliyyat ləngimələri artır, sıx tıxaclar və növbələr yaranır ki, nəticədə çatdırılma sürəti azalır, yanacaq sərfi, nəqliyyat vasitələrinin elementlərində yeyilmələr və avtomobillərin buraxdığı zərərli qazların miqdarı artır. Nəqliyyat yol şəbəkəsində nəqliyyat elementlərinin (svetoforlar, detektorlar və

digərləri) tətbiqi ilə hərəkətin idarə olunması səmərəli olsa da, təcrid olunmuş yol ayrıclarında eyni səmərəliliyi vermir. Şəhər magistrallarında və küçə-yol şəbəkəsində düzgün nəqliyyat axınını tənzimləmək üçün texniki vasitələr olan yol nişanları, piayda keçidləri, svetoforlar, elektron lövhələr və onların işini təmin edən kompleks vasitələrdən ibarət sistemli idarəetmə istifadə olunmalıdır. Texniki vasitələrdən ən vacibi svetofor nizamlamasıdır. Nəqliyyat axınları kəsilməli və analoq fasiləsiz olsada qrupun hərəkətinə xaotik və determinik proses kimi baxmaq olar. Svetoforların əsas məqsədlərdən biri də hərəkətin təhlükəsizliyini yüksəltməkdir. Hərəkətin təhlükəsizliyinin yüksəldilməsində əsas meyarlardan biri də yolun maksimum buraxma qabiliyyətidir. Hərəkət intensivliyi artdıqca avtomobillərin sürətinin azalması əlavə vaxt itkilərinə gətirib çıxarır. Qarşıdakı avtomobilin sürəti dəyişdikcə arxadan gələn nəqliyyat vasitəsi sürətinə təsir göstərir. Geridəki avtomobil də özündən arxadakı avtomobillər üçün ilkin daşıyıcı rolunu oynadığı üçün çox zaman nəqliyyat axınındakı struktur dəyişikliklərinə səbəb olur. Hərəkət intensivliyi çox olan və yolun buraxma qabiliyyəti az olan yollarda tıxaclar uzanır və sürücünün həmin vəziyyət halındakı davranışlarına təsir göstərir. Belə şəraitdə hər hansı bir maneə ortaya çıxarsa tıxac daha da çox ola bilər. Yol hərəkətinin müxtəlif növ strategiyalarını tətbiq etmək üçün hər bir zaman intervalında nəqliyyat axınlarının hərəkəti barəsində düzgün və dəqiq datalar yığılmalıdır. Dəqiq dataların yığılması, eyni zamanda mürəkkəb teleavtomatik komplekslər, idarəedicilər, maşınlar, telemexanika, peyk, dispetçer və xeyli sayda texniki vasitələrin hazırlanması və inkişaf etdirilməsi yollarda nəqliyyat axınlarının intensivliyinin və hərəkət təhlükəsizliyinin təmin olunmasına gətirib çıxardır.

Hərəkət sıxlığının azaldılması daha effektiv nəticələrin əldə edilməsini tələb edir. Buna misal olaraq nəqliyyat axınlarını ümumilikdə və ya tədricən yol küçə şəbəkəsində paylamaq olar.

Nəqliyyat vasitələrinin sayının artması, yol nəqliyyat hadisələrinin sayının artması və bir sıra digər nəqliyyat problemləridir. Və bu problemlərin aradan qalxması

üçün svetoforların, yol nişanlarının detektorların, intellektual sistemlərin və digər nəqliyyat elementlərinin istifadəsi aiddir.

Hərəkət intensivliyi, hərəkət sıxlığı və hərəkət sürəti nəqliyyat axınları üçün əsas parametrlərdən biridir. Sıxlıq dəyişdikcə hərəkət intensivliyi də dəyişərək bu tendensiyaya uyğun olaraq öz qiymətini alır. Araşdırmalar göstərir ki, sıxlıq buraxma imkanı həddinnən artıq yüksək olarsa, nəqliyyat axınlarında hərəkət dayanıqsızdır və tez-tez dayanmalara səbəb olur. Bu səbəbdən magistral yollarda normal hərəkət yaratmaq üçün sıxlıq buraxma qabiliyyətinin aşağı olmasını təmin etmək lazımdır. Bu zaman hərəkət intensivliyi minimum dərəcədə azalsada da avtomobillərin hərəkət sürəti yüksəlir. Bu cür hərəkət rejimləri magistral yolların optimal işini təmin etmək üçün ən əlverişli üsul sayılır. Sürət normalarının düzgün seçilməməsi də yollarda sıxlığın artmasına və vaxt itkilərinin yaranmasına gətirib çıxarır. Hərəkət sürətinə müəyyən məhdudiyyətlər qoyulduqda yollarda sıxlığın normal səviyyəyə gətirilməsi və nəticədə vaxt itkilərinin azalmasına gətirib çıxarır. Bu qaydalara riayət edilməsi tıxacların yaranmamasına və intensiv nəqliyyat axınları olan yollarda hərəkətin daha səlis qaydada olmasına gətirib çıxarır. Yol hərəkətinin də özünəməxsus xarakterinə görə müəyyən problemlər mövcuddur. Bu problemlərə keçmiş şəhərlərdə yol küçə şəbəkəsinin mürəkkəbliyi, avtomobil daşımalarının fərdi xüsusiyyətləri, avtomobillərin əksər hissəsinin qabaqcadan məlum olmayan marşrut üzrə hərəkət etməsi və s. aiddir. Yol hərəkətinin belə vəziyyətinə görə yol şəbəkəsində daha kompleks idarəetmə sistemləri tətbiq oluna bilmir. Ən sadə yol-küçə şəbəkəsində sürücülərin subyektiv göstəricilərinin fərqli olması səbəbindən, nəqliyyat axınlarını düzgün şəkildə paylanması çətinliklər yaradır. Hansıki bu problemlərin hər birininə ölkəmizdədə sıx rast gəlmək olur.

Tədqiqat işimizin analizi Azərbaycan Respublikasının intellektual nəqliyyat sistemini inkişaf etdirmək məqsədi ilə dünyada inkişaf etmiş ölkələrin intellektual nəqliyyat sistemini araşdıraraq öz ölkəmiz üçün ən optimal variantı tapıb onu tətbiq etməkdir.

I FƏSİL. NƏQLİYYAT AXINLARININ LƏNGİMƏLƏRİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNİN TƏHLİLİ

1.1. Nəqliyyat ləngimələrinin vaxt itkilərinin qiymətləndirilməsi üzrə ədəbiyyat icmalı

Roman Andronov və Evgeny Leverents yollarda svetoforların işləmə prinsipi ilə bağlı tədqiqatlar aparmışlar. Onlar svetoforun adaptiv idarəetmə sistemini araşdırmış və keçid qabiliyyətini artırmaq və nəqliyyat vasitələrinin gecikmələrini azaltmaq üçün effektiv vasitə olduğu qərarına gəlmişlər. Adaptiv tənzimləmə əsasən nəqliyyat axınının əsasən eksponent interval paylanmasına malik olduğu təcrid olunmuş svetoforlarda tətbiq olunur. Təcrübi olaraq, nəqliyyat axınının həddindən artıq doyması ilə metodun səmərəliliyinin azaldığı sübut olunmuşdur. Amma bu cür qərara gəlmişlər ki, təcrid edilməmiş qovşaqlarda, daxil olan axın nəqliyyat vasitələri olmadan boş vaxt boşluqlarına sahib olacaq və bu şəraitdə adaptiv nəqliyyat nəzarətinin işini çox zolaqlı qovşaqda daha səmərəli edəcəkdir. (Andronov & Leverents, 2019)

Dr.V.Sai Shanmuga Raja, Dr.G Gunasekaran, Chinchu Nair yollarda sıxlıqların azaldılması ilə bağlı araşdırma ediblər. Yollarda sıxlıqların əsas yaranma səbəbi şəhər əhalisinin sürətlə artımıdır. Onlar yollarda tıxacları azaltmaq məqsədi ilə “Yolo” alqoritmi və “Açıq CV” alqoritmindən “Optimallaşma” metodundan istifadə etmişlər. Bu alqoritmlər yollarda olan avtomobillərin hərəkətinin formalarının müəyyən edilməsi üçün işlək model təsvirin işlənməsini əsas götürərək işlənilib hazırlanmışdır. Optimallaşdırma metodu real vaxt rejimində bu məlumatlarından istifadə edərək şəhər nəqliyyatının idarə edilməsini təkmilləşdirmək üçün əlverişli bir yanaşma təqdim edir. Və nəticə olaraq sübut olunmuşdurki, bu üsul da öz növbəsində daha dayanıqlı və qüsursuz şəhər nəqliyyat şəbəkələrinin yaradılmasına kömək edir. (RAJA et al., 2024)

Bu məqalədə Faheem Zafari, S.A. Mahmud, Gul Muhammad Khan və Mehreen Rehman parklanma problemlərinin azaldılması ilə bağlı araşdırma aparmışlar. Parklanma problemlərinin yaranmasının ən sadə forması avtomobilin

düzgün parklanma etməməsidir. Bu və bu kimi problemləri aradan qaldırmaq üçün bu məqalədə ağıllı parkinq xidmətləri müxtəlif sistemlər müzakirə olunur. Bu sistemlər etibarlı, səmərəli və müasir Parkinq sisteminin olmaması səbəbindən yaranan parkinq problemlərinin qarşısını ala bilər. Nəticədə olaraq “simsiz sensor əsaslı”, “qeyri-səlis əsaslı”, “GPS əsaslı”, “avtomobil rabitə əsaslı” və “vision əsaslı” kimi müxtəlif müasir texnikaların istifadəsi parkinqlə bağlı problemləri azaltdığı qərarına gəlmişlər. (Faheem et al., 2013)

Anna Brzozowska, Bubel Dagmara, Antonina Kalinichenko tədqiqatda nəqliyyatın idarə olunması səviyyəsində intellektual nəqliyyat sistemlərinin tətbiqinin müxtəlifliyi araşdırmışlar. Edilən ölçmələrin reallıqla yaxşı uyğunluğu əldə edildi və təqdim olunan səhvlər kifayət qədər kiçildildi. Nəticədə İntellektual Nəqliyyat Sistemləri çərçivəsində tətbiq olunan həllərin səmərəliliyi Ağıllı Nəqliyyat Sistemlərinin inkişafına yönəlmiş sistem tədbirlərinin görülməsi ilə nəticələnir. İntellektual nəqliyyat sistemləri nəqliyyatda hərəkət iştirakçılarının həyatını qorumaq, nəqliyyat sisteminin səmərəliliyini və səmərəliliyini artırmaq üçün istifadə olunan rabitə, məlumat, avtomatik və ölçmə həlləri və idarəetmə üsullarını əhatə edən müxtəlif texnologiyaların geniş spektrinə aiddir. (Brzozowska et al., 2019)

Şri-Lankada yol qəzaları ilə bağlı çoxlu araşdırmalar aparılsa da, on illərdir ki, yol hərəkəti qaydaları haqqında anlayış və məlumatlılıq səviyyəsi öyrənilməmişdir.

Yollarda qezaların artımına görə Buddini Wanasooriya, Sachintha Karunarathna və Navoda Fernando Şri-Lankada yol istifadəçiləri arasında yol hərəkəti qaydaları və cərimələr barədə məlumatlılığını öyrənmişdir. Təhlil zamanı 359 iştirakçının sorğu məlumatlarından istifadə edilib. Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, piyadaların 67,6% - i və şəxsi nəqliyyat vasitələrinin istifadəçilərinin 75,44% - i müvafiq yol hərəkəti qaydalarından xəbərdardır, piyadaların yalnız 9,86% - i və şəxsi nəqliyyat vasitələrinin istifadəçilərinin 21,05% - i bu qaydaları pozduğuna görə müvafiq cərimələr və hüquq-mühafizə orqanlarının nəticələrindən xəbərdardır. Və

ən sonda belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki yollarda qezaların yaranmasının əsas səbələrindən biri yol istifadəçilərinin yol qaydalarını bilməməsi və riayət etməməsidir. (Baddewela Pavithra et al., 2023)

Son illərdə dünya şəhərlərində əhalinin artması nəqliyyat vasitələrinin artmasına, tıxacların yaranmasına və ictimai nəqliyyatın həddindən artıq yüklənməsinə səbəb olur. Bu səbəbdən, dünya şəhərlərində nəqliyyat problemlərinin aradan qaldırılması üçün müxtəlif tədbirlərin görülməsi zərurəti yaranmışdır. İctimai nəqliyyatın inkişafına investisiya qoymaq, simulyasiya modellərindən səmərəli istifadə etmək, davamlı nəqliyyat infrastrukturundan istifadəni təmin etmək, velosiped, motosikl və skuter kimi alternativ nəqliyyat vasitələrindən istifadəni təmin etmək şəhər yollarında vaxt itkilərinin azaldılmasında əsas rol oynayır. Buna görə də Ukraynanın nəqliyyat problemlərinin həllində uğurlu dünya təcrübələrini nəzərdə tutulmalıdır. (Khorosha et al., 2023)

Bir çox tıxaclı şəhərlərdə tıxaclar şəhər sakinləri və səyahətçilər üçün ən böyük problemdir. Yol tıxacları ölkənin sosial, mədəni, siyasi və hətta iqtisadi və maliyyə sabitliyinə və rifahına müxtəlif zərərli təsirlər göstərir. Bu araşdırma son dövrlərdə istifadə olunan texnologiyalar vasitəsilə yüksək sıxlıqlı bir şəhərdə tıxac problemlərinin rahat və səmərəli həllini təklif edir. Modelləşdirmə, simulyasiya, toxunma şəbəkəsi, real vaxt veb saytı və məlumatların çıxarılması yanaşması kimi beş əsas yanaşma təklif edir. (Ahmed Sayed & Eskicioglu Rasit, 2005)

Tıxacları azaltmağın ilkin yolu onların səbəblərini anlamaqdır. Bu araşdırma Londonun mərkəzindəki tıxacların empirik qiymətləndirilməsini təqdim edir. Təklif olunan metodologiya müvafiq məlumatların verilməsi ilə Londondan başqa digər şəhərlərə də şamil edilməlidir. Bu araşdırmada, Londondakı ANPR (Automatic Number Plate Recognition) sistemi ilə əldə edilən səyahət vaxtındakı tıxacları ölçürük. Şəhər tıxaclarının xüsusiyyətləri müxtəlif görüntüləmə üsulları və statistika ilə təhlil edilir. ANPR sistemi ilə səyahət vaxtlarının hər hansı əhəmiyyətli günlər və ya tətilər zamanına düşməsinə də qeydə alırıq. Sonra müşahidə olunan səyahət vaxtının diaqnozu və müxtəlif amillərə aid edilməsi üçün reqressiyaya əsaslanan bir

yanaşma təqdim edirik. Burada nəzərə alınan amillərə səyahət tələbi, qəzalar, nəqliyyat vasitələrinin sıradan çıxması, yol işləri, hava (yağış və qar) və tətillər daxildir. (Chow et al., 2014)

Almatı Qazaxıstan əhalisinin ən sıx məskunlaşdığı şəhərdir. Çox sayda avtomobil və sıx tıxaclar şəhərdəki hərəkət vəziyyəti əhəmiyyətli dərəcədə pisləşdirir. Bölgənin hərəkət vəziyyətini yaxşılaşdırmaq və tranzit yolları ondan yayındıraraq Almatı şəhər yol şəbəkəsini boşaltmaq üçün Böyük Almatı dairəvi yolu (BAKAD) layihəsi başlandı. Beləliklə, tıxac probleminin həllində dairəvi yolların inkişafı daha effektiv özünü göstərməyə başladı. Bu araşdırma, tıxacın azaldılması üçün müxtəlif yanaşmaları və dünyanın böyük şəhərləri üçün dairəvi yolların effektivliyini göstərdi. Əldə olunan nəticələr Qazaxıstanın Almatı şəhərində eyni nəqliyyat problemlərinin həlli baxımından, yeni yol-tikinti mərhələsində olan yolların “Böyük Almatı dairəvi avtomobil yolu (BAKAD)” layihəsi əsasında qurulması nəzərdə tutulur. (Nugmanova et al., 2019)

Böyük və orta şəhərlərdə şəhər yol şəbəkələrinin planlaşdırılması və inkişafı müxtəlif zaman aralıqları vasitəsilə həyata keçirilir. Lakin nəqliyyat vasitələrinin artması buna nisbətdə daha sürətli olur ki, bu da pik vaxtlarda şəhər yollarında tıxaclara səbəb olur. Məsələn, Çinin Şandong əyalətində orta ölçülü bir şəhər olan Jinanı nəzərdən keçirək. Şəhərin gündəlik tıxaclarını nəzərə alaraq, mövcud tıxac problemləri araşdırma və təhlil yolu ilə müəyyən edilir. Gündəlik real vaxt nəqliyyat məlumatlarına əsasən, mövcud yol şəbəkəsi və planlaşdırılan yol şəbəkəsi ilə birlikdə yol ağıllı nəqliyyat sisteminin tətbiqi təklif olunur. Bu araşdırma yollarda ağıllı nəqliyyat sisteminin tətbiqi ilə birlikdə şəhər nəqliyyatının gələcək inkişafını müzakirə edir və yol planlaşdırmasının yaxşılaşdırılması üçün təkliflər verir. Bu araşdırma şəhərlərin inkişafı, yol şəbəkəsinin qurulması, ağıllı nəqliyyat sistemlərinin tətbiqi və yol planlaşdırması üçün istinad əhəmiyyətinə malikdir. (Zhu et al., 2021)

Londonun orta sakini ictimai nəqliyyatda gündə təxminən 74 dəqiqə sərf edir. Bu həftədə 8 saatdan çox zaman sərf olunması deməkdir. Bu amillər insanların

gündəlik həyatlarına mənfi təsir göstərir, işdə əlavə stres və yorğunluğa səbəb olur, iş məhsuldarlığını azaldır. Yollardakı sıxlıq insanlara müxtəlif cür təsir göstərir. Los Angeles Times tərəfindən aparılan bir araşdırmaya görə, insanlar maliyyə, mənzil və hətta şəxsi təhlükəsizlikdən daha çox tıxac problemlərindən narahatdırlar. Ağıllı şəhərlər isə texnologiya ilə inteqrasiya olunmuş şəhərlərdir. Zibil qutularından svetoforlara qədər gündəlik əşyalar onları internetə bağlayan sensorlarla təchiz oluna bilər. Bu sensorlar məlumat toplayır və mübadilə edir ki, bu da bütün şəhəri daha səmərəli idarə etməyə imkan verir. (Michel Mathieu, 2019)

Ən yaxşı şəkildə şəhərlər insanları birləşdirir və əlaqələr qurur. Etibarlı nəqliyyat xidməti şəhərin uğuruna çox kömək edə bilər. Ancaq müasir ictimai nəqliyyat sistemləri bəzi həll olunmayan problemlərlə doludur. Şimali Karolina ştatının Greensboro şəhərinin sakinləri ildə yalnız dörd saat tıxacda keçirirlər. Corciya ştatının Atlanta şəhərində şəhərtrafi sakinlər ildə orta hesabla 102 saat tıxacda qalırlar. Skuterlər, velosiped və ya elektrikli nəqliyyat vasitələrinin icarəsi nəqliyyatda yaranan problemləri bir qədər də olsa azalda bilər. (Landon Reed, 2019)

Hindistan kimi inkişaf etməkdə olan bir ölkə üçün son illərdə narahatlıq doğuran bir problem, Hindistanın iyirmi şəhərindən on üçünün ən pis tıxaclarla üzləşməsidir. Tıxac problemi Hindistan şəhərlərinin məhsuldarlığına təsiri xüsusi maraq doğurur, çünki bu günə qədər araşdırılmamış bir sahədir. Hindistanda məhsuldarlığın iqtisadiyyata təsirindən, çox sürətli simulyasiya metodlarından istifadə edərək vaxt gecikməsinin qiymətləndirilməsinə yönəlmiş bir neçə işlər var. Bu iş, Bangalore şəhəri üçün ilkin bir araşdırma apararaq boşluğu doldurmağa çalışdı və istehsal saatlarının təxminən Rupiyə itirilməsinin dəyəri qiymətləndirildi. Araşdırılmalardan gəlinən nəticəyə görə, tıxaclar səmərəlilik baxımından böyük iqtisadi itkilərə səbəb olur və şəhər planlaşdırıcıları daha səmərəli və davamlı nəqliyyat növləri yaratmaqla bu problemi həll etməyə çalışmalıdırlar. Düzdür, şəhərlər böyümənin bir parçasıdır, lakin bu böyümə məhsuldarlığın itirilməsinə səbəb olan sıx nəqliyyatın mənfi təsirlərindən təsirlənə bilər. (Raghav, 2019)

Amerikalılar ildə orta hesabla 17 saat park yeri axtarmağa sərf edirlər. Vaşinqton, San-Fransisko və Los-Anceles kimi bəzi şəhərlərdə bu rəqəm daha yüksəkdir. Hal-hazırda amerikalıların 45% - i ictimai nəqliyyatdan istifadə edə bilmir. Bu o deməkdir ki, Amerikalıların təxminən yarısı əvəzinə avtomobillərə güvənərək ucuz qatarların və ya avtobusların iqtisadi və sosial faydalarından məhrumdur. İctimai nəqliyyat Şəxsi nəqliyyatla səyahət etməkdən daha təhlükəsiz, daha ucuz və daha qənaətlidir. Şəhərlərdə ictimai nəqliyyat sistemlərinin təkmilləşdirilməsi şəhər planlaşdırıcıları üçün əsas prioritet olmalıdır. Bundan əlavə, vacib bir vəzifə vətəndaşların mövcud qatarlara və avtobuslara girişini asanlaşdırmaqdır. (Matthew Guichard, 2018)

Dünyanın aparıcı ölkələri tərəfindən hazırlanan nəqliyyat hesabatlarına görə, Hindistan bir çox nəqliyyat problemi və onları necə həll edə biləcəyi ilə ən sıx məskunlaşan ölkədir. Şəhər əhalisinin artması ilə yük maşınları xeyli vaxt sərf etmək məcburiyyətində qalırlar. Kiçik və orta şəhərlərdə və digər yaşayış məntəqələrində nəqliyyat vasitələrinin nəqliyyat intensivliyini təyin etmək üçün ən çox tanınan metodlardan biri nəqliyyatın yenidən yönləndirilməsi üçün yeni küçə və intellektual nəqliyyat sistemlərindən istifadə etməkdir. Yol hərəkəti qısa müddətli ola bilər və ya rəhbərlik daxilində hərəkət qaydalarını dəyişdirərək müəyyən dərəcədə azala bilər. Mövcud küçələrə heç bir əhəmiyyətli dəyişiklik etmədən yeni nəqliyyat axınlarının və əlamətdar yerlərin təqdim edilməsi müvəqqəti yardım göstərə bilər. Vahid hərəkət istiqamətindən kənara çıxmaq, svetoforların vaxtını dəyişdirmək məhdudiyyətləri Hindistanın nəqliyyat sistemindəki problemlərin öhdəsindən gəlmək üçün hökumətin ən çox istifadə etdiyi prosedurlardır. (Magnani Hitesh, 2017)

Nəqliyyat qlobal iqtisadiyyatda və cəmiyyətdə əhəmiyyətli rol oynayır və ictimai nəqliyyat kimi müxtəlif proseslərdə iştirak edir. Məqsəd nəqliyyatda aktual problemlərdən biri olan ləngimələrini azaltmaq üçün son texnologiyalardan istifadə etməkdir. Burada bəhs olunan texnologiyalara misal kimi mülki pilotsuz uçuş aparatları, ağıllı velosipedləri göstərmək mümkündür. Ləngimələri nəzərə aldığımız

zaman müasir metodlar, ənənəvi metodlara nisbətdə daha üstünlük təşkil edir. Bu müasir üsulların üstünlüyünü yoxlamaq üçün MCDA-dan(Çox kriteriyalı qərarların təhlili) istifadə edilərək qurulmuş riyazi model işlənib hazırlanıb. Mariusz Kostrzewskinin qeydinə əsasən qurulmuş riyazi model əsasında avtomatik çatdırılma robotlarına 60-74%, pilotsuz uçuş aparatlarına 89-93%, yük maşınları, avtobuslarla müqayisədə ağıllı velosipedlərə 87-90% üstünlük verilib. (Kostrzewski et al., 2022)

Nəqliyyat ləngimələri üzrə Sinqapura baxdıqda, ləngimələrə səbəb olan əsas amillər minik avtomobillərinin və əhalinin artımını göstərmək olar. Burda edilə biləcək həll üsullarından biridə yeni yolların yaradılması və ya hazırkı yolların genişləndirilməsidir. Yolların yaradılması və genişləndirilməsi mümkün olmadıqda isə Trinh Dinh Toanın qeyd etdiyinə əsasən ağıllı nəqliyyat sisteminə üstünlük verilir. Bəhs olunan ağıllı nəqliyyat sistemlərində biri Tıxac idarəetmə sistemidir. Tıxac idarəetmə sistemindən istifadə edərək, sürücülər real vaxt ərzində məlumat mərkəzindən tıxacla bağlı məlumat əldə edə bilirlər. Sinqapurda, Kəsişmələrdə tutumu artırmaq və hərəkəti yaxşılaşdırmaq üçün GLIDE olaraq qeyd olunan Ağıllı yaşıl keçid idarəetmə sistemi istifadə olunub. (Trinh Dinh Toan, 2019)

Seulda nəqliyyat ləngimələrini azaltmaq üçün daha çox yolların genişləndirilməsi kimi tikinti işlərinə daha üstünlük verilir. Koreya Qabaqcıl Elm və Texnologiya İnstitutunun Regional İnkişaf və Tədqiqat Mərkəzi tərəfindən Qlobal Yenidənqurma və İnkişaf Bankı ilə kredit layihəsi kimi Seul Tıxacının Təkmilləşdirilməsi Baş Planı yaradılmış və üç istiqamətdə həyata keçirilmişdir. Yongbi körpüsünün genişləndirilməsi buna misal ola bilər. Shin Lee-nin qeyd etdiyinə əsasən saatda 22 km-dən 29 km ə qədər sürət əldə edilib. İkinci olaraq isə Bukbu Expressway Muk-dong marşrutunun nəqliyyat axınının yaradılması da sürəti saatda 32 km-dən 55 km ə yüksəlib. Buda öz daxilində vaxta qənaət, havanın çirklənməsinin azalması və nəqliyyat vasitələrini sürmə xərclərini müəyyən qədər endirmişdir. Cənubi Koreya yolların genişləndirilməsi, körpülərin tikintisi və

zolaqların artırılması ilə yanaşı, son illərdə ictimai nəqliyyatın təkmilləşdirilməsinə də üstünlük verib. (Transport System Management (TSM) Seoul Solution, n.d.)

Nəqliyyat axınlarının real vaxtda təsvirini verə biləcək ümumi riyazi nəzəriyyə mövcud deyil. Buna səbəb insan psixologiyasının xaotik hərəkətidir. Bu səbəbdən burada müxtəlif növ riyazi nəzəriyyə istifadə oluna bilər. Misal kimi insan faktor modelləri, avtomobil təqib modelləri, signal kəsişməli model, siqnalsız kəsişmə modelləri və s. Texnologiyanın inkişafı nəticəsində artıq riyazi nəzəriyyələri daha qısa zamanda simulyasiya etmək mümkündür. Simulyasiya hazırlanmazdan öncə problem ortaya qoyulmalı, problemin miqyası dəqiqləşdirilməli, modelin məqsədi müəyyən olunmalıdır. Hazırda şəhər və şəhərlərarası nəqliyyat şəbəkəsini inkişaf etdirmək üçün AIMSUN istifadə olunub.

Strovolos prospektində edilən simulyasiya modeli əsasında model 95% dəqiqliklə müxtəlif yönlü nəqliyyat vasitələrinin hərəkət istiqamətlərini təqlid etmək mümkün olub. George Papageorgiou və digər müəlliflərin araşdırmasına əsasən kompüter modelləşdirmə təcrübələri ilə ümumi səyahət müddətini 27% azaldan, orta sürəti 45% artıran və tıxacın qalan hissəsi üçün heç bir mənfi təsiri olmayan avtobus nəqliyyatı üçün gecikmə müddətini 28% azaldan ssenari həllini inkişaf etdirmək mümkün oldu. Bu nəqliyyat menecerlərinə planlarının təsirini sınağa fürsət yaradır ki, bu da optimallaşdırılmış nəqliyyat şəbəkəsinin dizaynında əhəmiyyətli bir addımdır. (Papageorgiou George et al., 2009)

Nəqliyyat ləngimələrində vacib problemlərdən biridə ictimai nəqliyyat və onun yüksək tezlikli avtobus nəqliyyatının etibarlılığıdır. Burada avtobusların vaxtında yola düşməməsi, həddindən artıq məsafə kimi problemlər var. Bu problemlərin həlli sərnişin məmnuniyyətini artırmaqla yanaşı ictimai nəqliyyatın səmərəliliyini artırır. Bu model avtobus xidmətinin etibarlılığını qiymətləndirmək, müxtəlif strategiyaların təsirini təhlil etmək və yaxşılaşdırma tədbirlərini optimallaşdırmaq üçün istifadə edilir. Simulyasiya modeli, müxtəlif ssenariləri modelləşdirərək real dünyada həyata keçirilmədən əvvəl strategiyaların təsirini proqnozlaşdırmağa və qiymətləndirməyə kömək edir. Simulyasiya modeli

hazırlamaq üçün istifadə ediləcək məlumatlar, müəyyən bir avtobus xidmətinin mövcud vəziyyətinə istinad olunur. Avtobusların hərəkət müddəti, marşrutdakı dayanacaqlar arasındakı məsafə, sənişin sıxlığı məlumatları, nəqliyyat şəraiti və hava kimi amillər də bura daxildir. Bundan əlavə, istifadə olunan simulyasiya modelindən asılı olaraq keçmiş dövr məlumatları, səyahət vaxtı, avtobus tutumu və dayanacaqlarda sənişinlərin gözləmə müddəti kimi ətraflı məlumat tələb oluna bilər. Bu məlumatlar simulyasiya modelinin düzgün işləməsi və real nəticələr əldə etməsi üçün vacibdir. Bu simulyasiya modeli Seyed Mohammad Hossein Moosavi, Amiruddin İsmail, Choon Wah Yuen-nun əldə etdiyi nəticəyə əsasən gözləmə vaxtını 51%-ə qədər yaxşılaşdırıb Gözləmə vaxtı isə 44-43% azalıb. (Moosavi et al., 2020)

1.2. Nəqliyyat ləngimələrinin qiymətləndirilməsi metodları

Nəqliyyat gecikmələri probleminin analitik metodlarla həlli nəqliyyat axınlarının təhlili və optimallaşdırılması üçün riyazi modellərin və alqoritmlərin istifadəsini əhatə edir. Bu yanaşma, dünyanın bir çox şəhər yerlərində böyük bir problem olan tıxacları anlamaq və aradan qaldırmaq üçün xüsusilə faydalıdır.

Tinbergen İnstitutunun "yol tıxaclarının struktur modeli" müzakirə sənədi, analitik metodlardan istifadə edərək yol tıxaclarının təhlili üçün hərtərəfli əsasdır. Müəlliflər Eric T. Verhof və Jan Rouvendahl, yol şəbəkəsi topologiyası, nəqliyyat tələbi və nəqliyyat idarəetmə strategiyaları kimi nəqliyyat axınına təsir edən müxtəlif amilləri əhatə edən bir struktur model hazırlayırlar.

Model nəqliyyat axınının dinamikasını təsvir edən diferensial tənliklər sisteminə əsaslanır. Bu tənlikləri həll edərək, model tıxacları proqnozlaşdırma və gecikmələri azaltmaq üçün ən təsirli strategiyaları təyin edə bilər. Müəlliflər modellərinin real nəqliyyat şəbəkəsi nümunəsində tətbiq olunmasını nümayiş etdirirlər.İstifadə olunan əsas analitik metodlardan bəziləri bunlardır:

Dinamik nəqliyyat paylanması (DTA): Bu metod real vaxt nəqliyyat vəziyyəti məlumatlarına əsaslanaraq nəqliyyatın şəbəkədəki müxtəlif marşrutlar boyunca paylanmasını əhatə edir. DTA nəqliyyat sıxlığını təhlil etmək və ən işlək marşrutları müəyyən etmək üçün xüsusilə faydalıdır.

Optimallaşdırma metodları: Müəlliflər tıxacın azaldılması üçün ən təsirli strategiyaları müəyyən etmək üçün xətti proqramlaşdırma və dinamik proqramlaşdırma kimi optimallaşdırma metodlarından istifadə edirlər. Bu üsullar səyahət vaxtı və ya hərəkət intensivliyi kimi xüsusi göstəricilərin minimuma endirilməsini və ya artırılmasını əhatə edir.

Simulyasiya: Məqalədə müxtəlif nəqliyyat idarəetmə strategiyalarının effektivliyini yoxlamaq üçün simulyasiya da istifadə olunur. Simulyasiya modelləri, real dünyada təcrübələr aparmaq çətin olduğundan nəqliyyat şəbəkələri kimi kompleks sistemlərin təhlili üçün xüsusilə faydalıdır.

Nəqliyyat gecikmələri probleminin analitik metodlardan istifadə edərək həlli yol tıxaclarını anlamaq və azaltmaq üçün təsirli bir yanaşmadır. Tinbergen İnstitutunun müzakirə sənədi analitik metodlardan istifadə edərək tıxacların təhlili üçün hərtərəfli bir çərçivə təmin edir və nəticələri nəqliyyat idarəetməsi və şəhərsalma üçün vacibdir.

Nəqliyyat gecikmələrinin hesablanması istifadə olunan riyazi metodlara deterministik və stoxastik modellər və müxtəlif yanaşmalar daxildir. Bu modellər vahid, təsadüfi və həddindən artıq gecikmələrdən ibarət olan svetofor signalı ilə idarə olunan kəsişmədə nəqliyyat vasitələrinin orta gecikməsini qiymətləndirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Deterministik modellər: Bu modellər gəliş və gediş proseslərinin deterministik olduğunu, yəni dəqiq proqnozlaşdırıla biləcəyini göstərir. Bunlar növbə nəzəriyyəsi konsepsiyasına əsaslanır və kəsişmədə nəqliyyat vasitələrinin orta gecikməsini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Növbə nəzəriyyəsi: Bu yanaşma hər dəstdəki nəqliyyat axınına müştəri axını kimi baxır və kəsişməni növbə sistemi kimi modelləşdirir. Növbə nəzəriyyəsi modelləri,

gəliş və gediş proseslərini təsadüfi dəyişənlər kimi qəbul edərək kəsişmədə nəqliyyat vasitələrinin orta gecikməsini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Zamandan asılı modellər: Bu modellər nəqliyyat axınının və zaman gecikmələrinin asılılığını nəzərə alır. Bu müddət ərzində yol şəraitinin dəyişməsi nəzərə alınmaqla müəyyən bir müddət ərzində nəqliyyat vasitələrinin gecikməsini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Təxmini metodlar: Bu üsullar mürəkkəb modelləri sadələşdirmək və praktik tətbiqlərə uyğunluğunu artırmaq üçün istifadə olunur. Bəzi gecikmə modellərində istifadə olunan addım funksiyası yaxınlaşması kimi, həll edilməsi daha asan olan daha sadə modellər tərəfindən real gecikmə modellərinin yaxınlaşmasını təklif edirlər.

Bu riyazi metodlar Nəqliyyat gecikmələrinin daha dəqiq və əhatəli modellərini inkişaf etdirmək üçün birlikdə istifadə olunur. Yol şəraitini qiymətləndirərkən, xidmət səviyyəsini təyin edərkən və təkmilləşdirmələri planlaşdırarkən Nəqliyyat planlaşdırıcıları və mühəndisləri üçün vacib vasitələrdir.

Ləngimələrin ölçülməsində istifadə olunan simulyasiya metodlarından başqa, eyni zamanda riyazi və analitik metodlarda aktuallığını qoruyur. Nəqliyyat gecikmələrinin artması emissiyaların artması, iqtisadi itkilər, sürətin azalması kimi problemlərə gətirib çıxarır. Bundan əlavə, yollarda gecikmələr sürücülərin psixofizioloji yorğunluğuna gətirib çıxarır ki, bu da münaqişə vəziyyətlərinin və qəzaların sayının artmasına səbəb olur. Fövqəladə halların artmasında bir amil sürücülərin bu kəsişməni mümkün qədər tez keçməyə çalışmaları və ən çox yol qaydalarını pozmalarıdır.

Bu kimi problemlərə həll yolu kimi analitik metod istifadə oluna bilər. Analitik metodlara həm hesablama düsturları, həm də kəsişmələrdə nəqliyyatın modelləşdirilməsinin nəticələri daxildir. Nəqliyyat gecikmələrinin hesablanmasına ən populyar yanaşma professor Yu. A. Kremenets tərəfindən təklif edilib. Hal-hazırda yol hərəkətinin təşkilində və məlumatın əldə edilərək, daha çox həll yolu axtarmasında video qeyd cihazları (kameralar) getdikcə daha çox əhəmiyyət kəsb

edir. Məlumatlar nəticəsində Murat K Bedanokov və digər müəlliflərin analitik metodda əldə etdiyi düstur isə aşağıdakı kimidir

$$Y = k_1 X_1 + K_2 x_2 + C \quad (1.1)$$

Burada y ötürmə gecikməsi, k_1 və k_2 ixtiyari əmsallardır.

Murat K Bedanokov, A.Z Udzhukhu, A.S Labutin, Y.H Guketlev nəticəsinə əsasən nəqliyyat gecikməsini təyin etmək üçün düsturdan istifadə edərəkən maksimum səhv % 5-dir. Bununla birlikdə, ümumi təxmin edilən nəqliyyat saati gecikməsi (2.763 S) eksperimental (2.713 s) ilə % 1.8 fərqlənib.

Digər göstəriciyə baxdıqda düstura görə kəsişmədə nəqliyyatın təxmini saat gecikməsi (2946 S) eksperimental (3052 s) ilə 3,5% fərqlənib. Beləliklə, nəqliyyat gecikməsini təyin etmək üçün düsturdan istifadə edərək əldə edilən ilkin nəticə yüksək korrelyasiya səviyyəsini göstərib.

Analitik metodlara, statistik məlumatları əldə edərək qeyd olunan metodlarda göstərmək mümkündür. İctimai nəqliyyata üstünlük verilməsinə baxmayaraq, Pekində ictimai nəqliyyatdan istifadə edənlərin sayı 40% keçsədə, avtobusların hərəkətində, sürətində azalma müşahidə olunur (pik saatlarda 22 km/saat). Bununla bağlı Shaokuan Chen, Rui Zhou, Yangfan Zhou və Baohua Mao 3 avtobus xəttini nəzərə alaraq avtobusların dayanacaqda qalma müddəti və gecikmə mövzularında real məlumat əsaslı araşdırmalar edib. Metod kimi isə növbə, kilidləmə, gecikmə və ikinci dayanma kimi proseslərə əsaslanan hesablama təklif edilib. Nəticədə növbə, klidləmə və gözləmə vaxtı 3 böyük problem kimi ortaya çıxıb. Avtobus yükləmə nisbətləri müvafiq olaraq 0,55 və 0,7-dən çox olduqda, sərnişin başına minmə və enmə vaxtları əhəmiyyətli dərəcədə artıb. Daha yüksək yük faktoru olan vəziyyətlərdə sərf olunan vaxt, aşağı yük faktoru olan vəziyyətlərə nisbətən 1,47 dəfə çox olub. Təklif olunan metoddan istifadə olunan nümunəvi tədqiqatlarda üç marşrut üzrə avtobus gecikməsinin hesablanması xətası 5% - dən az olub. Şəhər mərkəzində avtobus gecikmələrinin sayı 17% - dən çox, kənd yerlərində isə cəmi 8%, bu marşrutların hər birində orta dayanma gecikməsi 25 saniyədən çox olub.

İctimai nəqliyyat sistemlərinin performansını gecikmələr kimi fasilələrin təsiri ilə müəyyən edilir. Gecikmələrə GPS əsaslı oxumaların məhdud həssaslığında təsir edə bilər. Przemyslaw Wrona, Maciej Grzenda, Marcin Luckner tərəfindən təklif olunan axın gecikmə dəyişikliklərinin aşkarlanması metodu (SDCD) real vaxt rejimində gecikmə məlumatlarında əhəmiyyətli dəyişikliklərin aşkarlanmasına imkan verir. Bu metod ictimai nəqliyyat sistemlərinin davamlı monitorinqini və performansını artırmağı hədəfləyir. Müxtəlif nəqliyyat məlumatlarını təhlil etmək imkanı verən çox platformalı, açıq mənbəli multimodal marşrut planlayıcısı kimi istifadə olunan proqramlardan biri OpenTripPlanner (OTP)-dir. OTP yol infrastrukturundakı dəyişikliklərin nəticələrini simulyasiya edə və proqramlardakı müvəqqəti dəyişikliklərin nəticələrini öyrənə bilər. Przemyslaw Wrona, Maciej Grzenda, Marcin Luckner, statistik cəhətdən əhəmiyyətli gecikmələri müəyyənləşdirmək və təyin etmək üçün SDCD metodu təklif edib. SDCD alqoritmi ilə aşkar edilən dəyişikliklərin gecikməsinə aid cədvəl 1.1:

$d()$ -burada gecikmə, (Δd) - gecikmə dəyişikliyi göstərir.

Cədvəl 1.1 SDCD alqoritmi ilə aşkar edilən dəyişikliklərin gecikməsi

Delay type	Date	Location records	Increases	Reductions	Median[s]	STD[s]
dQ	2021-12-18	1181271	5	1059	131.0	125.0
	2021-12-19	1242939	10	666	110.0	84.0
	2021-12-20	1256871	7	862	107.0	91.0
	2021-12-21	1049178	6	680	131.0	101.0
ΔdQ	2021-12-18	1181271	249	365	6.0	32.0
	2021-12-19	1242939	199	299	4.0	29.0
	2021-12-20	1256871	219	336	5.0	55.0
	2021-12-21	1049178	202	310	5.0	45.0

Bu üsul, ictimai nəqliyyat sistemində gecikmələrin baş verə biləcəyi və ya azaldıla biləcəyi vəziyyətləri müəyyən etməyə imkan verir. Təklif edilən metod, böyük məlumat çərçivələrini və OpenTripPlanner nümunələrini əhatə edən bir modelləşdirmə mühitini birləşdirən sistemin bir hissəsidir.

Nəqliyyatda yollarda yaranan sıxlıqla əlaqədar bir sıra nəzəri və riyazi məlumatlar mövcuddur. Burada yollarda yaranan sıxlıqla əlaqədar nəqliyyatın həcmi araşdırılmışdır. Çox faktorlu analiz prosedurları, yəni çoxlu reqressiya təhlili,

ayrı-ayrı ərazilərin perspektiv daşıma həcmələrinin müəyyən edilməsi üçün adətən istifadə olunurdu. Nəqliyyat həcmi müvafiq müstəqil dəyişən struktur kəmiyyətlər kimi ərazinin müxtəlif sosial-demoqrafik məlumatlarından asılı olaraq dəyişən kimi hesablanmışdır.

$$D_1 = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (1.2)$$

D_1 - ərazidə olan nəqliyyatın həcmi, a - reqressiya tənliyi sabiti, b_1, b_2, \dots, b_n - qismən reqressiya əmsalları, X_1, X_2, \dots, X_n - daşınma həcminə həlledici təsir göstərən müstəqil dəyişən struktur kəmiyyətlərdir.

Perspektivli daşıma həcmələrinin hesablanması üçün ən sadə üsul kimi ikiqat reqressiya təhlilindən istifadə edilmişdir, burada struktur kəmiyyətlər kimi əhalinin sayı və əmək imkanlarından istifadə edilmişdir.

Ölkəmizdə nəqliyyat vasitələrinin sayı artdıqca şəhər yolları avto magistrallar günü gündən dahada yüklənməyə məruz qalırlar. Və bu yüklənmələr nəticəsində yollarda sıxlıqlar, ləngimələr və bir sıra problemlər meydana gəlir. Bu problemləri həll etmək üçün bir sıra riyazi üsullar var. Bu riyazi üsullarda hesablamaları yerinə yetirə bilmək üçün əvvəlcə yollarda nəqliyyat axınının və nəqliyyat sıxlığının hesablanması vacib bir amildir. Nəqliyyat axınının hesablanması aşağıdakı düsturla yerinə yetirilir.

$$q = n 3600 / t \quad (1.3)$$

Burada, q = avtomobil axını (saatda avtomobil sayı), $n = t$ saniyə ərzində keçən nəqliyyat vasitələri, t = nəqliyyat vasitələrinin keçməsi üçün vaxt.

Nəqliyyat sıxlığı isə:

$$k = n 1000 / l \quad (1.4)$$

düsturu ilə hesablanır.

Burada, k = nəqliyyat vasitəsinin sıxlığı, n = yolun l uzunluğunu tutan nəqliyyat vasitələrinin sayı, l = nəqliyyat vasitələrinin tutduğu yolun uzunluğudur.

II FƏSİL. SİMULYASIYA PROQRAMLARI VƏ ÖLÇMƏLƏRİN APARILMASI

2.1. Nəqliyyat ləngimələrinin ölçülməsində istifadə olunan simulyasiya proqramları

Nəqliyyatda simulyasiya proqramları, hər hansısa bir nəqliyyat vasitəsinin (avtomobil, təyyarə, gəmi, və s.) hərəkətini təmin edən və modelləşdirmək üçün istifadə olunan proqramlardır. Bu proqramlar, həm təlim məqsədli, həm də nəqliyyat vasitələrinin hərəkətlərini yaxşılaşdırmaq, təhlükəsizlik səviyyəsini artırmaq və infrastruktur planlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Və bir sıra proqramlar vardırki bunlar aşağıda sadalanıb.

Simulyasiya proqramlarından biri AnyLogicdir. Bu program mürəkkəb sistemləri simulyasiya, analiz və optimizasiya etmək üçün istifadə olunur. Səhiyyədə, istehsalda, maliyyə, logistika, şəhər planlama və nəqliyyat sahəsində daha çox istifadə olunur. AnyLogicdə 3 fərqli modelləşdirmə mövcuddur. Agent əsaslı modelləşdirmə, sistemdə olan müstəqil agentləri modelləşdirir. Əsasən burdakı sistemi yaradan agentlərin davranışları birləşərək sistemin necə hərəkət etdiyini müəyyən edir. Bu modeldə hər bir agentin öz xüsusiyyətləri, hərəkətləri, vəziyyəti mövcuddur. Sistem dinamikləri, bir sistemin zaman içindəki hərəkətlərini və dəyişimlərini analiz edən modelləşdirmədir. Bu modeldəki məqsəd sistemi yaradan dəyişənlərin bir-biriylə necə təsirdə olduğunu və bu təsirlərin sistemdə necə dəyişikliyə yol açdığını analiz etməkdir. Diskret hadisə modelləşdirməsi. Simulyasiya vasitəsilə real dünya sistemlərinin hərəkətlərini anlamaq və analiz etmək üçün güclü alətdir. Burdakı məqsəd sistemdəki hadisələrin müəyyən zaman aralığında reallaşması ilə sistemin vəziyyətinin bu hadisələrə əsasən dəyişməsinə modelləşdirir. AnyLogicin xüsusiyyətlərinə gəldikdə isə aşağıdakıları qeyd edə bilərik.

Çoxlu modelləmə- Agent əsaslı, sistem dinamikləri və diskret hadisə modelləşdirmə kimi modelləri bir araya gətirir. İnterfeys-Daha rahat istifadə üçün interfeys təmin edir. Bir-çox proqramlama dilində dəstəyin olması- Yəni, Python,

Java və JavaScript kimi program dillərini dəstəkləyir. Hansı program dili ilə istəsəniz model qura bilərsiniz. Real zamanda simulyasiya və analizin edilməsi-Simulyasiya nəticələrini real vaxtda izləyə və analiz edirsiniz. Böyük, mürəkkəb modellər-Böyük və daha mürəkkəb modelləri simulyasiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Bu bəhs etdiyimiz xüsusiyyətləri eyni zamanda AnyLogicin üstünlükləridir. Yaxşı, bəs bu qədər məşhur olmasına və geniş istifadə olunmasına rəğmən AnyLogicin mənfi tərəflərin nədir?

AnyLogic güclü bir alət olması ilə yanaşı, istifadə olunması üçün çoxlu modelləşdirmə və program dillərindən istifadə lazımdır. Bu baxımdan yeni başlayanlar üçün başlanğıcda mürəkkəb ola bilər. Lisenziya qiyməti bir sıra program modellərinə nisbətə bahadır. Kiçik şirkətlərdə və akademik işlərdə maddi baxımdan uyğun olmaya bilər. Böyük və daha mürəkkəb modelləşdirmə üçün daha böyük yaddaş və ram lazımdır. Bunun üçündə daha güclü kompüterlərə ehtiyac yaranır. Dəstək və yenilənmə vaxtı uzun olduğu zaman istifadəçilərin ehtiyacı zamanı kifayətsiz qala bilər. Bu da istifadəçilərin layihələrində gecikmələrin olmasına səbəb olur. AnyLogicin interfeysinə sadə olması onun üstünlüyü olduğu kimi, eyni zamanda böyük modellər üzərində işləyərkən interfeysin yavaş, hətta ağır reaksiya verməsi mümkündür.

Şəhər Mobilliyinin Simulyasiyası (SUMO) istifadəçilərə şəhər ərazilərində nəqliyyat hərəkətlərini simulyasiya etməyə imkan yaradan nəqliyyat simulyasiya proqramıdır. Bu, istifadəçilər, şəhər qurucuları və nəqliyyat üzrə mühəndislər tərəfindən nəqliyyat hərəkətini təsvir etmək, nəqliyyatın yollar üzrə hərəkətlərini sınaqdan keçirtmək üçün güclü simulyasiya vasitəsidir. SUMO-nun bir sıra əsas göstəriciləri vardırki onlara aşağıdakıları demək olar.

Şəbəkə Modelləşdirilməsi: SUMO tədqiqatçılara yollarda, yolayrıclarında, dairəvi hərəkət olan yollarda nəqliyyat şəbəkələrinin gərçəkci modellərini hazırlamağa imkan verir. Hər bir istifadəçi şəxsi olaraq müəyyən məlumatları sistemə daxil edərək SUMO simulyasiya proqramı üzrə xüsusi nəqliyyat şəbəkəsi planı hazırlaya bilər.

Avtomobilin Davranışı: Bu simulyasiya proqramı avtomobillərin sürətlənməsini, tormozlanmasını, dairəvi hərəkət üzrə yer dəyişmələrini, avtomobillərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqələrini nəzərə alaraq, nəqliyyat şəbəkəsində hərəkət edən nəqliyyat vasitəsini simulyasiya edir.

Tıxac Ssenariləri: Hər bir istifadəçi avtomobilin yola düşmə və təyinat məntəqələrini, hərəkət marşrutlarını və zamanı təyin edərək yollarda avtomobillərin hərəkətini simulyasiya edə bilər.

Tıxaca Nəzarət: SUMO istifadəçilərə yol hərəkəti qaydaları, svetoforun siqnalları kimi müxtəlif nəqliyyata nəzarət formalarını həyata keçirməyə və simulyasiya etməyə imkan yaradır. İstifadəçilər yolların kəsişmələrində avtomobillərin hərəkətini qayda üzrə müəyyən etmək üçün yol hərəkəti nişanlarını və digər nəzarət elementlərini sistemə daxil edə bilər.

Simulyasiya Çıxışı: SUMO avtomobilin hərəkət trayektoriyaları, yollarda olduğu vaxtları, yanacaq sərfiyyatı və digər göstəriciləri daxil olmaqla çıxış məlumatlarını hazırlayır.

Dəstək: SUMO-nun geniş miqdarda və aktiv istifadəçi toplumu var, istifadəçilər bu simulyasiya proqramının davamı inkişafına töhfə verirlər. Həmçinin SUMO özünün internet sahifəsində istifadəçilərə ətraflı məlumat verir.

Nəticə olaraq, SUMO əsasən şəhər yollarında nəqliyyatı simulyasiya etməyə imkan verir. Şəhər Mobilliyinin Simulyasiyasının özünə məxsus üstünlükləri və dezavantajları var.

Müsbət cəhətlər:

Tıxac Ssenarilərinin Təhlili: SUMO tədqiqatçılara şəhər ərazilərində mürəkkəb nəqliyyat şəbəkələrinin modelləşdirməyə və simulyasiya etməyə imkan verir. Bu, istifadəçilərə, şəhər qurucularına və nəqliyyat üzrə mühəndislərə şəhərdə problemləri daha yaxşı həll etməyə kömək edir.

Nəqliyyat Sistemlərinin Optimallaşdırılması: SUMO marşrutun planlaşdırılması üçün optimallaşdırma üsullarını dəstəkləyir.

Planlaması: SUMO karbon emissiyalarının azaldılması və ya piyadaların təhlükəsizliyinin artırılması ilə əlaqədar müxtəlif alətlər təklif edir.

Mənfi cəhətlər:

Mürəkkəblik və Öyrənmə: SUMO yeni istifadəçilər üçün daha mürəkkəb sayıla bilər. Bu səbəbdən proqramın öyrənilməsi daha çox vaxt sərfinə gətirib çıxara bilər.

Məlumat Tələbləri: SUMO əlavə olunmuş məlumatların üzərinə yeni məlumatların ətraflı şəkildə yüklənməsini tələb edə bilər. Beləki qısaca yüklənmiş məlumatlar simulyasiyanın düzgün modelləşməsinə gətirib çıxara bilər.

Hesablama Resursları: Simulyasiyaları düzgün yerinə yetirmək üçün şirkətlərə güclü hesablama avadanlıqları tələb oluna bilər ki, bu da məhdud hesablama qabiliyyəti olan şirkətlər üçün problemlər yarada bilər.

Simulyasiya modellərinin məhdudiyyətləri: Bütün simulyasiya proqramları kimi, SUMO-nun da dəqiqliyinə təsir göstərən məhdudiyyətləri və sadələşdirmələri var.

Paramics, əvvəlcə 1990-cı illərin əvvəllərində Quadstone Ltd tərəfindən hazırlanmış bir yol simulyasiya proqramıdır. Edinburq Universitetinin paralel Hesablama Mərkəzinin layihəsi çərçivəsində daha da inkişaf etdirildi.

Paramics, magistral və küçə sistemlərində, nəqliyyatda və piyadalarda nəqliyyatın səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün fərdi nəqliyyat vasitələrinin hərəkətini mikro səviyyədə modelləşdirir. Avtobusun idarə edilməsi, svetofor parametrləri, sürücünün davranış xüsusiyyətləri və nəqliyyat vasitəsinin kinematikasını kimi xüsusiyyətlər daxil olmaqla ətraflı fiziki yol sxemini modelləşdirir.

Proqram istifadəçilərə imkan verir:

- Həndəsə, nəqliyyat sürətləri, kəsişmələrdə qaydalar və prioritetlər və nəqliyyat siqnalları daxil olmaqla bir yol şəbəkəsi yaratmağı
- 3D görüntülmə ilə yol nəqliyyatının modelləşdirilməsi
- Sensorlarla performans ölçümlərini qiymətləndirilməsi

Params, İndi Systra tərəfindən idarə olunan Params Discovery-yə çevrildi. Ən son versiya Params Discovery 26, ətraflı velosiped simulyasiyası və piyadaların vizuallaşdırılması kimi yeni xüsusiyyətləri də özündə cəmləşdirir.

Params-in bəzi əsas üstünlükləri bunlardır:

- Bütün növ yol şəbəkələrində tıxaclara səbəb olan müxtəlif halların dəqiq göstərilməsi
- Modeli yoxlamaq və kalibrləmək üçün güclü vizual imkanlarla yol şəbəkəsini real vaxt rejimində izləmək imkanı
- Təkmilləşdirmələrin potensial faydalarını qiymətləndirmək üçün tövsiyə və nəqliyyatın inteqrasiyası
- Simulyasiya nəticələrini ümumiləşdirmək və təhlil etmək üçün ətraflı məlumat təhlili alətinin təmin edilməsi

Params, yol şəbəkəsinin istismarı, infrastrukturun yaxşılaşdırılması, svetoforların optimallaşdırılması, ictimai nəqliyyat və daha çoxu üçün həllər hazırlamaq, qiymətləndirmək və təqdim etmək üçün dünyanın nəqliyyat planlaşdırma orqanları, agentlikləri və məsləhətçiləri tərəfindən istifadə olunur.

Params simulyasiya proqramının əsas xüsusiyyətləri, nəticələrin çoxsaylı pəncərələr vasitəsilə hərtərəfli vizual şəkildə göstərilməsini, nəqliyyat vasitələrinin hərəkətlərinin animasiyasını və yüzlərlə nəqliyyat vasitəsinin real vaxt rejimində modelləşdirilməsini təmin etmək qabiliyyətidir. Bundan əlavə, Params, zolaq konfigurasiyası, nəqliyyat siqnalları və tranzit dayanacaqları kimi müxtəlif məhdudiyyətlər altında nəqliyyat və tranzit əməliyyatlarının dəqiq təhlilinə imkan verən mürəkkəb bir simulyasiya modeli təklif edir. Proqram həmçinin yol şəbəkələrinin yaradılması və redaktə edilməsi üçün şəbəkə redaktorunu, marşrutun ağıllı idarə edilməsi və tıxacların, insidentlərin və şəbəkə sürücülərinin davranışının modelləşdirilməsi imkanlarını da əhatə edir.

Müsbət cəhətlər:

Yüksək detallı modelləşdirmə: Params fərdi nəqliyyat vasitələrinin hərəkətlərini modelləşdirir, bu da nəqliyyat axını və tıxac barədə yüksək detallı bir

nəticəyə gəlməyə fürsət yaradır. Bu detal səviyyəsi müxtəlif nəqliyyat idarəetmə strategiyalarının və infrastruktur təkmilləşdirmələrinin təsirini qiymətləndirmək üçün xüsusilə faydalıdır.

Real vaxt vizual Xəritəçəkmə: Paramics, nəqliyyat nəzarəti və yol şəbəkəsi dizaynı üçün əvəzolunmaz olan nəqliyyat mühitinin real vaxt vizual görüntüsünü təmin edir. Bu xüsusiyyət istifadəçilərə Yol hərəkəti qaydalarını real vaxt rejimində müşahidə etməyə və təhlil etməyə imkan verir, daha yaxşı qərarlar qəbul etməyə kömək edir.

Məhsuldarlığını artırmaq qabiliyyəti: Paramics, masaüstündən superkompüterlərə qədər geniş çeşidli avadanlıqlarla işləmək üçün hazırlanmışdır. Bu onu böyük və mürəkkəb şəbəkələrin modelləşdirilməsi üçün uyğun edir.

Mikroskopik səviyyədə modelləşdirmə: Paramics fərdi nəqliyyat vasitələrinin hərəkətlərini və qarşılıqlı təsirlərini simulyasiya edir, bu da nəqliyyat haqqında daha dəqiq bir nəticəyə gəlməyə fürsət yaradır. Bu mikroskopik səviyyəli simulyasiyalar müxtəlif nəqliyyat idarəetmə strategiyalarının və infrastruktur təkmilləşdirmələrinin təsirini qiymətləndirmək üçün xüsusilə faydalıdır.

Rahat istifadəçi interfeysi: Paramics, istifadəçilərə, hətta geniş proqramlaşdırma biliyi olmayanlara da asanlıqla modellər yaratmağa və redaktə etməyə imkan verən bir interfeysə malikdir.

Qabaqcıl xüsusiyyətlər: Paramics, müxtəlif nəqliyyat idarəetmə strategiyaları, infrastruktur növləri və nəqliyyat vasitələri üçün dəstək daxil olmaqla geniş bir xüsusiyyət təklif edir. Bu geniş xüsusiyyət dəsti onu müxtəlif tətbiqlər üçün çox yönlü bir vasitə halına gətirir.

Geniş qəbul: Paramics dövlət qurumları, konsaltinq firmaları və tədqiqat institutları tərəfindən geniş istifadə olunur, yəni bilik, resurs və ən yaxşı təcrübə mübadiləsi edə bilən böyük bir istifadəçi cəmiyyətinə sahib olmaq deməkdir.

Mənfi cəhətlər:

Yüksək təlim səviyyəsi: Paramics rahat interfeysə malik olsa da, proqram mürəkkəbdir və mənimsəmək üçün xeyli miqdarda təlim və təcrübə tələb edir. Bu, yeni istifadəçilərin girişi üçün bir maneə ola bilər.

Resurs intensivliyi: Paramics əhəmiyyətli hesablama gücü və yaddaş tələb edən proqramdır. Bu, daha ucuz avadanlıqlarda geniş miqyaslı simulyasiyaların aparılmasını çətinləşdirə bilər.

Maliyyə: Paramics kommersiya proqramıdır və dəyəri bəzi istifadəçilərin girişi üçün əhəmiyyətli bir maneə ola bilər. Proqramın dəyəri, eləcə də təlim və dəstəyin dəyəri sürətlə arta bilər.

Bəzi şəbəkə növləri üçün məhdud dəstək: Paramics ilk növbədə ənənəvi yol şəbəkələrində nəqliyyat axınlarının modelləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Çox səviyyəli və ya qeyri-adi həndəsə kimi daha mürəkkəb şəbəkələrdə nəqliyyat axınlarının modelləşdirilməsi üçün o qədər də təsirli olmaya bilər.

Digər alətlərlə məhdud inteqrasiya: Paramics geniş xüsusiyyətlərə malik olsa da, bəzi istifadəçilərin istədiyi kimi digər alətlər və proqram təminatı ilə asanlıqla inteqrasiya oluna bilməz. Bu, Paramics-in mövcud iş axınlarına daxil edilməsini çətinləşdirə bilər.

Məhdud sənədlər: Paramics-in geniş sənədləri olsa da, bəzi istifadəçilər axtarış etməkdə və ya müəyyən məlumatları tapmaqda çətinlik çəkə bilər. Bu, hələ də proqramı öyrənən yeni istifadəçilər üçün xüsusilə çətin ola bilər.

Bəzi əməliyyat sistemləri üçün məhdud dəstək: Paramics ilk növbədə Windows əməliyyat sistemlərində istifadə üçün nəzərdə tutulmuşdur. Mac və ya Linux-da işləyən istifadəçilər Paramics-i işə salmaq üçün virtualizasiya proqramına və ya digər həll yollarına ehtiyac duya bilərlər.

2.2 PTV Vissim ilə nəqliyyat problemlərinin həll edilməsi

PTV Vissim, özünəməxsusluğu ilə nəqliyyatın hərəkətini modelləşdirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu, avtomobillərin davranışını, sürücülərin reaksiyasını və digər tıxac dinamikalarını dəqiq şəkildə təmsil edir.

PTV Vissim ilə nəqliyyat problemlərinin həll edilməsi:

Nəqliyyat modelinin hazırlanması: İlk öncə PTV Vissim vasitəsi ilə nəqliyyat modelini yaradırıq. Burada, şəhərinin yol şəbəkəsini, qovşaqları, yol ayırıcıları və sürücülərin davranışları tətbiqə qeyd olunmalıdır.

Simulyasiya və Analiz: Hazırladığımız modeli icra edirik və nəqliyyatın hərəkətini simulyasiya edirik. Bu, sürücülərin davranışını, yol sıxlıqlarını, avtomobillərin sürətini və s. kimi məlumatları ölçmək və analiz etmək deməkdir.

Problemlərin müəyyənləşdirilməsi: Simulyasiya nəticələrini təhlil edirik və şəhərdəki nəqliyyat problemlərini müəyyənləşdiririk. Buraya, tıxaclar, yollardakı kəsişmələr, avtomobillərin gecikməsi və s. kimi problemləri daxil edilir.

PTV Vissim-də ərazi modelinin yaradılması əsasən aşağıdakı addımları əhatə edir:

Xəritə və Planlamanın Alınması: Əvvəlcə, modelləmək istədiyiniz ərazi ilə əlaqəli olan xəritələri, planlarını və lazımı məlumatları əldə edirik. Bu məlumatlar, yol xəritələri, yol genişlənmələri, qovşaqlar, kəsişmələr, yol işarələri, kənarlar və digər nəqliyyat infrastrukturunu detallı təsvir olmalıdır.

Ərazi Modelinin Yaradılması: PTV Vissim-də ərazi modelini yaratmaq üçün "New Network" (Yeni Şəbəkə) funksiyasını istifadə edərək yeni bir layihə başladırıq. Bu, ərazi modelinin əsasını təşkil edir.

Yol Şəbəkəsinin Qurulması: İlk olaraq, yaradacağınız əraziyə uyğun yol şəbəkəsini qururuq. Bu, yol segmentləri, qovşaqlar, körpülər, və digər infrastruktur elementlərini daxil etmək deməkdir. Bu addımla yol trassalarını və yol genişlənmələrini də təyin etməlisiniz.

Yol Xəritələrini İntegrasiya Et: Xəritə məlumatlarını modelləşməyə əlavə edirik. Bu, yol genişlənmələri, yol işarələri, park yerləri, kənarlar və s. kimi infrastruktur detallarını daxil etmək üçün istifadə edilir.

Qovşaqların, Körpülərin və İşıqforların Qurulması: Təyin olunmuş yol şəbəkəsi üzərində lazımı qovşaqları, körpüləri və svetoforları yerləşdiririk. Bu

addımla, nəqliyyat nöqtələrinin qurulması və nəqliyyatın idarə olunması mümkün olur.

Əlavə Detalların Əlavə Edilməsi: Əlavə detallar, kənarlar, park yerləri, dayanma yolları və s. kimi infrastruktur detallarını əlavə edirik. Bu, modellərin daha reallaşmasına və nəqliyyat sisteminin tam təsvirinə kömək edir.

Modelin Yoxlanılması və Tənzimlənməsi: Modelinizi yoxlayırıq və tənzimləyirik. Bu, ətraf mühitlər, yol qaydaları, sinyalizatorlar və digər parametrlərin düzgün tənzimlənməsinə və modelin etibarlılığına ehtiyac duyur.

PTV Vissim-də nəqliyyat axınlarının təyin edilməsi, nəqliyyat modelləməsində ən əsas mərhələlərdən biridir. Bu, hər bir nəqliyyat vasitəsinin hərəkətini modeldə təyin olunmuş ərazi infrastrukturuna uyğun olaraq simulyasiya etmək deməkdir. Simulatsiyayı səmərəli şəkildə yerinə yetirmək üçün aşağıdakı addımları yerinə yetiririk:

Vasitələrin Təyin Edilməsi: Birinci addım, simulyasiyada istifadə olunacaq nəqliyyat vasitələrini təyin etməkdir. Bu, avtomobillər, avtobuslar, yük maşınları, velosipedlər və digər nəqliyyat vasitələridir. Hər bir növ nəqliyyat vasitəsinin öz xüsusiyyətləri olacağından, bu məlumatları dəqiqləşdirmək əhəmiyyətlidir.

Hərəkət Modellərinin Təyin Edilməsi: Hər bir nəqliyyat vasitəsinin hərəkətini təyin etmək üçün hərəkət modelini seçirik. Bu modellər avtomatik idarə olunan, sürücü davranışlarına əsaslanan, fasiləli hərəkət və s. kimi müxtəlif təyinatlar ola bilər. Hər bir modelin özünəməxsus xüsusiyyətləri və təsir etdiyi amillər var.

Hərəkət Parametrlərinin Təyin Edilməsi: Hərəkət modellərini təyin etdikdən sonra, hər bir nəqliyyat vasitəsinin hərəkəti üçün lazım olan parametrləri də təyin etirik. Bu, sürət limitləri, minimal məsafələr, gecikmə dərəcələri, hərəkət sürətləri və s. kimi məlumatları əhatə edir.

Hərəkətin başlanğıc və bitmə yerinin Təyin Edilməsi: Nəqliyyatın başlanğıc və bitmə yerinin təyin edilməsi modellərin simulyasiyasında əhəmiyyətli rol oynayır. Bu, start və bitiş nöqtələri, yol boyu səyahət nöqtələri, mərkəzi nöqtələr və s. kimi məlumatları əhatə edir.

Nəqliyyat Axınlarının Simulyasiyası: Bütün məlumatlar təyin edildikdən sonra, PTV Vissim-də nəqliyyat axınlarının simulyasiyasını başlayın. Bu, müxtəlif nəqliyyat vasitələrinin qarşılıqlı əlaqələri, sürətləri, hərəkət sürətləri və qəfil dəyişiklikləri daxil etməklə aparılır.

PTV Vissim-də nəticələrin analizi, simulyasiya prosesində əldə edilən məlumatların qiymətləndirilməsini və nəqliyyat sisteminin performansının anlaşılmasını əhatə edir. Nəticələrin ətraflı analizi və qiymətləndirilməsi üçün aşağıdakı mərhələləri izləyə bilərsiniz:

İlkin Məlumatların Yoxlanılması: Əvvəlcə, simulyasiya prosesinin parametrləri və simulyasiya zamanı qeyd edilən məlumatlar kimi əsas məlumatları yoxlayın. Bu, simulyasiya zamanı daxil edilən yol genişlənmələri, sürət limitləri, işıqforların və digər nəqliyyat nəzarəti elementlərinin düzgün qeyd edildiyini təmin etməkdir.

Nəqliyyat Sıxlığı və Gecikmə Vaxtının Qiymətləndirilməsi: Simulyasiya nəticələrindən biri olan ən əsas məlumatlardan biri nəqliyyat sıxlığı və gecikmə vaxtıdır. Bu məlumatlar, yol şəbəkəsindəki tıxacları və gecikmələri qiymətləndirməyə kömək edir.

Sürət Profili Təhlili: Nəqliyyat simulyasiyası zamanı avtomobillərin və digər nəqliyyat vasitələrinin sürət profillərini izləyin və analiz edin. Bu, yol şəbəkəsindəki sürət dəyişikliklərini və yavaşlanmaları anlamağa kömək edir.

Nəqliyyat Axınının Dəyişdirilməsi: Simulyasiya zamanı nəqliyyat axınlarının necə dəyişdiyini və yol işarələrinin vəziyyəti, kəsişmələrin effektivliklərinin nəqliyyat axınlarına təsirini qiymətləndirin. Bu, nəqliyyat axınında potensial problemlərin və tıxacların yaradıldığı yeri və vaxtı müəyyənləşdirməyə kömək edir.

Nəqliyyat Effektivliyinin Qiymətləndirilməsi: Nəticələrə əsasən, nəqliyyat sisteminin effektivliyini qiymətləndirin. Bu, sürətlər, sıxlıqlar, gecikmə vaxtları və digər məlumatlar əsasında nəqliyyatın hansı formada işlədiyini aydınlaşdırmağa kömək edir.

Alternativ Təlimatların Verilməsi: Analiz nəticələrinə əsasən, nəqliyyat sisteminin performansını yaxşılaşdırmaq üçün lazımi təlimatlar və alternativlər verin. Bu, kəsişmə və yol işarələri dizaynının və digər infrastruktur elementlərinin dəyişdirilməsini əhatə edir.

PTV Vissim, mürəkkəb yol simulyasiyalarını həyata keçirmək üçün bir sıra alətlər və funksiyalar təklif edir. Bu alətlər müxtəlif nəqliyyat ssenarilərini modelləşdirmək, nəqliyyat axınlarını təhlil etmək və nəqliyyat sistemlərini optimallaşdırmaq üçün istifadə edilə bilər. PTV Vissim-in təklif etdiyi əsas alətlər və xüsusiyyətlər bunlardır:

1. Yol şəbəkəsi redaktə aləti: istifadəçilər bu vasitədən müxtəlif növ yollar, qovşaqlar yaratmaq və konfigurasiya etmək üçün istifadə edə bilərlər. Birtərəfli və ikitərəfli yollar, avtomobil yolları, velosiped yolları kimi müxtəlif növ yollar yaradıla bilər.
2. Nəqliyyat vasitələrinin yaradılması və səfərlərin təyin edilməsi: istifadəçilər müxtəlif növ nəqliyyat vasitələrindən (minik avtomobilləri, Yük maşınları, avtobuslar və s.) istifadə edə bilər və bu nəqliyyat vasitələrinə müəyyən bir marşrut da təyin etmək olar. Bu nəqliyyat axınının modelləşdirilməsi üçün vacibdir.
3. Svetofora nəzarət: bu vasitə svetoforların cədvəlini və kəsişmələrin yerini tənzimləmək üçün istifadə edilə bilər. Müxtəlif hərəkət ssenarilərini təqlid etmək üçün yaşıl, sarı və qırmızı işıqların müddətini də təyin etmək olar.
4. Tıxac nəzarəti və təhlili: PTV Vissim, nəqliyyat sıxlığını, sürətlərini, səyahət müddətini və digər nəqliyyat parametrlərini izləmək üçün bir sıra analiz vasitələri təklif edir. Bu vasitələr nəqliyyat axınının təhlili və yaxşılaşdırılması üçün vacibdir.
5. Hərəkətli obyektlərin yaradılması: bu vasitə dinamik obyektlər yaratmağa və onların hərəkətini təyin etməyə imkan verir. Məsələn, qəza ssenarisini simulyasiya etmək üçün bir vasitə və ya piyadalar qrupu yaratmaq olar.
6. İstifadəçi qarşılıqlı əlaqələri: istifadəçilər müəyyən hadisələr və ya ssenarilər baş verdikdə nəqliyyat axınını dəyişdirəcək qarşılıqlı əlaqələri təyin edə bilərlər. Məsələn, yolun bağlanması və ya yol qəzası kimi vəziyyətlər modelləşdirilə bilər.

7. Vizuallaşdırma və hesabat: PTV Vissim Simulyasiya nəticələrini görüntüləmək və hesabat vermək üçün bir çox vasitə təklif edir. Bu, təhlil nəticələrini bölüşmək və qərar qəbul edənlərə təqdim etmək üçün vacibdir.

8. Ətraf mühitə təsir təhlili: emissiyalar, yanacaq istehlakı və səs-küy kimi ətraf mühitə təsirləri simulyasiya etmək üçün xüsusi vasitələr mövcuddur. Bu, ekoloji davamlılıq baxımından vacibdir.

PTV Vissim, mürəkkəb yol simulyasiyalarını həyata keçirmək üçün tam bir alət dəsti təqdim edir. Bu alətlər nəqliyyat sistemlərini təhlil etmək, təkmilləşdirmək və optimallaşdırmaq üçün istifadə edilə bilər ki, daha təhlükəsiz, daha səmərəli və ekoloji cəhətdən davamlı nəqliyyat sistemləri yaradılsın.

2.3 Ləngimələrdə istifadə olunan riyazi modellər

Nəqliyyat ləngimələrinin optimallaşdırılması, yol hərəkəti təhlükəsizliyinin və yolların buraxma qabiliyyətinin artırılması üçün simulyasiya proqramları ilə yanaşı, eyni zamanda bir sıra riyazi metodlarda istifadə olunur. Buna misal olaraq Vebster və Miller riyazi düsturlarını göstərmək olar. Əgər tsiklin uzunluğu 120 san-dən böyükdürsə, bu svetofor nizamlaşmasının effektiv olmadığını və bir sıra başqa üsullardan istifadə olunaraq bərpa olunması lazım olduğunu göstərir.

İngilis alimi Vebster tərəfindən svetofor tsiklinin hesablaşma düsturu aşağıdakı kimi təklif edilmişdir:

$$T_T = (1.5L + 5) / (1 - \sum_{l=1}^n Y_{l \max}) \quad (2.1)$$

burda, Y_{\max} - maksimum faza əmsallarıdır, L - aralıq taktların uzunluqları cəmidir.

Burda yol ayırıcında piyada fazasında mövcuddursa bu zaman fazanın uzunluğu aralıq taktların uzunluq cəminə daxil edilir (L).

$$L = \sum_{l=1}^n t_{art} + t_p = \sum_{l=1}^n t_{art} + \frac{B_{pl}}{V_p} + 5 \quad (2.2)$$

Burada, $V_p = 1,2+1,3$ m/san; B_{pl} - piyada keçidinin uzunluğu; V_p - piyadaların hərəkət sürətidir.

olaraq qeyd etdiyimiz Vebster düsturunun analizi göstərir ki, surətə və məxrəcə qeyd olunan əmsallar axınların intensivliyindən və aralıq taktların cəmindən asılıdır. Bu səbəblərə diqqət yetirmədikdə əlavə nəqliyyat ləngimələri yaranır. Nəqliyyat ləngiməsi aşağıdakı aşağıda qeyd olunan hissələrdən ibarətdir:

- avtomobilə xidmət vaxtı, t_x ;
- düzəliş və ya təshih vaxtı, t_i ;
- siqnalın dəyişməsini gözləmə vaxtı, t_d ;
- növbənin keçməsi vaxtı, t_n ;

$$t_{\Delta i} = t_d + t_x + t_n + t_i \quad (2.3)$$

Qeyd etmək lazımdır ki Vebster düsturu intensivliyin aşağı qiymətlərində müəyyən problemlər yaratsa da, böyük qiymətlərdə dəqiq nəticələr verir.

Yol ayrıcılarında yüklənmə az olduqda düsturla yaxşı nəticə əldə etmək mümkündür. Vebster düsturundan istifadə edilərək edilən araşdırmalardan biri 2013-cü ildə Denizli 'nin Pekdemir qovşağında videokameraların köməyi ilə keçirilib. Pekdemir qovşağı dörd giriş yolundan ibarətdir, şimal və cənub giriş yolları iki giriş yolundan - iki çıxışdan, Şərq və Qərb giriş yolları isə üç giriş yolundan-üç çıxışdan ibarətdir. Ziya Çakıcı tərəfindən verilən düsturlar aşağıdakı kimidir.

Xətti forma:

$$Y = w_1 X_1 + w_2 X_2 + w_3 X_3 + w_4 X_4 + w_5 \quad (2.4)$$

Eksponensial forma:

$$Y = w_1 + w_2 X_1^{w_3} + w_4 X_2^{w_5} + w_6 X_3^{w_7} + w_8 X_4^{w_9} \quad (2.5)$$

Kvadratik forma

$$Y = w_1 X_1 + w_2 X_2 + w_3 X_3 + w_4 X_4 + w_5 X_1 X_2 + w_6 X_1 X_3 + w_7 X_1 X_4 + w_8 X_2 X_3 + w_9 X_2 X_4 + w_{10} X_3 X_4 + w_{11} X_1^2 + w_{12} X_2^2 + w_{13} X_3^2 + w_{14} X_4^2 + w_{15} \quad (2.6)$$

Y- Nəzarət gecikməsi

X_1 -Nəqliyyat vasitələrinin sayı

X_2 -Ağır nəqliyyat vasitələrinin sayı

X_3 - g/c nisbəti

X_4 -Yamac

$w_1, w_2, w_3, \dots, w_{15}$ -müvafiq çəki əmsalları.

Ziya Çakıncın əldə etdiyi simulyasiya nəticəsində xətti eksponent və kvadratik formalar üçün təyinetmə əmsalı (R2) dəyərləri müvafiq olaraq 0,84-0,88 və 0,90, ortalama kvadratik səhv (OKH) dəyərləri isə müvafiq olaraq 0,0153-0,0119 və 0,0103 olaraq əldə edilib. Bununla birlikdə, xətti eksponent və kvadratik formalar üçün 8 test məlumatı üçün mütləq səhv ortalamaları (OMH) da müvafiq olaraq 5.85-4.52 və 3.89 olaraq hesablanıb. Təhlildən əldə edilən ədədi nəticələr işığında, signal keçidlərinin yaxınlaşma qollarında nəzarət gecikmələrini qiymətləndirərkən, kvadratik formanın digər formalarla (xətti və eksponent) müqayisədə daha uğurlu nəticələr verdiyini qeyd etmək olar.

A.Millerin təqdim etdiyi strategiyanın bir nümunəsini nəzərdən keçirək. Burada nəqliyyat ləngimələri məqsəd funksiyası kimi istifadə olunur. Optimallaşdırma tənliyi (idarəedici funksiya adlandıracağıq V) müəyyən dəqiq vaxt intervallarında (Δt) həll olunaraq əldə edilir. Hər bir intervalın yekununda V funksiyasının hesablanması bazasında indiki fazanın Δt qədər uzaldılmasına nəzər yetirilir. Nəzərdən keçirilən alqoritmin birtərəfli hərəkətdə bir-iki zolaqlı küçənin kəsişməsində reallaşdırılmasına baxaq. Tutaq ki, cari vaxtda A istiqamətində hərəkət nəzərdə tutulur. İdarəedici funksiyanı Va hesablamaqla A istiqamətində cari fazanın uzadılması haqqında qərar qəbul edilir:

$$V_A = r_A(a_\gamma \delta_{AV} + a_b \delta_{AB} + a_p \delta_{Ap}) + t \Delta_i \delta_{AV} + t \Delta_B \delta_{AB} - \Delta t (a_v n_{Bv} + a_b n_{Bb} + a_p n_{Bp}) - (t \Delta_i \Delta n_{By} + t \Delta_b \Delta n_{Bb}) \quad (2.7)$$

a- ləngimələrin qiyməti; δ -fazanın A_t qədər uzaldılması sayəsində yol ayrıcından əlavə keçə biləcək hərəkət iştirakçılarının sayı; r_A - A fazasının yenidən işə düşmə intervalı;

- NV- nin tormozlanması və sürətlənməsi zamanı vaxt itgiləri; n - svetoforun qırmızı işığı qarşısında avtomobil növbəsinin uzunluğu» avt; Δn -cari faza Δt san. uzadıldıqda məcburi dayanacaq NV-nin sayı; V-avtmobilləri qeyd edən indeks; b-

avtobuslan qeyd edən indeks; Δt - idarəedici funksiyanın hesablanma momentləri arasında vaxt intervalı; P-piyadalan qeyd edən indeks.

A və B indeksləri nizamlama fazalarını göstərir.

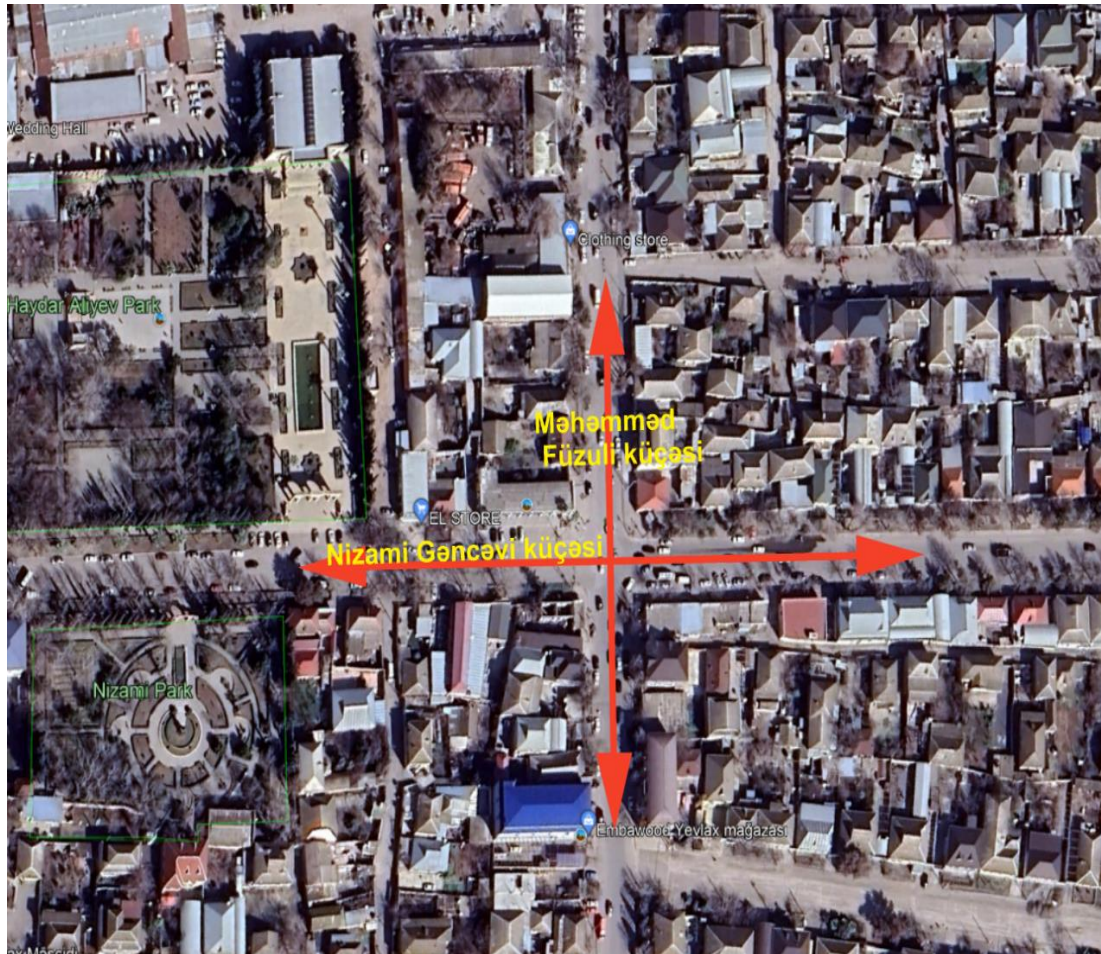
Bu düsturun birinci həddi Δt qədər uzadılmış fazanın əldə etdiyi nəticəni göstərir. Sonrakı iki hədd hərəkətdə olan iştirakçıların dayanmalarının azaldılması nəticəsində əldə olunan faydanı göstərir. Düsturdan mənfi işarəli üzvlər B istiqamətində hərəkət olan iştirakçıların ləngimə və dayanmaları sayəsində yaranan itgiləri göstərir. A fazası o zamana qədər uzadılır ki, $V_A < 0$ və ya fazanın maksimum uzunluğuna gəlib çatır. V_B funksiyası B fazası müddətində hesablanır

Mütəmadi olaraq nəqliyyat detektorlarını yoxlamaqla və piyadalarla sorğular keçirməklə n , Δn , və δ parametrlərini qiymətləndirmək mümkündür. Avtobusları qeyd etmək üçün xüsusi detektorlardan istifadə olunur. $\Delta t = 1,0$ san. götürülür. Avtobusların üstünlüyünü təmin etmək üçün alqoritmdə onların «çəkisi» artırılır.

III FƏSİL. Yevlax şəhərinin N. Gəncəvi və M.Füzuli küçələrinin kəsişməsində nəqliyyat axınlarının vaxt itkilərinin qiymətləndirilməsi

3.1 Yevlax şəhərində aparılmış ölçmələr

Yevlax şəhərinin Nizami Gəncəvi və M.Füzuli küçələrinin kəsişməsindən (şəkil 3.1) əldə olunan məlumatları Yevlax şəhəri üçün hazırlanmış mobillik planının monitoring hissəsindən götürülmüşdür.



Şək 3.1 Nizami Gəncəvi və Məhəmməd Füzuli küçəsinin kəsişməsi

Cədvəl 3.1 N.Gəncəvi və M.Füzuli kəsişməsi N.Gəncəvi istiqamətində

Azərbaycan Texniki Universiteti-Yevlax Şəhər İcra Hakmiyyəti Yevlax Mobillik Lahiyyəsi N/V İNTENSİVLİKLƏRİN										
№	VAXT	HƏRƏKƏT TƏRKİBİNİN NÖVLƏRİ	YOL AYRICININ ADI: N.Gəncəvi – M.Füzuli kəsişməsi N.Gəncəvi istiqaməti						Qeyd Svetofor q-43, s-4,y-29	AVTOMOBİL CƏMİ 17:00 – 18:00
			↑	→	←	↑	→	←		
			Düz istiqamət			Əks istiqamət				
1	0-15	Yük	1			1	1	1		187
		Minik	66	13	16	60	8	17		
		Avtobus		2				1		
		Cəm								
2	16-30	Yük	2		1		1	1		207
		Minik	66	15	24	59	19	16		
		Avtobus		2	1					
		Cəm								
3	31-45	Yük	1	1						162
		Minik	48	11	20	44	10	21		
		Avtobus		2	1		1	2		
		Cəm								
4	46-60	Yük		1						247
		Minik	71	36	14	69	18	34		
		Avtobus		2			2			
		Cəmi								

Cədvəl 3.2 N.Gəncəvi və M.Füzuli kəsişməsi M.Füzuli istiqamətində

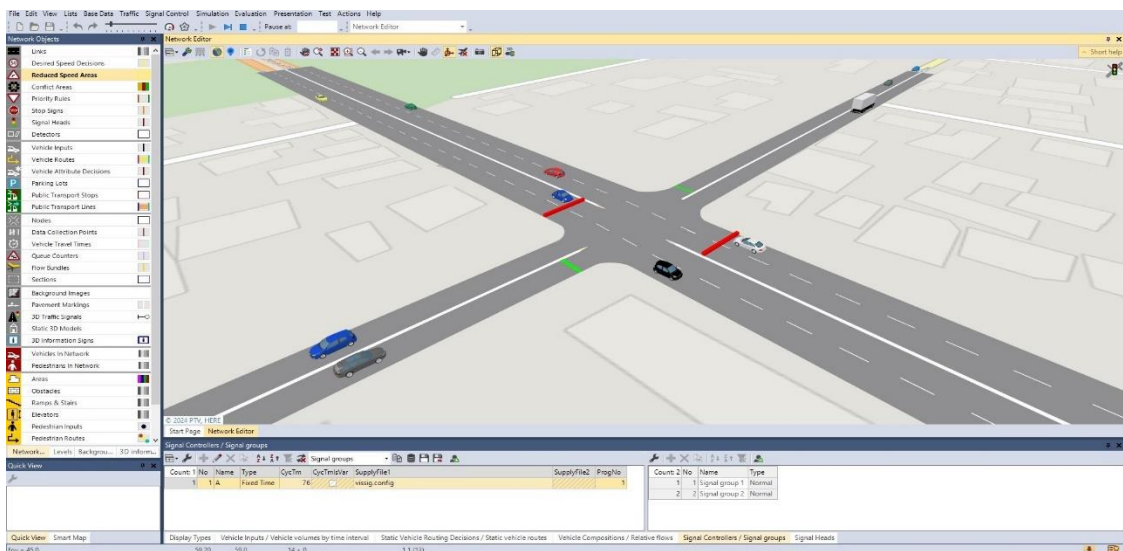
Azərbaycan Texniki Universiteti-Yevlax Şəhər İcra Hakmiyyəti Yevlax Mobillik Lahiyyəsi N/V İNTENSİVLİKLƏRİN									
№	VAXT	HƏRƏKƏT TƏRKİBİNİN NÖVLƏRİ	YOL AYRICININ ADI: N.Gəncəvi – M.Füzuli kəsişməsi M.Füzuli istiqaməti						AVTOMOBİL CƏMİ
			↑	→	←	↑	→	←	
			Düz istiqamət			Əks istiqamət			17:00 – 18:00
1	0-15	Yük	1				4		94
		Minik	10	14	11	11	25	12	
		Avtobus	2	2				2	
		Cəm							
2	16-30	Yük	1			1			60
		Minik	8	8	7	5	14	7	
		Avtobus	1			2	2	4	
		Cəm							
3	31-45	Yük	1				1		113
		Minik	23	11	18	13	24	14	
		Avtobus	1	2	2		3		
		Cəm							
4	46-60	Yük	2				2		124
		Minik	20	13	24	14	31	10	
		Avtobus	1	3			2	2	
		Cəmi							

Tədqiq olunmuş yol ayrıcında pik saatları üzrə nəqliyyat vasitələrinin intensivlikləri ölçülmüş və svetoforların iş rejimi götürülmüşdür. İstifadə olunan məlumatlar saat 17:00-18:00 saat aralığında ölçülmüş intensivliklərdir. Nizami Gəncəvi küçəsində intensivlik 803 nv/saat-dır. Məhmməd Füzuli küçəsi üzrə isə

intensivlik 391 nv/saat-dır. Svetoforun iş rejimi Nizami Gəncəvi küçəsi üzrə qırmızı işıq üçün 43 saniyə, sarı üçün 4 saniyə və yaşıl işıq üçün isə 29 saniyədir. Məhəmməd Füzuli küçəsi üzrə svetoforun iş rejimi uyğun olaraq qırmızı işıq üçün 33 saniyə, sarı üçün 4 saniyə və yaşıl işıq üçün 29 saniyədir. Baxılan kəsişmədə tətbiq olunmuş svetofor obyektı sərt bir proqramlı olduğundan nəqliyyat vasitələrinin intensivlikləri ilə svetoforun siqnalların davamiyyət müddəti uyğun gəlir.

3.2 Simulyasiya proqramı vasitəsi ilə nəqliyyat axınlarının ləngimələrinin qiymətləndirilməsi

Nəqliyyat vasitələri ləngimələrinin ölçülməsini qiymətləndirmək üçün PTV Vissim simulyasiya modelləşdirilməsinin xüsusiyyətlərinə baxılmışdır. PTV Vissim proqramında nəqliyyat axınlarının vaxtı itkilərinin qiymətləndirilməsi üçün axının vəziyyəti analiz edirik. PTV Vissim-də nəqliyyat axınlarının vaxtı itkilərini qiymətləndirmək üçün ilk öncə baxılan küçə-yol şəbəkəsini yaratmaq lazımdır. Daha sonra zolaqları, kəsişmələri, yol nişanlarını, nəqliyyat vasitələrinin növlərini daxil edirik.



Şək 3.2 PTV Vissim proqramı üzrə ilkin formanın hazırlanması

Nəqliyyat vasitələrinin tələbatına uyğun olaraq axın üçün giriş və çıxış nöqtələrini müəyyən edilir. Saatda və ya simulyasiya müddətində şəbəkəyə daxil olan avtomobillərin intensivliyini qeyd edirik.

Simulyasiyanın müddətini və təkrarlama parametrləri kimi simulyasiya parametrlərini konfigurasiya etdikdən sonra simulyasiyanı başladıb avtomobilin trayektoriyalarını, nəqliyyat axınını sıxlığını, sürəti və digər müvafiq məlumatları götürürük. Simulyasiya başa çatdıqdan sonra səyahət vaxtı itkilərini qiymətləndirmək üçün nəticələri təhlil edirik.

Tədqiqat zamanı yol ayrıcında nəqliyyat vasitələrinin intensivlikləri ölçülmüşdür. Nizami Gəncəvi və Məhəmməd Füzuli küçələrinin kəsişməsində nəqliyyat axınlarının hərəkəti svetoforla nizamlanır. Svetoforların mövcud iş rejimi tədqiq olunmuşdur.

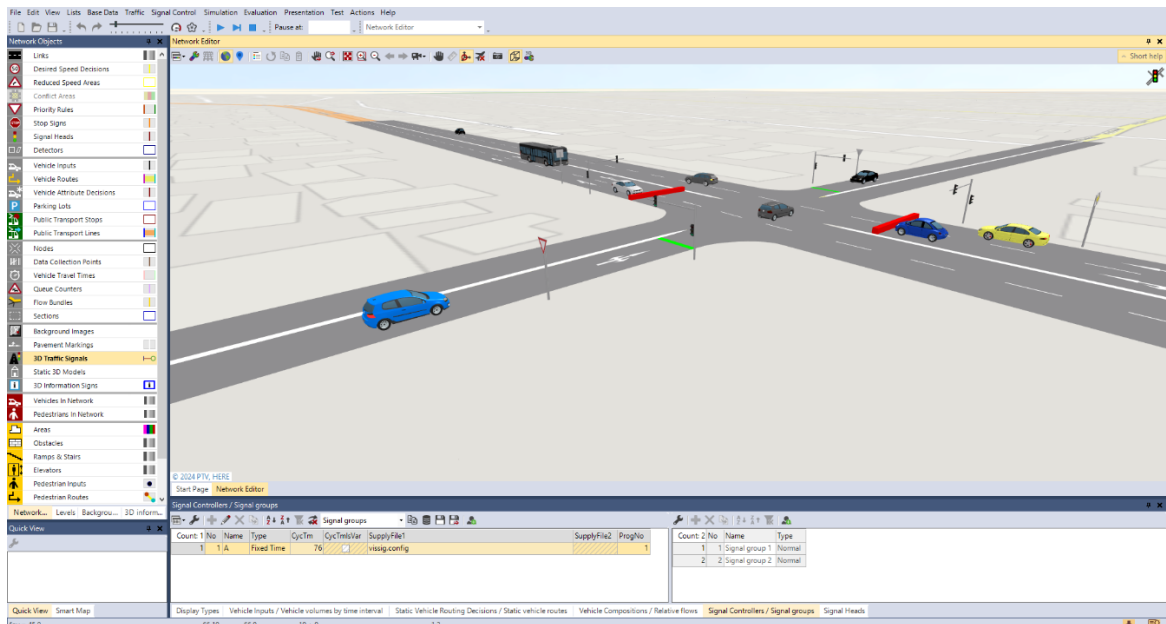
Cədvəl 3.3 Küçələr üzrə ölçülmüş intensivliklər (avt/saat)

İstiqamətlər	Nizami Gəncəvi 1	Nizami Gəncəvi 2	Məhəmməd Füzuli 1	Məhəmməd Füzuli 2
Düz	255	233	71	46
Sağ	85	60	53	108
Sol	77	93	62	51

Aparılmış tədqiqata zamanı əldə olunmuş məlumatlara əsasən yol ayrıcının mövcud vəziyyəti simulyasiya edilmişdir. Mövcud vəziyyətdə yol ayrıcından keçən nəqliyyat vasitələrinin ləngimələri cədvəl 3.4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 3.4 Mövcud vəziyyətdə nəqliyyat vasitələrinin ləngimələri (san)

Vaxt	İstiqamətlər	İntensivliklər	Orta ləngimə vaxtı
0-3600	1	400	25.08
0-3600	2	300	15.4
0-3600	3	150	11.2
0-3600	4	90	5.06



Şək 3.3 PTV Vissim proqramı üzrə yekun formanın qurulması

Yol ayrıcında mövcud svetoforun iş rejiminə dəyişiklik edərək nəqliyyat vasitələrinin istiqamətlər üzrə orta ləngimə vaxtları azaldılmışdır. Təklif olunan vəziyyətdə nəqliyyat vasitələrinin orta ləngimə vaxtları cədvəl 3.5-də göstərilmişdir.

Cədvəl 3.5 Təklif olunan vəziyyətdə nəqliyyat vasitələrinin ləngimə vaxtları (san)

Vaxt	İstiqamətlər	İntensivliklər	Orta ləngimə vaxtı
0-3600	1	400	16.2
0-3600	2	300	9.8
0-3600	3	150	7.2
0-3600	4	90	3.08

Cədvəllərdən görüldüyü kimi baxılan kəsişmədə nəqliyyat ləngimələri 1-ci istiqamət üzrə 25.08 saniyədən 16.2 saniyə, 2-ci istiqamət üzrə 15.4 saniyədən 9.8 saniyə, 3-cü istiqamət üzrə 11.2 saniyədən 7.2 saniyə və 4-cü istiqamət üzrə 5.06 saniyədən 3.08 saniyə endirilmişdir.

NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR

Magistrlik dissertasiyasında Yevlax şəhəri N.Gəncəvi və M.Füzuli küçələrində istiqamətlər, intevsiivliklər və orta ləngimə vaxtları təhlil edilmişdir. Yevlax şəhəri N.Gəncəvi və M.Füzuli küçələrində yol şəbəkəsinin imkanlarının artırılması üçün müsbət tendensiyanın əldə edilməsi istiqamətində tövsiyələr hazırlanmışdır.

Şəhərlərin inkişafı nə qədər sürətli və effektiv olsa belə nəqliyyat problemlərinin həll edilməsi üçün görülən tədbirlər gözlənilən dərəcədə sürətli və effektiv ola bilmir. Belə ki, bir çox şəhərlərin və yol şəbəkəsinin qurulmasında simulyasiya proqramlarından istifadə edilməməsi və ya düzgün şəkildə araşdırılmaların aparılmaması nəqliyyat ləngimələrinə gətirib çıxarır. PTV Vissim istifadə edərək tıxacın azalması daha yaxşı nəqliyyat planlaşdırması, alternativ marşrut seçimlərinin seçilməsi, nəqliyyat siqnallarının optimallaşdırılması və s.kimi amillərdən asılı olaraq baş verə bilər. PTV Vissim, nəqliyyat vasitələrinin nəqliyyat yol şəbəkəsi boyunca simulyasiya edərək nəqliyyat axınına daha yaxşı başa düşməyə imkan verir. Beləliklə, tıxacların səbəbləri və onlara səbəb olan amillər daha yaxşı müəyyən edilir. Bu biliklərə əsaslanaraq nəqliyyat idarəetmə strategiyaları inkişaf etdirilə və tıxaclar azaldıla bilər.

Nəticə olaraq Yevlax şəhərinin N.Gəncəvi və M.Füzuli küçələrinin kəsişmələri PTV Vissim proqramı vasitəsi ilə simulyasiya edilmiş və orta ləngimə vaxtları azaldılmışdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Mariusz Kostrzewski, Yahya Abdelatty (2022). Analysis of Modern vs. Conventional Development Technologies in Transportation—The Case Study of a Last-Mile Delivery Process. 96.
2. Andy H.F.Chow, Alex Santacreu (2013). Empirical Assessment of Urban Traffic Congestion. 101.
3. Anna Brzozowska, Bubel Dagmara (2019). Analysis of the road traffic management system in the neural network development perspective. 45.
4. Assel Nugmanova, Md Aslam Hossain (2013). Effectiveness of Ring Roads in Reducing Traffic Congestion in Cities for Long Run: Big Almaty Ring Road Case Study. 128.
5. Buddini Wanasooriya, Sachintha Karunarathna (2023). Level of Understanding of Road Rules among Road Users in Sri Lanka. 35.
6. Faheem Zafari, S.A.Mahmud. (2013). A Survey of Intelligent Car Parking System. 73.
7. George Papageorgiou, Pantelis Damianou (2009). Modelling and simulation of transportation systems: A scenario planning approach. 48.
8. Hitesh Magnani, (2017). General Problems in Transportation System of India and Its Solutions. 89.
9. Landon Reed, (2019). Transportation Issues And Challenges Facing US Cities And Their Solutions. 113.
- 10.S.Lee (2017). Transport System Management (TSM). 77.

11. Matthew Guichard, (2018). Transportation problems and solutions in American cities. Transportation problems and solutions in American cities, 43.
12. Michel, M. (2019). 5 Public Transportation Challenger - And Their Solutions. Public Transport, 114.
13. O.I.Khorosha, A.S.Kozhevnikov (2019). Urbanization Processes: Ways to Solve Regional Transport Problems. 88.
14. Optimal traffic control system for traffic congestion. (Dr.V.Sai Shanmuga Raja, Dr. G Gunasekaran, Chinchu Nair). 15.
15. Qigang Zhu, Yifan Liu (2021). Intelligent Planning and Research on Urban Traffic Congestion. 76.
16. Raghav. (2019). Helpful Steps for Solving the Problems of Urban Transport. 53.
17. Roman Andronov, Evgeny Leverents (2019). Effectiveness of adaptive control of traffic light intersection on isolated multi-lane intersections. 97.
18. Sayed Ahmed, Rasit Eskicioglu (2005). Using Information Technology to Reduce Traffic Jam in a Highly Traffic Congested City. 54.
19. Seyed Mohammad Hossein Moosavi, Amiruddin Ismail (2020). Using simulation model as a tool for analyzing bus service reliability and implementing improvement strategies. 109.
20. T.D.Toan (2019). Managing traffic congestion in a city: A study of Singapore's experiences. 73.