

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ

SABAH QRUPLARI

Əlyazması hüququnda

Məmmədyarov Elməddin, Əliyev Elvar,

Qandayev Anar, Abbasov Vüsal,

Şabanov Ramazan

KİÇİK ŞƏHƏRLƏRİN NƏQLİYYAT SİSTEMİNİN RƏQƏMSAL ƏKİZİNİN
YARADILMASI (AZƏRBAYCAN ŞƏHƏRLƏRİNDƏN BİRİNİN
NÜMUNƏSİNDƏ)

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

İxtisas: 218795 – Nəqliyyatda Daşımaların və İdarəetmənin Təşkili Mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Logistika və Nəqliyyat (Sabah qrupları)

Elmi rəhbər: t.f.d, dos. Fuad Daşdəmirov Səmid oğlu

BAKİ – 2024

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	5
I FƏSİL. NƏQLİYYATIN MODELLEŞDİRİLMƏSİ VƏ ANALİZİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN PROQRAMLAR.....	8
1.1 Nəqliyyatın modelləşdirilməsində istifadə olunan proqramlar haqqında ümumi məlumat.....	8
1.2 Nəqliyyat sisteminin makromodelinin yaradılmasında istifadə olunan PTV Visum proqramı.....	9
1.3 Nəqliyyat sisteminin mikromodelinin yaradılmasında istifadə olunan PTV Vissim proqramı.....	10
1.4 Nəqliyyat sisteminin simulyasiyasının yaradılmasında istifadə olunan FlexSim proqramı.....	12
1.5 Nəqliyyat sisteminin simulyasiyasının yaradılmasında istifadə olunan SUMO proqramı.....	14
1.6 Nəqliyyat sisteminin modelləşdirməsində istifadə olunan AnyLogic proqramı	16
II FƏSİL. ŞƏHƏR NƏQLİYYAT ŞƏBƏKƏSİNİN RƏQƏMSAL ƏKİZİNİN YARADILMASININ MƏRHƏLƏLİ ŞƏKİLDƏ HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ.....	18
2.1 İstifadə olunmuş Düsturlar.....	18
2.2 Nəqliyyat təklifinin imitasiya modelinin yaradılması.....	28
III FƏSİL. YASAMAL RAYONUNDA NƏQLİYYAT ŞƏBƏKƏSİNİN RƏQƏMSAL ƏKİZİNİN YARADILMASI.....	47
3.1 Makromodelin yaradılmasında sorğu və monitorinqlər.	47
3.2 Makromodelin qurulmasının son mərhələləri.....	48

3.3 Nəqliyyat şəbəkəsinin imitasiya modelinin nəticələri.....	52
NƏTİCƏ.....	59
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI.....	60

MAGİSTRANTIN ANDI

“Kiçik şəhərlərin nəqliyyat sisteminin rəqəmsal əkizinin yaradılması (Azərbaycan şəhərlərindən birinin nümunəsində)” mövzusunda təqdim etdiyimiz magistrlik dissertasiyasını elmi əxlaq normalarına və istinad qaydalarına tam riayət etməklə və istifadə etdiyimiz 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.

Məmmədyarov Elməddin imza: _____

Şabanov Ramazan imza: _____

Qandayev Anar imza: _____

Abbasov Vüsal imza: _____

Əliyev Elvar imza: _____

Tarix:24.05.2024

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Azərbaycanda nəqliyyat sahəsində yaranan problemlər müxtəlif istehsal sahələrinin fəaliyyətinə də təsir göstərir. Bundan əlavə ekoloji vəziyyət, əhəlinin sağlamlığı ilə əlaqədar bir sıra ciddi problemlər nəqliyyat mühitinin təsirindən formalaşır. Respublikamızın paytaxtı Bakı şəhərində nəqliyyatın sıxlığı bu baxımdan ciddi narahatçılıq mənbəyidir. Şəhərdə nəqliyyatın sürəti aşağı düşür, uzun müddət çəkir və stress yaradır. Xaotik planlama ilə böyüyən Xırdalan şəhəri və əsas iqtisadi aktivliyi paytaxtla əlaqəli olan Sumqayıt şəhərləri ilə birlikdə formalaşan Bakı aqlomerasiyasının nəqliyyat sıxlığı regionlarımızla nisbətdə olduqca yüksək dərəcədədir. Üstəlik, yol təhlükəsizliyi ilə bağlı problemlər var. Yol standartları, sürücülərin davranışı və yol infrastrukturunu ilə bağlı təhlükəsizlik problemləri nəqliyyat sahəsində problemlər yaradır. Yol hərəkəti qaydalarının pozulması və yol nişanlarının olmaması yollarda təhlükəsizliyə, nizam-intizamın pozulmasına gətirib çıxarır (*Orxan Zakirov, 2023*).

Azərbaycanın kiçik şəhərlərinin nəqliyyat şəbəkəsi çox geniş olmasa da onların sürətlə inkişaf etməsi nəqliyyat sistemlərində problemlərə yol açır və yaxın gələcəkdə paytaxtdakı vəziyyətə yaxın bir vəziyyətin yaranacağı istisna deyil. Nəqliyyat qovşaqlarında, avtomobil yollarında, ictimai nəqliyyatda və əhəlinin yerdəyişməsində yaranan problemlər getdikcə artır.

Nəqliyyat problemlərinin həllində imitasiya modellərindən istifadə edilməsi geniş yayılmış həll üsuludur və ciddi rekonstruksiya işləri aparmadan yaranacaq situasiyaların qiymətləndirilməsinə şərait yaradır. Bu baxımdan dissertasiya işinin mövzusu aktualdır və nəqliyyat şəbəkəsinin rəqəmsal əkizinin yaradılması nəqliyyat həllərinin hazırlanmasında irəliyə addım olacaqdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Tədqiqatın məqsədi Azərbaycan şəhərlərinin nəqliyyat sisteminin rəqəmsal əkizlərinin yaradaraq nəqliyyatın effektiv və səmərəli idarə olunmasını həyata keçirməkdir. Rəqəmsal əkizlər, şəhər ərazisindəki nəqliyyatın monitorinqi və təhlili üçün vacibdir. Rəqəmsal əkizlər nəqliyyatın sıxlığını və hərəkətliliyini izləmək, effektiv idarəetmə və yeniliklər tətbiq etməyə kömək edir.

Rəqəmsal əkizlər, yol təhlükəsizliyinin artırılması üçün yol infrastrukturunun təhlilinə imkan verir.

Tədqiqatın əsas vəzifələrindən biri tədqiqat aparılan ərazidə əhalinin gözləntilərini və tələblərini müəyyənləşdirməkdir. Bu gözləntilər əsasında, nəqliyyat sisteminin effektiv olaraq fəaliyyət göstərməsi üçün lazım olan tədbirləri həyata keçirmək lazımdır (<https://azerbaijan.az/related-information/280>).

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı Bakı şəhəri Yasamal rayonudur. Tədqiqatların aparılması marşrut sistemində, sənişin axınında və dayanacaqlarda olan problemlərin müəyyənləşdirilməsində kömək olacaqdır.

Tədqiqatın predmeti Azərbaycanın müxtəlif şəhərlərindəki nəqliyyat sistemlərinin təhlili, mövcud problemlər və həll yolları, rəqəmsal əkizlərin yaradılması və istifadəsi üçün olan imkanlar və s. kimi məsələləri əhatə edir. Belə bir layihə, həm inzibati, həm də mühəndislik və informasiya texnologiyaları sahəsində maraqlı bir tədqiqat mövzusu olar.

Tədqiqat metodları. Şəhərlərimizin nəqliyyat sistemlərində yaranan problemlərin aradan qaldırılması üçün bir sıra tədbirlər görülməlidir. İlk olaraq qarşımıza qoyduğumuz məqsəd şəhərin nəqliyyat sisteminin mövcud vəziyyətini və sənişin axınlarının hansı istiqamətdə olduğunu müəyyənləşdirməkdir. İstər nəqliyyat sistemində olan problemlər, istərsə də əhalinin sıxlığı baxımından respublikamızda Bakı şəhəri xüsusilə fərqlənir. Bu səbəbdən Bakı şəhərində tədqiqat işləri aparılması zəruridir. Bu tədqiqat prosesi şəhərin nəqliyyat sisteminin daha səmərəli və effektiv olması məqsədi ilə aparılır. İlk planda bu sahədə aparılmış tədqiqatları və layihələri gözədən keçirmək lazımdır. Bu istiqamətdə təkmilləşdirmə işlərinin aparılması üçün atılmalı olan addımlar: şəhər daxilində monitorinq keçirərək mövcud vəziyyəti müşahidə etmək, canlı olaraq problemlərə şahid olmaq, əhali arasında sorğu keçirmək, əhalinin müntəzəm olaraq yaşadıkları problemləri dinləmək, fikirlərini almaq və statistikasını çıxartmaq çox böyük önəm kəsb edir.

Tədqiqat aparılan şəhərlərimizdə sənişin axınlarının hansı istiqamətdə və hansı nəqliyyat vasitələri ilə həyata keçirildiyi haqqında sorğu və monitorinqlərin aparılması ilkin mərhələlərdən biridir. Sorğu və monitorinqlərin nəticəsi olaraq əhalinin nəqliyyat

sistemlərində qarşılaşdığı bir çox problemləri və bu problemlərin həlli üçün görülməli olan tədbirlər müəyyənləşdirilməlidir. Sorğu və monitorinqin nəticələrinə uyğun olaraq PTV Visum kimi simulyasiya proqramları vasitəsi ilə tədqiqat aparılan ərazidə nəqliyyat sisteminin mövcud olan vəziyyətinin imitasiyasını hazırlayaraq mövcud olan problemləri daha aydın formada görmək mümkündür. Bundan əlavə mövcud vəziyyətlə yanaşı tövsiyə olunan yenilikləri tətbiq edərək əvvəlcədən yaranacaq vəziyyəti müşahidə etmək mümkündür. Bu işə daha az xərc ilə daha az xəta etməyimiz üçün şərait yaradır.

Elmi yeniliyin elementləri. Tədqiqatda Bakı şəhəri, Yasamal rayonunun nəqliyyat sisteminin vəziyyətini analiz etmək və rəqəmsal əkizini yaratmaq üçün PTV Visum proqram təminatından istifadə edilmişdir. PTV Visum proqramından istifadə edilərək Yasamal rayonunun makromodeli qurulmuş, avtobusların və sərnişin axınlarının real vəziyyəti müşahidə edilmişdir. Bu metoddan istifadə etmək bizə həm vaxta qənaət etməyə həm də, tədqiqatın uğurla nəticələnməsinə kömək edir.

Nəticələrin aprobasiyası. İşin əsas müddəaları Azərbaycan Texniki Universitetində keçirilən və Heydər Əliyevin 101 illiyinə həsr olunmuş 9-cu elmi-texniki konfransda məruzə edilmişdir.

Nəşrlər. Tədqiqatın nəticələrinə aid bir məqalə dərc edilmişdir.

Dissertasiya işinin strukturu. Dissertasiya işi girişdən, üç fəsildən, nəticədən və istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işində 4 cədvəl, 54 şəkil verilmişdir. Dissertasiya işi ümumilikdə 61 səhifə təşkil edir.

I FƏSİL. NƏQLİYYATIN MODELƏŞDİRİLMƏSİ VƏ ANALİZİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN PROQRAMLAR

1.1 Nəqliyyatın modelləşdirilməsində istifadə olunan proqramlar haqqında ümumi məlumat

Şəhərlərimizdə ictimai nəqliyyatın inkişafı və effektivliyi ciddi məsələlərdən biridir. Şəhər nəqliyyatının sıxlığı, hərəkət halındakı sürücülərin və ictimai nəqliyyatın səyahət vaxtını artıraraq, həyat keyfiyyətini azaldır. Bu məsələlərə yaxşı cavab vermək üçün, şəhər infrastrukturunun düzgün şəkildə planlaşdırılması və tranzit marşrutlarının optimal formada təşkil edilməsi vacibdir.

Region, şəhər və rayonlarda nəqliyyat sisteminin inkişafı ilə bağlı qərarlar diqqətlə təhlil edildikdən sonra qəbul edilməlidir. Bunu həyata keçirməyin üsullarından biri xüsusi proqram təminatında hazırlanmış, kompüterləşdirilmiş nəqliyyat modellərindən istifadə etməkdir. Bunlara misal olaraq VISUM, VISSİM, FLEXSİM, SUMO, ANYLOGIC və bu kimi bir çox proqramlardan bəhs etmək olar.

Nəqliyyatın modelləşdirilməsi və analizində istifadə olunan PTV VISUM və VISSİM kimi proqramlar, şəhər nəqliyyatının və nəqliyyat sıxlığının azaldılması üçün əhəmiyyətli rol oynayır. Bu proqramlar, kompleks nəqliyyat şəbəkələrinin və nəqliyyatın simulyasiyasını təmin edir və tranzit marşrutlarının effektiv formada planlaşdırılmasına kömək edir (*Philipp Heyken Soares, Leena Ahmed, Yong Mao & Christine L Mumford, 2020*).

Həmçinin, yaşıl dalğa tətbiqləri kimi innovativ nəqliyyat nəzarət metodları da ictimai nəqliyyatın inkişafında əhəmiyyətli rola malikdir. Bu metodlar, nəqliyyat sıxlığını azaltmaq və sürücülərin hərəkət vaxtını minimalizə etmək üçün avtomatik nəqliyyat nəzarəti sistemləri ilə birgə istifadə olunur (*Erinç Ulumdar, Gökhan Tüccar*).

Əldə edilən nəqliyyat modelləri və simulyasiya analizləri, yerli icra hakimiyyəti və nəqliyyat mütəxəssislərinə ictimai nəqliyyatın effektiv idarə edilməsi və tranzit marşrutlarının effektiv şəkildə təşkil edilməsi üçün əhəmiyyətli məlumatlar təmin edir. Bu analizlər, yeni yol və tranzit marşrutlarının təşkili, yaşıl dalğa tətbiqlərinin

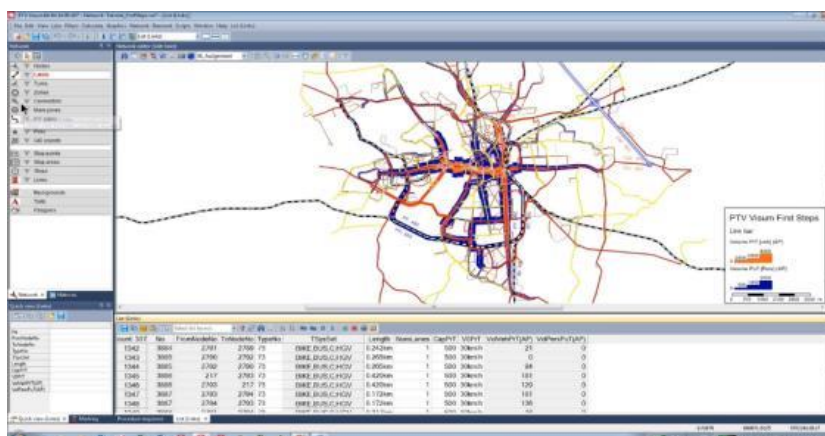
təsirliliyinin qiymətləndirilməsi və nəqliyyat sıxlığının minimalizə edilməsi ilə bağlı qərarların qəbul edilməsinə kömək edir (*Marin-Marian Coman, Dorel Badea, 2017*).

Son olaraq, texnologiyaların və metodların ictimai nəqliyyatın inkişafındakı rolunu qeyd etmək vacibdir. İndi və gələcəkdə, bu sahədə aparılan tədqiqatlar və tətbiqlər, daha effektiv və sürətli şəhər nəqliyyatı və yaşanılabılır şəhərlər yaratmağa kömək edəcəkdir.

1.2 Nəqliyyat sisteminin makromodelinin yaradılmasında istifadə olunan PTV Visum proqramı

"VISUM"- kompleks şəhər infrastrukturalarının planlaşdırılması və nəqliyyat sistemlərinin analizi üçün istifadə edilən bir proqramdır (Şək. 1.1). VISUM, şəhərlərin tranzit marşrutlarının, yollarının, siqnalizasiya sistemlərinin və digər nəqliyyat alətlərinin effektiv idarə edilməsi üçün məlumatlar təmin edir. Bu proqram mütəxəssislərə və tranzit agentlərinə, şəhər infrastrukturunun daha effektiv və sürətli inkişafı üçün əhəmiyyətli məlumatlar verir (*Marianna Jacyna, Mariusz Wasiak, Michal Klodawski, Piotr Golebiowski, 2017*).

VISUM, tranzit marşrutlarının optimal təyinatını dəstəkləyir, nəqliyyat sıxlığını azaldan siqnalizasiya sistemlərinin təyinatını təmin edir və yaşıl dalğa tətbiqləri üçün planlaşdırma və qiymətləndirmə alqoritmləri təmin edir (*Halil Kara, Gürçan Sarısoy, Yavuz Delice, 2022*).



Şək. 1.1 PTV VISUM proqramında hazırlanmış makromodel

Visum proqramında model hazırlayarkən ən çox istifadə olunan parametrlər:

Yol şəbəkəsi topologiyası: Şəhərin və ya ərazi sahəsinin yol şəbəkəsinin topologiyası, yolların və yolayrıcların yerləşməsi, yolda zolaqların uzunluğu və genişliyi, yol tipi və digər məlumatlar əsas parametrlərdir.

Yol dəyişiklikləri: Yol infrastrukturunda planlanan dəyişikliklər və inkişaf, yeni yolların inşası, yolayrıcların təkmilləşdirilməsi, yolların yenilənməsi və s. kimi dəyişikliklər modeldə nəqliyyatın təhlilində önəmli bir rol oynayır (*Philipp Heyken Soares, Leena Ahmed, Yong Mao & Christine L Mumford, 2020*).

Nəqliyyat həcmi məlumatları: Hər bir zolağa və yolayrıçına olan nəqliyyat həcmi məlumatları, nəqliyyatın yükünü və intensivliyini təyin etmək üçün əhəmiyyətlidir.

Yol dərəcəsi və sürət limitləri: Yol dərəcəsi (class) və sürət limitləri, yol şəbəkəsinin keyfiyyətini və təhlili üçün əhəmiyyətlidir.

Yol iştirakçılarının hərəkəti və davranışı: Yol iştirakçılarının sürətləri, ləngimə vaxtları, istifadə etdikləri nəqliyyat vasitələri və digər davranışları, nəqliyyat modelində önəmli bir faktordur (*Mustafa Ilıcalı, Süleyman Saraç, 2019*).

İstifadə olunan nəqliyyat növləri: İstifadə olunan nəqliyyat növləri, sürəti, effektivliyi və s. kimi məlumatlar, nəqliyyat modelinin doğruluğunu təyin edir.

İctimai nəqliyyat və istifadəsi: İctimai nəqliyyat vasitələrinin istifadəsi, xüsusiyyətləri, marşrutları, sürətləri, səfər vaxtları və s. kimi məlumatlar da nəqliyyat modelində əhəmiyyətli bir rol oynayır.

Bu parametrlər, Visum-da kompleks nəqliyyat modellərinin hazırlanması və analizində əhəmiyyətli məlumatlar təmin edir (*M.P. Якимов, Ю.А. Понов, 2014*).

1.3 Nəqliyyat sisteminin mikromodelinin yaradılmasında istifadə olunan

PTV Vissim proqramı

"VISSIM"- Nəqliyyatın modelləşdirilməsi və simulyasiyası nəqliyyat infrastrukturunun planlaşdırılmasında və şəhər logistikasında əvəzsiz rola malikdir. Yol şəbəkələrinin və yol ayrıcılarının layihələndirilməsi, tıxacların aradan qaldırılması üçün yol hərəkəti vəziyyətlərinin təhlili, nəqliyyat vasitələrinin gecikmələrinin azaldılması və yol təhlükəsizliyinin artırılması bir çox elmi işlərin mövzudur. Onların əksəriyyəti mikroskopik modellərin yaradılması və təhlilinə əsaslanır.

PTV VISSIM mikroskopik nəqliyyat axını modelləşdirmə proqramı əsasən dayanıqlı şəhər nəqliyyat sisteminə və dayanıqlı şəhər logistikasına nail olmaq üçün seçilmiş aqlomerasiyanın nəqliyyat axınlarını modelləşdirmək üçün istifadə olunur (Şək. 1.2). PTV VISSIM proqramı ilə davamlı şəhər logistikası konsepsiyasına nail olmaq üçün uyğun olan logistik planlaşdırma üçün yeni idarəetmə alətlərini araşdırmaq mümkündür.



Şək. 1.2 PTV VISSIM proqramında Bakı şəhəri Yasamal rayonunda seçilmiş yolayrıcının hazırlanmış mikromodeli

PTV VISSIM proqramı real şəhər nəqliyyatını simulyasiya etməyə, səmərəli nəqliyyatın idarə edilməsi strategiyalarını tərtib etməyə və bütün növ kəsişmələrin müxtəlif konstruksiyalarını sınaqdan keçirməyə imkan verir (*Ф.С. Даудамиров, 2020*).

Vissim proqramında model hazırlarkən ən çox istifadə olunan parametrlər:

Yol şəbəkəsi topologiyası: Yol şəbəkəsinin topologiyası, yolların və yolayrıcların yerləşməsi və qrafiki, nəqliyyat modelinin əsasını təşkil edir. Yolların və yolayrıcların düzgün təşkil edilməsi, nəqliyyatın effektivliyini və performansını təyin edir.

Hərəkət yolu parametrləri: Hərəkət yollarının genişliyi, məlumatlı rəngləmə və işarələmə, zolaq sayı, tıxac yerləri kimi parametrlər, yol şəbəkəsinin məlumatlı simulyasiyası üçün əhəmiyyətlidir.

Yol iştirakçılarının davranışı: Vissim-də, yol iştirakçılarının davranışı da simulyasiyanın bir hissəsidir. Bu, yol iştirakçılarının sürətləri, sürət limitləri, sürət artım və azalmaları, sürət birləşmələri və ayrılma nöqtələri kimi parametrləri əhatə edir.

Nəqliyyat parametrləri: Nəqliyyat növü, sürəti, maksimal sürəti, tələb olunan minimum məsafələr, dayanma vaxtı, avtomobil ölçüləri və digər parametrlər, nəqliyyat modelinin doğruluğunu təyin edir.

Nəqliyyat siqnalizasiya sistemləri: Yolayrıclarında və yollarda nəqliyyat siqnalizasiya sistemləri, yol şəbəkəsində tıxac nöqtələrini azaltmaq və nəqliyyatın effektivliyini artırmaq üçün əhəmiyyətlidir.

Bu parametrlər, Vissim-də nəqliyyat modelinin doğru təhlili üçün əhəmiyyətli məlumatları təmin edir və nəqliyyatın performansını optimallaşdırmaq üçün istifadə olunur.

1.4 Nəqliyyat sisteminin simulyasiyasının yaradılmasında istifadə olunan

FlexSim proqramı

"**FlexSim**"- simulyasiya və model təhlili üçün istifadə olunan və müxtəlif sahələrdə, xüsusilə də istehsal və logistik sahələrində, proseslərin və sistemlərin təhlili üçün istifadə olunan proqramdır. Bu proqram, istehsal xətlərinin, anbarların, dəstəkləyici infrastrukturun və sənaye proseslərinin ətraflı simulyasiyasını həyata keçirmək üçün istifadə olunur.

FlexSim, müəssisələrə, avtomatlaşdırılmış anbarların, tədarük zəncirlərinin və iş proseslərinin effektivliyini artırmaq və optimallaşdırmaq üçün yüksək səviyyəli simulyasiya imkanları təmin edir. Bu proqram vasitəsilə, proseslərin virtual modelini yaratmaq və müxtəlif təsir faktorlarını və dəyişiklikləri nəzərə alaraq hazırlamaq mümkündür (*Pakdee Jaisue, 2022*).

FlexSim, istehsal proseslərinin optimal düzənlənməsi və effektivliyinin artırılması üçün əlverişli bir vasitədir. Müəssisələr, avtomatlaşdırılmış anbarların qurulması və optimal işləməsi üçün bu proqramı istifadə edərək fəaliyyətlərinin səmərəliliyini artırmaq imkanına malikdirlər.

Bu cür bir simulyasiya proqramı, müəssisələrin istehsal proseslərini və logistika operasiyalarını təhlil etmələrinə, çatdırılma və paylama şəbəkələrini optimallaşdırmağa, iş qrafiklərini və məhsul çeşidlənmə tənzimləmələrinə imkan verir. FlexSim, müəssisələrə, sənaye proseslərini və logistik operasiyalarını təhlil etmək və optimallaşdırmaq üçün əlverişli və güclü bir alətdir (*E. B. Лантеева, Ю. С. Лекарева, С. С. Уманский, 2023*).

FlexSim-da ən çox istifadə olunan inputlar, sistemlərin və proseslərin modelini təşkil etmək üçün lazım olan verilənlər və parametrlərdir. Aşağıda ən çox istifadə olunan inputlar qeyd olunub:

İstehsal prosesi məlumatları: İstehsal proseslərini modeləmək üçün, əsas texniki parametrlər, məhsul variantları, proses vaxtları, işləmə sayları, stok həcmələri, proses tipləri kimi məlumatlar əsas rol oynayır. Bu məlumatlar, bir iş yerinin içində hansı proseslərin olduğunu və bu proseslərin necə işlədiyini göstərir.

Material məlumatları: Bir prosesdə istifadə olunan materialların məlumatları da modelin doğruluğu üçün əhəmiyyətli inputlardır. Materialın giriş və çıxış nöqtələri, hərəkət istiqaməti, həcmələri və məhsul parametrləri, prosesin effektivliyini və performansını təyin edən məlumatlar arasında yer alır.

Nəqliyyat və logistik məlumatları: Logistik sistemlərin modellənməsi üçün, yüklərin istifadə olunan yol şəbəkəsi üzərində hərəkəti, işləmə yeri, giriş və çıxış nöqtələri, məsafələr və s. kimi məlumatları özündə ehtiva edir

Personel məlumatları: İşçilərin və ya avtomatlaşdırılmış sistemlərin davranışını model etmək üçün, işçilərin işləmə vaxtları, istifadə olunan avadanlıqlar və onların performans parametrləri daxil olmaqla, əlaqəli personal məlumatları əsas rol oynayır.

Məlumat toplama və analitika məlumatları: FlexSim-da sistemin davranışını görmək, analiz etmək və modeli təkmilləşdirmək üçün istifadə olunan müxtəlif məlumatlar daxildir. Buna, proses vaxtları, yüklərin hərəkəti, stok həcmələri, nəqliyyat və s. daxildir.

Senariyalar və təhrifat məlumatları: İşləmə zamanı fərqli senariyaları sınaq yolu ilə təhlil etmək üçün, sistemdə dəyişikliklər etmək və təhrifatlar tətbiq etmək üçün inputlara ehtiyac olur. Bu, iş proseslərinin dəyişdirilməsi, avadanlıqların əlavə edilməsi və s. kimi işlərin məcmusu aiddir.

Bu inputlar, FlexSim-da kompleks sistem və proseslərin modelində zəruri məlumatlar təmin edir və təhlil edilən məlumatlar vasitəsilə effektivlik və performans dəyərlərini optimallaşdırmaq üçün istifadə olunur (*Haiqin Wang, Guangqiu Lu, Jiahui Liu, 2019*).

1.5 Nəqliyyat sisteminin simulyasiyasının yaradılmasında istifadə olunan SUMO proqramı

"SUMO" (Sumilation of Urban MObility) proqramı 2001-ci ildə Alman Aerokosmik Mərkəzi və onun tabeliyində olan bir sıra qurumlardakı istifadəçilər tərəfindən hazırlanmışdır. Hazırlandığı gündən etibarən proqram açıq şəkildə və pulsuz formada fəaliyyət göstərir. 2017-ci ildən sonra proqramın daha sürətli formada inkişafı və təkmilləşdirilməsi üçün Eclipse Foundation korporasiyasının tərkibinə qatılmış və onun əsas layihələrindən biri olmuşdur (*Daniel Krajzewicz, Christian Feld, Georg Hertkorn and Peter Wagner, 2002*).

Sumo proqramı böyük nəqliyyat şəbəkələrinin idarə edilməsi üçün hazırlanmış mobil,kiçik və bir çox fərqli modulu olan multimodal nəqliyyat simulyasiya paketidir. Bu proqram vasitəsilə biz müxtəlif növ nəqliyyat vasitələrinin şəhər və kiçik

qəsəbələrdə nə formada işlədiyini modelləşdirərək, həmin yerlərdə baş verə biləcək problemləri qabaqcadan müəyyənləşdirərək, bu ərazilərdə nəqliyyat şəbəkəsinin tələbatına uyğun olaraq nə cür bir yol şəbəkəsinin tələb olunduğunu simulyasiya etməyə imkan verir.

Bu proqram vasitəsilə yol hərəkəti, ictimai nəqliyyat, piyadaların hərəkətini modelləşdirə bilərik. Sumonun tərkibində bir çox dəstək alətlərindən istifadə edilir:

- Assign- İstifadəçilərin tapşırıqlarının hesablamalarını yerinə yetirir. Əsasən səyahət vaxtlarının tapılması üçün simulyasiyanı növbəli formada işə salır və bu səyahət vaxtlarına uyğun olaraq nəqliyyat vasitələrinə alternativ marşrutlar tapır.
 - Detector- Real həyatdakı göstərilmiş döngədə lazımi məlumatların toplanılması üçün istifadə edilir.
 - Turn-data- Real həyatdakı göstərilmiş döngədən əldə edilmiş dönmə sayları və dönmə nisbətlerini hesablamağa imkan verir.
 - Route- Bu alətlər toplusu müxtəlif nəqliyyat növlərinin marşrutları ilə işləməyə imkan verir.
 - Visualization- Sumo modellərində qrafik qiymətləndirməni həyata keçirir.
 - Emissions- Bu dəstək aləti vasitəsilə biz avtomobillərin hərəkətdə olduğu vaxtını, sürətini, sürətlənməsini, karbon emissiyalarını, yanacaq sərfiyyatını, elektrik istehlakını və s. Məlumatları görə bilirik.
 - Tls- Bu dəstək aləti vasitəsilə biz svetoforun siqnal sistemlərini quraşdırı bilərik.
- Sumo bir çox beynəlxalq layihələrdə istifadə edilmişdir. Bunlara:

- AMITRAN, intellektual nəqliyyat sistemləri (ITS) vasitəsilə nəqliyyat sektoruna tətbiq edilən İKT tərəfindən əldə edilən CO2 qiymətləndirmə metodologiyası.
- CityMobil, şəhər mühitində avtomatlaşdırılmış nəqliyyat sistemlərinin inteqrasiyası layihəsidir.
- 2006 FIFA Dünya Kuboku futbol çempionatı zamanı havadan futbol hərəkəti məlumatlarının toplanması
- Vebene- Kütləvi tədbirlərdə təhlükəsizliyi artırmaq üçün layihə.

- **DRIVE C2X-** Avropada C2X (Car-to-Car və Car-to-Infrastructure) kommunikasiya texnologiyasının tətbiqini və qiymətləndirməsini həyata keçirən bir Avropa layihəsidir.

Həmçinin bu proqram bir çox platformada (Windows, Linux və ya macOS) işləyə bilər, çünki C++ və Python dillərində yazılıb.

SUMO-nun gələcək inkişafı üçün hal- hazırda Eclipse Fondunun openMobility İş Qrupu fəaliyyət göstərir (*Shamim Akhter, Nurul Ahsan, Shah Jafor Sadeek Quaderi, Md. Abdullah Al Forhad, Sakhawat H Sumit, and Md. Rahatur Rahman, 2020*).

1.6 Nəqliyyat sisteminin modelləşdirməsində istifadə olunan AnyLogic proqramı

"**AnyLogic**"- hibrid və çox modlu modelləşdirmə yanaşmalarının artan populyarlığını əks etdirən bir proqram vasitəsidir. Bu proqram vasitəsi ilə mühitin tipik nümunələri, simulyasiya modelləri, və rəqəmsal təcrübələr hazırlamaq mümkündür. AnyLogic-in əsas funksiyaları şəhər nəqliyyatı, logistika, sənaye prosesləri, və sağlamlıq informasiya sistemləri kimi sahələrdə istifadə olunur.

Bu proqram vasitəsilə, müxtəlif nəqliyyat sistemlərinin modelləşdirilməsində, həm də nəqliyyat proseslərinin optimallaşdırılmasında istifadə edilir. Şəhər nəqliyyatının modelinin yaradılmasından, nəqliyyat yollarının optimallaşdırılmasına, avtomobil axını və nəqliyyat intensivliyinin təhlilindən, fərqli nəqliyyat növlərinin marşrut planlamasına qədər, AnyLogic çeşitli nəqliyyat mühitlərində məsələlərin həlli üçün əlverişli bir alətdir (*Ya I Shamlitskiy, S N Mironenko, N V Kovbasa, N V Bezrukova, 2019*).

AnyLogic, agent əsaslı modelləşdirmə konsepsiyasına əsaslanır və fərqli nəqliyyat sahələrində müxtəlif növ modellər yaratmağı təmin edir. Bu modellər, səhər yollarında sıxışlıqların azaldılması, nəqliyyat vasitələrinin effektiv idarəedilməsi, avtobus marşrutlarının optimallaşdırılması, və şəhər nəqliyyatının keyfiyyətinin artırılması kimi bir çox məsələləri həll etməyə kömək edir.

AnyLogic, rəqəmsal təcrübələrin qurulması, nəqliyyat proseslərinin analizi və optimallaşdırılması, v  həmçinin yeni nəqliyyat strategiyalarının təhlili   n  lveriřli bir alətdir. Bu, ř h r infrastrukturunun inkiřafi v  nəqliyyat intensivliyinin artması ilə baęlı problemlərin həlli   n dəyərli bir vasitədir (*Yang Liu, Yunxue Song, 2022*).

Ümumiyyətlə, AnyLogic, hibrid v  çox modlu modell řdirm  yanařmalarının t tbiqui   n güclü bir alət olaraq müəyyən edilir və müxtəlif nəqliyyat mühitlərində məsələlərin həlli   n çox yönlü bir proqram vasitəsidir (*Gabriel Ben at, Aleř Janota, 2020*).

II FƏSİL. ŞƏHƏR NƏQLİYYAT ŞƏBƏKƏSİNİN RƏQƏMSAL ƏKİZİNİN YARADILMASININ MƏRHƏLƏLİ ŞƏKİLDƏ HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ

2.1 İstifadə olunmuş Düsturlar

PrT-Tutumu, PrT-sürəti və PrT-səyahət vaxtı

Yüklənməmiş bir şəbəkədə azad nəqliyyat axını olduğu zaman, bir əlaqənin səyahət vaxtı, t_0 , əlaqə uzunluğu və azad axın sürəti v_0 ilə müəyyənləşdirilə bilər:

Daxil edilən: uzunluq L [m],

Daxil edilən: azad axın sürəti, v_0 [km/saat]

Nəticə: t_0 üçün azad axın səyahət vaxtı [s] = $L \cdot 3,6/v_0$

Bir nəqliyyat sisteminin xüsusi nəqliyyat vasitələrinin azad axın sürəti v_0 -TSys, bir əlaqənin azad axın sürətindən v_0 , aşağı ola bilər, çünki bu nəqliyyat vasitələrinə xüsusi sürət məhdudiyyətləri tətbiq oluna bilər və ya vasitələr daha sürətlə sürətlənməyə bilməz. Bir PrT nəqliyyat sisteminin maksimum sürəti, v_{Max} -TSys, bir əlaqə növünün atributudur. Bu səbəbdən v_0 -TSys sürəti və ya səyahət vaxtı t_0 -TSys aşağıdakı kimi tətbiq olunur:

$$\begin{aligned} v_0\text{-TSys} &= \text{MIN}(v_0, v_{Max}\text{-TSys}) \\ t_0\text{-TSys} &= L \cdot 3,6/v_0\text{-TSys} \end{aligned} \quad (1)$$

Yüklü bir şəbəkədə, bir əlaqənin səyahət vaxtı, cari nəqliyyat həcmi q və kapasite q_{Max} arasındakı əlaqəni təsvir edən belə bir kapasite məhdudiyyəti funksiyası (CR-funksiyası) vasitəsilə müəyyənləşdirilir. CR-funksiyasının nəticəsi, yüklü şəbəkədə səyahət vaxtı t_{Cur} -dur:

Daxil edilən: Azad axın səyahət vaxtı [s]

Daxil edilən: Nəqliyyat həcmi q [avtomobil birlikləri/zaman intervalı]

Daxil edilən: Tutum q_{Max} [avtomobil birlikləri/zaman intervalı]

Daxil edilən CR-funksiyası, məsələn, ABŞ Əməkdaşlıq Dəbliyyat Bürosu BPR-funksiyası

Nəticə: yüklü şəbəkədə cari səyahət vaxtı

$$t_{cur} = t_0 \times \left(1 + d \left(\frac{q}{q_{max} \times c} \right)^b \right) \quad (2)$$

Nəticə bir nəqliyyat sisteminin cari səyahət vaxtı = MAX (tCur, 10-TSys)

PrT- Tutum və PrT dönmə vaxtı

Dönüş əlaqələri əsasən qapını və səyahət vaxtı arasında kəsişmə kimi eyni korelasiyanı göstərir. Yeganə fərq, dönüş əlaqəsində uzunluq olmaması və səyahət vaxtının dönmə vaxtı cəzasından gəlməsindən irəli gəlir.

Yüklü şəbəkədə dönüş vaxtı daha sonra seçilmiş CR-funksiyası və cari nəqliyyat həcmi q və tutum q_{max} arasındakı əlaqədən nəticələnir:

Daxil edilən: Dönməyə azad vaxt (dönmə vaxtı cəzası) [s]

Daxil edilən: Dönüş əlaqəsinin nəqliyyat həcmi q [avtomobil birlikləri/zaman intervalı]

Daxil edilən: Dönüş əlaqəsinin kapasitesi q_{MAX} [avtomobil birlikləri/zaman intervalı]

Daxil edilən: CR-funksiyası, məsələn, U.S. Bureau of Public Roads-dan BPR-funksiyası

Nəticə: yüklü şəbəkədə cari dönmə vaxtı

$$t_{cur} = t_0 \times \left(1 + d \left(\frac{q}{q_{max} \times c} \right)^b \right) \quad (3)$$

Tutum bağlı olmayan dönmə vaxtlarını model etmək üçün sabit bir CR-funksiyası seçilməlidir.

şəbəkə obyektinin həcmi [avtomobil vahidləri/vaxt intervalı] = cəmi

əsas həcm də daxil olmaqla bütün fərdi neqliyyast-nəqliyyat sistemlərinin həcmələri

$$q = \sum_{i=1}^{NumTSys} (q_i \times +car\ units_i) + Q_{basic\ volume} \quad (4)$$

t_{cur} = yüklənmiş şəbəkədə cari səyahət vaxtı

t_0 = sərbəst axın səyahət vaxtı

q = şəbəkə obyektinin həcmi

q_{max} = tutum

a = istifadəçi tərəfindən müəyyən edilmiş parametrlər

c = istifadəçi tərəfindən müəyyən edilmiş tutum parametrləri

$$\text{Saturation(doyma)} = \text{Sat} = \frac{q}{q_{max} \times c} \quad (5)$$

Yol haqqı nəzərə alınmaqla təyinat

$$\dot{Q}_p = t_p + \frac{c_o}{VT} = \sum_{L \in p} t_L + \left(\sum_{L \in p} c_L \right) VT \quad (6)$$

t_L = nəqliyyat həcmindən asılı olaraq L şəbəkə obyektində səyahət vaxtı $t_L = t(vol_L)$, L bir keçid, bir düyün və ya bir dönüş hərəkətini təmsil edə bilər.

vol_L = keçidin həcmi L

c_L = L linkindən istifadə üçün ödəniş dəyəri, keçid həcmi invariant olduğu güman edilir

VT = zamanın dəyəri

Fərz edilir ki, hər bir fərdi səyahət, yol şəbəkəsi daxilində öz yol seçimində bu Crit meyarını minimuma endirməyə çalışır. Yuxarıda ifadə olunan Crit_p şəkli, ümumiləşdirilmiş bir zamanı təmsil edir. Crit, həmçinin, zamanın dəyəri VT istifadə

edilərək zamanın xərcə çevrilməsi üçün ümumiləşdirilmiş xərc kimi təyin edilə bilər, bu da eyni çıxarışlara səbəb olacaq.

Zaman dəyərinin logN-paylanmış Təsadüfi Dəyişən kimi Dəyərləndirilməsi

Əvvəlcə qeyd edildiyi kimi, hər bir nəqliyyat vasitəsinin fərdi zaman dəyəri VT tətbiq etdiyi qəbul edilir. Bu fərziyyə modeldə zaman dəyəri VT-nin log-normal tipli paylanma ilə təsadüfi dəyişən kimi təyin edilməsi ilə əks olunur:

$$VT = \text{Log}N(\bar{vt}, \sigma) \quad (7)$$

\bar{vt} VT-nin medianı

$$VT = \log_N(\bar{vt}, \sigma) \quad (8)$$

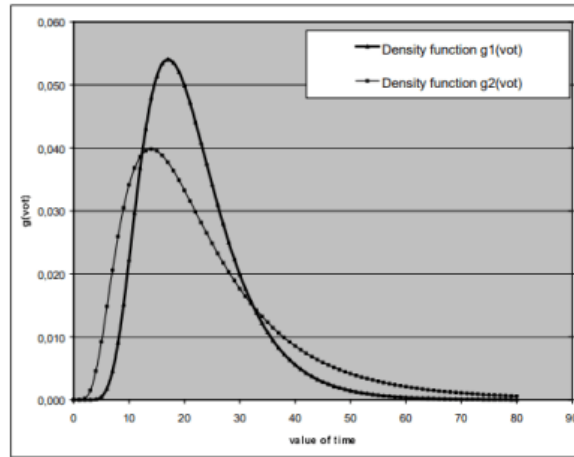
σ əlaqəli təsadüfi dəyişən $\log_e(VT)$ e (VT) üçün standart sapma, burada Y normal paylanmışdır.

LogN-paylanması gəlir statistikalarında geniş istifadə olunur. Gəlir və ya yol haqqı modelləşdirməsi üçün logN-paylanması bir mühüm xüsusiyyəti odur ki, mənfi dəyərlər üçün ehtimal sıfıra bərabərdir, bu isə zaman dəyərləri üçün trivial bir fərziyyədir.

Orta \bar{vt} istifadə edilməsi qəribə görünə bilər, lakin bu gəlir statistikalarında kəmiyyətləri nəşr etmək üçün bir ənənəyə uyğundur, ortalama dəyərlər deyil. Buna baxmayaraq, logN paylanması eləcə də $\mu = \log_e(\bar{vt})$ ortalaması və həmçinin σ standart sapması olan əlaqəli normal paylanma $\mu = \log_e(VT)$ ilə də təyin edilə bilər.

Sıxlıq $g(vt)$ və paylanma funksiyası (Şəkil 2.1 və 2.2):

$$G(vt) = \int_{\infty}^{vt} g(vt) \quad (9)$$



tration 37: Density function

Şək. 2.1 Sıxlıq Funksiyası

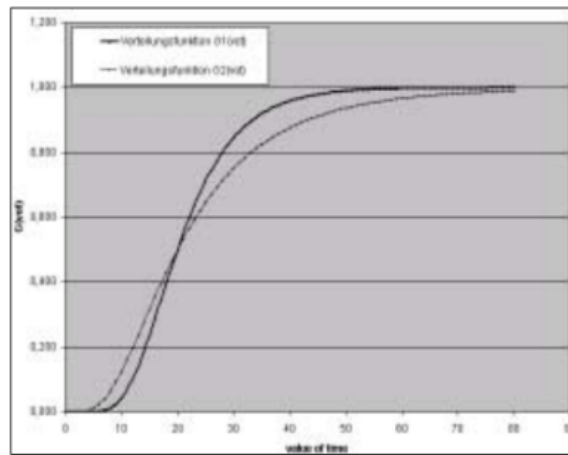


Illustration 38: Distribution function

Şək. 2.2 Paylama Funksiyası

Verilmiş Alternativlər dəsti üçün Yol Seçimi. Marşrut seçimi, o-d cütlüyünün səyahət tələbinin mövcud marşrutlar üzərinə paylanmasını hədəfləyir. İki meyarlı vəziyyətdə, tələb səmərəli marşrutlara təyin edilir. Ümumi o-d tələbini müxtəlif marşrutlara paylama üsulu, səmərəli sərhəd boyunca iki qonşu marşrut arasındakı kritik vaxt dəyərlərindən asılıdır. Bizim nümunəmizdə, A-B, B-C və C-D marşrut cütləri ilə təyin edilən üç kritik VT var. Hər səmərəli marşrutun tələb payı verilmiş ehtimal paylanma funksiyasından çıxarılır.

Aşağıdakı şəkildə paylama funksiyası üç dəyər üçün qiymətləndirilir.

$$VT = vt_{crit,A-B}, VT = vt_{crit,B-C}, VT = vt_{crit,C-D} \quad (10)$$

Ən aşağı xərc səviyyəsində alternativ A-nın payı $P(A)$:

$$P(A) = G(VT = vt_{crit,A-B}) \quad (11)$$

B, C və D hissələrinin payları:

$$P(B) = G(VT = vt_{crit,B-C}) - P(A)$$

$$P(C) = G(VT = vt_{crit,C-D}) - G(VT = vt_{crit,B-C}) \quad (12)$$

$$P(D) = 1 - G(VT = vt_{crit,C-D})$$

Bu bölgü göstərir ki, səyahətə pul xərcləmək istəməyən səyahətçilər ($VT \approx 0$) ilə $VT \leq vt_{crit,B-C}$ olan səyahətlərə qədər A-B ən ucuz yolu seçəcəklər. Səyahət tələbinin daha "varlı" tərəfində olan $VT \geq vt_{crit,B-C}$ səyahətçiləri isə ən sürətli və ən bahalı yolu, yəni D yolunu seçəcəklər (Şəkil 2.3).

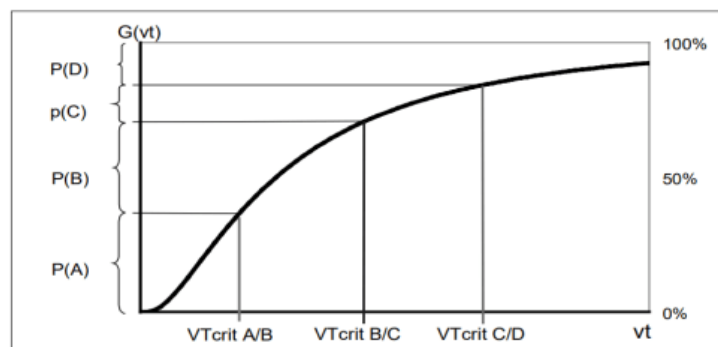


Illustration 40: Path choice for initial loading

Şək. 2.3 İlkin yükləmə üçün yol seçimi

TRIBUT tapşırığı daxilində bu cür yol seçimi yalnız ilkin yükləməni təmin etmək üçün bir dəfə tətbiq olunur. Hər bir mənşə-məqsəd cütlüyünü müstəqil şəkildə nəzərə alan bu addım "hamısı və ya heç nə" təyinatına bənzəyir və ilkin həll verir. Lakin şəbəkə obyektlərində, yəni bağlantılar və düyünlər üzərindəki səyahət vaxtı tutumun məhdudiyyətinə bağlı olduğundan, bir konkret mənşə-məqsəd cütlüyü üçün yol seçimi bütün digər mənşə-məqsəd cütlüklərinin yol seçiminə bağlıdır. Bu, bütün mənşə-məqsəd cütlüklərinin tarazlıq vəziyyətində olduğu bir həll tapmağa çalışan təkrarlanan bir prosedura səbəb olur.

Paylanma Modelləri. Səyahət tələbinin bir əlaqəyə təyin olunan payını müəyyən edərkən maneə həlledici rol oynayır. Yuxarıda təsvir olunduğu kimi, maneə ümumiyyətlə vaxt və ödəniş göstəricilərinin funksiyası kimi müəyyən edilir. Bu funksiya istifadə olunan təyin metodundan asılı olaraq fərqlənə bilər.

a intervalında səyahət tələbi baxımından i əlaqəsinin faizini P_i^a ilə işarə edək. Bu, maneəni IMP_i^a paylama funksiyasına daxil etməklə və sonra əlaqənin utility U_i^a dəyərini hesablayaraq müəyyən edilir. 7.5 versiyasından əvvəl VISUM həmişə Kirchhoff-un paylama qanunu kimi tanınan qanundan istifadə edirdi. İndi isə müxtəlif modellər mövcuddur.

Aşağıdakı yanaşma bütün modellərə tətbiq edilir:

1. Maneə IMP_i^a , a zaman intervalında i əlaqəsinin faydalı U_i^a dəyərini çevrilir:

$$U_i^a = f(IMP_i^a) \quad (13)$$

2. Bu faydalı U_i^a dəyərindən tələb faizini P_i^a olaraq hesablamaq üçün aşağıdakı düstur istifadə edilir:

$$P_i^a = \frac{U_i^a}{\sum_{j=1}^n U_j^a} \quad (14)$$

burada n əlaqələrin ümumi sayıdır.

Modellər maneə və fayda(utility) arasındakı funksional əlaqədə fərqlilikləri göstərir.

Kirchhoff modeli

Bu halda $U_i^a = IMP_i^{a-\beta}$ olur, beləliklə

$$P_i^a = \frac{IMP_i^{a-\beta}}{\sum_j IMP_j^{a-\beta}} \quad (15)$$

Burada cəmləmə bütün əlaqələr üzərində aparılır və β maneə çəkinməsinə təsvir etmək üçün parametr kimi xidmət edir. Bu paylanma metodunda müxtəlif maneələrin nisbətləri əhəmiyyətli olur. Bu səbəbdən, məsələn, iki əlaqənin maneələri 5 və 10 dəqiqə və ya 50 və 100 dəqiqə olsa da, fərqlənir - paylanma eynidir.

Logit Modeli. Bu modeldə paylanmanı hesablamaq üçün maneələrin nisbəti əvəzində fərq istifadə olunur. Bu halda $U_i^a = e_i^{-\beta \cdot IMP_i^a}$, beləliklə

$$P_i^a = \frac{e_i^{-\beta \cdot IMP_i^a}}{\sum_j e_j^{-\beta \cdot IMP_j^a}} \quad (16)$$

Parametr β sənişinlərin artan maneələrə olan həssasiyyətini təsvir edir. Bu halda maneələrin nisbəti əvəzində fərqləri nəzərə alındığı üçün, məsələn, iki əlaqənin maneələri 5 və 10 dəqiqə və ya 95 və 100 dəqiqə olsa da, fərqlənir.

Bağlantı xərcləri. Kənarlara məxsus xərcləri modeldə, hər bir kənar və nəqliyyat sistemi üçün üç xərclər dəyəri müəyyən edilə bilər. Bu üç xərclər dəyəri üçün aşağıdakı xərc növləri seçilə bilər:

- amortisasiya xərcləri, məsələn, investisiya xərcləri

- işləmə xərcləri, məsələn, baxım xərcləri
- istifadə xərcləri, məsələn, yol xərcləri

Xərc növü: amortizasiya xərcləri

Xərc Dəyəri = məs. bir keçid üçün investisiya xərcləri

$$CostLink_{Day,L,T} = \left(\frac{CostValue_{L,T} \times q^{DT} \times (q-1)}{q^{DT}-1} \right) \times \frac{1}{FacTS} \quad \text{ilə} \quad q = 1 + p/100 \quad (17)$$

$$CostLink_{VehTrip,L,T} = CostLink_{Day,L,T} / \sum VehTrip_{L,T}$$

Xərc növü: cari xərclər. Xərc Dəyəri = məs. keçiddən istifadə üçün ödənişləri izləyin.

$$CostLink_{VehTrip,L,T} = \frac{CostValue_{L,T}}{\sum VehTrip_{L,T} \times FacTS} \quad (18)$$

Xərc növü: istifadə xərcləri. Xərc Dəyəri = məs. keçiddən istifadə üçün ödənişləri izləyin (Cədvəl 2.1).

$$CostLink_{VehTrip,L,T} = CostValue_{L,T} \quad (19)$$

Cədvəl 2.1

$CostValue_{L,T}$	L linkinin atributu kimi göstərilən xərc dəyəri və nəqliyyat sistemi T.
$CostLink_{Day,L,T}$	T nəqliyyat sistemi üçün L linkinin gündəlik dəyəri
$CostLink_{VehTrip,L,T}$	L keçidindən istifadə edən T nəqliyyat sisteminin bir avtomobil səfərinin dəyəri
$\sum VehTrip_{L,T}$	L linkindən istifadə edən T nəqliyyat sisteminin nəqliyyat vasitələrinin səfərlərinin sayı
$FacTS$	Nəqliyyat təchizatı günü üçün proyeksiya əmsalı \rightarrow il
$1/FacTS$	Nəqliyyat təchizatı üçün proyeksiya əmsalı İl - Gün
DT	Amortizasiya vaxtı [İllər]
p	faiz dərəcəsi [%]

Bir avtomobil səfəri üçün keçid xərclərini hesablamaq üçün düsturlar

Operator xərcləri. Hər bir operator üçün üçə qədər xərc dəyəri müəyyən edilə bilər. Bu üç xərc dəyəridən hər biri üçün aşağıdakı xərc növlərindən biri seçilə bilər:

- Vergidən çıxılan xərclər, məsələn, investisiya xərcləri
- Daimi xərclər, məsələn, texniki xidmət xərcləri.

Bu operator xərclərini operator tərəfindən həyata keçirilən nəqliyyat vasitəsi səfərlərinə və ya alt xəttlərə bölüşdürmək üçün paylama açarı müəyyən edilə bilər ki, bu da aşağıdakı çəkili göstəricilərdən ibarətdir:

- Nəqliyyat vasitəsi kilometr (W-VehKm)
- Oturacaq kilometr (W-SeatKm)
- Xidmət vaxtı (W-ServiceT)
- Nəqliyyat vasitəsi səfərlərinin sayı (W-VehTrip)
- Xətt səfərləri (W-Line Trips)
- Sərnişin kilometr (W-PassKm).

Operator xərclərinin səfərə bölgüsü

$$Share_{VehTrip} = \frac{VehKm_{VehTrip}}{\sum_{i=1}^L VehKm_i} \times W - VehKm + \frac{SeatKm_{VehTrip}}{\sum_{i=1}^L SeatKm_i} \times W - SeatKm + \frac{ServiceT_{VehTrip}}{\sum_{i=1}^L ServiceT_i} \times W - ServiceT + \frac{1}{V} \times W - VehTrip \quad (20)$$

Xərc növü: amortizasiya xərcləri. Xərc Dəyəri = məs. şirkət üçün investisiya xərcləri

$$CostOp_{Day,O} = \left(\frac{CostValue_O \times q^{DT} \times (q-1)}{q^{DT}-1} \right) \times \frac{1}{FacTAS} \quad \text{ilə } q = 1 + p/100$$

$$CostOp_{Day,O} = \times Share_{VehTrip,O} \quad (21)$$

Xərc növü: cari xərclər. Xərc Dəyəri = məs. şirkət üçün illik texniki xidmət xərcləri (Cədvəl 2.2).

$$CostOp_{VehTrip,O} = \frac{CostValue_O \times Share_{VehTrip,O}}{FacTS} \quad (22)$$

Cədvəl 2.2

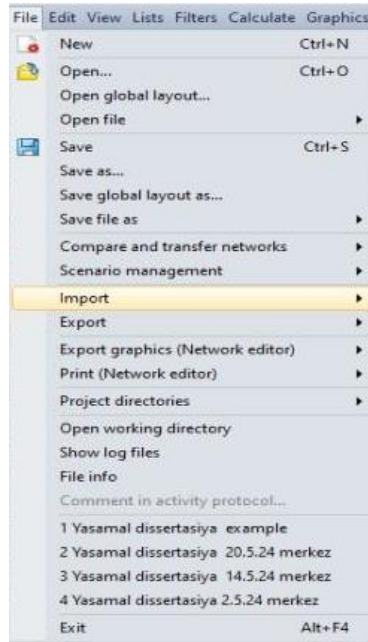
$CostValue_O$	Operator atributu kimi göstərilən xərc dəyəri
$CostOp_{Day,O}$	Operator O-nun gündəlik operator xərcləri
$CostOp_{VehTrip,O}$	Operator O tərəfindən bir avtomobil səfəri üçün operator xərcləri
$Share_{VehTrip,O}$	Operator xərclərinin bir avtomobil səfərinin payı
V	Operatorun avtomobil səfərlərinin sayı
$FacTS$	Nəqliyyat təchizatı günü üçün proyeksiya əmsalı → il
$1/FacTS$	Nəqliyyat təchizatı üçün proyeksiya əmsalı İl - Gün
DT	Amortizasiya vaxtı [İllər]
p	faiz dərəcəsi [%]

Bir avtomobil səfəri üçün əməliyyat xərclərinin hesablanması üçün düsturlar

2.2 Nəqliyyat təklifinin imitasiya modelinin yaradılması

Nəqliyyat sisteminin rəqəmsal əkizinin PTV Visumda hazırlanması ardıcılığı aşağıdakı kimidir.

Əvvəlcə PTV Visumda File bölməsindən import alt bölməsinə daxil oluruq (Şək. 2.4).



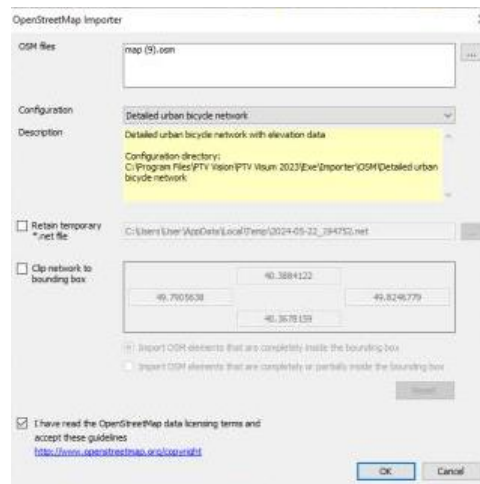
Şək. 2.4 PTV Visum proqramında File bölməsi

İmport alt bölməsinə daxil olduqda açılan pəncərədən (Şək. 2.5) OpenStreetMap parametrinə daxil oluruq.



Şək. 2.5 PTV Visum proqramında File bölməsinin import alt bölməsində açılan parametrlər pəncərəsi

OpenStreetMap parametrinə daxil olduqda açılan pəncərədə OSM file bölməsinə (Şək. 2.6) əvvəlcədən OpenStreetMap proqramından Yasamal rayonun tədqiqat aparılacaq ərazisinin yerini əlavə edirik.



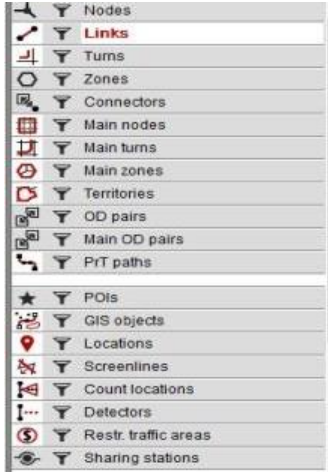
Şək. 2.6 PTV Visum proqramında OpenStreetMap importer pəncərəsi

PTV Visum nəqliyyat planlaşdırma və təhlili üçün istifadə edilən bir proqramdır və geniş sahədə: şəhərləşmə planlaşdırmasından nəqliyyat mühəndisliyinə qədər çoxsaylı tətbiqləri mövcuddur. İstifadəçilər nəqliyyat sistemlərinin modelini yaratmaq,

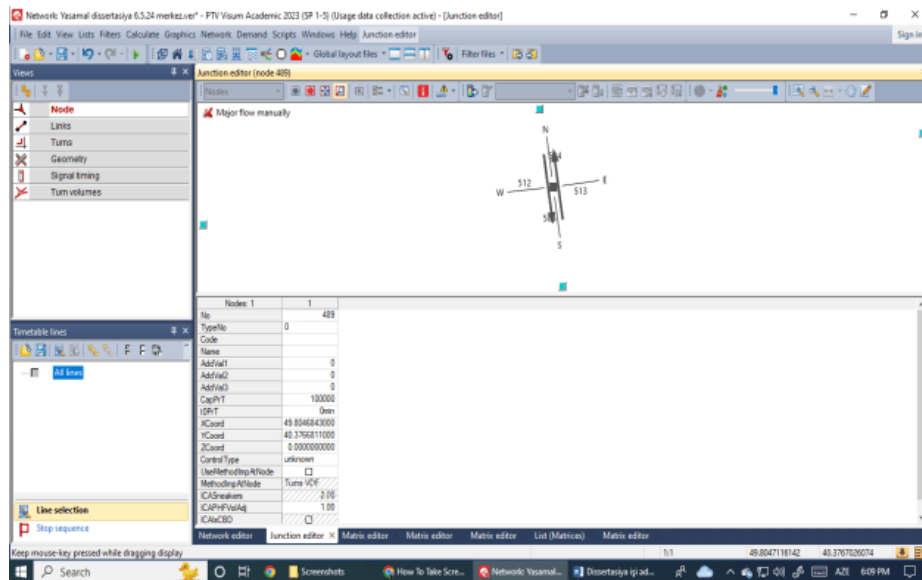
təşkil etmək, optimallaşdırmaq və qiymətləndirmək üçün Visum proqramını istifadə edirlər (Cədvəl 2.3).

Nəqliyyat təklifinə nəqliyyat modelinə daxil olan nəqliyyat sistemlərinin infrastrukturunu daxildir. Fərdi nəqliyyat sistemi üçün nəqliyyat təklifinin əsas elementləri:

Cədvəl 2.3 Proqramın bəndlər üzrə parametrlərinin daxil edilməsi komandaları

Bəndlər	Bəzi bəndlər parametrləri haqqında məlumat
	“nodes” – yol ayrıcları, kəsişmələr
	“links” (bağlantılar) – yol şəbəkəsinin hissələri
	“zones” (zonalar) – yazışmaların mənbələri və məqsədləri
	“connectors” – nəqliyyat sahələrinin mərkəzlərini fərdi və ictimai nəqliyyat şəbəkəsi ilə birləşdirir
	ictimai nəqliyyatın dayanacaqları (stops)
	ictimai nəqliyyat marşrutları (lines)

" **Nodes** " - (**düyünlər**) PTV Visum-da nəqliyyat şəbəkəsinin əsas parametrlərdən biridir. Bu düyünlər, yol şəbəkəsindəki əlaqə nöqtələrini təmsil edir və adətən kəsişmələr, körpülər və döngələr kimi nöqtələrdir. PTV Visum-da düyünlər parametrlərinin (Şək. 2.7) xüsusiyyətləri bunlardır:



Şək. 2.7 PTV Vision® VISUM-da Nodes elementinin parametrləri

Koordinatlar: Hər bir qovşaq müəyyən bir coğrafi yeri təmsil edir. Bu yerlər adətən enlik və uzunluq koordinatları kimi ifadə edilir.

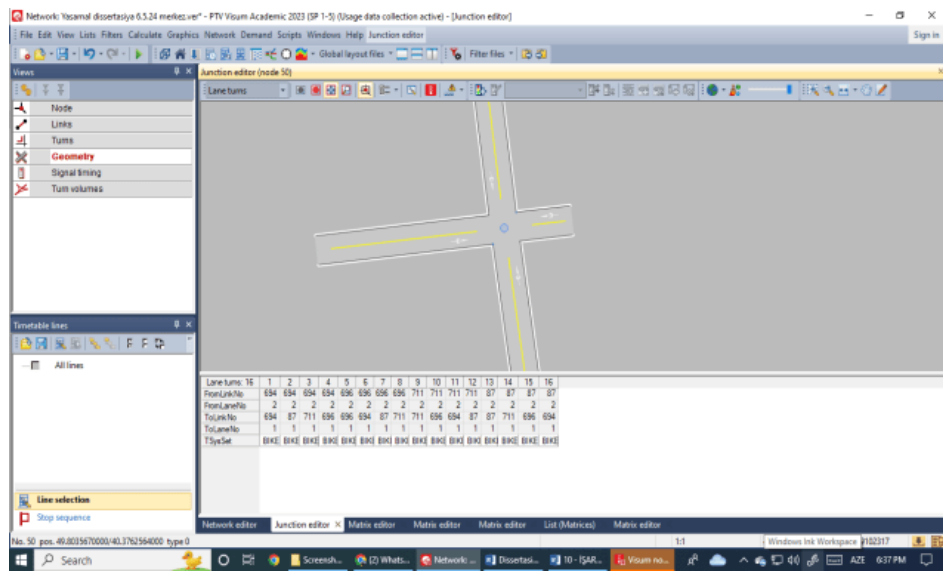
Bağlantılar: Düyünlər yol şəbəkəsində bir-birinə qoşulan yolların başlanğıc və ya bitmə nöqtələrini təmsil edir. Bu parametr altında hər bir qovşağın birləşdirildiyi yollar və bu yolların xüsusiyyətləri (uzunluğu, eni, nəqliyyat axını və s.) müəyyən edilə bilər.

Düyün növləri: Düyünlər müxtəlif növ ola bilər. Məsələn, müxtəlif növ qovşaqlar ola bilər: siqnalı kəsişmələr, dairəvi yollar, yolayrıqları, yol kəsişmələri və s. Hər bir node növü nəqliyyatın modelləşdirilməsi və təhlili üçün müxtəlif davranış xüsusiyyətlərinə malik ola bilər.

Düyün Tutumu: Bəzi hallarda qovşaqlar müəyyən bir tutuma malik olur. Bu, kəsişmədə avtomobillərin sayını və ya dayanacaqda sərnişin tutumunu müəyyən etməyə kömək edir.

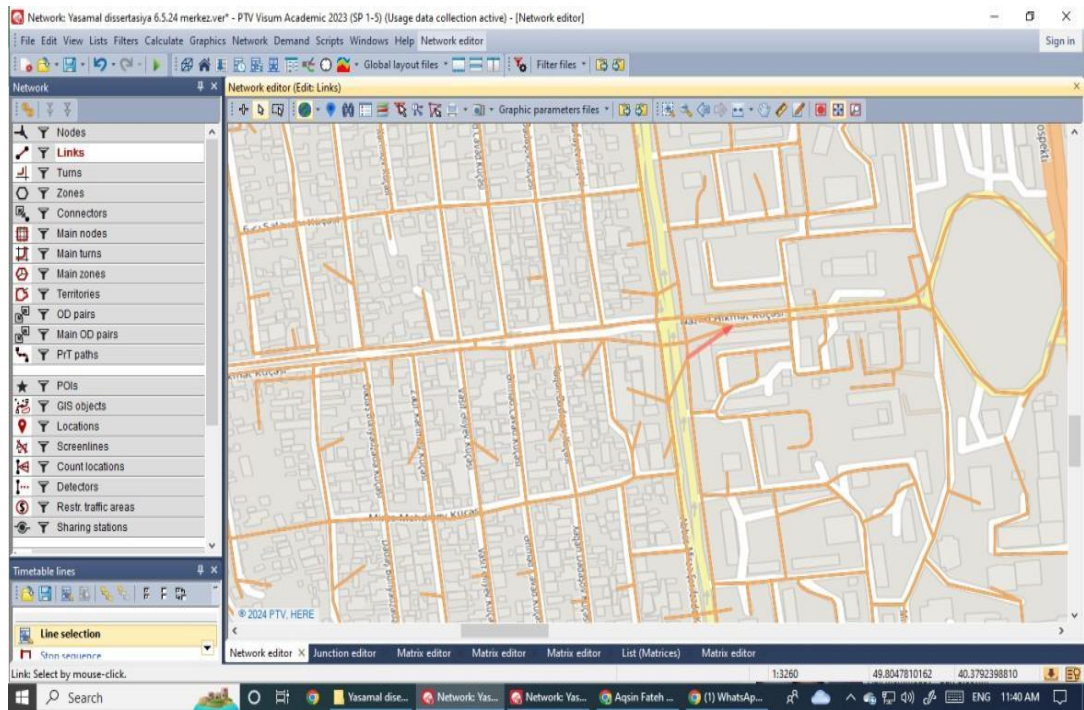
İşarələmə və Etiketləmə: Düyünlər çox vaxt müəyyən xüsusiyyətlərə malik ola bilər və bu xüsusiyyətlər qovşaqları işarələmək və ya etiketləmək üçün istifadə edilə bilər. Məsələn, bir qovşağın avtobus dayanacağı olub olmadığını göstərmək üçün bir etiket istifadə edilə bilər.

Həndəsə redaktoru (Şək. 2.8): hərəkət zolaqları və bu zolaqlarda icazə verilən hərəkət istiqamətlərini ehtiva edir. Həndəsə redaktoru yalnız növbələrdə gecikmələrin hesablanması zamanı deyil, həm də bu kəsişməni PTV Vision® Vissim və PTV Vistro kimi digər proqram məhsullarına ixrac edərkən nəzərə alınır. Fazalar və signal qrupları burada hər biri üçün təyin edilir. Signal qrupu müəyyən edilmiş mərhələdə hərəkətə icazə verilən yol zolaqlarını müəyyən edir. Eyni redaktor pəncərəsində optimallaşdırma aparmaq mümkündür.



Şək. 2.8 PTV Vision® VISUM-da qovşağ həndəsə redaktorunun pəncərəsi

“**Links**” - (**bağlantılar**) parametri PTV Visum-da nəqliyyat şəbəkəsinin digər vacib komponentidir. Bu parametr yol şəbəkəsindəki əlaqələri təmsil edir və ümumiyyətlə bir-birinə bağlı qovşaqları birləşdirən yollara aiddir (Şək. 2.9).



Şək. 2.9 PTV Vision® VISUM-da Links parametri

PTV Visum-da bağlantılar parametrinin xüsusiyyətləri bunlardır:

Uzunluq və istiqamət: Hər bir bağlantı iki qovşaq arasındakı məsafəni və adətən iki qovşaq arasındakı istiqaməti təyin edir. Bu onu göstərir ki, bir nöqtədən digərinə gedən yolu izləmək mümkündür və bu istiqamət bir və ya iki istiqamətli ola bilər.

Əhatə və həcm: Bəzi hallarda bağlantıların eni və tutumu müəyyən edilir. Bu, yolun daşıma qabiliyyətinə və nəqliyyat vasitələrinin keçməsinə təsir göstərə bilər.

Sürət məhdudiyətləri: Hər bir bağlantı üçün xüsusi sürət həddi müəyyən edilə bilər. Bu, nəqliyyatın modelləşdirilməsi və təhlilində istifadə olunan səyahət sürətlərini müəyyən edir.

Bağlantı növləri: bağlantılar müxtəlif növ ola bilər. Məsələn, əsas yollar, yan yollar, avtomobil yolları, velosiped yolları kimi müxtəlif növ əlaqələr ola bilər. Hər bir yol növü nəqliyyatın modelləşdirilməsi və təhlili zamanı müxtəlif davranış xüsusiyyətlərinə malik ola bilər.

Əlavə xüsusiyyətlər: Bəzi hallarda bağlantılar üçün əlavə xüsusiyyətlər müəyyən edilə bilər. Bunlar nəqliyyatın sıxlığı, nəqliyyat axınının istiqaməti, kəsişmələr və s. kimi xüsusiyyətlər ola bilər.

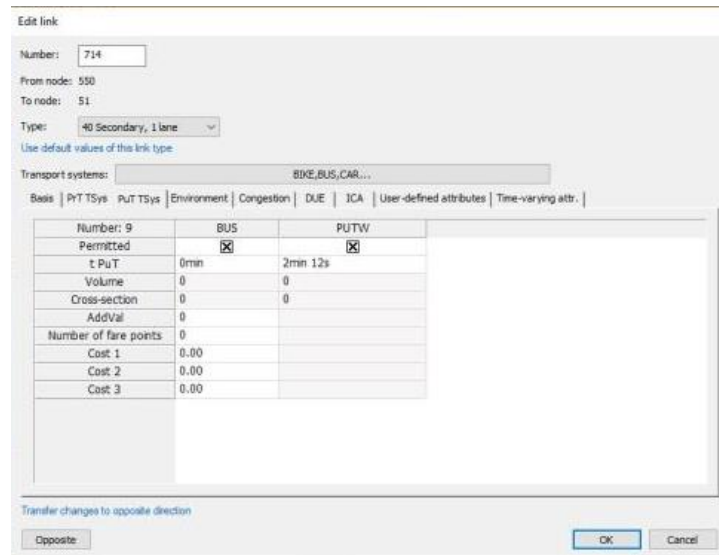
Bağlantı nömrəsi: Böyük şəbəkələrdə bağlantılar çox vaxt unikal nömrə ilə müəyyən edilir. Bu, bağlantıları unikal şəkildə müəyyən etməyə imkan verir və təhlil və istinad üçün istifadə edilə bilər.

Bu xüsusiyyətlər (Şək. 2.10) PTV Visum-da bağlantıları təyin etmək və istifadə etmək üçün əsas xüsusiyyətlərdir. Cari PTV Visum versiyaları istifadəçilərə daha çox əlaqə xüsusiyyətlərini müəyyən etməyə və ya mövcud xüsusiyyətləri genişləndirməyə imkan verə bilər.



Şək. 2.10 PTV Vision® VISUM-da "links" parametrlərinin redaktorunun pəncərəsi

PTV Vision® VISUM müxtəlif tarif sistemlərini, ictimai nəqliyyat sisteminin xərclərini, səyahət xərclərini və zona sistemini nəzərə almağa imkan verir. Nəticədə, hər bir ictimai nəqliyyat səfəri üçün ümumi xərclər vaxt və ya pul ekvivalenti baxımından fərdi nəqliyyat xərclərinə oxşar şəkildə hesablanır (Şək. 2.11).

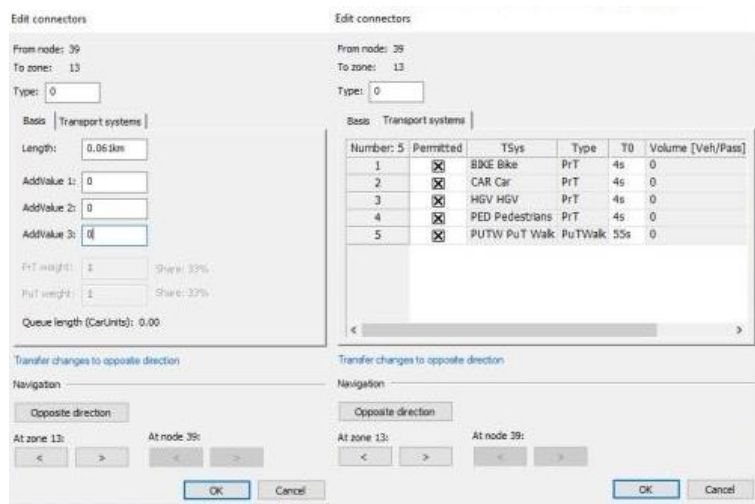


Şək. 2.11 PTV Vision® VISUM-da nəqliyyat xərclərinin əlavə edilmə pəncərəsi

" **Connectors** " (birləşdiricilər) nəqliyyat zonalarını yol şəbəkəsi ilə birləşdirən və nəqliyyat zonasının ağırlıq mərkəzindən çıxışın xərcləri (müvəqqəti və ya ümumiləşdirilmiş) haqqında məlumatları ehtiva edən şəbəkə obyektləridir. Nəqliyyat modelindəki hər bir nəqliyyat zonası ən azı bir şəbəkə qovşağına bitişikdir.

Birləşdiricilər parametrlərinin əsas xüsusiyyətləri (Şək. 2.12):

- Sürət limiti
- Hərəkətdə olma vaxtı: Birləşdiricilər, yolun uzunluğu və sürət limiti əsasında əlaqənin bir nöqtədən digərinə səyahət etmə vaxtını hesablayır.
- Sıxlıq: Birləşdiricilər parametri, yol və ya əlaqənin hansı miqdarda nəqliyyat axını qəbul edə biləcəyini göstərir.
- Sürücü davranışları: Birləşdiricilər parametri, sürücülərin hərəkət etmə qaydalarını və davranışlarını təyin edir. Bu, sürücülərin bir links-də necə davranacağını və nəqliyyat modellərində nəqliyyat axınının necə davranacağını təyin etməkdə əhəmiyyətlidir.



Şək. 2.12 PTV Vision® VISUM-da connectors parametrlərinin xüsusiyyətləri

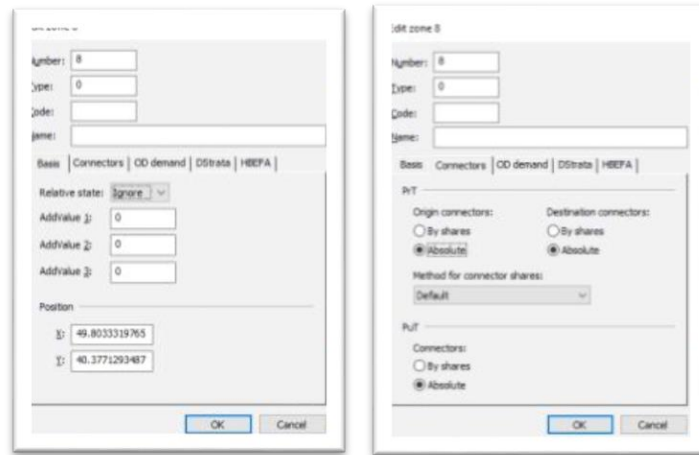
“Nəqliyyat zonaları” (zonalar) nəqliyyat hərəkətinin başlanğıc və son nöqtələridir. Nəqliyyat zonaları, bir şəhərin, bir bələdiyyənin və ya bir bölgənin müxtəlif hissələrini təmsil edir. Bu zonalar, əhalinin sıxlığına, iş yerlərinin və ictimai məkanların yerləşdiyi yerlərə və əsas nəqliyyat axınının olduğu ərazilərə görə təyin olunur. Bu parametr, nəqliyyat modelini daha dəqiq etmək və nəqliyyatın müxtəlif zonalar arasındakı sürət və hərəkətdə olma vaxtını nəzərə alaraq ərazini daha effektiv şəkildə təmsil etmək üçün əhəmiyyətli bir rol oynayır.

PTV Vision® VISUM proqram paketində nəqliyyat modelində nəqliyyat zonaları yaradarkən aşağıdakı xüsusiyyətlər müəyyən edilir:

- zona nömrəsi;
- zona adı;
- zona növü (istifadəçi müəyyən edir);
- zonanın ağırlıq mərkəzinin koordinatları (x, y);
- qovşaqlarda mənbə və hədəfə görə nəqliyyat axınlarının ayrılması üsulu .

Zonaların növü, onların məqsəd və funksiyalarına əsasən dəyişir. Məsələn, yaşayış zonaları, iş zonaları, ticarət mərkəzləri, idarələr və s.

Nəqliyyat zonaları parametrlərinin redaktoru pəncərəsi Şəkil 2.13-də göstərilmişdir.



Şək. 2.13 PTV Vision VISUM -da "nəqliyyat zonaları" parametrlərinin redaktə pəncərəsi

Nəqliyyat zonalarına bölmə. Bütün şəhər ərazisini nəqliyyat zonalarına bölmək lazımdır. Onların sayı və ölçüsü şəhərin və əhalinin sayından asılıdır.

Nəqliyyat zonalarının sərhədlərini təyin edərkən aşağıdakı prinsiplərə əməl edin:

- təbii və süni maneə xətlərinin istifadəsi (çaylar, dəmir yolu xətləri və s.);
- ərazinin inzibati rayonlaşdırılmasına riayət edilməsi;
- şəhər ərazisinin funksional rayonlaşdırılması nəzərə alınmaqla;
- mövcud inkişaf sahələrinin qorunması;

Fərdi nəqliyyatın qovşaqları nəqliyyat zonasının ağırlıq mərkəzini həyətəyənı çıxışlarla birləşdirir. Fərdi nəqliyyat üçün, adətən, ərazinin ağırlıq mərkəzindən həyətəyənı sahəni tərk edənədək gediş vaxtı göstərilir ki, bura piyadanın avtomobilə yaxınlaşması və hərəkətə başlaması üçün şərti xərclər daxildir.

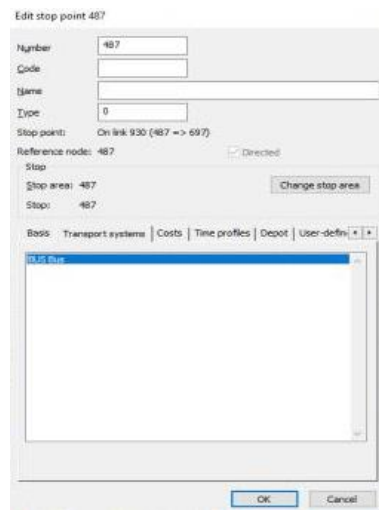
İctimai nəqliyyatda sərnişinlər üçün qovşaq piyada keçidinin başlanğıc və sonuna uyğundur və adətən bunun üçün gediş vaxtı göstərilir. İctimai nəqliyyat əlaqələri ərazinin mərkəzini stansiya giriş nöqtəsi ilə birləşdirir.

“Stops” - İctimai nəqliyyatın daha dəqiq və ətraflı modelləşdirilməsi üçün PTV Vision® VISUM-da dayanma sistemi yaradılmışdır. Dayanacaq zonası bir neçə dayanacaq nöqtəsini birləşdirə bilər ki, oda müxtəlif nəqliyyat sistemləri arasında keçid

yaradır. Hər bir dayanacaq zonası üçün nəqliyyat sahəsinin ictimai nəqliyyat əlaqəsinin yerləşdirildiyi bir giriş qovşağı müəyyən edilir.

Dayanacaq nöqtəsi iyerarxiyanın ən kiçik elementidir, fiziki olaraq bir və ya bir neçə nəqliyyat sisteminin sərnişinlərinin minib-düşməsi üçün yer deməkdir.

Bu matrisdə siz sahə tədqiqatları və ya hesablamalar əsasında vaxtı təyin edə bilərsiniz. Nəqliyyat modelləri üçün köçürmə vaxtı matrislərini yaradarkən piyadaların hərəkət sürətinə və onların koordinatlarından hesablanan dayanma zonaları arasındakı məsafəyə görə hesablanmış köçürmə vaxtı dəyərlərindən istifadə edilir. Hər bir dayanma məntəqəsi üçün sərnişinlərin dayanmasına, minməsinə və enməsinə icazə verilən nəqli üçün hər hansı nəqliyyat sisteminə minmə və enmə qadağandırsa, bu nəqliyyat sistemi üçün marşrutlar planlaşdırılarkən belə dayanma məntəqəsi marşruta daxil edilməyəcəkdir. Nəqliyyat sistemləri müəyyən edilir (Şək. 2.14).



Şək. 2.14 PTV Vision® VISUM-da nəqliyyat sistemində "dayanma nöqtəsi"nin xüsusiyyətləri üçün pəncərə

Demand bölməsində əvvəlcə Transport systems/Modes/Demand segments alt bölməsinə daxil oluruq və transport systems parametrində nəqliyyat vasitələrini əlavə edirik (Şək. 2.15). Burada 4 fərqli nəqliyyat vasitəsi və 2 piyada əlavə edirik. Nəqliyyat vasitələrinə velosiped, avtobus, avtomobil və yük avtomobili daxildir. Piyadalar

“pedestrians” və “put walk” olaraq iki yerə bölünür. Pedestrians yerdəyişmə zamanı ayaqla hərəkət edir, put walk isə yerdəyişməni ictimai nəqliyyatla icra edir.

Transport systems / Modes / Demand segments

Number: 6	Code	Name	Type	Modes	DSeg
1	BIKE	Bike	PrT	BIKE	EV-MƏKTƏB bike,EV-İS bike
2	BUS	Bus	PuT	PuT	EV-MƏKTƏB BUS,EV-İS bus
3	CAR	Car	PrT	C	Ev-Mağaza car,EV-İS car
4	HGV	HGV	PrT	H	HGV
5	PED	Pedestrians	PrT	PED	Ev-Mağaza piyada,EV-İS ped
6	PUTW	PuT Walk	PuTWalk	PuT	EV-MƏKTƏB BUS,EV-İS bus

Operations: Create, Edit, Delete

OK Cancel

Şək. 2.15 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Transport systems parametri

Demand segments bölməsində isə əhalinin yerdəyişməsinin hansı istiqamətlərdə olduğunu müəyyənləşdiririk. Bunu transport systems bölməsində əvvəlcədən yaratdığımız nəqliyyat vasitələrindən hansı ilə hərəkət edəcəyini təyin edirik. Şəkil 2.16-ə diqqət yetirsək 32 istiqamət üzrə əhalinin yerdəyişmə istiqamətlərinin olduğunu görə bilərik.

Transport systems / Modes / Demand segments

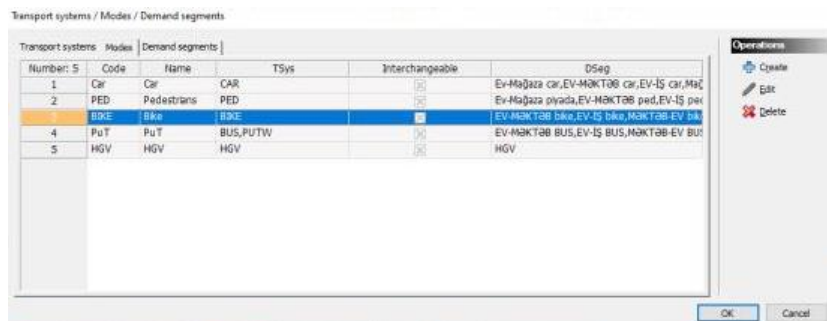
Number: 32	Code	Name	Mode	TSys
1	Ev-Mağaza car	Ev-Mağaza car	C	CAR
2	Ev-Mağaza piyada	Ev-Mağaza piyada	PED	PED
3	EV-MƏKTƏB bike	EV-MƏKTƏB bike	BIKE	BIKE
4	EV-MƏKTƏB BUS	EV-MƏKTƏB BUS	PuT	BUS,PUTW
5	EV-MƏKTƏB car	EV-MƏKTƏB car	C	CAR
6	EV-MƏKTƏB ped	EV-MƏKTƏB ped	PED	PED
7	EV-İS bike	EV-İS bike	BIKE	BIKE
8	EV-İS BUS	EV-İS bus	PuT	BUS,PUTW
9	EV-İS car	EV-İS car	C	CAR
10	EV-İS ped	EV-İS ped	PED	PED
11	HGV	HGV	H	HGV
12	Mağaza-Ev car	Mağaza-Ev car	C	CAR
13	Mağaza-Ev piyada	Mağaza-Ev piyada	PED	PED
14	MƏKTƏB-EV bike	MƏKTƏB-EV bike	BIKE	BIKE
15	MƏKTƏB-EV BUS	MƏKTƏB-EV BUS	PuT	BUS,PUTW
16	MƏKTƏB-EV car	MƏKTƏB-EV car	C	CAR
17	MƏKTƏB-EV ped	MƏKTƏB-EV ped	PED	PED
18	MƏKTƏB-İS bike	MƏKTƏB-İS bike	BIKE	BIKE
19	MƏKTƏB-İS BUS	MƏKTƏB-İS BUS	PuT	BUS,PUTW
20	MƏKTƏB-İS car	MƏKTƏB-İS car	C	CAR
21	MƏKTƏB-İS ped	MƏKTƏB-İS ped	PED	PED
22	İS-MƏKTƏB bike	İS-MƏKTƏB bike	BIKE	BIKE
23	İS-MƏKTƏB BUS	İS-MƏKTƏB BUS	PuT	BUS,PUTW
24	İS-MƏKTƏB car	İS-MƏKTƏB car	C	CAR
25	İS-MƏKTƏB ped	İS-MƏKTƏB ped	PED	PED
26	İS-EV bike	İS-EV bike	BIKE	BIKE
27	İS-EV BUS	İS-EV BUS	PuT	BUS,PUTW
28	İS-EV car	İS-EV car	C	CAR
29	İS-EV ped	İS-EV ped	PED	PED
30	İs-Mağaza	İs-Mağaza	PuT	BUS,PUTW
31	İs-Mağaza car	İs-Mağaza	C	CAR
32	İs-Mağaza piyada	İs-Mağaza piyada	PED	PED

Operations: Create, Edit, Delete

OK Cancel

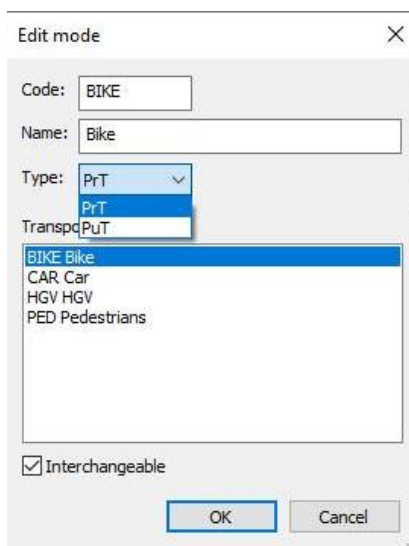
Şək. 2.16 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Demand segments parametri

Demand bölməsinin Modes parametrində (Şək. 2.17) nəqliyyat vasitələrinin fərdi və ya ictimai nəqliyyat vasitəsi olduğunu müəyyənləşdiririk.



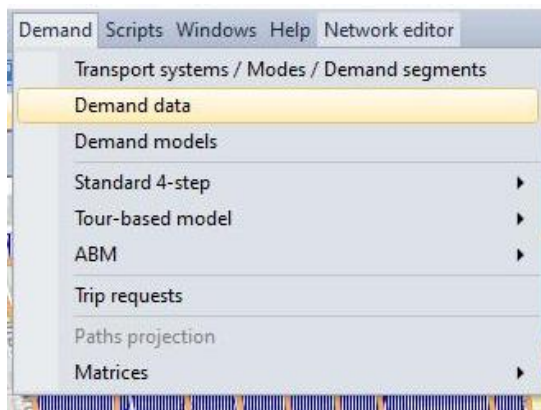
Şək. 2.17 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Modes parametri

Modes parametrində Prt və PuT xüsusiyyətləri mövcuddur (Şək. 2.18). PrT (personal transport) fərdi nəqliyyat vasitələrini, PuT (public transport) ictimai nəqliyyat vasitələrini ehtiva edir.



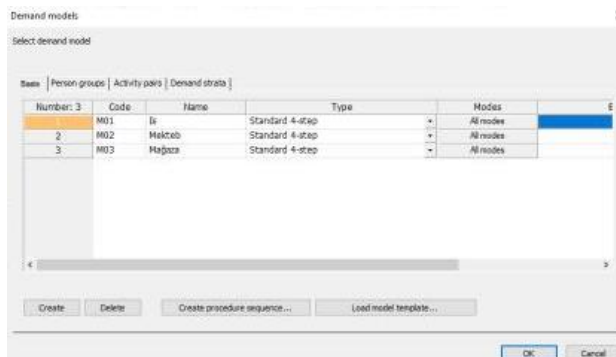
Şək. 2.18 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Modes parametrinin Edit mode pəncərəsi

Demand bölməsindən “demand models” alt bölməsinə daxil oluruq (Şək. 2.19).



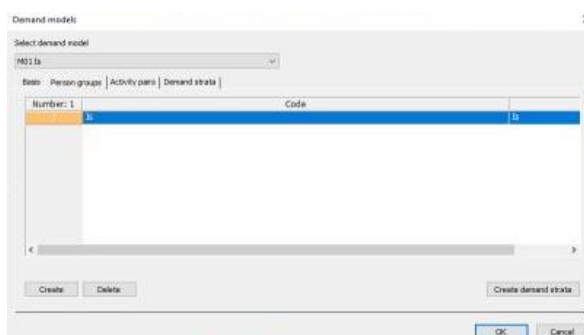
Şək. 2.19 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Demand models parametri

Demand models pəncərəsindən əvvəlcə “Basis” bölməsinə Yasamal rayonunda keçirilmiş sorğulara əsasən əhalinin ən çox yerdəyişmə etdiyi obyektləri əlavə edirik. Biz bu yerdəyişmələri iş, məktəb və mağaza olaraq qruplaşdırdıq (Şək. 2.20).



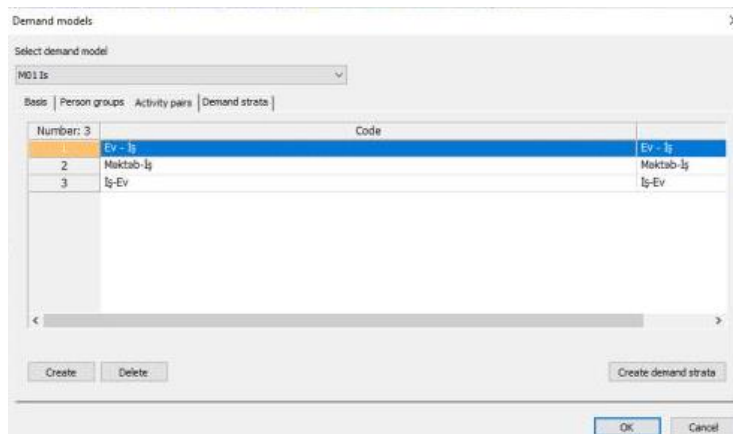
Şək. 2.20 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Demand models alt bölməsində Basis parametri

Demand models bölməsində “Person groups” parametrini hər bir Basis parametri üçün yaradıırıq (Şək. 2.21).



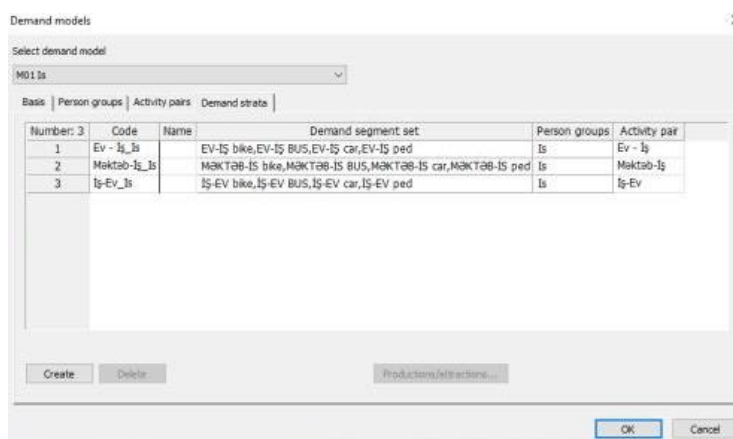
Şək. 2.21 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Demand models alt bölməsində Person groups parametri

Demand models bölməsinin “Activity pairs” parametrində seçilmiş Basis parametrindəki obyektə digər obyektlərə olan istiqamətləri əlavə edirik (Şək. 2.22).



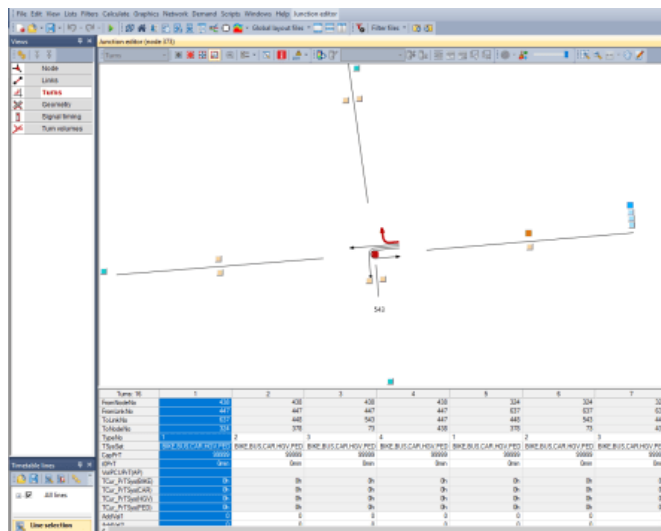
Şək. 2.22 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Demand models alt bölməsində Activity pairs parametri

Demand models bölməsində “Demand strata” parametrinə Activity pairs parametrində əlavə olunmuş istiqamətlərə uyğun olaraq Demand segmentləri əlavə edirik (Şək. 2.23).



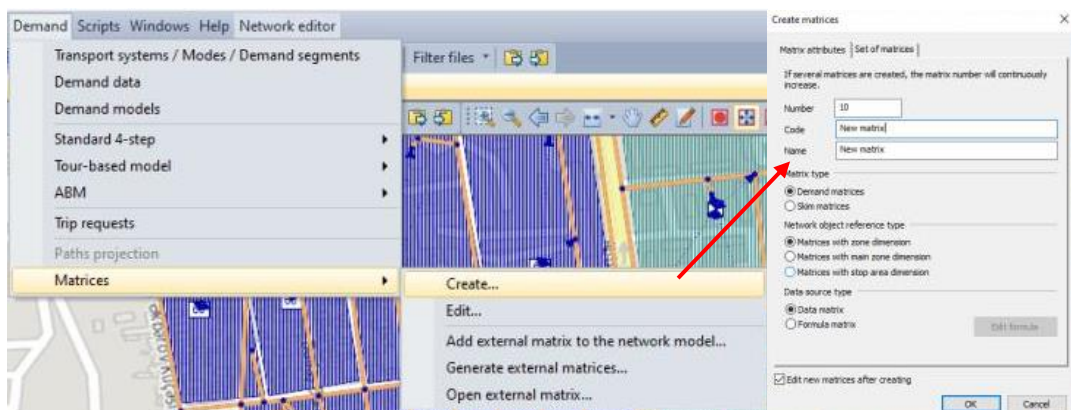
Şək. 2.23 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Demand models alt bölməsində Demand strata parametri

Bağlantılarda hərəkət edən nəqliyyat vasitələrinin hansı istiqamətlərdə hərəkət etməsini təyin etmək üçün “Turns” parametrindən istifadə edirik (Şək. 2.24).



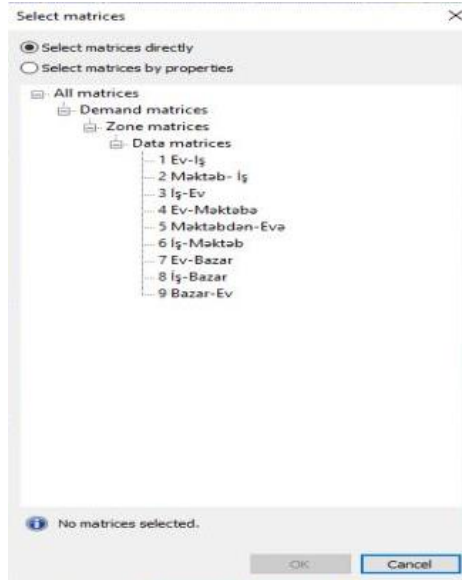
Şək. 2.24 PTV Visum programında Turns parametri

Keçirilmiş sorğulara əsasən əhalinin yerdəyişmə istiqamətlərinə görə sayını “Matrices” parametrində əlavə edirik (Şək. 2.25).



Şək. 2.25 PTV Visum programında Demand bölməsinin Matrices parametri

Matrices parametrinə 9 istiqamət üzrə matrix əlavə etdik (Şək. 2.26).

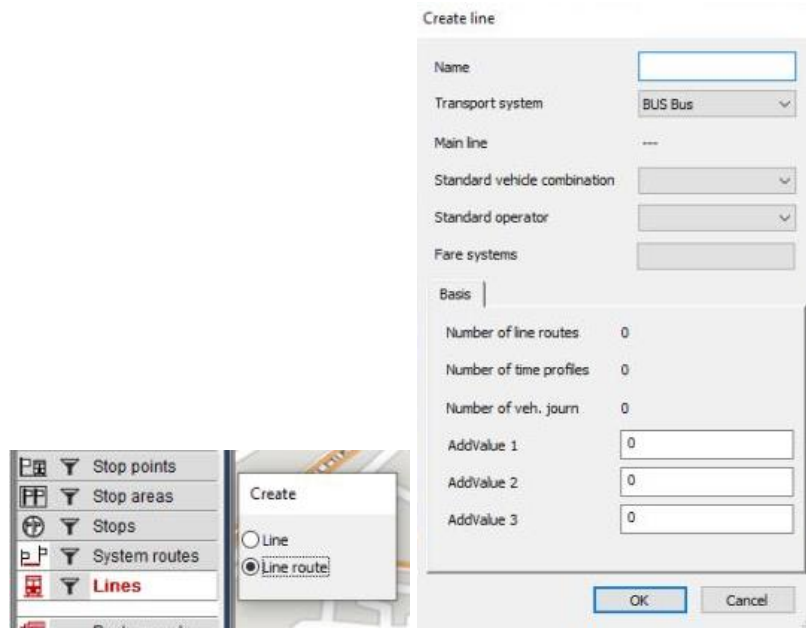


Şək. 2.26 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Matrices parametrinə əlavə olunmuş matrislər

Əlavə olunmuş matrislərə dəyərləri “Matrix editor” pəncərəsindən daxil edirik (Şək. 2.27).

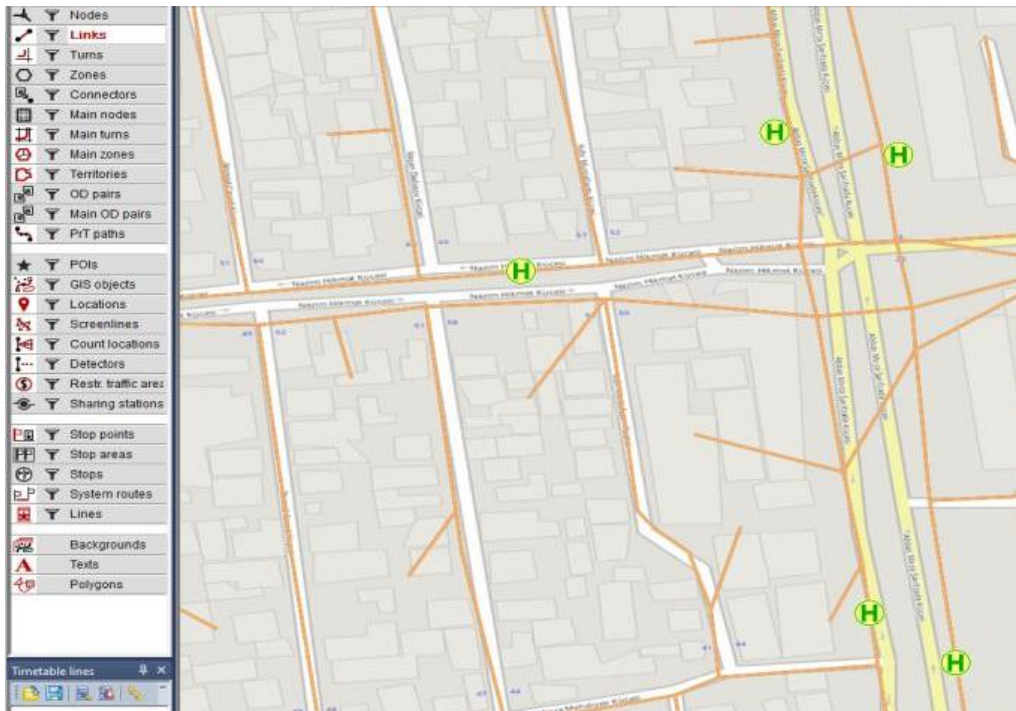
Şək. 2.27 PTV Visum proqramında Demand bölməsinin Matrix editor parametri

Lines bölməsi ilə Yasamal rayonu ərazisindən keçən avtobus marşrut xətlərini əlavə edirik. Əvvəlcə Line ilə marşrut xətti çəkilir və marşrutun parametrləri daxil edilir (Şək 2.28).



Şək. 2.28 PTV Visum proqramında Lines parametri

Çəkilən avtobus marşurut xətləri üzərində avtobus dayanacaqlarını Stop points ilə qeyd edirik (Şək. 2.29).



Şək. 2.29 PTV Visum proqramında Stop points parametri

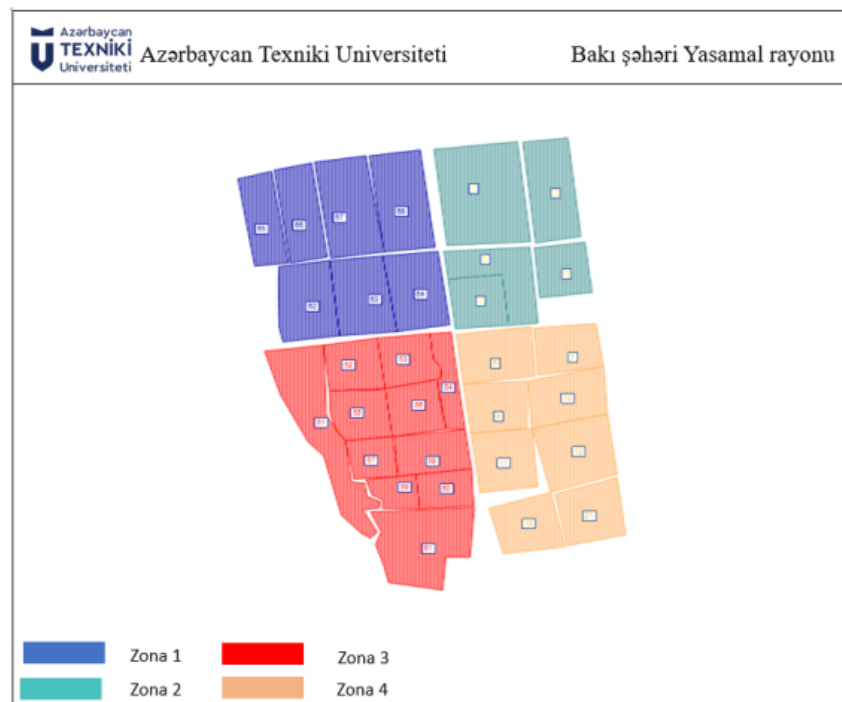
III FƏSİL. YASAMAL RAYONUNDA NƏQLİYYAT ŞƏBƏKƏSİNİN RƏQƏMSAL ƏKİZİNİN YARADILMASI

3.1 Makromodelin yaradılmasında sorğu və monitorinqlər

İkinci fəsildə qeyd olunan ardıcillıq və metodikaya uyğun olaraq Bakı şəhəri Yasamal rayonunda nəqliyyat sisteminin rəqəmsal əkizinin yaradılması baxılan ərzaidə nəqliyyat tələbinin öyrənilməsi məqsədi ilə aparılan sorğular və küçə yol şəbəkəsində aparılan monitorinqlərin köməyi həyata keçirilmişdir.

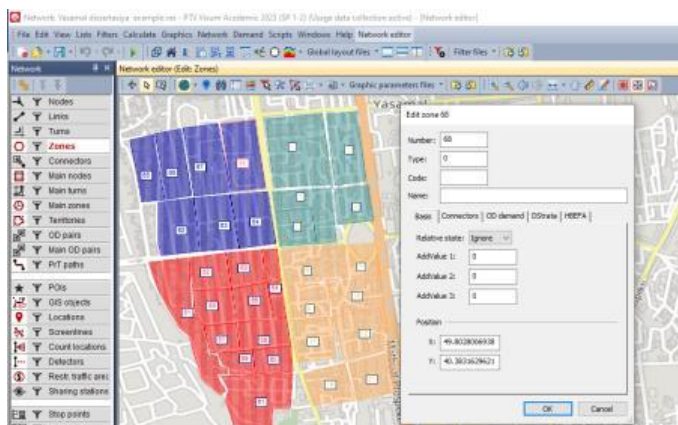
Anketlərə sakinlərin yerdəyişmə üsulları, yerdəyişməyə başladıkları, yerdəyişməni yekunlaşdırdıkları yerlər, yerdəyişməyə başlama və bitirmə vaxtları barədə suallar daxil edilmişdir. Molnitorinq nəticəsində yol ayrıcılarında svetoforların iş rejimləri, nəqliyyat axınlarının intyensivlikləri müəyyən edilmişdir.

Yasamal rayonu ərazisində sorğu aparılan ərazilər Şək. 3.1-də göstərilmişdir.



Şək. 3.1. Bakı şəhəri Yasamal rayonunda sorğu aparılan zonalar

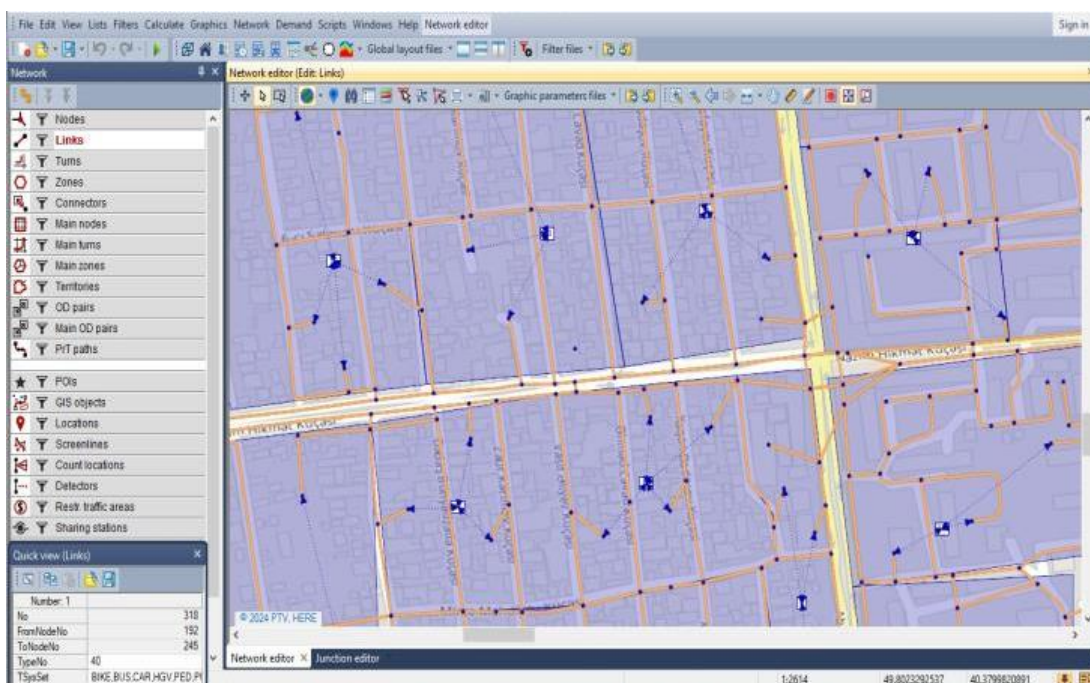
Tədqiqat aparılacaq ərazi proqrama əlavə olunduqdan sonra müşahidə, sorğu və monitorinqlərin nəticələrinə uyğun olaraq makromodelin yaradılmasına başlayırıq. İlk olaraq ərazini zonalara bölürük. Bunun üçün PTV Visum proqramında “zonalar” bölməsindən (Şək. 3.2) istifadə edirik.



Şək. 3.2. PTV Visum proqramında Zonalar parametri əlavə edilməsi

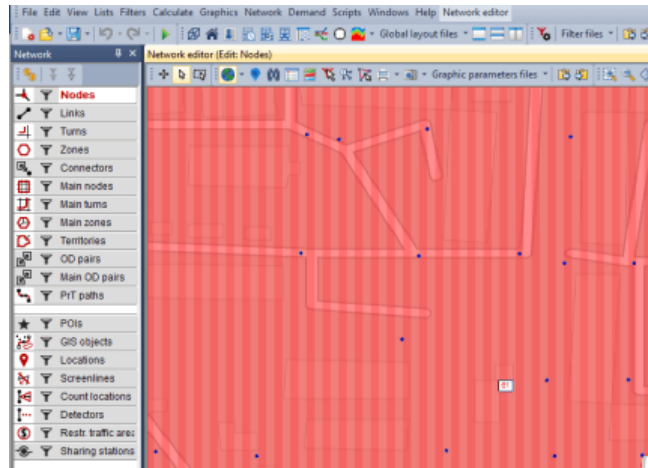
3.2 Makromodelin qurulmasının son mərhələləri

Bakı şəhəri, Yasamal rayonunun PTV VISUM proqramında qurulmuş nəqliyyat şəbəkəsinin təklif modeli Şək. 3.3-da öz əksini tapmışdır.



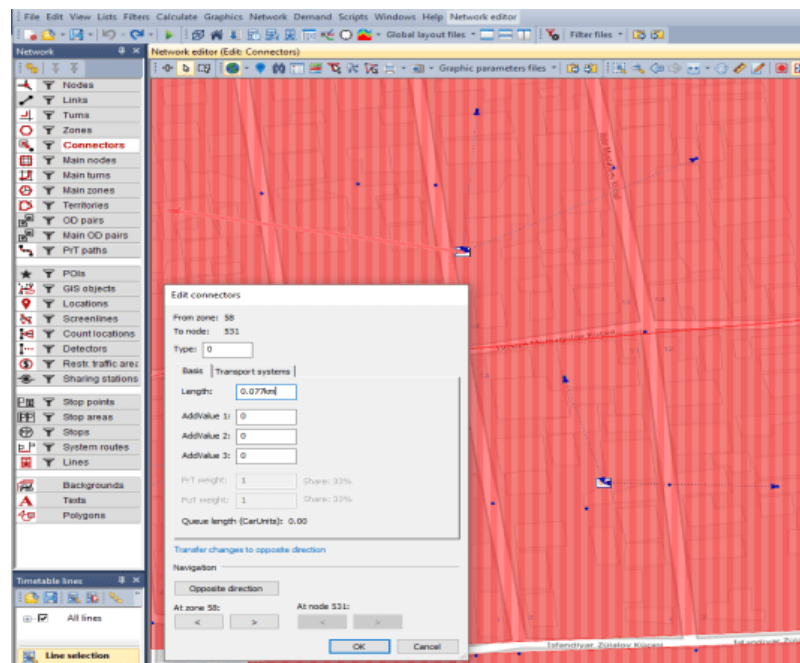
Şək. 3.3. Bakı şəhəri Yasamal rayonunun nəqliyyat təklif modeli

Zonaları əlavə etdikdən sonra əhalinin çıxışı üçün zonaların ağırlıq mərkəzlərindən yollara əlaqə qururuq. Bunun üçün zonalara əvvəlcə düyünlər (nodes) əlavə edirik (Şək. 3.4)



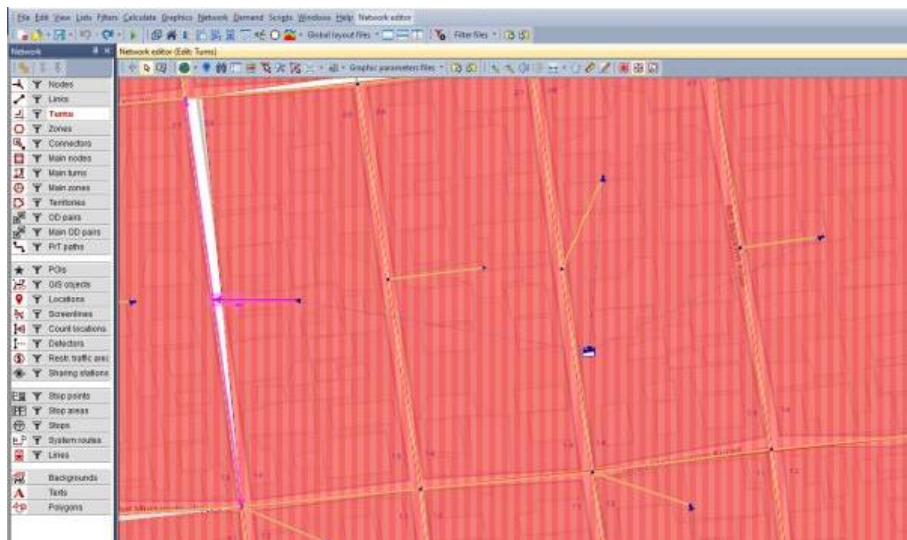
Şək. 3.4. PTV Visum programında Nodes parametrinin əlavə edilməsi

Düyünləri əlavə etdikdən sonra zonaların ağırlıq mərkəzindən düyünlərə birləşdiricilər (connectors) əlavə edirik. Birləşdiricilər (Şək. 3.5) zonaların ağırlıq mərkəzləri ilə düyünlər arasında əlaqə yaradır.



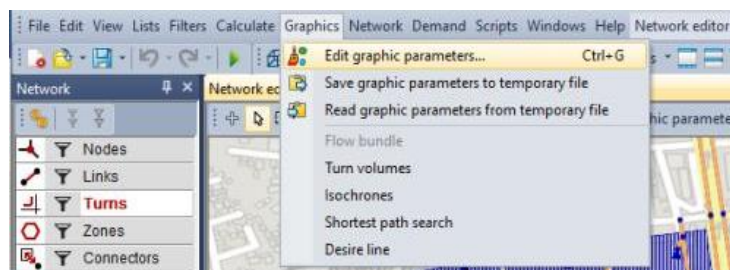
Şək. 3.5. PTV Visum proqramında Connectors parametrinin əlavə edilməsi

Birləşdiriciləri əlavə etdikdən sonra zonalarda düyünlərlə bağlantılar (links) arasında əlaqə yaratmaq üçün bağlantılar əlavə edirik (Şək. 3.6).



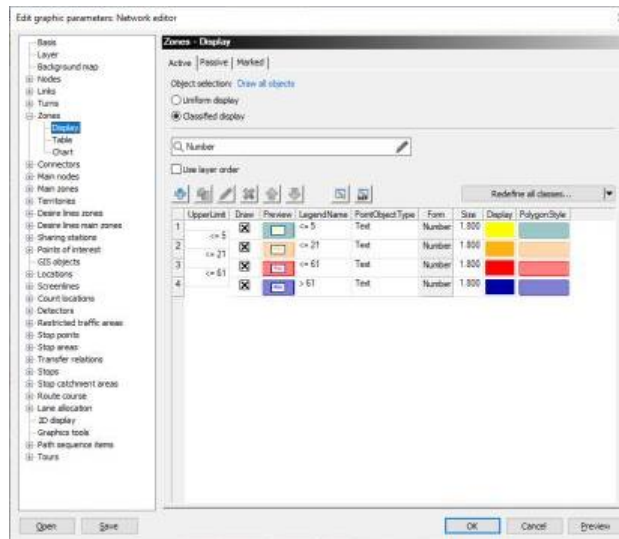
Şək. 3.6. PTV Visum proqramında Links parametrinin əlavə edilməsi

Əsas parametrlərin bir hissəni əlavə etdikdən sonra sorğu və monitoring aparılmış əraziləri fərqləndirmək üçün PTV Visum proqramının Graphics başlığından “edit graphics parameters” bölməsinə daxil oluruq (Şək. 3.7).



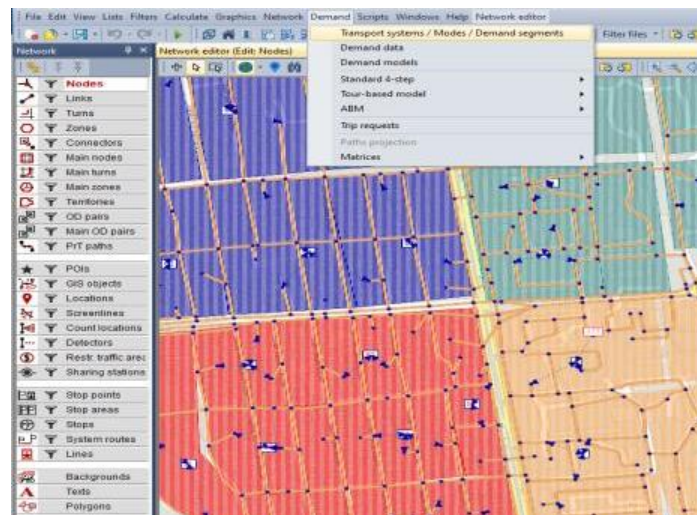
Şək. 3.7. PTV Visum proqramında Graphics başlığının Edit graphics parameters pəncərəsi

Edit graphics parameters bölməsinə daxil olduqdan sonra tədqiqat ərazisini 4 hissəyə bölərək fərqləndiririk. Sonra həmin əraziləri ədədlərlə müəyyən hissələrə bölüb fərqli rənglər veririk (Şək. 3.8).



Şək. 3.8. PTV Visum proqramında Edit graphics parameters bölməsində Zonaların dizayn pəncərəsi

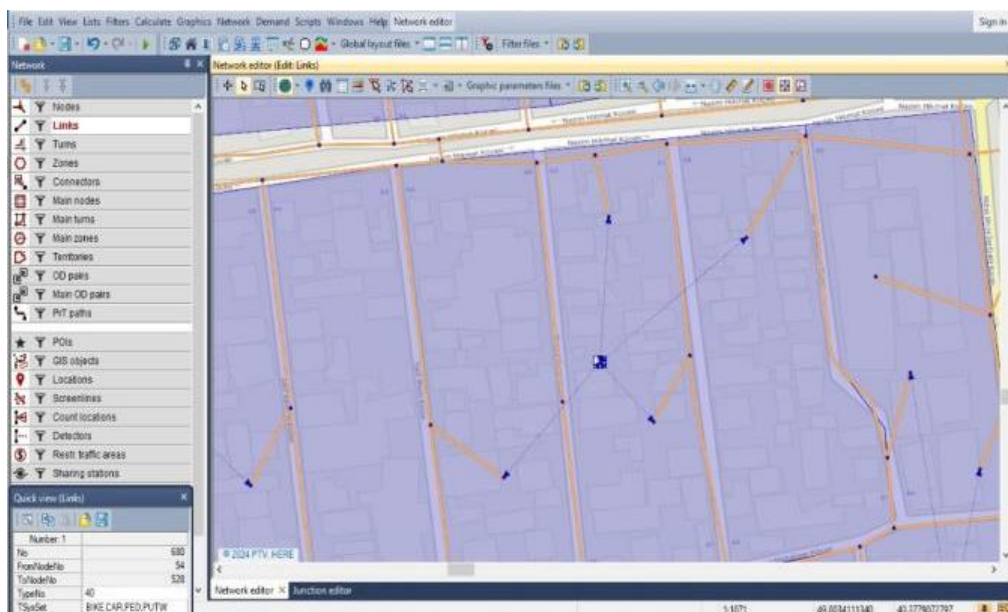
Yasamal rayonunu zonalarə böldükdən sonra həmin zonalarə keçirilmiş sorğu və monitorinqlərə uyğun olaraq əhalinin yerdəyişmə zamanı hərəkət istiqamətlərini və bu yerdəyişmə zamanı istifadə etdikləri nəqliyyat vasitələrini proqrama əlavə edirik. Bunun üçün PTV Visum proqramında demand bölməsindən (Şək. 3.9) istifadə edirik.



Şək. 3.9. PTV Visum proqramında Demand bölməsi

Şəhərlərin nəqliyyat modellərinin işlənilib hazırlanmasında praktiki təcrübə bizə belə qənaətə gəlməyə imkan verir ki, fərdi nəqliyyatın düzgün modelləşdirilməsi üçün

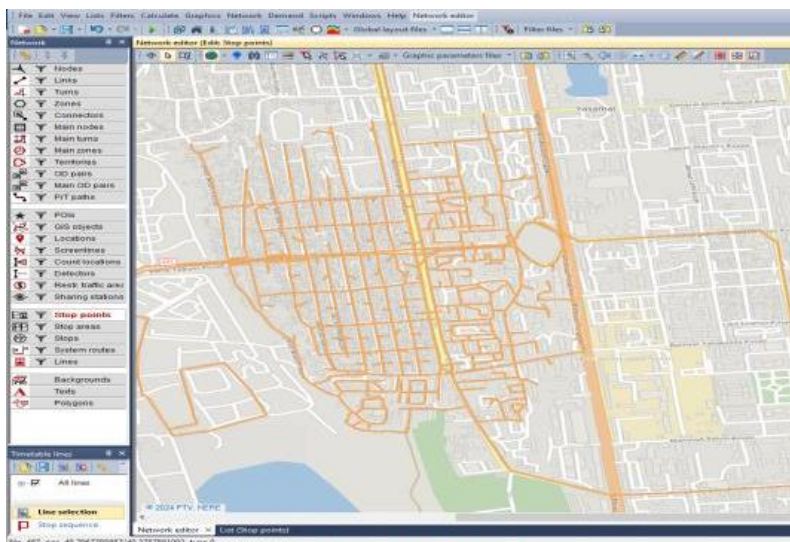
yol şəbəkəsinin təsvirini bitişik ərazilərdən fərdi çıxışlara qədər təfərrüatlandırmaq vacibdir (Şək. 3.10).



Şək. 3.10. Yaşayış zonalarından yol şəbəkəsinə çıxış istiqamətləri

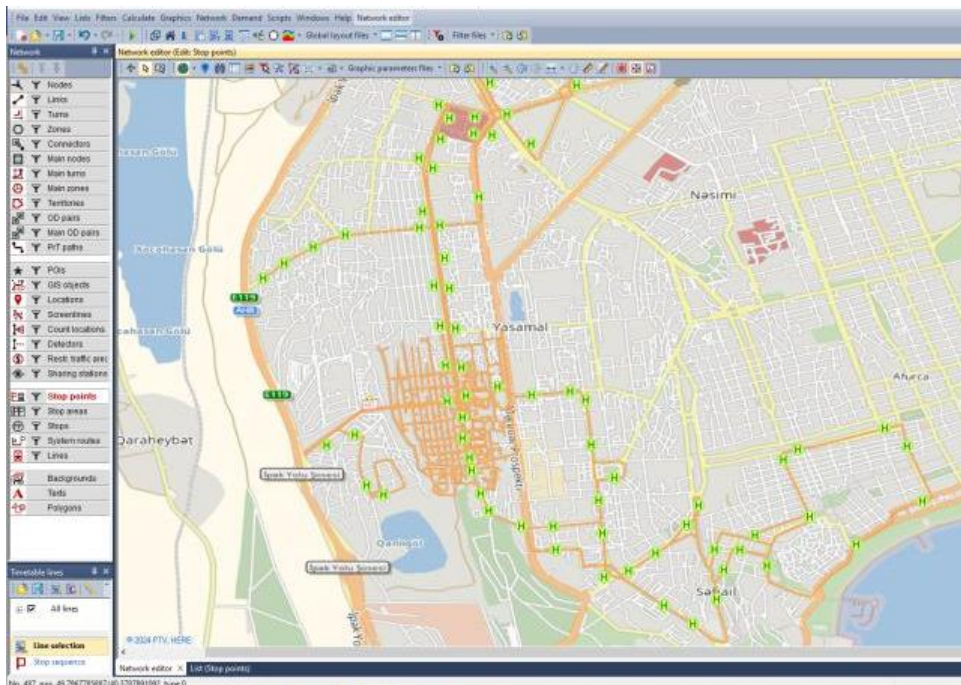
3.3 Nəqliyyat şəbəkəsinin imitasiya modelinin nəticələri

Yasamal rayonunun makromodelini qurduqdan sonra nəticələrin təhlili aşağıda izah edilmişdir. Yasamal rayonunun makromodelində qurulmuş yol şəbəkəsi Şəkil 3.11-dəki kimidir.

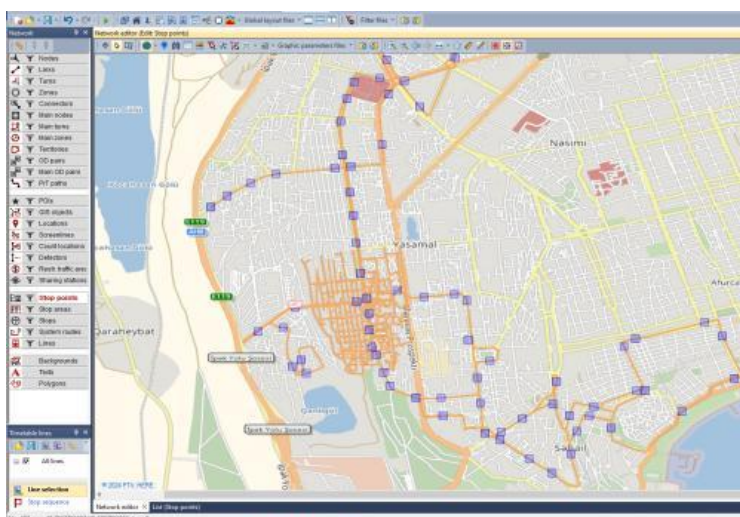


Şək. 3.11. Yaşayış zonalarından yol şəbəkəsinə çıxış istiqamətləri

Yasamal rayonunda mövcud olan dayanacaq nöqtələri və dayanacaq zonaları makromodeldə qeyd olunmuşdur (Şək. 3.12, Şək. 3.13).

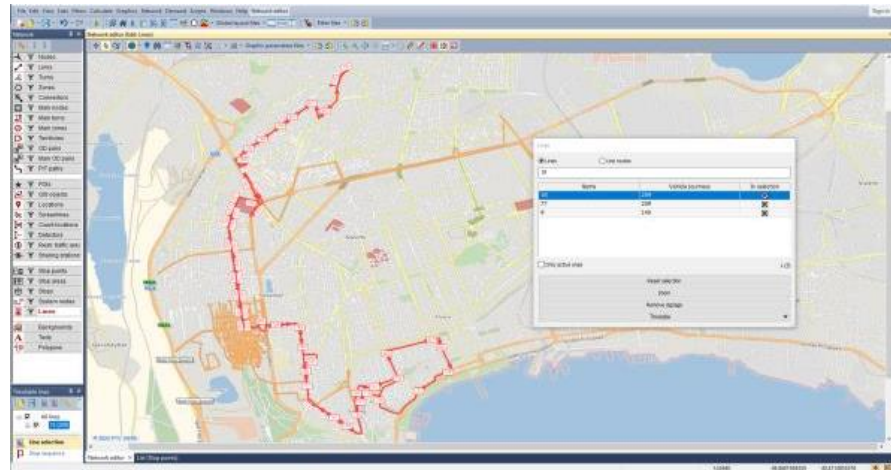


Şək. 3.12. Yasamal rayonunun makromodelində dayanacaq nöqtələri

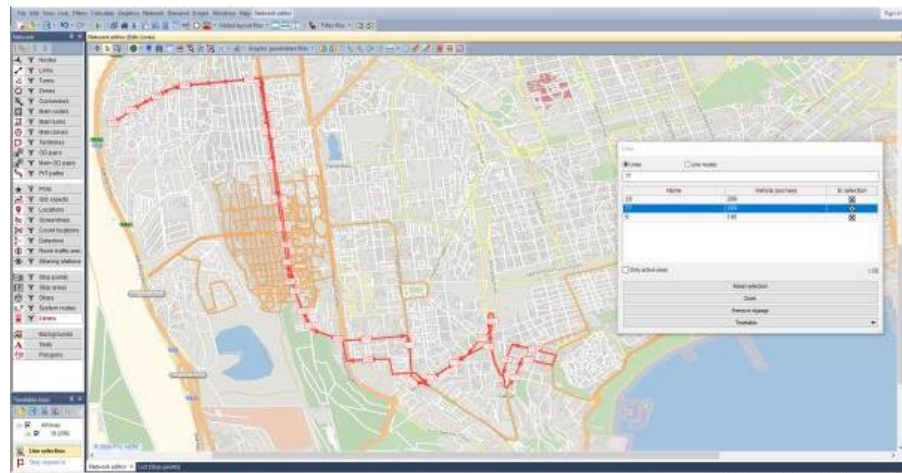


Şək. 3.13. Yasamal rayonunun makromodelində dayanacaq zonaları

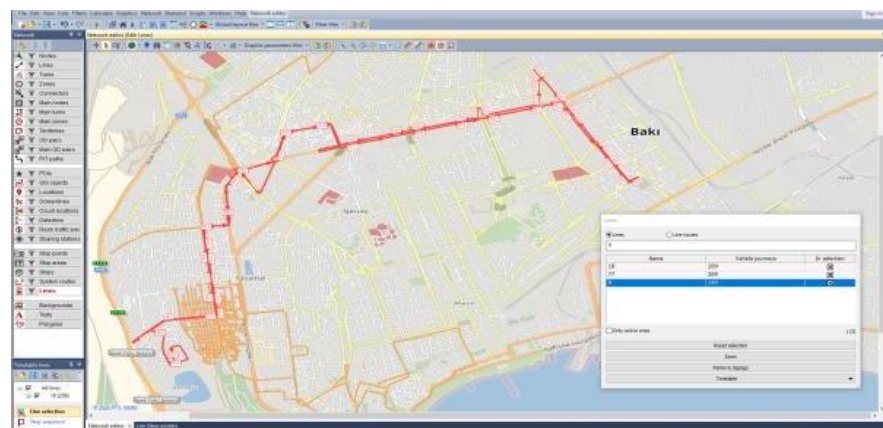
Yasamal rayonunda mövcud avtobus marşrutları makromodeldə qeyd olunmuşdur. Mövcud avtobus marşrutlarından 18, 77 və 9 nömrəli avtobus marşrut xətləri makromodeldə çəkilmişdir (Şək. 3.14, Şək. 3.15, Şək. 3.16).



Şək. 3.14. Yasamal rayonunun makromodelində 18№ Avtobus marşrut xətti

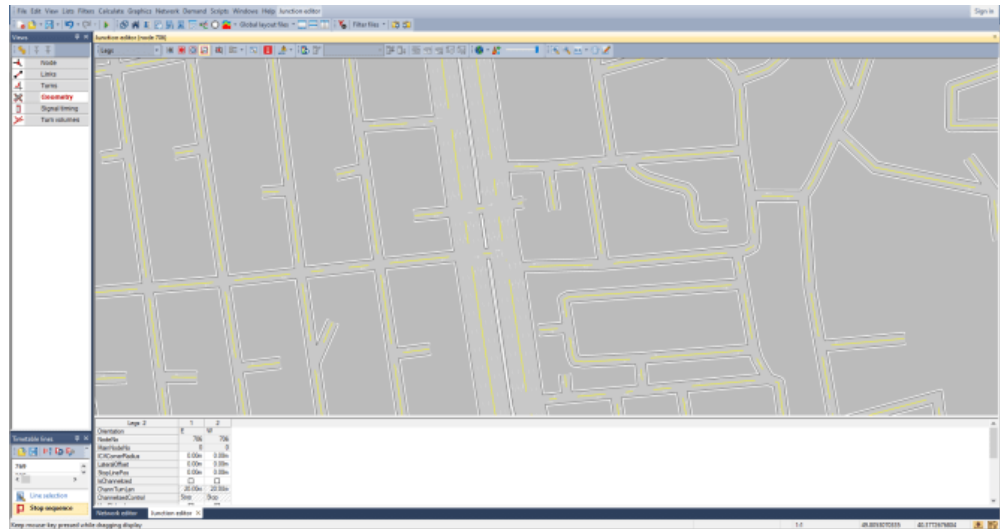


Şək. 3.15. Yasamal rayonunun makromodelində 77№ Avtobus marşrut xətti



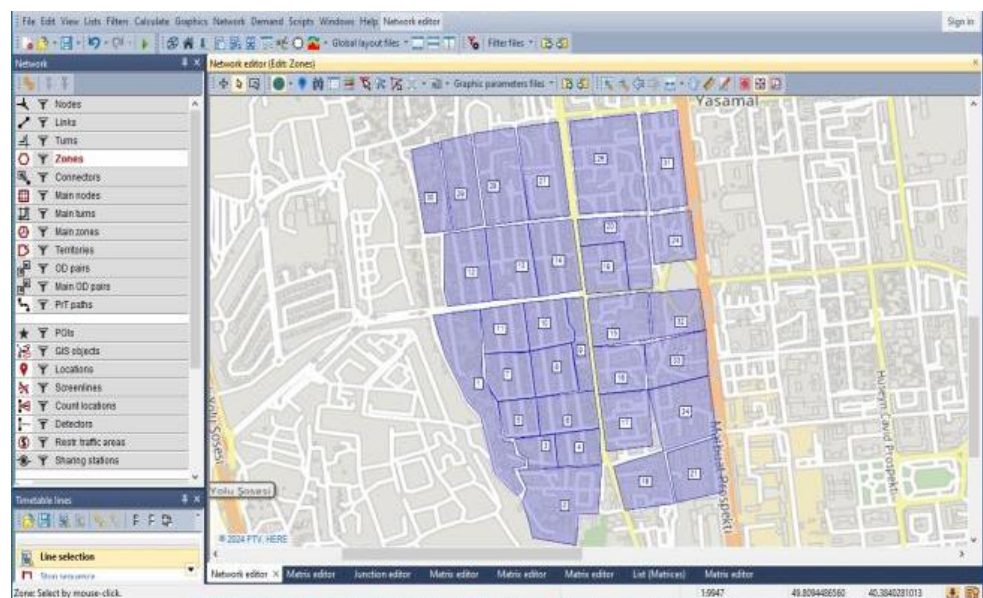
Şək. 3.16. Yasamal rayonunun makromodelində 9№ Avtobus marşurut xətti

Makromodeldə Yasamal rayonunda nəqliyyat vasitələrinin mövcud hərəkət istiqamətləri Şəkil 3.17-də göstərilmişdir.



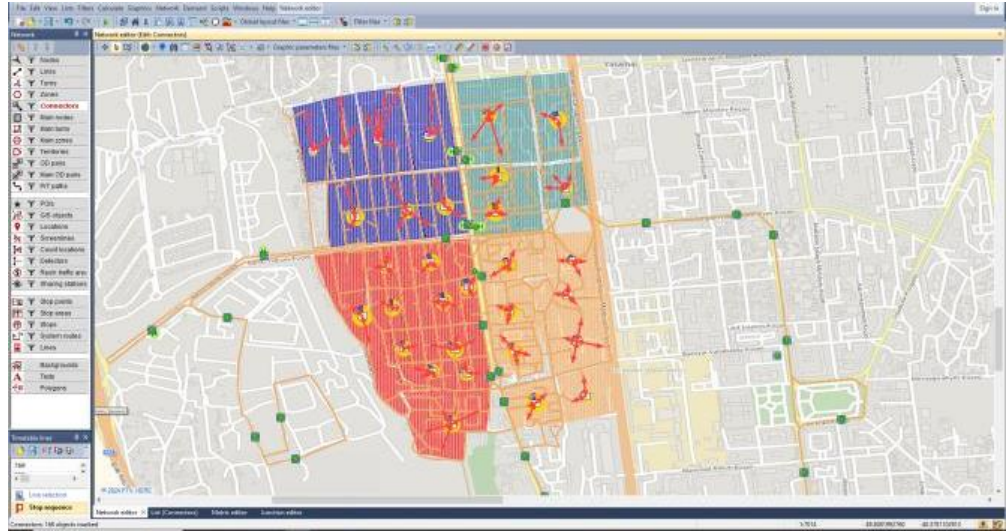
Şək. 3.17. Yasamal rayonunun makromodelində mövcud hərəkət istiqamətləri

Bakı şəhəri, Yasamal rayonunun makromodelində zonalar Şəkil 3.18-də öz əksini tapmışdır.



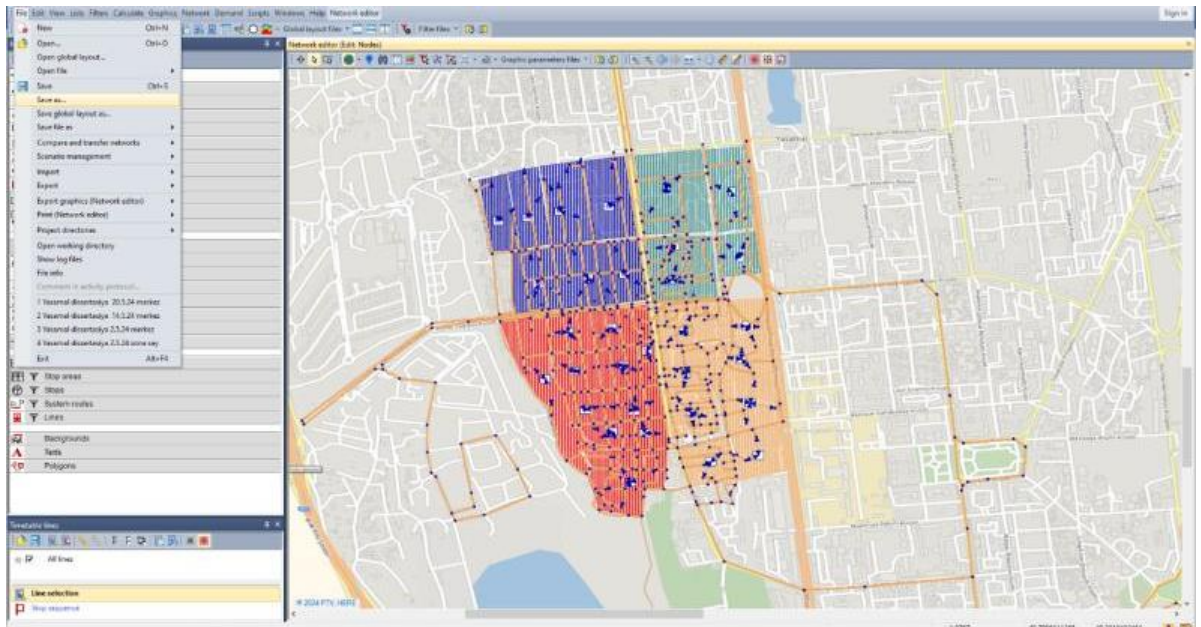
Şək. 3.18. Bakı şəhəri Yasamal rayonunun nəqliyyat modelində zonalar

Yasamal rayonunun makromodelində zonalardan bağlantılara çıxış istiqamətləri Şəkil 3.19-də öz əksini tapmışdır.



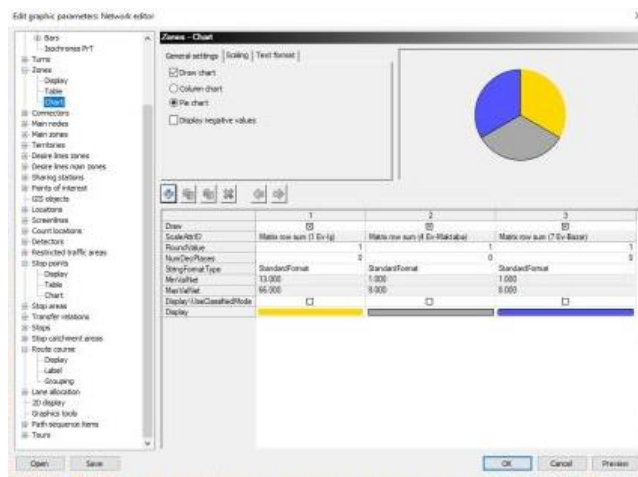
Şək. 3.19. Bakı şəhəri, Yasamal rayonunda zonalardan bağlantılara çıxış istiqamətləri

Yasamal rayonunun makromodelində ərazini zonalara böldükdən sonra aparılmış sorğulara əsasən yenidən qruplaşdırılaraq fərqləndirilmişdir (Şək. 3.20).



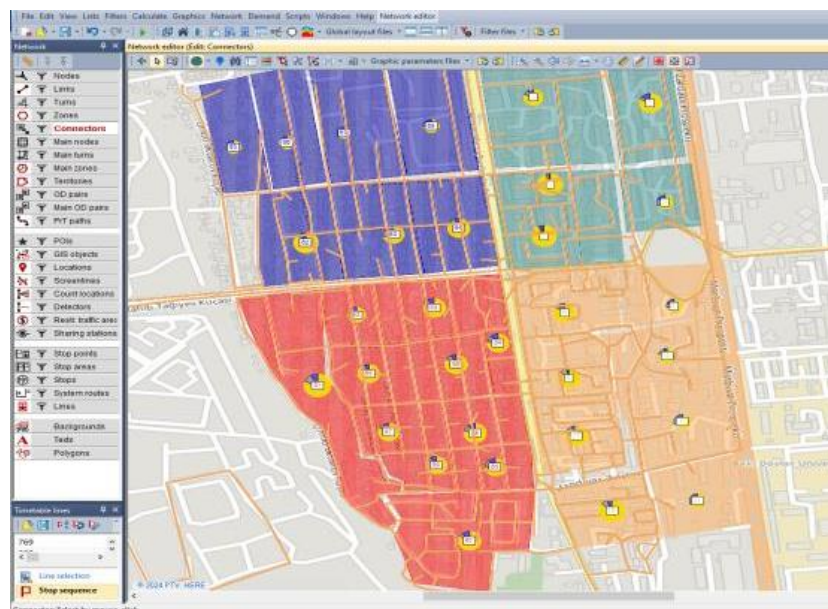
Şək. 3.20. Nəqliyyat zonalarının sərhədləri

Yasamal rayonunda aparılmış sorğu və monitorinqlərin nəticələri makromodelə işləndikdən sonra əhalinin daha çox hansı istiqamətlərdə yerdəyişmə diaqramlarını proqram vasitəsilə əldə etmək mümkündür. Bunun üçün Graphics bölməsində “Edit graphics” alt bölməsinə daxil olub zonalar parametrindən diaqramları aktiv etmək lazımdır (Şək. 3.21).



Şək. 3.21. Zonalarda əhalinin yerdəyişmə istiqamətləri üzrə diaqramının hazırlanması

Diaqramları aktiv etdikdən sonra bütün zonalar üzrə yerdəyişmə diaqramlarını makromodeldə görmək mümkündür (Şək. 3.22).



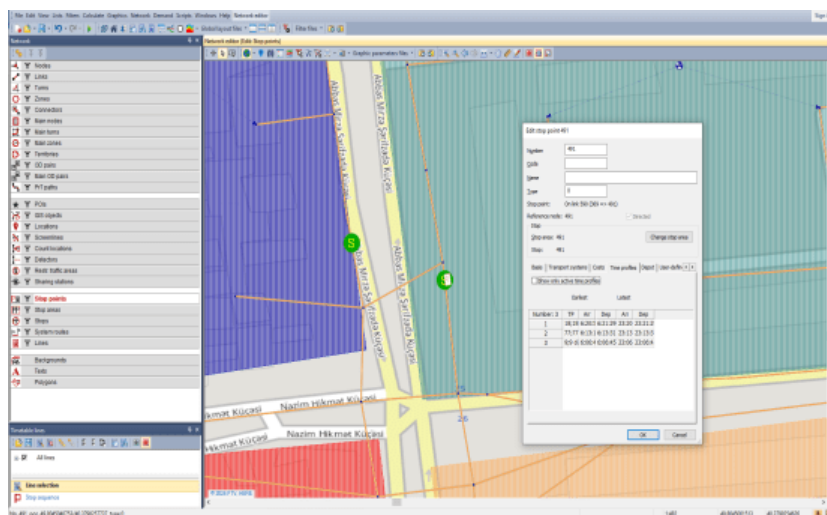
Şək. 3.22. Zonalar üzrə yerdəyişmə diaqramları

Bakı şəhəri, Yasamal rayonunun nəqliyyat modelləri üçün dayanacaqaların, dayanma zonalarının və dayanma məntəqələrinin sayı Cədvəldə 3.1.-də verilmişdir.

Cədvəl 3.1. Yasamal rayonu modelində ictimai nəqliyyat dayanacaqaları

Nəqliyyat modeli	Dayanacaqaların sayı	Dayanacaq zonalarının sayı
Yasamal ray.	14	26

Hər dayanacaq üçün zonalar arasında keçid vaxtı təyin edilir (Şək. 3.23). Bu matris “Dayanacaqalar” redaktə pəncərəsindəki “Dayanma zonalarının piyada keçidi vaxtı” pəncərəsində açılır.



Şək. 3.23. Dayanacaq bölgələri

Nəqliyyat şəbəkəsinin rəqəmsal modeli baxılan rayonun zonaları arasında yerdəyişmələrin simulyasiya edilməsinə imkan yaradır və şəbəkədə hərəkətliliyi qiymətləndirməyə imkan verir. Nəticədə bütün zirvələr arasında müxtəlif üsulla yerdəyişmələr zamanı itirilən vaxtı avtomatik olaraq müəyyən etmək imkanl yaranır. Bundan əlavə avtobus marşrutunun hərəkə cədvəllərini sınaqdan keçirmək və hərəkət cədvəllərinə dəyişikliklərin nəticələrini görmək imkanı yaranır.

NƏTİCƏ

1.Şəhərlərin nəqliyyat şəbəkələrində nəqliyyat axınlarını, ictimai nəqliyyatın fəaliyyətini, piyada hərəkətini, parklanma şəraitini imitasiya etmək üçün müxtəlif proqramlarda yaradılmış mikro və makromodellərdən istifadə edilir. Makromodellərdən istifadə edilməsi şəhər zonaları arasında bütün yerdəyişmələri kifayət qədər detallı şəkildə təsvir etmək imkanı yaradır.

2.PTV VİSUM şəhərlərin makromodellərinin yaradılmasında istifadə olunan yeni və səmərəli bir alətdir. Onun istifadə edilməsi şəhərlərdə hərəkətliliyin qiymətləndirilməsi, yerdəyişmələrin nəqliyyat növləri arasında bölüşdürülməsi məsələlərini kifayət qədər dəqiqliklə analiz etməyə imkan yaradır.

3.PTV VİSUM proqramının köməyi ilə şəhər mirkrorayonunun rəqəmsal modelinin yaradılması üçün xəritələr üzərində iş, proqramın alətlərindən istifadə ardıcılığı, yol ayrıcları, dayanacaq məntəqələrinin iş parametrlərinin daxil edilməsi metodikasını verir və bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar zamanı istifadə edilə bilər

4.Şəhər nəqliyyat şəbəkəsinin rəqəmsal əkizinin (makromodelinin) yaradılması üçün Bakı şəhərinin Yasamal rayonu seçilmiş və 4 əsas zonaya bölünmüşdür. Zonaların mərkəzləri, hərəkətə başlama və bitirmə nöqtələri, sorğu nəticəsində alınmış rəqəmlər əsasında hərəkətin əsas parametrləri daxil edilmişdir.

5.Yaradılmış modelin sınaqları ilə zonalar arasındakı gedişlərdə vaxt itkiləri gedişlərin növləri üzrə müəyyən edilmiş və yaradılan modeldə edilən dəyişikliklərin real nəqliyyat şəbəkəsinin planlaşdırılmasında istifadə üçün tətbiqi məqsədəuyğun hesab edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

Daniel Krajzewicz, Christian Feld, Georg Hertkorn and Peter Wagner, (2002). SUMO (Simulation of Urban MObility); An open-source traffic simulation, 183-187. <https://elib.dlr.de/6661/>

Erinç Ulumdar, Gökhan Tüccar. Comparison of traffic densities at different signalization timings in roundabouts.

Gabriel Benčat, Aleš Janota (2020). Road traffic modelling based on the hybrid modelling tool AnyLogic, 2(2), 73-89. <https://doi.org/10.24136/tren.2020.006>

Haiqin Wang, Guangqiu Lu, Jiahui Liu (2019). Simulation of Automated Stereo Warehouse System Based on Flexsim, 1019–1029. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3648-5_129

Halil Kara, Gürcan Sarısoy, Yavuz Delice (2022). Yeşil dalga uygulamalarında ışık yönlendirme sisteminin kullanımının değerlendirilmesi. <https://azerbaijan.az/related-information/280>

Marianna Jacyna, Mariusz Wasiak, Michal Klodawski, Piotr Golebiowski (2017). Modelling of Bicycle Traffic in the Cities Using VISUM, 7(2), 435-441. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.397>

Marin-Marian Coman, Dorel Badea (2017). The Vehicles Traffic Flow Optimization in an Urban Transportation System by Using Simulation Modeling, 190-197. <https://doi.org/10.1515/raft-2017-0026>

Mustafa Ilıcalı, Süleyman Saraç (2019). Trafik Sıkışıklığının Azaltılmasında Ulaşım Çözümlerinin Etkisi, 2(2), 93-107. <http://dergipark.org.tr/tuad>

Orxan Zakirov (2023). Azərbaycanda nəqliyyat təhlükəsizliyi ilə bağlı çağırışlar. <https://agora-az.org/data-bloq-yol-neqliyyat-hadiseleri/>

Pakdee Jaisue (2022), Reduction picking time of raw material within the warehouse by flexsim simulation software, 481-490.

Philipp Heyken Soares, Leena Ahmed, Yong Mao & Christine L Mumford (2020). *Public transport network optimisation in PTV Visum using selection hyper-heuristics*, 13(3), 163–196. <https://doi.org/10.1007/s12469-020-00249-7>

Shamim Akhter, Nurul Ahsan, Shah Jafor Sadeek Quaderi, Md. Abdullah Al Forhad, Sakhawat H Sumit, and Md. Rahatur Rahman, (2020). *A SUMO Based Simulation Framework for Intelligent Traffic Management System*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/10.18178/jtle.8.1.1-5>

Ya I Shamlitskiy, S N Mironenko, N V Kovbasa, N V Bezrukova (2019). *Evaluation of the effectiveness of traffic control algorithms based on a simulation model in the AnyLogic*, 401-435. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1353/1/012101>

Yang Liu, Yunxue Song (2022). *Research on simulation and optimization of road traffic flow based on Anylogic*, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236001070>

Е. В. Лантева, Ю. С. Лекарева, С. С. Уманский (2023). *Имитационное моделирование производственных процессов в среде FlexSim*, 2(128). <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2023-2-16-23>

М.Р. Якимов, Ю.А. Попов (2014), *Практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе ptv Vision® VISUM, “Логос”*.

Ф.С. Дашдаміров (2020). *Створення симуляційної моделі руху автобусів на міських маршрутах*, 205-211. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.41.2020.226216>