

Tallinna Tehnikaülikool

Logistikainstituut

Tallinna ühistranspordisüsteemi arendamine, liinivõrgu optimeerimine

Vahearuanne nr.1

**Metoodika, lähteandmete töötlemine ja esmased
tulemused**



Tallinn 2014

Tallinna Tehnikaülikool

Logistikainstituut

Tallinna ühistranspordisüsteemi arendamine, liinivõrgu optimeerimine

Vahearuanne nr.1

Metoodika, lähteandmete töötlemine ja esmased tulemused

Tallinn 2014

Sisukord

1.	Sissejuhatus	4
2.	Lähteülesanne	4
2.1.	Uuringu eesmärgid	4
2.2.	VISUM transpordimudel.....	6
3.	Lähteandmete vajadus ja uuringu metoodika.....	7
3.1.	VISUM-transpordimudeli ühistranspordivõrgu kirjeldus	7
3.2.	Liinivõrk, peatused	9
	Liinisagedus	12
4.	Lähteandmed ühistranspordinõudluse määramiseks.....	17
4.1.	Metoodiline lähenemisviis	17
4.2.	Sõitjate andmestik, valideeritud sõidud.....	20
4.3.	Sõitjate automaatloenduse andmestiku ja valideeritud sõitude andmestiku võrdlus.	27

1. Sissejuhatus

Käesolev vahearuanne käsitleb 2014. aastal Tallinna Transpordiameti ja Tallinna Tehnikaülikooli logistikainstituudi vahel sõlmitud lepingulise uurimistöö „Tallinna ühistranspordisüsteemi arendamine, liinivõrgu optimeerimine“ esimesi tulemusi.

Projekti eesmärgiks on Tallinna ühistranspordi liinivõrgu optimeerimise projekti läbiviimine vastavalt Tellija poolt esitatud lähteülesandele.

Käesoleva vahearuande koostamisel osalesid Tallinna Tehnikaülikooli poolt Dago Antov, Imre Antso, Harri Rõuk ja Roland Mäe, projektipartneri Tampere Tehnikaülikooli poolt Tuomas Palonen, Harri Rauhamäki ja Hanna Kalenoja.

2. Lähteülesanne

2.1. Uuringu eesmärgid

Vastavalt sõlmitud lepingule kohustub töövõtja, Tallinna tehnikaülikool, koos oma projektipartneri-Tampere Tehnikaülikooliga teostama töö „Tallinna ühistranspordisüsteemi arendamine, liinivõrgu optimeerimine“.

Uuringu eesmärgiks on Tallinna ühistranspordisüsteemi arendamise ja liinivõrgu optimeerimine, täpsemalt vajadus tõsta ühistranspordi teenuse kvaliteeti, muutes sellega ühistransport reaalseks alternatiiviks autole ning suurendades ühistranspordi osatähtsust.

Tallinna ühistranspordisüsteemi arendamiseks toimub liikumisvajaduste analüüsi põhjal uue liinivõrgu modelleerimine ja analüüs, kasutades rahvusvahelist kogemust, et saada informatsiooni liinivõrgu muutmise vajadusest ja muudatustest, mida toob kaasa uus modelleeritud liinivõrk.

Projekti käigus kavandatakse Tallinna ja selle mõjupiirkonna (Tallinna lähiümbruse vallad) ühistranspordi optimaalne liinivõrk ning välisekspertide kaasamisega tõstetakse piirkonna ühistranspordi korraldajate ning planeerijate haldussuutlikkust.

Peamised käsitletavad teemad:

- ühistranspordi liinivõrgu optimeerimine ja arendamine (kõik ühistranspordiliigid);
- tariifi- ja piletimüügisüsteemi põhimõtted ja ühistranspordi liinivõrgu integreerimine Harju maakonna liinivõrguga;
- majanduslikud ja finantsaspektid;
- keskkonnakaalutlused.

Tegevused jagunevad järgmisesse kahte etappi:

- Etapp 1 : Olemasoleva ühistranspordisüsteemi analüüs (nõudlusele vastavus) ja lähiperspektiivi liinivõrgu väljatöötamine;

- Etapp 2 : Ühistranspordi optimaalse liinivõrgu väljatöötamine pikaajalise arengustsenaariumina

- Linnaarengut, transpordipoliitikat ja planeerimist, ökonoomikat, finantse ja keskkonda puudutava linnatranspordiuuringu vastavad eesmärgid määratletakse koostöös Tallinna Linnavalitsusega.
- Esimeses etapis “diagnoosib” Konsultant linna ühistranspordisüsteemi selleks, et kvantitatiivselt määratleda liikuvusvajadused. Eesmärgiks on siin ka ühistranspordi pikaajalise stsenaariumi koostamine. See ülesanne tähendab mahukat andmekogumist. Analüüs ja majandusliku tasuvuse hindamine aitab välja selgitada sobiva lähiperspektiivi liinivõrgu. Selles etapis soovib Konsultant Juhtkomisjonile võimalikult optimaalset minimaalsete investeeringukuludega liinivõrgu ülesehitust ja selle ellurakendamise võimalusi.
- Teine etapp keskendub pikemaajalise arengustsenaariumi väljatöötamisele, mis vajab olulisi investeeringuid taristusse.

1. etapi eesmärk on töötada välja integreeritud transpordivõrgu pikaajaline arengustrateegia kooskõlas Tallinna linna arengustrateegiaga.

- Integreeritud võrk tähendab nii uuringupiirkonna avalike ühistranspordiliikide (bussid, trollid, trammid, elektrirongid) kui ka ümberistumisvõimaluste (peatused, sõiduplaanid) optimaalset korraldust.
- Esmalt määratleb Konsultant koostöös uuringuala. See kattub võimalikult suurel määral Tallinna linna ja selle lähiümbrusega, ühistranspordiga tegelikkuses kaetud alaga. Uuringuala peab haarama ka Harju maakonna.

Kogutakse põhilised baasandmed uuringuala kohta. Kõik olemasolevad asjakohased andmed, teave, aruanded, kaardid ja muud dokumendid kogutakse kokku ja vaadatakse läbi.

Koostatakse ülevaade uuringutest, mis käsitlevad asustuse arengusuundumusi, töökohtade ja koolide paiknemist ning muid liiklust genereerivaid tegevusi.

Olemasolev informatsioon maakasutuse ja transpordi taristu kohta ajakohastatakse valminud linnaplaneeringute ja transpordiprojektide põhjal (näit. viimased muutused maakasutuses ning kavandatud ja projekteeritud taristus transpordi- ja muudes valdkondades).

Lisaks tutvutakse tänavavõrguga, bussi-, trolli- ja rööbastranspordivõrkudega. Vaadatakse üle liinid, peatused/jaamad, sõidukid, töökojad ja depood.

Antakse hinnang olemasolevate andmete ja informatsiooni kvaliteedile ning olemasolevatele transpordialastele tehnilistele pakkumistele ja nende majandusnäitajatele. Tuvastatakse puuduv informatsioon ja ajakohastamist vajavad andmed ning sellega kaasnev lisauuringute vajadus.

Tänaise transpordinõudluse hindamine

Kogutakse kokku ja analüüsitakse läbi kogu ühistransporti puudutav info, nagu loendused valikpunktides, tiptunni/päevase transpordikasutuse suhe, peamised lähte- ja sihtpunktid, kõige tähtsamad ristlõiked.

Kogutakse kokku teave järgmiste näitajate kohta:

- liikuvus uuringupiirkonnas,
- liikumisviiside jaotus,
- päevane sõitude jaotumine transpordiliigi, sõidueesmärgi ja tsooni järgi (maatriksid),
- tipptundidel tehtavate sõitude jaotumine transpordiliigi, sõidueesmärgi ja tsooni järgi (maatriksid),
- muud asjakohased suhtarvud ja näitajad.

Kogutud andmed esitatakse tabelite ja graafikute kujul, hõlbustamaks transpordikasutuse iseloomu edasist hindamist ja analüüsi.

Selle töö peamised tulemused on:

- ajakohast liiklusteavet sisaldavad kaardid ja tabelid (päevased ja tipptundide mahud),
- lähte- ja sihtkohti iseloomustavad graafikud ja tabelid (reisijatevood põhiteljel, "soovitud liinide" määratlemine).

2.2. VISUM transpordimudel

Ühistranspordi pakkumine täna

Olemasoleva informatsiooni põhjal igakülgse andmebaasi loomiseks koostatakse täielik ülevaade transporditeenuse pakkumise indikaatoritest liikide (buss, troll, tramm ja linnasisene rongiliiklus) kaupa. Ühistranspordivõrgu mudel võtab arvesse:

- transpordiliiki (buss, troll, tramm ja rongiliiklus);
- tegelikku kiirust, arvestades liiklusummikuid;
- marsruute ja peatuseid;
- sagedust;
- nõudlust;
- ümberistumise koefitsient, muud (sõidutariif jms);
- ajaväärtust.

Peale liiklusmudeli valmimist tuleb see kalibreerida. Liiklusmudeli kalibreerimise eesmärk on kontrollida kogutud andmete sobivust. Kogutud andmetega luuakse võimalikult tõetruu pilt praegusest olukorrast.

Ühistranspordi 0-stsenaarium

Määratletakse võrdlusstsenaarium, mille puhul jäävad püsima praegused arengusuundumused.

Hinnatakse kvantitatiivselt sotsiaal-majanduslikku arengut mudeli väljatöötamisel aastateks 2016, 2026 ja 2036. Näitajad peavad olema tööpiirkonna mastaabis.

Maakasutuse arengu ja majandusarengu suundumuste alusel hinnatakse asustuse ja tööhõive kujunemist järgmise 20 aasta jooksul. Võetakse arvesse ka teised liikluse tekitajad nagu ülikoolid, haiglad, lennujaamad, Ülemiste planeeritav Rail Baltika terminal jmt.

Miinimum-tegevuse stsenaariumit kasutatakse võrdlusmaterjalina ning see aitab mõista transpordivõrgu lähi- ja pikaajalise stsenaariumi eeliseid.

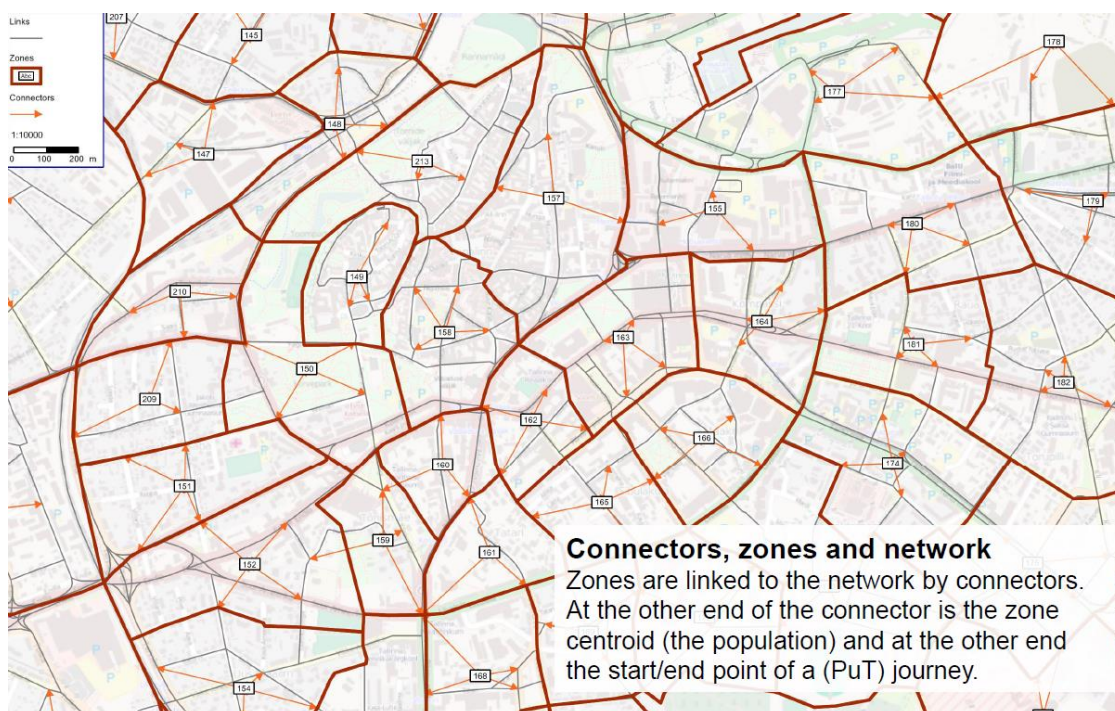
3. Lähteandmete vajadus ja uuringu metoodika

3.1. VISUM-transpordimudeli ühistranspordivõrgu kirjeldus

VISUM – tarkvara põhise transpordimudeli koostamiseks ja kasutamiseks vajalik andmestik jaguneb üldjuhul kaheks. Esimene oluline moodul kujutab endast olemasoleva tänavavõrgu ja liinivõrgu kirjeldust, teine aga sõitjate nõudlust. Mudeli kasutamisel „koormatakse“ liinivõrku nõudlusega ja selle tulemusena saadakse kogu võrku iseloomustavad näitajad nii üksikute liinide, peatuste, transpordiliikide, piirkondade, kui ka kogu võrgustiku tasandil.

Mudeli koostamise esimeseks lähtekohaks on mudeli mastaabi määramine, sealhulgas on mudeli töötamise täpsus suurel määral määratud transporditsoonide arvuga. Transporditsoon kujutab endast üldistatud piirkonda, mille – tinglikust raskuskeskmest- saavad kõik liikumised alguse või lõpevad seal. Mida enam on transporditsoone, seda täpsem on mudel, samas nõuab nõ täpsem mudel ka täpsemaid lähteandmeid. Käesolevas töös on transporditsoonide arvu ja piiride defineerimisel lähtutud Tallinna Transpordiameti poolt koostatud tööst (*E.M. Villemi, Tallinna ümbertsoneerimine Tallinna regiooni ühistranspordi mudeli rakendamiseks, OÜ Tasuvus, Tallinn 2013*) ja nõuetest.

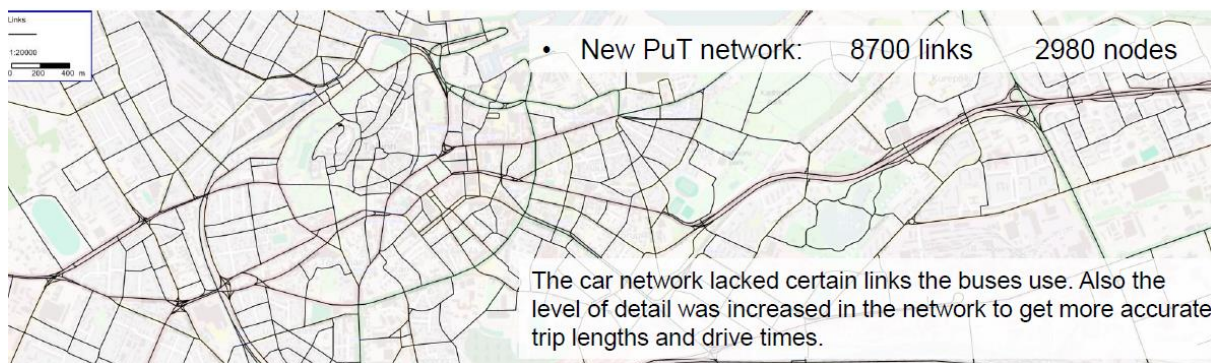
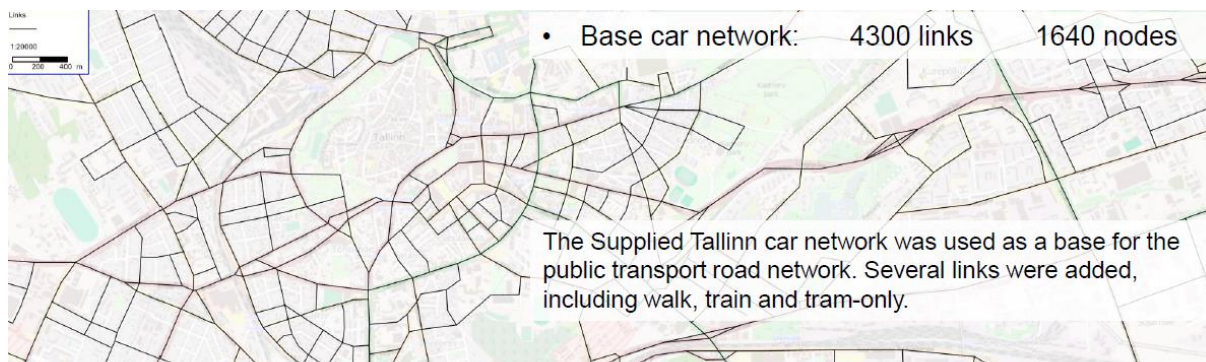
Koostatud transpordimudel on uuringupiirkond (kokku 160 km²) jagatud 219 transporditsooniks, mille keskmiseks suuruseks on 0,73 km². Samas on arusaadav, et kuna transporditsoonide keskmine elanike tihedus on erinev, siis on otstarbekas ka nende suurust varieerida, üldjuhul on kesklinna tsoonid väiksemad, äärelinna omad pigem suurema maa-alaga.



Joonis 2. Näide transporditsooni tsentroidi ja ühistranspordi peatuste vaheliste ühenduste kirjeldusest transpordimudelis.

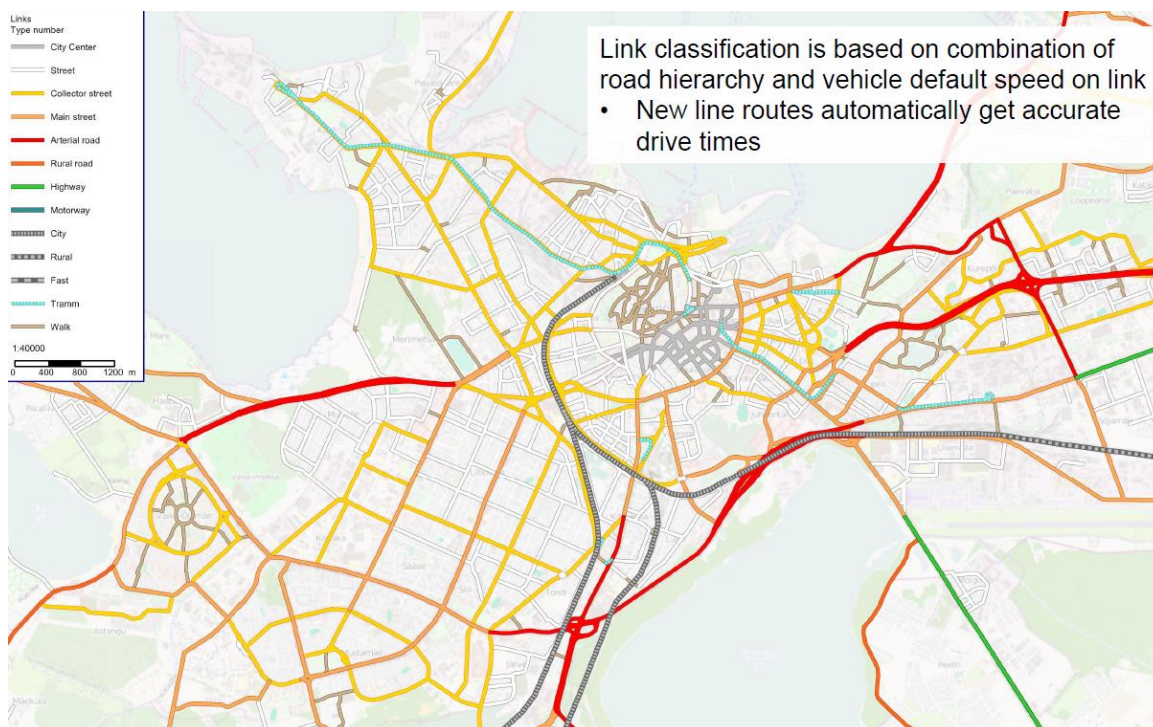
3.2. Liinivõrk, peatused

Ühistranspordimudeli liinivõrgu (liinide kulgemine tänavavõrgul ja lisatud rööbasteed) aluseks on võetud Tallinna autoliikluse transpordimudeli võrgustik (Stratum 2013), millele on vajaliku täpsuse saavutamiseks lisatud ühendusi. Koostatud ühistranspordivõrk koosneb kokku 8700-st ühendusest (inglise k. link) ja neid ühendavast 2980-st sõlmest. Viimaseid saab üldjuhul käsitleda ja nad on ka mudelis kirjeldatud ristmikena.



Joonis 3. Ühistranspordimodeli võrgustiku loomine ja parameetrid.

Kõik kirjeldatud ühendused klassifitseeriti teatavate tunnuste alusel, millest olulisemateks parameetriteks on sõiduradade arv ja keskmine ühenduskiirus ühendusel. Ühenduse keskmise ühenduskiiruse alusel genereeritakse ühissõidukite reaalsed liikumisajad võrgustikul.

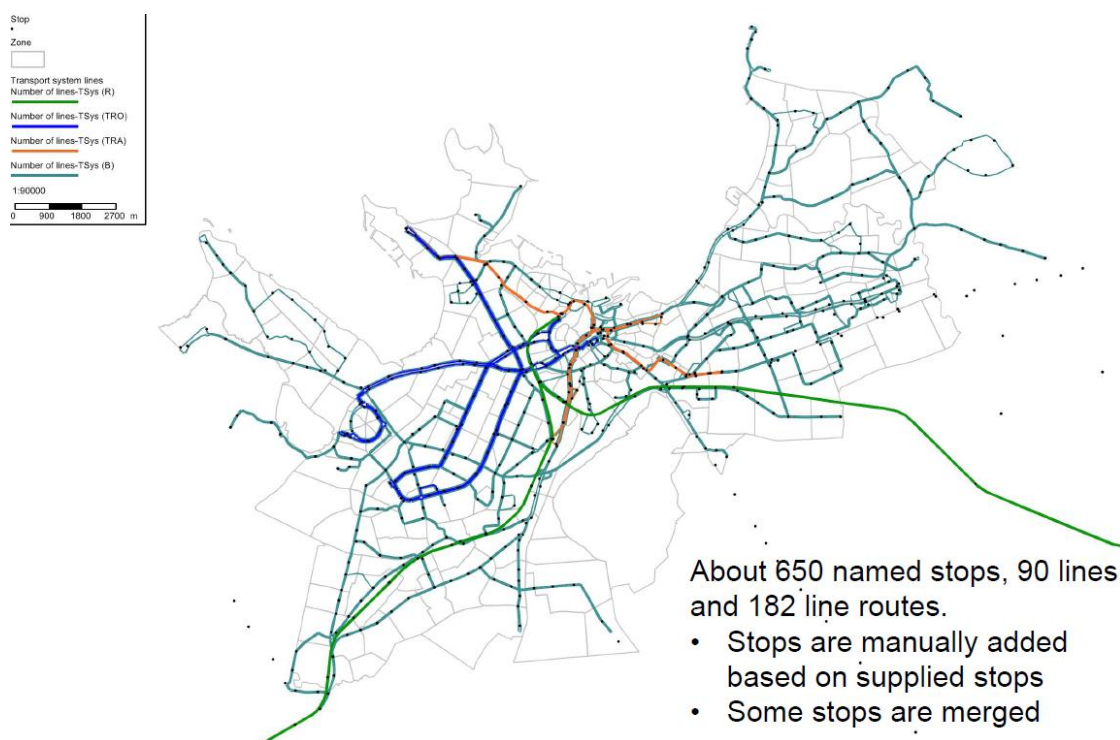


Joonis 4. Tänavate klassifikatsioon ühistranspordimodelis.

Järgmise ülesandena lisati võrgule peatuste asukohad. Peatuste andmebaasi aluseks on andmebaas www.peatus.ee

Kokku koosneb koostatud ühistranspordivõrgustik u. 650-st peatusest, 90-st liinist ja 182 marsruudist. Põhimõtteliselt võib mudelis peatusi kirjeldada kas eraldiseisvatena (näiteks kahel pool sõiduteed, kuid samal tänaval), või ühendada need üheks peatuseks. Viimase lähenemisviisi eeliseks on see, et modelleerimisel saab peatusi käsitleda ühena erinevate sõidusuundade jaoks, mis vastab pigem paremini reaalsele liiklussituatsioonile. Mõned peatused on siiski ka lahutatud, seda eriti juhul, kui nende füüsiline asukoht (paiknemine) tingib vajaduse neid peatusi läbivaid liine eraldi käsitleda (näiteks paiknevad peatused ristmiku erinevatel harudel ja osa liine liguvad peale peatuses seismist erinevates suundades).

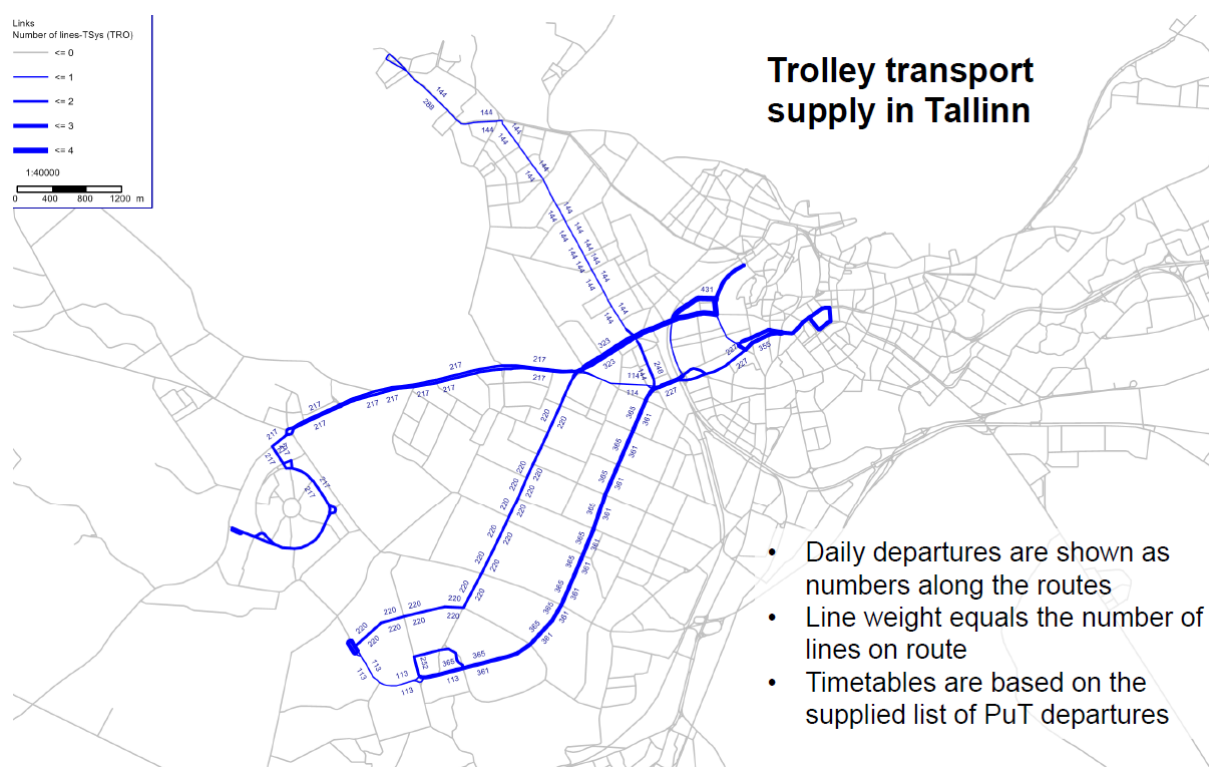
On vajalik mainida, et peatuse hilisem lisamine, muutmine vms tegevus on hilisema mudeli kalibreerimise ja kasutamise käigus väga lihtne, seega ei kujuta praegune peatuste kirjeldus endast takistust hilisemale modelleerimistegevusele. Liinide kirjeldus, mis koosneb peatustest ja nende ühendustest, pärineb andmebaasist www.peatus.ee.



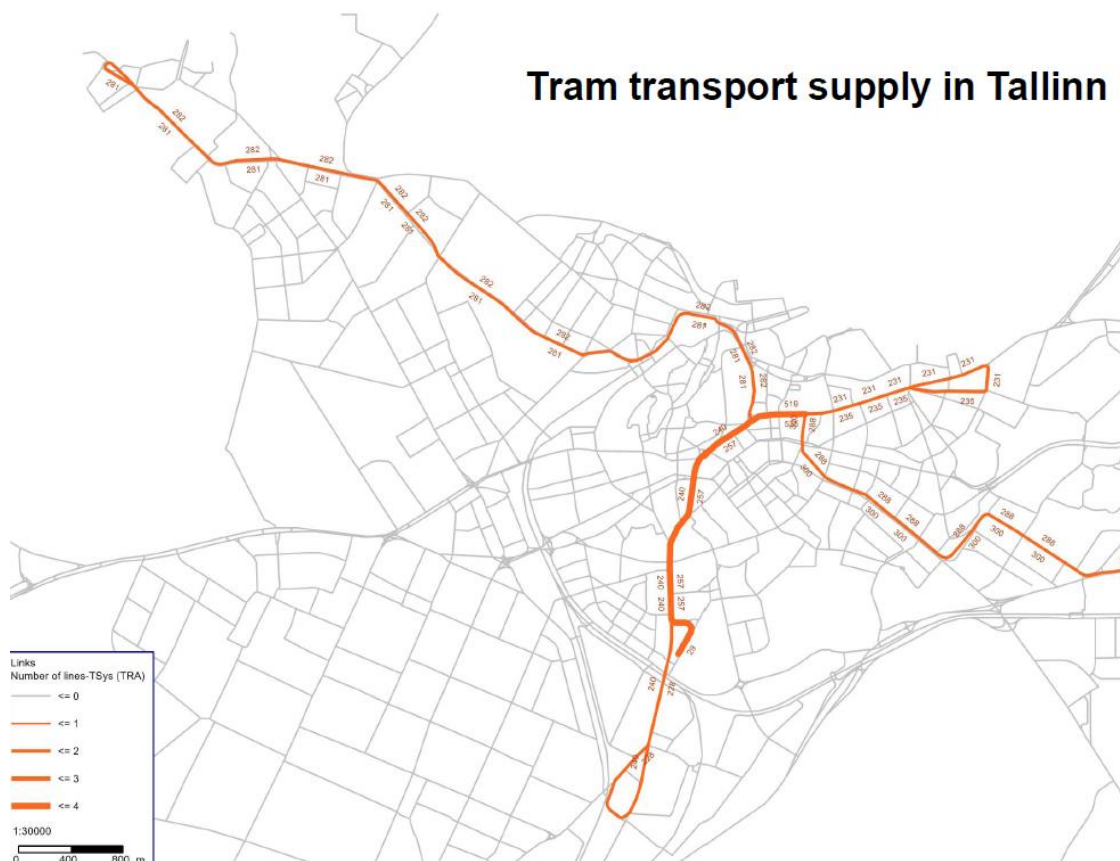
Joonis 5. Ühistranspordi peatuste ja liinide kirjeldus ühistranspordimudel.

Liinisagedus

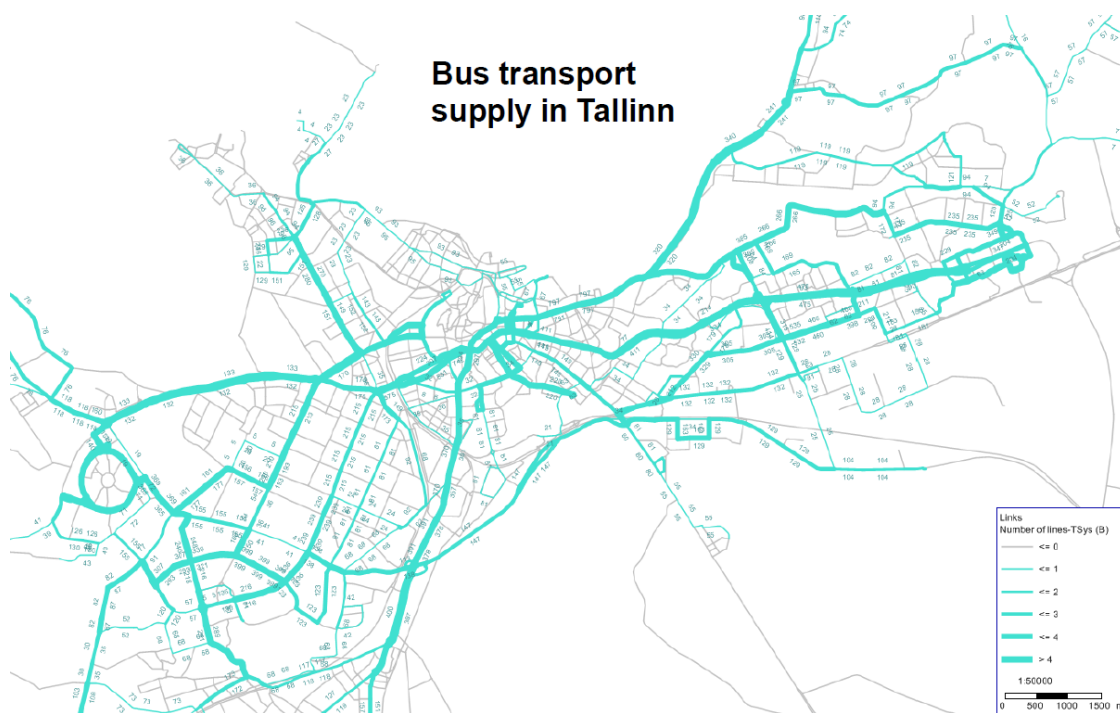
Liinisageduse väärtused pärinevad Tallinna Transpordiametist ja andmebaasist www.peatus.ee, samuti on selle kalibreerimiseks kasutatud Tallinna Transpordiameti automaatse sõitjatelenduse süsteemi (APC- *automatic passenger counting*) andmestikku. Liinisageduse, nagu ka liinide marsruudid on viidud 2014.aasta märtsikuu seisule.



Joonis 6. Tallinna trollivõrgu kirjeldus mudelis. (Märkus: numbrid marsruutidel tähistavad päevast väljumiste arvu)

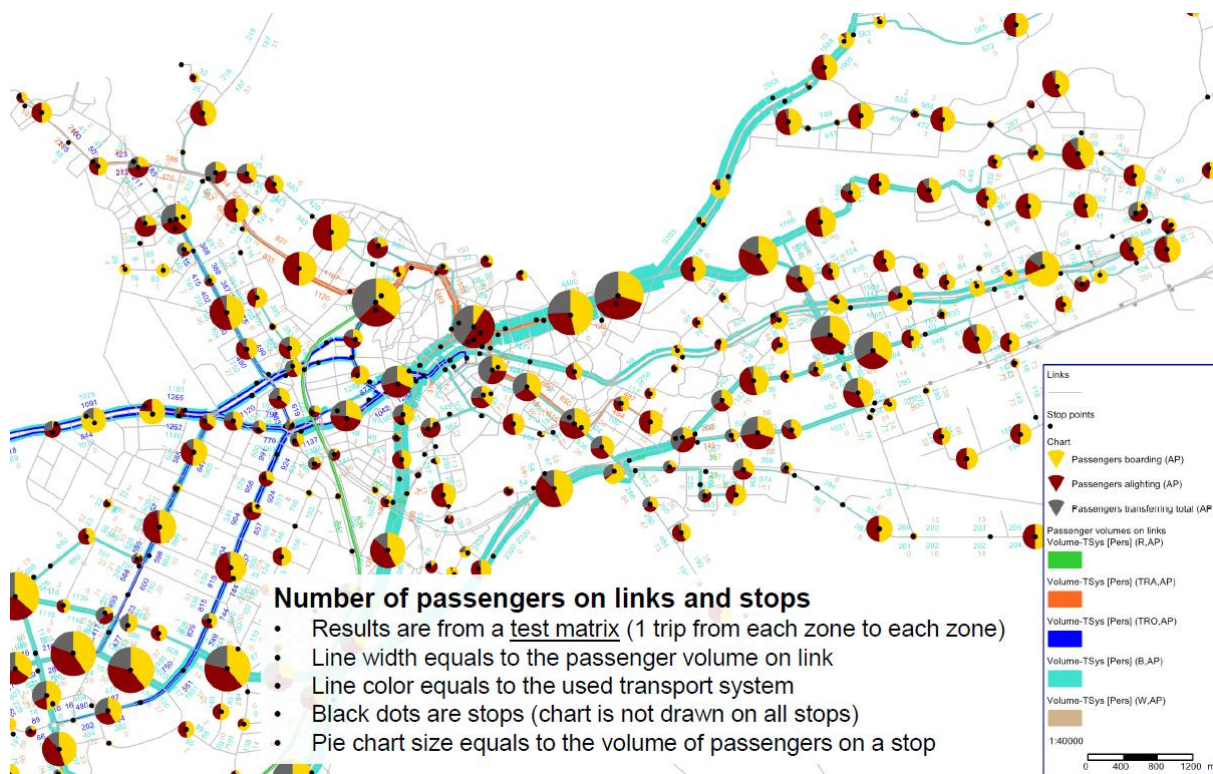


Joonis 7. Tallinna trammivõrgu kirjeldus mudelis.



Joonis 8. Bussivõrgu kirjeldus transpordimudelis.

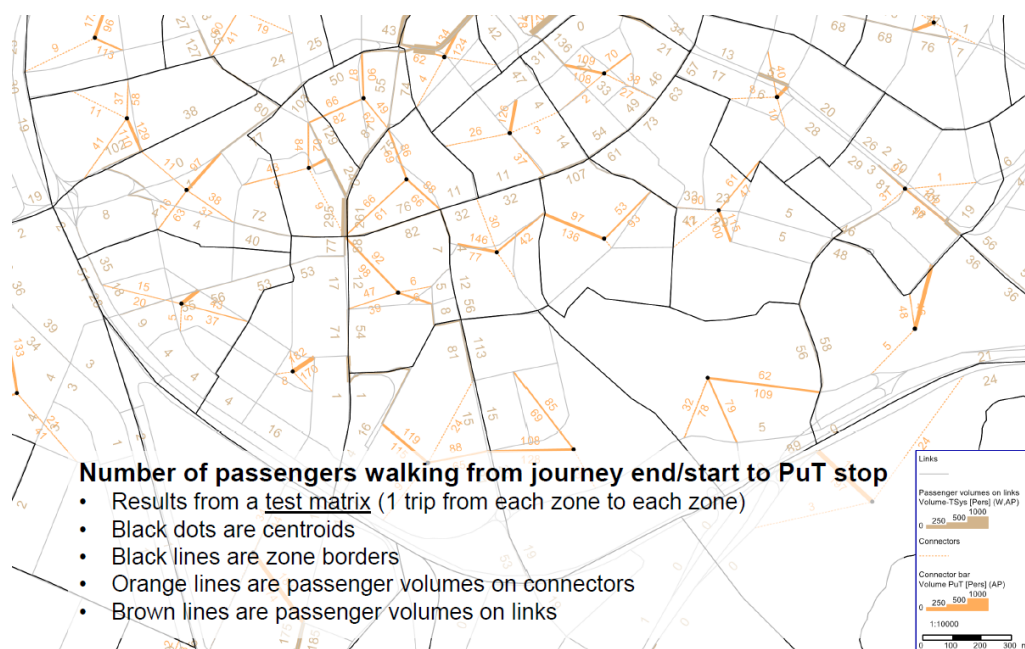
Järgnevalt on toodud mõningaid näiteid ühistranspordimudeli kasutatavuse võimalustest. Muidugi on oluline silmas pidada, et nende näidete puhul pole veel kasutatud reaalselt nõudlusmaatriksit, vaid niinimetatud testmaatriksit, kus kõikide transporditsoonide vahel on tinglikult eeldatud korrespondentsi 1 ühik.



Joonis 9. Testmaatriksi-põhine ühistranspordi modelleerimise tulemuse näide.

Joonisel 9 on toodud näide testmaatriksiga koormatud ühistranspordivõrgu mudeli rakendamise tulemusest. Selle peamiseks eesmärgiks on illustreerida võimalusi mudeli tulemuste interpreteerimisel. Joonisel on toodud näide peatuste ja linkide (tänavalõikude) koormatusest.

Joonistel 10 ja 11 on esitatud näited liinivõrgu teenindustaseme analüüsi võimalustest. Võimalused illustreerida ühistranspordi teenindustaset on nii üksikute liinide (joonis 10), kui ka piirkondade (joonis 11) kaupa. Joonisel 10 on esitatud joonis, mis kirjeldab ühe konkreetse bussiliini (näites nr 13) peatustes läbivate ühissõidukite (kõik liinid kokku) arvu perioodi jooksul. Joonisel 11 on esitatud sarnased väärtused mingi konkreetse piirkonna (näites kesklinn) kohta.



Joonis 12. Testmaatriksi põhine tsooniühenduste koormus ühistranspordimudelis.

On oluline mõista, et ühistranspordimudelis nõ „valivad“ reisijad endale sobiva, ratsionaalse marsruudi kogu lähte- ja sihtkoha vahelise marsruudi jooksul, juba alates tsoonist, mida kirjeldatakse nn tsoonitsentroidi ja esimese kasutatava peatusevahelise tsooniühenduse ajakuluna. Seega tekivad mudelis ajakulud mitte ainult sõidu- ja ooteaegadest, vaid ka tinglikult jalgsikäigust sihtkohast peatuseni ja viimasest jalgsikäiguteekonnast peatusest sihtkohta, samuti ümberistumiste ajakulust, kui peatused on erinevas asukohas. Selle kohta on näide esitatud joonisel 12.

4. Lähteandmed ühistranspordinõudluse määramiseks

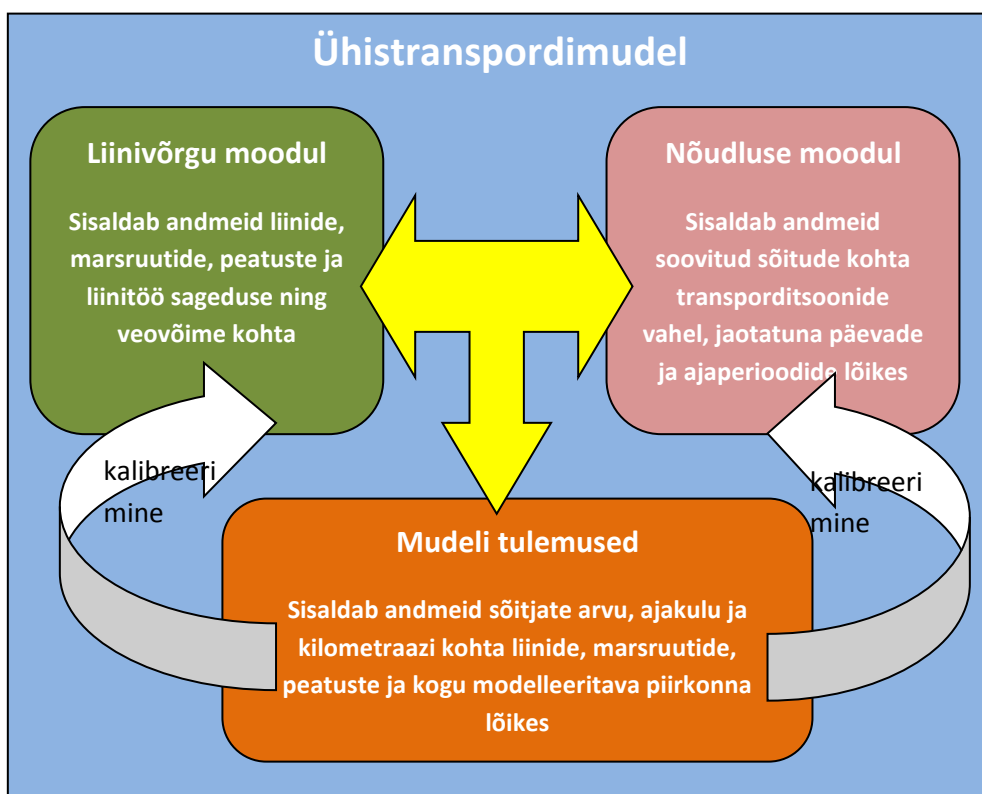
4.1. Metoodiline lähenemisviis

Ühistranspordimudel peab kirjeldama reaalselt olukorda võimalikku täpselt. Selleks, et olla veendunud stsenaariumipõhiste ühistranspordivõrgu variantide modelleeritud tulemuste paikapidavuses, on otstarbekas koostada kõigepealt olemasolevat olukorda kirjeldav mudel. Selline ülesanne on ette nähtud ka käesoleva projekti lähteülesandes.

Olemasoleva (ka nn baasvariandi või 0-variandi) modelleerimise tulemuste alusel saab mudelit kalibreerida, kuid kuni selle tulemuste kättesaadavuseni ei saa olla kindel selles, kas mudelis võib olla vigu ja millised mudeli parameetrid nõuavad täpsustamist.

Tavapäraselt võib eeldada, et mudeli moodul, millesse on sisestatud liinivõrgu, peatuste, marsruutide, liiklussageduse jms andmed võivad sisaldada pigem mehaanilisi vigu, mitte valesid sisendandmeid. Mudeli teine moodul, mis sisaldab nõudlust ja määrab suures osas liinide, peatuste jne kasutatavuse on tunduvalt tundlikum just sisendandmete kvaliteedi suhtes ja nõuab seetõttu oluliselt põhjalikumalt analüüsi sisendandmete töötlemisel.

Üldjuhul näeb mudeli koostamine välja alljärgnevalt:



Joonis 13. Mudeli koostamise moodulid ja väljund.

Kuna projekti üheks eesmärgiks on hinnata olemasoleva liinivõrgu sobivust nõudlusele, siis on üheks oluliseks otsuseks ka see, milline ajaperiood võtta analüüsi aluseks. Varasematest uuringutest on

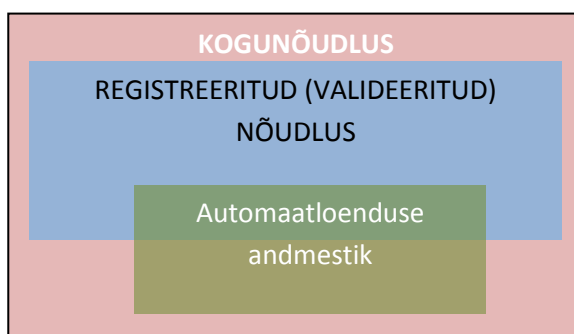
teada, et transpordinõudlus linnas sõltub ajaperiодist, näiteks suvel, mil õpilased ja paljud töötajad on suvepuhkusel, on reeglina sõitjaid vähem, nagu ka teistel töövabadel perioodidel. Kehvema ilmastikuga ajaperiодil kasutatakse motoriseeritud transporti sagedamini, kui ilusa ilmaga, mil jalgsikäik ja jalgrattakasutus on teatud kasutajagrupi jaoks atraktiivsed. Samas, selleks, et ühistransport pakuks reaalselt liikumisvõimalust enamusele linnaelanikest, on mõistlik liinivõrgu ja – töö kavandamise aluseks võtta suhteliselt suure nõudlusega periood, seega pigem sügis-talve-kevadine periood.

Kooskõlastatult tellijaga, Tallinna Transpordiametiga otsustati käesoleva projekti läbiviimise algetapis kasutada nõudluse iseloomuliku perioodina märtsikuud ja aluseks võtta 2014.aastal ühe niinimetatud tüüpilise tööpäeva liikumised.

Eestis, sealhulgas ka Tallinnas on transpordiplaneerimise üheks oluliseks probleemiks informatsiooni hankimine igapäevase liikumisnõudluse korrespondentside kohta, vastavaid uuringuid napib ja ka muude allikate kasutamine ei ole hõlbus. Niinimetatud 0-variandi mudeli koostamiseks on mõistlik kasutada Tallinna transpordiameti käsutuses olevat ja AS Ühendatud Piletid (nüüd: Ridango AS) hallatavat [Tallinna ühtse piletisüsteemi](#) valideerimisandmestikku.

Üldine lähenemisviisi olemasolevat nõudlust ühistranspordimudelil kirjeldava uuringu metoodikale on järgmine.

1. Hetkel puudub Tallinna ühistranspordisüsteemis selline andmestik, mis kirjeldaks kogu olemasolevat ühistranspordinõudlust korrespondentside tasemel (kust, kuhu ja kui palju sõidetakse),
2. Tallinnas kasutuselevõetud sõitude registreerimissüsteem (edaspidi valideerimissüsteem), mida ja mille tulemusi käsitletakse järgmises peatükis, registreerib sõitjate ühissõidukisse sisenemise koha (peatuse), sõiduki ja aja, lisaks identifikaatori, mis võimaldab selgitada ka sõitja teatud sõitjatunnuseid. Otseselt ei registreerita väljumispeatust. Selle määramiseks on võimalik kasutada lähenemisviisi, kus leitakse teatud ajaperiоди möödumisel sama sõidukaardi järgmine registreering, mida teatava mööndusega saab pidada ka esimese sõidu sihtpeatuseks.
3. Valideeritud sõitude arvu suhet sõitude koguarvu ei ole teada (vt.järgmine peatükk).
4. Lisaks eelmainitud andmestikule on Tallinna Transpordiametis olemas ka sõitjate automaatse loendussüsteemi (APC- *automatic passenger counting*) tulemused. Paraku ei kata ka need kõiki väljumisi ja lühema perioodi jooksul ka kõiki liine/marsruute.
5. Seega saaks olemasolevat sõitjate andmestikku kujutada alljärgneva skeemina.



Seega on olukord selline, kus valideeritud sõitude koguarv ei kata 100%-liselt kõike sõite (valideerimiste osakaal kõikidest sõitudest pole teada). Samuti ei kata 100%-liselt sõitude koguarvu ka APC andmed, sest kõiki väljumisi pole APC-andmetega võimalik katta.

APC andmestiku kohta on uuringuperioodiks valitud perioodi suhtes (veebruar-märts 2014) teostatud eraldi analüüs, mille tulemused on järgmised.

Tabel 1. Automaatse sõitjatelendusega kaetud väljumiste arv kõikidest väljumistest mõnedel ühissõidukiliinidel.

Liin nr	Hommikune tippaeg (6:30-9:30)			Kogu tööpäev		
	APC-ga kaetud väljumisi	Kokku sõiduplaani järgseid väljumisi	APC andmestikuga kaetud väljumiste osa, %	APC-ga kaetud väljumisi	Kokku sõiduplaani järgseid väljumisi	APC andmestikuga kaetud väljumiste osa, %
Bussid						
1A	11	16	69	60	74	81
5	14	20	70	51	94	54
10	4	15	27	19	73	26
16	9	15	60	52	81	64
17	8	11	73	39	60	65
23	6	14	43	24	68	35
40	11	26	42	42	121	35
51	8	14	57	41	82	50
60	9	22	41	32	106	30
63	3	12	25	17	68	25
26	3	10	30	12	33	36
33	7	11	64	49	58	84
11	4	21	19	11	57	19
67	11	25	44	39	121	32
68	7	24	29	31	120	26
Trollid						
1	22	27	81	77	122	63
3	10	22	45	44	107	41
4	20	24	83	94	104	90
5	9	16	56	28	84	33
9	17	33	52	49	143	34
Trammid						
1	14	29	48	43	145	30
2	12	49	24	67	238	28

Nagu toodud tabelist näha on APC-loendusega kaetud väljumiste osakaal erinevate liinide lõikes erinev, ulatudes hommikusel tippajal 24-st kuni 83%-ni väljumistest, kogu päeva lõikes aga 19-90%.

Seega ei anna ka APC andmestik isegi olemasolevate andmemahutude piires kõikset pilti uuringuperioodi sõitude arvust. APC-andmete ja valideeritud sõitude andmestiku võrdlust on käsitletud edaspidi.

4.2. Sõitjate andmestik, valideeritud sõidud

Juba alates 2012. aasta septembrist kasutatakse Tallinnas elektroonilist sõitude registreerimis-süsteemi. Iga ühissõidukisse sisenenud reisija peaks teoreetiliselt peale sisenemist oma sõidu registreerima kasutades selleks elektroonilist kontaktivaba nn transpordikaarti. Tallinnas kasutusel olev süsteem on nn ühiskaardil baseeruv süsteem Tallinnas ja Harjumaal. Ridango AS on täisteenuse pakkuja Tallinnas. See tähendab, et Ridango AS haldab klienditeenindust, piletite ning kaartide distributsiooni, tootmist ning pakub lisaks ka erinevate osapoolte kliiringu teenust ehk arveldamist osapoolte vahel.

Kontopõhine *online*-piletisüsteem alates 2012 aastast sisaldab (www.ridango.ee):

- 750 sõidukit (570 bussi, 80 trammi, 100 trollibussi).
- Üle 2100 paigaldatud validaatori.
- Üle 100 miljoni reisi igal aastal.

Tallinnas kehtiv kord on kokkuvõttes järgmine (vt. <http://www.tallinn.ee/est/pilet/>)

Tallinlased, õpilased (kuni 19 aastased k.a) ning 65-aastased ja vanemad isikud (reg. elukoht Eesti Vabariik) saavad sõita Tallinna ühistranspordis tasuta.

Tasuta sõiduks tuleb toimida järgnevalt:

Tallinlase on vajalik

- Soetada Ühiskaart hinnaga 2 €. Kaarte saab osta erinevatest müügikohtadest.
- Isikustada kaart €1 eest müügikohas või tasuta aadressil www.pilet.ee.
- Valideerida oma sõit Ühiskaardiga vahetult pärast ühissõidukisse sisenemist.

Kui kasutaja on oma Ühiskaardi isikustanud ja alles seejärel registreerinud end tallinlaseks, tuleb tasuta sõidu õiguse saamiseks Ühiskaart uuesti isikustada. Vastasel korral näitab validaator reisijale punast tuld või müüb kasutajale kontrol oleva raha eest tunnipileti.

Õpilasel, kes on kantud EHIS-e andmebaasi (õpib Eesti koolis) on ühissõiduki kasutamiseks vajalik:

- Soetada Ühiskaart hinnaga 2 €. Ühiskaarti võib asendada muu kontaktivaba kaart (näiteks õpilaspilet), mis vastab RFID tehnoloogiat toetavale standardile.
- Isikustada kaart, seda saab teha €1 eest ostupunktis või tasuta aadressil www.pilet.ee.
- Valideerida oma sõit Ühiskaardiga vahetult pärast ühissõidukisse sisenemist.

65-aastaselt ja vanemal isikul, kelle rahvastikuregistrijärgne elukoht on Eesti Vabariik, on kohustus kanda kaasas EV isikut tõendavat dokumenti.

Ühiskaarti ei pea omama:

- eelkooliealine laps

- alla 3 a lapse saatja
- puudega laps ja tema saatja
- sügava puudega 19-aastasne ja vanem isik ning tema saatja
- sügava või raske nägemispuudega isik ja tema saatja
- vanemliku hoolitsuseta jäetud laps
- hoolekandeaasutuses viibiv laps
- Tšernobõli aatomielektrejaama avarii tagajärgede likvideerimisest osavõtnu
- represseeritu ja temaga võrdsustatud isik
- 65-aastane ja vanem isik, kelle rahvastikuregistri järgne elukoht on Eesti Vabariik

Ühistranspordiseadusest tulenevatele soodusõigusega sõitjatele Ühiskaardi omamise ja valideerimise kohustust ei seata, kuid võimalus selleks on jäetud.

Tasuline ühistransport

Piletiga sõiduks tuleb toimida järgnevalt:

- Juhilt ostetud piletiga (mille hind on 1,6 € ja soodushind 0,80€) saab teha vaid ühe sõidu. Tallinna ühistranspordis saab ühissõiduki juhilt piletit osta vaid sularaha eest. Pileti ostmiseks juhilt sisenetakse ühissõidukisse esiksest. Sõitja peab pileti hoidma alles sõidu lõpuni. Juhilt ostetud piletit ei valideerita.

Mittetallinlasest täishinnaga sõitjal

- Soetada Ühiskaart hinnaga 2 €. Kaarte saab osta erinevatest müügikohtadest.
- Laadida Ühiskaardile raha või osta e-pilet. Seda saab teha müügikohas, mobiiliga või internetis. Isikustatud Ühiskaardile saab e-pileteid osta ja raha laadida nii isikukoodi kui ka Ühiskaardi numbri abil, isikustamata Ühiskaardile vaid Ühiskaardi numbri abil.
- Valideerida oma sõit Ühiskaardiga vahetult pärast ühissõidukisse sisenemist.

Ühiskaardi võib isikustada, kuid see pole kohustuslik. Isikustatud kaardiga on kaardi kaotamise korral võimalus raha või pilet uuele kaardile üle kanda, isikustamata kaardiga jääte ilma ka kaardile laetud rahast või piletest.

Isikustamata kaardile müüakse vaid täishinnaga pileteid. Isikustatud kaart võimaldab kasutada soodustusi.

Mittetallinlasest soodushinnaga sõitjal (üliõpilasel, pensionäril, raske või keskmise puudega 16-aastaselt või vanemal isikul ning 3 ja enama lapsega pere vanemal) tuleb

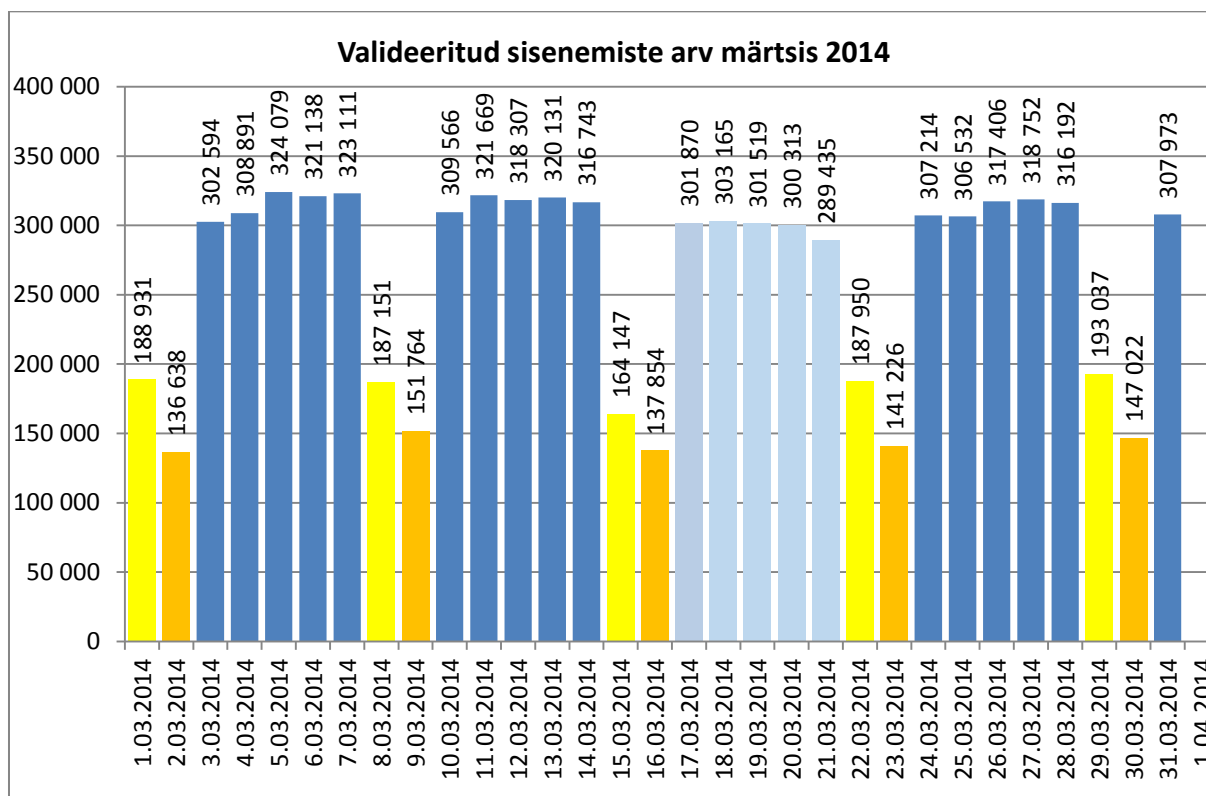
- Soetada Ühiskaart hinnaga 2 €. Kaarte saab osta erinevatest müügikohtadest.
- Soodustuse saamiseks isikustada kaart, seda saab teha €1 eest ostupunktis või tasuta aadressil www.pilet.ee. Kui sõitja andmed on EHIS-es või SKAIS-is, siis soodustus kantakse kaardile automaatselt. Kui soodustust tõendav dokument on vaid on paberkandjal, tuleb isikustamisel müügipunktis paluda müüjal teha soodustusega kaart või Internetis teha märke kastikesse: "olen sooduspiletiga sõitja ja tõendan sõidusoodustuse saamise õigust soodustust tõendava dokumendiga".
- Laadida Ühiskaardile raha või osta e-pilet. Seda saab teha müügikohas, mobiiliga või internetis. Isikustatud Ühiskaardile saab e-pileteid osta ja raha laadida nii isikukoodi kui ka Ühiskaardi numbri abil. ISIC kaardile saab e-pileteid osta ja raha laadida vaid isikukoodi abil. Kontaktivabale õpilaspiletile saab e-pileteid osta ja raha laadida nii isikukoodi kui ka õpilaspileti numbri abil.
- Valideerida oma sõit Ühiskaardiga vahetult pärast ühissõidukisse sisenemist.

Kui soodustuse saamise õigus tekib pärast Ühiskaardi isikustamist, siis tuleb Ühiskaart uuesti isikustada. Õpilasel ja üliõpilasel, kelle rahvastikuregistrijärgne elukoht ei ole Eesti Vabariik, on ISIC Scholar või ISIC Student kaardi alusel õigus kasutada juhilt ostetud ühe sõidu sooduspiletit 0,80 €.

Alates 01. jaanuarist 2013 kaotasid paberpiletid kehtivuse.

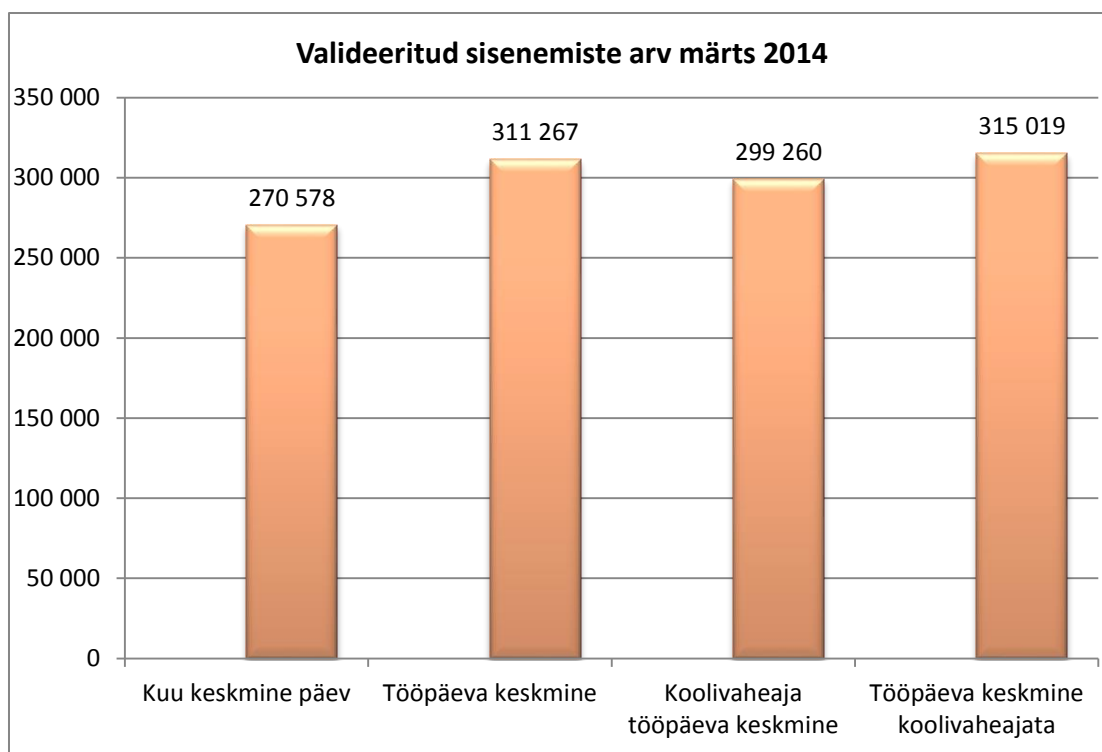
Seega on Ühiskaardiga sõidu valideerimise kohustus sätestatud vaid teatud sõitjakontingendil. Lisaks on ilmne, et realselt valideerivad oma sõidu vaid teatud kogus sõitjatest ja hetkel puudub usaldusväärne informatsioon selle kohta, kui palju neid võrreldes sõitjate koguarvuga tegelikult on.

Käesoleva töö täitjale on edastatud andmestik, mis puudutab valideeritud sõite k.a. märtsikuus. Selle andmestiku alusel on sõitude arv järgmine.



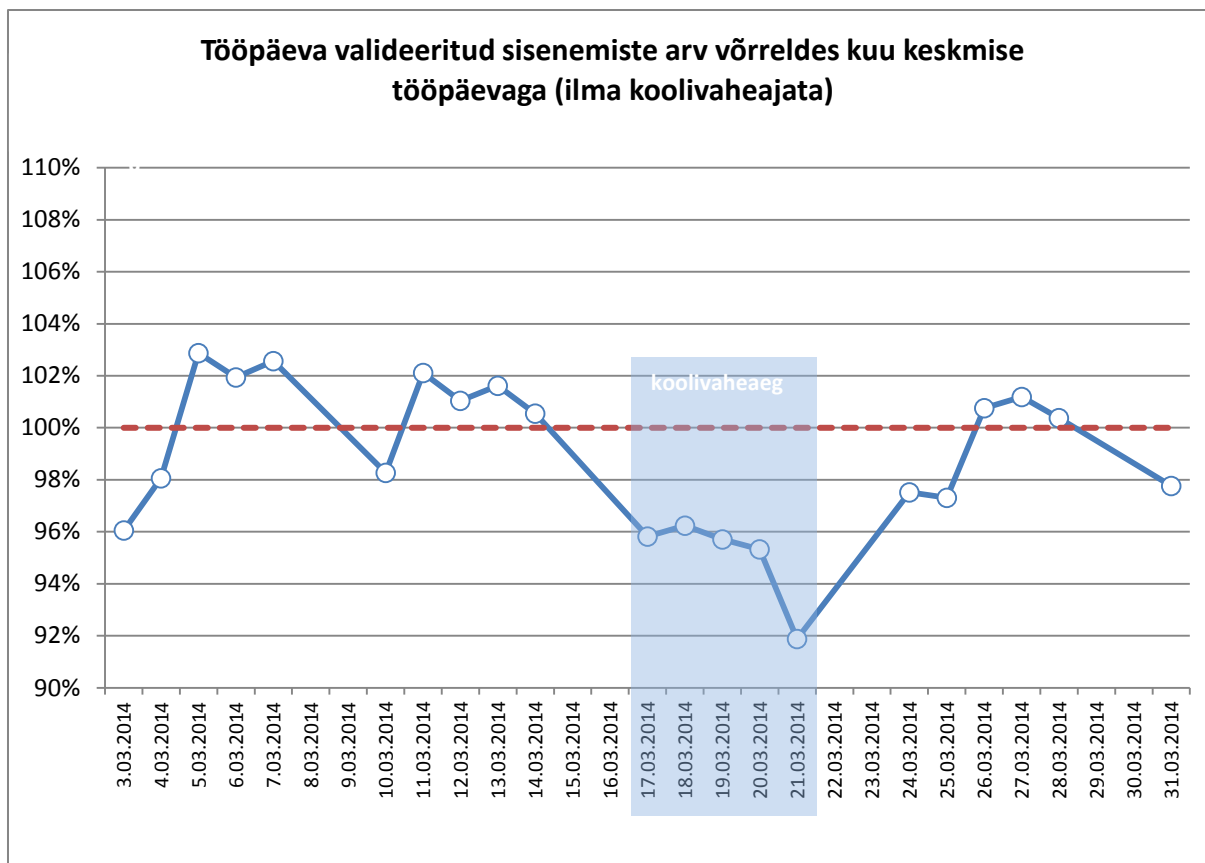
Joonis 14. Valideeritud sisenemiste arv märtsis 2014.aastal.

Kuna märtsis 2014.a oli ka ühe nädalane koolivaheaeg, siis on oluline hinnata selle mõju liikumiste arvule. On päris ilmne, et maksimaalse nõudlusega perioodiks, mis võiks olla aluseks liinivõrgu hinnangule, on otstarbekas võtta tööpäev perioodist, mil koolid töötasid (see on väljaspool koolivaheaega). Esimeseks eelduseks siinkohal tuleks võtta see, et valideerimiste katvus (valideeritud sõitude arv võrreldes kõikide sõitude arvuga) ei ole sõltuvuses märtsikuu erinevatest tööpäevadest. Kui võrrelda valideerimiste arvu kuu keskmisel päeval, tööpäeva keskmist terve kuu lõikes, koolivaheaja keskmisel tööpäeval ja tööpäeva keskmisena perioodil, mis ei sisalda riiklikul tasandil otsustatud koolivaheaega, (NB! lisaks riiklikele koolivaheageadele on ka tsükliliga koolides veel lisavaheajad, neid tuleb ka silmas pidada), siis on tulemus järgmine (vt. järgnevad joonised). Kõige enam on sõitjad oma sõite valideerinud tööpäevadel ilma koolivaheajata. Kui selle perioodi keskmist väärtust võrrelda näiteks kogu kuu tööpäevade keskmisega, siis on tööpäeval sõite ligi 4000 (1,2% võrra) enam, võrreldes koolivaheaja tööpäevaga aga 5,3% võrra enam.

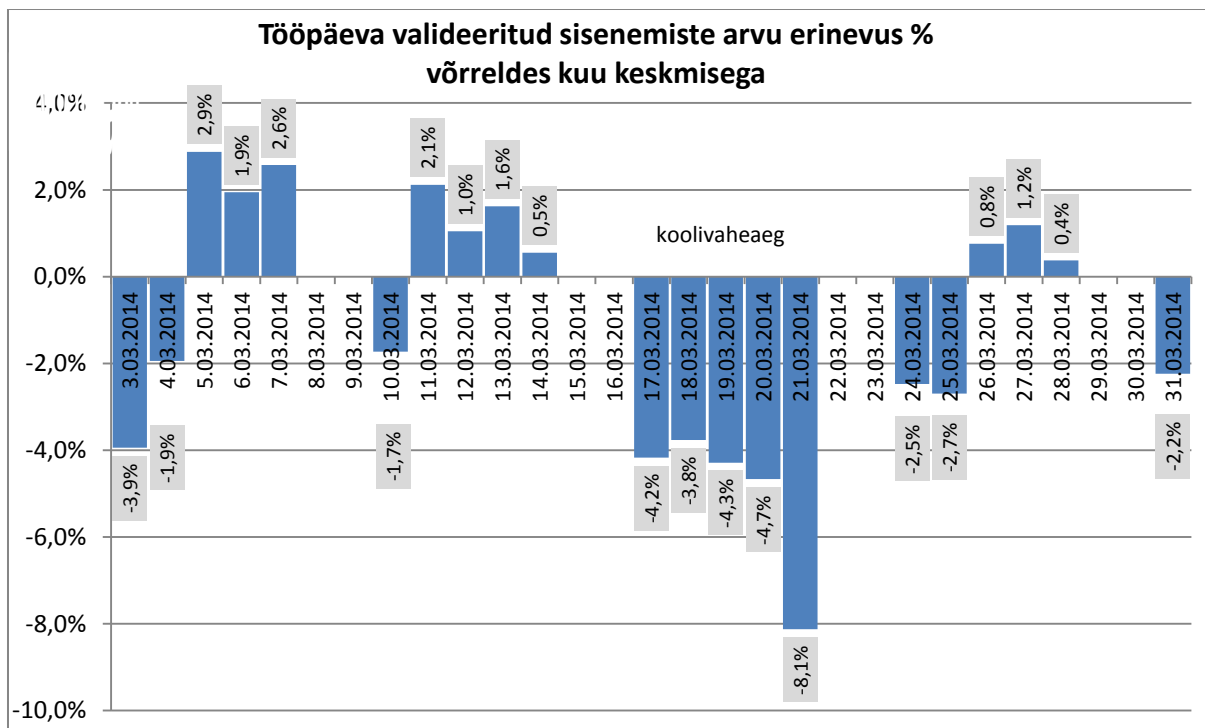


Joonis 15. Keskmised valideerimiste arvud märtsis 2014.a.

Erinevused valideeritud sõitude arvus eksisteerivad ka üksikute (töö)päevade vahel. Järgneval joonisel on need erinevused toodud, kusjuures tähistatud on tööpäevade sisenemiste arvud. Nagu näha, kui välja jätta koolivaheaja tööpäevad, siis ei ületa erinevused tööpäevade sõitude arvus 4%, kuid suures enamuses jäävad need erinevused keskmisega võrreldes suurusjärku kuni 2,7%. See on piisav selleks, et liinivõrgu planeerimise aluseks võtta märtsikuu keskmise tavalise (ilma koolivaheajata) tööpäeva sõitude andmestik.



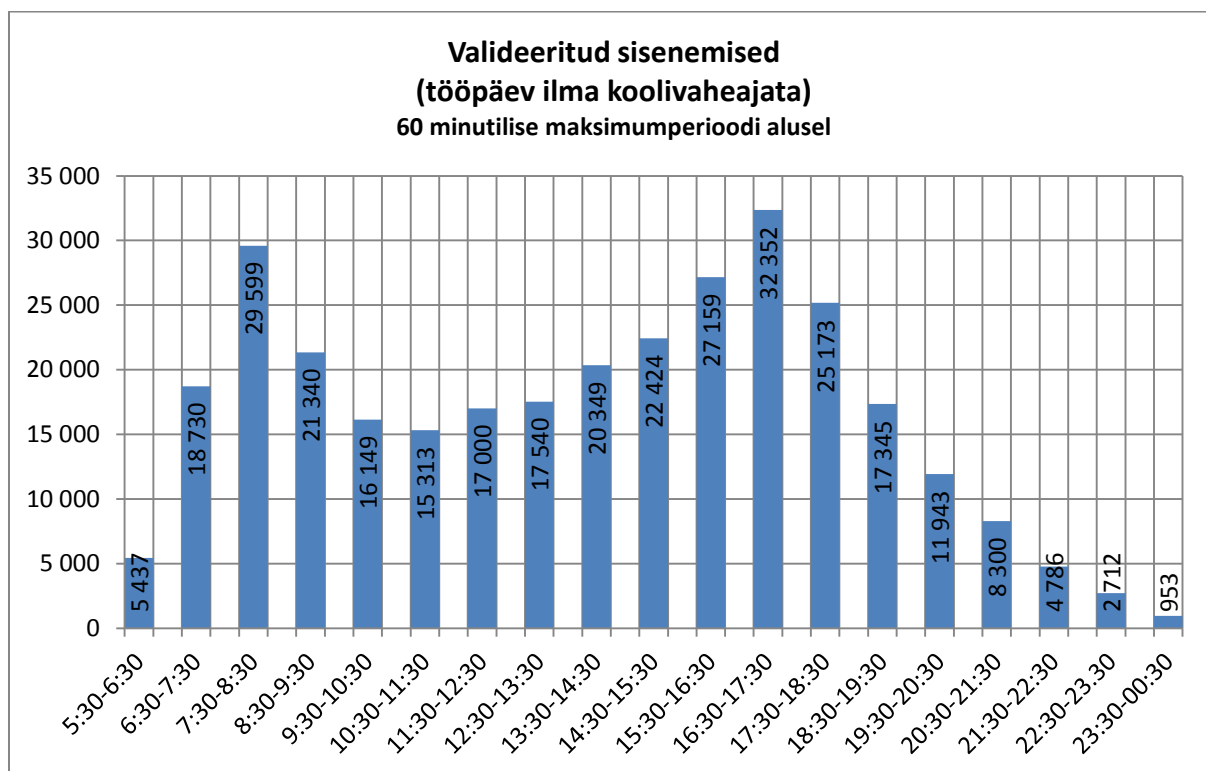
Joonis 16. Tööpäeva valideeritud sisenemiste arv võrreldes kuu keskmise tööpäevaga.



Joonis 17. Tööpäeva valideeritud sisenemiste arvu erinevus võrreldes kuu keskmisega.

Sõitjate arv tööpäeva lõikes erineb olulisel määral ka päeva lõikes, tippajal on sõitjaid enam, varahommikul ja hilisõhtul märgatavalt vähem. Seetõttu tuleb ka teenuse planeerimisel lähtuda erinevast nõudlusest. Järgmiseks ülesandeks osutus seega vajadus analüüsida sõidunõudlust tavalise tüüpilise tööpäeva lõikes.

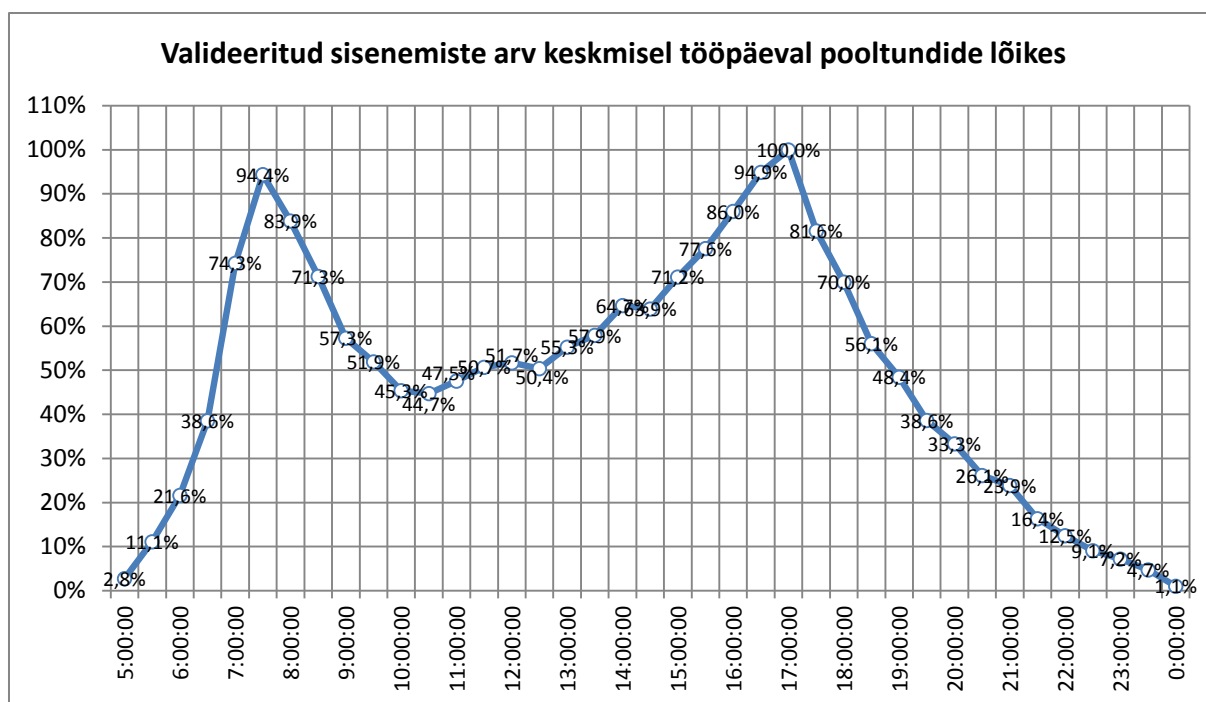
Esimesena edastati konsultandile sisenemise arvud, kusjuures sõidu valideerimise aeg sisaldas vaid täistunni väärtust. Nende andmete põhjal osutus sõitude arvu kõver alljärgnevaks.



Joonis 18. Valideeritud sisenemised 60 minutilise sisenemisperioodi alusel.

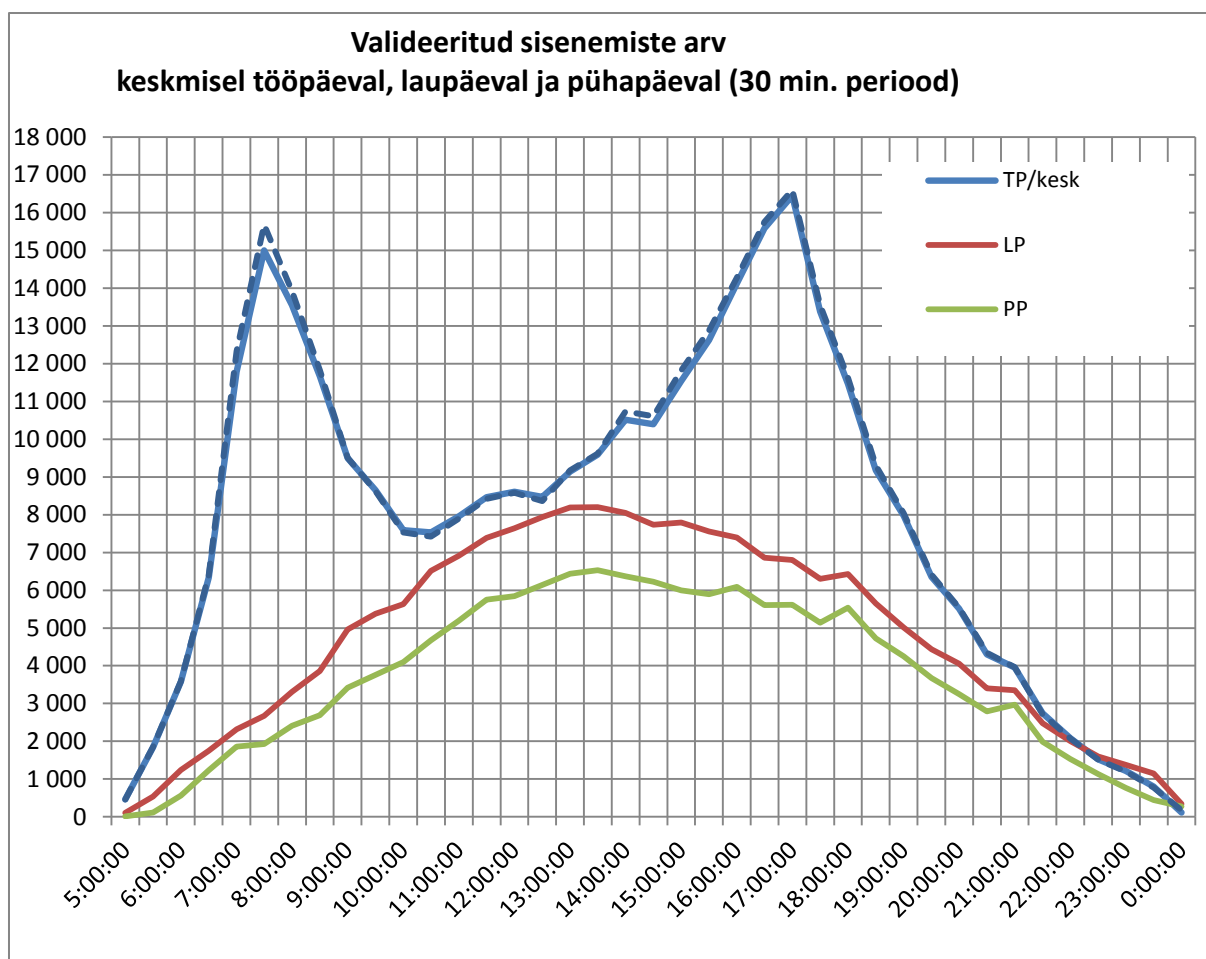
Nende andmete põhjal aga ei selgu see, kas tegelik sõitude tippkoormus langeb kokku täistunniga või on see maksimaalne nn 60-minutiline koormus teistsuguse jaotusega? Töö käigus oli võimalik tellijalt saada ka täpsem andmestik, kus sõidu valideerimine oli registreeritud 30-minutilise täpsusega. Selle tulemusel muutus sõidukoormuse jagunemise pilt teatud määral. Selgus, et maksimaalne valideeritud sõitude pooltund paikneb ajavahemikus 17:00 kuni 17:30. Kui selle perioodi valideeritud sõitude arv võtta võrdseks 100%-ga, siis on teiste perioodide (30 min) sõitude maht esitatud järgneval joonisel.

Õhtusel perioodil, alates kella 16:30-st kuni 17:30-ni on sõitude arv maksimaalne, siis on tegemist tipptunniga. Hommikul võib tippajaks pidada perioodi 7:00 kuni 9:00, mil sõitude arv on kuni 70% maksimaalsest, tipptund esineb perioodil 7:30-8:30.



Joonis 19. Valideeritud sisenemised 30-minutilise sisenemisperioodi alusel.

Olulised erinevused sõidunõudluses esinevad ka tööpäeva ja nädalalõpu vahel. Laupäeval on sõitude arv veidi suurem kui pühapäeval, kuid kummalgi päeval ei eksisteeri kahte tipptundi (hommikune ja õhtune), nagu see oli iseloomulik tööpäevale. Maksimalne koormus on täheldatav pigem lõuna paiku, kella 12:30 ja 15:30 vahel, maksimalne tund jääb kella 15 ja 16 vahele. Väga jämeda hinnangu kohaselt on laupäeva ja pühapäeva summaarne sõidunõudlus võrreldav tavalise tööpäeva omaga ja laupäeva/pühapäeva maksimalne koormus tööpäeva lõunase koormusega hommikuse ja õhtuse tippaja vahel.



Joonis 20. Valideeritud sisenemise arv keskmisel laupäeval (LP), pühapäeval (PP) ja tööpäeval (TP).

4.3. Sõitjate automaatloenduse andmestiku ja valideeritud sõitude andmestiku võrdlus.

Üritades kasutada sõidunõudluse määramiseks olemasolevaid andmebaase põrkusid käesoleva töö autorid veel ühele probleemile. Isegi kui automaatloenduse (APC) andmestik (vt.pt.4.1) ei sisalda kõiki liiniväljumisi, siis oleks ikkagi võimalik APC andmestiku laiendamise korral võrrelda neid valideerimisandmestikuga ja selle kaudu määrata valideerimiste osakaalu %. Seega saaks valideerimisandmeid omakorda laiendada kogu nõudlusele ja kasutada seda modelleerimise nõudlusmoodulis. Sel juhul me teostaks järgmised eeldused:

1. Valideerimiste korrespondentsid kajastavad vaatamata vaid osalisele katvusele siiski proportsionaalselt sõidunõudlust transporditsoonide vahel.
2. Valideerimisandmete valimi (periood ja katvus) laiendamine ei tekita modelleerimisandmetes tähelepanuväärset viga võrreldes tegelike andmetega.

Nende hüpoteeside kontrollimist kahjuks olemasolevate ja konsultandile esitatud andmete alusel teostada ei saa.

Üheks võimaluseks oleks ka valideerimisandmeid võrrelda APC andmetega. Kuna aga APC andmed on esitatud liinide ja väljumiste kaupa, konsultandile esitatud valideerimisandmed aga 30-minutilise perioodi ja vaid sisenemise peatuse täpsusega, siis otseselt võrdlust teostada ei ole võimalik.

Siiski üritasid käesoleva töö autorid määrata, milline võiks olla valideerimisandmestiku katvus lähenedes probleemile järgmiselt:

1. Kuna valideerimisandmetes on toodud sisenemispeatuse ja perioodi (30-minutilise täpsusega), siis on võimalik võrrelda selle perioodi jooksul mõnedes peatustes teostatud valideerimisi APC-andmestikuga kõiki antud peatustes peatunud ühissõidukite lõikes summaarselt.
2. Sellise lähenemise kontrollimiseks teostati esialgne analüüs mõnede kontrollpeatuste osas, milleks valiti järgmised peatused:
 - a. Keemia;
 - b. Paesilla;
 - c. Marja;
 - d. Maleva.

Tabel 2. Valideerimisandmete ja APC-andmestiku võrdlus (veebruari märtsi 2014 APC-andmed versus valideerimisandmed märts 2014, kokku 16 tööpäeva).

Peatus	Sisenemiste arv valideeritud	Sisenemiste arv APC andmetel	Valideerimisandmestiku katvus, %
Keemia	307	217	141%
Paesilla	322	378	85%
Marja	302	503	60%
Maleva	436	504	87%

Tulemused on paraku üsna erinevad. Keemia peatuses on valideerimisi nimetatud perioodil fikseeritud enam kui APC-loendusandmestik seda näitab, teistes kolmes valitud peatuses on valideerimise katvus 60...87%.

Ülaltoodust lähtuvalt on praeguses projekti seisus järgmised üleanded ja lahendamist vajavad probleemid:

1. Määrata kogunõudluse maatriks. Selle aluseks võiks võtta valideerimisandmestiku, kuid sellisel juhul on hüpoteetiliselt eeldatud, et:
 - a. Valideerimise katvus on kõikides modelleeritavates piirkondades samasugune.
 - b. Sellisel juhul on võimalik määrata kogunõudlus korrutades valideerimisandmete abil määratud maatriks katvuskoeffitsiendiga.
2. Konsultandile esitatud andmestik (valideerimisandmete töödeldud variant ja nn APC-andmed) ei anna esitatud kujul võimalust määrata valideerimisandmestiku katvust, sest valideerimisandmestikus ei ole esitatud konkreetse liini/reisi tunnust, mida saaks võrrelda APC-sama või analoogse väljumise andmetega. Selle probleemi ületamiseks on teoreetiliselt kaks võimalust:
 - a. Modelleerida ikkagi liinivõrku valideerimisandmete põhjal määratud maatriksiga, mida on korrutatud hinnangulise katvuskoeffitsiendiga ning seejärel võrrelda juba

modelist saadud andmeid APC-andmetega, valideerida ja korrigeerida mudelit korduvalt, kuni modelleerimise tulemused vastavad usalduspiirides loendustulemustele, misjärel loetakse mudel piisavalt „õigeks“.

- b. Kui konsultandile esitatakse valideerimisandmed kujul, mis võimaldaks määrata nende liinide koormusandmed, mida saaks võrrelda APC-loendusega, siis oleks võimalik määrata ka valideerimisandmete katvust ja stabiilust erinevate liinide ja/või piirkondade lõikes Hetkel käesoleva töö autorite käsutuses selliseid andmeid ei ole.

Töö edasise metoodilise kulgemise suhtes on seega vajalik kokku leppida töö täitjate (konsultandi) ja töö tellija esindajate vahel.