

**TROLEJBUSU BREMZĒŠANAS
STRAUJUMA IETEKME UZ PASAŽIERU
DROŠĪBU**

MAGISTRA DARBS

Oksana Arāja

RTU RMGW0

Autotransporta inženierija

2022. gads

- Pārvadāti: 30 163 000 pasažieru
- 21 maršruts
- Kopēja maršrutu garums: 210,7 km
- Kopējais nobraukums: 8 969 979 km



Maģistra darba galvenais mērķis

Noteikt maksimālo pieļaujamo paātrinājumu bremzēšanas laikā bez traumu riska pasažieriem

Kā arī noteikt:

- paātrinājuma maksimālo lielumu drošai un komfortablai bremzēšanai
- rāviena iespējamā ietekme bremzēšanas laikā
- pasažieru sajūtas atšķirības bremzēšanas laikā, atkarīgi no atrašanas vietas salonā
- vadītāja bremzēšanas izpildes tehnikas ietekme uz pasažieru komforta sajūtu
- bīstamās sēdvietas salonā



Izmēģinājuma eksperiments:

Škoda 24 TR Irisbus (garums 12m) 2022. g. oktobris
6 dalībnieki, no kuriem 4 pārmaiņus vadīja trolejbusu

Topoša eksperimenta plānošanas pārbaude

- Vadītāju bremzēšanas uzdevumu variantu daudzums
- Vadītāju uzdevuma izpildīšanas skaidrība
- Bremzēšanas manevru novērtēšanas anketas trūkumi
- Bremzēšanas manevru novērtēšanas skaidrība

PĒTĪJUMA DATU IEGŪŠANA

Trolejbuss Škoda 27 TR

Izlaiduma gads: 2017; Reģistrēts Rīgā: 2019. gads

Garums 18.0 m; Platums 2,55 m; 44 sēdvietas, 110 stāvvietas

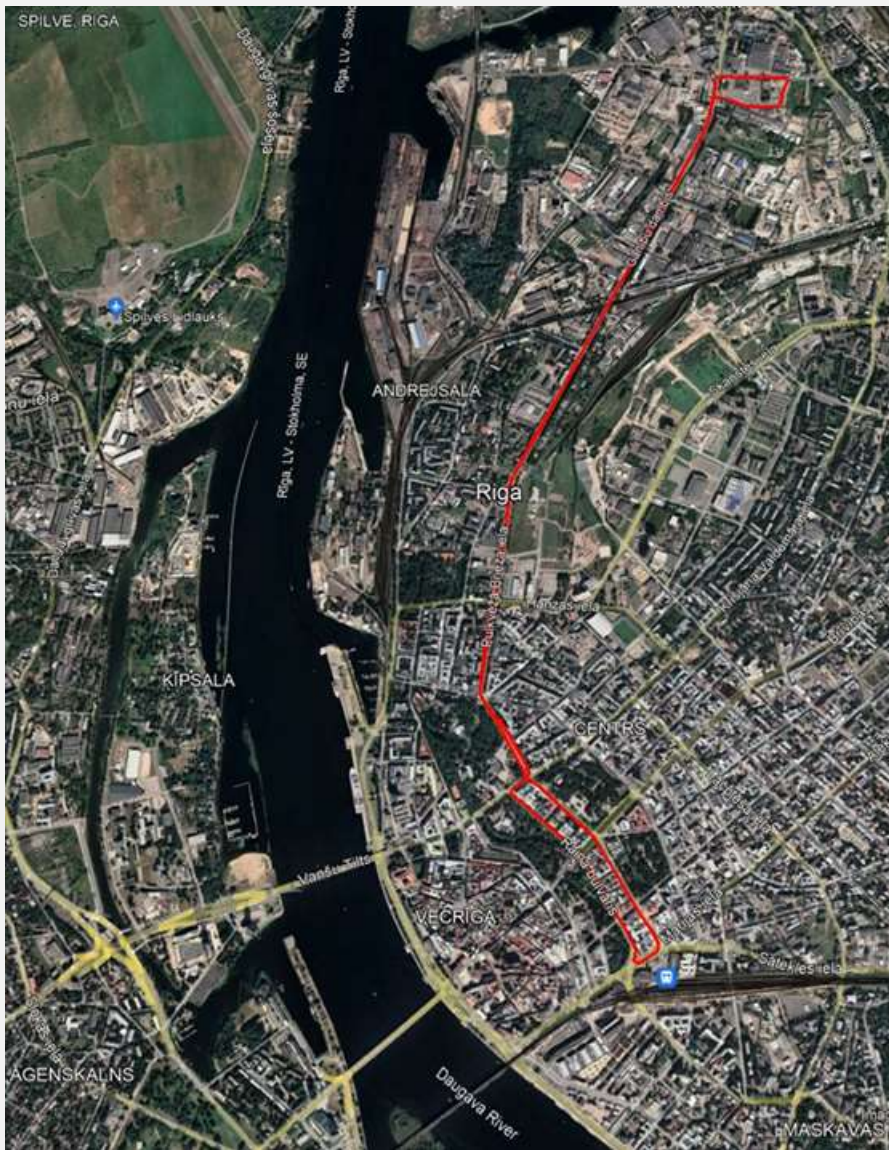
Eksperimentālais brauciens

2023. gada 22. aprīlī Rīgas pilsētā, plkst. 23:00

Laika apstākļi:

- bez nokrišņiem
- gaisa temperatūra +8°C
- ceļa virsmas segums- sauss asfalts ar temperatūru +5°C
- relatīvais gaisa mitrums 63%
- vēja ātrums 3 m/s





Eksperimentālais brauciens

- Maršruts: 1. Trolejbusu parks (Ganību Dambis 32)-Centrālā stacija- 1. Trolejbusu parks
- Kopējais maršruta garums 11 km
- Eksperimenta laikā apstādināt trolejbusu ar dažādu bremzēšanas intensitāti un ar dažādiem vadītājiem pie stūres
- Pasažieri, kas atrodas salonā dažādas vietās, novērtē bremzēšanas straujumu pēc savām sajūtām

1. vadītājs: _____

Ekspērimenta uzdevums un citu vadītāju novērtēšana

Nr.	Uzdevums				
1.	Komfortabla un ideāla pasažieriem bremzēšana				
2.	Strauja, bet komfortabla pasažieriem bremzēšana				
3.	Nekomfortabla, bet pieļaujama pasažieriem bremzēšana				
4.	Strauja un asa bremzēšana, bīstama pasažieriem, ar nelielu traumu risku				
5.	Ļoti strauja bremzēšana, nepieļaujama, bīstama pasažieriem, ar lielu traumu risku (Sākot braukt-strauji bremzēt)				
6.	Strauja, bet komfortabla pasažieriem bremzēšana				
7.	Strauja un asa bremzēšana, bīstama pasažieriem, ar nelielu traumu risku				
8.	Nekomfortabla, bet pieļaujama pasažieriem bremzēšana				
9.	Komfortabla un ideāla pasažieriem bremzēšana				
10.	Ļoti strauja bremzēšana, nepieļaujama, bīstama pasažieriem, ar lielu traumu risku				

Vadītāja bremzēšanas intensitāte atbilst ar cipariem no 1 līdz 5 pēc savām sajūtām:

1. Komfortabla un ideāla pasažieriem bremzēšana = Gāzē ar kafiju uz paneļa paliek savs vietā, pasažieri nejuta bremzēšanu, līdzīgi piebraukšanai pie lūkotora, kad laika ir daudz un nav kur steigties

2. Strauja, bet komfortabla pasažieriem bremzēšana = Gāzē ar kafiju joprojām paliek uz paneļa, pasažieri nedaudz jūt bremzēšanu, līdzīgi piebraukšanai pie pieturvietas, kad laika ir, bet liels laika nav, stingri sarakstā

3. Nekomfortabla, bet pieļaujama pasažieriem bremzēšana = Kafija izlaidījās, pasažieri ļoti jūt bremzēšanu, bet nesūdzas

4. Strauja un asa bremzēšana, bīstama pasažieriem, ar nelielu traumu risku = Gāzē ar kafiju krit lejā, pasažieri slīd no savām vietām, ja neturas- var nokrist

5. Ļoti strauja bremzēšana, nepieļaujama, bīstama pasažieriem, ar lielu traumu risku = Gāzē ar kafiju aizlidoja, visi pasažieri arodas salonn priekšā vai uz grīdas

Uzdevumi vadītājiem

Ieskrieties līdz aptuveni 50 km/h un bremzēt, atbilstoši uzdevumam

1. Komfortabla un ideāla pasažieriem bremzēšana
2. Komfortabla pasažieriem bremzēšana
3. Nekomfortabla, bet pieļaujama pasažieriem bremzēšana
4. Strauja un asa bremzēšana, bīstama pasažieriem, ar nelielu traumu risku
5. Ļoti strauja bremzēšana, nepieļaujama, bīstama pasažieriem, ar lielu traumu risku

Pasažieru bremzēšanas intensitātes novērtēšana

Bremz. Nr.	Vadītājs	Vadītājs	Vadītājs	Vadītājs	Vadītājs
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

Vadītāja bremzēšanas intensitāte „atbilst” ja cipariem no 1 līdz 5 pēc savām sajūtam:

1. Komfortabla un ideāla pasažieriem bremzēšana = Pasažieri nejuta bremzēšanu
2. Strauja, bet komfortabla pasažieriem bremzēšana = Pasažieri nedaudz jūt bremzēšanu
3. Nekomfortabla, bet pieļaujama pasažieriem bremzēšana = Pasažieri ļoti jūt bremzēšanu
4. Strauja un asa bremzēšana, bīstama pasažieriem, ar nelielu traumu risku = Pasažieri daļēji noslīd no savām vietām, ja neturas - var nokrist
5. Ļoti strauja bremzēšana, nepieļaujama, bīstama pasažieriem, ar lielu traumu risku = Visi stāvošie pasažieri atrodas salonā priekšā vai uz grīdas

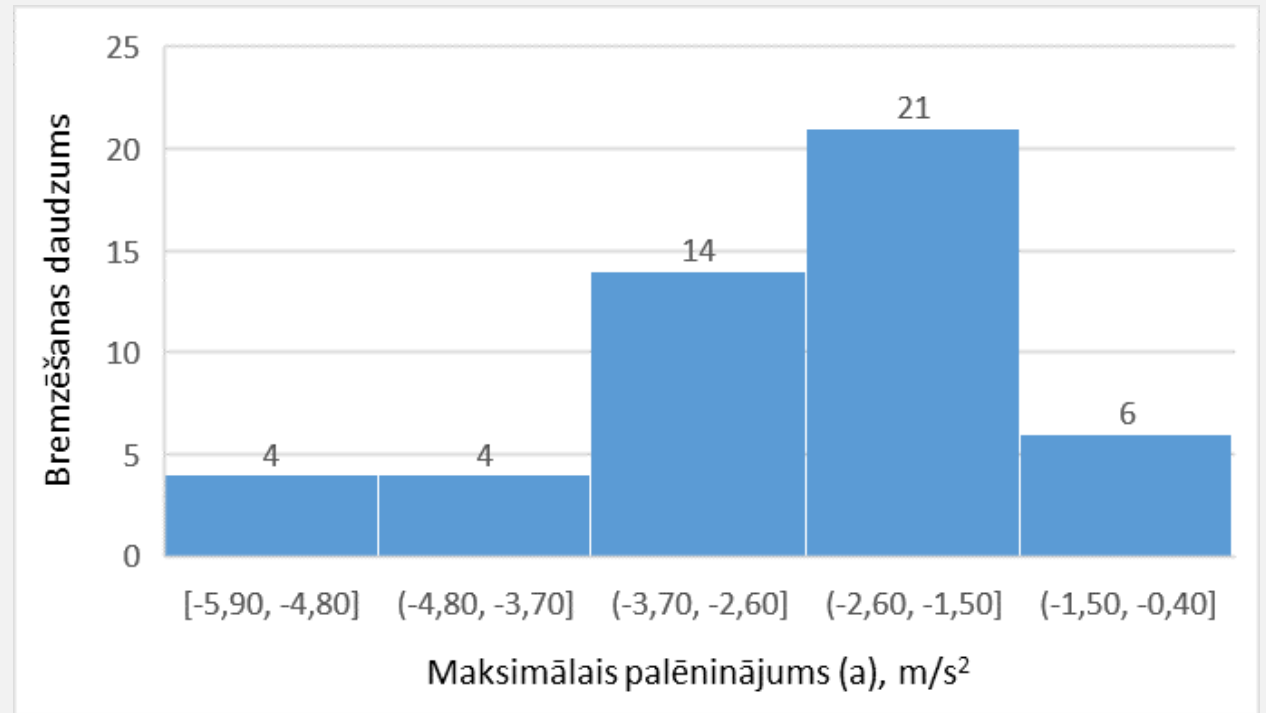
Vieta salonā



Pasažieru vērtējumi

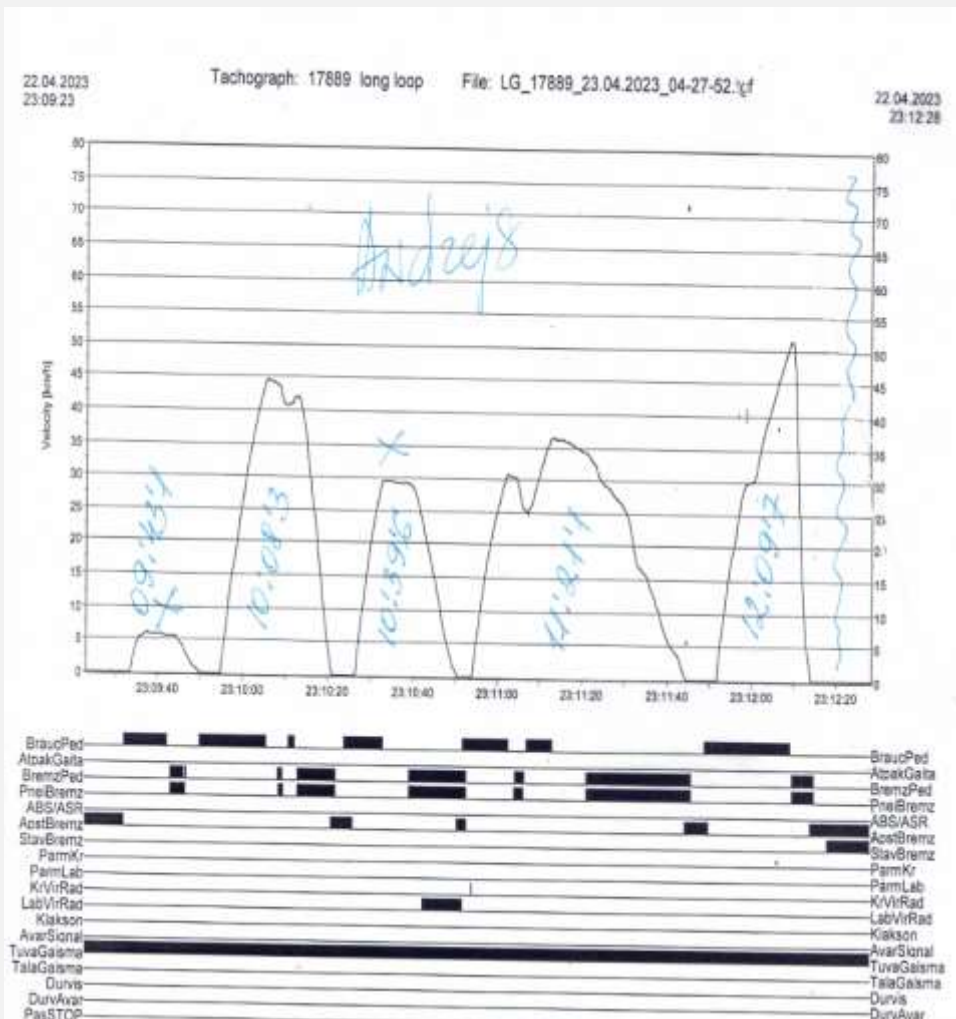
1. Pasažieri nejuta bremzēšanu- ķermeņa līdzsvars saglabāts
2. Pasažieri nedaudz jūt bremzēšanu- jāpieliek nelielu centienu, lai saglabātu līdzsvaru
3. Pasažieri ļoti jūt bremzēšanu- grūti saglabāt ķermeņa līdzsvaru
4. Pasažieri daļēji noslīd no savām vietām- jāpieliek ļoti lielu centienu, lai saglabātu līdzsvaru
5. Pasažieri noslīd no savām vietām, ļoti asa bremzēšana- ļoti grūti saglabāt līdzsvaru, praktiski nav iespējams, sēdošie pasažieri saslīd no savām vietām

- Eksperimentālā brauciena laikā tika veiktas 49 bremzēšanas 6 dažādos variantos



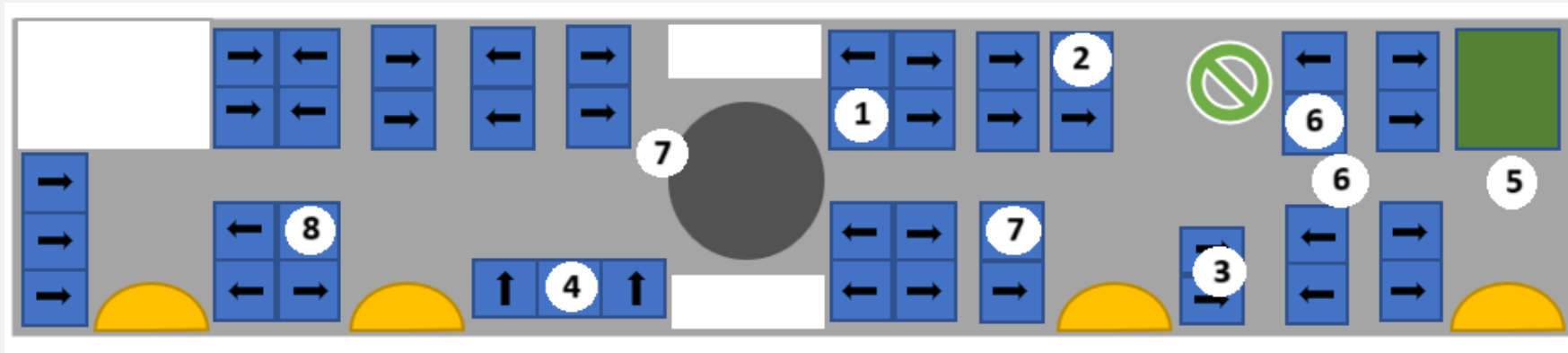
- Dati ierakstīti ar GPS reģistratoru VBOX SPORT





- Aprēķiniem tika ņemts ātrums un laiks par bremzēšanas periodu
- Analīzei nepieciešamās bremzēšanas tika noteikti, izmantojot dati no trolejbusa tahogrāfa
- Analīzei izmantoti tikai tie bremzēšanas, kuri tika veikti atbilstoši uzdevumiem un kurus novērtēja pasažieri

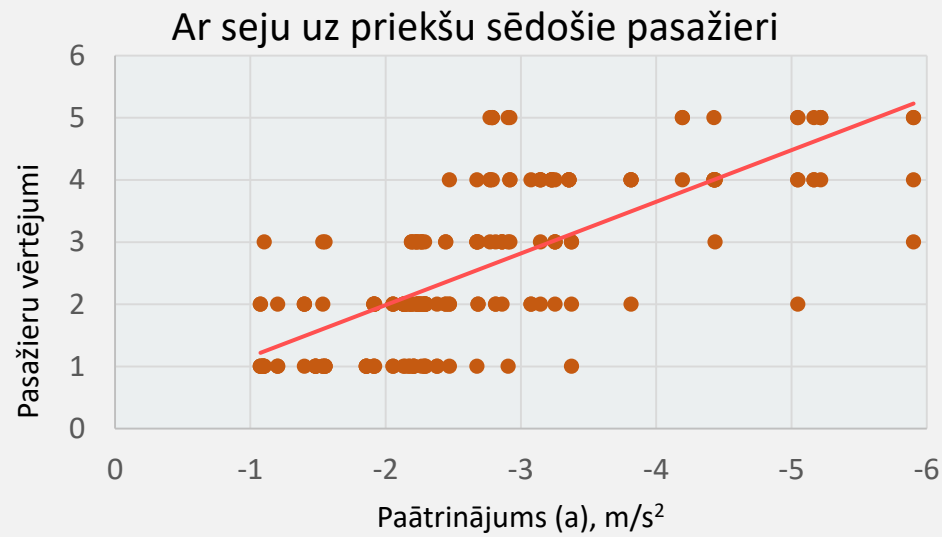
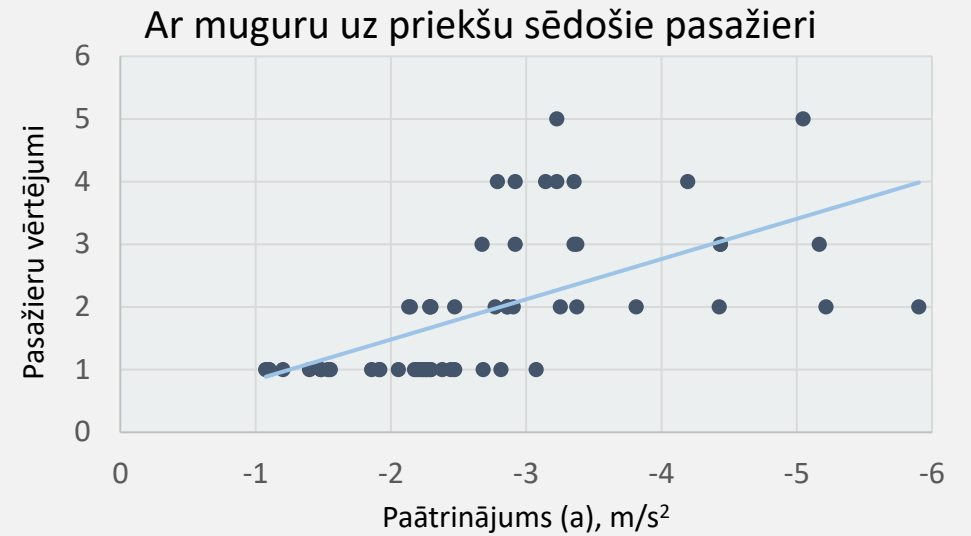
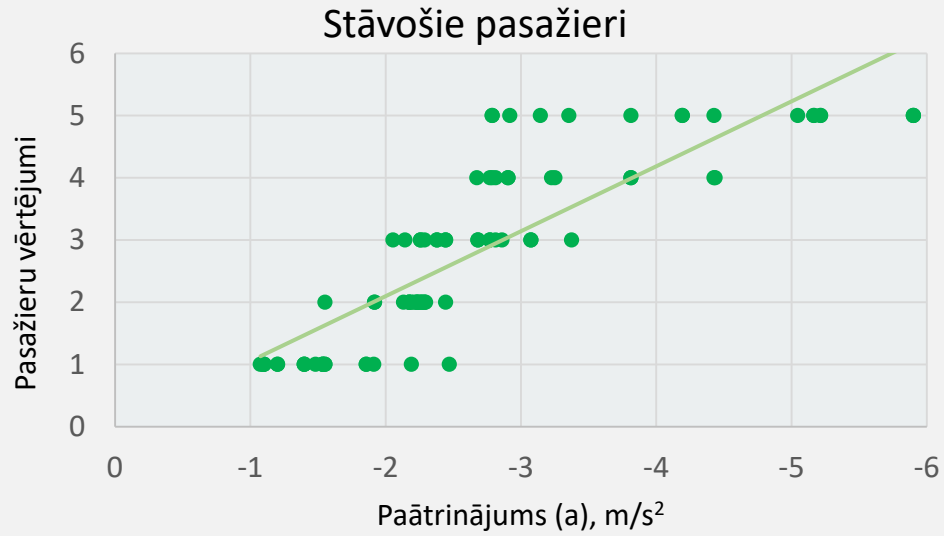
Pasažieru izvietojums salonā



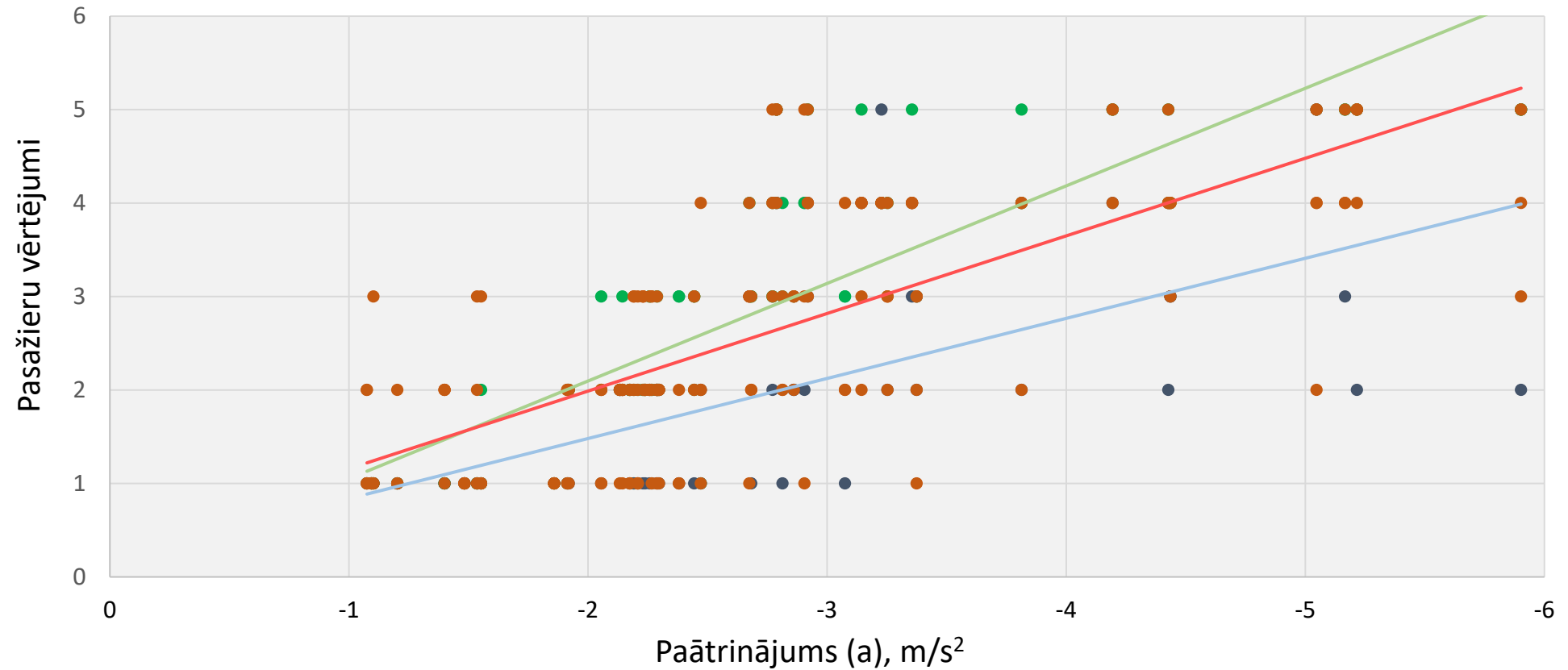
Sēdus			Stāvus	
ar seju uz priekšu	ar muguru uz priekšu	sāniski	ar seju uz priekšu	sāniski
2,3,7,8	1,6	4	5	6,7

IEGŪTIE REZULTĀTI

Vērtējumu varianti	Visu pasažieru vērtējumi				
	līdz -2 m/s ²	no -2 līdz -2,4 m/s ²	no -2,4 līdz -3 m/s ²	no -3 līdz -4 m/s ²	no -4 līdz -6 m/s ²
1 (ļoti komfortabli)	60 (78%)	26 (25%)	8 (11,5%)	2 (4%)	-----
2 (komfortabli)	14 (18%)	55 (57,5%)	16 (23%)	8 (16%)	4 (8%)
3 (nav komfortabli, bet pieļaujami)	3 (4%)	17 (17,5%)	27 (38,5%)	12 (25%)	4 (8%)
4 (bīstami)	-----	---	14 (20%)	23 (47%)	17 (35%)
5 (ļoti bīstami)	-----	---	5 (7%)	4 (8%)	24 (49%)



Visu pasažieru vērtējumi



● Stāvošie pasažieri

● Sēdošie pasažieri

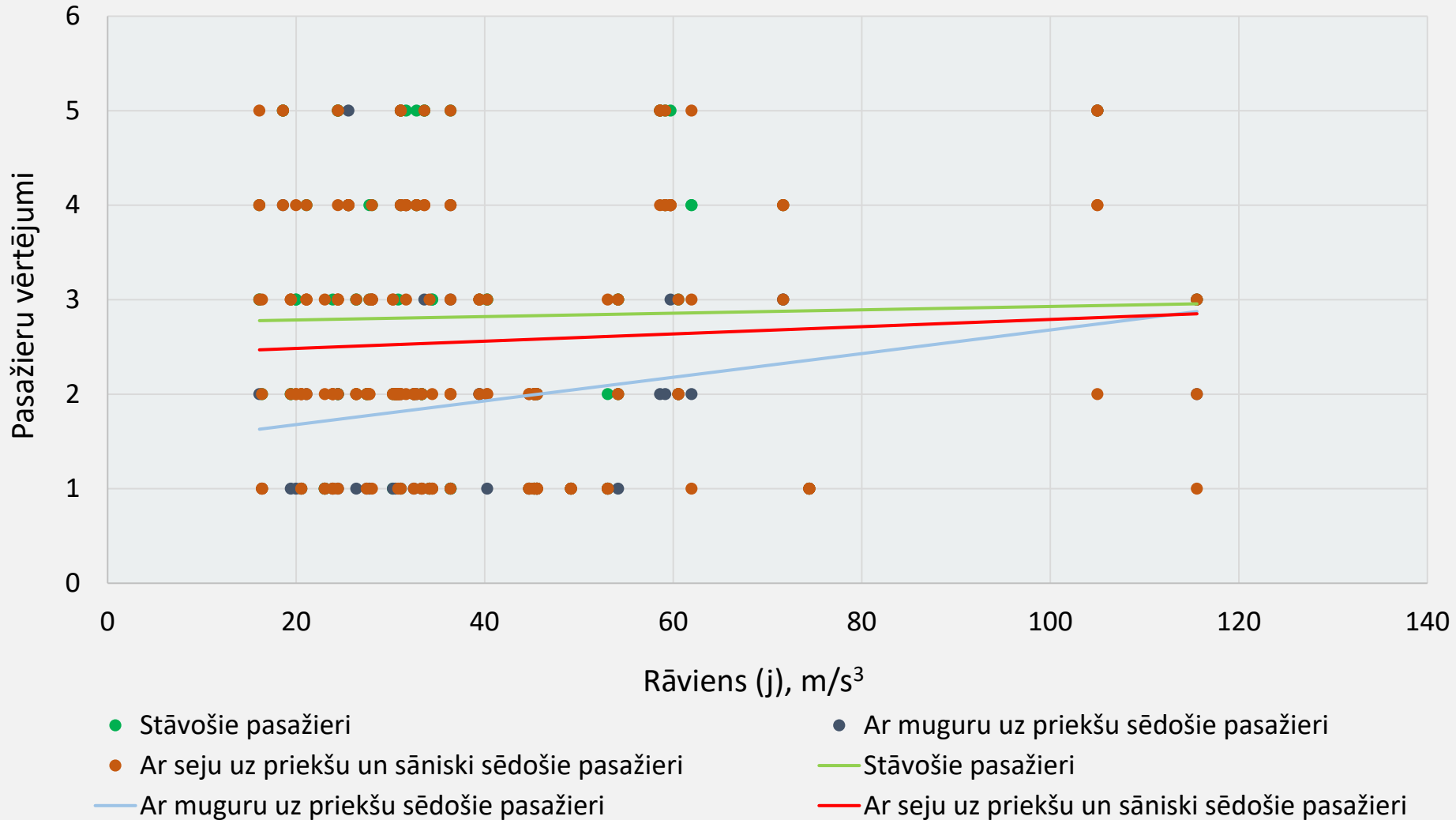
— Ar muguru uz priekšu sēdošie pasažieri

● Ar muguru uz priekšu sēdošie pasažieri

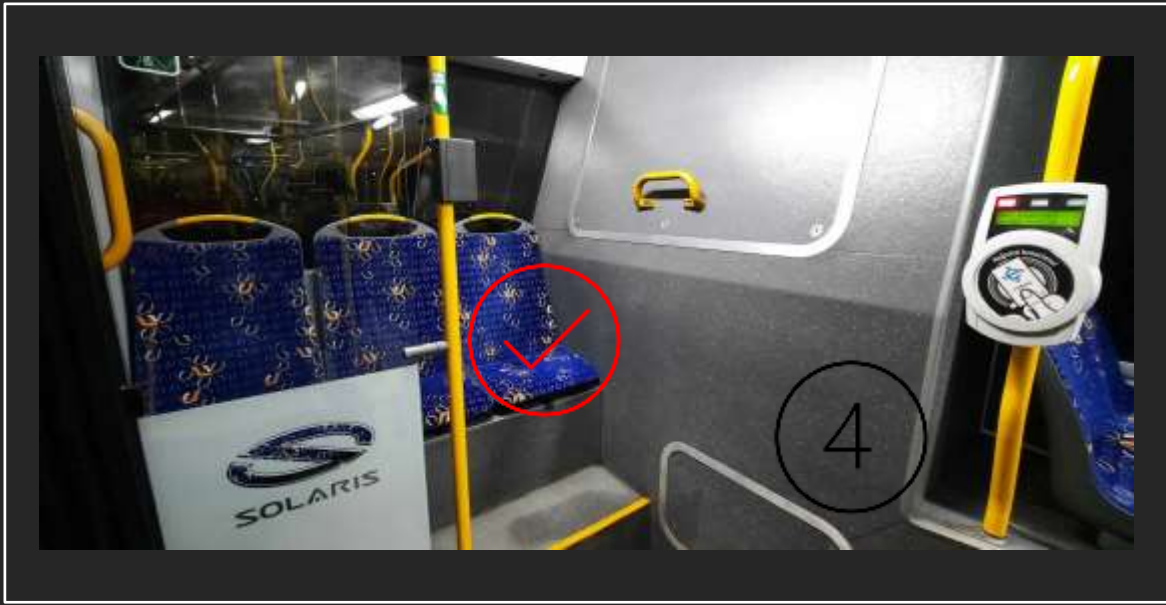
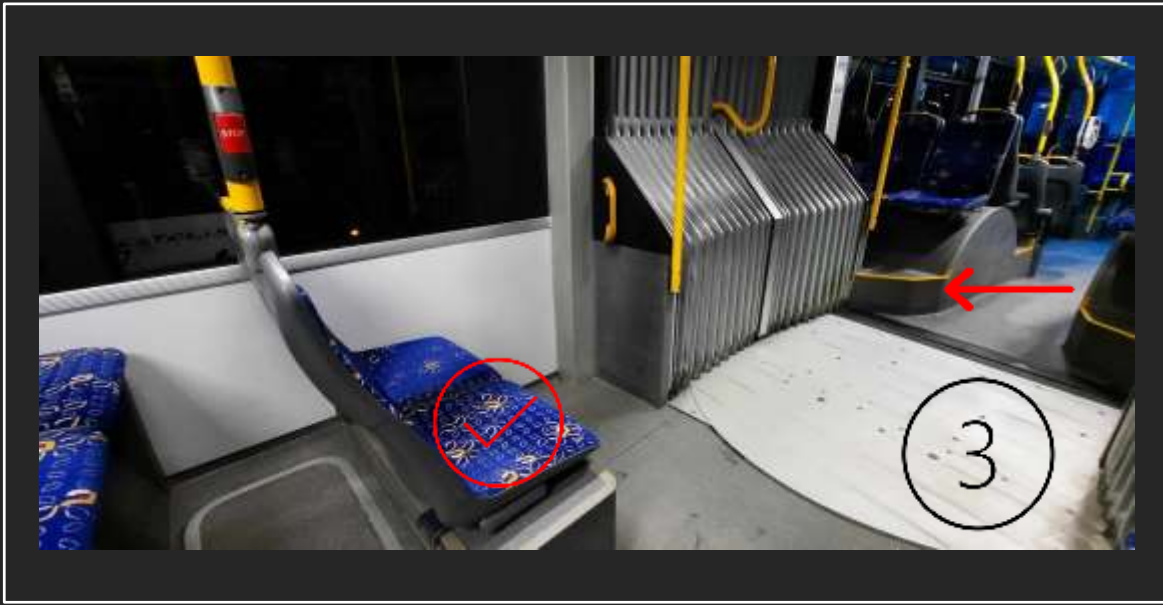
— Stāvošie pasažieri

— Ar seju uz priekšu un sāniski sēdošie pasažieri

Visu pasažieru vērtējumi







Secinājumi:

- Komfortabla un droša bremzēšana: līdz $-1,5 \text{ m/s}^2$
- Nekomfortabla, bet pieļaujama bremzēšana: līdz $-2,4 \text{ m/s}^2$ - maksimālais pieļaujamais paātrinājums
- Bīstama ar traumu risku bremzēšana: no $-2,4 \text{ m/s}^2$
- Paātrinājuma lielumam bremzēšanas laikā ir būtiska nozīme
- Rāviena ietekme var būt būtiska avārijas bremzēšanas gadījumos
- Bremzes pedāļa nospiešanas tehnika var ietekmēt uz komforta sajūtu

Priekšlikumi:

- Lai nodrošināt pasažieru drošību sēdvietās, kurās sēžot, pasažieriem nav kur turēties vai nav ērti turēties, var uzstādīt divpunktu drošības jostās vai papildus rokturi
- Pasažieriem izveidot atgādinājumu (var uz informatīvajiem ekrāniem), ka obligāti, visa brauciena laikā, turēties pie stieņiem vai rokturiem
- Vadītāju apmācības laikā vēlams pievērst lielāku uzmanību tam, ka vienmērīgai bremzēšanai ir liela ietekmē uz pasažieru drošību un krišanu iespējamību

Paldies!