

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александар М. Мићовић

**ИНТЕГРАЦИЈА И ОЦЕНА УТИЦАЈА
ПАРАМЕТАРА КОМФОРА И
БЕЗБЕДНОСТИ МОТОРНИХ ВОЗИЛА
ЗА ПОСЕБНУ НАМЕНУ**

Докторска дисертација

Београд, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

Aleksandar M. Mićović

**INTEGRATION AND EVALUATION OF
INFLUENCE OF COMFORT AND
SAFETY PARAMETERS ON SPECIAL-
PURPOSE VEHICLES**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ И ЧЛАНОВИМА КОМИСИЈЕ

Ментор: **др Владимир Поповић, ванредни професор**
Универзитет у Београду, Машински факултет

Чланови комисије: **др Бранко Васић, редовни професор**
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Седмак, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Бранислав Ракићевић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Мирослав Демић, редовни професор
Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет

Датум одбране: _____

Предговор

Докторска дисертација под насловом „Интеграција и оцена утицаја параметара комфора и безбедности моторних возила за посебну намену“ представља резултат вишегодишњег истраживања, развоја и испитивања система моторних возила.

Овај рад представља сублимацију истраживања у петогодишњем временском интервалу елемената комфора у кабинама и товарном (путничком) простору теренских моторних возила са посебним освртом на праћење параметара вибрација на седиштима возача и путника, унутрашње буке у кабини возила и на местима чланова посаде, као и ефикасности система за грејање и проветравање кабине возила.

Велику захвалност упућујем свом ментору ванд. проф. др Владимиру Поповићу, дипл. инж. на стручној и научној помоћи, сугестијама и усмеравању овог истраживања ка реализацији дисертације, као и на бројним идејама које су утицале на развој овог рада. Посебну захвалност изражавам ред. проф. др Александру Седмаку, ред. проф. Бранку Васићу, ван. проф. Браниславу Ракићевићу и ред. проф. Мирославу Демићу, на стручној и моралној подршци у току настанка рада. Велики допринос реализацији овог истраживања пружили су др Љубо Марковић и др Љиљана Милић. Част ми је што се могу захвалити колегама из Сектора 3 Техничког опитног центра, без чије несебичне помоћи у извођењима експеримента, као и обради резултата испитивања, крајњи циљ би био тешко остварљив. Такође се захваљујем руководству Техничког Опитног Центра које је препознало вредност истраживачког рада и безрезервно подржао његову реализацију. Захваљујем се свим професорима, колегама и пријатељима који су на било који начин допринијели изради овог рада.

Посебну захвалност дугујем својим родитељима и својој породици која ми је пружала безрезервну подршку и разумевање у току израде овог рада.

Београд, јун, 2015.

Александар Мићовић

САДРЖАЈ:

Списак табела:	i
Списак слика:	v
Номенклатура:	xviii
1 Увод	1
1.1 Проблем и предмет истраживања	3
1.2 Циљ истраживања и основне хипотезе.....	7
1.3 Научно-истраживачке методе	9
2 Вибрације	13
2.1 Увод у вибрације – теоријски део	13
2.1.1 Хармонијске вибрације	14
2.1.2 Пригушене и принудне вибрације	18
2.1.3 Сложене вибрације	21
2.2 Штетно деловање вибрација.....	24
2.2.1 Карактеризација штетног деловање вибрација.....	24
2.2.2 Биолошки ефекти вибрација. Границе излагања.....	27
3 Звук и бука	33
3.1 Звук	33
3.2 Бука	34
3.2.1 Утицај буке на човека	36
3.2.2 Израчунавање нивоа буке	43
3.2.3 Дефиниције и скраћенице	52
4 Ефикасност грејања.....	60
4.1 Дефиниције и скраћенице.....	65
4.1.1 Општи параметри	65
4.1.2 Параметри комфорности.....	65
5 Мерна опрема.....	72
5.1 NetdB12, 01dB-Metvib	72
5.2 V&K 4230	73
5.3 G.R.A.S. sound&vibration – микрофонски сет.....	74
5.4 Maestro, 01dB-Metvib	75
5.5 MGCplus	77
5.6 Datron – Correvit.....	78
5.7 Thermal comfort meter Brüel & Kjaer	79
6 Приказ возила на којима су извршена испитивања	82
6.1 Застава ПТ-1	83

6.2	Застава ПТ-2.....	84
6.3	Land Rover Defender 110 GS Soft Top	85
6.4	Land Rover Defender 110 GS Hard Top.....	87
6.5	Pinzgauer 710	88
6.6	PUCH GD 300.....	91
6.7	БОВ	92
6.8	ФАП 1118 БС/АВ.....	95
6.9	ФАП 2228 БС/АВ, 6x6, 7 t	97
6.10	ФАП 3240 БС/АВ, 10 t, 8x8.	100
7	Стандарди.....	103
7.1	Бука	105
7.2	Вибрације	124
7.3	Ефикасност грејања.....	137
8	Експериментална мерења	152
8.1	Застава ПТ-1	155
8.2	Застава ПТ-2.....	164
8.3	Land Rover Defender 110 GS Soft Top	171
8.4	Land Rover Defender 110 GS Hard Top.....	182
8.5	Pinzgauer	192
8.6	Puch GD 300	202
8.7	БОВ	210
8.8	ФАП 1118 БС/АВ, 4x4, 4 t	218
8.9	ФАП 2228 БС/АВ, 6x6, 7 t	225
8.10	ФАП 3240 БС/АВ, 8x8, 10 t	231
9	Вишекритеријумско вредновање	237
9.1	Увод	237
9.2	Методe вишекритеријумског вредновања	242
10	Анализа вишекритеријумског вредновања резултата испитивања	254
10.1	Сумарни резултати мерења нивоа вибрација, буке и ефикасности грејања	257
11	Закључак.....	275
11.1	Резултати истраживања	275
11.2	Научни доприноси дисертације	276
11.3	Препоруке за будући рад	278
	БИОГРАФИЈА	279
	ПРИЛОЗИ.....	281

Списак табела:

Табела 3.1. Типични примери логаритамске скале интензитета звука	40
Табела 3.2. Максимална дозвољена изложеност континуалној буци	42
Табела 3.3. Максимална дозвољена изложеност импулсној буци	43
Табела 3.4. Израчунавање резултујућег нивоа	45
Табела 3.5. Израчунавање резултујућег нивоа	46
Табела 3.6. Дозвољени нивои буке према врсти делатности	49
Табела 3.7. Примери израчунавања резултујућег дневног нивоа	51
Табела 5.1. Техничке карактеристике микрофона <i>G.R.A.S.</i>	75
Табела 5.2. Намене мерних уређаја	79
Табела 6.1. Општи подаци о возилу	86
Табела 6.2. Општи подаци о средству	94
Табела 6.3. Општи подаци о средству	95
Табела 7.1. Вредности умањења нивоа у зависности од тога колико је трајање највећег нивоа у односу на мерни интервал	118
Табела 7.2. Допуштени нивои буке с обзиром на могућност непосредног споразумевања говором	121
Табела 7.3. Допуштени нивои буке с обзиром на могућност посредног споразумевања средствима комуникација	121
Табела 7.4. Допуштено време излагања буци с обзиром на ниво трајања буке ...	121
Табела 7.5. Вредност нивоа звучног притиска у октавним појасевима	122
Табела 7.6. Допуштено време излагања буци	122
Табела 7.7. Допуштени нивои импулсивне или ударне буке	123
Табела 7.8. Водич за примену фреквентно пондерисаних кривих у случају основних пондерисања	128
Табела 7.9. Водич за примену фреквентно пондерисаних кривих у случају додатних пондерисања	128
Табела 7.10. Оријентациона оцена комфора	129
Табела 7.11. Скраћени извод из обавеза утврђених Директивом 2002/44/ЕЦ	133
Табела 7.12. Нека питања која ће помоћи при одлуци о потреби предузимања даљњих корака	135

Табела 8.1.1.1. Резултати мерења комфора са аспекта осцилаторне удобности возила Застава Пт1	157
Табела 8.1.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила Застава Пт1	157
Табела 8.1.2.1. Збирни резултати мерења буке у кабини м/в.....	160
Табела 8.1.2.2. Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в.....	160
Табела 8.1.3.1. Измерене температуре са Fluke 2166 АК	162
Табела 8.1.3.2. Топлотна угодност са давачем ММ0023	163
Табела 8.2.1.1. Резултати мерења принудних осцилација возила Застава Пт2 са аспекта осцилаторне удобности.....	167
Табела 8.2.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности	167
Табела 8.2.2.1. Збирни резултати мерења буке у кабини м/в.....	169
Табела 8.2.2.2. Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в.....	170
Табела 8.3.1.1. Резултати мерења принудних осцилација возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top са аспекта осцилаторне удобности	174
Табела 8.3.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top.....	175
Табела 8.3.2.1. Резултати измерене буке возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top.....	177
Табела 8.3.2.2. Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в.....	178
Табела 8.3.3.1. Измерене температуре помоћу Fluke 2166 АК	180
Табела 8.3.3.2. Измерена темп. угодност са давачем ММ0023	181
Табела 8.4.1.1. Резултати мерења принудних осцилација возила Land Rover Defender 110 GS Hard Top у односу на комфор.....	185
Табела 8.4.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности	186
Табела 8.4.1.3. Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в.....	186
Табела 8.4.1.4. Компарација резултата мерења вибрација у кабинама м/в.....	186
Табела 8.4.2.1. Збирни резултати мерења буке у кабини м/в.....	189
Табела 8.4.3.1. Резултати мерења ефикасности грејања у кабини м/в	189
Табела 8.5.1.1. Резултати мерења принудних осцилација возила <i>Pinzgauer 710K</i> , у односу на комфор	194
Табела 8.5.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила <i>Pinzgauer 710K</i>	195

Табела 8.5.1.3. Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в.....	195
Табела 8.5.2.1. Збирни резултати мерења буке у кабини м/в.....	198
Табела 8.5.3.1. Температуре са Fluke 2166 АК на температури околине -16°C...	200
Табела 8.5.3.2. Топлотна угодност са давачем ММ0023 на -16°C.....	200
Табела 8.6.1.1. Резултати мерења принудних осцилација возила <i>Puch 300 GD</i> у односу на комфор	205
Табела 8.6.1.2. Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в.....	206
Табела 8.6.1.3. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила <i>Puch 300 GD</i>	206
Табела 8.6.2.1. Збирни резултати мерења буке у кабини м/в.....	209
Табела 8.7.1.1. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила БОВ.....	212
Табела 8.7.1.2. Резултати мерења принудних осцилација возила БОВ са аспекта осцилаторне удобности.....	213
Табела 8.7.2.1. Резултати мерења буке унутар возила БОВ.....	216
Табела 8.7.3.1. Измерене температуре у кабини на температури околине -25°C.....	217
Табела 8.7.3.2. Топлотна угодност са давачем ММ0023 на -25°C.....	217
Табела 8.8.1.1. Резултати мерења принудних осцилација возила ФАП 1118.....	220
Табела 8.8.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности.....	220
Табела 8.8.2.1. Резултати измерених нивоа буке у кабини возила.....	222
Табела 8.8.3.1. Резултати мерења топлотне удобности радног простора кабине.	224
Табела 8.9.1.1. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности	227
Табела 8.9.1.2. Резултати мерења принудних осцилација возила ПЕБЗОТС.....	228
Табела 8.9.2.1. Резултати мерења буке у кабини возила ПЕБЗОТС.....	230
Табела 8.10.1.1. Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в.....	233
Табела 8.10.1.2. Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности	234
Табела 8.10.1.3. Упоредни резултати мерења вибрација сувозача различитих тежина (75 kg и 105 kg)	234
Табела 8.10.2.1. Збирни резултати мерења буке у кабини м/в.....	235
Табела 10.1 – Резултати мерења вибрација испитаника различитих тежина.....	255

Табела 10.1.1 – Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в.....	257
Табела 10.1.2 – Збирни резултати мерења вибрација возила категорије N1	258
Табела 10.1.3 – Збирни резултати мерења вибрација возила категорија N2 и N3	258
Табела 10.1.4 – Збирни резултати мерења нивоа буке возила категорије N1	259
Табела 10.1.5 – Збирни резултати мерења нивоа буке возила категорија N2 и N3	259
Табела 10.1.6 – Збирни резултати ефикасности грејања у кабини м/в.....	259
Табела 10.1.1.1 – Вредности изабраних тежинских пондера	263
Табела 10.1.1.2 – Вредности критеријумских функција	263
Табела 10.1.1.3 – Ранг листе по појединачним критеријумима	264
Табела 10.1.1.4 – Ранг листе по варијантама рангирања	265
Табела 10.1.2.1 – Вредности изабраних тежинских пондера	267
Табела 10.1.2.2 – Вредности критеријумских функција	267
Табела 10.1.2.3 – Ранг листе по појединачним критеријумима	268
Табела 10.1.2.4 – Ранг листе по варијантама рангирања	269
Табела 10.1.3.1 – Резултати измерене буке возила Land Rover Defender.....	271
Табела 10.1.3.2 – Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в.....	271

Списак слика:

Слика 1.1. Аспекти безбедности возила.....	4
Слика 2.1. – Хармонијске вибрације.....	14
Слика 2.2. – Вектор амплитуде	16
Слика 2.3. – Тренутне вредности елонгације x , брзине v и убрзања a код хармонијских вибрација.....	17
Слика 2.4. – Пригушене (амортизоване) осцилације	18
Слика 2.5 – а) Резонантне криве, б) Резонантне фреквенције делова тела.....	20
Слика 2.6. – (а) Вибрације истог правца, (б) Трептаји.....	21
Слика 2.7. – Примери ефективних вредности убрзања вибрација које се сусрећу у животној средини	25
Слика 2.8. – Локални координатни систем за вибрације целог тела (x = груди-леђа, y = раме-раме, z = дуж кичме)	26
Слика 2.9. - Граничне криве за процену удобности за вибрације целог тела у превозним средствима.....	28
Слика 3.1. – Аудиограми особе изложене једносатној буци:.....	38
Слика 3.2. – Логаритамска скала интензитета звука.....	40
Слика 3.3. – Резултујући ниво два идентична извора звука.....	45
Слика 3.4. – Резултујући ниво који потиче од више извора звука	46
Слика 3.5. – Стандардизоване тежинске криве	47
Слика 3.6. – N – криве	48
Слика 3.7. – Смањење укупног нивоа у зависности од трајања изложености	50
Слика 3.8. – Израчунавање дневног нивоа у случају изложености различитим парцијланим нивоима.....	51
Слика 3.9. – Пример израчунавања дневног нивоа у случају изложености различитим парцијланим нивоима.....	52
Слика 3.10. – Илустрација терцног, односно октавног фреквенцијског спектра....	54
Слика 3.11. – Илустрација процентних нивоа буке	56

Слика 4.1. – Одавање топлоте човековог тела.....	61
Слика 4.2. – Одавање топлоте човековог тела у односу на температуру ваздуха	62
Слика 4.3. – Температура и брзина струјања ваздуха.....	63
Слика 4.4. – Температура и влажност ваздуха	64
Слика 4.4. – Калкулатор комфора.....	67
Слика 4.5. – Вредност индекса PPD у функцији PMV.....	69
Слика 5.1. – NetdB12	72
Слика 5.2. – В&К 4230.....	74
Слика 5.3. – G.R.A.S. sound&vibration.....	74
Слика 5.4. – Maestro.....	76
Слика 5.5. – MGCplus.....	77
Слика 5.6. – Datron – Correvit	78
Слика 5.7. – Thermal comfort meter	79
Слика 6.1. – Пт ТА Застава Ривал 40.12 НКWM, 4x4, 1,4 t.....	83
Слика 6.2. – ПТ-2 Застава 4x4, 1,4t	85
Слике 6.3. и 6.4. – Land Rover Defender 110 GS Soft Top, поглед са бочних страна.....	87
Слике 6.5. и 6.6. – Land Rover Defender 110 GS Soft Top, поглед са предње и задње стране.....	87
Слике 6.7. и 6.8. – Land Rover Defender 110 GS Hard Top, поглед са бочних страна.....	88
Слике 6.9. и 6.10. – Land Rover Defender 110 GS Hard Top, поглед са предње и задње стране.....	88
Слике 6.11. и 6.12. – Pinzgauer 710 поглед са бочних страна.....	90
Слике 6.15. и 6.16. – Land Rover Defender и Puch 300 GD, поглед са предње и задње стране.....	92
Слике 6.17. и 6.18. – БОВ, поглед са бочних страна.....	93
Слике 6.19. и 6.20. – БОВ, предња страна и унутрашњост кабине.....	93

Слика 6.21. – ТА ФАП 1118 БС/АВ, поглед са десне стране	95
Слика 6.22. – ТА ФАП 1118 БС/АВ, поглед са леве стране	96
Слика 6.23. – ТА ФАП 1118 БС/А са платформом за деконтаминацију.....	96
Слика 6.24. – Платформа за деконтаминацију на ТА ФАП 1118 БС/АВ, поглед са предње стране	97
Слика 6.25. – Пт ТА ФАП 2228 БС/АВ, 6х6, 7 t.....	98
Слика 6.26. – Кабина СтРИ.....	99
Слика 6.27. – Комплет СтРИ	99
Слика 6.27. – ФАП 3240 БС/АВ, 10 t, 8х8.....	101
Слика 7.1. – Вибрације целог тела као последица вибрација пренесеним са машина и возила	125
Слика 7.2. – Мучнина изазвана транспортом („морска болест“).....	126
Слика 7.3. – Пондерационе криве	127
Слика 7.4. – Базицентричне осе људског тела.....	128
Слика 7.5. – Примери интензитета вибрација које производи најчешће кориштена механизација	136
Слика 7.6. – Шема распореда мерних тачака.....	141
Слика 7.7. – Пример приказивања резултата зависности температуре од времена загревања	143
Слика 7.8. – Дијаграм зависности температуре од времена загревања.....	145
Слика 8.1. – Максималне дозвољене брзине кретања возила по различитим врстама подлога	153
Слика 8.1.1.1 – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт.....	155
Слика 8.1.1.2 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт	155
Слика 8.1.1.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина	156
Слика 8.1.1.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, испресецана ледина.....	156
Слика 8.1.1.5 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	156
Слика 8.1.1.6 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	157
Слика 8.1.2.1 – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт, IV степен преноса.....	158

Слика 8.1.2.2 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт, IV степен преноса...	159
Слика 8.1.2.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	159
Слика 8.1.2.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	159
Слика 8.1.2.5 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, ледина.....	159
Слика 8.1.3.1 – Приказ возила Pt-1 у хладној комори.....	162
Слика 8.2.1.1 – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт.....	164
Слика 8.2.1.2 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт	164
Слика 8.2.1.3 – Седиште посаде, брзина 80 km/h, асфалт	165
Слика 8.2.1.4 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина.....	165
Слика 8.2.1.5 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, ледина	165
Слика 8.2.1.6 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	166
Слика 8.2.1.7 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	166
Слика 8.2.1.8 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, макадам.....	166
Слика 8.2.2.1 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт, IV ст. преноса.....	168
Слика 8.2.2.2 – Седиште посаде, брзина 80 km/h, асфалт, IV ст. преноса	168
Слика 8.2.2.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина.....	168
Слика 8.2.2.4 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, ледина	168
Слика 8.2.2.5 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	168
Слика 8.2.2.6 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, макадам.....	168
Слика 8.3.1.1. – Уређај за мерење вибрација седишта.....	171
Слика 8.3.1.1. – Седишта посаде, брзина 30 km/h, испресецана ледина путн.в. ...	172
Слика 8.3.1.2. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам путничка варијанта..	172
Слика 8.3.1.3. – Седишта посаде, брзина 30 km/h, макадам путничка варијанта .	172
Слика 8.3.1.4. – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт, путничка варијанта....	173
Слика 8.3.1.5. – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт, путн.в.	173
Слика 8.3.1.6. – Седишта посаде десно, брзина 80 km/h, асфалт, путн.в.	173

Слика 8.3.1.7. – Седишта посаде лево, брзина 80 km/h, асфалт, путн. в.....	174
Слика 8.3.2.1. – Мерење буке у кабини возила.....	176
Слика 8.3.2.2. – Измерена бука на месту возача при стабилној брзини 85 km/h, на асфалту, у дужем периоду мерења.....	176
Слика 8.3.2.3. – Измерена бука на месту возача, 30 km/h, ледина.....	176
Слика 8.3.2.4. – Измерена бука на месту посаде десно, 30 km/h, ледина	177
Слика 8.3.2.5. – Измерена бука на месту посаде лево, 30 km/h, ледина	177
Слика 8.3.2.6. – Измерена бука на месту возача, 30 km/h, макадам	177
Слика 8.3.2.7. – Измерена бука на месту посаде, 30 km/h, макадам.....	177
Слика 8.3.3.1. – Шема мерних места у возачкој кабини.....	179
Слика 8.3.3.2. – Шема мерних места у товарном простору.....	180
Слика 8.4.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), макадам	182
Слика 8.4.1.2. – Седиште посаде 2, брзина 30 km/h (2), макадам.....	182
Слика 8.4.1.3. – Седиште посаде 3, брзина 30 km/h (2), макадам.....	183
Слика 8.4.1.4. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), испресецана ледина.....	183
Слика 8.4.1.5. – Седиште посаде 2, брзина 30 km/h (2), испресецана ледина	183
Слика 8.4.1.6. – Седиште посаде 3, брзина 30 km/h (2), испресецана ледина	184
Слика 8.4.1.7. – Седиште возача, брзина 80 km/h (5), асфалт	184
Слика 8.4.1.8. – Седиште посаде 2, брзина 80 km/h (5), асфалт.....	184
Слика 8.4.1.9. – Седиште посаде 3, брзина 80 km/h (5), асфалт.....	185
Слика 8.4.2.1. – Седиште возача, брзина 75 km/h (5), асфалт	187
Слика 8.4.2.2. – Седиште посаде2, брзина 75 km/h (5), асфалт.....	187
Слика 8.4.2.3. – Седиште посаде3, брзина 75 km/h (5), асфалт.....	187
Слика 8.4.2.4. – Седиште возача, брзина 85 km/h (5), асфалт	187
Слика 8.4.2.5. – Седиште посаде2, брзина 85 km/h (5), асфалт.....	188
Слика 8.4.2.6. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), макадам	188
Слика 8.4.2.7. – Седиште посаде2, брзина 30 km/h (2), макадам	188

Слика 8.4.2.8. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), ледина	188
Слика 8.4.2.9. – Седиште посаде ² , брзина 30 km/h (2), ледина	188
Слика 8.4.2.10. – Седиште посаде ³ , брзина 30 km/h (2), ледина	188
Слика 8.4.3.1. – Приказ возила у хладној комори и мерних места у кабини.....	190
Слика 8.4.3.2. – Распоред температура у корисном простору теренског аутомобила	191
Слика 8.5.1.1. – Седиште возача, брзина 75 km/h (5), асфалт	192
Слика 8.5.1.2. – Седиште посаде, брзина 75 km/h (5), асфалт.....	192
Слика 8.5.1.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам	193
Слика 8.5.1.4. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам	193
Слика 8.5.1.5. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина	193
Слика 8.5.1.6. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина	194
Слика 8.5.2.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина	196
Слика 8.5.2.2. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина	196
Слика 8.5.2.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам	196
Слика 8.5.2.4. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам	196
Слика 8.5.2.5. – Седиште возача, брзина 75 km/h (5), асфалт	197
Слика 8.5.2.6. – Седиште посаде, брзина 75 km/h (5), асфалт.....	197
Слика 8.5.2.7. – Седиште возача, брзина 85 km/h (5), асфалт	197
Слика 8.5.2.8. – Седиште посаде, брзина 85 km/h (5), асфалт.....	197
Слика 8.6.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина.....	202
Слика 8.6.1.2. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (3), ледина	203
Слика 8.6.1.3. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина	203
Слика 8.6.1.4. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам	203
Слика 8.6.1.5. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (3), макадам.....	204
Слика 8.6.1.6. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам	204
Слика 8.6.1.7. – Седиште возача, брзина 80 km/h (4), асфалт	204

Слика 8.6.1.8. – Седиште сувозача, брзина 80 km/h (4), асфалт	205
Слика 8.6.1.9. – Седиште посаде, брзина 80 km/h (4), асфалт.....	205
Слика 8.6.2.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина.....	207
Слика 8.6.2.2. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина	207
Слика 8.6.2.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам	207
Слика 8.6.2.4. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам.....	208
Слика 8.6.2.5. – Седиште возача, брзина 75 km/h (4), асфалт	208
Слика 8.6.2.6. – Седиште посаде, брзина 75 km/h (4), асфалт.....	208
Слика 8.6.2.7. – Седиште возача, брзина 85 km/h (4), асфалт	208
Слика 8.6.2.8. – Седиште посаде, брзина 85 km/h (4), асфалт.....	208
Слика 8.7.1.1. – БОВ.....	210
Слика 8.7.1.2. – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт.....	210
Слика 8.7.1.3. – Седиште оператера, брзина 60 km/h, асфалт.....	211
Слика 8.7.1.4. – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина	211
Слика 8.7.1.5. – Седиште оператера, брзина 30 km/h, испресецана ледина	211
Слика 8.7.1.6. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	212
Слика 8.7.1.7. – Седиште оператера, брзина 30 km/h, макадам	212
Слика 8.7.2.1. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, ледина.....	214
Слика 8.7.2.2. – Седиште оператера 1, брзина 30 km/h, ледина.....	214
Слика 8.7.2.3. – Седиште оператера 2, брзина 30 km/h, ледина.....	214
Слика 8.7.2.4. – Седиште оператера 3, брзина 30 km/h, ледина.....	215
Слика 8.7.2.5. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	215
Слика 8.7.2.6. – Седиште оператера 2, брзина 30 km/h, макадам	215
Слика 8.7.2.7. – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт	215
Слика 8.7.2.8. – Седиште оператера 2, брзина 60 km/h, асфалт.....	215
Слика 8.7.2.9. – Седиште оператера 3, брзина 60 km/h, асфалт.....	215

Слика 8.8.1.1 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ledina.....	218
Слика 8.8.1.2 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, ledina	218
Слика 8.8.1.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	219
Слика 8.8.1.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	219
Слика 8.8.1.5 – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт	219
Слика 8.8.1.6 – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт	219
Слика 8.8.2.1. – Седиште возача, брзина 60 km/h, (VI), асфалт	221
Слика 8.8.2.2. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	221
Слика 8.8.2.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина.....	222
Слика 8.8.3.1. – Распоред давача.....	223
Слика 8.8.3.2. – Шема повезивања.....	223
Слика 8.9.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина	225
Слика 8.9.1.2. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, испресецана ледина.....	226
Слика 8.9.1.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	226
Слика 8.9.1.4. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	226
Слика 8.9.1.5 – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт.....	227
Слика 8.9.1.6. – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт	227
Слика 8.9.2.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (4), макадам.....	229
Слика 8.9.2.5 – Седиште посаде, брзина 30 km/h (4), макадам	229
Слика 8.9.2.6 – Седиште возача, брзина 60 km/h (7), асфалт	230
Слика 8.9.2.7 – Седиште сувозача, брзина 60 km/h (7), асфалт	230
Слика 8.10.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина	231
Слика 8.10.1.2. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, испресецана ледина.....	231
Слика 8.10.1.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	232
Слика 8.10.1.4. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	232
Слика 8.10.1.5 – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт.....	232

Слика 8.10.1.6 – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт	233
Слика 8.10.2.1 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина.....	234
Слика 8.10.2.2 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам	234
Слика 8.10.2.3 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам	235
Слика 8.10.2.4. – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт.....	235
Слика 8.10.2.5. – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт	235
Слика 9.1. – Дијаграм повезаности вишекритеријумског вредновања са неопходним елементима његове примене.....	238
Слика 9.2. – Методолошки оквир за употребу вишекритеријумског вредновања	239
Слика 9.3. – Место критеријума у процесу вишекритеријумске анализе.....	241
Слика 9.5. – Еуклидске удаљености од идеалног и анти идеалног решења у дводимензионалном простору.....	246

Интеграција и оцена утицаја параметара комфора и безбедности моторних возила за посебну намену

Резиме

Ова докторска дисертација бави се истраживањем примене вишекритеријумске анализе елемената комфора у кабинама и товарном (путничком) простору теренских моторних возила за специјалне намене, са посебним освртом на праћење параметара вибрација на седиштима возача и путника, унутрашње буке у кабини возила и на местима чланова посаде, као и ефикасности система за грејање и проветравање кабине возила. Применом нове мерне опреме (Bruel & Kjaer i 01dB-Mettravib - Maestro, NetdB12) и одговарајућих програмских пакета (dBFA Suite i Pulse), обезбеђује се могућност прецизног и брзог дијагностиковања стања елемената комфора теренских моторних возила.

Утицај буке и вибрација на човека се истражује како у експлоатационим, тако и лабораторијским условима. При томе се до сада далеко већа пажња посвећивала лабораторијским истраживањима, јер је тиме била обезбеђена стабилност параметара микро-окружења и поновљивост резултата. Такође треба напоменути да су испитивања овог типа у реалним експлоатационим условима вишеструко финансијски скупља и далеко компликованија у смислу обезбеђења поређења резултата мерења. С обзиром да су се у склопу завршних испитивања прототипова одређених возила за потребе Војске Србије стекли услови и за обављање овог типа испитивања, пружила се јединствена прилика да се напред наведени параметри комфора прате приликом интезивне вожње теренских возила по три типа опитне стазе:

- испресецана ледина (рејон Делиблатске пешчаре),
- равничарски макадам (Фрушка гора) и

- асфалтна подлога аутопута (у околини Сремске Митровице).

У раду је извршена систематизација постојећих сазнања у области испитивања одређених перформанси комфора и безбедности возила посебне намене. Као резултат свих спроведених активности, применом вишекритеријумског вредновања резултата испитивања, тј. применом методе *ВИКОР*, долази се до поуздане методологије за процену важности сваког од параметара испитиваних елемената комфора, њихове међусобне условљености, као и до могућности квантитативно бољег доношења одлука приликом набавке теренских возила. У оквиру дисертације извршен је збирни приказ свих елемената ергономских карактеристика, као и карактеристика пасивне безбедности моторних возила. Такође свеобухватно је извршен приказ најзначајнијих домаћих, европских и светских стандарда који третирају ову област. На основу спроведених теоријских разматрања, као и обједињавањем постојећих парцијалних методологија за испитивање штетних утицаја на возача и чланове посаде, обавила се имплементација систематизованих сазнања на развој сопствене методологије истраживања, чији је циљ развој свеобухватне интегрисане методологије испитивања као допринос развоју процеса испитивања елемената комфора и безбедности у реалним опитно-експлоатационим условима. Очекивани ефекти таквог приступа су скраћење времена испитивања, могућност флексибилне манипулације са снимљеним подацима, увођење већег броја мерних канала, итд. То је постигнуто применом савремених мерно-регистрационих уређаја и програмских пакета за аквизицију, обраду и анализу добијених резултата експеримента.

Кључне речи: теренска моторна возила за специјалне намене, комфор, бука, вибрације, ефикасност грејања, пасивна безбедност, опитно – експлоатациона испитивања, ВИКОР

Научна област: Машинство

Ужа научна област: Моторна возила

UDK: 629.3 – 4(043.3)

Integration and evaluation of influence of comfort and safety parameters on special-purpose vehicles

Abstract

This doctoral dissertation deals with the research of application of multicriteria analysis of comfort elements inside cabin and cargo (passenger) space of special-purpose off-road motor vehicles, with a special review of monitoring the parameters of vibrations on driver and passenger seats respectively, the noise inside a vehicle cabin and on the crew member places, as well as the vehicle heating and ventilation system efficiency. State-of-the art measuring equipment (Bruel&Kjæri 01dB-Metravib - Maestro, NetdB12) and corresponding programme packages (dBFA Suitei Pulse) were used in order to provide for precise and fast diagnosis of the condition of comfort elements of off-road motor vehicles.

The influence of noise and vibrations on a human has been researched both in operating and laboratory conditions. It should be underlined that far more attention has been paid of laboratory research, since it provides for stability of parameters of micro-environment and repeatability of the results. It should also be mentioned that the research of this type in real operating conditions is several times more expensive and far more complicated in terms of providing for comparability of measuring results. Considering that as a part of final testing of certain vehicle prototypes for the requirements of the Serbian Military the conditions have been met to perform this kind of research, a unique opportunity presented itself to monitor the afore mentioned comfort parameters during intensive driving of off-road vehicles on three pre-selected types of terrain surface:

- heath (Deliblatska Pescara)
- gravel (Fruska Gora), and
- highway asphalt base (in the vicinity of Sremska Mitrovica).

The dissertation has also systematized the existing knowledge in the field of testing of certain comfort and safety performances of special-purpose off-road vehicles. As a result of the activities conducted, using multicriteria evaluation of testing results, i.e. using VIKOR method, we come to the reliable methodology for evaluation of importance of each of the tested comfort element parameters, their mutual influence, as well as the possibility of quantitatively better decision-making when purchasing off-road vehicles.

The dissertation offers a comprehensive review of all ergonomic characteristics, as well as the characteristics of passive safety of motor vehicles. There is also a comprehensive review of the most important national, European and international standards dealing with this field. Based on the theoretical considerations, as well as uniting the existing partial methodologies for testing of harmful influences on driver and crew members, systematized knowledge has been implemented on the development of our own research methodology the goal of which is the development of comprehensive integrated testing methodology as a contribution to the development of comfort and safety elements' testing in real life experimental-operating conditions. The expected effects of such an approach are shorter testing time, the possibility of flexible manipulation with recorded data, the introduction of a larger number of measuring channels, etc. This has been achieved by contemporary measuring-registration devices and programme packages for acquisition, processing and analysis of the results obtained during the experiment.

Кључне речи: теренска моторна возила за специјалне намене, комфор, бука, вибрације, ефикасност грејања, пасивна безбедност, опитно – експлоатациона испитивања, ВИКОР

Scientific discipline: Mechanical engineering

Scientific subdiscipline: Motor vehicle engineering

UDC: 629.3 – 4(043.3)

Номенклатура:

TTS	- Temporary Threshold Shift
PTS	- Permanent Threshold Shift
м/в	- моторна возила
ТТЗ	- тактичко технички захтеви
ФАП	- Фабрика аутомобила Прибој
БОВ	- Борбено оклопно возило
СЗО	- Светска здравствена организација
ISO	- International Organization for Standardization
СРПС	- ознака за стандарде Института за стандардизацију Србије
ЈУС	- ознака за југословенски стандард
СНО	- Стандард Народне Одбране
ЈАС	- Југословенски Армијски Стандард
NSN	- NATO Stock Number
MIL	- Military Standards, Handbooks and Mil-Spec documents
DIN	- Deutsches Institut für Normung
STANAG	- NATO Standardization Agreement
SAW	- Simple Additive Weighting method
AHP	- Analytic Hierarchy Process
TOPSIS	- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
ELECTRE	- Elimination and Choice Expressing Reality
PROMETHEE	- Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
ВИКОР	- ВИшкритеријумско КОмпромисно Решење
0 [dB]	- праг чујности
130 [dB]	- праг бола
$x_0 = 10^{-12}$ [m]	- референтна вредност помераја
$v_0 = 10^{-9}$ [m/s]	- референтна вредност брзине
$a_0 = 10^{-6}$ [m/s ²]	- референтна вредност убрзања
A [mm]	- maksimalna amplituda pomeranja

f_i [Hz]	- frekvencija
ω [rad / s]	- ugaona brzina sistema,
ϕ [rad]	- fazni ugaо,
$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ [Pa]	- звучни притисак
$I_0 = 10^{-12}$ [W/m ²]	- интензитет звука
$W_0 = 10^{-12}$ [J]	- звучна енергија
$a_0 = 10^{-6}$ [m/s ²]	- убрзање честица
$v_0 = 10^{-9}$ [m/s]	- брзина осциловања честица
$\xi_0 = 10^{-12}$ [m]	- померај честица
$L_{A,eq}$ [dB]	- енергетски еквивалентан трајни А ниво буке
L_p [dB]	- ниво звучног притиска
L_A [dB]	- ниво звучног притиска одређен пондерацијом А
PPM	- Predicted Mean Vote Index
PPD	- Predicted Percentage of Dissatisfied
Met	- метаболичка стопа (1 met = 58 W/m ²)
clo	- топлотна активност одеће (1 clo = 0,155 m ² °C/m ²)
e = 2.718	- Ојлерова константа
f_{cl}	- фактор одеће
h_c	- коефицијент преноса топлоте
I_{cl} [clo]	- изолација одеће
M [W/m ²]	- метаболичка рата
p_a [kPa] –	- притисак ваздушне паре
R_{cl}	- термичка изолација одеће
t_a [°C]	- температура ваздуха
t_{cl} [°C]	- површинска температура одеће
t_r [°C]	- М. Р. температура
V [m/s]	- брзина струјања ваздуха
W [J]	- екстерни рад

1 Увод

Развој аутомобилске индустрије и нагло повећање конкуренције на тржишту возила диктира све већу обавезу произвођача за задовољење комплексних захтева како корисника, тако и законске регулативе, у смислу економичности, комфора, безбедности, као и заштите животне средине. Све ово је довело до наглог развоја нових система на моторним возилима. У односу на деведесете године прошлог века када је удео од 15% нето вредности возила одлазио на уграђену електронику, данашњи износ се повећао више од два пута. У блиској будућности, чак и код возила средње класе, очекује се да овај проценат порасте на преко 45% [1, 11]. Ротациона пумпа, као врхунац технике осамдесетих година и као некада обавезан и кључни део моторског агрегата, постаје ствар прошлости. Аутомобилска индустрија се све више окреће техничким иновацијама како би задовољила захтеве за већом удобности и безбедности, али и смањењем потрошње горива. Данас је тешко замислити ново возило без система за директно убризгавање горива, *common rail-a*, као и каталитичких конвертора заснованих на додатном сагоревању издувних гасова [1].

Ситуација на светском тржишту се знатно разликује када су у питању војна возила. Појам војних возила односи се пре свега на возила на моторни погон специјалне намене. Ту се пре свега мисли на различите војне системе које покреће мотор као што су тенкови, борбена оклопна возила пешадије, те низ других специјалних и теренских возила намењених за вучу или превоз муниције или наоружања. Управо та групација представља она војна возила која практично нису

покривена никаквим стандардима везаним за екологију. Како се она не користе само за време рата, већ и у мирнодопско време, потребно је предвидети одређене стандарде који се морају примењивати у сврху заштите здравља њихових корисника. Посебан проблем везан за војна возила произлази из чињенице како су она дугог века трајања (и више од 50 година), те је очигледно да не прате стандарде који су се почели примењивати у аутомобилској индустрији у последњих десетак година [2].

Доступна литература везана за проблематику војних возила је крајње редукована, највише из разлога што се најчешће класификује као „војна тајна – поверљиво“. Такође због специјалних захтева који се постављају пред произвођаче у смислу динамичке проходности, аутономије кретања, поузданости уграђених компоненти, као и смештаја специјалне опреме и наоружања, цена израде оваквих возила је врло висока. Врло је чест случај у пракси да се приликом пројектовања надоградњи на основни тип возила, конструктори срећу са великим проблемима свођења нивоа вибрација и буке унутар кабина на прихватљив ниво потребан за неометан рад уграђене опреме и несметану комуникацију чланова посаде. Нужни комфор руковаоца је у овим случајевима увек секундаран у односу на примарне захтеве везане за ефикасност извршења функције, као и заштите посаде, у војној употреби.

Повећање активне и пасивне саобраћајне безбедности друмских возила, посебно оних специјалних, несумњиво доводи до повећања не само безбедности самих возила, већ и саобраћаја у целини, што постаје један од најважнијих циљева у научно-технолошком развоју сваког организованог система.

У току 2011–2014, године у Техничком опитном центру је планирано извршење испитивања више типова теренских возила намењених за транспорт људства и опреме за потребе Војске Србије (ФАП 1118; ФАП 2028; ФАП 3240; Land Rover Defender 110 Soft Top; две варијанте Заставе ривал са краћом и дужом кабином; БОВ – борбено оклопно возило; Pinzgauer – са интегрисаним системом везе; као и специјалних надоградњи на возилу ФАП 1118 – Платформа за деконтаминацију и на возилу ФАП 2228 – Пибзот). Један део ових испитивања се односио и на комфор корисника у кабини возила у различитим условима експлоатације возила.

1.1 Проблем и предмет истраживања

Предмет истраживања у докторској дисертацији је вишекритеријумска анализа елемената комфора у кабинама и товарном (путничком) простору теренских моторних возила са посебним освртом на праћење параметара вибрација на седиштима возача и путника, унутрашње буке у кабини возила и на местима чланова посаде, као и ефикасности система за грејање и проветравање кабине возила. Применом нове мерне опреме (Bruel & Kjaer i 01dB-Metvib – Maestro, NetdB12) и одговарајућих програмских пакета (dBFA Suite i Pulse) обезбедиће се могућност прецизног и брзог дијагностиковања стања елемената комфора теренских моторних возила. Динамичке карактеристике возила су од великог значаја за њихове перформансе, а посебно безбедност, управљивост и осцилаторну удобност. Како су оне резултат утицаја њихових конструктивних параметара, а посебно виталних агрегата, потребно је посветити посебну пажњу и истраживању неких карактеристичних елемената комфора унутар кабине возила.

С обзиром да су се у склопу завршних испитивања прототипова одређених возила за потребе Војске Србије стекли услови и за обављање овог типа испитивања, пружила се јединствена прилика да се напред наведени параметри комфора прате приликом интезивне вожње теренских возила по три типа опитне стазе:

- испресецана ледина (рејон Делиблатске пешчаре),
- равничарски и брдски макадам (Фрушка гора, Златибор) и
- асфалтна подлога (деоница аутопута Београд – Шид).

Комфорност оператера и посаде у кабини возила је нераскидиво повезана са елементима саобраћајне безбедности. Безбедност возила има три основна аспекта. Прво, да својим активним елементима не повећава ризик односно не доприноси настанку саобраћајних незгода. Друго, да што мање угрожава субјективне способности возача релевантне за исправно реаговање. Треће, да својим пасивним елементима спречава или ублажава последице (повреде) када дође до незгоде. Елементи возила од којих зависи и безбедност саобраћаја се у стручној литератури најчешће деле на три групе [3]:

- Активне елементе безбедности возила;
- Пасивне елементе безбедности возила;
- Каталитичке елементе безбедности возила.

Активни елементи безбедности возила, због чијег лома, квара или отказивања може настати саобраћајна незгода обухватају уређаје од којих зависи стабилност и управљивост, уређаје за управљање, уређаје за кочење, (ефикасност, стабилност, поузданост), пнеуматике, мењачки преносник, поље видљивости возача и евентуално постојање „мртвих углова“, уређаје за осветљавање пута, уочљивост возила од стране других учесника у саобраћају (боја, систем сигнализације), удобност возила и друго.

Пасивни елементи безбедности возила, који не утичу на број незгода већ на њихову заштиту (тежину), тј. смањење учинка сила које делују на путнике, обухватају каросерију (гњечене зоне), сигурносне појасеве, ваздушне јастуке, наслоне за главу, карактеристике резервоара и електричне инсталације, спољну и унутрашњу опрему (обликовање путничког простора – кабине, прилагодљиви пластични унутрашњи уређаји, заобљени украсни делови), смештај моторног блока и агрегата, одбојнике, продужење предњег дела између кабине и мотора (простор за деформацију) и друго.

Каталитички елементи возила, обухватају гасове, буку, вибрације, грејање и др.



Слика 1.1. Аспекти безбедности возила [4]

Поред безбедности, каталитички параметри могу се посматрати и кроз аспект на који произвођачи све више обраћају пажњу, а то су ергономске карактеристике возила. Под ергономијом возила подразумева се могућност прилагођавања унутрашњости возила индивидуалним карактеристикама возача и чланова посаде. Конструкција возила треба да је прилагођена највећем броју корисника и да омогућава индивидуално подешавање с обзиром на његове димензије, а све у циљу:

- боље видљивости и прегледности из возила,
- већег комфора,
- удобног седења,
- лакшег управљања,
- бољег прилаза и коришћења команди и уређаја,
- веће звучне и топлотне изолације,
- смањеног утицаја вибрација,
- мањег замора возача.

Најважнију улогу у обезбеђењу ергономије возила имају седишта возача и посаде.

Феномен утицаја вибрација на замор човека и њихово преношење кроз човеково тело је веома значајан фактор који се узима у обзир при пројектовању моторних возила, али и у ширем смислу машинских система, или у грађевинарству. Познато је да возило представља динамички систем који врши вибрације под дејством одговарајућих побуда. При пројектовању система за ослањање возила, система за ослањање погонске групе, кабине и седишта, полази се од минимизације замора човека под дејством вибрација којима је он изложен [5]. Вибрације у окружењу возила сврставамо у две групе и то:

- вибрације које се преко седишта или пода преносе на цело тело,
- локалне вибрације, које делују на руке у току вожње или коришћења уређаја на аутомобилу.

Утицај вибрација на човека се истражује како у експлоатационим, тако и лабораторијским условима. При томе се до сада далеко већа пажња посвећивала лабораторијским истраживањима, јер је тиме била обезбеђена стабилност параметара микро-окружења (бука, термичка оптерећења и сл.) и поновљивост резултата. Такође треба напоменути да су испитивања овог типа у реалним

експлоатационим условима вишеструко финансијски скупља и далеко компликованија у смислу обезбеђења поређења резултата мерења.

Механички пренос вибрација кроз човечије тело се, најчешће, изражава преносним функцијама, импедансама, „привидном масом“ и сл, а дефинише се како за цело тело, тако и само за поједине његове делове (руке, нпр.). Многобројна испитивања извршена на људима показала су да на замор човека под дејством вибрација утиче интензитет, правац и смер, учестаност, врста побуде (хармонијска, ударна, случајна), параметри микроклиме (влажност, температура, итд.), бука, ергономски параметри човека (висина, тежина), раса, пол, итд [6]. Набројани фактори показују да је проучавање проблема утицаја вибрација на човека веома сложено, а савремена наука, до данас, није дала задовољавајуће одговоре на питање како се човек, у најопштијем случају, понаша под дејством појединих врста вибрација и у окружењу термичких и звучних оптерећења.

Имајући у виду континуално поопштравање захтева квалитета светских стандарда, који дефинишу вибрације (хумане и структуралне) и буку, мерења и анализа буке и вибрација на моторном возилу преузимају улогу покретача развоја и модификација система у оперативној употреби.

Успешност мерења и анализе вибрација и буке на возилу умногоме зависи од: правилног избора локације мерења (монтаже мерних претварача), изабраних профила и параметара вожње (брзина, врста подлоге, оптерећење...), поседовања савремене испитно-мерне опреме високе тачности са рачунарском подршком за аквизицију и обраду прикупљених сигнала одмах након извршеног опита.

Испитивања комфора унутар кабине возила у погледу нивоа буке извршена су у току вожње по различитим врстама подлога. Испитивања на асфалтној подлози извршена су према стандарду ISO 5128 [7]. Као додатна испитивања извршена су мерења буке унутар возила, у случају кретања возила по макадамској стази и испресецаној ледини, у сагласности са директивом Европске уније за изложеност буци 2003/10/ЕС [8]. Пошто је основна намена возила ове категорије, кретање по теренским тј. ванпутним условима, интересовао нас је податак о процени ризика од оштећења слуха пробних возача, који у релативно кратком временском периоду (два до четири месеца) подвргавају возила интезивним испитивањима вожњом.

Нивои звучног притиска унутар моторних возила су у општем случају под великим утицајем микротекстуре и храпавости површине опитне стазе, с тим што глатке површине пута производе акустички постојаније унутрашње нивое. Без обзира што специфицирани поступци стандарда нису намењени за процену изложености буке у смислу комфора и сигурности, као што су замор и будност, основни мотив испитивача је био остварење дефинисаних и једнозначних услова мерења ради могућности компарације и понављања резултата испитивања. Поред овога важно је напоменути да садашње стање усвојених међународних стандарда из ове области, још увек не дозвољава добру корелацију између измерених података и комфора и сигурности, те да је резултат мерења буке унутар возила по ISO 5128 најадекватнији реалним условима.

У оквиру лабораторијских испитивања која су саставни део експерименталног дела ове докторске дисертације, је измерена ефикасност система за грејање корисног простора (возачка кабина и товарни простор) теренских возила поменутих у уводним напоменама. Испитивања су обављена у лабораторијским условима, у хладној комори полигона Никинци на температури од -16 °С, према војним стандардима стандардима Републике Србије: СОРС 0114 (Карактеристике комфорности војних возила) [9] и СОРС 8419/02 (Испитивање топлотне угодности радних простора војних возила) [10].

1.2 Циљ истраживања и основне хипотезе

Познато је да постојеће методе управљања експлоатацијом и одржавањем имају за циљ обезбеђење жељене поузданости и расположивости система, уз што мање трошкове. Ово посебно важи за возила намењена за посебне намене – војну употребу. Циљ ове дисертације је систематизација постојећих сазнања у области испитивања одређених перформанси комфора и безбедности возила посебне намене, те да се као резултат свих спроведених активности дође до поуздане методологије за процену важности сваког од тих параметара, њихове међусобне условљености, као и до могућности квантитативно бољег доношења одлука приликом набавке истих. У оквиру дисертације извршен је и збирни приказ свих елемената ергономских карактеристика, као и карактеристика пасивне безбедности

моторних возила, као и приказ физичких принципа рада система за аквизицију података који се користе за ове сврхе. Такође свеобухватно је извршен приказ најзначајнијих европских и светских стандарда који третирају ову област. На основу спроведених теоријских разматрања, као и обједињавањем постојећих парцијалних методологија за испитивање штетних утицаја на возача и чланове посаде, обављена је имплементација систематизованих сазнања на развој сопствене методологије истраживања, чији је циљ развој свеобухватне интегрисане методологије испитивања као допринос развоју процеса испитивања елемената комфора и безбедности у реалним опитно-експлоатационим условима. Очекивани ефекти таквог приступа су скраћење времена испитивања, могућност флексибилне манипулације са снимљеним подацима, увођење већег броја мерних канала, итд. То је постигнуто применом савремених мерно-регистрационих уређаја и развијеног програмског пакета за аквизицију, обраду и анализу добијених резултата експеримента.

Смањење штета насталих хаваријама које су последица експлоатације возила, представља један од циљева дисертације, уз истовремено подизање нивоа научно-технолошке, економске и еколошке прихватљивости истих. Сагледавање могућих отказа и увођење мера за њихово елиминисање свакако представља врхунски инжењерски задатак.

Поред овог тежишног циља, у раду је приказана и:

- упоредна анализа примењене методе на више типова теренских возила при истим врстама подлоге и начина експлоатације,
- упоредна анализа примењене методе на истим типовима теренских возила при различитим врстама подлоге и начина експлоатације,
- анализа система за аквизицију помоћу РС рачунара,
- процедура за снимање електромеханичких карактеристика у базу података на РС рачунару,
- графичка презентација измерених величина.

Основна научна хипотеза од које се полази у овом истраживању је да постоје међународни и национални стандарди и прописи за испитивање појединих перформанси возила посебне намене (вибрација на седиштима возача и путника, вибрације система човек-возило, унутрашња бука у кабини, ефикасност система за

грејање и проветравање возила), али да је могуће унапредити методологију за испитивање и оптималан избор возила на основу поменутих стандарда, посебно када се ради о возилима за војне потребе.

Повећање активне и пасивне безбедности друмских возила, посебно оних специјалних, несумњиво доводи до повећања не само безбедности самих возила, већ и саобраћаја у целини, што постаје један од најважнијих циљева у научно-технолошком развоју сваког организованог система. У оквиру дисертације извршена је разрада следећих поставки:

1. Обједињавање упоредног приказа свих елемената комфорности у кабини теренског аутомобила ради лакшег увида у корелације и утицај појединих елемената система на пасивну безбедност возила и интеракцију са становишта утицаја на психофизичке способности возача и чланова посаде.
2. Развојем рачунарског система дијагностике три основна параметра комфора у кабини теренског аутомобила (унутрашња бука, вибрације на седишту возача и чланова посаде, ефикасност грајања тј. вентилације на екстремним условима околине), као и успостављањем корелације заједничких утицаја ова три фактора, могу се формирати прецизнији критеријуми оптималног одабира возила, као и оптималне дужине боравка запослених у задатим условима са становишта медицине рада и заштите на раду (пробни возачи, професионални возачи, војници у служби ...).
3. Континуалним праћење буке и вибрација моторног возила могуће је предвидети стање битних система на моторним возилима (носећи делови, систем за ослањање, систем за управљање, точкови и пнеуматици, погонски агрегат) и обезбедити ефикаснији рад служби одржавања у великим системима транспорта (војска, полиција, градски превозници, транспортна предузећа ...), чиме се значајно умањују могућности изненадног отказа возила.

1.3 Научно-истраживачке методе

У дисертацији су коришћене познате и признате научно-истраживачке методе које би требало додатно да допринесу разјашњењу проблема везаних за истраживање параметара возила која су предмет дисертације, и то:

- Метода теоријске анализе – проучавање досадашњих теоријских сазнања и најновијих емпиријских резултата везаних за предмет дисертације,
- Методе прикупљања, обраде и анализе података,
- Метода испитивања – експериментална истраживања радних параметара у реалном окружењу,
- Компаративна методе – упоређивање добијених резултата са постојећим резултатима и међународним и националним стандардима,
- Статистичке методе и теорија поузданости,
- Методе инжењерства одржавања моторних возила,
- Методе предвиђања и оцене.

Употребом напред наведених метода обезбеђује се, да се потпуно, јасно и темељно, представи и анализира проблем, на бази једног интердисциплинарног приступа:

- I) У првој фази извршена је анализа реализованих метода испитивања (СРПС, СОРС (бивши СНО), ISO, ЕСЕ, МПL...) са посебним акцентом на сличности и разлике. Такође је на једном месту дат упоредни преглед законских (нормативних) аката који дефинишу ову проблематику.
- II) Такође извршена је детаљна анализа дијагностичких сензора, њиховог принципа рада, као и преглед изведених решења по типовима. Детаљно је извршена анализа досадашњих реализованих система аквизиција података у овој области (како се врши аквизиција података, који фактори учествују или су доминантни на комфор у кабини и који су предуслови да би се штетни утицаји на човека максимално минимизирали а са циљем добијања информација о оправданости спровођења оваквог истраживања).
- III) Коришћењем горе стечених искуства развијена је методологија за опитно експлоатациона испитивања елемената комфора у кабинама теренских возила (режими и поступци испитивања, дефинисани су сви елементи система, почевши од примењених давача за мерење појединих

мерних величина, преко дефинисања преносника сигнала, мерно-појачивачких мостова, уређаја за аквизицију података, рачунара и периферних уређаја за приказивање резултата испитивања; као и софтверско решење за приказ и обраду добијени резултата испитивања).

IV) Обављена су опитно - експлоатациона односно теренска испитивања интензивном возњом на више типова теренских возила при различитим условима експлоатације и анализирани резултати испитивања како са аспекта заштите возача и чланова посаде, тако и са становишта избора оптималног теренског возила као целине.

V) Увођењем рачунара и система за аквизицију података у мерни ланац могуће је и директно вршити оцењивање, као и упоређење са претходно направљеном базом за теренска возила исте или сличне категорије, а према карактеристикама декларисаним од стране произвођача.

С обзиром да је коришћени узорак свеобухватан и репрезентативан, у смислу анализе већине кључних утицајних параметара, али и у погледу бројности испитаних репрезентата типа возила, резултати истраживања могу бити примењени у пракси, са великом поузданошћу у исте.

Литература:

1. Mićović A., Ovuka D., Đurica D.: Electrical energy systems (EES) – the power behind the automobile of the future, DEMI, Banja Luka (2009)
2. Mikulić, D.; Happ Z.; Knezović M. Ecologically military vehicles. // Hrvatski vojnik. 109/110, pp. 8-11., (2004)
3. Lindov O.: Road Traffic Safety - Faculty of Traffic and Communications University of Sarajevo, pp. 157-159, (2008)
4. http://www.vtsnis.edu.rs/predmeti_2012/bezbednost_saobracaja/03%20Vozilo%20kao%20faktor%20bezbednosti.pdf, (2015)
5. Demić, M.; Diligenski, Đ.; Milanović, M. A contribution to research of the influence of degradation of vehicle vibration parameters on thermal load of shock absorbers. // Journal of Applied Engineering Science (Istraživanja i projektovanja za privredu). 11, pp. 23-30, (2013)
6. Petrović P., Bracanović Z., Vukas S.: Oscillatory appearance on agricultural tractors - Poljoprivredna tehnika 2, pp. 15-23, (2005)
7. ISO 5128: Acoustic, Measurement of Noise Inside Motor Vehicles, (1980)
8. Directive 2003/10/EC – of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) (Seventeenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC), (2003)
9. СОРС 0114/87: Карактеристике комфорности војних возила, Ефикасност грејања кабине и корисног простора возила, Сл. Војни лист 30/87, (1987)
10. СОРС 8419/02: Испитивање топлотне угодности радних простора војних возила, (2002)
11. Поповић В.: Женева – Београд, Технички прописи у области хомологације возила, Универзитет у Београду, Машински факултет, (2015)

2 Вибрације

Изложеност вибрацијама утиче на човека на различите начине, од обичних сметњи до смањења радног учинка, опасности по здравље, па чак и оштећења здравља. Вибрације настају као:

- Вибрације које се преносе на шаке и руке – Вибрације шака-рука за време рада с вибрирајућим ручним алатима, као што су пнеуматски чекићи, брусилице, пнеуматске бушилице, вибрацијски набијачи, дробилице, ударне бушилице, ланчане тестере, итд.
- Вибрације које се преносе на цело тело – Вибрације целог тела на покретним машинама и опреми као што су моторна возила, механизација у грађевинарству и шумарству, грејдери, утоваривачи на точковима, утоваривачи - гусеничари, трактори [1], виљушкари који раде на неравном терену, војна возила. Вибрације такође могу настати на стационарним радним местима уз тешке машине, као што су контролне ударних преса или платформе компресора.

Штетно деловање вибрирајућих алата или машина одавно је познато, али је још увијек често подцењено.

2.1 Увод у вибрације – теоријски део

Велики број природих појава се одвија периодично, почевши од кретања планета око Сунца, па до кретања електрона око атомског језгра и осциловања

атома у кристалној решетки. Такође, постоје многобројне периодичне појаве у техници, као што су наизменичне струје или вибрирање машина. Заједничко својство свих периодичних појава јесте да посматрани систем долази у исто стање у правилним временским интервалима. Периодичне појаве које се односе на механичке системе називају се вибрације, ако су помераји делова система мали у поређењу са његовим димензијама, а период осциловања знатно мањи од времена посматрања осцилација.

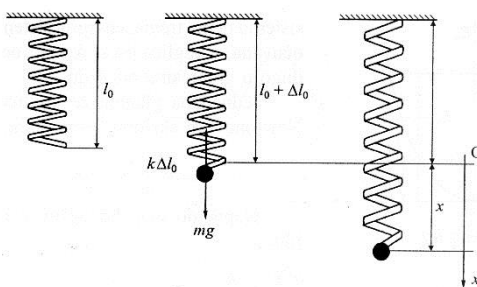
Општи случај вибрација веома је тешко математички анализирати. Најједноставније су хармонијске вибрације, код којих се променљиве карактеристике (положај, брзина, убрзање...) мењају у времену по хармонијском закону, синуса или косинуса. Овај облик вибрација је важан због тога што су многи процеси у природи и техници приближно хармонијски [2, 3]. Такође, сложени периодични процеси могу се приказати слагањем одређеног броја хармонијских вибрација различитих амплитуда и фреквенција.

2.1.1 Хармонијске вибрације

Тело масе m причвршћено је на крају еластичне опруге (без масе), слика 1.1. Када се тело изведе из равнотежног положаја (0), на удаљеност x , на њега ће деловати еластична сила опруге:

$$F = -k x, \quad [k] = N/m,$$

где је k – константа еластичности.



Слика 2.1. – Хармонијске вибрације

Да би се хармонијске вибрације описале математички, потребно је решити једначину кретања. Према другом Њутновом закону она има облик:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$$

С обзиром да су k и m позитивне величине, може се увести ознака $\omega_0^2 = k/m$, која се назива кружна фреквенција [4]. Једначина кретања:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$

има решење облика:

$$x = A \cos(\omega_0 t + \alpha).$$

Произвољне константе, амплитуда (A) и почетна фаза (α), могу се одредити из почетних услова. Почетни услови су вредности елонгације (x_0) и брзине (v_0) у почетном тренутку $t = 0$. Из почетних услова се добија:

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}}, \quad \operatorname{tg} \alpha = -\frac{v_0}{x_0 \omega_0}.$$

Према томе, амплитуда и почетна фаза хармонијских вибрација одређени су начином на који су вибрације побуђене. За $v_0 = 0$, очигледно је $A = x_0$ и $\alpha = 0$. У том случају хармонијске вибрације описане су једначином:

$$x = x_0 \cos(\omega_0 t)$$

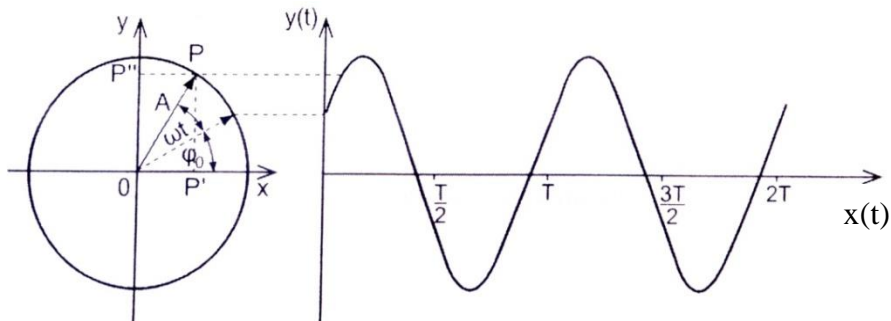
Из решења једначине кретања види се да период хармонијских вибрација, $T = 2\pi/\omega_0$, зависи само од динамичких параметара (масе m и константе еластичности k).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Број осцилација у јединици времена представља фреквенцију (ν). Фреквенција је повезана са трајањем једне осцилације $\nu = 1/T$, док је кружна фреквенција $\omega_0 = 2\pi\nu$. Јединица за фреквенцију назива се херц, $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$.

Хармонијске вибрације се могу једноставно повезати са равномерним кружним кретањем. На слици 2.2 приказан је вектор \vec{A} чији је интензитет једнак амплитуди хармонијских вибрација, под углом α , који је једнак почетној фази, у односу на x – осу. Нека вектор амплитуде \vec{A} ротира угаоном брзином ω_0 , која је једнака кружној фреквенцији хармонијске вибрације, супротно кретању казаљке на сату. Тада се његова пројекција на x – осу мења по закону $A \cos(\omega_0 t + \alpha)$. То значи

да пројекција вектора амплитуде на x – осу врши хармонијске вибрације, а ω_0 се назива кружна фреквенција.



Слика 2.2. – Вектор амплитуде

Тренутне вредности брзине и убрзања код хармонијских вибрација могу се добити диференцирањем. За брзину се тако добија:

$$v = \frac{dx}{dt} = -x_0 \omega_0 \sin \omega_0 t$$

одакле се види да се и брзина мења по хармонијском закону, при чему је њена амплитуда $x_0 \omega_0$.

Убрзање је, такође, периодична функција времена:

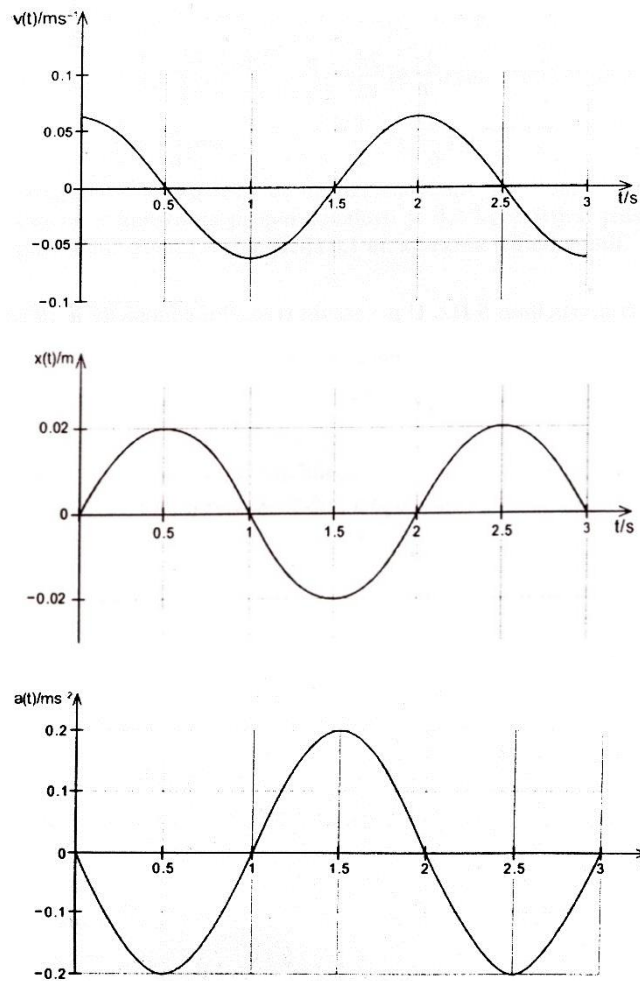
$$a = \frac{dv}{dt} = -x_0 \omega_0^2 \cos \omega_0 t = -\omega_0^2 x$$

са истим периодом као и елонгација, али супротном фазом.

На слици 2.3 приказана је временска зависност елонгације, брзине и убрзања код хармонијских вибрација. На слици се могу упоредно пратити промене положаја, брзине и убрзања у току једне осцилације. Са слике се види да брзина достиже максимум у тренутку када тело пролази кроз равнотежни положај. Убрзање је, обрнуто, једнако нули при проласку тела кроз равнотежни положај, а постиже максимум у тачкама највећег отклона. При томе је убрзање стално усмерено ка равнотежном положају [4].

Тренутне вредности кинетичке и потенцијалне енергије одређене су изразима:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m x_0^2 \omega_0^2 \sin^2 \omega_0 t, \quad E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k x_0^2 \cos^2 \omega_0 t$$



Слика 2.3. – Тренутне вредности елонгације (x), брзине (v) и убрзања (a) код хармонијских вибрација

што значи да се периодично мењају са временом. Сабирањем тренутних вредности добија се укупна енергија хармонијских вибрација:

$$E = \frac{1}{2} kx_0^2 = \frac{1}{2} m\omega_0^2 x_0^2$$

Енергија код хармонијских вибрација је пропорционална коефицијенту еластичности и квадрату амплитуде осциловања, тј. квадрату фреквенције.

2.1.2 Пригушене и принудне вибрације

Пригушене вибрације. Код хармонијских вибрација на тело делује само квазиеластична сила $F = -kx$. Међутим, у реалним условима увек су присутне силе трења и/или отпора које доводе до постепеног смањења амплитуде вибрација. У случају када тачка врши праволинијске вибрације у вискозној средини, сила отпора је пропорционална брзини,

$$F_{ot} = -r v, \quad [r] = Ns/m,$$

где је $r = const$ – коефицијент отпора средине. Једначина пригушених осцилација има облик:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0,$$

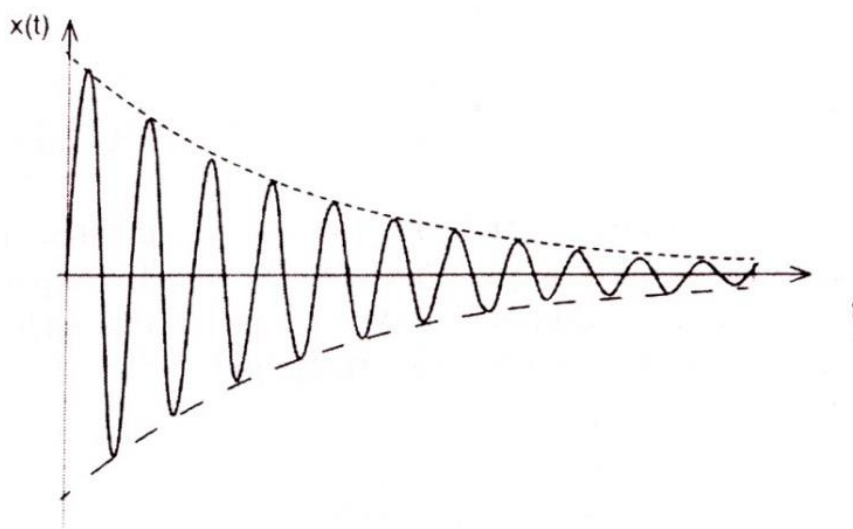
где су $\omega_0^2 = k/m$ и $2\beta = r/m$ позитивне константе.

У случају малог пригушења, тј. када је $\omega_0^2 > \beta^2$, решење једначине кретања има облик:

$$x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \alpha).$$

Константе A_0 и α одређују се из почетних услова. Функција описује вибрације чија амплитуда експоненцијално опада, сл.2.4. Фреквенција пригушених осцилација је мања од фреквенције хармонијских вибрација

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}.$$



Слика 2.4. – Пригушене (амортизоване) осцилације

Степен пригушења описује логаритамски декремент пригушења. Он се дефинише као природни логаритам количника две узастопне амплитуде (чији је временски размак једнак периоду осцилација T):

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)}.$$

Лако се може показати да је $\lambda = \beta T$. Поред тога, пригушење се чешће описује фактором добротe:

$$Q = \pi/\lambda.$$

За мала пригушења, фактор добротe је одређен изразом:

$$Q = \frac{\omega_0}{2\beta}.$$

Што су пригушења мања, фактор добротe је већи, односно амплитуда вибрације се спорије смањује.

Принудне вибрације настају када је, поред еластичне силе ($F = -kx$) и силе отпора ($F = -rv$), присутна и периодична сила:

$$F = F_0 \cos \omega t,$$

где је F_0 - амплитуда, а ω - фреквенција принудне силе. Једначина кретања таквих вибрација има облик:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f_0 \cos \omega t,$$

где су: $\omega_0^2 = k/m$, $2\beta = r/m$, $f_0 = F_0/m$. Стационарно решење ове једначине има облик:

$$x = A \cos(\omega t + \alpha),$$

где су:

$$A = \frac{f_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}}, \quad \operatorname{tg} \alpha = -\frac{2\beta \omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Из претходних израза се види да је фреквенција принудних осцилација једнака фреквенцији спољашње силе. Амплитуда и фаза ових осцилација зависи од властите фреквенције, фреквенције и амплитуде спољашње силе и степена пригушења. Амплитуда принудних осцилација има максимум код тзв. резонантне фреквенције:

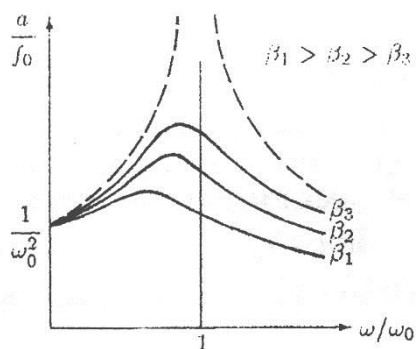
$$\omega_{rez} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$$

За ту вредност фреквенције спољашње силе, амплитуда има максимум:

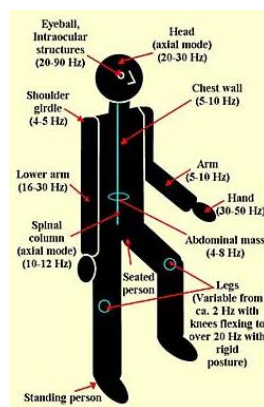
$$A_{rez} = \frac{f_0}{2\beta\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}$$

Зависност амплитуде принудних осцилација од фреквенције принудне силе приказана је на слици 2.5(a).

Ако нема отпора средине (за $\beta \approx 0$) максимална амплитуда се добија за $\omega_{rez} = \omega_0$, тј. када је фреквенција принудне силе једнака сопственој фреквенцији (испрекидана линија на слици). У том, идеалном случају, амплитуда принудних осцилација постаје бесконачно велика. У реалним условима ($\beta \neq 0$) максимум амплитуде је мање изражен и јавља се код фреквенција нижих од сопствене.



(a)



(б)

Слика 2.5 – а) Резонантне криве, б) Резонантне фреквенције делова тела [18]

Појава резонанције има значајну улогу у многим физичким процесима и техници. Она је, такође, од великог значаја код процене штетног деловања вибрација на људе. Наиме, као што је познато, људско тело састоји се од подсистема који имају различите сопствене фреквенције и који су у међусобној интеракцији. При томе, интеракција подсистема зависи од положаја тела (стојећи, седећи или лежећи). Ако је тело, у одређеном положају, изложено вибрацијама, онда различити подсистеми вибрирају различитим амплитудама, зависно од њихових резонантних фреквенција, слика 2.5(б) [5, 6]. Један од најважнијих подсистема је трбух који има резонантну фреквенцију (0.8 – 8) Hz, зависно од

положаја тела и смера вибрације. Резонантна фреквенција главе је $(1 - 4) \text{ Hz}$, ока $(20 - 25) \text{ Hz}$ итд.

2.1.3 Сложене вибрације

До сада су посматране само просте, хармонијске вибрације описане једначином: $x = A \cos(\omega t + \alpha)$ где су: A – амплитуда, ω – фреквенција и α – почетна фаза. Међутим, тело може истовремено учествовати у две (или више) хармонијске вибрације, било да су истог правца или су у међусобно нормалним правцима. Резултујуће вибрације могу се добити векторским сабирањем елонгација компонената (составних вибрација).

2.1.3.1 Вибрације истог правца

Нека тело истовремено учествује у две хармонијске вибрације истих фреквенција, а различитих амплитуда и почетних фаза:

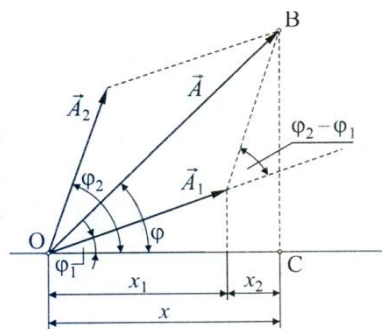
$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \alpha_1) \quad x_2 = A_2 \cos(\omega t + \alpha_2)$$

Резултујуће вибрације могу се добити сабирањем вектора амплитуда саставних осцилација, слика 2.6(a). На слици се види да резултујуће вибрације имају исту фреквенцију и да је:

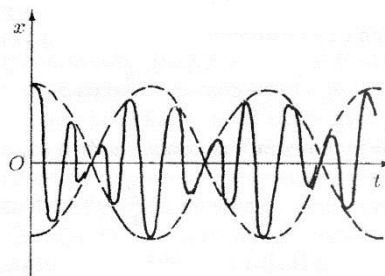
$$x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \alpha)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\overline{BC}}{\overline{OC}} = \frac{A_1 \sin \alpha_1 + A_2 \sin \alpha_2}{A_1 \cos \alpha_1 + A_2 \cos \alpha_2},$$

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$$



(a)



(б)

Слика 2.6. – (a) Вибрације истог правца, (б) Трептаји

Почетна фаза и амплитуда резултујућих вибрација зависе од амплитуда и почетних фаза саставних вибрација.

- Ако је фазна разлика $\alpha_2 - \alpha_1 = \pm 2k\pi$ ($k = 0, 1, 2, \dots$), амплитуда је максимална, $A = A_1 + A_2$.
- За $\alpha_2 - \alpha_1 = \pm(2k + 1)\pi$, амплитуда је минимална $A = |A_1 - A_2|$.

У сваком другом случају амплитуда је у границама $A \in (|A_1 - A_2|, A_1 + A_2)$.

Посебно је интересантан случај када тело учествује у две хармонијске вибрације чије се фреквенције незнатно разликују:

$$x_1 = A \cos \omega t, \quad x_2 = A \cos(\omega + \Delta\omega) t, \quad \Delta\omega \ll \omega$$

Ради једностраности узето је да су им амплитуде једнаке ($A_1 = A_2 = A$), а почетне фазе нула ($\alpha_1 = \alpha_2 = 0$). Вектор амплитуде резултујућих вибрација заклапа угао $\omega t + \Delta\omega t/2 \approx \omega t$. На тај начин добијају се вибрације:

$$x = A_R \cos \omega t, \quad A_R = 2A \cos \Delta\omega t/2$$

Према томе, резултујуће вибрације се могу сматрати хармонијским, али са модулисаним амплитудом која се периодично мења, слика 2.6(б). Период ових промена ($\tau = 2\pi/\Delta\omega$) знатно је већи од периода саставних вибрација ($T = 2\pi/\omega$). Такве вибрације, чија се амплитуда периодично појачава и слаби, називају се трептаји [7].

2.1.3.2 Међусобно нормалне вибрације

Нека тело истовремено учествује у две хармонијске вибрације исте фреквенције које се врше у два нормална правца:

$$x = A_1 \cos(\omega t + \alpha_1), \quad y = A_2 \cos(\omega t + \alpha_2)$$

Може се показати да једначина која описује резултујуће кретање тела има облик:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)$$

Према томе, ради се о кретању по елипси, чије особине зависе од фазне разлике.

Ако су почетне фазе саставних осцилација једнаке ($\alpha_1 = \alpha_2$), онда једначина има облик:

$$y = \frac{A_2}{A_1} x,$$

што представља праву линију дуж које тело врши хармонијске вибрације

$$z = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \cos(\omega t + \alpha)$$

Ако је фазна разлика $\alpha_2 - \alpha_1 = \pi/2$ или $3\pi/2$, једначина трајекторије представља елипсу:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} = 1.$$

Специјално, ако је $A_1 = A_2$, онда елипса прелази у круг. На тај начин, две међусобно нормалне вибрације истих амплитуда (A) и фреквенција (ω), дају резултујуће кретање по кругу полупречника A , угаоном брзином ω .

2.1.3.3 Хармонијска анализа

Из претходних примера се види да се слагањем две или више хармонијске вибрације истих фреквенција добијају, такође, хармонијске вибрације. Међутим, при слагању више хармонијских вибрација различитих фреквенција, добијају се вибрације које нису хармонијске, али су, свакако, периодичне. Њихов конкретни облик зависи од амплитуда, фреквенција и почетних фаза саставних вибрација. Изузетак су једино хармонијске вибрације чије су фреквенције целобројни умношци неке фреквенције ω , када се добијају хармонијске вибрације фреквенције ω . Фреквенција ω се назива основна, а њени целобројни умноци виши хармоници.

Овде се поставља обрнути задатак, да се сложене вибрације разложе на скуп хармонијских вибрација различитих амплитуда и фреквенција. Тај задатак се може решити помоћу Фуријеове теореме. Према овој теорему, свака периодична вибрација (периода $T = 2\pi/\omega$) може се приказати збиром хармонијских вибрација:

$$x(t) = \sum_{n=0}^{\infty} [A_n \sin(n\omega t) + B_n \cos(n\omega t)]$$

чије су фреквенције целобројни умношци неке фреквенције, која се назива основна фреквенција. Коефицијенти, који се називају Фуријеови коефицијенти, одређени су изразима:

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \sin(n\omega t) dt \quad B_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cos(n\omega t) dt$$

Представљање сложених вибрација у облику збира хармонијских вибрација, назива се хармонијска анализа. У резултату хармонијске анализе добијају се фреквенције вибрација чије су амплитуде различите од нуле, као и вредности самих амплитуда [7]. Овакав начин приказивања има тај недостатак што не садржи податке о почетним фазама. Међутим, у многим применама, довољно је познавати амплитуде и фреквенције, посебно код утврђивања извора нежељених вибрација.

2.2 Штетно деловање вибрација

У досадашњим разматрањима описане су физичке карактеристике хармонијских вибрација. Будући да су те величине (елонгација, брзина, убрзање, кинетичка енергија и потенцијална енергија) међусобно повезане, јасно је да се вибрације могу потпуно описати, рецимо, познавањем временских зависности убрзања. Међутим, поред хармонијских вибрација, у животној и радној средини, сусрећу се и друге врсте вибрација. То су, на пример, удари и прелазне вибрације које се јављају при раду на разним машинама и уређајима. У превозним средствима се јављају тзв. случајне (стохастичке) вибрације, које није могуће егзактно описати већ једино статистички обрадити. Због тога се за описивање вибрација у погледу штетног деловања на људе користе следеће физичке величине: *ефективна вредност*, *ниво вибрација* и *вршни фактор*.

2.2.1 Карактеризација штетног деловање вибрација

Ефективна вредност убрзања вибрација дефинисана је изразом:

$$a_{\text{ef}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt$$

Сличан израз важи и за ефективне вредности елонгације и брзине. За хармонијске вибрације чије су елонгација, брзина и убрзање одређене претходним изразима, ефективне вредности су [9]:

$$x_{ef} = \frac{x_0}{\sqrt{2}}, \quad v_{ef} = \frac{x_0 \omega_0}{\sqrt{2}}, \quad a_{ef} = \frac{x_0 \omega_0^2}{\sqrt{2}}$$

Ниво ефективних вредности помераја, брзине и убрзања дефинисани су релацијама:

$$L_x = 20 \log \frac{x_{ef}}{x_0} [dB], \quad x_0 = 10^{-12} m,$$

$$L_v = 20 \log \frac{v_{ef}}{v_0} [dB], \quad v_0 = 10^{-9} m/s$$

$$L_a = 20 \log \frac{a_{ef}}{a_0} [dB], \quad a_0 = 10^{-6} m/s^2$$

где су x_0 , v_0 и a_0 референтне вредности помераја, брзине и убрзања.

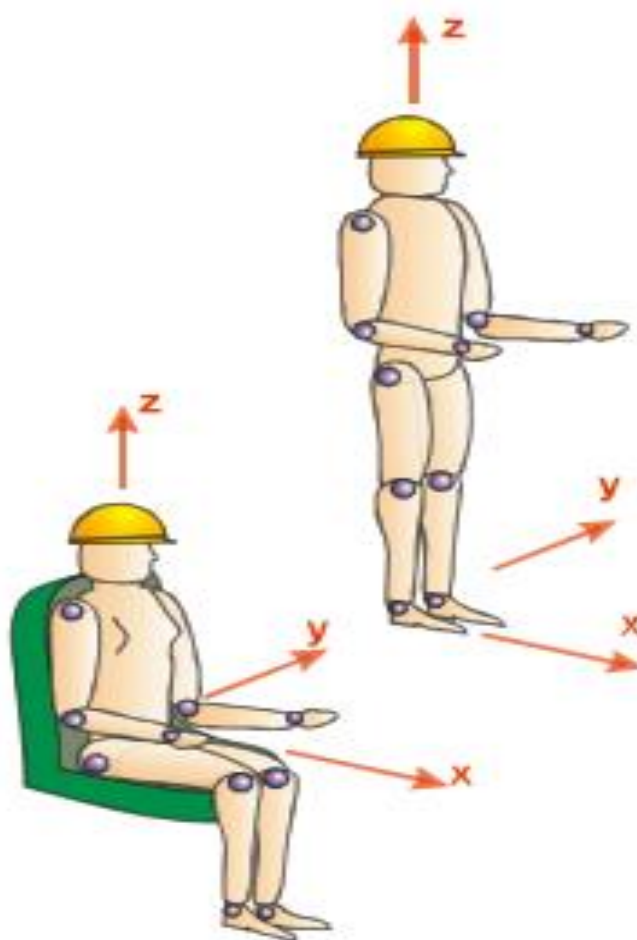


Слика 2.7. – Примери ефективних вредности убрзања вибрација које се сусрећу у животној средини [8]

Вршни (крест) фактор (CF) се дефинише као однос максималне и ефективне вредности убрзања вибрација:

$$CF = \frac{a_{max}}{a_{ef}}$$

Вршни фактор је бездимензиона величина која указује на појаву „пикова“. За хармонијске вибрације вршни фактор, очигледно, има вредност $\sqrt{2}$. Овде треба напоменути да вибрација истих ефективних вредности имају различити утицај на људе, ако се разликују у правцу. Због тога је важно специфицирати правац вибрација у односу на људско тело. То се постиже увођењем локалног координатног система, слика 2.8.



Слика 2.8. – Локални координатни систем за вибрације целог тела
(x = груди-леђа, y = раме-раме, z = дуж кичме) [17]

Координатни почетак овог система налази се у тачки додира тела и објекта који вибрира. Поред тога, овде је потребно специфицирати и положај тела, односно да ли се ради о стојећем, седећем или лежећем положају.

2.2.2 Биолошки ефекти вибрација. Границе излагања

Код процене штетног деловања вибрација на људе, обично се посебно разматра:

- деловање вибрација на делове тела и
- деловање вибрација на цело тело.

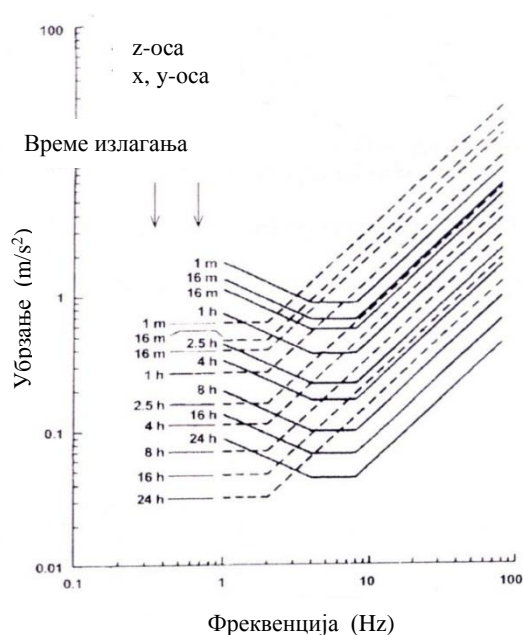
До вибрација целог тела долази када се тело налази на подлози која вибрира, док вибрације делова тела настају када су они, најчешће удови, у додиру са вибрирајућим објектом. Треба напоменути да не постоји оштра граница између вибрација целог тела и делова тела. Установљено је да су људи осетљивији на вибрације целог тела [10].

Вибрације делова тела се јављају у радној средини, при раду са разним алатима, на пример, пнеуматски чекић, бушилица, моторна тестера и слични алати. У непосредном контакту са алатом који вибрира, најчешће су шаке, али се вибрације могу пренети на руке и друге делове тела. Због тога се ове вибрације често називају и вибрације руке. Процентом штетног деловања вибрација на делове тела баве се инжењери заштите на раду и лекари специјалисти медицине рада.

Вибрације целог тела се јављају у животној и радној средини, најчешће у превозним средствима (друмски, железнички и авио саобраћај), у стамбеним и индустријским објектима. Штетно деловање вибрација целог тела описује се:

- смањењем удобности,
- ометањем перцепције и активности и
- утицајем на здравље.

Смањење удобности. Вибрације целог тела су само један од низа фактора животне средине који утичу на осећај удобности. Сви ти фактори се односе или на животну средину или на човека. Фактори животне средине су све оне величине које описују вибрације, температура, бука, осветљење итд. Фактори који су у вези са човеком су положај тела у односу на објекат који вибрира, тежина, старост, пол, физичко стање итд [11].



Слика 2.9. - Граничне криве за процену удобности за вибрације целог тела у превозним средствима [8]

Основни приступ који се користи при процени утицаја вибрација на удобност су систематска лабораторијска испитивања у реалним условима. Резултати лабораторијских испитивања за хармонијске вибрације представљају се у облику граничних кривих удобности. Те криве дају ефективне вредности убрзања у зависности од фреквенције вибрација, за одређени смер вибрација и време излагања као параметрима. Подручје смањене удобности налази се изнад граничних кривих. Као пример овде су наведени стандарди ISO 2631, слика 2.9, за процену удобности за вибрације целог тела у превозним средствима.

Са слике се види да осећај неугодности расте при повећању времена трајања вибрација, а да опада при повећању фреквенције изнад 10 Hz. Случајне вибрације и вибрације из различитих праваца повећавају осећај неугодност.

Ометање перцепције. Вибрације целог тела, утичу како на удобност тако и на перцепције и то, пре свега, на виђење. Утицај вибрација на видљивост зависи од кретања слике посматраног објекта на мрежњачи. При томе, кретање слике може бити резултат вибрација објекта који се посматра, вибрација ока или истовременог кретања објекта и ока.

Када објекат вибрира фреквенцијом мањом од 1Hz, око може да прати ово кретање и слика на мрежњачи је јасна. Код фреквенција изнад (2-3)Hz долази до отежаног праћења и слика на мрежњачи је замућена. Када истовремено вибрирају и око и посматрани објекат, кретање слике на мрежњачи је највеће, те је видљивост битно смањена.

Поред вибрација, на смањење видљивости утиче и низ других фактора, као што су: величина и удаљеност објекта, осветљеност, контраст итд. Показује се да је грешка при читању, уз остале факторе константне, пропорционална фреквенцији и квадратном корену амплитуде вибрација.

Утицај на здравље. Излагање дуготрајним и „јаким“ вибрацијама може довести до повреде или погоршања здравља. Утицај на човечији организам зависи од ефективне вредности, фреквенције, правца и трајања вибрација. Познато је да код фреквенције од 30 Hz краткотрајни и стални потреси целог тела или појединачних делова тела могу деловати пријатно и умирујуће. Најопасније су вибрације фреквенција (45 – 100 Hz) са амплитудама изнад 100 μm .

Штетно деловање вибрација на човека испољава се у виброобољењима, као што су главобоља, повећана раздражљивост, честе промене крвног притиска, контракције желуца итд. Такве вибрације производе лакши и средње тешки алати. Вибрације које се директно преносе на шаке, изазивају болове у мишићима, упале тетива, оштећења меких ткива и костију шаке, промене у зглобовима руке. Последице тога су ограничени покрети који изазивају болове и осећај обамрлости прстију, тзв. „бели прсти“. До промене у костима зглобова долази код вибрација нижих фреквенција и великих амплитуда (од неколико mm до 2.4 cm. Неуроваскуларне промене настају при дејству вибрација виших фреквенција и малих амплитуда од (0.1-1) mm. Вибрације могу деловати негативно и психолошки и физио-лошки, слично буци. Код ниских фреквенција вибрације могу бити узрок тзв. болести кретања коју прати вртоглавица, мучнина и повраћање.

Нашим законодавством нису посебно прописане дозвољене вредности експозиције вибрацијама. Користе се ISO стандарди за експозицију вибрацијама које се преносе преко руку и које делују на цело тело[12, 13, 14]. То су:

- ISO 2631– односи се на вибрације целог тела,
- ISO 5349 – односи се на вибрације система шака рука и

- ISO 8041– прописује како треба да буде пројектована и класификована мерна опрема.

Поред тога у националном законодавству морају се уважити одредбе европске Директиве „Вибрације“ (2002/44/ЕС). Европска Директива дефинише упозоравајућу и граничну вредност вибрација на следећи начин [15]:

Вибрације шака-рука:

- Гранична вредност изложености = 5 m/s^2
- Упозоравајућа вредност изложености = $2,5 \text{ m/s}^2$

Вибрације целог тела (за све смерове)

- Гранична вредност изложености = $1,15 \text{ m/s}^2$
- Упозоравајућа вредност изложености = $0,5 \text{ m/s}^2$

Ради утврђивања евентуалних прекорачења граничних вредности, а у циљу заштите људи који су изложени тим вибрацијама, врше се мерења вибрација у животној и посебно радној средини.

Смањење вибрација може се остварити различитим комбинацијама изолације извора вибрација и/или човека од извора вибрација и повећањем отпорности човека на вибрације. То се постиже уметањем разних елемената који мењају сопствену фреквенцију делова система и проналажењем оптималног положаја тела. Лица која су изложена штетним вибрацијама морају бити упозната са могућим штетним последицама и оспособљена за правилно коришћење опреме [16]. Таква лица се морају и медицински пратити у одређеним временским интервалима и саветовати пре и током излагања вибрацијама.

Literatura:

1. Prokeš, B., Mačvanin, N., Savin, L., Simikić, M., Lomen, I.: Mogući zdravstveni efekti vibracija na vozače traktora i mere za njihovu prevenciju. *Savremena poljoprivredna tehnika* 38(3), (2012), pp:243-253.
2. Krodkiewski J.M.: *Mechanical Vibrations*, The University of Melbourne, (2008)
3. Cvetković, D., Prašević, M., Mihajlov D.: *Fizičke štetnosti - zbirka rešenih zadataka*, Niš, Fakultet zaštite na radu u Nišu, (2013)
4. Matko Botinčan M., Lapaine D., Markulin R., Žgaljić A.: *Vibracije mehaničkih sustava*, <http://e.math.hr/vibracije/index.htm>
5. Cvetković D.: *Fizički parametri radne i životne sredine*, <http://www.znrfak.ni.ac.rs/SERBIAN/010-STUDIJE/OAS-3-2/PREDMETI/II%20GODINA/203-FIZICKI%20PARAMETRI%20RIZS/PREDAVANJA/Fizicki%20koncept%20vibracija.pdf>, (2015)
6. Cvetković, D., Prašević, M.: *Buka i vibracije*. Niš, Fakultet zaštite na radu, (2005)
7. Truhar N.: *Numerička linearna algebra*, Odjel za matematiku, Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, (2010)
8. <http://sr.scribd.com/doc/258618054/Seminarski-Vibracije-Ljudskog-Tela-Celo-Telo#scribd>, (2015)
9. Thomson W.T.: *Theory of vibration with applications*, George Allen&Unwin, London (1983)
10. Scarlett, A.J., Price, J.S., Stayner, R.M.: Whole – body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors, *Journal of terramechanics* 44, pp. 65-73, (2007)
11. Servadio, P., Marsili, A., Belfiore, N.P.: Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors, *Biosystems engineering* 97, pp.171-180, (2007)
12. ISO 2631-1:1997, *Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements* (2014)
13. ISO 5349-1:2001, *Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements* (2011)
14. ISO 8041:2005 *Human response to vibration - Measuring instrumentation* (2013)

15. Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC), (2002)
16. Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju vibracijama; "Službeni glasnik RS", broj 101/05, 93/2011, (2011)
17. EU Good Practice Guide WBV, Guide to good practice on Whole-Body Vibration: Non-binding guide to good practice with a view to implementation of Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibrations), (2008)
18. <https://colonyofcommodus.wordpress.com/2012/06/29/vibration-resonance-safety>, (2015)

3 Звук и бука

3.1 Звук

Звук је физичка појава. Настаје у еластичној средини и распростире се од места настајања (извора) одређеном брзином у виду звучних таласа. Звук је према физичкој дефиницији осциловање таласа у еластичној средини. Распростирање звучних таласа (таласни фронт) везано је за кретање, односно, осциловање молекула еластичне средине. Да би настао звук требају да буду испуњена два услова:

- да постоји звучни извор
- да се звучни извор налази у еластичној средини.

Појава настаје као резултат механичких осцилација неког тела и појава је сасвим слична таласима на води који би се добили када би се у воду бацио камен. Област физике која се бави звуком назива се акустика и покрива све области генерисања, распростирања и перцепције звука, без обзира на природу његовог извора и пријемника [1]. У физичком тумачењу подлеже свим физичким законима. Звук је предмет интересовања многих научних дисциплина – од инжењерских до медицинских и социолошких. У области инжењерских дисциплина доминирају три аспекта интересовања за звук као физичку појаву:

- звук као средство комуникације,
- звук као алат,

- звук као бука.

Звук у облику говора представља основно средство комуникације међу људима. Говор настаје као резултат контролисаног генерисања звука из човековог вокалног тракта. Звук се такође користи у области комуникација као носач информација у облику знакова упозорења као што су звоно телефона, звук аутомобилске сирене или сирене за узбуну. У воденој средини звук као носилац информација је незаменљив, с обзиром на чињеницу да се кроз водену средину не простиру електромагнетни таласи. Звук се у многим ситуацијама користи као активни или пасиван алат. Звук као активан алат подразумева коришћење енергије звука за извршавање неке специфичне операције. Примењује се код ултразвучних када за чишћење, у уређајима за ултразвучно заваривање, при осматрању дна испод брода генерисањем звука и праћењем простирања директне и рефлектоване компоненте, у ултразвучним дијагностичким методама у медицини [2].

3.2 Бука

Звук својим деловањем може узнемиравати и угрожавати човека и његово здравље. У таквим случајевима звук се третирао као бука. Технолошки развој друштва диктира повећање нивоа енергије звука коју генеришу машине, фабрике, саобраћај и сл. тако да су многи догађаји у човековом окружењу праћени генерисањем звукова који су нежељени и непријатни за окружење и као такви представљају буку. Ниво сметњи који изазива звук зависи од карактеристика самог звучног сигнала али и од става примаоца звука према њему. Тако, музика и говор који су корисни звуци за оне који их желе слушати могу за неке друге изгледати као бука, посебно ако су гласни и ако се јављају у време спавања или вођења комуникације, како директне тако и индиректне, коришћењем различитих помоћних средстава. Ово даје субјективну димензију доживљаја звука у облику буке, тако да звук не мора да буде гласан да би представљао сметњу и да би га човек оценио као буку. Нпр. шкрипа пода или испрекидани звук капања воде из славине може бити ометајући као и гласна грмљавина. Оцена степена сметњи које изазива буку у великој мери зависи и од периода дана – већи нивои буке су

толерантнији у току дневног него ноћног периода с обзиром на активности које се одвијају у тим периодима дана [3].

Бука је субјективни појам одређен физикалним значењима звука и физиолошким својствима уха и људског организма. За процену буке основне су физичке величине: звучни притисак у паскалима (Pa), звучни интензитет у ватима на квадратни метар (W/m^2), фреквенција у херцима (Hz) и јачина звука у децибелима (dB). Уво је најсложенији и најсавршенији биолошко-механички уређај у телу који у здравом стању одговара на фреквенције од 16 Hz до 20 kHz и притиске од 20 μ Pa до 20 Pa. Титраји пролазе кроз резонантни простор спољашњег ува, у средњем уву прелазе у вибрације, а у пужу унутрашњег ува, на базиларној мембрани и у Cortijeвом органу у електрохемијске импулсе који путем слушног нерва информацију о звуку преносе у мозак. Слух се може ограничити у интензитетном (0 dB – праг чујности; 130 dB – праг бола) и фреквентном распону (16 Hz – 20.000 Hz; најбољи пренос звука је у подручју 1.000 Hz – 4.000 Hz). Унутар тог слушног подручја налази се подручје за говор интензитета 20 dB (шапат) до 80 dB (викање) и фреквенције 300 Hz до 3.000 Hz. Јачина од 40 dB је граница социјалног контакта. Најмања амплитуда промене притиска коју људско ухо може да региструје је 20 μ Pa (око 5.000.000.000 x мање од атмосфер. притиска).

Свака звучна појава (зујање, ларма, шум, галама, лупа, говор и сл.) која омета рад или одмор представља буку. Говор и музика су користан звук за оне који их желе слушати, а другима су истовремено, при разговору или кад спавају, штетни звукови. Оцена да ли је неки звук бука или није, сасвим је субјективна: оно што је једном човеку бука, то неком другом не мора бити, иако се ради о истом звуку. Њена основна карактеристика је ометајући фактор који зависи од више величина: јачине, расподеле тонова, ритма понављања и субјективне склоности особе. На пример, музика која се изводи у дискотеци преко звучника, и ако на присутне не делује као нежељени звук, доводи непобитно до оштећења слуха у свим случајевима када се прекорачи одређена граница звучног нивоа. Најнепријатнија, а тиме и најважнија карактеристика буке је интензитет (јачина). Када потиче од једног извора произвољног интензитета и удаљености може се мерити и са више или мање успеха ублажити. Ако су узрочници буке више извора (саобраћајна бука)

отежано је мерење интензитета, локација извора и спектрални садржај. При оваквим случајевима борба је такорећи безнадежна [4].

Поред негативних ефеката ометања и угрожавања, бука може да има и разорно дејство које се огледа у уништавању материјалних добара и повређивању осетљивог органа слуха. Нпр. бука која настаје при настајању звучног удара може сломити прозоре и обити малтер са зидова. Али, сигурно, најтежи случај је када бука оштети механизам који је намењен за перцепцију звука – људско ухо.

3.2.1 Утицај буке на човека

Бука је један од основних узрока комплексног оштећења здравља. Некада се сматрало да је дејство буке ограничено на орган слуха, али је данас на основу опсежних и систематских испитивања установљено да је њено дејство много сложеније. Бука на радном месту за разлику од комуналне, траје одређено време, у границама је одређеног интензитета и против ње се, одређеним мерама заштите успешно боримо. Она је за одређена радна места нормирана. Норме за индустриску буку полазе од тога, да се слух и здравље радника уопште, за време проведено на раду не оштети трајно, тј. да се за време 16-часовног одмора организам доведе у стање „*restitutio ad integrum*“. Пошто је код великог броја радних људи, који имају буку на свом радном месту, присутна и градска бука у њиховим становима, до такве реституције не долази, те је због тога здравље ове популације посебно угрожено. Нивои буке присутни у комуналној средини нису довољно високи да би довели до оштећења слуха, али изазивају читав низ неаудитивних ефеката. Нарочито су осетљива на буку деца млађа од 6 година и особе старије од 65 година. Жене су нешто осетљивије од мушкараца у средњој животној доби. Бука се убраја у стресогене факторе и утиче на поремећај психосоматског здравља, јер изазива специфичне и неспецифичне ефекте, као и сталне и привремене реакције организма.

Данас у свету, а и код нас, све више се поклања пажња нормама за радну средину. У том смислу мерења се врше да, елиминујући све остале факторе, може да се одреди стварни степен оштећења психосоматског здравља људи који раде у

буком угроженом простору. На основу таквих испитивања предлажу се одређене норме за буку [5].

Губитак слуха због буке призната је професионална болест (нпр.у Немачкој), где су одобрене одштете за такву врсту професионалног обољења. Бука на човеку одмах изазива неколико промена, које ако су честе, остављају иреверзибилне промене, а установљиве су као:

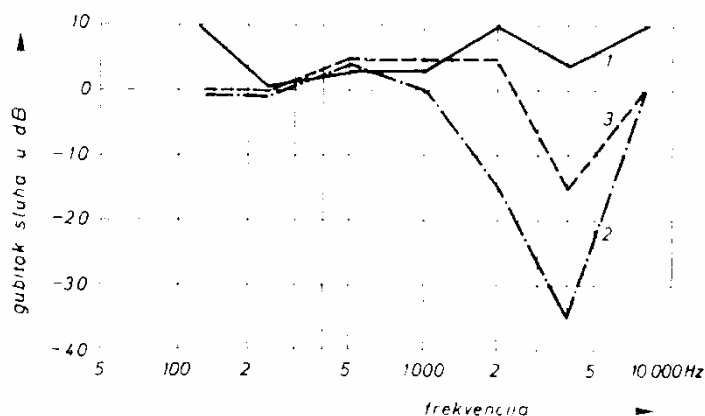
- проширење зеница, лупање срца, реакције мишића,
- лучење адреналина, хормона штитњаче и надбубрежне жлијезде,
- појачана перисталтика желуца и црева и сужавање крвних судова.

Бука је постала један од важнијих социјалних и политичких проблема. Она је узрок једне од неколико најчешћих професионалних болести. Смањује концентрацију, омета комуникацију, изазива поремећаје у оријентацији, изазива појаву замора. Деловање буке на људско тело је троструко:

- Деловање буке на централни нервни систем:
 - промена церебралне микроциркулације услед промене тонууса крвних судова,
 - промене биоелектричних потенцијала и нервне активности,
 - тешкоће у психомоторним реакцијама,
 - смањење ефикасности рада,
 - поремећаји понашања, појава несанице, страха, апатије.
- Деловање на глас и говор због поремећаја рефлексних лукова и корелације између слуха и говора.
- Деловање на орган вида у смислу слабијег распознавања боја, спорије адаптације на промене интензитета [6].

Осим буке у чујном делу звучног спектра постоји и бука у инфразвучном и ултразвучном делу спектра. Инфразвучна бука је врло неугодна, јер је њен домет врло велик, често су и амплитуде врло велике, а заштита од такве буке је готово немогућа. Ултразвучна бука због апсорпције ваздуха нема велик домет и заштита од ње је једноставна. Са психолошког аспекта, једнак ниво буке није увек једнака субјективна сметња, тј. не изазива увек једнак неугодан осећај. Оштећење слуха

настаје углавном због дјеловања посебно јаке и дуготрајне буке. При томе виши звукови јаче оштећују слух од нижих. Јаки утицај буке замара унутрашње уво, што се манифестује пролазним помаком прага чујности. Након неког времена се праг враћа на претходно стање. Понавља ли се утицај буке често, и не дозволи ли се потпун опоравак, следи трајни губитак слуха, често и уз оштећење Cortijevog органа. Трајно оштећење може настати и због краткотрајног деловања буке врло високог нивоа. Нпр., особе оштећеног слуха чују у просторији са високим нивоом основне буке, у којој разговара неколико особа, само делове разговора, и то изобличено. Они чују, али не разумеју. С временом споразумевање постаје све теже. Слушни апарати у таквим случајевима углавном не користе. Привремени (TTS – Temporary Threshold Shift) и трајни губитак (PTS – Permanent TS) слуха, односно помак прага чујности услед буке настаје тек од око 80 dBA и при дужем излагању. О времену опоравка зависи враћање на почетни праг. Сматра се да је 16 сати опоравка потребно након изложености буци од 85 dBA за време од 8h. Такође утицај буке ниских фреквенција на тело и унутрашње органе никако не смемо занемарити [7].



Слика 3.1. – Аудиограми особе изложене једносатној буци:

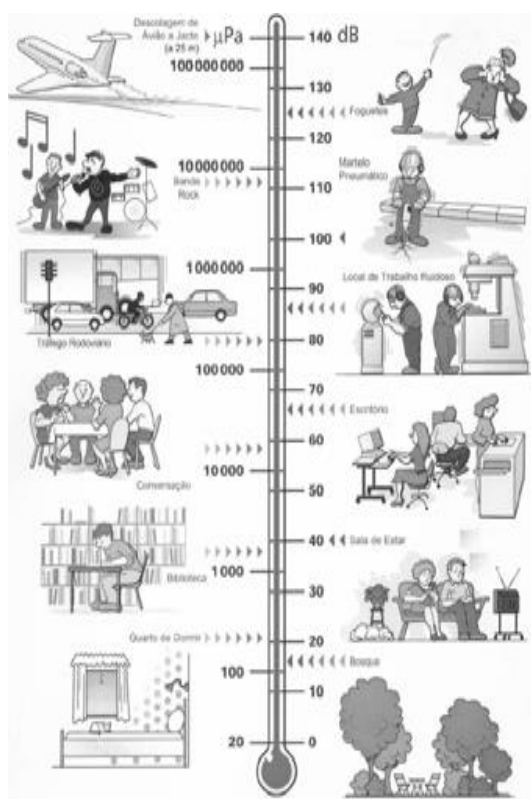
1) пре деловања буке, 2) 10 мин. након деловања буке, 3) четири сата после [2]

Бука има значајан утицај на квалитет живота и у том смислу, према дефиницији здравља Светске здравствене организације (СЗО), појављује се као здравствени проблем. Дефиниција здравља Светске здравствене организације укључује потпуно физичко и психичко благостање, као и одсуство болести.

Пратећи ту дефиницију, радна група Светске здравствене организације је 1971. изјавила: „Бука мора бити препозната као велика претња људском благостању“. Доказано је да бука представља један од значајних фактора неуротизације личности, а неурозе су данас међу водећим обољењима, посебно у градским срединама.

Последице буке су мало када катастрофални и често су само пролазни, али неповољне последице могу бити кумулиране продуженом или поновљеном изложеном буци. Иако често узрокује нелагодан осећај, каткад и бол, губитак слуха због буке није тренутан већ се развија током година. Губитак слуха узрокован буком итекако може оштетити квалитет живота кроз редукцију могућности да се чују битни звукови те да се комуницира с породицом и пријатељима. Бука може сметати процесима подучавања и учења, прекида извођење одређених задатака и повећава опсег антисоцијалног понашања. Бројна новија истраживања указују на касне последице ноћне буке, а истраживање Ohrstrom-а и сарадника показало је промјене расположења код особа које су биле изложене континуираној буци од 35 dB. Последице су се истицале у порасту побуђености, убрзаној реакцији на надражај, а ове промене су биле нарочито уочљиве код старијих испитаника. Буком изазвани поремећаји спавања један су од критичних компонената у друштвеном окружењу. Они могу узроковати краткотрајне адверзивне ефекте као што су поремећаји расположења и смањење пословних способности следећег дана, али исто тако могу узроковати озбиљније ефекте на здравље и квалитету живота у дуготрајној континуираној изложеном буци. Континуална изложеност буци у психолошком аспекту омета примерену људску комуникацију те има дуготрајне последице које се манифестују смањеном толеранцијом фрустрација, повишеним прагом реаговања, а чак и минимална бука узрокује пораст анксиозности, агресивног и непријатељског понашања као и смањење помоћног понашања. Ови ефекти буке могу делимично објаснити и савремени тренд дехуманизације у међуљудским односима. Непрофесионална изложеност буци при неким рекреативним и сличним бучним делатностима (рад моторном тестером, лов, прегласна музика, мотоцикли, звучне играчке), може због јаке испрекидане или ударне буке изазвати аудитивни учинак, чешће привремени помак прага чујности, него трајни губитак слуха (sociocosis). Максимални звучни притисци при таквим

делатностима не би смели прећи 140 dB за одрасле и 120 dB за децу (ISO, 1999) [8]



Слика 3.2. – Логаритамска скала интензитета звука [9]

Табела 3.1. - Типични примери логаритамске скале интензитета звука [10]

ИЗВОР ЗВУКА ИЛИ БУКЕ	ИНТЕНЗИТЕТ ЗВУКА ИЗВОРА	КОМЕНТАР
Најслабији звук који може да чује људско уво	0 dB	ствар дефиниције
Шуштање лишћа	20 dB	-
Шапутање	30 dB	-
Нормалан говор	60 dB	-
Унутрашњост аутомобила при брзини 96 km/h	65-75 dB	мања кола су бучнија
Звоно телефона	80 dB	мерено близу телефона
Фен за косу	85-90 dB	мерено близу фена
Косилица за траву	85-90 dB	мерено на увету
Максимална изложеност 8 сати	90 dB	OSHA регулатива
Ланчана тестера	90-100 dB	мерено на увету, зависи од модела
Булдожер	95-105 dB	у унутрашњости кабине бука је мања

ИЗВОР ЗВУКА ИЛИ БУКЕ	ИНТЕНЗИТЕТ ЗВУКА ИЗВОРА	КОМЕНТАР
Бушилица за камен	110-115 dB	-
Циркуларна тестера, Стона тестера	110 dB	-
Граница бола	120 dB	ствар дефиниције
Пнеуматско стругање	120 dB	-
Сирена за упозорење од пожара	120 dB	-
Мотор млазњака при полетању	140 dB	-
12 калибарска пушка	165 dB	другачији су критеријуми за ударни звук
Лансирање ракете	180 dB	-
Најгласнији могући звук	194 dB	-

Бука од давнина представљала проблем. Познати почеци проучавања звука, односно музичких законитости, иду у далеки 6. век пр.н.е. (Pitagora, експеримент са струном), након чега су многи научници проширивали знање о сложеној интеракцији звука и слуха. Тако је 211. год. пре н.е. издато у Кини наређење Ming Тија, шефа полиције, за време владавине цара Šu Huan Тија следеће садржине: „Ко вређа највишег, неће бити обешен, неће му бити одрубљена глава, већ ће му свирачи фрула, бубњева и лармације, непрекидно тако дуго свирати док не падне мртав“. Такође и стари Римљани су се штитили од штетног дејства буке (ковачке радионице, казанције и сл.) на тај начин што су таквим занатским радњама, које су се налазиле у близини зграда, у време предвиђено за одмор забрањивали рад. Прве податке о штетном дејству буке дају Швеђани Tybe и Fosbroke 1826. год. Они су објаснили оштећење слуха код људи који су радили у ковачким радионицама. Та оштећења слуха су назвали „ковачка наглувост“. Касније се јављају и други аутори са проучавањима штетног дејства индустриске буке на човека. У 20. веку индустриски развој је наметнуо неодложну потребу постављања граничних вредности за професионалну изложеност буци и придржавање тих прописа привремено је смањило и изложеност општег становништву повишеним јачинама буке. Мере заштите се не могу предузимати, без доброг познавања физичких карактеристика буке. Све бржи темпо живота у великим урбаним срединама представља многоструки извор буке, тиме она постаје прворазредно важан комунални проблем. Од настанка великих градова и појаве буке, помно се прати и изучава овај проблем. Констатовано је да бука представља непредвидљиво, опасно

зло по здравље становништва, и то у више аспеката. Феномену буке одавно је објављен рат, али ни једна значајна битка није добијена [11]. Најбоља акустичка средина за човека је нормалан разговор од 40 до 50 децибела (dB). Тотална тишина, упркос увређеном мишљењу, није тако корисна пошто чак и особа која нема тако добар слух у таквој ситуацији чује кретање крви кроз крвне судове и куцање властитог срца. Све што је гласније од нормалног разговора – за организам је оптерећење.

У зависности од карактера буке у временском домену, разликују се следећи типови буке:

- непроменљива бука – бука релативно константног нивоа са променама до 5 dB,
- променљива бука – бука променљивог нивоа са променама преко 5 dB,
- испрекидана бука – бука извора који ради у циклусима где ниво буке веома брзо расте и опада,
- импулсна бука – бука удара или експлозије, бука код које се појављује један или више растућих врхова чије је трајање мање од 1s.

Табела 3.2. - Максимална дозвољена изложеност континуалној буци [10]

Међународни (OSHA) стандард за континуалној буку дневно	Ниво буке	Махимальна дозвољена изложеност буци (provedено време у бучној средини)	Ниво буке	Махимальна дозвољена изложеност буци (provedено време у бучној средини)
	90 dB	8 сати	102 dB	1.5 сат
	92 dB	6 сати	105 dB	1 сат
	95 dB	4 сата	110 dB	30 минута
	97 dB	3 сата	115 dB	15 минута
	100 dB	2 сата		

У зависности од карактера буке у фреквенцијском домену разликују се следећи типови буке:

- Широкопојасна бука – са приближно равномерном расподелом звучне енергије у ширем фреквенцијском опсегу,
- Ускопојасна бука – бука чија је звучна енергија садржана у ужем фреквенцијском опсегу,
- Тонална бука – бука која садржи већи део звучне енергије на дискретним фреквенцијама [12].

Табела 3.3. - Максимална дозвољена изложеност импулсној буци [10]

Међународни (OSHA) стандард за импулсну буку дневно	Граница импулсне буке	Максимална дозвољена изложеност буци без заштите	Обавезно ношење или чепова или антифона	Обавезно ношење и чепова и антифона
	140 dB	8 сати	102 dB	1.5 сат
	160 dB	6 сати	105 dB	1 сат
	167 dB	4 сата	110 dB	30 минута
	173 dB	3 сата	115 dB	15 минута

3.2.2 Израчунавање нивоа буке

Нивои буке се израчунавају применом међународних или националних стандарда који дефинишу алгоритме израчунавања. Основни разлози за увођење нивоа звука/буке могу се сврстати у следеће групе:

- Велики динамички опсег чујности људског уха, износи 10–12 W/m² (праг чујности) до 1 W/m² (праг бола),
- Линеарна скала отежава уочавање звучних догађаја јер је мали број уобичајених звучних догађаја на скали,
- Логаритамска природа осетљивости уха, захтева приказивање величина звучних догађаја специфичностима људског уха.

Алгоритми су углавном оријентисани ка одређеном типу извора буке и њихова примена је ограничена само за тај извор буке. Изузетак представља ISO 9613 [13] који одређује ниво буке на основу звучне снаге извора буке и може се применити на било који извор за који је познат податак о нивоу звучне снаге. Величина нивоа звучног притисака разликује се од осећаја буке. Велик напредак у одређивању показатеља буке који је сразмеран последицама деловања буке на људски организам је примена вредноване јачине звучног притиска (у децибелима), примерене одговору слушног органа на звук. То се постиже корекцијским филтерима у звукомерима. И за друге облике буке (импулс, тон, временски распоред) укључују се одређена прилагођења, па добијамо оцену буке. Многе вредности и дијаграми су тек апроксимација слушног одговора на звук. Еквивалентна непрекидна висина звука (L_{Raeq}) има исти садржај енергије и исти утицај на слушни орган као променљива јачина звука. Алгоритми се углавном

базирају на примеру дводелног модела. У првом делу се моделира извор буке а у другом простирање буке (од референтне тачке до посматране тачке). Примена оба модела даје ниво буке у прорачунској тачки. Стандардизовани, најчешће коришћени алгоритми су емпиријске природе и базирају се на простим правилима физике. Многи од њих се могу применити коришћењем оловке и папира. Потреба да се ниво буке рачуна у више тачака и да се истовремено посматра више извора, довела је до коришћења рачунара који омогућују брже израчунавање, анализу и презентацију резултата у различитим формама. За примену алгоритма потребно је дефинисати модел са изворима буке, топографијом простора и геометријом објеката који могу утицати на простирање буке. Затим се дефинише једна или више тачака за израчунавање, и рачунару се даје задатак да изврши прорачуне. Сви алгоритми дају укупни еквивалентни ниво буке у dB, неки имају могућност израчунавања нивоа буке у октавним опсезима, а укупни ниво се добија сумирањем добијених октавних резултата. Такође постоји и могућност израчунавања дуготрајних нивоа буке, односно укупних еквивалентних нивоа буке за дужи временски период (цео дан или део дана: дневни, вечерњи или ноћни период) [14].

Ниво буке у општем случају представља релативни однос две величине или одређују као логаритамски однос две величине:

$$n = \log l_1/l_2 \text{ [bel]}$$

Због малих промена звука које уво може да региструје у циљу добијања финије поделе логаритамске скале узета је десет пута мања јединица децибел [dB]:

$$n = \log l_1/l_2 \text{ [dB]}$$

Референтне вредности су:

звучни притисак	$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
интензитет звука	$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$
звучну енергију	$W_0 = 10^{-12} \text{ J}$
убрзање честица	$a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$
брзину осциловања честица	$v_0 = 10^{-9} \text{ m/s}$
померај честица	$\xi_0 = 10^{-12} \text{ m}$

Резултујући ниво сложеног нивоа L_T , који потиче од више извора звука, одређује се преко логаритма збира интензитета звука појединих компоненти или

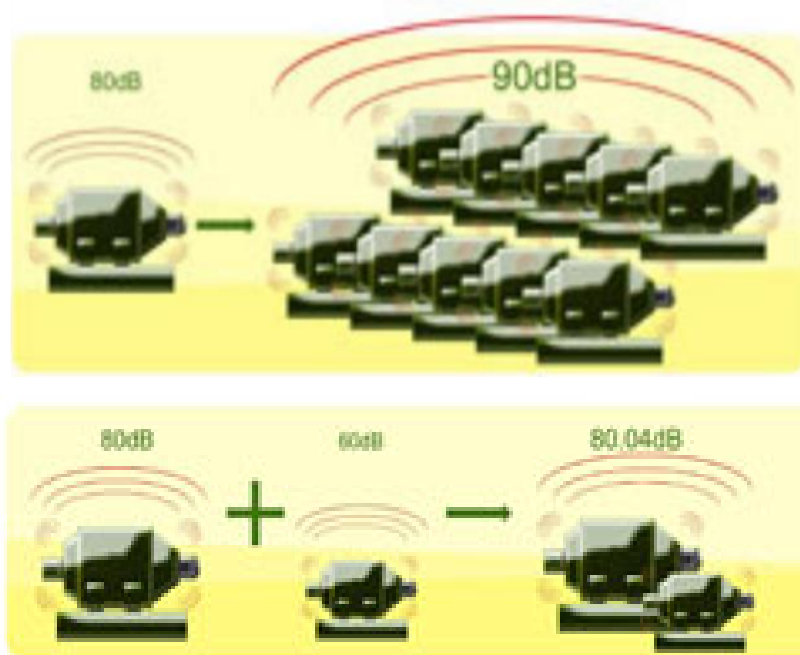
збира квадрата звучног притиска. Ако је разлика два нивоа већа од 10 dB онда је резултујући ниво једнак већем нивоу звука. Резултујући ниво може се одредити логаритамским сабирањем нивоа звука појединих компоненти. Резултујући ниво два идентична извора даје повећање за 3 dB у односу на појединачну компоненту [15].



Слика 3.3. – Резултујући ниво два идентична извора звука [16]

Табела 3.4. - Израчунавање резултујућег нивоа

Нумеричка разлика између два нивоа[dB(A)]	Вредност која се додаје вишем нивоу [dB или dB(A)]
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4



Слика 3.4. – Резултујући ниво који потиче од више извора звука [16]

Табела 3.5. - Израчунавање резултујућег нивоа

Извор буке	Енергија	Повећање за
2 извора буке истог типа	2 пута већа	13 dB
4 извора буке истог типа	4 пута већа	16 dB
10 извора буке истог типа	10 пута већа	10 dB
100 извора буке истог типа	100 пута већа	20 dB

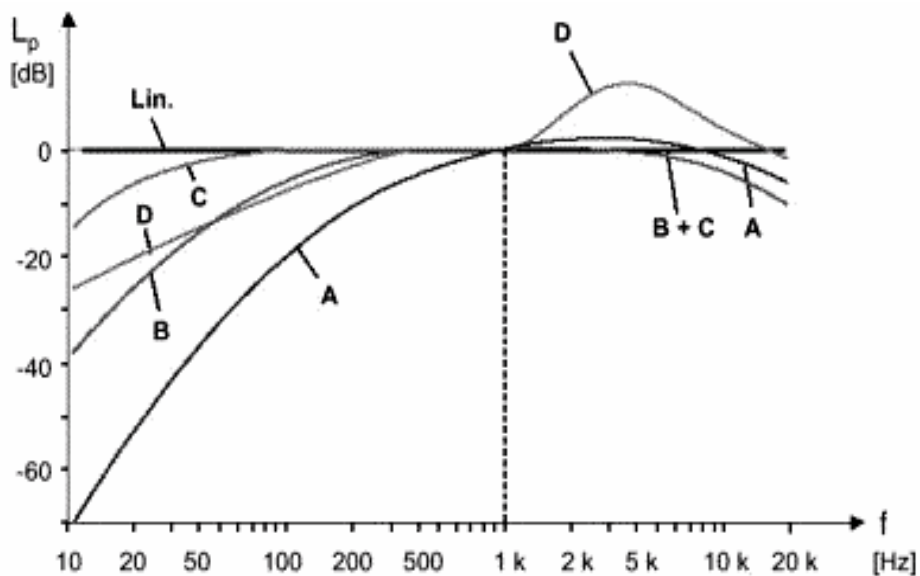
Мерење објективног нивоа звука подразумева мерење ефективне вредности звучног притиска. Фреквентна карактеристика мерног система је у том случају равна у целом аудио-фреквентном опсегу, тако да се мерењем објективног нивоа у dB не добијају информације о фреквенцијском садржају звучног сигнала. За израчунавање субјективног осећаја јачине звука уведена је нова величина – субјективна јачина звука (ниво гласности) L [fon]. Усвојено је, да на 1.000Hz, субјективна јачина звука има исту вредност као и објективна. Мерење субјективне јачине звука у фонима подразумева да инструмент за сваку јачину звука има фреквентну карактеристику изврнуте изофонске линије која одговара датој јачини звука. На тај начин добио би се веома сложен инструмент. Из тих разлога, на основу препорука Међународне организације за стандардизацију, (IEC– International

Elektrotechnical Commission) стандардизоване су три тежинске криве, или корекционе карактеристике: „А“, „В“ и „С“ [18, 19].

Тежинска крива даје појединим фреквенцијама или опсезима фреквенција већи или мањи значај, односно „тежину“, усклађујући тиме дејство на човека са осетљивошћу органа слуха на звук. Стандардизоване тежинске криве добијене су од изофонских кривих инвертовањем око фреквенције од 1.000Hz:

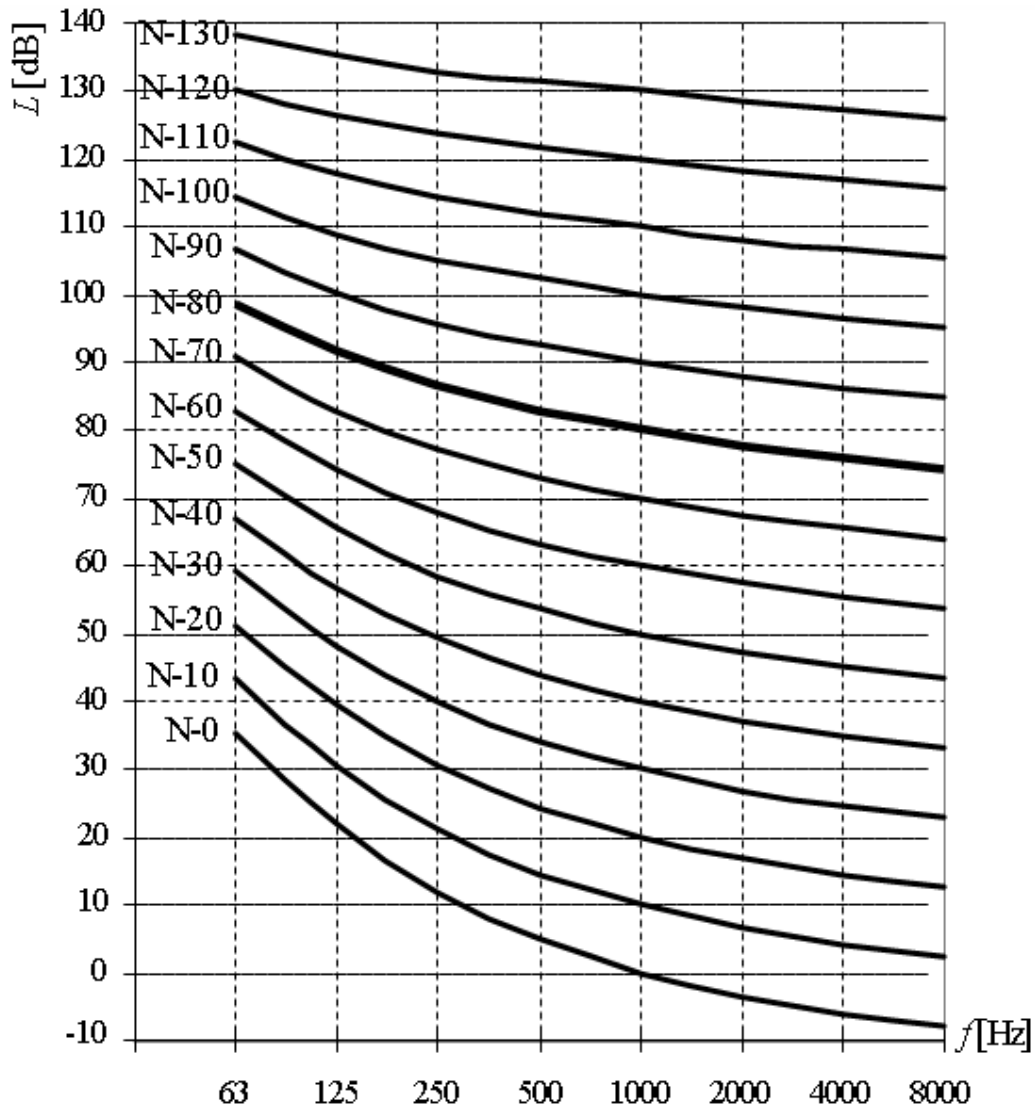
- тежинска крива „А“ одговара инвертованој кривој од 40 фона,
- тежинска крива „В“ одговара инвертованој кривој од 70 фона,
- тежинска крива „С“ одговара инвертованој кривој од 100 фона.

Мерење субјективног нивоа звука остварује се само једном од представљених кривих. Уз јединицу мере уписује се назив криве: [dB(A)], [dB(B)] или [dB(C)].



Слика 3.5. – Стандардизоване тежинске криве [18, 19]

Познавајући ниво и спектар буке, могуће је оценити њено штетно дејство ако се располаже критеријумима за оцену прихватљивости буке који су обично дати у спектралном облику. Најчешће се користе критеријуми буке по Beraneku (NC – криве) и граничне линије буке (N – криве). Стално опадајући ток ових линија указује на чињеницу да више фреквенције имају штетније дејство на човека [16].



Слика 3.6. – N – криве [2]

Критеријуми за процену штетног дејства буке на човека у радној средини дефинисани су у нашој земљи Правилником о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама (Сл. гласник РС број 21/92) [18]. Штетно деловање буке оцењује се на основу пуног радног времена и у складу са нормативима дозвољених нивоа буке. Упоредњује се дозвољени ниво буке на одређеном радном месту или у одређеној радној просторији, изражен у dB(A), са измереним меродавним нивоом буке у dB(A) на том месту или у тој просторији.

Табела 3.6. - Дозвољени нивои буке према врсти делатности [18]

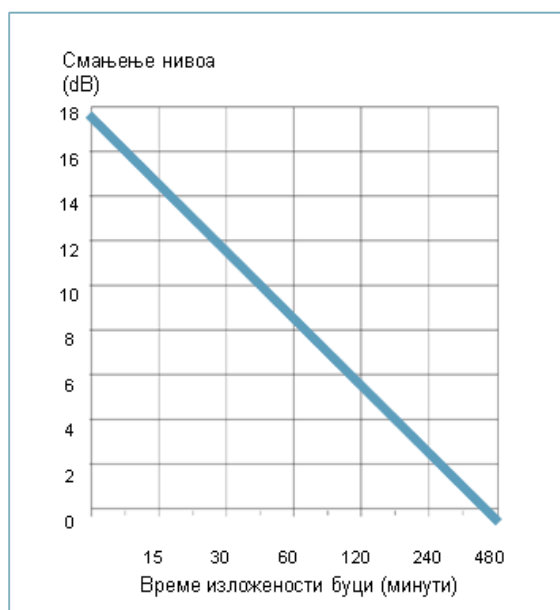
Редни број	ВРСТА ДЕЛАТНОСТИ	а	б	в
1	2	3	4	5
1	Физички рад без захтева за менталним напрезањем и запажањем околине слухом	85	85	80
2	Физички рад усмерен на тачност и концентрацију; повремено праћење и контрола околине слухом; управљање транспортним средствима	80	75	70
3	Рад који се обавља под честим говорним командама и акустичним сигнаlima Рад који захтева стално праћење околине слухом Рад претежно менталног карактера, али рутински	75	70	60
	Рад претежно менталног карактера који захтева концентрацију, али рутински	70	65	55
5	Ментални рад усмерен на контролу рада групе људи која обавља претежно физички рад Рад који захтева концентрацију или непосредно комуницирање говором и телефоном	-	60	50
6	Ментални рад усмерен на контролу рада групе људи која обавља претежно ментални рад Рад који захтева концентрацију, непосредно комуницирање говором и телефоном Рад искључиво везан за разговоре преко комуникационих средстава (телефон и др.)	-	55	45
7	Ментални рад који захтева велику концентрацију, искључивање из околине, прецизну психомоторику или комуницирање са групом људи	-	-	40
8	Ментални рад, као израда концепција, рад везан за велику одговорност, комуницирање ради договора са групом људи	-	-	35
9	Концертне и позоришне сале	-	-	30
<p>а – означава буку коју прави оруђе за рад или уређај којим радник рукује или га послужује б – означава буку коју прави оруђе за рад или уређај којим радник не рукује нити га послужује в – означава буку коју стварају непроизводни извори (уређаји за вентилацију или климатизацију, суседна организација, улични саобраћај и сл.).</p>				

Критеријуми за процену штетног дејства буке на човека подразумевају три основна корака:

- | | |
|----------|-------------------------------------|
| 1. корак | Препознавање опасности (бука) |
| 2. корак | Процена и вредновање ризика од буке |
| 3. корак | Одлука о предузимању мера |

Правну основу за минималне захтеве везане уз заштиту радника од штетног деловања буке даје Директива 2003/10/ЕС објављена 6. фебруара 2003. године (17. појединачна Директива која произилази из Оквирне директиве о заштити здравља радника 89/391/ЕЕС) [19]. Према члану 4 споменуте Директиве послодавци су обавезни да изврше процену ризика због изложености радника буци, те кад је потребно, применити мере отклањања или смањивања такве изложеност. Изложеност буци је често повезана уз машинска постројења или возила. Произвођачи у начелу имају обавезу конструисати их тако да стварају што мање буке. С тим у вези важна су два акта:

- Директива о машинским постројењима 98/37/ЕС од 22. јуна 1998. [20] (која је замењена 2010. године с Директивом 2006/42/ЕС од 17. маја 2006. [21])
- Директива 2000/14/ЕС о емисији буке коју производе опрема и машине за спољну намену [22].

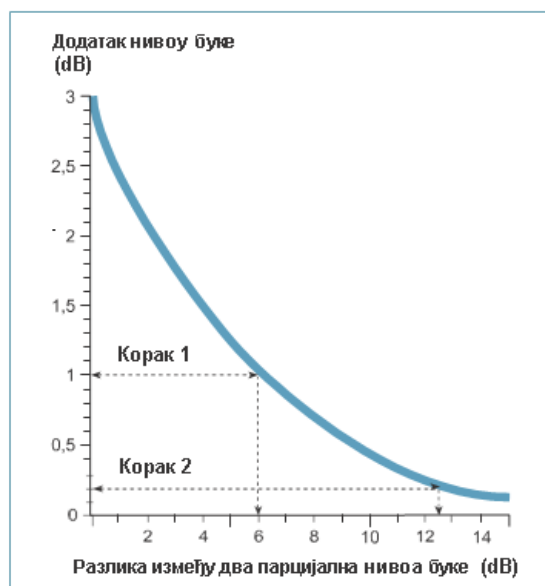


Слика 3.7. – Смањење укупног нивоа у зависности од трајања изложености [10]

Табела 3.7. - Примери израчунавања резултујућег дневног нивоа

Примери:

Трајање изложености T_e (h)	Еквивалентни ниво L_{aeq} (dB)	Смањење нивоа (dB)	Дневни ниво изложености (dB)
4	90	3	87
2	90	6	84
0,5	90	12	78



Слика 3.8. – Израчунавање дневног нивоа у случају изложености различитим парцијалним нивоима [10]

Ако се радник током радног дана креће просторима с различитим нивоима буке или обавља задатке при којима је изложен различитим нивоима буке, морају се узети у обзир нивои парцијалне изложености буци. Дневни ниво изложености буци може се одредити на следећи начин. Као основа се узима највиши парцијални ниво. Разлика између те вредности и друге највише вредности парцијалне изложености уцрта се на x-осу, а вредност прочитана на у-оси додаје се највишој вредности парцијалне изложености. Овако добијена вредност служи као основица за одређивање следеће (треће највише) вредности. Овај поступак се може применити аналогно за све даљње парцијалне нивое [17].

Пример:			
Радник је током радног дана изложен буци (код парцијалних нивоа изложености буци погледати дијаграм):			
Te,1 = 2 сата	при нивоу буке $L_{Aeq,Te,1}$	од 90 dB	84 dB парцијални ниво
Te,2 = 1 сат	при нивоу буке $L_{Aeq,Te,2}$	од 87 dB	78 dB парцијални ниво
Te,3 = 5 сати	при нивоу буке $L_{Aeq,Te,3}$	од 75 dB	72,5 dB парцијални ниво
8 сати			
Највећи парцијални ниво буке је 84 dB .			
Разлика према другом највећем нивоу буке је		$(84 \text{ dB} - 78 \text{ dB}) = 6 \text{ dB}$	
Дијаграм корекција приказује додаток нивоу буке од 1 dB		(корак 1).	
Добијена међувредност је		$(84 \text{ dB} + 1 \text{ dB}) = 85 \text{ dB}$.	
Разлика према трећем највећем нивоу је		$(85 \text{ dB} - 72,5 \text{ dB}) = 12,5 \text{ dB}$.	
Дијаграм корекција приказује додаток нивоу буке од 0,2 dB		(корак 2).	
На тај начин дневни ниво изложености радника буци износи		$(85 \text{ dB} + 0,2 \text{ dB}) = \mathbf{85,2 \text{ dB}}$.	

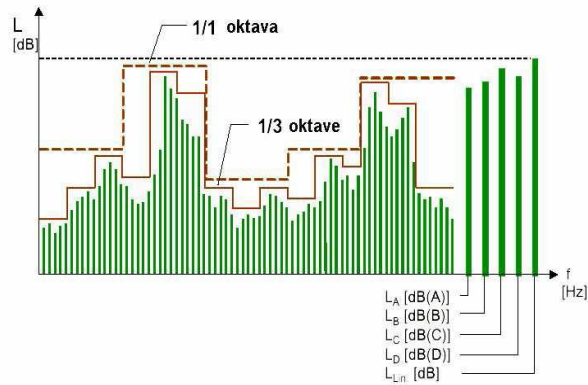
Слика 3.9. – Пример израчунавања дневног нивоа у случају изложености различитим парцијалним нивоима [10]

3.2.3 Дефиниције и скраћенице

- **Непроменљива бука** – бука са малим колебањем нивоа звучног притиска (до 5 dB код динамике показивања „споро“);
- **Променљива бука** – бука са већим колебањем нивоа звучног притиска (више од 5 dB код динамике показивања „споро“);
- **Испрекидана бука** – бука извора који ради у правилним или неправилним циклусима, где ниво буке веома брзо расте и опада неколико пута у току периода посматрања; трајање уједначене вредности буке у сваком циклусу, која се разликује од резидуалне буке, износи више од 5 s;
- **Импулсна бука** – бука код које се појављује један или више брзо растућих врхова, чије је време трајања мање од 1s;
- **Појединачни врхови буке** – бука чији се ниво звучног притиска једном или више пута краткотрајно јасно подиже (најмање 10 dB код динамике показивања „брзо“) изнад постојећег нивоа;
- **Широкопојасна бука** – бука са приближно равномерном расподелом звучне енергије кроз више суседних октава;

- **Ускопојасна бука** – бука код које је сва звучна енергија садржана у једној октави или у малом броју терци;
- **Бука која садржи истакнути тон** – то је бука која садржи истакнути удео звучне енергије на дискретним фреквенцијама;
- **Бука која садржи неку звучну информацију** – бука са јасно препознатљивим певањем, музиком или говором;
- **Укупна бука** – збир утицаја свих извора звука у околини;
- **Специфична бука** – бука неког одређеног извора или групе извора звука;
- **Бука уобичајена на неком месту** – бука која је уобичајена на мерном месту након укључивања свих извора звука који имају удела у специфичној испитиваној буци;
- **Временски интервал мерења** – временски интервал у коме се врши једно мерење. Одређује се на основу карактера буке у временском домену.
- **Временски интервал посматрања** – временски интервал у коме се врши низ мерења. Одређује се на основу карактера буке у временском домену.
- **Референтни временски интервал** – временски интервал за који се одређује меродавни ниво буке. Меродавни нивои се одређују за сваки од референтних временских интервала: за дан, вече и ноћ. Референтни временски интервал за дан износи 12 h (06:00–18:00), за вече 4 h (18:00–22:00) а за ноћ 8 h (22:00–06:00).
- **Референтни звучни притисак (p_0)** – експериментално утврђена доња граница чујности код младих и здравих особа (за равне таласе у слободном простору) на фреквенцији од 1.000 Hz, износи 20 μ Pa;
- **Ниво звучног притиска (L_p)** представља десетоструку декадни логаритам односа квадрата ефективних вредности звучног притиска добијеног стандардном фреквенцијском или временском пондерацијом и референтног звучног притиска, изражен у децибелима (dB). Стандардне фреквенцијске пондерационе криве су *A* и *C*, а стандардне временске пондерационе криве су *F* и *S*.

- **Терцни односно октавни ниво звучног притиска** – ниво звучног притиска измерен применом терцних или октавних филтера. При мерењу терцног, односно октавног спектра, користи се А-пондерациона крива.



Слика 3.10. – Илустрација терцног, односно октавног фреквенцијског спектра

- **А – ниво звука L_A** – ниво звучног притиска одређен пондерацијом А;
- **Енергетски еквивалентни трајни ниво буке (L_{eq})** – изражен у децибелима (dB) служи за опис појава чији се ниво звучног притиска временски мења. Представља, константни, трајни, ниво звучног притиска који је енергетски еквивалентан трајном деловању буке чији се ниво звучног притиска временски мења. Енергетски еквивалентни трајни ниво буке се дефинише на следећи начин:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left\{ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p(t)}{p_o} \right)^2 dt \right\}$$

где је:

- T – Временски интервал мерења;
- $p(t)$ – тренутна вредност звучног притиска;
- p_o – референтни звучни притисак ($= 20 \mu Pa$).

Енергетски еквивалентан трајни А ниво буке $L_{A,eq}$ је енергетски еквивалентан трајни ниво буке одређен уз пондерацију А.

- **А пондерисани ниво изложености буци – $L_{EA, T}$** се дефинише као константни активни ниво буке у току једне секунде, који има вредност акустичке енергије као оригинални акустички сигнал снимљен у одређеном временском интервалу. Мерење нивоа изложености буци се често користи за описивање енергије буке усамљеног догађаја, као што

су пролазак аутомобила или прелет авиона. Ниво изложености се дефинише на следећи начин:

$$L_{EA,T} = 10 \cdot \log \left\{ \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right\}$$

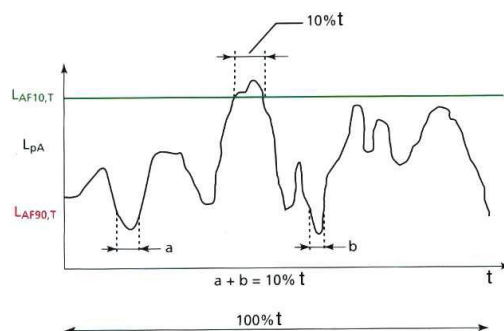
где је:

- $T_0 = 1\text{s}$;
 - „А“ пондерисана изложеност буци, E_{AT} ,
 - референтна изложеност буци која је једнака Pa^2s
- **А-пондерисани еквивалентни укупни индикатор буке – L_{den}** , описује ометање буком за временски период од 24 часа, за дан-вече-ноћ и одређује се следећом формулом:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{24} \cdot \left(12 \cdot 10 \frac{L_{day}}{10} + 4 \cdot 10 \frac{L_{evening} + 5}{10} + 8 \cdot 10 \frac{L_{night} + 10}{10} \right) \right]$$

где су:

- L_{day} , А-пондерисани еквивалентни ниво за референтни дневни временски интервал (8 часова),
 - $L_{evening}$, А-пондерисани еквивалентни ниво за референтни вечерњи временски интервал (4 часа),
 - L_{night} , А-пондерисани еквивалентни ниво за референтни ноћни временски интервал (8 часова).
- **N-процентни ниво** - ниво звучног притиска који је премашен у N % временског интервала мерења. Код променљиве буке се врши статистичка расподела нивоа буке која подразумева одређивање процентних нивоа и то најчешће: $L_1, L_5, L_{10}, L_{50}, L_{90}$ и L_{99} .



Слика 3.11. – Илустрација процентних нивоа буке [2]

- **Основни ниво буке** - $L_{A,0}$ – се дефинише као најнижи А пондерисани ниво буке, измерен, на једном месту током одређеног времена мерења, изазван буком из даљине, чије деловање се доживљава као тишина. То је најнижа вредност на коју показивања на фонометру уз динамику показивања „брзо“ учестало пада. Основна бука се може одредити само онда када су искључени суседни погони и други извори буке који учествују у стварању јасно препознатљивих звучних догађаја. Када постоји кумулативна расподела нивоа звука, основним нивоом буке сматра се ниво звука прекорачен са 95% времена мерења $L_{A,95}$.
- **Средњи вршни ниво** – $L_{A,1}$ – А-ниво звучног притиска прекорачен са 1% времена мерења.
- **Максимални ниво** – ($L_{A,max}$) – највиши „А“ пондерисани ниво звучног притиска који се појавио током времена мерења.
- **Меродавни ниво** (L_{RaeqT}) – енергетски еквивалентан трајни А-ниво буке који се односи на референтно време са додацима, ако су потребни. Овај ниво је битна основа за оцену једне ситуације у погледу буке.
- **Корекција (додатак)** – величина која се додаје измереном нивоу буке на основу неке карактеристике у фреквенцијском и временском домену, доба дана или типа извора. Вредност корекције се одређује као:

$$K = \max(K_I; K_T; K_S) + K_t$$

где је:

K_I – корекција за импулсни карактер буке,

K_T – корекција за тонални карактер буке,

K_t – корекција за трајање буке у оквиру референтног временског интервала,

K_S – корекција за одређене изворе.

Вредност корекције за трајање буке се израчунава на следећи начин:

$$K_t = 10 \cdot \log \frac{t}{T_R} ,$$

где је:

t – трајање буке,

T_R – референтни временски интервал.

Ако постоје више од једне корекције за тип извора или карактер датог појединачног извора буке, примењује се само највећа корекција. Међутим, корекција за трајање буке у оквиру референтног временског интервала се увек додаје измереном нивоу буке. Корекцију за импулсни карактер буке треба примењивати само на изворе импулсне буке који су чујни у мерној тачки [18,19].

Литература:

1. Praščević M., Cvetković D.: BUKA U ŽIVOTNOJ SREDINI, Fakultet zaštite na radu u Nišu; ISBN: 86-80261-53-X, (2005)
2. Kurtović, H.: Osnovi tehničke akustike, Naučna knjiga – Beograd (1982)
3. Environmental noise, <http://www.nonoise.org/library/envnoise>, (2014)
4. Delić V.: Fiziološka akustika, Subjektivni osećaj zvuka, Anatomija i fiziologija čula sluha, <http://vtsns.edu.rs/wp-content/uploads/2013/12/MM2-2-Fiziolo%C5%A1ka-akustika.pdf>, (2013)
5. Miljković M.: Zaštita radne i životne sredine. - Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd. (2000)
6. Šarić M., Žuškin E.: Medicina rada i okoliša. Zagreb, Medicinska naklada; (2002)
7. Arandelović M., Milić I., Radević Lj.: Procena rizika i promocija zdravlja na radnom mestu, Procena rizika, Kopaonik, Zbornik radova: pp.326- 334, (2009)
8. Gochfeld M. Occupational medicine practice in the United States since the industrial revolution. J Occup Environ Med 47, pp.115-131, (2005)
9. <http://geonoise.co.th/decibel-explained/>, (2015)
10. https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search_form?p_doc_type=STANDARDS&p_toc_level=0&p_keyvalue, (2015)
11. Stadnickii, G. V., Rodionov, A. I.: Ekologija, - V. Sh., Moskva, (1998)
12. Milovanović A.: Buka i vibracije, <http://www.mfub.bg.ac.rs/dotAsset/53929.pdf>, (2015)
13. ISO 9613-1:1993: Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere (2010)
14. M. Pljakić, B. Radičević, J. Tomić, Z. Petrović, “Analysis of systematic measurements of noise in cities”, in Proceedings of 23rd Conference with International Conference “Noise and Vibration”, Niš, Serbia, pp. 59-62, 2012.
15. Gregurek R., Gozmi M. i saradnici,: Buka i zdravlje, Akademija medicinskih znanosti Hrvatske, Zagreb, (2005)
16. Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu: Praktična smjernica za procenu rizika na radu, (2011)

17. Salmon, V., Mills, J. S., and Petersen, A. C.. Industrial Noise Control Manual, HEW Publication No. (NIOSH) 75-183. U.S. Government Printing Office, Washington, DC., (1975)
18. Сл. гласник РС број 21/92, (1992)
19. Directive 89/391/EEC - OSH "Framework Directive" of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work - "Framework Directive", (1989)
20. Directive 98/37/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery, (1998)
21. Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 - European Union directive concerning machinery and certain parts of machinery, (2006)
22. Directive 2000/14/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2000 on the noise emission in the environment by equipment for use outdoors,(2000)
23. SRPS ISO 1996-1: Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures, (2010)
24. SRPS ISO 1996-2: Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels, (2010)

4 Ефикасност грејања

Врло важан параметер комфора унутар кабине возила је ефикасност грејања. Температура човековог тела износи, као што је познато 37°C . Без обзира на широки распон спољашњих температура амбијента, у зависности од географске локације ($+53^{\circ}\text{C}$) Сахара – (-72°C) Сибир, температура тела се стално константно одржава. Већ мале промене (и мање од 1°C) у температури човековог тела означавају да је човек болестан и да стање није нормално. За обављање животних функција, за живот и рад човека потребна је топлота. Због процеса сагоревања, она се у њему ствара непрестано. Поређења ради, може се рећи да је човек жива пећ у којој стално гори тиха ватра. При варењу и дисању врши се претварање материје и при томе се ствара топлота потребна за живот и рад човека. Стално одржавање постојане температуре човечијег тела врши се на тај начин, што човек произведену топлоту одаје својој околини, односно што се тело чува од претераног одавања топлоте. Недовољно или претерано одавање топлоте изазива непријатан осећај, смањује умну и телесну радну способност [1]. У крајњем случају, оно при екстремним приликама, може изазвати и смрт услед топлотног удара или смрзавања. Према томе када би човечије тело савршено термички изоловали, човек би после 5 сати морао умрети. С друге стране, када би човечије тело изложили за дуже време сувише ниској температури, смрт би наступила услед претераног губитка телесне топлоте. Средина која човека увек окружује, којој он одаје своју топлоту и од које у великој мери зависи термичка регулација организма је ваздух. Дневне потребе нормалног организма за храном и водом су око 3 kg, док за ваздухом оне износе 15

kg. Да би се на радном месту (у затвореном простору) остварили оптимални услови за живот и рад, потребна је температура ваздуха између 16°C и 22°C. У оквиру овог дијапазона узети су у обзир разни облици људског деловања и индивидуалне осетљивости. Температуре ниже од 16 °C сувише су ниске и могу изазвати назебе. Узевши у обзир разне физичке и психичке факторе усвојено је да се при граничној температури амбијента од 12°C мора почети са загревањем [2]. Све напред наведено указује на изузетну важност правилног пројектовања ефикасног система за грејање кабине возила, која се у овом случају посматра као радно окружење.

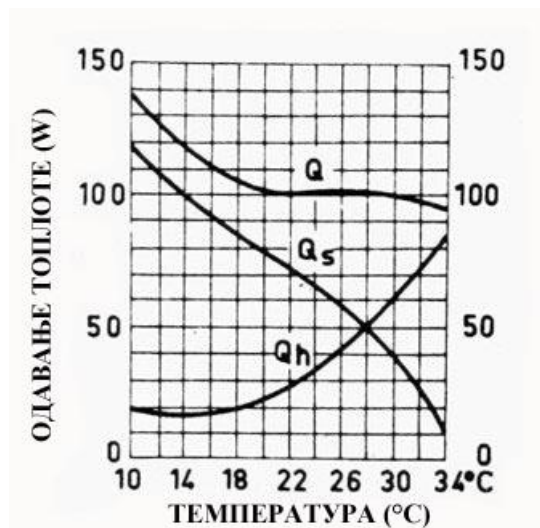
Као амбијентална средина која човека окружује, ваздух у првом реду мора омогућити несметану термичку регулацију организма, а то значи да мора обезбедити угодан осећај човека. Одавање телесне топлоте човечијег тела зависи у великој мери и од функције коју човек врши и од метеоролошких услова ваздуха као средине у којој борави. Одавање топлоте врши се углавном (88%) преко коже, док се остали део губи загревањем ваздуха који удише, издавањем паре из плућа и загревањем хране и пића [3].



Слика 4.1. – Одавање топлоте човековог тела [1]

Физички ово одавање топлоте врши се зрачењем, конвекцијом, провођењем и испаравањем. Губитак зрачењем зависи од температуре околних предмета. При нормалним приликама човек при мировању одаје зрачењем скоро половину своје топлоте. У просторима који се дуже времена не греју осећај хладноће постоји и ако је температура ваздуха довољно висока, јер је губитак зрачењем према хладним зидовима превелик. Обрнуто, у просторима с топлим зидовима и околним предметима и при великом скупу људи овај начин одавања топлоте своди се на

веома мали проценат. Губитак конвекцијом износи око 33% укупне топлоте и зависи од разлике између температуре коже и ваздуха и брзине кретања ваздуха. Провођењем губи се веома мали део топлоте, највише преко предмета са којима је човек у директном додиру. Губитак испаравањем мења се према напору који човек врши, влажности и температури ваздуха и може достићи 95% целокупног губитка топлоте. При нормалним приликама он износи око 19% [4]. Ако тело не може да регулише одавање топлоте на нормалан начин, настаје знојење, које помаже одавању телесне температуре. Испаравањем зноја са влажне коже троши се топлота. Уколико је ваздух више засићен влагом, губитак топлоте испаравањем утолико је тежи. Због тога је боравак у засићеном ваздуху врло непријатан [5]. На слици 4.2 приказано је одавање топлоте човековог тела у односу на температуру ваздуха.



Слика 4.2. – Одавање топлоте човековог тела у односу на температуру ваздуха [1]

Крива Q_s означава одавање топлоте конвекцијом, зрачењем и провођењем (сува топлота). Q_h означава одавање испаравањем (влажна топлота). Q означава укупне губитке $Q=Q_s+Q_h$. Из графика се види да Q_s рапидно опада са повећањем температуре, док Q_h расте. На месту укрштања, тј. температури од 28°C суво одавање једнако је влажном. За нормално одевеног човека који није изложен радним активностима, укупно одавање Q остаје између 20°C и 30°C константно и износи око 100W. Мерењем температуре, влажности и брзине кретања ваздуха могу

се створити услови који су најпогоднији за радно окружење у затвореном простору. Мерењем температуре коже, преко које се врши термичка регулација (као најпогодније се показало мерење температуре чела) нашло се физиолошко мерило за осећај угодности у комбинацији са субјективном проценом испитаника. Тако је установљено да човек који није физички активан и који је стандардно обучен, се најбоље осећа када му је температура чела између $30,5$ и $32,5^{\circ}\text{C}$ [1,6,7]. При мирном ваздуху, то одговара температури ваздуха између 16 и 22°C . Да би човек остао у зони угодности, потребно је извршити баланс, тј. при промени једног од фактора (нпр. ако се повиси температура ваздуха) мора се мењати и други (нпр. повисити брзина кретања ваздуха).



Слика 4.3. – Температура и брзина струјања ваздуха [1]

На слици 4.3 приказан је однос између температуре и брзине кретања ваздуха. Из графикона се види да вишој температури одговара веће брзина ваздуха, да је при мирнијем ваздуху (брзина 0) најугоднија температура ваздуха између 20 и 23°C , а при $0,30$ m/s $23,5$ до 25°C . Крива В – означава највише дозвољене брзине струје ваздуха које наилазе на човека с лица при седењу у радном простору. Ако струја не долази спреда већ са других страна, брзина не сме бити већа од $0,15$ m/s. Сматра се да је најугоднија релативна влажност ваздуха у затвореним просторима између 30 и 70% . Сувише сув ваздух (испод 30%) изазива сушење слузокоже, кашаљ и осећај жеђи, а исувише влажан омета одавање телесне топлоте и због тога постаје неугодан. Што се тиче односа између температуре и влажности ваздуха установљено је да је влажност ваздуха од око 50% угодна при свакој температури. На слици 4.4 приказан је однос између температуре ваздуха и његове влажности.

Крива означава границу до које се човек при мировању осећа угодно. Преко ове границе се налази подручје спарине. Из дијаграма се види да при 30°C влажност не сме прећи 50%, а при 15°C она може бити и 95% а да не буде неугодна [7,8].



Слика 4.4. – Температура и влажност ваздуха

Описани услови и њихов значај за човека су важни како у слободној атмосфери тако и у затвореним просторима. Међутим због специфичности микроклиме, услови у затвореним просторима су ипак друкчији него напољу. За разлику од услова напољу где увек има кретања ваздуха, у затвореним просторима обично тога нема изузев ако се вештачки не произведе. У затвореним просторима због близине предмета удео њиховог зрачења и однос према човечијем телу је друкчији него напољу. Кварење ваздуха у затвореним просторима малих кубатура услед испарења, одавања топлоте, прашине издувних гасова је далеко веће него напољу гдесе ваздух слободно креће и где су кубатуре ваздуха неограничене. О свим овим специфичностима мора се водити рачуна како при избору, пројектовању и извођењу система за грејање и вентилацију тако и при пројектовању и извођењу самих радних просторија (у овом случају возила, надградњи и приколица) [9,10].

4.1 Дефиниције и скраћенице

4.1.1 Општи параметри

микроклима – подразумева физичко стање и особине ваздуха радне средине и простора кога карактерише одређена температура, релативна влажност и брзина струјања ваздуха [11].

температура ваздуха $^{\circ}\text{C}$ – је величина топлотног стања ваздуха, која се добија мерењем помоћу термометра и подразумева температуру сувог термометра.

спољна температура $^{\circ}\text{C}$ – је температура ваздуха изван радног простора, у његовој околини.

унутрашња температура $^{\circ}\text{C}$ – је температура ваздуха у радној средини у којој се обавља процес рада, односно у којој се запослени крећу [12].

спољна пројектна температура $^{\circ}\text{C}$ – је спољна температура при којој морају бити обезбеђени услови комфора у радном простору.

парцијални притисак водене паре kPa – представља притисак водене паре у ваздуху на одређеној температури.

релативна влажност ваздуха $\%$ – представља однос парцијалног притиска водене паре и притиска засићене водене паре на одговарајућој температури [13].

4.1.2 Параметри комфорности

еквивалентна температура $^{\circ}\text{C}$ – је емпириски одређена вредност и представља температуру ваздуха и околних површина у референтној

средини у којој нема струјања ваздуха, а температурни губици конвенцијом и зрачењем су код особа исти као кад се налазе у реалној средини [13].

температура комфора °C – је еквивалентна температура која обезбеђује топлотну комфорност (угодност) особа у кабини и корисном простору возила за одговарајућу активност, изабрану врсту одеће и постојећу влажност ваздуха [14].

вертикална неравномерност распореда температуре °C – је разлика између унутрашње температуре ваздуха у висини главе и висини стопала особе на радном месту [15].

брзина струјања ваздуха m/s – у радном простору у било ком правцу и смеру.

индекс PPM – (скраћеница од Predicted Mean Vote Index) који прогнозира топлотно стање средине [16].

$$PMV = (0.303 e^{-0.036M} + 0.028) L, \text{ где је:}$$

L = термичко оптерећење – дефинише се као разлика између производње унутрашње топлоте и губитка топлоте у актуалном окружењу – за особу, као разлика угодне температуре коже и губитка топлоте испаравањем, у току знојења у односу на дати ниво активности;

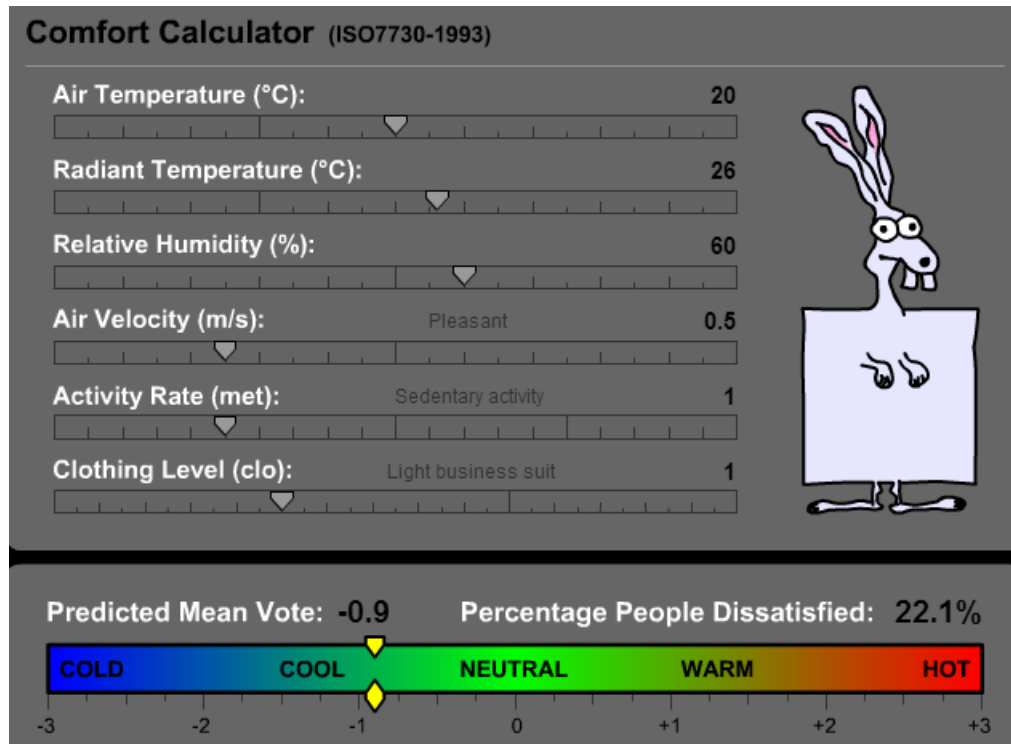
M = стопа метаболизма.

Стопа метаболизма, или топлота људског тела, или енергија произведена у људском телу, често се мери јединицом "Met". Стопа метаболизма особе у релаксираном седећем положају износи један (1) Met, где је: $1 \text{ Met} = 58 \text{ W/m}^2$ (356 Btu/hr) [17].

PPM је дефинисан седмостепеном топлотном скалом која показује у којој мери је у реалној средини остварена температура комфора, и то:

-3 (ледено), -2 (хладно), -1 (умерено хладно), 0 (комфор), +1 (умерено топло), +2 (топло) и 3 (вруће).

Прихватљив и препоручен дијапазон вредности индекса PMV за термичку угодност према ASHRAE 55 [19] треба да је између вредности -0.5 и +0.5 за унутрашњи простор.



Слика 4.4. – Калкулатор комфора [18]

индекс PPD – (скраћеница од Predicted Percentage of Dissatisfied) који прогнозира проценат незадовољних особа топлотном средином, односно проценат особа који ће у одређеној реалној средини осећати топлотну неугодност.

Препоручени максимални проценат незадовољних особа топлотном средином стандардом ASHRAE 55 треба да је мањи од 10% за унутрашње просторе.

За израчунавање индекса PPD користи се следећа формула према Fanger-овом моделу топлотне комфорности [20]:

$$PMV = [0.303e^{-0.036M} + 0.028]\{(M - W) - 3.96E^{-8}f_{cl}[(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a) - 3.05[5.73 - 0.007(M - W) - p_a] - 0.42[(M - W) - 58.15] - 0.0173M(5.87 - p_a) - 0.0014M(34 - t_a)\}$$

$$f_{cl} = \frac{1.0 + 0.2I_{cl}}{1.05 + 0.1I_{cl}}$$

$$t_{cl} = 35.7 - 0.0275(M - W) - R_{cl}\{(M - W) - 3.05[5.73 - 0.007(M - W) - p_a] - 0.42[(M - W) - 58.15] - 0.0173M(5.87 - p_a) - 0.0014M(34 - t_a)\}$$

$$R_{cl} = 0.155I_{cl}$$

$$h_c = 12.1(V)^{1/2}$$

где су:

e – Ојлерова константа (2.718)

f_{cl} – фактор одеће

h_c – коефицијент преноса топлоте

I_{cl} – изолација одеће [clo]

M – метаболичка рата [W/m^2] 115 за све сценарије

p_a – притисак ваздушне паре [kPa]

R_{cl} – термичка изолација одеће

t_a – температура ваздуха [$^{\circ}C$]

t_{cl} – површинска температура одеће [$^{\circ}C$]

t_r – М. Р. температура [$^{\circ}C$]

V – брзина струјања ваздуха [m/s]

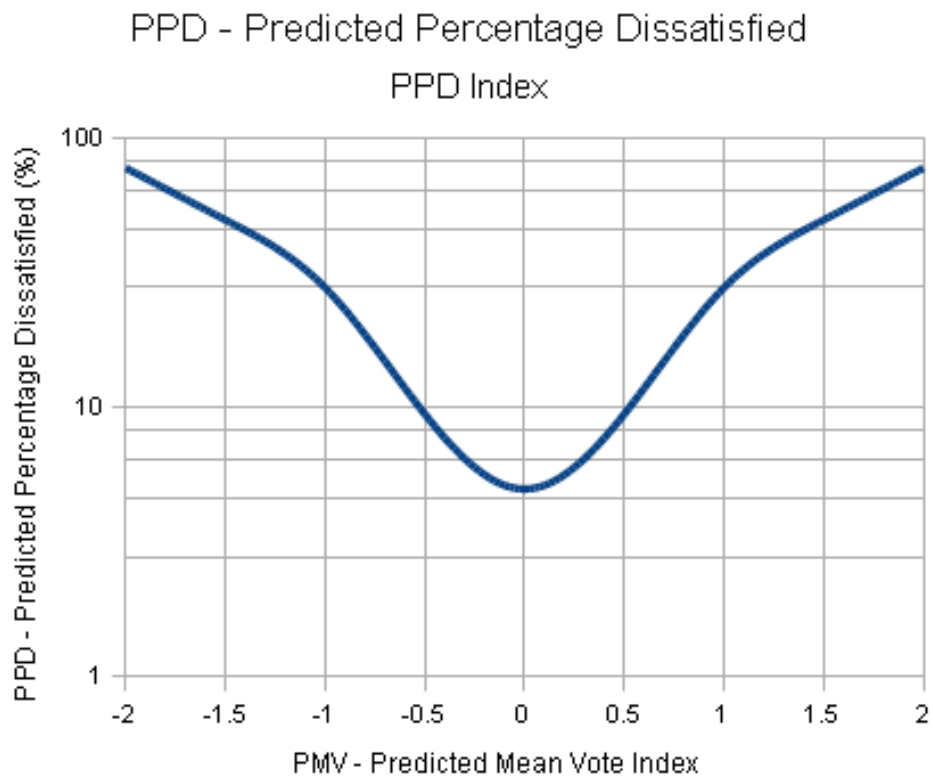
W – екстерни рад (претпоставити = 0)

Пошто је вредност индекса PPD у функцији PMV, може се математички представити као:

$$PPD = 100 - 95e^{[-(0.3353PMV^4 + 0.2179PMV^2)]}$$

метаболичка стопа met – је метаболичка вредност људског тела који карактерише различите врсте физичке активности (1 met = 58 W/m^2).

топлотна активност одеће clo – је величина која карактерише изолациона својства одеће (1 clo = 0,155 $m^2 \text{ }^{\circ}C/m^2$).



Слика 4.5. – Вредност индекса PPD у функцији PMV [21]

Упозорење – најмање 5% од селектоване популације испитаника у групи, ће бити незадовољно са термичком уодношћу, чак и кад је $PMV=0$ [20].

Литература:

1. Bogner M.: TERMOTEHNIČAR, ISBN: 978-86-82685-04-3, (2014)
2. Lenzuni, P.; Freda, D.; Del Gaudio, M.: "Classification of Thermal Environments for Comfort Assessment". *Annals of Occupational Hygiene* **53** (4): 325–32. doi:10.1093/annhyg/mep012.PMID 19299555, (2009)
3. Cabanac, M.: "Physiological role of pleasure". *Science* **173** (4002): 1103–7. Bibcode:1971-Sci...173.1103C. doi:10.1126/science.173.4002.1103, (1971)
4. Hashiguchi, N.; Tochihara, Y.: "Effects of low humidity and high air velocity in a heated room on physiological responses and thermal comfort after bathing: An experimental study". *International Journal of Nursing Studies* **46** (2): 172–80. doi:10.1016/j.ijnurstu.2008.09.014.PMID 19004439, (2009)
5. Wolkoff, P.; Kjaergaard, S.: "The dichotomy of relative humidity on indoor air quality". *Environment International* **33** (6): 850–7. doi: 10.1016/j.envint.2007.04.004.PMID 17499853, (2007)
6. McCullough, E.; Eckels, S.; Harms, C.: "Determining temperature ratings for children's cold weather clothing". *Applied Ergonomics* **40** (5): 870–7. doi: 10.1016/j.apergo.2008.12.004.PMID 19272588, (2009)
7. Havenith, G.: "Heat balance when wearing protective clothing". *The Annals of Occupational Hygiene* **43** (5): 289–96. doi:10.1016/S0003-4878(99)00051-4. PMID 10481628, (1999)
8. Khodakarami, J.: *Achieving thermal comfort*. VDM Verlag. ISBN 978-3-639-18292-7, (2009)
9. Wyon, D. P.; Andersen, I.; Lundqvist, G. R.: "Spontaneous magnitude estimation of thermal discomfort during changes in the ambient temperature*.". *Journal of Hygiene* **70** (2): 203–21. doi:10.1017/S0022172400022269.PMC 2130040, (2009)
10. Godish, T.: *Indoor Environmental Quality*, Boca Raton, CRC Press, (2001)
11. Parsons, K. C.: "Introduction to thermal comfort standards" (PDF), December (2013)
12. de Dear, R; Brager, Gail: "Developing an adaptive model of thermal comfort and preference". *ASHRAE Transactions* **104** (1): 145–67, (1998)
13. Olesen, B; Parsons, K. C.: "Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730". *Energy and Buildings* **34** (6): 537–548. doi:10.1016/S0378-7788(02)00004-XANSI/ASHRAE Standard 55-2013, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, (2002)

14. Thermal Comfort chapter, Fundamentals volume of the ASHRAE Handbook, ASHRAE, Inc., Atlanta, GA, (2005)
15. United States. Environmental Protection Agency. Office of Air and Radiation.; United States. Environmental Protection Agency. Office of the Administrator.; Smart Growth Network. Smart Growth and Urban Heat Islands.U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of the Administrator : Smart Growth Network, (2003)
16. ISO/FDIS 7730: International Standard, Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, (2005)
17. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Whitt, M.C.; Irwin, M.L.; Swartz, A.M.; Strath, S.J.; O'Brien, W.L.; Bassett Jr, D.R.; Schmitz, K.H.; Emplaincourt, P.O.; Jacobs Jr, D.R.; Leon, A.S.: "Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities".*Medicine and science in sports and exercise* **32** (9 Suppl): S498–504. doi:10.1097/00005768-200009001-00009. PMID 10993420, (2000)
18. http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/human-thermalcomfort_
[\(2015\)](#)
19. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, (2013)
20. *Thermal Comfort*, Fanger, P. O, Danish Technical Press, 1970 (Republished by McGraw-Hill, New York, (1973)
21. http://www.engineeringtoolbox.com/predicted-mean-vote-index-PMV-d_1631.html

5 Мерна опрема

5.1 NetdB12, 01dB-Metravib

За мерење буке у кабинама возила и надградњи коришћен је *преносиви анализатор буке и вибрација NetdB12, произвођача 01dB-Metravib.*



Слика 5.1. – NetdB12

НАМЕНА

- Анализа вибрација
- Виброакустичке апликације (фреквентна анализа, израчунавање звучне снаге, модална анализа, квалитет звука и акустичка холографија) [1].

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- Базиран је на Ethernet технологији

- Омогућује realtime мерења истовремено на свим каналима у истом временском тренутку без губитка података
- Hard disk капацитета 60 GB.
- Аутономна аквизицију (без екстерног РС рачунара)
- Број улазних канала: 12, BNC конектори
- Резолуција: 24 бита
- Брзина узорковања до 51.2 kHz
- Број излазних канала: 4 (2 BNC, 1 за слушалице, 1 SPDIF)
- Ниво излазних сигнала: до 15 V peak
- Снага: 20 W
- Улазни напон: 12 V – 14 V; 3,5 A
- Аутономност батерија: 2 сата
- Напајање: 110 V / 250 V

5.2 В&К 4230

За калибрацију аквизиционог комплета буке и вибрација NetdB12, употребљен је Sound level Calibrator 4230 произвођача Brüel&Kjær.

НАМЕНА

- Калибрација акустичког аквизиционог система [2]

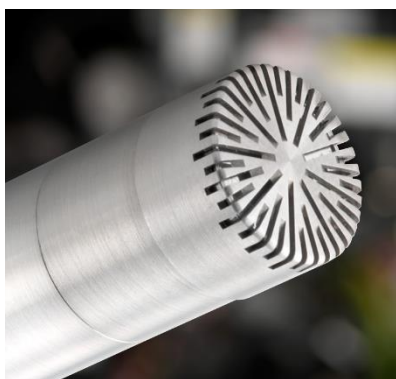
ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- Преносива јединица џепне величине
- Калибрациона прецизност $\pm 0,25$ dB
- Фреквенца рада 1.000 Hz,
- Калибрациски ниво звучног притиска 94 dB = 1Pascal = 1 N/m² = 10 μ bar
- Екстремно мали утицај статичког притиска
- Ниво звучног притиска независан од еквивалентног волумена микрофона
- Употребљава се за све врсте 1" и 1/2" микрофона



Слика 5.2. – В&К 4230

5.3 G.R.A.S. sound&vibration – микрофонски сет



Слика 5.3. – G.R.A.S. sound&vibration

НАМЕНА

Мерни микрофонски сет у комплекту са предпојачавачем је намењен за мерење нивоа звучног притиска у широком дијапазону од 17 до 164 dB(A). На слици 5.3 је приказан микрофон 46AE са предпојачивачем 26CA, који је превасходно употребљиван за мерења нивоа буке у возилима [3].

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Табела 5.1. - Техничке карактеристике микрофона G.R.A.S.

1/2" free-field Type 46AE	1/4" free-field Type 46BE	1/2" pressure Type 46AO	1/4" pressure Type 46BD	1/2" random Type 46AQ
Frequency Range	Frequency Range	Frequency Range	Frequency Range	Frequency Range
3.15 Hz - 20 kHz Dynamic Range	10 Hz - 100 kHz Dynamic Range	3.15 Hz - 20 kHz Dynamic Range	10 Hz - 70 kHz Dynamic Range	3.15 Hz - 16 kHz Dynamic Range
17 dBA - 134 dB	36 dBA - 156 dB	27 dBA - 147 dB	44 dBA - 164 dB	17 dBA - 134 dB
Sensitivity 50 mV / Pa	Sensitivity 4 mV / Pa	Sensitivity 12.5 mV / Pa	Sensitivity 1.6 mV / Pa	Sensitivity 50 mV / Pa
Type 46AF	Type 46BF	Type 46AG	Type 46BP	Type 46AR
Frequency Range	Frequency Range	Frequency Range	Frequency Range	Frequency Range
3.15 Hz - 20 kHz 17 dBA - 146 dB	10 Hz - 100 kHz 36 dBA - 172 dB	3.15 Hz - 20 kHz 27 dBA - 164 dB	10 Hz - 70 kHz 44 dBA - 180 dB	3.15 Hz - 16 kHz 17 dBA - 146 dB
Sensitivity 50 mV / Pa	Sensitivity 4 mV / Pa	Sensitivity 12.5 mV / Pa	Sensitivity 1.6 mV / Pa	Sensitivity 50 mV / Pa

5.4 Maestro, 01dB-Metravib

За мерење вибрација на седиштима возача и посаде у кабинама возила и надградњи коришћен је *портабл анализатор хуманих вибрација MAESTRO*, произвођача *01dB-Metravib*.

НАМЕНА

- Првенствено за хумане вибрације, односно за мерење и израчунавање утицаја вибрација на човека (мерење вибрација на радном месту, које се преносе на цело тело или које се преносе на руке),
- Мерење нивоа буке (као четвороканални систем, прва три канала су намењена за троосне акцелерометре, а четврти канал може бити повезан на

једноосни акцелерометар или на предпојачало са микрофоном; прилагођен за мерење ефикасности седишта и као основни виброметар) [4,5].

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- Време интеграције између 1 и 200 секунди или start/stop режим,
- Капацитет сопствене меморије 2 МВ,
- Аналогни излаз: 4-пински LEMO конектор, за снимање или праћење сигнала сва четири канала у опсегу 0,4 - 1.000 Hz,
- Могућност мрежног напајања,
- Век батерије 8 - 13 сати.



Слика 5.4. – Maestro

5.5 MGCplus

Као алтернативни уређај за мерење вибрација и температура коришћена је *Универзална мернопојачивачка аквизиција за мерење MGCplus.*

НАМЕНА

- Свеобухватно мерење механичких величина разним типовима давача.
- Кућиште је намењено за 16 модуларних места.
- Намена појединих модула у садашњој конфигурацији је за:
 - Мерење вибрација директно пиезоелектричним давачима,
 - Мерење силе и напрезања отпорничким давачима или мерним тракама,
 - Мерење температуре термопаровима типа К,
 - Мерење фреквенцијских, импулсних напона,
 - Математичке прорачуне и управљање радом осталих модула.

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

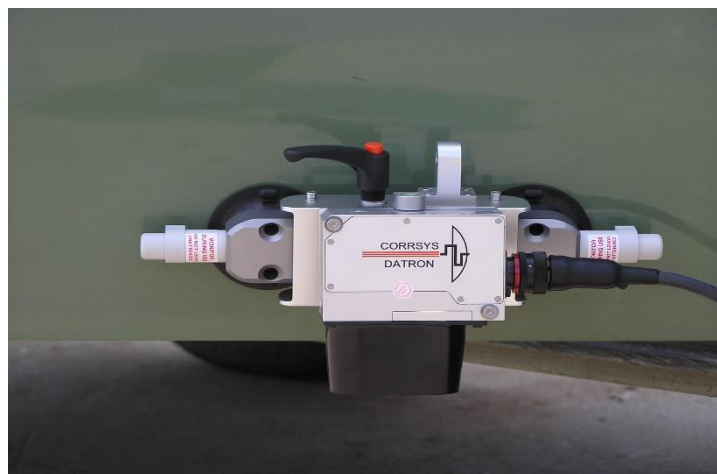
- Димензије: 458 mm x 171 mm x 367 mm,
- Максимални број модула: 16,
- Напон напајања: 230V,
- Брзина преноса података у секунди: 57.600 (USB), 153.600 (Ethernet) може да мери са 40 различитих давача [6].



Слика 5.5. – MGCplus

5.6 Datron – Correvit

Брзине кретања возила на различитим типовима подлога мерене су помоћу уређаја за бесконтактно мерење динамичких карактеристика возила **Datron** – **Correvit**



Слика 5.6. – Datron – Correvit

НАМЕНА

Свеобухватно мерење динамичких карактеристика возила кроз мерење:

- Тренутне брзине,
- Тренутног убрзања,
- Пређеног пута,
- Времена трајања испитивања.

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- мерни опсег: од 0,3 до 250 km/h,
- тачност мерења: већа од 0,1 %,
- даљина бесконтактног мерења: 350 ± 130 mm,
- брзина мерења: до 250 података у секунди,
- резолуција за пређени пут: 1,5 mm,
- опсег дигиталног излаза: од 1 до 1.000 импулса,
- опсег аналогног излаза: од 0 до 10 V [7,8].

5.7 Thermal comfort meter Brüel & Kjaer

Одређивање параметара комфорности се врши мерењем, помоћу сензора давача *MM0023*, који је саставни део инструмента *Thermal comfort meter type 1212* производње *Brüel & Kjaer*. Са овим сензором се истовремено врши мерење основних физичких величина који карактеришу микроклиму у једном простору (температура ваздуха, брзина струјања ваздуха и релативна влажност). Обрађени резултати мерења, кроз индекс PPD, процентуално приказују број незадовољних особа оствареним микроклиматским условима [9,10]. Изглед мерача топлотне угодности "Brüel&Kjær 1212" приказан је на слици 5.7.



Слика 5.7. – Thermal comfort meter

За испитивање карактеристика микроклиме, користили су се мерни инструменти, опрема и уређаји који су приказани у Табели 5.2.

Табела 5.2. - Намене мерних уређаја

Намена мерног уређаја	Назив мерног уређаја
Мерење PMV и PPD индекса	Мерач топлотне угодности Brüel & Kjaer 1212
Мерење температуре ваздуха	HP 71 B, Brüel & Kjaer 1213 (MM 0034,0035)
Мерење времена	Секундомер JAQUET
Брзина струјања ваздуха	Brüel & Kjaer 1213 (MM0037) Airflow T 3000
Релативна влажност	Brüel & Kjaer 1213 (MM037)
Помоћна опрема	
Носач давача	Статив за даваче
Мерење дужине	Мерна трака од 3 m

ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

- Мерач топлотне угодности тип 1212 производње Brüel&Kjær са интегрисаним давачем ММ0023 за одређивање параметара комфорности, поседује следеће карактеристике:
 - Радна температура од -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$
 - Температура комфора: од -20°C до $+32^{\circ}\text{C}$,
 - Еквивалентна температура: до 32°C ,
 - Разлика температура: од -8K до 32K ,
 - PMV, опсег: од $-2,2$ до $+2,2$,
 - PPD, опсег: од 5% до 90% .

Осим мерача топлотне угодности и интегрисаног давача ММ0023 могу се користити и други мерни инструменти помоћу којих се могу одредити параметри комфорности дефинисани ISO стандардима. У том случају за обраду резултата мерења треба користити компјутерски програм дат у стандарду ISO 7730 [10].

- Аналитатор климе тип 1213 производње Brüel&Kjær са давачима за мерење унутрашње температуре, температуре зрачења околних површина, брзине струјања ваздуха и релативне влажности.
- Термометри за одређивање спољашње температуре са мерним подручјем од -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$ (тачност мерења мања од 1°C).
- Термометри за одређивање унутрашње температуре са мерним подручјем од -10°C до 30°C (тачност мерења $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$).
- Анемометри за мерење брзине струјања ваздуха опсега од 0 до 1 m/s, (тачност $\pm 0,05$ m/s).
- Секундомер за мерење времена постизања параметара комфорности.

Литература:

1. Areva 01dB-Metravib: NetdB Acquisition unit, User manual, http://www.acoustic1.co.uk/equipment/nvh/docs/DOC%201096%20gb_NetdB-L-NUT-007-A_UserManual_NetdB.pdf, (2015)
2. <http://www.bksv.com/doc/be0089.pdf>, (2015)
3. <http://www.gras.dk/products/measurement-microphone-cartridge.html>, (2015)
4. <http://01db.acoemgroup.com/catalog/01dB-dBMAESTRO-Vibration-exposure-analysis-software>, (2015)
5. http://www.ekoeko.it/link%20strumenti/gb_maestro_4p.pdf, (2015)
6. <http://www.hbm.com/en/menu/products/measurement-electronics-software/laboratory-test-stand/>, (2015)
7. <http://www.dewetron.com/applications/automotive/chassis/vehicle-dynamics/>, (2015)
8. <http://datrontechnology.co.uk/products/speed-sensors/optical/>, (2015)
9. <http://www.bksv.com/doc/TechnicalReview1982-2.pdf>, (2015)
10. <http://www.bksv.com/doc/BO0016.pdf>, (2015)

6 Приказ возила на којима су извршена испитивања

Испитивања карактеристика комфора у кабини са становишта буке, вибрација и ефикасности грејања обављена су на десет теренских возила и надградњи:

- Застава ПТ-1,
- Застава ПТ-2,
- Land Rover Defender 110 GS Soft Top,
- Land Rover Defender 110 GS Hard Top,
- Pinzgauer 710,
- Puch GD 300,
- БОВ,
- ФАП 1118 БС/АВ,
- ФАП 2228 БС/АВ, 6x6, 7 t,
- ФАП 3240 БС/АВ, 10 t, 8x8.

Основне концепције ових возила намењене су за превозење људства и терета у путним и посебно теренским условима вожње. С обзиром да је комплетан дијапазон возила намењен у конкретном случају за војну употребу, на већини возила у односу на стандардну изведбу су урађене модификације, тј. надградње са циљем испуњења одређених специјалних система намене (АБХО, веза, санитет, извиђање, електронско осматрање ...).

Из тог разлога посебна пажња је посвећена мерењима поред места возача и местима чланова посаде који врше одређену специјалистичку делатност и у условима кретања возила.

6.1 Застава ПТ-1

Теренски аутомобил Застава ПТ-1 је намењен за превоз људства и транспорт оруђа и материјала укупне масе до 1,4 t, као и за вучу оруђа и прикључних средстава укупне масе до 1,7 t. Спољашњи изглед испитиваног средства је дат на слици 6.1.



Слика 6.1. – Пт ТА Застава Ривал 40.12 НКВМ, 4x4, 1,4 t

Општи подаци о средству су следећи [1]:

– произвођач	„Застава камиони д.о.о. у ре- структурирању“, Крагујевац
– тип	40.12 НКВМ
– формула погона	4x4
– носивост	1,4 t
– број шасије	ZCFD409010Z016409
– мотор	IVEKO SOFIM 8140.43S
– број мотора	004260537

– номинална снага мотора	92 kW (125 KS)
– сопствена маса	3040 kg
– пнеуматици	255/100 R16
– боја возила	требодјни маскирни дезен
– габаритне димензије	
– висина	2520 mm
– ширина	2220 mm
– дужина	4948 mm

6.2 Застава ПТ-2

Теренски аутомобил Застава ПТ-2 је намењен за превоз људства и транспорт оруђа и материјала укупне масе до 1,4 t, као и за вучу оруђа и прикључних средстава укупне масе до 1,7 t.

Општи подаци о средству су следећи [2]:

– произвођач	„Застава камиони д.о.о. у ре- структурирању“, Крагујевац
– тип	НКРКWM 40.12
– формула погона	4x4
– носивост	1,4 t
– број шасије	ZCFD409010Z016216
– мотор	IVEKO SOFIM 8140.43S
– број мотора	004164667
– номинална снага мотора	92 kW (125 KS)
– сопствена маса	3070 kg
– пнеуматици	255/100 R16
– боја возила	требодјни маскирни дезен

габаритне димензије

– висина	2350 mm
– ширина	2170 mm
– дужина	4915 mm

Спољашњи изглед испитиваног средства је дат на слици 6.2.



Слика 6.2. – ПТ-2 Застава 4x4, 1,4t

6.3 Land Rover Defender 110 GS Soft Top

Теренско возило Land Rover Defender, се производи са два међусовинска растојања - 90 и 110. Испитни примерак моторног возила (м/в) представља дужа варијанта овог произвођача, произведена 2008. године. Стање на километар сату пре почетка испитивања је износило 462 km. У возило је уграђен 2,4, литарски 4-цилиндрични дизел мотор. Снажни мотор омогућује Land Rover Defender–у вучу до 3,5 тона. Возне карактеристике, чине Defender сигурно најпознатијим теренским возилом у свету, са изванредном функционалношћу. Погон на сва четири точка обезбеђује сигурну вожњу ван пута. Огибљење са спиралним опругама даје максималну амплитуду точковима и омогућује одржавање чврстог контакта са

подлогом. Системи против блокаде точкова и за контролу приањања помажу да се избегну опасне ситуације на путу. Општи подаци о м/в су дати у табели 6.1 [4,5,6,7].

Табела 6.1. - Општи подаци о возилу

Карактеристике		110 HEAVY DUTY
Геометриске карактеристике	Број седишта у кабини	2
	Мах. дужина (без/са одбојницима)	mm 4439 / 4578
	Мах ширина (без ретровизора) (SAE W103)	mm 1790
	Мах ширина (са ретровизорима) (SAE W104)	mm 1992
	Мах тежина возила	mm 2079
	Међусовинско растојање SAE L101	mm 2794
	Клиренс (H157) 'Minimum Underbody Clearance, Unladen' (са пнеуматичима 235)	mm 314
	Клиренс предњег моста	mm 255
	Клиренс задњег моста	mm 249
	Пречник заокрета - Minimum (са пнеуматичима 235) D102	m 7.2
	Пречник заокрета - Minimum (са пнеуматичима 7.50) D102	m 6.4
	Предњи прилазни угао A106-1	° 48.7
	Задњи прилазни угао A106-2	° 35.6
	Задњи прилазни угао оптерећеног возила	° 30
	Масе / Оптерећење	Маса возила – У путном поретку (min. је са основном варијантом возила, maximum је са возилом у које су уграђене све опције додатне опреме. Обе варијанте укључују 68Kg за возача, 7Kg за пртљак и 90% напуњености резервоара.)
Маса празног возила (пун резервоар).		kg 1888
Дозвољена укупна маса оптерећеног возила (GVW)		kg 3500
Дозвољено осовинско оптерећење (Предње / Задње)		kg 1580 / 2200
Максимална маса приколице без кочне инсталације		kg 750
Максимално дозвољено вертикално оптерећење на месту везивања		kg 150
Категорија и тип вучне куке		тип A50X
Максимално оптерећење крова	kg N/A	
Мотор	положај мотора / број цилиндара / вентили	уздужни / 4 / 16
	Контрола мотора	тип Visteon EMS
	Запремина мотора	cm ³ 2402
	Распоред паљења	1-342
	Број обртаја у леру	o/min 800
	Компресија	:1 17,5
	Мах. снага (EEC)	kW 90
	Мах. снага (SAE)	kW TBA
	Број обртаја мотора при мах снази	o/min 3500
	Мах. момент (EEC)	Nm 360
	Мах. момент (SAE)	Nm TBA
Број обртаја мотора при мах моменту	o/min 2000	
Спољна бука возила у пролазу (EC Type approval)	dB(A) 73	

Спољни изглед испитиваног возила је дат на сликама 6.3, 6.4, 6.5 и 6.6.



*Слике 6.3. и 6.4. – Land Rover Defender 110 GS Soft Top,
поглед са бочних страна*



*Слике 6.5. и 6.6. – Land Rover Defender 110 GS Soft Top,
поглед са предње и задње стране*

6.4 Land Rover Defender 110 GS Hard Top

Ради поређења резултата испитивања параметара комфора у кабини возила, мерења су извршена и на стандардном моделу возила Land Rover Defender 110 GS са крутим кровом изнад кабине. Возило је опремљено истим типом погонског агрегата и трансмисије као и претходно. У Техничком опитном центру се користи као стандардно пратеће возило за теренска испитивања. Највећа разлика у односу на специјално израђен модел 110 GS Soft Top HEAVY DUTY је у коришћењу стандардних пнеуматика, вешања и издувног система, за овај тип возила.



*Слике 6.7. и 6.8. – Land Rover Defender 110 GS Hard Top,
поглед са бочних страна*



*Слике 6.9. и 6.10. – Land Rover Defender 110 GS Hard Top,
поглед са предње и задње стране*

6.5 Pinzgauer 710

Аустријска фирма STEYR-PUCH из Граца је у касним 1960-им годинама развила теренско возило геометрије тачкова 4x4 и 6x6. Производња прве генерације возила је почела 1971.године под називом Pinzgauer (назив добио по аустријској раси коња). Прва генерација возила (модел 710 и 712) су се производили до 1985.године и укупно је произведено и купцима испоручено 18,439 комада Pinzgauera 710 и 712. Модел 710М има церадни кров а 710К метални кров на коме се налазио антенски уредјај. Између ова два модела друге разлике не постоје.

Теренски аутомобил PINZGAUER 710K је намењен за превоз људства и терета у различитим теренским условима. Ово возило припада групи теренских аутомобила мале носивости и представља напредно решење теренског возила. Због својих карактеристика ово возило, у конфигурацији 4x4, је било веома заступљено у ЈНА али и њеним наследницама. Иако је први модел конструисан и произведен пре готово 40 година по неким својим решењима Pinzgauer је једно од најбољих теренских возила икада направљених. Мада није брз (око 110 km/h) као амерички HMMWV, Pinzgauer може превести више војника. Најмањи модел 710М може да повезе 10 војника или 2 НАТО палете. 710(4x4) и 712(6x6) могу да повуку приколицу тезине 5000 кг на путу односно 1500 до 1800 кг ван путева. Акциони радијус је већи од 400 километара а са опционим резервоаром од 125 литара радијус се повећава на готово 700 км. Возило је дизајнирано да буде поуздано и једноставно. Због тога Pinzgauer има ваздушно хлађење и карбуратоски систем напајања горивом (карбуратор дуал ZENITH 36mm NDIX). Поред тога Pinzgauer има две уљне пумпе што му гарантује неопходно подмазивање без обзира на положај возила. Прва генерација возила је имала мотор од 2,5 литара са ваздушним хлађењем док је код поједних варијанти модела 712 уграђиван ваздухом хлађени мотор од 2,7 литара. То се првенствено односило на санитарске варијанте [8,9].

Технички подаци за Pinzgauer 710:

Тезина	2.100 kg,
Укупна маса	3.100 kg,
Носивост	1.000 kg,
Максимална тежина вучене приколице	5.000 kg,
Мотор	бензински, 4-тактни,
Број цилиндара	4-цилинд. запремине 2.499 cm ³ ,
Снага	66kW,
Хлађење	ваздушно,
Вешање	независно,
Степени преноса	5+1,
Ел. инсталација	24V, 2 акумулатора 12V/66Ah,
Запремина резервоара	75 l, МБ-86,
Потрошња горива	18 l/100 km,
Моторно уље	7 l, градације SAE-30 ,
Димензије:	
Дужина	4.175 mm,
Ширина	1.760 mm,
Висина	2.100 mm,

Међусовинско растојање	2.200 mm,
Клиренс	335 mm,
Могућности савлађивања препрека:	
уздужни нагиб	45 ⁰ ,
водени газ	700 mm,
вештачке препреке	360 mm,
бочни нагиб	43,5 ⁰ ,
носивост	1.000 kg (710 4x4),
максималана брзина	110 km/h,
најнижа могућа брзина	4 km/h,
превоз људства	10 особа.



Слике 6.11. и 6.12. – Pinzgauer 710 поглед са бочних страна



Слике 6.13. и 6.14. – Pinzgauer 710 предња страна и унутрашњост кабине

6.6 PUCH GD 300

Давне 1972 године је започет развој овог модела теренског аутомобила са са тежишним захтевима на способност кретања по ван путним условима, али уједно и на максималну сигурност и удобност. Споразумом компанија Daimler-Benz и Steir-Daimler-Puch из Граца, Аустрија, инжењери у Штутгарту су били задужени за дизајн модела и његова испитивања, а тим у Грацу за производњу [10].

Mercedes G класе или G – Vagen, скраћеница за Geländewagen (или теренско возило), је возило са погоним на сва четири точка (SUV). G – Vagen се одликује препознатљивим кутијастим дизајном. Оно је уједно и једно од ретких возила која имају могућност три различите врсте блокирања диференцијала. Захваљујући предлогу, (у то време једног од највећих деоничара Daimler-Benz) Иранског Шаха G-Класа је развијена као концепт војног возила [10].

1980. године за потребе Ватикана произведен је и најчувенији примерак овог аутомобила специјално направљеног са термопластичном надоградњом. „Tata G“ или „Poremobile“, који се још увек чува у Mercedes-Benz музеју у Штутгарту. Без обзира на појаву нових модела, G-Vagen се и даље ручно израђује у Грацу, Аустрија са годишњом производњом од 4.000 до 6.000 јединица. G-Vagen је модел Mercedes-Benzа са најдужим интервалом производње у историји Daimler-а, са распоном од 35 година, и са најавама да ће се сигурно производити до 2020. године. Возила произведена за потребе полиције и војске, тј. све специјалне војне верзије возила користе ознаку 461.

Модел 300 GD опремљен је дизел погонским агрегатом — OM603 3.0 L Diesel I6, снаге 111 КС (83 kW/4.600 rpm), са обртним моментом (191 N·m/2.700–2.900 rpm). Међуосовинско растојање, у зависности од подваријанте, износи 2.850, 3.120 или 3.400 mm [11, 12].



*Слике 6.15. и 6.16. – Land Rover Defender и Puch 300 GD,
поглед са предње и задње стране*

6.7 БОВ

Борбено возило М-86 (обично се користе краћи термини: БоВ, БоВ-ВП) намењено је за војно-полицијске и полицијске задатке. Користи се у борби против диверзантских група, заштиту важних објеката и сузбијање грађанских нереда. БоВ М-86 као и сви оклопни аутомобили, има предност у покретљивости и економичности на штету оклопне заштите. Овим возилом у Србији опремљене су и полиција и војска. Командир има на располагању уређај за осматрање, а возач уређај за вожњу у отежаним условима ППВ-2 и ИС фар домета до 100 m. БоВ М-86 покреће дизел мотор са ваздушним хлађењем снаге 110 kW. Специфична снага возила је 12,09 kW/t, што омогућује брзину од 95 km/h. У два резервоара стаје 220 l горива што је довољно за аутономију од 600 km, уз просечну потрошњу између 24 – 36 l на 100 km. Возило је четвороточкаш са пнеуматцима са уређајем за централну регулацију притиска. Смањење притиска у пнеуматцима користи се на меким и расквашеним теренима и варира у опсегу 1 до 4,2 бара као и за подешавање клиренса, који је максимално 315 mm. Оклопно тело је састављено од антибалистичких плоча спојених заваривањем. Плоче су дебљине 4-8 mm, што је довољно за заштиту од калибра 7,62 mm. Такође и стакла су вишеслојна и непробојна. Оклопно тело је херметично и обликовано у виду пловног тела са вратима на боковима за укрцавање/искрцавање пешадије [13, 14, 15, 16].



Слике 6.17. и 6.18. – БОВ, поглед са бочних страна



Слике 6.19. и 6.20. – БОВ, предња страна и унутрашњост кабине

Општи подаци о средству су дати у табели 6.2 [13].

Табела 6.2. - Општи подаци о средству

Намена	користи се за заштиту војних и других важних објеката и установа, борбу против терористичких група, заштиту људства, евакуацију лица и средстава, запречавање комуникација и друге војнополицијске задатке
Посада	два стална члана – командир и возач осам стрелаца (војних полицајаца)
Борбена маса	9.100 kg
Наоружање	митраљез 7,62 mm M86 са 8 муницијских кутија са по 250 метака шест бадача димних кутија БДК 82 mm M79 и 12 димних кутија лично наоружање посаде и 10 ручних бомби
Погонска група	дизел мотор Deutz F6L413F снаге 110 kW
Максимална брзина	93,4 km/h
Брзина возила на испресецима терену	25 km/h
Акциони радијус	до 600 km
Могућности савладавања препрека	максимални успон: 55% максимални бочни нагиб: 30% ширина рова: 0,64 m висина вертикалне препреке: 0,54 m дубина газа: 1,1 m
Средња брзина кретања на макадаму	35–45 km/h
Димензије	дужина тела са склопљеним десантним степеником: 5.714+10 mm висина до горње ивице митраљеза: 2.845 mm највећа висина у маршевском положају: 2.910 mm ширина тела: 2.534 mm ширина са расклопљеном запречном мрежом: 5.760 mm клиренс: 315 mm
Дебљина оклопа	4–8 mm прозори и окна израђени су од вишеслојног стакла који штити од поготка зрна 7,9 mm испаљеног са удаљености до 100 m

6.8 ФАП 1118 БС/АВ

Теренски аутомобил је намењен за превоз људства и транспорт оруђа и материјала укупне масе до 4 t, као и за вучу оруђа и прикључних средстава укупне масе до 4,8 t [17]. Општи подаци о средству су дати у табели 6.3.

Табела 6.3. - Општи подаци о средству

Произвођач	„ФАП Корпорација а.д.“, Прибој	
Тип	1118 БС/АВ	
Формула погона	4x4	
Носивост	4 t	
Број шасије	V1X110602BC120689	V1X110602BC120690
Мотор	ОМ 904 LA Daimler Chraysler	
Број мотора	904.951-00-883540	904.951-00-883757
Снага мотора	130 kW (178,75 KS)	
Укупна маса	11.530 kg	
Пнеуматици	„CONTINENTAL“ 13 R 22,5, HSO MIL	
Боја возила	тробојни маскирни дезен	
Габаритне димензије (дужина x ширина x висина)	6.423 mm x 2.492 mm x 3.310 mm	

Спољни изглед испитиваног средства је дат на сликама 6.21, 6.22, 6.23 и 6.24.



Слика 6.21. – ТА ФАП 1118 БС/АВ, поглед са десне стране



Слика 6.22. – ТА ФАП 1118 БС/АВ, поглед са леве стране



Слика 6.23. – ТА ФАП 1118 БС/А са платформом за деконтаминацију



Слика 6.24. – Платформа за деконтаминацију на ТА ФАП 1118 БС/АВ, поглед са предње стране

6.9 ФАП 2228 БС/АВ, 6x6, 7 t

Теренски аутомобил ФАП 2228 БС/АВ је намењен за превоз људства и транспорт оруђа и материјала укупне масе до 7 t, као и за вучу оруђа и прикључних средстава укупне масе до 8,4 t [18].

Општи подаци о средству су следећи:

– произвођач	„ФАП Корпорација а.д.“, Прибој,
– тип	2228 БС/АВ,
– формула погона	6x6,
– носивост	7 t,
– број шасије	V1X 160 517 BC 120 701,
– мотор	OM 906LA Euro III/ MERCEDDES,
– број мотора	906.965-00-890642,
– снага мотора	205 kW (278,72 KS),
– сопствена маса	11.210 kg,

-
- | | |
|---------------------|----------------------------|
| – пнеуматици | 425/85 R21TT, PR18 , КАМА, |
| – боја возила | тробојни маскирни дезен, |
| габаритне димензије | |
| – висина | 3.250 mm, |
| – ширина | 2.920 mm, |
| – дужина | 7.785 mm. |

Спољашњи изглед испитиваног средства је дат на слици 6.25.



Слика 6.25. – Пт ТА ФАП 2228 БС/АВ, 6x6, 7 t

Модификацију овог типа возила уградњом кабине на шасију основног возила представља Комплет СтРИ.

Општи подаци о Комплекту СтРИ:

- Основно возило *ФАП 2228 БС/А-45*,
- Тип оквира: Летвичастог типа, састављен од два главна уздужна носача међусобно спојена са осам попречних носача и носачем вучне куке вијцима и заковицама,
- Тип платформе за прихват контејнера: челични са уграђеним JOST бравама за везивање контејнера,

- Укупна маса са контејнером: $M_{uk}=16.100\text{ kg}$,
- Укупна маса без контејнера: $M_{uk}=10.900\text{ kg}$,
- Габаритне димензије $9.615\text{ mm} \times 2.500\text{ mm} \times 3.180\text{ mm}$.

Спољни изглед Комплекта СтРИ дат је на сликама 6.26 и 6.27.



Слика 6.26. – Кабина СтРИ



Слика 6.27. – Комплет СтРИ

6.10 ФАП 3240 БС/АВ, 10 t, 8x8.

Теренски аутомобил ФАП 3240 БС/АВ, 10 t, 8x8. је намењен за превоз људства и транспорт оруђа и материјала, укупне масе до 10 t и вучу оруђа и прикључних средстава укупне масе до 12 t.

Технички подаци

Мотор ОМ 457 LA:

- четвороцилиндрични, водохлађени, дизел мотор са директним убризгавањем, турбо натпуњењем и хлађењем усисног ваздуха, ЕУРО 3.
- Запремина 11,97 l,
- максимална снага. при 1.900 о/min 295 kW,
- максимални момент при броју обртаја од 1.200 о/min до 1.600 о/min 2.100 Nm.

Трансмисија:

- спојница фрикциона, сува, са једним фрикционим диском и хидрауличном командом,
- мењач ZF 16S 221, механички, деветостепени, синхронизовани,
- разводник погона MAN G252, механички, двостепени са сталним погоном 8x8 и могућношћу механичке блокаде командом са места возача,
- погонски мостови, напред и назад крути са могућношћу механичке блокаде диференцијала командом са места возача.

Систем за ослањање:

- напред и назад зависно, са лиснатим опругама и хидрауличким телескопским амортизерима.

Систем за кочење:

- пнеуматски двокружни са добош кочницама напред и назад и са ABS уређајем.

Систем за управљање:

- хидраулички са серво уређајем PPT/ZF 5045.

Електрична инсталација

- 24 V.

Пнеуматици:

- Continental 14.00-R20 тјубелес теренски.

Специјални уређаји:

- ВИТЛО,
- централна регулација притиска у пнеуматцима (ЦРПВ) [19].



Слика 6.27. – ФАП 3240 БС/АВ, 10 t, 8x8

Литература:

1. <http://www.zastava-kamioni.co.rs/Files/PT1.pdf>
2. <http://www.zastava-kamioni.co.rs/Files/PT2.pdf>
3. Dymock, E.: Land Rover File - All Models Since 1947, Dove, ISBN 0-9534142-8-0. (2007).
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Land_Rover_Defender
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Land_Rover_Wolf
6. <http://www.landrover.co.uk/vehicles/defender/index.html>
7. <http://www.warwheels.net/LandyDefenderIndex.html>
8. <http://www.pinzgauer.fr/>
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Pinzgauer_High-Mobility_All-Terrain_Vehicle
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz_G-Class
11. <http://www.army-technology.com/projects/mercedesgwagon/>
12. <http://www.puch.at/de/ersatzteile/puch-g-300-gd/>
13. <http://sr.wikipedia.org/sr/%D0%91%D0%9E%D0%92-%D0%92%D0%9F>
14. [http://hr.wikipedia.org/wiki/BOV_\(Jugoslavija\)](http://hr.wikipedia.org/wiki/BOV_(Jugoslavija))
15. <http://www.srpskioklop.paluba.info/m86/opis.html>
16. <http://www.vs.rs/index.php?content=092dfba9-0324-102c-8859-e480d5acdc4a>
17. http://sr.wikipedia.org/sr/%D0%A4%D0%90%D0%9F_1118_%D0%91%D0%A1/36_4_%C3%97_4
18. <http://www.fap.co.rs/2228nam.htm>
19. <http://www.fap.co.rs/fap/3240nam.htm>

7 Стандарди

У овом поглављу је извршен приказ најважнијих стандарда из области нивоа буке, вибрација и ефикасности грајања у кабинама моторних возила. Део стандарда је општег карактера и односи се на врсту и тачност инструмената који се употребљавају у процесу мерења. У даљем делу текста више пажње ће бити посвећено стандардима који дефинишу услове и сам процес испитивања.

Стандарди који дефинишу испитивања елемената комфора моторних возила, а који се примењују у Војсци Србије, оквирно се могу поделити у три категорије:

- стандарди међународне организације за стандардизацију (ISO),
- „цивилни“ стандарди издати у Републици Србији – СРПС, (у прошлости ЈУС); и „војни“ стандарди – СОРС, (у прошлости СНО, ЈАС),
- ЕСЕ стандарди, препоруке и директиве, MIL, DIN, STANAG....

ISO (Међународна организација за стандардизацију) је светска федерација института за међународне стандарде (чланица ISO-а). Израда међународних стандарда обавља се преко техничких комисија ISO-а. Свака земља чланица заинтересована за предмет за који је установљена техничка комисија има право да има свог представника у тој комисији. Нацрт Међународних стандарда који усвоји техничка комисија циркуларно се прослеђује члановима на одобрење пре него што се прихвате као Међународни стандард од стране већа ISO-а.

СРПС је ознака за стандарде и сродне документе које доноси Институт за стандардизацију Србије. **ЈУС** је (била) ознака за југословенски стандард. Сви важећи српски стандарди (стандарди који важе у Републици Србији), па и они који су некада носили ознаку ЈУС, морају се означавати новом ознаком српских стандарда: СРПС (Нпр. Некадашњи ЈУС В.Н2.134 из 1962. године, данас би требало називати и означавати SRPS В.Н2.134).

Дирекција за стандардизацију, кодификацију и метрологију, Управе за одбрамбене технологије, Сектора за материјалне ресурсе, Војске Србије је надлежна за доношење Стандарда одбране Републике Србије - **СОРС**. Стандарди који су се примењивали у прошлости, са ознакама **СНО** и **ЈАС** (Стандард Народне Одбране – СНО, као и Југословенски Армијски Стандард ЈАС) су преименовани у Стандарде одбране Републике Србије – СОРС. Ова дирекција такође врши послове Националног кодификационог бироа Републике Србије. Њена надлежност је да спроводи и контролише кодификацију материјалних средстава које користи систем одбране. Национални кодификациони биро Републике Србије реализује следеће задатке:

- Задужен је за кодификацију наоружања и војне опреме,
- Контролише спровођење НАТО кодификационог система у Републици Србији,
- Спроводи обуку кодификатора у секцијама за кодификацију,
- Промовише на међународној сцени производе произведене у Србији кроз уношење у NMCRL.

НАТО кодификација је "заједнички језик логистике" и поступак којим се сваки део наоружања, војне опреме и резервних делова који се користе у оружаним снагама НАТО земаља и других, једнообразно именује, описује, групише и додељује му се кодификациони број - NATO Stock Number (NSN). Он је саставни део процеса снабдевања и омогућава логистичку комуникацију и размену информација између земаља укључених у овај систем. Такође, он уређује интероперабилност, смањује стварање залиха, дозвољава међусобну заменљивост и повећава логистичку подршку на најповољнији начин. Заснива се на стандардизованим споразумима: STANAG 3150, STANAG 3151, STANAG 4177...[1, 2, 3]

7.1 Бука

Стандарди и законске регулативе које дефинишу испитивање буке у кабинама моторних возила могу се у најширем случају поделити у три категорије:

- Стандарди који се односе на врсту и прецизност употребљене мерне опреме,
- Стандарди и законске регулативе са аспекта заштите на раду на радном месту и
- Стандарди који прецизирају услове мерења, режиме рада возила, начин и поступке мерења на седишту возача, тј. путника у возилу.

Такође треба напоменути да водећи произвођачи опреме за акустична испитивања поред производње инструмената, имају и врло значајну продукцију специјализованих софтверских апликација које су у складу са важећим прописима везаним за заштиту од нежељене буке. Корисници тих апликација су у могућности да аутоматски са резултатима испитивања добијају и оцену нивоа према одређеном стандарду. У ту групацију произвођача свакако спадају:

- Brüel & Kjør – Denmark,
- 01dB-Mettravib – France,
- Casella CEL Ltd. - United Kingdom,
- Cirrus Research plc - United Kingdom,
- Pulsar Instruments plc - United Kingdom,
- Quest Technologies Inc. – USA.

Основни стандарди за испитивање буке у кабинама моторних возила који су у примени у Војсци Србије су **ISO 5128** [4] и **COPC 0031** [5]. Описане процедуре мерења су међусобно компатибилне и ослањају се на следеће референце:

- ISO 1176 - Друмска возила - Тежине – Речник [6].
- ISO 1999 - Акустика - Процене окупационе изложености буци у сврси очувања слуха [7].

- ISO 2204 - Акустика - Водич за Међународне стандарде за мерење акустичке буке која се преноси ваздухом и процену њених ефеката на људе [8].
- ISO 5131 - Акустика - Мерење буке на радном месту оператера пољопривредних трактора и пољских машина – Метод прегледа [9].
- ИЕС Публикација 225 - Филтери опсега октаве, пола-октаве и трећину-октаве намењени за анализу звука и вибрације [10].
- ИЕС Публикација 651 - Мерачи нивоа буке [11].

ISO 5128 је међународни стандард који специфицира услове за добијање резултата мерења нивоа буке који се могу репродуковати и упоредити, као и спектра буке унутар свих врста моторних возила намењених за употребу на путу, укључујући и она где возач и/или путници користе отворену кабину или чак само добро-дефинисан простор, али не обухвата пољопривредне тракторе и пољске машине које покрива ISO 5131. Резултати добијени употребом овог стандарда се, на пример, могу користити за следеће:

- да се установи да ли је бука унутар возила у складу са спецификацијама за буку или не;
- да се процени ризик од оштећења слуха који је у вези са подацима о изложености буци (видети ISO 1999);
- да се процени ниво мешања говора;
- за оријентисање програма сложенијих мерења у сврху проучавања поступака за смањење буке [4].

У даљем делу текста извршиће се приказ најбитнијих одредби датих у ISO 5128. Поступци мерења специфицирани овим стандардом, нису намењени ни за мерење нивоа звучног притиска при веома ниским фреквенцијама, нити за процену изложености буке у смислу комфора и сигурности као што је замор и будност. Садашње стање ствари још увек не дозвољава добру корелацију између измерених података и комфора и сигурности. Опитни поступци описани у овом Међународном стандарду су инжењерске методе дефинисане у ISO 2204. Мерења се могу обављати и на изворима емитовања буке импулсне природе помоћу импулсног мерача нивоа буке. Када се мерења према овом Међународном

стандарду понављају на другим возилима истог типа, на другим локацијама за мерење, или са неким другим мерним инструментом који одговара инструментима типа 1 ИЕС публикације 651, разлике реда ± 3 dB могу се посматрати у оквиру опитних резултата нивоа буке мерених по А-скали. Стандард генерално дефинише две врсте тестова:

- Тестови провере - Мерења се обављају како би се верификовало да ли су возила која је испоручио произвођач у складу са декларисаним спецификацијама за нивое буке,
- Тестови праћења - Мерења се обављају како би се проверило да ли је бука возила још увек у прописаним границама, и да се нису догодиле приметне промене од испоруке, или промене међу индивидуалним јединицама испоручених возила. За тестове праћења, могу се толерисати мала одступања од типа опитних услова, у погледу броја позиција микрофона и услова вожње. Све варијације морају бити описане у опитном извештају [4].

Сва читавања са фонометра треба користити са динамичком карактеристиком “брзо“ - “fast“. Вредности које треба измерити на свим позицијама микрофона током типских тестова и тестова праћења су нивои звучног притиска по А-скали, L_{pA} , изражени у децибелима (dB). У случају употребе спектралне анализе, на одабраним положајима микрофона у току додатних посебних тестова, користе се вредности нивоа звучних притиска опсега октаве или 1/3 октаве у dB који покривају најмањи опсег фреквенције од 45 до 11200 Hz. При томе се препоручује употреба филтера опсега 1/3 октаве. Мерач нивоа звука треба да буде класе прецизности према ИЕС Публикацији 651 (тип. 1). Усмереност микрофона може да утиче на резултате мерења. Зато је најбоље користити микрофоне са кружним дијаграмом осетљивости. Тип употребљених микрофона треба навести у опитном извештају. Код возила са отвореним кровом могу се користити одговарајући штитници од ветра који ће умањити утицај ветра на мерење. У случају коришћења додатне мерне опреме, као на пример регистратора нивоа, њихова целокупна електро-акустична карактеристика треба да одговара односним клаузулама ИЕС публикације 651 које се тичу инструмената типа 1. На почетку и на крају сваке серије мерења потребно је извршити калибрацију мерног ланца у складу са

инструкцијама произвођача, помоћу пистофона или акустичког калибратора. Мерна опрема треба да покрије опсег фреквенције од најмање 45 до 11200 Hz. Брзина возила и број обртаја мотора треба да се мере са прецизношћу од најмање 3% [4].

Терен за тестирање треба да буде такав да звук који производи возило ка споља доприноси унутрашњој буци само рефлексijом од површине пута а не и рефлексijом од зграда, зидова и сличних великих објеката изван возила. Док траје мерење, растојање возила од великих објеката треба да буде веће од 20 m. Амбијентална температура ваздуха при којом се врше испитивања, треба да буде између -5°C до +35 °C. Брзина ветра дуж опитне стазе, измерена на висини 1,2 m, не сме да пређе 5 m/s. Остали метеоролошки услови треба да буду такви да не утичу на мерења. За сва мерења А-процењених нивоа звучног притиска, доња граница динамичког распона одређеног позадинским шумовима и нераздвојивим нивоом буке мерне опреме треба да буде најмање 10 dB испод А-процењених нивоа звучног притиска возила.

Нивои звучног притиска унутар моторних возила су у општем случају под великим утицајем макротекстуре, храпавости површине пута, с тим што глатке површине пута производе постојане унутрашње нивое. Сходно томе опитни пут треба да буде тврд и што је могуће више гладак и раван, без рупа или таласа, или сличних неравнина које могу да допринесу унутрашњим нивоима притиска звука моторних возила. Површина пута треба да буде сува и без снега, прљавштине, камења, лишћа, итд [4].

Током тестирања, сви радни услови мотора треба да одговарају спецификацијама које је декларисао произвођач. Пре почетка испитивања мотор треба стабилизовати на његовој нормалној радној температури.

Пнеуматици уграђени на возило, као и притисак у њима, треба да одговарају искључиво спецификацији произвођача возила. Пнеуматици треба да буду скоро нови, али и да су прешли минимум 300 km. Тип пнеуматика и притисак у њима, треба да буду наведени у опитном извештају. Пре почетка испитивања управљачки систем треба бити центриран, а точкови возила са пнеуматичима избалансирани.

Почетни услови за оптерећење возила треба да одговарају ISO-у 1176 (под-клаузула 4.4 или 4.6, како је специфицирао произвођач возила). Возило треба да

буде неоптерећено. У унутрашњости возила треба да се налазе само стандардна опрема возила, мерна опрема и неопходно особље. У путничким возилима, и у кабинама камиона, трактора и сличних возила, не треба да буде више од две особе (возач и лице задужено за мерења), а у возилима јавног превоза са више од осам седишта не више од три особе [4].

Отвори на крову, сви прозори и вентилациони доводи и/или одводи треба да буду затворени ако је то могуће, осим уколико се не испитује њихов утицај на ниво звука унутар возила.

Помоћна опрема као што су брисачи и вентилатори за грејање и/или вентилацију и клима-уређаји не треба да раде током испитивања. Уколико је потребно испитати допринос буке вентилационог система и буке помоћне опреме, укупној буци унутар возила, испитивање треба поновити пошто се ови уређаји укључе. У случају режима аутоматског рада било ког дела помоћне опреме у кабини возила, њено радно стање треба навести у опитном извештају [4].

Подесива седишта треба да се налазе у средњем положају хоризонталног и вертикалног опсега подешавања. Уколико је наслон седишта подесив, он треба да буде постављен у што је могуће вертикалнији положај. Подесиви наслони за главу треба да буду постављени у средњи положај.

Радни услови кретања возила такође треба да обезбеде поновљивост резултата мерења. Мерења унутрашње буке врше се при два режима кретања возила:

- Стабилна брзина и
- Пуно убрзање.

Приликом кретања возила у режиму стабилних брзина, које су у опсегу од 60 km/h или 40% максималне брзине возила, која је већ нижа, до 120 km/h или 80% максималне брзине возила, која је већ нижа, нивои притиска звука по А-криви одређују се при најмање пет стабилних брзина, у једнаким интервалима, док се не покрије горе специфицирани опсег. Мерења се врше једном од следећих метода [4]:

а) лаганим убрзањем унутар горе специфицираног опсега брзина, при стопи убрзања (на пример 0,1 m/s²) довољно ниској да се обезбеде исте вредности нивоа притиска звука по А-криви као и са одговарајућом стабилном брзином, при чему се вредности читавају на одабраним брзинама; или

б) тако што ће се возило возити једном одабраном непроменљивом брзином и очитавати одговарајуће вредности. За сваки услов константне брзине, мерење треба вршити најмање 5 s. Потребно је изабрати највиши степен преноса који омогућава да се цео задат опсег брзина пређе без промене степена преноса.

Приликом кретања возила у режиму пуног убрзања поступак за тест је следећи:

- Брзина возила и број обртаја мотора треба да буду стабилизовани на специфицираним почетним условима;
- Када се постигну стабилни услови кретања, команду гаса треба у потпуности активирати до максимума што је могуће брже. Ниво буке се мери од тог тренутка до момента док се не постигне 90% брзине обртаја мотора при максималној снази како је специфицирао произвођач возила, или 120 km/h, већ према томе шта је ниже. Приликом извођења опита треба избегавати проклизавање точкова. Почетни радни услови треба да буду специфицирани на следећи начин [4]:

- Команда ручице мењача треба да буде постављена у највиши степен који чини тест могућим, а да се не пређе брзина од 120 km/h.
- Степен преноса не треба мењати током испитивања.
- Уколико се при броју обртаја од 90% од броја обртаја мотора при којој развија максималну снагу у највишем степену преноса пређе брзина од 120 km/h, треба одабрати нижи степен преноса, али не нижи од трећег за преноснике са четири и пет степена преноса, и не нижи од другог за преноснике са три степена преноса. Уколико постоји и уколико је то могуће, "kick-down" механизам треба искључити.
- Почетни број обртаја мотора треба да буде најнижи који омогућава континуално повећање броја обртаја мотора током теста, али не мањи од 45% броја обртаја при којој мотор развија максималну снагу. У случају да се при 90% броја обртаја при којој мотор развија максималну снагу у најнижем дозвољеном степену преноса премаши брзина кретања возила од 120 km/h, почетни број обртаја мотора треба да буде онај који одговара друмској брзини од 60 km/h.

- За возила са аутоматским преносницима, почетни број обртаја мотора треба стабилизovati што је ближе могуће 45% броја обртаја при којој мотор развија максималну снагу. Одговарајућа друмска брзина кретања возила не треба да буде виша од 60 km/h. Уколико се за возила са аутоматским преносом степен преноса промени пре него што се достигне коначна брзина од 90% броја обртаја максималне снаге или брзина кретања возила од од 120 km/h почетна брзина треба да буде 50% оне брзине при којој се степен преноса мења.

Приликом испитивања унутрашње буке возила у режиму стационарног теста поступак за испитивање треба извести са положајем команде мењача у неутралном положају на следећи начин:

- мотор треба да ради на малом броју обртаја у леру и
- команду гаса треба у потпуности активирати до максимума што је брже могуће, и тај положај задржати најмање 5s.

Бука унутар возила може знатно да варира у зависности од избора локације мерења. Стога мерне тачке треба одабрати у довољном броју и на такав начин да распоред буке у возилу буде адекватно представљен у односу на положај возача и путника. Обавезно је да једна мерна тачка буде на месту возача. Тачна места мерних тачака треба да буду назначена на плану мерења. За аутобусе је потребно обухватити додатне мерне тачке на средини и на крају возила близу његове уздужне осе. Мерењима треба да буду обухваћени, где је то могуће, и седећи и стојећи положаји путника [4].

NATO алијанса за своје државе чланице, прописује посебан стандард везан за унутрашњу буку у војним возилима *AVTP 09-30* - ALLIED VEHICLE TESTING PUBLICATIONS (AVTPs) (reference Stanag 4357, Stanag 4358 [12, 13, 14]). Овај стандард се односи и на точкашка и на гусенична возила, и у свом уводу се осврће на негативно деловање буке на комуникацију посаде возила, као и на могућа оштећења слуха.

У односу на ISO 5128 овај стандард дефинише три врсте опитне стазе:

- прави асфалтирани путеви,
- земљани путеви са пожељним успонима,

- асфалтирани путеви са пуно кривина и са пожељним успонима и падовима.

Дозвољене грешке мерења дефинисане овим стандардом се односе на максимално 1,5 dB у односу на ниво звучног притиска, као и 5% у односу на брзину кретања возила. Учесници у испитивању (пасада возила) пре почетка испитивања морају бити подвргнута аудиометрским тестовима којима доказују нормалне карактеристике слуха. Процедура испитивања подразумева и ношење летње, зимске или специјалне одеће у зависности од прописаних услова за опремом чланова посаде. Тест процедура такође прописује мерења и са отвореним и са затвореним прозорима, као и укљученим/искљученим вентилаторима унутар кабине. Стандард дефинише два режима испитивања:

- стационаран тест,
- мобилни тест.

Приликом стационарног теста постоје четири различите подваријанте при којима се мери унутрашња бука возила:

- главни погонски агрегат искључен, додатна опрема укључена, где је то могуће,
- главни погонски агрегат укључен у празном ходу, додатна опрема искључена,
- главни погонски агрегат укључен, у чекању укључења додатне опреме која је укључена/искључена
- било који други услови за које се процени да су од значаја на конфигурацију испитиваног возила [12, 13, 14].

Мобилни тест подразумева кретње возила по правим или путевима са кривинама, константним стабилним брзинама од 10, 30 и 50 km/h. Стандард дозвољава и друге режиме кретања при којима се генерише максимани ниво буке. Други део мобилног теста подразумева кретње возила у ванпутним (теренским) условима максималним брзинама при којима се возило креће безбедно. Први део теста није потребно понављати, док се други део понавља најмање два пута.

Приликом ових тестирања важну улогу има и субјективна оцена чланова посаде о перцепцији буке у кабини возила. Финални извештај о извршеним мерењима треба да садржи следеће податке:

- укупни ниво буке у dB (lin) и dB (A),
- нивое по октавама или 1/3 октава у dB (lin),
- брзину кретања возила у km/h, степен преноса и број обртаја мотора,
- резултате субјективне оцене чланова посаде [12, 13, 14].

COPC 0031 је најчешће примењивани стандард у Војсци Србије, када је у питању испитивање унутрашње буке у возилима. У односу на датум издавања он је временски најстарији, а по обиму материјала најсажетији у односу на претходно приказане стандарде.

Глобално режим испитивања је сличан као и у ISO 5128, али постоје и одређене специфичности везане за опитне услове стања возила, оптерећења, мерне инструменте, као и спољне услове испитивања. Што се тиче постављања микрофона и места мерења COPC 0031 дефинише да се микрофон мора налазити на висини $0,65 \pm 0,05$ m изнад седишта и десно од подужне осе симетрије седишта на $0,2 \pm 0,02$ m. Микрофон треба поставити хоризонтално и усмерити га у правцу вожње. Микрофон не сме да буде ближе од 0,15 m од зидова или тапацираних делова. Ако у испитивању учествује треће лице, оно се мора налазити најмање на одстојању 1 m од микрофона. Бука се мери:

- у возилу са једним редом седишта, на линији тог реда (једно место мерења),
- у возилу са неколико редова седишта, али не преко 9 седишта, на линији последњег реда седишта (два места мерења),
- у возилу са више од 9 седишта, односно са неколико редова седишта, на средини, између два наведена места мерења (три места мерења).

Услови за вожњу, тјст. избор брзине кретања возила приликом мерења нивоа буке, незнатно се разликује од услова датих у ISO 5128. COPC 0031 прописује да се претходним испитивањима одреде брзински услови који стварају највећу буку (оцењивање према кривој А из IEC 179 [15]) на местима датих у претходном пасусу, приликом вожње у сваком од највећа два степена преноса. При томе се брзина у

већем степену преноса мења од најмање стабилне брзине до $0,8 V_{\max}$. У претходном степену преноса брзина се мења од најмање стабилне брзине до највеће. Ако је возило опремљено аутоматским преносником, проналазе се такође, брзински услови који стварају највећу буку при вожњи од V_{\min} до $0,8 V_{\max}$. Испитивања се обављају при уједначеној вожњи у следећим степенима преноса:

- у највећем степену преноса, брзином кретања једнаком $0,8 V_{\max}$,
- у највећем степену преноса, брзином кретања која одговара највећој буци,
- у степену преноса који претходи степену преноса који одговара највећој буци (брзином кретања која одговара највећој буци),
- специјалана возила испитију се на радним брзинама.

Као коначан резултат на сваком мерном месту сматра се средња аритметичка вредност измерених нивоа у октавним опсезима, добијених на основу најмање три мерења, а код мерења укупног нивоа буке dB (A), као коначна вредност се сматра највећа измерена вредност.

С обзиром да напред наведени стандарди не прописују дозвољени ниво буке у кабини моторног возила, оцена резултата мерења се може извршити или упоређењем са декларисаним нивоима унутрашње буке од стране произвођача возила, или према директиви европског парламента - "*Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise)*" [16].

У овој директиви дефинисане су следеће граничне вредности нивоа изложености буци (exposure limit values), као и нивои који захтевају преузимање одређених мера у циљу заштите особа које су изложене (action values):

- exposure limit values: $LEX_{8h} = 87$ dB(A) and $p_{peak} = 200$ Pa respectively;
- upper exposure action values: $LEX_{8h} = 85$ dB(A) and $p_{peak} = 140$ Pa respectively;
- lower exposure action values: $LEX_{8h} = 80$ dB(A) and $p_{peak} = 112$ Pa respectively.

где су:

- Ниво дневне изложености - The daily noise exposure level (LEX,8h) - просечан ниво изложености за номинално осмочасовно радно време, како је то дефинисано у ISO 1999 [7],
- Вршна вредност звучног притиска - The peak sound pressure (p_{peak}) – максимална вредност 'C' - фреквенцијски мереног нивоа звучног притиска.

Европска директива 2003/10/ЕС је ступила на снагу датумом објаве. Њена главна поглавља садрже следеће смернице:

Одређивање и процена ризика:

- ниво буке на радном месту морају мерити компетентни професионалци на репрезентативном узорку. Потребно је редовно спроводити процену изложености запослених негативном дејству буке.

Уклањање и смањење изложености буци:

- Системе за умањење буке потребно је имплементирати на лицу места. Редовно одржавање машина (у овом случају возила) је добар пут ка избегавању додатне буке.

Расположивост личне заштите:

- Када су дозвољене вредности буке прекорачене, лицима на тим радним местима морају се ставити на располагање одговарајућа заштитна средства за заштиту слуха. Исправно коришћење личних заштитних средства треба проверавати у континуитету.

Ограничење изложености буци:

- радници се не смеју излагати буци која прелази граничне вредности.

Информисање и обука запослених:

- радници се морају информисати о ризику који носи изложеност буци, о методама који умањују утицај буке, о допуштеним нивоима и адекватном коришћењу заштите. Такође, раднике треба мотивисати да дају свој допринос умањењу буке.

Праћење здравља:

- радници који се излажу нивоима вишим од граничних, морају да се подвргну тестовима слуха. Такође, послодавац је одговоран за ажурирање медицинских картона, који морају бити доступни свим запосленима [16].

Како је наведено у уводним напоменама овог рада, испитивање унутрашње буке у кабинама војних моторних возила спроводе се превасходно са становишта мирнодопског коришћења истих. У том случају простор возила се може третирати као радни простор за вршење скупа функција од стране чланова посаде. У домаћем законодавству дозвољени нивои буке регулисани су *Правилником о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама* [17]. Правилник је објављен у "Службеном листу СФРЈ", бр. 21/92. Овим правилником прописују се мере и нормативи за заштиту на раду од штетног деловања буке на човеков организам изазване производним и другим радним операцијама, радом оруђа за рад и уређаја и механизованим и ручним алатом, на радним местима у радним просторијама. Бука се мери, анализира и оцењује по одредбама овог правилника и по одговарајућим југословенским стандардима. Мере и нормативе заштите на раду од буке, прописане овим правилником, спроводе радне организације које пројектују, производе, постављају и користе оруђе за рад и уређаје чији рад изазива буку, пројектанти и извођачи технолошког процеса, као и пројектанти и извођачи грађевинских објеката у којима се смештају оруђа за рад и уређаји, односно изводе технолошки процеси који изазивају буку.

У смислу овог правилника, наведени изрази имају следеће значење:

- под штетном буком подразумева се сваки звук чији ниво, измерен на одређеном радном месту у радној просторији у dB (A), прелази допуштене нивое буке прописане овим правилником;
- под штетним деловањем буке подразумева се бука која нарочито омета разне врсте делатности, непосредно споразумевање говором, посредно споразумевање средствима комуникације (телефон, радио и др.) и примање звучних сигнала, и која оштећује чуло слуха.

Акустички притисак се одређује мерењем на местима на којима се у току рада налази радник, и то у висини његових ушију, по могућству у одсуству радника

изложеног буци. Он се мери техником која поремећаје у звучном пољу своди на најмању могућу меру. Ако микрофон мора да се постави веома близу тела, подешава се тако да се еквивалентно поље звучног притиска не промени. При утврђивању свакодневне изложености буци, ниво буке се мери пошто се искључи коришћење било каквог звучног заштитног средства (које би могло утицати на ниво примљеног звука). Ниво буке на радним местима у радним просторијама не сме прелазити следеће допуштене вредности [17]:

- за неометање разних врста делатности - вредности из табеле 3.6;
- за неометање непосредног споразумевања говором - вредности из табеле 7.2;
- за неометање посредног споразумевања средствима комуникација (телефон, радио и др.) - вредности из табеле 7.3;
- за неометање примања звучних сигнала - ниво буке мора бити за 10 dB (A) нижи од нивоа звучног сигнала који на одређеном радном месту треба чути;
- за заштиту слуха од оштећења - 85 dB (A), а ако се врши октавна анализа - вредности из табеле 7.5;
- за допуштено време излагања буци, с обзиром на ниво буке - вредности из табеле 7.4, 7.6 и 7.7.

На радном месту које је изложено комбинованом утицају више штетних деловања буке допуштени ниво буке одређује се посебно за свако неповољно деловање буке које се јавља на таквом радном месту. За допуштени ниво буке на таквом радном месту узима се ниво буке с најнижом допуштеном вредношћу. На радном месту на коме се мерењем и оцењивањем утврди да бука прелази допуштени ниво врши се октавна анализа буке. За оцењивање штетности деловања буке на основу октавне анализе буке користе се вредности N - криве приказане у табели 4. Разлози прекорачења ће се утврдити, а послодавац је дужан да припреми и спроводи програм техничких и/или организационих мера ради смањења изложености буци. Измерени (меродавни) ниво буке утврђује се на основу мерења еквивалентног нивоа буке, или само А-нивоа буке, којима се додају корекције за различите типове буке [17].

Код буке сталног нивоа (без импулса и без тонова) измерени (меродавни) ниво је исто што и средњи ниво, мерен прецизним фонометром уз примену корекционог филтра са А- карактеристиком и са брзим (fast) одзивом у току мерног интервала.

Код променљиве буке измерени (меродавни) ниво је еквивалентни ниво који се одређује према обрасцу:

$$L_{eq} = 10 \lg_{10} \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M_i 10^{0,11 A_i} \right] \text{ dB (A)}$$

Код импулсне буке сталног или променљивог нивоа измерени (меродавни) ниво одређује се на тај начин што се уместо прецизног фонометра мерење обавља помоћу прецизног импулсног фонометра.

Ако се импулсна бука мери помоћу прецизног фонометра с брзим одзивом (fast), измерени (меродавни) ниво се добија тако што се обрачунатом средњом, односно еквивалентном нивоу додаје 5 dB (A).

Код буке с тоновима сталног или променљивог нивоа, измерени (меродавни) ниво одређује се на тај начин што се обрачунатом средњем, односно еквивалентном нивоу додаје 5 dB (A).

Код испрекидане буке одређује се први еквивалентни ниво на исти начин као и за буку променљивог нивоа. Поред тога, одређује се посебно други еквивалентни ниво и за онај период кад је бука највећа (кад је стварају сви извори буке). Од овако одређеног еквивалентног нивоа L_{Aeq} одбија се износ ΔL који зависи од тога колико је трајање највећег нивоа у односу на мерни интервал [17]. Износи ΔL дати су у табели 7.1:

Табела 7.1. - Вредности умањења нивоа у зависности од тога колико је трајање највећег нивоа у односу на мерни интервал

Трајање појачања буке у односу на цело трајање	50-100%	25-50%	10-25%	10%
Умањење ΔL u dB (A)	0	3	6	10

Између првог и другог еквивалентног нивоа, као измерени (меродавни) ниво буке узима се већи ниво. Кад се бука мери на више мерних места, као резултат мерења узима се аритметичка средина нивоа буке, односно еквивалентних нивоа буке на појединим мерним местима ако се све измерене вредности налазе у опсегу од 6 dB (A). У противном, сви појединачни резултати морају се дати табеларно. Резултати мерења буке, односно одређивања еквивалентног нивоа буке, добијени као децималан број, заокружују се на најближи цео број тако што се децимална цифра мања од 5 одбацује, а децимална цифра једнака или већа од 5 заокружује на први следећи цео

Бука се мери у радним просторијама са затвореним вратима и прозорима и укљученим системом за вентилацију, односно климатизацију. Ако се радна просторија често користи са отвореним вратима или прозорима, мерења буке треба поновити и у таквим условима. Бука се у радној просторији мери при нормалном раду машина и уређаја и при нормалном раду с алатом. Ако се ниво буке на одређеном радном месту у радној просторији у току радног времена мења за најмање 3 dB (A), мерења се понављају код свих режима рада машина, уређаја, алата и др. који се користе на односном радном месту. При мерењу буке на радном месту, микрофон звукомера поставља се на место рада радника и у висини ушију радника, на одстојању 0,20 m од ува. Микрофон мора бити усмерен према извору буке. Између микрофона и извора буке не сме бити препрека. У просторијама у којима место рада није тачно одређено мерење се врши на месту које је карактеристично за оптерећење радника, и то на висини од 1,6 m ако радник ради стојећи, или на висини од 1,2 m ако ради седећи. Ако радник ради на местима с различити нивоом буке или ако је ниво буке код различитих послова различит или се у току времена мења за више од ± 2 dB (A), L_{Aeq} се мери или израчунава у току карактеристичне заокружене радне операције или у току радног дана ако се поједине операције карактеристичне за буку у току радног дана не понављају. Место и време мерења треба да се изаберу тако да буду карактеристични за просечно оптерећење радника буком и да се у записнику о мерењу што тачније опишу. Код послова код којих радник ради на различитим местима и на којима су нивои за оцену ризика због буке знатно различити, предност има мерење помоћу личног дозиметра кога радник носи са собом у току заокружене радне операције.

Кад изложеност радника буци или кад максималне вредности акустичног притиска, појединачно или заједно, пређу 85 dB (A) и 200 Pa, предузеће се мере с циљем да се обезбеди [17]:

1) да радници и/или њихови представници у предузећима или установама добију информацију или, у изузетним случајевима, адекватно образовање у односу на:

- могуће опасности по слух,
- мере које су за такве случајеве предвиђене овим правилником,
- ношење средстава личне заштите,
- контролу слуха;

2) да радници или њихови представници у предузећима или установама добију резултате процене или мерења буке и процене њеног утицаја на слух радника изложених буци.

На местима где бука премашује 90 dB (A) или на којима вредност максималног акустичног притиска прелази 200 Pa, радници ће помоћу одговарајућих сигнала бити обавештени о насталој ситуацији и када ће и како применити одредбе овог правилника. На тим местима није дозвољен приступ радницима који нису непосредно везани за производне процесе на том радном месту. Послодавац је обавезан да без одлагања спроводи одредбе овог правилника. На радним местима на којима се при раду с оруђима за рад и уређајима, због техничких или технолошких услова експлоатације, односно других оправданих разлога, не могу испунити акустички услови, угроженим лицима морају се ставити на располагање средства за заштиту слуха предвиђена Правилником о средствима личне заштите на раду и личној заштитној опреми, односно одговарајућим стандардима РС. Када ниво буке или кад максималне вредности акустичког притиска, заједно или појединачно, премаше 90 dB (A) и 200 Pa, морају се употребити средства личне заштите (штитници). Када постоји могућност да бука премаше допуштени ниво од 85 dB (A), радницима се морају ставити на располагање средства личне заштите. Послодавац мора да обезбеди средства личне заштите у довољном броју. Средства личне заштите бирају се заједно са заинтересованим радницима и морају да одговарају сваком понаособ, при чему се

мора водити рачуна и о заштити њиховог здравља и о њиховој сигурности при раду. Средства личне заштите треба да обезбеде да ниво буке (или максималног звучног притиска) који прима радник не буде већи од 85 dB (A) [17].

Табела 7.2. - Допуштени нивои буке с обзиром на могућност непосредног споразумевања говором [17]

dB (A)	Удаљеност у метрима	
	Нормални говор	Гласни говор
45	7	14
50	4	8
55	2,2	4,5
60	1,3	2,5
65	0,7	1,4
70	0,4	0,8
75	0,22	0,45
80	0,13	0,25
85	0,07	0,14
90		0,08

Табела 7.3. - Допуштени нивои буке с обзиром на могућност посредног споразумевања средствима комуникација [17]

Критеријуми у dB(A)	Могућност споразумевања телефоном и др.
55	Задовољавајућа
65	мало отежана
70	Тешка
изнад 75	Незадовољавајућа

Табела 7.4. - Допуштено време излагања буци с обзиром на ниво трајања буке[17]

Дневно излагање у часовима	Ниво буке у dB (A)
8	85
6	87
4	90
3	92
2	95
1 1/2	97
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115*

* Не дозвољава се трајно или повремено излагање буци чији је ниво изнад 115 dB (A)

Табела 7.5. - Вредност нивоа звучног притиска у октавним појасевима [17]

Нивои звучних притисака октава N – кривих									
N	31,5	Hz 63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0	55,4	35,5	22,0	12,0	4,8	0	-3,5	-6,1	-8,0
5	55,8	39,4	26,3	16,6	9,7	5	+1,6	-1,0	-2,8
10	62,2	43,4	30,7	21,3	14,5	10	6,6	+4,2	+2,3
15	65,6	47,3	35,0	25,9	19,4	15	11,7	9,3	7,4
20	69,0	51,3	39,4	30,6	24,3	20	16,8	14,4	12,6
25	72,4	55,2	43,7	35,2	19,2	25	21,9	19,5	17,7
30	75,8	59,2	48,1	39,9	34,0	30	26,9	24,7	22,9
35	79,2	63,1	52,4	44,5	38,9	35	32,0	29,8	28,0
40	82,6	67,1	56,8	49,2	43,8	40	37,1	34,9	33,2
45	86,0	71,0	61,1	53,6	48,6	45	42,2	40,0	38,3
50	89,4	75,0	65,5	58,5	53,5	50	47,2	45,2	43,5
55	92,9	78,9	69,8	63,1	58,4	55	52,3	50,3	48,6
60	96,3	82,9	74,2	67,8	63,2	60	57,4	55,4	53,8
65	99,7	86,8	78,5	72,4	68,1	65	62,5	60,5	58,9
70	103,1	90,8	82,9	77,1	73,0	70	67,5	65,7	64,1
75	106,5	94,7	87,2	81,7	77,9	75	72,6	70,8	69,2
80	109,9	98,7	91,6	86,4	82,7	80	77,7	75,9	74,4
85	113,3	102,6	95,9	91,0	87,6	85	82,8	81,0	79,5
90	116,7	106,6	100,3	95,7	92,5	90	87,8	86,2	84,7
95	120,1	110,5	104,6	100,3	97,3	95	92,9	91,3	89,8
100	123,5	114,5	109,0	105,0	102,2	100	98,0	96,4	95,0
105	126,9	118,4	113,3	109,6	107,1	105	103,1	101,5	100,1
110	130,3	122,4	117,7	114,3	111,9	110	108,1	106,7	105,3
115	130,7	126,3	122,0	118,9	116,8	115	113,2	111,8	110,4
120	137,1	130,3	126,4	123,6	121,7	120	118,3	116,9	115,6
125	140,5	134,2	130,7	128,2	126,6	125	123,4	122,0	120,7
130	143,9	138,2	135,1	132,9	131,4	130	128,4	127,2	125,9

Табела 7.6. - Допуштено време излагања буци [17]

Ниво звучних притисака у dB (A)							
min/dan	125 Hz	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
480	98	91	87	83	81	80,5	82,5
240	110	100	93	87	85	83	90
120	120	109	101	94,5	90	88	96
60		120	110	102	95	94	102
30			119	109	102	99,5	109
15			128	117	108	105	115
7				121	112	109,5	120
3				126	117	114	125

Минимуми кривуља налазе се код 3500 Hz , а вредности су за 0,5 dB мање од оних у колони 4000 Hz

Табела 7.7. - Допуштени нивои импулсивне или ударне буке [17]

Ниво звука dB	Дозвољени број импулса или удара у току дана
140	100
130	1000
Вршни ниво звучног притиска у децибелима: re 20 uPa	

Поред напред наведених стандарда и прописа у свету и код нас, постоје и друге регулативе које дефинишу ову или сличну проблематику. У даљем тексту се информативно наводе подаци везани за ове стандарде.

MIL-S-1474 - Овај стандард прописује захтеве за тестирање и мерне технике за утврђивање усаглашености и граница нивоа акустичне буке. Стандард се односи на испитивања производа у фази развоја, или готових производа са тржишта (не-развијених јединица) система, подсистема, опреме и објеката који емитују акустичне шумове у типичним радним условима [18, 19].

Top-1-2-608A - Ова регулатива поступка испитивања (TOP) описује процедуре за мерење нивоа буке која се преноси кроз ваздух у развоју и производњи материјалних средстава као начина оцењивања са становишта личне здравствене безбедности, као и неометане комуникације - разумљивости говора лица која су руковоаци. Она обухвата тестове за мерење нивоа буке из војних возила и пратеће опреме, као и импулсне буке које је продукт система наоружања и експлозивних направа [20,21].

OSHA 29 CFR 1910,95 стандард захтева да послодавац обезбеди, заштиту слуха запосленима, када у просеку више од 8 сати проводе у радном окружењу где је бука изнад 90 dB (A). Када су у просеку више од осам сати радног времена запослени изложени нивоима буке од 85 dB (A), послодавац мора да спроводи програм заштите очувања слуха, да обезбеди контролне аудиограме запосленима, као и обуку за коришћење опреме за заштиту слуха [22].

ЕЦЕ - 51 - Једнообразни прописи за хомологацију моторних возила са најмање четири точка у односу на спољашњу буку [23].

До 20. децембра 2012. у Републици Србији су се примењивала и и следећа три стандарда, која су се односила на пољопривредне и шумарске тракторе:

- **ЈУС М.Л2.106** - Пољопривредни и шумски трактори, СПОЉНА БУКА, Методе мерења;
- **ЈУС М.Л2.122** - Пољопривредни и шумски трактори, БУКА КОЈА ДЕЛУЈЕ НА ВОЗАЧА, Метода мерења буке оптерећеног трактора;
- **ЈУС М.Л2.123** - Пољопривредни и шумски трактори, БУКА КОЈА ДЕЛУЈЕ НА ВОЗАЧА, Метода мерења буке неоптерећеног трактора.

Стандарди су повучени, али принципи метада мерења су примењиви и даље [23, 24, 25].

7.2 Вибрације

У Војсци Србије нису посебно прописане дозвољене вредности експозиције вибрацијама. Користе се ISO стандарди за експозицију вибрацијама које се преносе преко руку и које делују на цело тело, као и европске директиве и препоруке. То су:

- ISO 2631- односи се на вибрације целог тела,
- ISO 10326 – лабораторијски метод за оцену вибрација на седиштима моторних возила,
- Европска директива 2002/44/EC за изложеност вибрацијама на радном месту (хумане вибрације),
- ISO 5349 - односи се на вибрације система шака рука и
- ISO 8041 - прописује како треба да буде пројектована и класификована мерна опрема.

У даљем тексту дат је преглед ISO 2631 и 2002/44/EC који су се користили приликом опитно експлоатационих испитивања, као и обраде и тумачења резултата ове дисертације.

Вибрације целог тела проузроковане су вибрацијама пренесеним са машина и возила путем седишта или преко стопала. Изложености високим нивоима вибрација које се преносе на цело тело могу нарушавати здравље и угрозити сигурност на раду, или могу изазвати или погоршати болести кичменог стуба. При

томе су ризици највећи код високих нивоа вибрација, дуготрајног, учесталог и редовног излагања, и уз ударе и потресања. Вибрације које се преносе на цело тело обично се јављају при теренским радовима, какви су пољопривреда, грађевинарство и рад у каменолому, но могу постојати и другде, нпр у саобраћајном транспорту при вожњи комбија и камиона, на мору при вожњи малих брзих бродова, те у ваздуху при управљању неким типовима хеликоптера. Вибрацијама које се преносе на цело тело нису изложени само радници који при раду седе, као што су возачи, већ и они који радне задатке обављају стојећи [27, 28].



Слика 7.1. – Вибрације целог тела као последица вибрација пренесеним са машина и возила [29]

На болести кичменог стуба могу утицати ергономски услови какви су ручни претовар терета, рад у скученом простору или нефизиолошки положаји тела. Ови фактори могу бити барем једнако толико важни колико и само излагање вибрацијама које се преносе на цело тело. Свакако, болести кичменог стуба могу бити последица активности које се проводе у слободно време, а које нису повезане с управљањем моторним возилима. Како би се успешно контролисао проблем болести кичменог стуба возача и руковаоца самоходних уређаја, важно је препознати и решавати заједно све потенцијалне факторе који томе могу придонети [30, 31, 32, 33].

Стандард **ISO 2631 Part 1: Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - General requirements** се састоји из девет поглавља – целина. Првих пет поглавља објашњавају нормативне референце, дефиниције, употребљене симболе, као и технике мерења.

У уводу стандарда је наведено да он дефинише методе мерења периодичних, случајних и транзијентних вибрација које се односе на цело тело. Такође одређује принципе граница прихватљивости утицаја изложености вибрацијама, као и фреквентне домене који доминантно утичу на:

- здравље, комфор и перцепцију – 0,5Hz до 80Hz;
- мучнину изазвану транспортом („морска болест“) – motion sickness – 0,1 Hz до 0,5 Hz [25, 26].

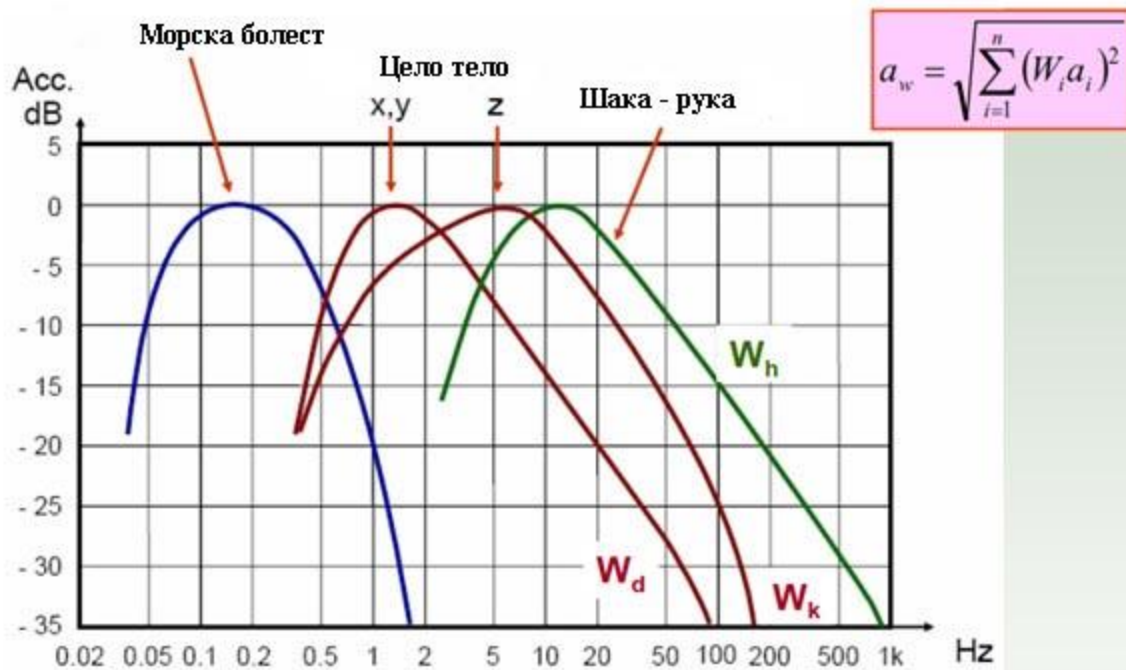


Слика 7.2. – Мучнина изазвана транспортом („морска болест“)

Он такође дефинише прихватљиве начине постављања мерних претварача у циљу одређивања изложености човека вибрацијама. Не односи се на вршне појединачне ударе (extreme magnitude single shocks) који се јављају нпр. приликом саобраћајних несрећа. Нормативне референце имплементирани у овом стандарду су:

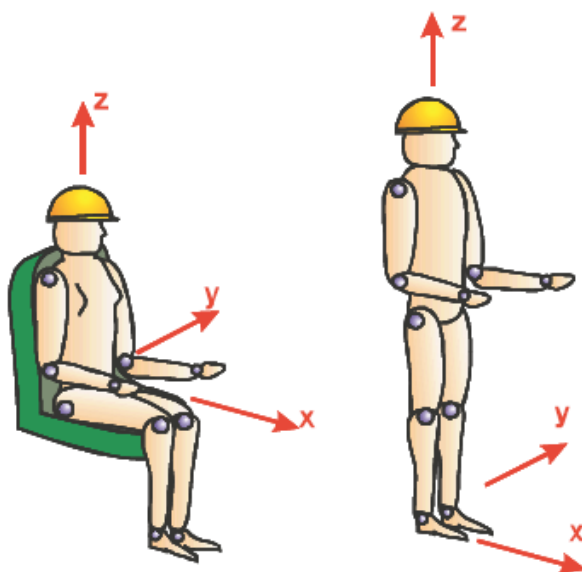
- ISO 2041:1990, Vibration and shock – Vocabulary,
- ISO 5805:1997, Mechanical vibration and shock – Human exposure - Vocabulary,
- ISO 8041:1990, Human response to vibration – Measuring instrumentation,
- IEC 1260:1995, Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters.

Стандард ISO 2631, као и ISO 5349 препоручују мерење терцних вредности убрзања вибрација и укупних вредности вибрација [34, 35, 36]. Крива за цело тело за вертикални правац даје највећи значај фреквенцијама од 4-13Hz, а за бочне правце фреквенцијама од 0.5-2Hz, што је приказано на слици 7.3



Слика 7.3. – Пондерационе криве [37]

Вибрације целог тела се мере истовремено у сва три правца, у фреквенцијском опсегу од 1 до 1.250 Hz. У поглављу 4 дефинисане су доминантне осе мерења у односу на здравље, комфор, перцепцију и болести транспорта што је приказано у табелама 7.8 и 7.9, као и на слици 7.4.



Слика 7.4. – Базицентричне осе људског тела

Табела 7.8. - Водич за примену фреквентно пондерисаних кривих у случају основних пондерисања [29]

Frequency weighting	Health (see clause 7)	Comfort (see clause 8)	Perception (see clause 8)	Motion sickness (see clause 9)
W_k	z-axis, seat surface	z-axis, seat surface z-axis, standing vertical recumbent (except head) x-, y-, z-axes, feet (sitting)	z-axis, seat surface z-axis, standing vertical recumbent (except head)	—
W_d	x-axis, seat surface y-axis, seat surface	x-axis, seat surface y-axis, seat surface x-, y-axes, standing horizontal recumbent y-, z-axes, seat-back	x-axis, seat surface y-axis, seat surface x-, y-axes, standing horizontal recumbent	—
W_f	—	—	—	vertical

Табела 7.9. - Водич за примену фреквентно пондерисаних кривих у случају додатних пондерисања [29]

Frequency weighting	Health (see clause 7)	Comfort (see clause 8)	Perception (see clause 8)	Motion sickness (see clause 9)
W_c	x-axis, seat-back ¹⁾	x-axis, seat-back	x-axis, seat-back	—
W_o	—	r_x, r_y, r_z -axes, seat surface	r_x, r_y, r_z -axes, seat surface	—
W_j	—	vertical recumbent (head) ²⁾	vertical recumbent (head) ²⁾	—

1) See note in subclause 7.2.3.
2) See note in subclause 8.2.2.3.

Стандард ISO 2631 не дефинише лимите (границе) прихватљивих вредности нивоа вибрацијских магнитуда у односу на комфор. Прихватљиве вредности магнитуда зависе од много фактора. Вредности дате у табели 7.10 само су назнаке могућих реакција на различите вредности укупних вредности свих врста вибрација

које се јављају приликом транспорта. Реакције на магнитуде вибрација зависе од сензитивности путника на дужину путовања, и типа активности које обављају током транспорта (нпр. читање, једење, писање...) и многих других фактора (нивоа акустичке буке, амбијенталне температуре итд.) [38, 39, 40, 41].

Табела 7.10. - Оријентациона оцена комфора [30]

Вредности убрзања	Оријентациона оцена комфора	Енглески термин
Мање од 0,315 m/s ²	Није неудобно	Not uncomfortable
од 0,315 m/s ² до од 0,63 m/s ²	Мало неудобно	A little uncomfortable
од 0,5 m/s ² до од 1 m/s ²	Претежно неудобно	Fairly uncomfortable
од 0,8 m/s ² до од 1,6 m/s ²	Неудобно	Uncomfortable
од 1,25 m/s ² до од 2,5 m/s ²	Врло неудобно	Very uncomfortable
Више од 0,2 m/s ²	Екстремно неудобно	Extremley uncomfortable

Европска директива 2002/44/ЕС за изложеност вибрацијама на радном месту (хумане вибрације)

Европска директива 2002/44/ЕС се односи на минималну сигурност и препоруке за одрживо здравље по питању изложености радника вибрацијама. Ова директива дефинише "граничне вредности изложеношсти вибрацијама" и "алармне вредности изложености вибрацијама". Такође се дефинише обавеза послодавца по питању одређивања и процене ризика, како би се избегла прекомерна изложеност радника. На крају, даје детаљне информације како изложене раднике обавестити о проблему [42]. Недавно је прихваћена у свим националним законима земаља чланица Европске уније. С обзиром да су бројне одредбе Директиве о вибрацијама произашле из одредаба Оквирне директиве (Directive of 89/391/EEC of the European parliament and of the Council of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work.), иста се може сматрати њезином „директивом-ћерком“, која се у многоступе позива на своје извор. Процена изложености појединца вибрацијама обухвата две области:

- Вибрације на руци-шаци (област РШ)
- Вибрације на целом телу (област ЦТ)

Утицај вибрација на цело тело се може проценити према различитим нивоима осетљивости: "квалитет здравља", "квалитет комфора" и "квалитет осећаја". Свака област и ниво квалитета користе посебне индикаторе за процену вибрација. За сваку област (рука-шака и цело-тело), европска директива 2002/44/ЕС поставља два прага: праг аларма (када мора да се делује) и праг опасности (максимална вредност изложености). Вредности изложености дневној дози вибрација преко које послодавци морају да контролишу ризик од вибрација на руку-шаку код радника су:

- праг опасности дневне изложености од 2.5 m/s^2
- праг аларма дневне изложености од 5 m/s^2

Међутим, ризик поврде руке-шаке, постоји чак и када је изложеност испод прага аларма (деловања). Директива 2002/44/ЕС своди одговорност на послодавца који треба да обезбеди да је ризик од вибрација на руку-шаку елиминисан, или сведен на минимум. Вредности изложености преко којих се тражи од послодавца да проверава отицај вибрација на цело тело, на радном месту су:

- праг опасности дневне изложености од 0.5 m/s^2 (или, према избору земље чланице, доза вибрација VDV од $9.1 \text{ m/s}^{1.75}$)
- праг аларма дневне изложености од 1.15 m/s^2 (или, према избору земље чланице, доза вибрација VDV од $\text{m/s}^{1.75}$)

Директива 2002/44/ЕС поставља захтеве послодавцима да смање или елиминирају ризик вибрација на цело тело. Евалуацију морају испланирати и спровести стручне особе у одређеним интервалима и уз помоћ, ако је потребно, службе заштите на раду. Резултате процена и мерења је потребно достављати служби заштите на раду на период од 10 година [42].

У Директиви 2002/44/ЕС наведене су „гранична вредност изложености“ и „упозоравајућа вредност изложености“. У њој су такође поближе наведене обавезе послодавца у погледу утврђивања и процене ризика, утврђене мере за смањење или избегавање ризичне изложености, и потанко образложени начини информисања и обуке радника. Сваки послодавац који жели обављати делатност која укључује изложеност радника вибрацијама, дужан је провести низ заштитних мера пре почетка рада и за време његова трајања. Ова Директива такође од држава чланица

ЕУ-е захтева успостављање примерене контроле надзора здравља радника изложених ризицима деловања вибрација. Процењом ризика мора се:

- препознати постоји ли ризик по здравље или сигурност радника, који вибрације које се преносе на цело тело узрокују или доприносе његовом настанку;
- утврдити нивое изложености радника и упоредити их са прописаном упозоравајућом вредности изложености и граничном вредности изложености;
- утврдити расположиве методе за контролу ризика;
- одредити кораке за контролу и праћење ризика због деловања вибрација које се преносе на цело тело; и
- документовати поступак процене, предузете кораке и њихову делотворност.

Уз вибрације које се преносе на цело тело, појави болова у леђима могу допринети и други ергономски фактори, као нпр.:

- нефизиолошки положај тела приликом управљања средствима за рад;
- дуготрајно седење без могућности промене положаја;
- лоше постављене управљачке конзоле, које од возача/оператера изискују истезање или извијање;
- лоша визуална прегледност радног поступка, која изискује извијање или истезање не би ли се добила задовољавајућа прегледност;
- ручно подизање и ношење тешких или незграпних терета;
- поновљено успињање у или искакање из високо постављене или тешко доступне кабине [42].

Сваки од ових фактора сам по себи може узроковати бол у леђима, но ризик је већи уколико је особа изложена деловању вибрација које се преносе на цело тело истовремено комбиновано изложена једном или више ових утицаја, као нпр.:

- дуготрајна изложеност вибрацијама које се преносе на цело тело без могућности промене положаја;

- изложеност вибрацијама које се преносе на цело тело за време седења у истегнутом или извијеном положају (нпр. при гледању преко туђег рамена да би се надзирао рад припадајуће радне опреме);
- изложеност вибрацијама које се преносе на цело тело при ручном подизању и преношењу тешких терета.

Додатни фактори, као што је температура, могу додатно повећати ризик од појаве болести кичме или болу у леђима. У плановима за смањивање ризика од развоја болести кичме, у обзир ваља узети све наведене узрочне факторе. Уколико је у оквиру радног процеса заступљено ручно преношање терета, у обзир ваља узети и све законске прописе и смернице које се на то односе. При процени ризика полазну тачку представља разматрање поступака, алата и опреме који се у радном процесу користе. Када су у погону, све врсте возила могу бити извор вибрација које се преносе на цело тело возача. Ризик оштећења здравља се повећава код људи који су редовно и дуготрајно изложени вибрацијама високих нивоа. Нека возила која производе вибрације које се преносе на цело тело, а и извор су других ергономских ризика, приказана су на Слици 7.1. Важно је имати на уму да до изложености вибрацијама које се преносе на цело тело може доћи и при активностима које не укључују управљање моторним возилима, нпр. при стајању радника на платформама које вибрирају.

Одређивање трајања изложености

Да би се утврдила дневна изложеност вибрацијама ($A(8)$ или VDV - од енгл. *Vibration Dose Value*), потребно је знати колико је трајање укупне дневне изложености вибрацијама које производе возила или машине које се користе у радном процесу. Притом треба користити податке који се односе на конкретни радни процес. Интензитет изложености вибрацијама возача одређен је нивоом вибрација коју производи возило у погону. Треба напоменути да, при неким изложеностима пресудан је ниво вибрација који производи возило у мировању, када изводи различите радне операције (нпр. багери и машине за сечу дрвног материјала).

Табела 7.11. - Скраћени извод из обавеза утврђених Директивом 2002/44/ЕЦ [42]

<i>Члан Директиве</i>	<i>Ко</i>	<i>Када</i>	<i>Захтев</i>
Члан 4.	Послодавац	Могући ризик због деловања вибрација које се преносе на цело тело	Одређивање и процена ризика: <ul style="list-style-type: none"> • Ангажовање особе компетентне за процену ризика због вибрација које се преносе на цело тело. • Поседовање документа процене ризика. • Утврђивање мера за контролу изложености вибрацијама, те одређивање начина информисања и обуке радника.
Члан 5.	Послодавац	Ризици због изложености вибрацијама	Отклањање или смањење нивоа изложености: <ul style="list-style-type: none"> • Предузимање општих активности за отклањање или смањење изложености на најмању могућу меру
		Изложеност изнад упозоравајуће вредности изложености	<ul style="list-style-type: none"> • Успостављање и примена програма мера за отклањање или смањење ризика због вибрација које се преносе на цело тело, на најмању могућу меру
		Изложеност изнад граничне вредности изложености	Поднозимање хитних мера за спречавање излагања изнад граничне вредности изложености <ul style="list-style-type: none"> • Утврђивање разлога прекорачења граничне вредности изложености
		Посебно ризични радници	<ul style="list-style-type: none"> • Прилагођавање захтева потребама посебно ризичних радника
Члан 6.	Послодавац	Радници изложени ризику због деловања вибрација које се преносе на цело тело	Информисање и обука радника: <ul style="list-style-type: none"> • За све раднике изложене ризицима због деловања вибрација које се преносе на цело тело.
Члан 7.	Послодавац	Радници изложени ризику због деловања вибрација које се преносе на цело тело	Саветовање радника и њихово активно учешће: <ul style="list-style-type: none"> • На прикладан начин и у примереном времену, саветовање радника и њихових представника у погледу процене ризика, мера заштите, здравственог надзора и обуке.
Члан 8.	Лекар или примерено квалификована особа	У случају када су утврђене здравствене тегобе	Здравствени надзор: <ul style="list-style-type: none"> • Упознавање радника с резултатима здравственог надзора • Информисање и саветовање радника о потреби даљњег здравственог надзора после престанка изложености
	Послодавац	У случају када су утврђене здравствене тегобе	Ревизија процене ризика <ul style="list-style-type: none"> • Даље мере за отклањање или смањење ризика • Контрола здравственог стања слично изложених радника
	Послодавац	Изложеност изнад упозоравајуће вредности изложености	<ul style="list-style-type: none"> • Радници имају право на одговарајућу здравствену контролу

При одређивању укупне дневне изложености посебно су важни обрасци извођења радних задатака. Поједини радници одређеним машинама могу руковати само у сегменту свога раднога времена, тако да је нужно утврдити типичне обрасце

кориштења радне опреме, јер ће то при прорачуну укупног нивоа изложености вибрацијама сваког од њих, бити важан фактор.

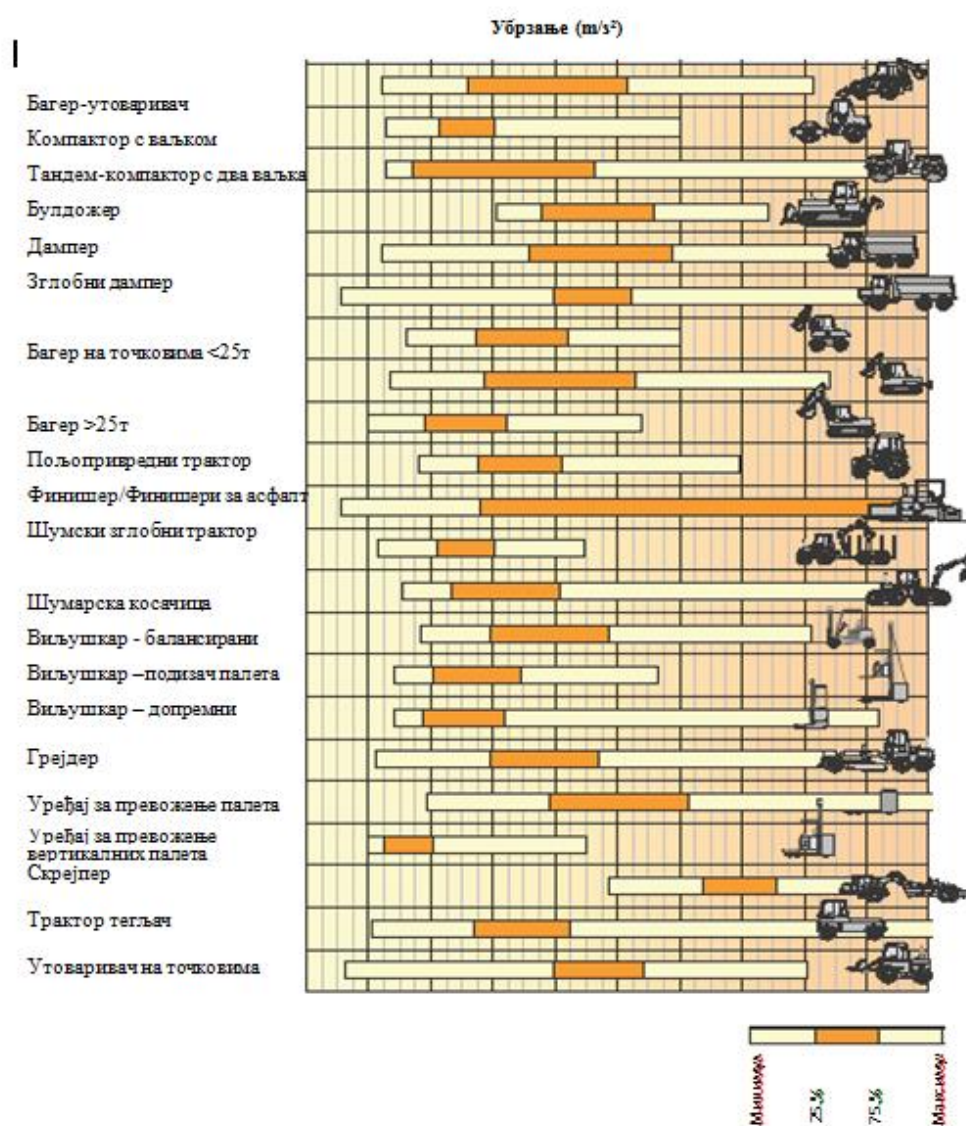
Вредновање и процена ризика због изложености вибрацијама, и провођење заштитних мера, могу бити сложене. Необавезујући „*водичи за исправно поступање у свакодневној пракси*“ убрзавају и олакшавају процену ризика због деловања вибрација које се преносе на цело тело. Такође они нам помажу ради прецизнијег утврђивања механизма за смањење или потпуно уклањање изложености вибрацијама, те увођењу система за спречавање настанка и развоја оштећења здравља. Водич за исправно поступање, примењив на случајеве када је вибрацијама изложено цело тело радника, заједно са пратећим водичем, за вибрације које се преносе на шаке и руке, (Необвезујући водич за исправно поступање у случајевима када се вибрације преноси на шаке и руке, сачињен у циљу примене Директиве 2002/44/ЕС о минималним здравственим и сигурносним захтевима везаним за изложеност радника ризицима деловања физикалних штетности (вибрација)), припремљени су у оквиру уговора VC/2004/0341 за Директорат Европске комисије за запошљавање, социјална питања и равноправност (изворно: European Commission Directorate General Employment, Social Affairs and Equal Opportunities) [29].

Ове водиче треба посматрати као помоћ послодавцима и другим заинтересираним факторима у заштити здравља радника и у циљу испуњавања одредби Директиве о вибрацијама које се се преносе на цело тело. Циљ водича је заокружење методологије која се користи при процени и вредновању ризика, критеријуме избора и исправне употребе радне опреме, те избор најпримеренијих метода и провођење заштитних мера (техничких и/или организационих) заснованих на претходној анализи ризика. У водичима су такође детаљно образложене врсте обуке и информација које треба осигурати изложеним радницима, а предложена су и функционална решења проблема истакнутих у Директиви 2002/44/ЕС. Као илустративни пример напред наведеног може да послужи текст дат у табели 7.12.

Табела 7.12. - Нека питања која ће помоћи при одлуци о потреби предузимања даљњих корака [29]

Возите ли по терену изван саобраћајница?	До излагања целог тела високим нивоима вибрација највероватније ће доћи код људи који, у склопу обављања својих радних задатака, возе по неравним површинама моторна возила, као што су нпр. теренска возила попут трактора или камиона за истовар (дампера).
Да ли свакога дана кроз дуже време возите или управљате неким од машина које вибрирају?	Фактори који одређују степене дневне изложености особа вибрацијама су интензитет (ниво) тих вибрација и време кроз које им је особа изложена. Што је изложеност дуготрајнија, ризик због излагања вибрацијама ће бити већи.
Управљате ли моторним возилима која нису адекватно предвиђена за одређене путне захтеве?	Нека индустријска возила, као што су виљушкари, немају вешања за точак управљача - волан, а опремљени су чврстим гумама да би се постигла стабилност потребна за сигуран рад. Уколико се таква возила крећу по глатким површинама, нивои вибрација који се преносе на цело тело не би смеле бити високи. Међутим, у случају експлоатације по неприкладним површинама (нпр. уколико се виљушкар, осмишљен за употребу у складишном простору, вози по вањском стоваришту), могу се производити вибрације високих нивоа.
Возите ли по лоше одржаваним коловозним површинама?	Уколико је коловозна површина добро одржавана, ниво вибрација које се преносе на цело тело у већини ће путничких возила бити прихватљиво низак. У случају експлоатације по добро одржаваним коловозним површинама, аутомобили, комбији и савремено дизајнирани камиони опремљени кабинама са вешањем, готово сигурно неће бити узрок ризика због деловања вибрација које се преносе на цело тело. Али, возила с неадекватним вешањем, односно круте - ригидне конструкције могу произвести вибрације високих нивоа, нарочито у случају експлоатације преко лоше одржаваних коловозних површина, или у случају кад их експлоатишемо неоптерећене.
Јесте ли изложени ударима (или ударним потресима)?	Највећи ризик произлази из изложености вибрацијама које имају карактер удара. Таква врста вибрација може се јавити при вожњи по лоше одржаваним коловозним површинама, при пребрзој вожњи неприлагођеној терену, односно неисправно прилагођеним вешањима седишта. Скрејлери вођени по изразито неравном терену, могу изазвати високе нивое ударних вибрација. Нека тешко натоварена возила могу произвести ударе и трзаје који се на возача преносе при наглом кочењу.
Да ли при раду заузимате нефизиолошке положаје или ручно преносити терете?	Лоше осмишљена кабина возила или лоша визуелна прегледност, могу проузроковати истезање или извијање, или возача принудити да кроз дуже временске интервале не мења положај тела. Овакви лоши ергономски услови, било сами по себи, било у комбинацији са изложеношћу вибрацијама које се преносе на цело тело, могу довести до болести кичменог стуба или других структура система за кретање.
Да ли произвођачи машина упозоравају на ризик због деловања вибрација које се преносе на цело тело?	Уколико користите машине чија употреба представља ризик оштећења здравља због деловања вибрација које се преносе на цело тело, произвођач је дужан дати упозорење у приручнику за кориснике.
Наводе ли радници болове у леђима?	Уколико радници наводе болове у леђима, треба проверити ергономске услове и изложеност вибрацијама.

У временском периоду од 1997. до 2005. године. у Лабораторији за испитивање вибрација INRS, спроведена су мерења вибрација најчешће коришћених средстава механизације, заступљених на тржишту EU-е. Подаци приказани на слици су информативног карактера, те се не могу безрезервно сматрати репрезентативнима за поједини уређај, независно од услова његове употребе. Тачке означене као 25. и 75., показују ниво вибрација достигнут у 25%, односно 75% узорака [43].



Слика 7.5. – Примери интензитета вибрација које производи најчешће кориштена механизација

7.3 Ефикасност грејања

Због специфичности испитног поступка, и везаности испитивања за лабораторијски простор хладне коморе у Никинцима, приликом испитивања ефикасности грејања у кабини возила, у Војсци Србије се примењује Стандард одбране Републике Србије *СОРС 0114 - Ефикасност грејања кабине и корисног простора возила* [44], као и интерни стандард Техничког опитног центра - *Упутство за испитивање система за грејање у хладној комори на полигону Никинци* [45]. Стандарди су компатибилни, тј. Упутство проистиче из СОРС 0114, те се у даљем делу текста даје обједињени приказ оба стандарда.

Овим стандардима утврђује се поступак рада и редослед радњи при испитивању система за грејање у хладној комори на полигону Никинци. Стандарди су намењени за употребу у Лабораторији за моторе и процесну технику и користе се за мерење температура у радним просторима возила. Примењују се при испитивању и оцењивању борбених и неборбених возила, точкаша и гусеничара код којих се захтева или је декларисана удобност боравка возача и посаде у кабини, радном или борбеном простору возила, односно корисном простору возила. Одредбе стандарда се односе на возила са грејачима који не зависе од рада система за хлађење мотора, као и на возила са грејачима чији је рад зависан од система за хлађење мотора. Услови комфора обезбеђени су стањем ваздуха у кабини и корисном простору возила у коме се возач и посада осећају удобно. Фактори који утичу на услове комфора који се могу дефинисати и мерити су: температура, влажност, брзина и чистоћа ваздуха. Општи параметри су:

t [°C] – температура ваздуха која се добија мерењем помоћу термометра и подразумева температуру сувог термометра.

t_a [°C] – спољна температура ваздуха изван возила, у његовој околини.

t_{up} [°C] – унутрашња пројектна температура при којој су обезбеђени услови комфора у кабини и корисном простору возила и према критеријуму ове методе она износи $t_{up} = t_{ком} = 16^\circ\text{C}$. Према овој методи унутрашња пројектна температура једнака је температури комфора $t_{ком}$.

τ_{kom} [min] – време постизања температуре комфора је време потребно да се од почетне температуре непрекидним грејањем достигне температура комфора t_{kom} 16 °C.

Δt_{max} [°C] - неравномерност распореда температуре је разлика између највише и најниже унутрашње температуре у моменту када аритметичка средина свих мерених унутрашњих температура достигне вредност од 16 °C.

V_L [m/s]- брзина струјања ваздуха је брзина струјања ваздуха у кабини или корисном простору возила у било ком правцу и смеру.

V [km/h]- брзина кретања возила је средња брзина којом се возило креће по мерној стази.

K_{ef} [°C/min] - коефицијент ефикасности система дефинисан је изразом:

$$K_{ef} = \frac{|t_a| + t_{kom}}{\tau_{kom}}$$

Температура комфора мора се обезбедити за најдуже три сата после укључивања грејног система. Током испитивања уређаји за грејања морају радити са максималним капацитетом. Испитивања се обављају на три температуре спољног ваздуха и то [44, 45]:

- Од 0 до -5°C
- Од -10 до -18°C
- Од -20 до -25°C

Клима – комора се користи за испитивање возила са грејачима, који не зависе од рада система за хлађење и мора имати могућност симулирања кретања возила струјањем ваздуха око возила брзином од 20 km/h. Током испитивања нису дозвољене никакве интервенције у смислу поправки и подешавања система за грејање. За испитивање ефикасности грејања кабине и корисног простора користе се следећи инструменти и опрема:

- Региструјући термометри: Тачност мерења у подручју од -30°C до +30°C мора бити $\pm 1^\circ\text{C}$.
- Анемометар за мерење брзине струјања ваздуха у кабини и корисном простору возила.

- Секундомер за мерење времена постизања температуре комфора.

Припрема испитивања

Први корак у припреми испитивања је да се на возилу обаве све радње предвиђене упутством за руковање при спољњој температури на којој се спроводи испитивање. Припрему и проверу акумулаторских батерија, која се састоји у провери капацитета и струје стартовања, потребно је спровести у лабораторијским условима пре испитивања стартних карактеристика мотора, а према СНО 5813/84. Пре почетка излагања средства задатој ниској температури околине акумулаторске батерије треба припремити у стању напуњености 75% од називног капацитета. Ово се постиже пражњењем 100% напуњеног акумулатора константном струјом јачине $I = 0,2 C_{20}$ (C_{20} је капацитет који се добија пражњењем акумулатора двадесетсатном струјом), у току 1,25 часа на собној температури околине. Пуњење и пражњење акумулатора треба да се обави према ЈУС N.J3.721.

Због отежаног стартовања на ниским температурама испитивање треба спроводити са горивом које је прописано у техничкој документацији произвођача за рад мотора на декларисаној граничној ниској температури околине. Уколико гориво које се налази у средству НВО не одговара предвиђеним условима испитивања треба извршити његову замену. Приликом замене горива треба заменити и пречистаче горива. Након замене горива, пре стартовања, уколико је могуће, ручном пумпом извршити одзрачивање па тек онда стартовати мотор ради потпуног сагоревања претходно коришћеног горива. Уколико се из неког разлога не може доћи до декларисаних података о препорученим врстама горива, потребно је испитивање обавити применом једног од следећих горива [44, 45]:

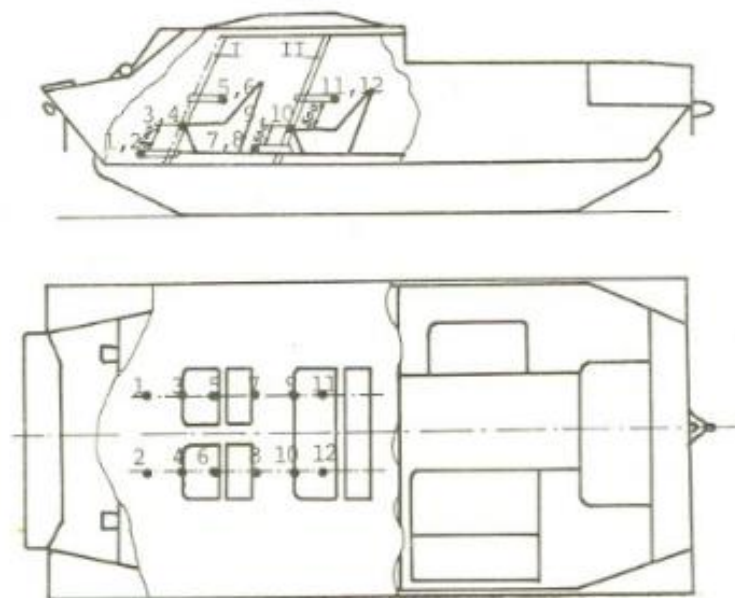
- зимског дизел горива Д1 за температуру околине до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- мешавине зимског дизел горива Д2 и моторног петролеја (моторног бензина МБ-86) у односу (50 : 50) % или мешавине дизел горива Д1 и моторног петролеја (моторног бензина) у односу (70 : 30) % за температуру околине до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- мешавине зимског дизел горива Д1 и моторног петролеја (моторног бензина МБ-86) у односу (50 : 50) % за температуру околине до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

За уређаје за предгревање, уколико техничком документацијом није другачије прописано, треба користити исто гориво којим се испитује мотор. Пре почетка испитивања потребно је лабораторијски утврдити физичко-хемијске карактеристике горива [44, 45].

Возило се оптерећује тако да одговара укупној тежини при теренској носивости за транспортна возила, односно борбеној тежини код борбених возила. Постављају се и повезују мерни уређаји и мерна опрема. Унутрашња температура ваздуха се мери у тачкама које су приказане на слици 1. За свако радно место (седиште) се одређују карактеристичне тачке на којима се мере и региструју унутрашње температуре. Те тачке се одређују помоћу шаблона, а налазе се у висини стопала, у висини колена и висини главе члана посаде који седи на свом радном месту. Мери се и температура ваздуха на млазницама за улаз ваздуха у кабину и користан простор возила и на млазницама за одмагљивање стакла. Брзина струјања ваздуха се мери на местима за свако седиште. Давач анемометра се поставља тако да се добија максимална брзина струјања ваздуха. Конструкција возила мора да испуни услов да при кретању возила брзином од 20 ± 2 km/h, струјање не буде веће од 0,15 m/s ни у једној од мерених тачака. Утицај вентилационих и филтро-вентилационих уређаја на брзину струјања ваздуха узима се у обзир само ако уређај за загревање не снабдева грејани простор свежим ваздухом (или не снабдева довољном количином), већ се зато користе наведени уређаји. Спољња температура ваздуха мери се на неколико места, на висини 1,5 m од тла и на 1,5 m од средства које се испитује. Мерење се обавља на почетку и на крају испитивања. Температура ваздуха у кабини и корисном простору возила не сме се пре почетка мерења разликовати од спољне температуре за више од 3°C [44, 45].

Спровођење испитивања

Возило се поставља у хладној комори тако да возњом у напред може напустити исту након завршених испитивања. Приликом паркирања возила треба водити рачуна да са свих страна возила остане довољно простора да се може слободно пролазити, отворати врата и остале поклопце на возилу и средству које испитује. Након тога се приступа постављању комплетне мерне опреме.



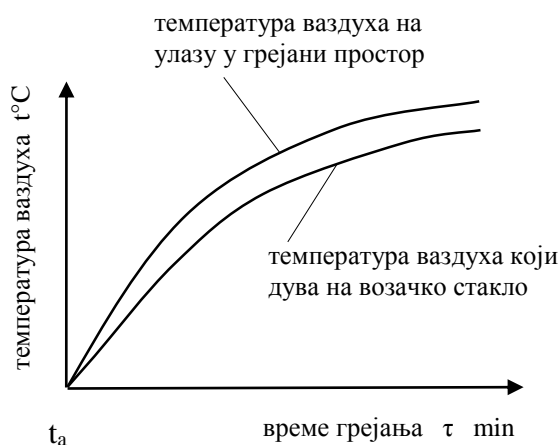
Слика 7.6. – Шема распореда мерних тачака

У испитивано сретство у хладној комори поставља се по три термо давача за свако радно место и давач спољње температуре. Након тога продужним термокабловима, давачи у средству се повезују са мерним инструментима, кроз специјале отворе у зиду хладне коморе за каблове, осветљење и слично. Након тога се отвори заптију специјаном плутом и азбестним крпама. После завршетка ових радњи се проверава постављена опрема и рад термодавача пуштањем у рад програма „Комфор“. После само неколико мерења и контроле одзива свих давача визуелном провером записа мерења искључује се мерна опрема, отворају сва врата, поклопци и остале отвори на средству и приступа се затварању простора хладне коморе тј. њеном постављању у режим испитивања. Возило које се испитује мора претходно мировати најмање 6 часова у атмосфери са напред наведеним карактеристикама, при чему су сва врата и сви отвори за вентилацију и осматрање на кабини и корисном простору возилу отворени. После шесточасовног мировања возила мерењем се утврђује да ли се унутрашња температура на свим мерним местима не разликује за више од 3°C. Такође још једном се врши провера да ли су на возилу спроведене све радње предвиђене за случај екстремног грејања при спољњој температури на којој се спроводи испитивање. У случају да су сви услови за испитивање испуњени приступа се затварању свих врата на возилу, као и свих отворе за вентилацију. Потребно је измерити и забележити спољњу температуру

амбијента. Мерење унутрашњих температура и мерење времена постизања температуре комфора код возила са грејачима који не зависе од система за хлађење мотора, треба почети после загревања мотора, одмах чим се пусте грејачи у рад. Мерење унутрашњих температура и времена постизања температуре комфора код возила са грејачима који зависе од система за хлађење мотора, треба почети од тренутка постизања стабилне температуре у систему за хлађење мотора. Бележи се и време потребно да се ова температура у систему за хлађење мотора постигне. За случај испитивања вожње у клима комори почетак вожње сматрати почетак струјања ваздуха око возила, односно укључивање вентилатора који обезбеђује ово струјење. Мерење и регистровање брзине кретања возила, унутрашњих температура, брзина кретања ваздуха и времена постизања температуре комфора прекинути пошто се утврди да је на свим мерним местима унутрашња температура постигла вредност температуре комфора. Мерење и записивање карактеристике грејања је потребно прекинути и у случају да се ни после 3 сата рада грејача, односно вожње возила не постигне услов да је на свим мерним местима постигнута температура комфора. У моменту прекида испитивања измерити и забележити спољну температуру. Разлика спољне температуре на почетку и на крају испитивања не сме бити већа од $\pm 1^{\circ}\text{C}$ [44, 45].

Приказивање резултата испитивања

Резултати испитивања се приказују као зависност температуре околине стопала, околине колена и главе возача и посаде од времена трајања грејања, односно зависност температуре ваздуха на млазницама за улаз ваздуха од времена трајања грејања. За свако седиште (радно место), уз дијаграм приказане зависности температуре од времена загревања, уписује се и вредност измерене максималне брзине струјања ваздуха. Пример приказивања резултата дат је на слици 7.7.



Слика 7.7. – Пример приказивања резултата зависности температуре од времена загревања

Израчунавање времена постизања температуре комфора

Из резултата мерења потребно је обрачунати средње температуре комфора за сваку од спољних температура при којој је обављено мерење. На тај начин се утврђују три вредности:

$$\tau'_{\text{kom}} = \frac{\sum \tau_{\text{komi}}}{n} \text{ min} - \text{средња вредност}$$

времена постизања температуре комфора, за сва мерна места унутрашњих температура, при спољној температури t'_a ,

$$\tau''_{\text{kom}} = \frac{\sum \tau_{\text{komi}}}{n} \text{ min} - \text{средња вредност}$$

времена постизања температуре комфора, за сва мерна места унутрашњих температура, при спољној температури t''_a и

$$\tau'''_{\text{kom}} = \frac{\sum \tau_{\text{komi}}}{n} \text{ min} - \text{средња вредност}$$

времена постизања температуре комфора, за сва мерна места унутрашњих температура, при спољној температури t'''_a .

У изразима за средње вредности времена постизања температуре комфора ознака „n“ представља број мерних места.

Израчунавање неравномерности распореда температуре

Из добијених резултата утврђују се величине $t_u \max$ и $t_u \min$, а за време грејања $\tau_{\text{ком}}$, $\tau''_{\text{ком}}$ и $\tau'''_{\text{ком}}$. На основу величина $t_u \max$ и $t_u \min$ обрачунавају се вредности $\Delta t_{\max} = t_u \max - t_u \min$ [°C], и то за сваку спољну температуру при којој је спроведено испитивање.

Одређивање опште карактеристике рада система за грејање

Из резултата добијених обрачуном у предходној тачки формира се дијаграм зависности

$\tau_{\text{ком}} = f(t_s)$ помоћу четири тачке:

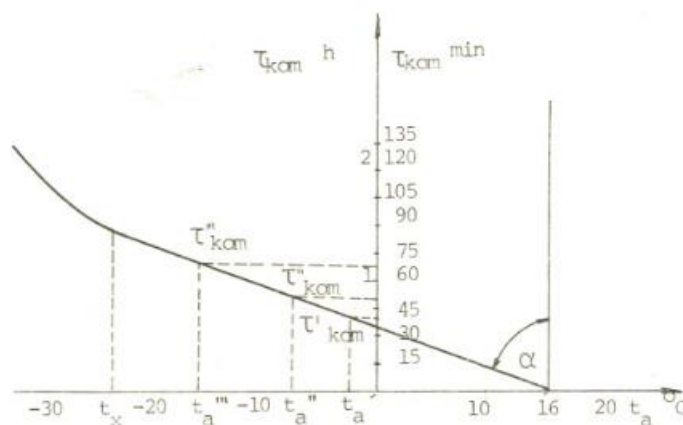
- $\tau_{\text{ком}_0} = 0 \text{ min}$ за $t_0 = +16^\circ\text{C}$
- $\tau'_{\text{ком}} (\text{min})$ за t'_a °C
- $\tau''_{\text{ком}} (\text{min})$ за t''_a °C
- $\tau'''_{\text{ком}} (\text{min})$ за t'''_a °C

Пример дијаграма зависности $\tau_{\text{ком}} = f(t_s)$ дат је на слици 7.8. На слици су приказани резултати мерења времена рада система за грејање, потребног за постизање температуре комфора $+16^\circ\text{C}$, у зависности од температуре спољне средине. Функција $\tau_{\text{ком}} = f(t_s)$ карактеристика је рада система за грејање, уграђеног у одређено возило и има угао нагиба према ординатној оси на коју се наноси време рада грејача. При истој брзини кретања возила, при истим путним условима, величина угла нагиба је стална катаактеристика температурног поља у унутрашњости возила и мерило је ефикасности рада система за грејање. Величина $\text{tg}\alpha$ служи као критеријум за оцену ефикасности система за грејање.

Израчунавање коефицијента ефикасности

Из дијаграма приказаног на слици 7.8, може се одредити аналитичка вредност критеријума – коефицијент ефикасности:

$$\text{tg}\alpha = \text{Kef} = \frac{|t_a| + t_{\text{ком}}}{\tau_{\text{ком}}} \text{ [}^\circ\text{C/min]}$$



Слика 7.8. – Дијаграм зависности температуре од времена загревања

Добијена величина одражава физичку суштину – брзину постизања температурских услова комфора у кабини и корисном простору возила. Овај критеријум важи само за праволинијски део функције $\tau_{\text{ком}} = f(t_a)$. Систем је ефикасан само до оне температуре спољне средине до које је одржана праволинијска зависност између рада грејача и температуре спољне средине. Величина $t_a = t_x$, при којој функција $\tau_{\text{ком}} = f(t_s)$ престаје бити линеарна, је граница ефикасности рада одређеног система за грејање. Што је већа апсолутна вредност t_a , то се граница ефикасности система за грејање јавља при нижој температури спољне средине. Оваквим поступком одређивања ефикасности грејања омогућено је да се оцени топлотна снага уграђеног грејача у комплексу са топлотно-изолационим својствима конструкције кабине, односно корисног простора возила [44, 45].

Критеријуми за оцену

Ефикасност грејања се оцењује према функцији $\tau_{\text{ком}} = f(t_s)$, то јест према зависности времена потребног за грејање од почетне температуре t_a до постизања пројектне температуре $+16^\circ\text{C}$. При томе функција $\tau_{\text{ком}} = f(t_s)$, у интервалу $16^\circ\text{C} \geq t_a \geq -16^\circ\text{C}$, мора имати праволинијски ток. Ефикасним системом за грејање сматра се онај систем који је у условима мерења дефинисаним овом стандардом, постигао коефициент ефикасности:

- $K_{\text{ef}} \geq 0,5$ – за борбена оклопна возила, при чему неравномерност распореда температуре Δt_{max} не сме да буде већа од 10°C .

- $K_{ef} \geq 0,7$ – за возачке кабине и специјалне надградње неборбених возила, при чему неравномерност распореда температура Δt_{max} не сме бити већа од 10°C .
- $K_{ef} \geq 1$ – за возила чији радни простор подлеже специјалном захтевима за грејања, при чему неравномерност распореда температура Δt_{max} не сме бити већа од 5°C .

Брзина струјања ваздуха у висини главе чланова посаде (у кабинама и корисном простору возила), у зимским условима када су сви отвори за вентилацију и осматрање затворени, не сме бити већа од $0,15\text{m/s}$ [44, 45].

ISO 7730

Са становишта испитивања микроклиме у радној средини у којој се обавља процес рада, односно у којој се запослени крећу или задржавају дуже од 2 (два) сата у току радне смене примењује се овај стандард. Стандард на непосредан начин показује одређивање параметара комфорности мерењем помоћу сензора давача MM0023 који је део инструмента THERMAL COMFORT METER TYPE 1212 производње Brüel & Кјаег. Мерењем са овим сензором се истовремено врши мерење основних физичких величина који карактеришу микроклиму у једном простору (температура ваздуха, брзина струјања ваздуха и релативна влажност). Обрађени резултати мерења, кроз индекс PPD, процентуално приказују број незадовољних особа оствареним микроклиматским условима. Мерење се врши тако што се интегрисани мерни давач MM0023 постави на место где се параметри комфора мере (средина просторије – тј. возила). Уколико се особе које на том месту бораве налазе у стојећем положају давач треба поставити у вертикални положај, на висину $1,7$ метар од пода. Уколико се особе налазе у седећем положају давач треба поставити под углом од 30° у односу на вертикалну осу, на висину од $1,1$ метра од пода. На показном инструменту подесе се константе према елементима стандарда, које се за тај простор или радно место користе да би се одредили индекси PMV и PPD. То су:

- Врста активности (посла) који се обавља.
- Начин одевања особа .
- Парцијални притисак водене паре у ваздуху [46].

Измерене вредности се читавају 15 минута након укључивања давача, јер је то време потребно за његово загревање. Мерење се обавља док се не остваре параметри комфора али не дуже од 60 минута од почетка мерења. На основу дефинисаних константи за одевање, рад и парцијални притисак водене паре и измерених вредности врши се читавање PMV и PPD индекса. Препоручени захтеви за комфорност према стандарду ISO 7730 су:

- $PPD < 10\%$,
- $-0,5 < PMV < +0,5$.

Литература:

1. www.dskm.mod.gov.rs/3150.pdf, (2015)
2. http://en.wikipedia.org/wiki/NATO_Codification_System, (2015)
3. www.nato.int/structur/ac/135/ncs_guide/english/e_1-1.htm, (2015)
4. ISO 5128:1980 Acoustics -- Measurement of noise inside motor vehicles (2013)
5. СОРС 0031/78: Карактеристике комфорности војних возила – Испитивање унутрашње буке, Сл. Војни лист 22/78, (1978)
6. ISO 1176:1990 Road vehicles -- Masses -- Vocabulary and codes (2010)
7. ISO 1999:2013 Acoustics -- Estimation of noise-induced hearing loss (2013)
8. ISO 2204:1979 Acoustics -- Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings
9. ISO 5131:1996 Acoustics -- Tractors and machinery for agriculture and forestry - - Measurement of noise at the operator's position -- Survey method (2012)
10. <http://www.iec.ch/>, (2015)
11. Standard IEC 651: Sound Level Meters, (1979)
12. <http://www.oos.army.cz/cos/cos/999901.pdf>, (2015)
13. http://www.nato.int/structur/ac/224/standard/4609/4609_documents/4609eed03.pdf, (2015)
14. AVTP-1 (Allied vehicle testing publications), Stanag 4357, Stanag 4358, North Atlantic Treaty Organization, (1994)
15. IEC 61672: "Electroacoustics - sound level meters", (2013)

16. Directive 2003/10/EC – noise of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) (Seventeenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC), (2013).
17. Правилник о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама, - Службени лист СФРЈ, бр. 21/92, (1992)
18. <http://www.hf.faa.gov/docs/milstd1474doc.pdf>, (2015)
19. MIL-STD-1474D: Design Criteria Standard, Noise Limits, (1997)
20. Test Operations Procedure (TOP): 01-2-608A Sound Level Measurements, (1990)
21. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a550455.pdf>, (2015)
22. https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owastand.display_standard_group?p_toc_level=1&p_part_number=1910, (2015)
23. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R051r2e.pdf>, (2015)
24. SRPS M.L2.106:1992, Статус: Повучен, Датум повлачења: 20.12.2012
25. SRPS M.L2.122:1992 Статус: Повучен Датум повлачења: 20.12.2012
26. SRPS M.L2.123:1992 Статус: Повучен Датум повлачења: 20.12.2012
27. ISO 2631-1:1997: Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 1: General requirements (1997)
28. ISO 2631-1:1997/Amd 1, (2010)

29. EU Good Practice Guide WBV, Guide to good practice on Whole-Body Vibration: Non-binding guide to good practice with a view to implementation of Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibrations), (2008)
30. ISO 2631-2:2003: Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 2: Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz), (2003)
31. ISO 2631-4:2001: Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 4: Guidelines for the evaluation of the effects of vibration and rotational motion on passenger and crew comfort in fixed-guideway transport systems, (2001)
32. ISO 2631-4:2001/Amd 1, (2010)
33. ISO/CD 2631-5: Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks, (2014)
34. ISO 5349-1:2001: Mechanical vibration -- Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration -- Part 1: General requirements (2001)
35. ISO 5349-2:2001: Mechanical vibration -- Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration -- Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace (2001)
36. ISO 5349-2:2001/Amd 1, (2001)
37. Griffin, M.: Measurement and evaluation of whole-body vibration at work, Human Factors Research Unit, Institute of Sound and Vibration Research, The University, Southampton SO9 5NH, U.K. International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 6, Issue 1, pp 45–54, (1990)
38. ISO 10326-1:1992: Mechanical vibration -- Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration -- Part 1: Basic requirements, (2009)

39. ISO 10326-1:1992/Amd 1, (2007)
40. ISO 10326-1:1992/Amd 2, (2011)
41. ISO 10326-2:2001: Mechanical vibration -- Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration -- Part 2: Application to railway vehicles, (2001)
42. Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC), (2002)
43. AMARI, M., DONATI, P.: Inter-individual postural variability of off-road machine drivers exposed to WBV, Proceedings of the 5th International Conference on Whole Body Vibration Injuries, Academic Medical Center, Amsterdam (Netherlands), June 5-7, (2013)
44. СОРС 0114/87: Карактеристике комфорности војних возила - Ефикасност грејања кабине и корисног простора возила, Сл. Војни лист 30/87, (1987)
45. Интерни стандард Техничког опитног центра - Упутство за контролисање микроклиме у радној средини, (2006)
46. <http://aliquantum.rs/wp-content/uploads/2011/11/ISO-7730-1994.pdf>, (2015)

8 Експериментална мерења

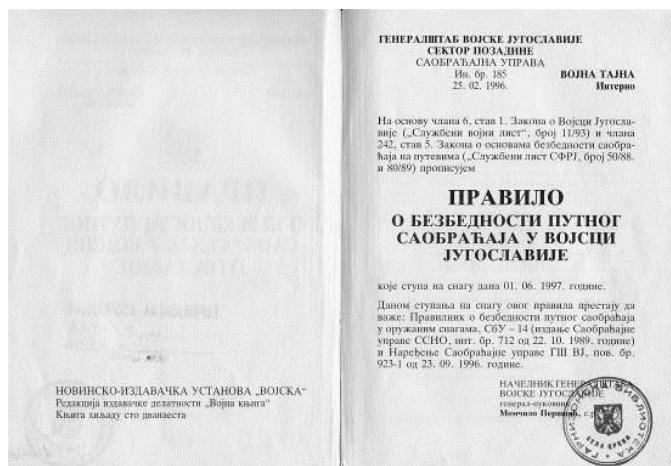
Као што је у претходним поглављима наведено испитивање елемената комфора у кабинама и путничком простору возила спроведено је на три типа опитних стаза (испресецана ледина, равничарски макадам и асфалтна подлога) у временском интервалу од септембра 2010 до јула 2014. године. С обзиром да овај тип испитивања захтева значајна финансијска средства, ангажовање екипе од најмање 3 до 5 чланова као и употребу пратећег возила основни постулат реализације експеримента је био да се потребна мерења обаве у току редовних верификационих испитивања Техничког опитног центра. Такође ради могућности поређења резултата мерења су обављена на апсолутно идентичним деоницама опитних стаза, при строго дефинисаним брзинама кретања возила. Генерално брзине кретања војних возила одређене су Правилном о безбедности путног саобраћаја у Војсци Југославије издатим од Саобраћајне управе ГШ 1997. године. У Прилогу 1 овог правила табеларно су приказане максималне дозвољене брзине кретања возила по различитим врстама подлога.

За земљани пут у зависности од категорије возила максималне дозвољене брзине кретања износе између 30 km/h и 40 km/h (слика 8.1.). Невезано за овај правилник, брзине кретања возила у теренским условима одређене су искуствено, на основу преко двадесет година коришћења истих опитних стаза. Главни параметар за одређивање брзине кретања је био безбедан пролазак возила по стази, мишљење опитних возача, као и остварена просечна брзина кретања возила током циклуса испитивања.

Прилог 1
НАЈВЕЋА ДОЗВОЉЕНА БРЗИНА ЗА
ОДРЕБЕНЕ ВРСТЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА
ВОЈСКЕ ЈУГОСЛАВИЈЕ

Врсте моторних возила и нижњерачких машина	Асфалт	Пут са савре- мним коловозим асфалтом	km/h		Земљан пут	Насељено место
			Пут са савре- мним коловозим асфалтом	Пут са савре- мним коловозим асфалтом		
Небродна моторна возила	мотоцикли	90	80	55	30	-
	путнички аутомобили	100	90	60	40	-
	теренски аутомобили (теренске носивости до 1 т)	80	70	60	40	-
	аутобуси	80	70	50	30	50
	теретни и теренски аутомобили (теренске носивости преко 1 т)	70	60	50	30	40
	теретни и теренски аутомобили са прикључним средствима	60	50	40	25	25
	тегљачи са вучу оруба	-	-	35	25	20
	вучни возови	50	45	35	25	20
	трактори точкаши	-	-	35	25	20
	трактори гусеничари	-	-	35	30	20
Полна и малена моторна возила	точкаши	70	60	50	35	25
	гусеничари	-	-	35	25	20
	точкаши	-	-	35	25	20
	гусеничари	-	-	35	30	20

Напомене
Највећа дозвољена брзина кретања појединачних војних возила у јавном саобраћају не може бити већа од брзине прописане саобраћајним знацима или другим прописима.
Највећа дозвољена брзина кретања за војнике-возаче путничких аутомобила и мотоцикала износи 80 km/h.
Брзина специјалних војних возила одређује се према одговарајућој категорији возила којој припада возило без надградње.



Слика 8.1. – Максималне дозвољене брзине кретања возила по различитим врстама подлога

Узимајући у обзир напред наведено, за потребе испитивања у овој дисертацији одређене су константне брзине кретања по стазама макадам и испресецана ледина од 30 km/h и 40 km/h. Стандард ISO 5128 дефинише брзине кретања по асфалтној подлози за мерење унутрашње буке у кабини возила. При истим константним брзинама извршена су мерења вибрација на седишту возача.

Један од проблема са којима су се испитивачи сусретали су различити временски интервали годишњих доба при којима су опити обављани, али колико је год то било могуће су испоштовани предуслови да стаза буде сува и погодна за вожњу, као и да амбијентални услови (спољна температура, брзина ветра) не ремете добијене резултате мерења. Током испитивања вибрација – принудних осцилација примећено је да промена тежине испитаника утиче на добијене резултате, па су експерименти рађени са унапред одређеним испитаником тежине 100 kg.

Због великог обима добијених резултата мерења, у раду су резултати испитивања дати у сажетом обиму. За возила Застава РТ1 и РТ2, Land Rover Defender 110 GS Soft Top, Land Rover Defender 110 GS Hard Top, Pinzgauer 710K и Puch GD300, приказани су резултати при брзинама кретања од 30 km/h у ванпутним условима и 80 km/h при кретању по асфалтној подлози. За остала возила резултати испитивања су дати при брзинама кретања од 30 km/h у ванпутним условима и 60 km/h при кретању по асфалтној подлози.

Вибрације на седишту возила се при вожњи (принудне осцилације) преносе на цело тело путника у три осе. Мерење убрзања по осама уз остале меродавне параметаре и оцена резултата су рађени према стандарду ISO 2631 (комфор) и Европској директиви ЕС/44/02 (критеријуми штетности по здравље). Према критеријумима за комфор возило се оцењује као: удобно, неудобно или веома неудобно. Због акумулиране дозе вибрација, дневна изложеност – вожња се временски ограничава.

За мерење вибрација у три осе коришћен је троосни акцелерометар уграђен у адаптер за седиште као саставни део комплета наменског мерног уређаја Maestro произвођача 01dB Metravib, који је израђен према захтевима стандарда ISO 8041.

Испитивање комфора унутар кабине возила у погледу нивоа буке извршено је у току вожње по асфалтној подлози према стандарду ISO 5128 и по макадамској стази и испресецаној ледини у сагласности са директивом за изложеност буци 2003/10/ЕС. Мерење је урађено мерним системом за виброакустику NetdB12 (01dB Metravib) и са два микрофона причвршћена на круне глава возача и путника. За мерење је изабрана временска, динамичка карактеристика "fast" и "А" фреквентна пондерација звучног притиска. Посебна пажња је посвећена да се мерења обављају при задовољавајућим временским условима (влажност, температура и ветар) као и условима околине (физичких препрека у близини није било). Спољна бука је била знатно нижа од 10 dB у односу на нивое буке измерене у кабину, тако да накнадних корекција резултата није било. У возилу је у току мерења било попуњено место возача, сувозача и/или једног путника. Мерење буке у току вожње по асфалту, при затвореним прозорима кабине возила, рађено је у два циклуса:

- при стабилним брзинама у опсегу од 40% max. брзине до 80% max. брзине,
- при тесту убрзавања.

На макадамској стази и испресецаној ледини је урађено више мерења при константним брзинама које су најбоље одговарале терену, а у неким случајевима и при искљученом и укљученом вентилатору грејања и вентилације кабине, с обзиром да се ради о теренским возилима и реалним условима експлоатације.

8.1 Застава ПТ-1

Теренско возило застава ПТ-1 је намењено за превоз људства и транспорт оруђа, као и материјала укупне масе до 1,4 t. Такође намењено је и за вучу оруђа и прикључних средстава укупне масе до 1,7 t. Испитна варијанта возила поседује један ред седишта за превоз до три путника. Сопствена маса возила износи 3040 kg, возило има формулу погона 4X4, а произвођач је „Застава камиони“.

8.1.1 Принудне осцилације

File	Vozac 80km Vst pr 2000rpm opterecen auto...			
Location				
Start	26-04-13 11:58:19			
End	26-04-13 12:00:00			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.22	0.19	0.73	0.78
0.50 m/s ² ≤ Aeq ≤ 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

Слика 8.1.1.1 – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт

File	Vozac 80km Vst pr 2000rpm opterecen auto...					
Location						
Start	26-04-13 11:58:19					
End	26-04-13 12:00:00					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)	
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.22	0.19	0.73			
Corrected (m/s ²)	0.31	0.27	0.73	0.84	0.73	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	3h47m25s
Maximum level (m/s ²)					1.15	20h 3m 2s
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Z	Max.	
Peak factor	2.67	3.33	3.96		3.96	
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.95	0.89	3.22			
Corrected (m/s ^{1.75})	1.33	1.24	3.22	3.22		1m41s
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00	
VDV level is below warning level						

File	Suvozac 80km Vst pr 2000rpm opterecen au...			
Location				
Start	26-04-13 12:13:37			
End	26-04-13 12:15:55			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.16	0.18	0.74	0.78
0.50 m/s ² ≤ Aeq ≤ 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

Слика 8.1.1.2 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт

File	Suvozac 80km Vst pr 2000rpm opterecen au...					
Location						
Start	26-04-13 12:13:37					
End	26-04-13 12:15:55					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)	
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.16	0.18	0.74			
Corrected (m/s ²)	0.23	0.25	0.74	0.82	0.74	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	3h36m50s
Maximum level (m/s ²)					1.15	19h 7m 4s
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Z	Max.	
Peak factor	3.85	3.64	4.44		4.44	
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.75	0.85	3.72			
Corrected (m/s ^{1.75})	1.05	1.19	3.72	3.72		2m18s
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00	
VDV level is below warning level						

File	Vozac 30km MM1.cmg			
Location				
Start	05-03-13 12:28:54			
End	05-03-13 12:30:23			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.42	0.35	1.47	1.57
Corrected (m/s ²)	0.59	0.50	1.47	1.66
Warning level (m/s ²)				0.50
Maximum level (m/s ²)				1.15
Exposure level A(8) is above maximum level				
Type	Peak factor			
Axis	X	Y	Z	Max
Peak factor	3.10	3.57	3.46	3.57
Peak factor is smaller than 9				
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended				
Type	VDV			
Axis	X	Y	Z	Max
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq
Coefficient	1.4	1.4	1	
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.87	1.55	6.58	
Corrected (m/s ^{1.75})	2.62	2.16	6.58	6.58
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00
VDV level is below warning level				

Слика 8.1.1.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	Suvozac do prozora 30km MM2.cmg			
Location				
Start	05-03-13 12:33:38			
End	05-03-13 12:35:47			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.43	0.41	1.60	1.70
Corrected (m/s ²)	0.60	0.57	1.60	1.80
Warning level (m/s ²)				0.50
Maximum level (m/s ²)				1.15
Exposure level A(8) is above maximum level				
Type	Peak factor			
Axis	X	Y	Z	Max
Peak factor	3.64	3.68	4.09	4.09
Peak factor is smaller than 9				
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended				
Type	VDV			
Axis	X	Y	Z	Max
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq
Coefficient	1.4	1.4	1	
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.09	1.89	7.39	
Corrected (m/s ^{1.75})	2.92	2.64	7.39	7.39
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00
VDV level is below warning level				

File	Suvozac do prozora 30km MM2.cmg			
Location				
Start	05-03-13 12:33:38			
End	05-03-13 12:35:47			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.43	0.41	1.60	1.70
Corrected (m/s ²)	0.58	0.67	1.49	1.73
Warning level (m/s ²)				0.50
Maximum level (m/s ²)				1.15
Exposure level A(8) is above maximum level				
Type	Peak factor			
Axis	X	Y	Z	Max
Peak factor	3.50	3.81	3.38	3.81
Peak factor is smaller than 9				
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended				
Type	VDV			
Axis	X	Y	Z	Max
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq
Coefficient	1.4	1.4	1	
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.66	2.72	8.94	
Corrected (m/s ^{1.75})	3.72	3.81	8.94	8.94
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00
VDV level is below warning level				

Слика 8.1.1.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	Vozac 30km ravnicarski makadam PT1.cmg			
Location				
Start	25-04-13 08:54:53			
End	25-04-13 08:57:34			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.41	0.48	1.49	1.62
Corrected (m/s ²)	0.58	0.67	1.49	1.73
Warning level (m/s ²)				0.50
Maximum level (m/s ²)				1.15
Exposure level A(8) is above maximum level				
Type	Peak factor			
Axis	X	Y	Z	Max
Peak factor	3.50	3.81	3.38	3.81
Peak factor is smaller than 9				
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended				
Type	VDV			
Axis	X	Y	Z	Max
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq
Coefficient	1.4	1.4	1	
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.66	2.72	8.94	
Corrected (m/s ^{1.75})	3.72	3.81	8.94	8.94
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00
VDV level is below warning level				

File	Vozac 30km ravnicarski makadam PT1.cmg			
Location				
Start	25-04-13 08:54:53			
End	25-04-13 08:57:34			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.41	0.48	1.49	1.62
Corrected (m/s ²)	0.58	0.67	1.49	1.73
Warning level (m/s ²)				0.50
Maximum level (m/s ²)				1.15
Exposure level A(8) is above maximum level				
Type	Peak factor			
Axis	X	Y	Z	Max
Peak factor	3.50	3.81	3.38	3.81
Peak factor is smaller than 9				
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended				
Type	VDV			
Axis	X	Y	Z	Max
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq
Coefficient	1.4	1.4	1	
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.66	2.72	8.94	
Corrected (m/s ^{1.75})	3.72	3.81	8.94	8.94
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00
VDV level is below warning level				

Слика 8.1.1.5 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам

File	Suvozac 30km ravnicarski makadam PT1.cmg					
Location						
Start	25-04-13 09:06:32					
End	25-04-13 09:07:44					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
aw						
Type	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Axis	Wd	Wd	Wk			
Weighting	1.4	1.4	1			
Coefficient	0.62	0.54	1.69			
Level (m/s ²)	0.86	0.76	1.69	2.05	1.69	8h
Corrected (m/s ²)						0.50 41m51s
Warning level (m/s ²)						1.15 3h41m25s
Maximum level (m/s ²)						8h
eVDV dose (m/s ^{1.75})	15.75	13.78	30.88			
Exposure level A(8) is above maximum level						
Peak factor						
Type	X	Y	Z	Max		
Axis						
Peak factor	3.13	3.39	4.03	4.03		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
VDV						
Type	X	Y	Z	Max	Exposure	
Axis	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Weighting	1.4	1.4	1			
Coefficient	2.59	2.33	7.06			
VDV dose (m/s ^{1.75})	3.62	3.26	7.06	7.06	1m12s	
Corrected (m/s ^{1.75})						9.10
Warning level (m/s ^{1.75})						21.00
Maximum level (m/s ^{1.75})						
VDV level is below warning level						

Слика 8.1.1.6 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам

Табела 8.1.1.1. - Резултати мерења комфора са аспекта осцилаторне удобности возила Застава Пт1

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно тројно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	60	0.45	мало неудобно
		80	0.78	претежно неудобно
	сувозач	60	0.70	претежно неудобно
		80	0.78	претежно неудобно
Ледине	возач	30	1.57	врло неудобно
		40	1.76	врло неудобно
	сувозач	30	1.70	врло неудобно
		40	1.80	врло неудобно
Равничарски макадам	возач	30	1.62	врло неудобно
		40	1.56	врло неудобно
	сувозач	30	1.88	врло неудобно
		40	2.10	екстремно неудобно

Табела 8.1.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила Застава Пт1

Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	Асфалт
Комфор a_v (m/s ²)	возач	1.76 врло неудобно	1.62 врло неудобно	0.78 претежно неудобно
	сувозач	1.80 врло неудобно	2.10 екстремно неудобно	0.78 претежно неудобно

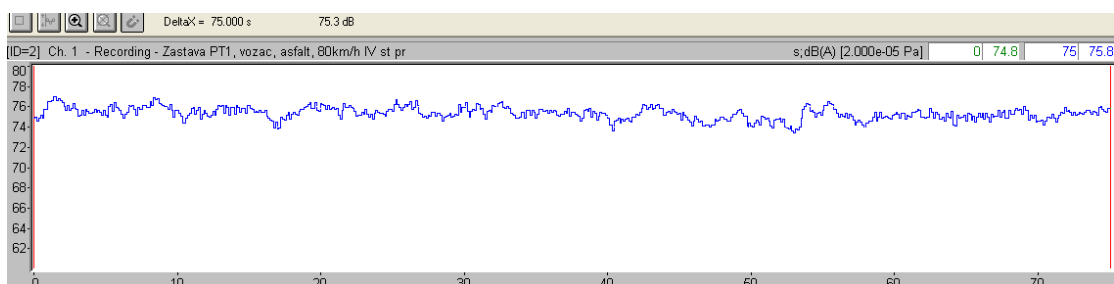
На основу критеријума за осцилаторну удобност, вожња на седишту возача спада у врло некомфорну вожњу на стазама ледине и макадама. Некомфорност је још израженија на седишту сувозача где при брзинама кретања возила од 40 km/h, на подлози макадам, прелази у екстремно некомфорну. Вожња на асфалту за возача и сувозача је претежно неудобна. Имајући у виду и критеријуме за штетност по здравље, из добијених резултата се види да би вожња овим теренским возилом требала да буде ограничена према брзини и врсти стазе.

8.1.2 Унутрашња бука

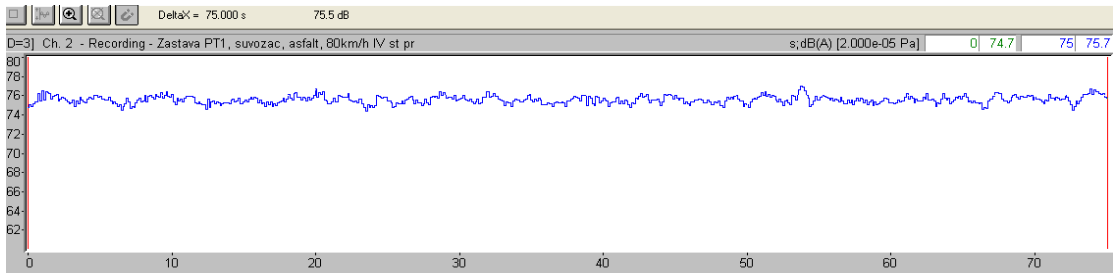
Мерења буке у кабини возила су извршена током марта и априла 2013. године. Мерења су истовремено урађена на месту возача (мерно место ММ1) и сувозача (ММ2), при затвореним прозорима кабине возила. У току вожње по асфалту

- При стабилним брзинама у опсегу од 60 km/h до 80 km/h, у IV -ом степену преноса,
- При убрзавању од 50 km/h до 100 km/h, што је такође било у IV -ом степену преноса.

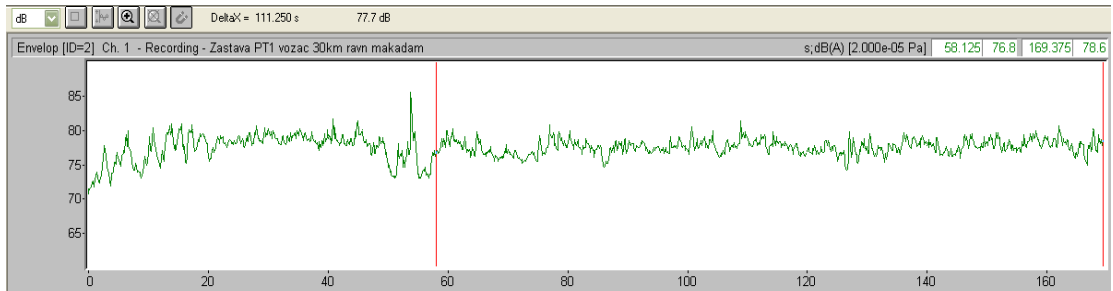
На макадамској стази и испресецаној ледини је урађено више мерења при константним брзинама које су најбоље одговарале терену (30÷40 km/h), с обзиром да се ради о теренском возилу и реалним условима експлоатације возила. Мерења су понављана више пута на свим стазама.



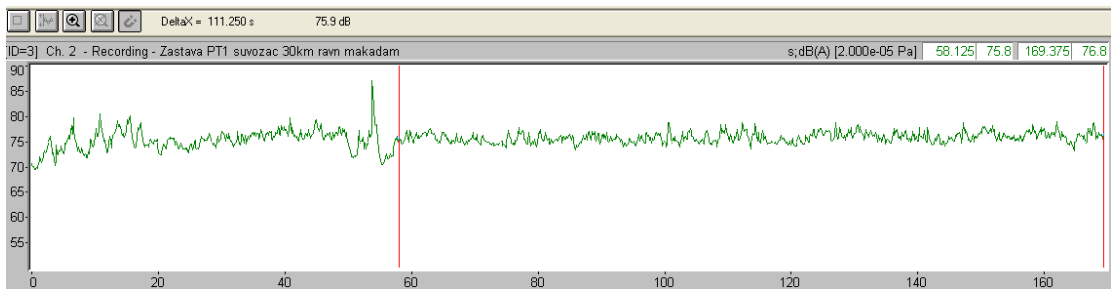
Слика 8.1.2.1 – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт, IV степен преноса



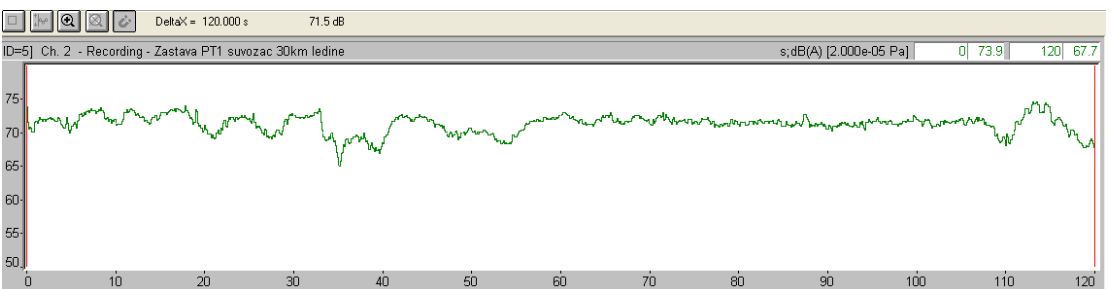
Слика 8.1.2.2 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт, IV степен преноса



Слика 8.1.2.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.1.2.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.1.2.5 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, ледина

Табела 8.1.2.1. - Збирни резултати мерења буке у кабини м/в

Застава Пт1		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
		Возач	Сувозач
(km/h)	степен преноса	Стабилне брзине на асфалту	
60		74.4	72.5
80		75.3	75.5
Стабилна брзина од на испресецаној ледини			
30		71.1	71.5
40		69.7	72.6
Стабилна брзина од на равничарском макадаму			
30		77.7	75.9
40		76.6	74.5
Убрзавање, IV ст. преноса на асфалту			
50-100	IV	78.4	78.1

Табела 8.1.2.2. - Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в

Теренско возило		Застава Пт-1											
мерно место	V	a_{eq} comfort	a_{eq} health	Warning exposure	Max. exposure	VDV_{eq}	L_{eq}	a_{eq} comfort	a_{eq} health	Warning exposure	Max. Exposure	VDV_{eq}	L_{eq}
		(m/s^2)	(m/s^2)			(m/s^2)	dB(A)	(m/s^2)	(m/s^2)			(m/s^2)	dB(A)
		Возач						Сувозач					
Подлога	V												
Ледина				h min	h min					h min	h min		
	30	1.57	1.66	0 55	04 51	6.58	71.1	1.70	1.80	0 47	04 09	7.39	71.5
	40	1.76	1.89	0 46	04 04	7.79	69.7	1.80	1.93	0 44	03 54	6.93	72.6
Макадам													
	30	1.62	1.73	0 54	04 46	8.94	77.7	1.88	2.05	0 42	03 41	7.06	75.9
	40	1.56	1.68	0 59	05 11	6.82	76.6	2.10	2.25	0 32	02 51	9.77	74.5
Асфалт													
III	60						74.4						
IV	60	0.45	0.48	11 09	59 53	2.05	72.5	0.70	0.72	04 25	23 22	3.22	72.5
	80	0.78	0.84	03 47	20 03	3.22	75.3	0.78	0.82	03 36	19 07	3.72	75.5
Убрзање	50-100						78.4						78.1

Анализом свих измерених нивоа види се да просечна вредност буке у кабини возила при кретању по ледини износи 70-71 dB(A), при кретању по макадаму прелази 77 dB(A) на месту возача, док у случају вожње по асфалту стабилном брзинама износи у просеку 73-75 dB(A). При тестовима убрзања еквивалентни ниво достиже вредност 79 dB(A).

Очигледно је да су измерени нивои буке у кабини м/в испод граничне вредности коју прописује Директива 2003/10/ЕС (80 dB(A) – доња акциона вредност, када је послодавац обавезан да раднику стави на располагања лична заштитна средства). Еквивалентан ниво буке у кабини возила је и испод прописане

вредности Правилника о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама – Службени лист СФРЈ бр. 21/92 од 80 dB(A) за управљање транспортним средствима.

8.1.3 Ефикасност грејања

Утврђивање карактеристика микроклиме радног простора извршено је само на теренском аутомобилу Застава 1,4т ознаке ПТ-1. Испитивање је обављено у хладној комори на полигону Никинци у периоду од 12. до 13.11.2012. године. Ефикасност грејања испитана је на температури околине од -16°C. Испитивање је обављено по стандардима СНО 8419/02 и СНО 0114/87 (испитивање топлотне угодности радних простора војних возила). У кабини возила постављено је 10 температурских давача повезаних на мерни инструмент Fluke 2166 АК.

Давачи температуре су постављени на следећим местима у кабини:

1. стопала возача
2. температура уља у картеру мотора
3. глава возача
4. стопала на седишту до возача
5. глава на седишту до возача
6. стомак на седишту до десних врата
7. стопала на седишту до десних врата
8. глава на седишту до десних врата
9. издув топлог ваздуха
10. спољна температура

У средини кабине ПТ-1 постављен је интегрисани сензорски давач ММ0023 који је повезан на инструмент THERMAL COMFORT METER TYPE 1212 произвођача Brüel&Kjaer. За време испитивања вршено је мерење са оба инструмента, а добијени резултати су приказани у табелама 8.1.3.1 и 8.1.3.2. Интегрисани давач ММ023 је постављен на висини од 0,6m од пода под углом од 30° према вертикалној оси. Давачи за мерење температуре постављени су у висини

главе, висини груди, и висини стопала возача и осталих чланова посаде у седећем положају



Слика 8.1.3.1 – Приказ возила Pt-1 у хладној комори

Након стартовања мотора у хладној комори мерена је температура уља у картеру мотора. Након пола сата од стартовања при брзини рада мотора од 1500 o/min постигнута је температура уља у картеру мотора од 32°C. Од тог момента је почело испитивање топлотне угодности кабине ПТ-1.У Табели 8.1.3.1 су дати подаци добијени дигиталним термометром Fluke 2166 АК, а у Табели 8.1.3.2 су подаци топлотне угодности добијени интегрисаним сензорским давачем ММ0023 инструмента Brüel&Кјаер 1212.

Табела 8.1.3.1. - Измерене температуре са Fluke 2166 АК

	МЕРНА МЕСТА									
	1 (°C)	2 (°C)	3 (°C)	4 (°C)	5 (°C)	6 (°C)	7 (°C)	8 (°C)	9 (°C)	10 (°C)
старт (min)	-14	+32	-16	-15	-14	-14	-13	-15	-14	-15
5	-11	32	-16	-5	7	5	-1	8	15	-13
10	-8	33	6	-1	11	7	2	11	15	-15
15	-6	36	10	1	13	9	4	13	15	-17
20	-2	36	13	5	16	13	7	17	14	-19
25	-1	37	16	7	18	14	9	19	14	-15
30	0	38	18	8	18	15	10	19	15	-18
35	1	37	19	9	20	17	11	20	15	-18
40	3	37	20	11	21	18	12	21	15	-16

	МЕРНА МЕСТА									
	1 (°C)	2 (°C)	3 (°C)	4 (°C)	5 (°C)	6 (°C)	7 (°C)	8 (°C)	9 (°C)	10 (°C)
45	4	40	20	12	22	19	14	23	15	-15
50	4	41	22	12	23	21	14	23	15	-15
55	5	40	23	13	23	22	15	24	14	-16
60	6	41	23	14	24	22	15	25	14	-18

Табела 8.1.3.2. - Топлотна угодност са давачем ММ0023

	Oper.temp	Comp.temp	Equi.temp	Dif.temp	PMV	PPD
Старт(min)	-17.9	24.9	-24.6	49.5	-7.3	21
5	-4.4	24.9	-24.6	49.5	-5.4	21
10	-2.1	24.9	-23.5	49.2	-2.2	18
15	-0.3	24.9	-23.3	42.7	-2.1	18
20	1.3	24.9	-23.2	32.5	-1.4	14
25	15.1	24.9	-8.2	27	0.81	12
30	8	24.9	-2.1.3	36.7	0.66	12
35	17.1	24.9	1.4	23.2	0.57	12
40	19.1	24.9	6.2	18.7	0.52	10
45	10.2	24.9	8.6	32.1	0.38	7.2
50	10.6	24.9	7.5	31.4	0.31	6.8
55	11.2	24.9	7.1	24.6	0.39	6.5
60	11.6	24.9	7	30.2	0.43	7.3

Из добијених резултата мерења види се је уређај за постизање топлотне угодности при раду на сниженим температурама околине од -16°C радио исправно, јер је по критеријумима стандарда СНО 8419/02 у времену од 45 минута постигао параметре топлотне угодности PMV и PPD. По критеријумима стандарда СНО 0114/87 није задовољен услов дозвољене неравномерности распореда температуре од 10°C . Максимална измерена неравномерност је 19°C након 60 минута рада уређаја за грејање.

- Индекс PMV: $-0.5 \leq \text{PMV} \leq +0.5$
- Индекс PPD: $\text{PPD} \leq 10\%$
- Неравномерност распореда температуре: $\Delta t \leq 10^{\circ}\text{C}$

8.2 Застава ПТ-2

Теренско возило застава ПТ-2 је намењено за превоз људства и транспорт оруђа, као и материјала укупне масе до 1,4 t. Испитна варијанта возила поседује два реда седишта за превоз до шест путника. Сопствена маса возила износи 3070 kg, возило има формулу погона 4X4, а произвођач је „Застава камиони“ – Крагујевац.

8.2.1 Принудне осцилације

File	Vozac 80km IV st pr 3500rpm opterecen au...				
Location					
Start	26-04-13 13:31:57				
End	26-04-13 13:34:21				
Whole body					
Quality	Comfort				
Body position	Seated				
Measurement location	Seat				
Type	aw				
Axis	X	Y	Z	Overall	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)
Coefficient	1.4	1.4	1		
Level (m/s ²)	0.10	0.13	0.38		
Corrected (m/s ²)	0.14	0.18	0.38	0.45	0.38
Warning level (m/s ²)					0.50
Maximum level (m/s ²)					1.15
Exposure level A(8) is below warning level					
Type	Peak factor				
Axis	X	Y	Z	Max	
Peak factor	3.33	4.00	3.46	4.00	
Peak factor is smaller than 9					
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended					
Type	VDV				
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq	
Coefficient	1.4	1.4	1		
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.48	0.66	1.90		
Corrected (m/s ^{1.75})	0.67	0.93	1.90	1.90	2m24s
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00	
VDV level is below warning level					
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable					

Слика 8.2.1.1 – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт

File	Suvozac 80km IV st pr 3500rpm opterecen ...				
Location					
Start	26-04-13 13:49:28				
End	26-04-13 13:52:06				
Whole body					
Quality	Comfort				
Body position	Seated				
Measurement location	Seat				
Type	aw				
Axis	X	Y	Z	Overall	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)
Coefficient	1.4	1.4	1		
Level (m/s ²)	0.17	0.13	0.65		
Corrected (m/s ²)	0.24	0.18	0.65	0.72	0.65
Warning level (m/s ²)					0.50
Maximum level (m/s ²)					1.15
Exposure level A(8) is above warning level					
Type	Peak factor				
Axis	X	Y	Z	Max	
Peak factor	3.64	3.00	4.93	4.93	
Peak factor is smaller than 9					
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended					
Type	VDV				
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq	
Coefficient	1.4	1.4	1		
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.86	0.67	4.04		
Corrected (m/s ^{1.75})	1.21	0.93	4.04	4.04	2m38s
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00	
VDV level is below warning level					
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable					

Слика 8.2.1.2 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт

File	Posada iza suvozac 80km IV st pr 3500rp...
Location	
Start	26-04-13 13:43:08
End	26-04-13 13:45:19
Whole body	
Quality	Comfort
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	aw
Axis	X Y Z Overall av
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.23 0.14 0.44
Corrected (m/s ²)	0.32 0.20 0.44 0.58 0.44
Warning level (m/s ²)	0.50 10h32m 8s
Maximum level (m/s ²)	1.15 55h43m58s
Exposure level A(8) is below warning level	
Type	Peak factor
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.04 3.75 4.20 4.20
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	VDV
Axis	X Y Z Max VDVeq Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.10 0.77 2.22
Corrected (m/s ^{1.75})	1.54 1.08 2.22 2.22 2m11s
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable	

Слика 8.2.1.3 – Седиште посаде, брзина 80 km/h, асфалт

File	Vozac 30km MM1.cmg
Location	
Start	04-03-13 15:09:24
End	04-03-13 15:10:46
Whole body	
Quality	Comfort
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	aw
Axis	X Y Z Overall av
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.30 0.36 1.08
Corrected (m/s ²)	0.43 0.50 1.08 1.26 1.08 8h
Warning level (m/s ²)	0.50 1h43m33s
Maximum level (m/s ²)	1.15 9h 7m51s
Exposure level A(8) is above warning level	
Type	Peak factor
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.21 2.96 3.52 3.52
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	VDV
Axis	X Y Z Max VDVeq Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.40 1.43 4.49
Corrected (m/s ^{1.75})	1.96 2.01 4.49 4.49 1m22s
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable	

Слика 8.2.1.4 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина

File	Putnik iza levo 30km MM2.cmg
Location	
Start	04-03-13 15:13:29
End	04-03-13 15:15:24
Whole body	
Quality	Comfort
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	aw
Axis	X Y Z Overall av
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.46 0.38 1.08
Corrected (m/s ²)	0.64 0.54 1.08 1.36 1.08 8h
Warning level (m/s ²)	0.50 1h43m46s
Maximum level (m/s ²)	1.15 9h 8m58s
Exposure level A(8) is above warning level	
Type	Peak factor
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.21 3.33 3.50 3.50
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	VDV
Axis	X Y Z Max VDVeq Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.21 1.66 4.70
Corrected (m/s ^{1.75})	3.09 2.32 4.70 4.70 1m55s
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable	

Слика 8.2.1.5 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, ледина

File	Posada iza suvozac 80km IV st pr 3500rp...
Location	
Start	26-04-13 13:43:08
End	26-04-13 13:45:19
Whole body	
Quality	Health
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	aw
Axis	X Y Z Overall av Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.23 0.14 0.44
Corrected (m/s ²)	0.32 0.20 0.44 0.58 0.44 8h
Warning level (m/s ²)	0.50 10h32m 8s
Maximum level (m/s ²)	1.15 55h43m58s
Exposure level A(8) is below warning level	
Type	Peak factor
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.04 3.75 4.20 4.20
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	VDV
Axis	X Y Z Max VDVeq Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.10 0.77 2.22
Corrected (m/s ^{1.75})	1.54 1.08 2.22 2.22 2m11s
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	

File	Vozac 30km MM1.cmg
Location	
Start	04-03-13 15:09:24
End	04-03-13 15:10:46
Whole body	
Quality	Health
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	aw
Axis	X Y Z Overall av Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.30 0.36 1.08
Corrected (m/s ²)	0.43 0.50 1.08 1.26 1.08 8h
Warning level (m/s ²)	0.50 1h43m33s
Maximum level (m/s ²)	1.15 9h 7m51s
Exposure level A(8) is above warning level	
Type	Peak factor
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.21 2.96 3.52 3.52
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	VDV
Axis	X Y Z Max VDVeq Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.40 1.43 4.49
Corrected (m/s ^{1.75})	1.96 2.01 4.49 4.49 1m22s
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	

File	Putnik iza levo 30km MM2.cmg
Location	
Start	04-03-13 15:13:29
End	04-03-13 15:15:24
Whole body	
Quality	Health
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	aw
Axis	X Y Z Overall av Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.46 0.38 1.08
Corrected (m/s ²)	0.64 0.54 1.08 1.36 1.08 8h
Warning level (m/s ²)	0.50 1h43m46s
Maximum level (m/s ²)	1.15 9h 8m58s
Exposure level A(8) is above warning level	
Type	Peak factor
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.21 3.33 3.50 3.50
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	VDV
Axis	X Y Z Max VDVeq Exposure
Weighting	Wd Wd Wk
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.21 1.66 4.70
Corrected (m/s ^{1.75})	3.09 2.32 4.70 4.70 1m55s
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	

File	Vozac 30km ravnicarski makadam Irig PT2...
Location	
Start	25-04-13 09:46:01
End	25-04-13 09:48:19
Whole body	
Quality	Comfort
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	
aw	
Axis	X Y Z Overall
Weighting	Wd Wd Wk av
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.42 0.53 1.68
Corrected (m/s ²)	0.59 0.75 1.68
Warning level (m/s ²)	0.50 42m44s
Maximum level (m/s ²)	1.15 3h46m 5s
Exposure level A(8) is above maximum level	
Type	
Peak factor	
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.60 3.09 3.84 3.84
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	
VDV	
Axis	X Y Z Max
Weighting	Wd Wd Wk VDVeq
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.69 3.12 9.67
Corrected (m/s ^{1.75})	3.76 4.36 9.67
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is above warning level	
1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable	

Слика 8.2.1.6 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам

File	Suvozac 30km ravnicarski makadam Irig PT...
Location	
Start	25-04-13 09:56:07
End	25-04-13 09:57:35
Whole body	
Quality	Comfort
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	
aw	
Axis	X Y Z Overall
Weighting	Wd Wd Wk av
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.53 0.53 1.70
Corrected (m/s ²)	0.74 0.75 1.70
Warning level (m/s ²)	0.50 41m35s
Maximum level (m/s ²)	1.15 3h40m 2s
Exposure level A(8) is above maximum level	
Type	
Peak factor	
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.70 3.08 3.75 3.75
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	
VDV	
Axis	X Y Z Max
Weighting	Wd Wd Wk VDVeq
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.97 2.56 8.75
Corrected (m/s ^{1.75})	4.16 3.58 8.75
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	
1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable	

Слика 8.2.1.7 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам

File	Posada nazad 30km ravnicarski makadam Ir...
Location	
Start	25-04-13 10:04:36
End	25-04-13 10:06:10
Whole body	
Quality	Comfort
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	
aw	
Axis	X Y Z Overall
Weighting	Wd Wd Wk av
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.48 0.45 1.34
Corrected (m/s ²)	0.67 0.63 1.34
Warning level (m/s ²)	0.50 1h 6m28s
Maximum level (m/s ²)	1.15 5h51m39s
Exposure level A(8) is above maximum level	
Type	
Peak factor	
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.33 3.14 3.51 3.51
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	
VDV	
Axis	X Y Z Max
Weighting	Wd Wd Wk VDVeq
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	3.15 2.19 7.17
Corrected (m/s ^{1.75})	4.41 3.06 7.17
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is below warning level	
1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable	

Слика 8.2.1.8 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, макадам

File	Vozac 30km ravnicarski makadam Irig PT2...
Location	
Start	25-04-13 09:46:01
End	25-04-13 09:48:19
Whole body	
Quality	Health
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	
aw	
Axis	X Y Z Overall
Weighting	Wd Wd Wk av
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.42 0.53 1.68
Corrected (m/s ²)	0.59 0.75 1.68
Warning level (m/s ²)	1.93 1.68 8h
Maximum level (m/s ²)	0.50 42m44s
Exposure level A(8) is above maximum level	
Type	
Peak factor	
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.60 3.09 3.84 3.84
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	
VDV	
Axis	X Y Z Max
Weighting	Wd Wd Wk VDVeq
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.69 3.12 9.67
Corrected (m/s ^{1.75})	3.76 4.36 9.67
Warning level (m/s ^{1.75})	9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})	21.00
VDV level is above warning level	

File	Suvozac 30km ravnicarski makadam Irig PT...
Location	
Start	25-04-13 09:56:07
End	25-04-13 09:57:35
Whole body	
Quality	Health
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	
aw	
Axis	X Y Z Overall
Weighting	Wd Wd Wk av
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.53 0.53 1.70
Corrected (m/s ²)	0.74 0.75 1.70
Warning level (m/s ²)	2.00 1.70 8h
Maximum level (m/s ²)	0.50 41m35s
Exposure level A(8) is above maximum level	
Type	
Peak factor	
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.70 3.08 3.75 3.75
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	
VDV	
Axis	X Y Z Max
Weighting	Wd Wd Wk VDVeq
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.97 2.56 8.75
Corrected (m/s ^{1.75})	4.16 3.58 8.75
Warning level (m/s ^{1.75})	8.75 1m28s
Maximum level (m/s ^{1.75})	9.10
VDV level is below warning level	

File	Posada nazad 30km ravnicarski makadam Ir...
Location	
Start	25-04-13 10:04:36
End	25-04-13 10:06:10
Whole body	
Quality	Health
Body position	Seated
Measurement location	Seat
Type	
aw	
Axis	X Y Z Overall
Weighting	Wd Wd Wk av
Coefficient	1.4 1.4 1
Level (m/s ²)	0.48 0.45 1.34
Corrected (m/s ²)	0.67 0.63 1.34
Warning level (m/s ²)	1.63 1.34 8h
Maximum level (m/s ²)	0.50 1h 6m28s
Exposure level A(8) is above maximum level	
Type	
Peak factor	
Axis	X Y Z Max
Peak factor	3.33 3.14 3.51 3.51
Peak factor is smaller than 9	
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended	
Type	
VDV	
Axis	X Y Z Max
Weighting	Wd Wd Wk VDVeq
Coefficient	1.4 1.4 1
VDV dose (m/s ^{1.75})	3.15 2.19 7.17
Corrected (m/s ^{1.75})	4.41 3.06 7.17
Warning level (m/s ^{1.75})	7.17 1m34s
Maximum level (m/s ^{1.75})	9.10
VDV level is below warning level	

Табела 8.2.1.1. - Резултати мерења принудних осцилација возила Застава Пт2 са аспекта осцилаторне удобности

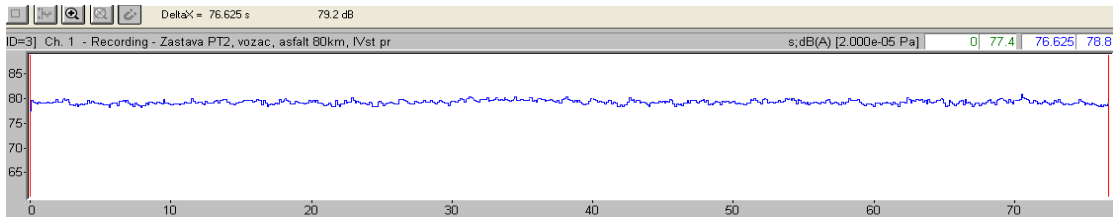
Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	60	0.44	мало неудобно
		80	0.42	мало неудобно
	сувозач	60	0.53	претежно неудобно
		80	0.68	претежно неудобно
	посада	60	0.28	комфорно
		80	0.51	претежно неудобно
Ледине	возач	30	1.17	неудобно
		40	1.36	врло неудобно
	сувозач	30	1.25	неудобно
		40	1.38	врло неудобно
	посада	30	1.23	неудобно
		40	1.35	врло неудобно
Равничарски макадам	возач	30	1.81	врло неудобно
		40	1.87	врло неудобно
	сувозач	30	1.86	врло неудобно
		40	1.89	врло неудобно
	посада	30	1.50	врло неудобно
		40	-	-

Табела 8.2.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности

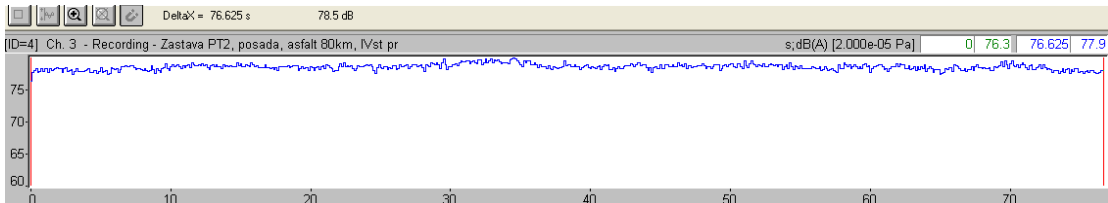
Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	асфалт
Комфор a_v (m/s ²)	Возач	1.36 врло некомфорно	1.87 врло некомфорно	0.44 мало некомфорно
	Сувозач	1.38 врло некомфорно	1.89 врло некомфорно	0.68 претежно некомфорно
	Посада	1.35 врло некомфорно	1.50 врло некомфорно	0.51 претежно некомфорно

На основу критеријума за осцилаторну удобност, вожња на седишту возача или сувозача и осталих путника спада у некомфорну вожњу на стазама испресецане ледине и макадама. Вожња на асфалту за возача и путника на другом реду седишта је мало неудобна. Резултат добијен на мерном месту путника при брзини кретања возила 60 km/h значајно се разликује од осталих резултата и може се сматрати грешком у мерењу.

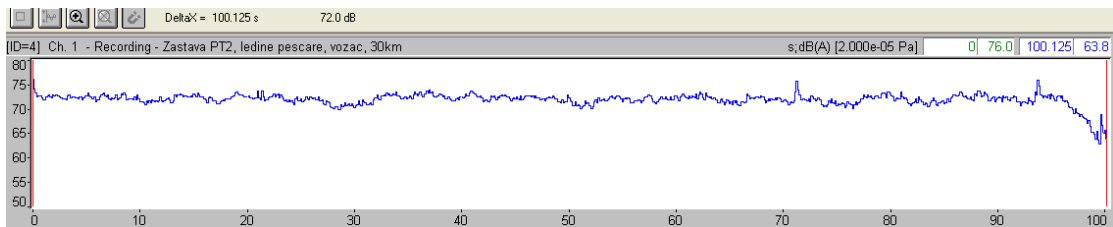
8.2.2 Унутрашња бука



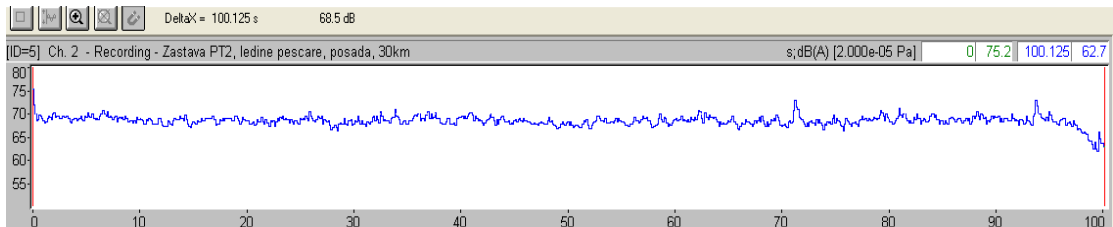
Слика 8.2.2.1 – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт, IV ст. преноса



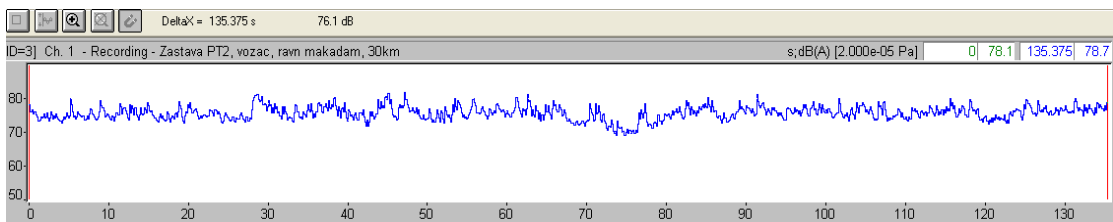
Слика 8.2.2.2 – Седиште посаде, брзина 80 km/h, асфалт, IV ст. преноса



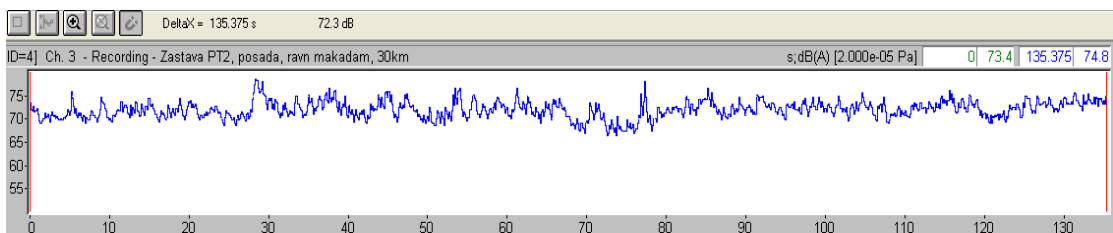
Слика 8.2.2.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина



Слика 8.2.2.4 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, ледина



Слика 8.2.2.5 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.2.2.6 – Седиште посаде, брзина 30 km/h, макадам

При анализи нивоа унутрашње буке у кабини акценат је дат на мерењима на асфалтној подлози у различитим режимима експлоатације возила. Теренски аутомобил Застава Пт-2 уствари представља модификацију прототипа Пт-1, продужавањем кабине возила, тјст. додавањем још једног реда седишта иза возача. Претходним мерењима установљени су исти нивои буке на месту возача и сувозача, па су мерења обављена коришћењем двоканалног микрофонског комплета, истовремено на првом и другом реду седишта. С обзиром да поред брзине кретања изузетно битан фактор представља степен преноса мерења су спроведена у нешто ширем обиму од захтеваних стандардима *ISO 5128* и *COPC 0031*.

Анализом свих измерених нивоа види се да просечна вредност буке у кабини возила при кретању по асфалту износи 75-76 dB(A) стабилном брзином 60 km/h. Повећањем брзине кретања на 80 km/h, вредност измереног еквивалентног нивоа буке достиже 80 dB(A) – заокружено на 1 dB више. У случају кретања возила у III степену преноса стабилном брзином 60 km/h, измерени нивои буке су у интервалу 83-86 dB(A). При тестовима убрзања еквивалентни ниво достиже вредност 82 dB(A) на месту возача.

Табела 8.2.2.1. - Збирни резултати мерења буке у кабини м/в

Застава Пт2		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))		
		Возач	Сувозач	Посада
(km/h)	степен преноса	Стабилне брзине на асфалту		
40				
50				
60	III	85.8		82.4
60	IV		76	74.7
80	IV		79.2	78.5
Стабилна брзина од на испресецаној ледини				
30		72		68.5
40		71.5		69.7
Стабилна брзина од на равничарском макадаму				
20		74.3		69.9
30		76.1		72.3
40				77.4
Убрзавање, IV ст. преноса на асфалту				
40-80	IV	76.7		76
40-90	IV	80.1		79
50-100	IV	82		79.8
50-100	V	76.9		75.8

Очигледно је да су измерени нивои буке у кабини м/в, у другом реду седишта, нешто нижи у односу на први ред (возач – сувозач). Међутим из напред наведеног, јасно је видљиво да је руковаоц изложен изнад граничне вредности коју прописује Директива 2003/10/ЕС (80 dB(A) – доња акциона вредност, када је послодавац обавезан да раднику стави на располагања лична заштитна средства). Еквивалентан ниво буке у кабини возила је и изнад прописане вредности Правилника о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама – Службени лист СФРЈ бр. 21/92 од 80 dB(A) за управљање транспортним средствима. Имајући у виду и критеријуме за штетност по здравље, из добијених резултата се види да би вожња овим теренским возилом требала да буде ограничена према брзини и врсти стазе.

Табела 8.2.2.2. - Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в

Застава Пт-2													
		$a_{eq\ comfort}$ (m/s^2)	$a_{eq\ health}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. exposure	VDV_{eq} (m/s^2)	L_{eq} dB(A)	$a_{eq\ comfort}$ (m/s^2)	$a_{eq\ health}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV_{eq} (m/s^2)	L_{eq} dB(A)
мерно место		возач						сувозач					
Подлога	ν												
Ледина				h min	h min					h min	h min		
	30	1.17	1.26	01 43	09 08	4.49							
	40	1.36	1.48	01 22	07 12	5.05							
Макадам													
	30	1.81	1.93	0 42	03 46	9.67		1.86	2.0	0 41	03 40	8.75	
	40	1.87	2.05	0 43	03 49	14.36							
Асфалт													
III	60						85.8						
IV	60	0.44	0.46	11 22	60 09	1.94		0.53	0.57	08 00	42 17	2.33	76
	80	0.42	0.45	13 30	71 23	1.90		0.68	0.72	04 45	25 06	4.04	79.2
Убрзање	50-100						82						
мерно место		посада											
Подлога	ν												
Ледина				h min	h min								
	30	1.23	1.36	01 44	09 09	4.70							
	40	1.35	1.53	01 31	08 05	4.71							
Макадам													
	30	1.50	1.63	01 06	05 52	7.17							
	40												
Асфалт													
III	60						82.4						
IV	60	0.28	0.32	37 23	98	1.14	74.7						
	80	0.51	0.58	10 32	55 44	2.22	78.5						
Убрзање	50-100						79.8						

8.3 Land Rover Defender 110 GS Soft Top

8.3.1 Принудне осцилације



Слика 8.3.1.1. – Уређај за мерење вибрација седишта

Испитивање ГА на осцилаторну удобност, обављено је вожњом према следећем:

- На стази испрекидане ледине мерења су урађена при брзинама 30 и 40 km/h на максимално оптерећеном возилу (до 3500 t, теретна варијанта) и на возилу за превоз до 8 људи са опремом (до 2800 t, путничка варијанта),
- На стази равничарског макадама мерења су урађена такође при брзинама 30 и 40 km/h на путничком теренском возилу (до 2800 t, путничка варијанта) и
- На асфалту су мерења урађена при брзинама 60 и 80 km/h на неоптерећеном возилу са возачем, сувозачем и путником (3 лица).

У свим случајевима мерење је вршено на мерним местима: возач, сувозач и посада (путници) на левој и десној клупи у товарном сандуку возила. Резултати испитивања дати су у сажетим тест извештајима са становишта комфора и дневне изложености вибрацијама (у односу на праг аларма 0.5 m/s^2 и праг опасности 1.5 m/s^2 по здравље). Како се теретни простор возила може користити или за превоз путника или за превоз терета, дат је осврт на обе варијанте коришћења теренског аутомобила.

File	6 putnicka varijanta 2800t mesto posade ...						
Location							
Start	06-12-11 11:06:43						
End	06-12-11 11:09:53						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s²)	0.69	0.25	1.07				
Corrected (m/s²)	0.97	0.35	1.07	1.49	1.07	8h	
Warning level (m/s²)					0.50	1h44m38s	
Maximum level (m/s²)					1.15	8h13m33s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.16	3.00	3.68	3.68			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVe _q	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s 1.75)	3.54	1.35	5.60				
Corrected (m/s 1.75)	4.96	1.89	5.60	5.60	3m10s		
Warning level (m/s 1.75)				9.10			
Maximum level (m/s 1.75)				21.00			
VDV level is below warning level							

File	6 putnicka varijanta 2800t mesto posade ...						
Location							
Start	06-12-11 11:06:43						
End	06-12-11 11:09:53						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av			
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Level (m/s²)	0.69	0.25	1.07	1.30			
1.25 m/s² <= Aeq <= 2.50 m/s² : very uncomfortable							

Слика 8.3.1.1. – Седишта посаде, брзина 30 km/h, испресецана ледина путн.в.

File	3 Makadam-vozac-celo telo-30-Irig 281220...						
Location							
Start	28-12-11 15:35:34						
End	28-12-11 15:36:56						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s²)	0.25	0.38	1.10				
Corrected (m/s²)	0.35	0.53	1.10	1.27	1.10	8h	
Warning level (m/s²)					0.50	1h38m35s	
Maximum level (m/s²)					1.15	8h41m35s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.91	3.57	3.71	3.91			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVe _q	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s 1.75)	1.08	1.84	4.53				
Corrected (m/s 1.75)	1.51	2.58	4.53	4.53	1m22s		
Warning level (m/s 1.75)				9.10			
Maximum level (m/s 1.75)				21.00			
VDV level is below warning level							

File	3 Makadam-vozac-celo telo-30-Irig 281220...						
Location							
Start	28-12-11 15:35:34						
End	28-12-11 15:36:56						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av			
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Level (m/s²)	0.25	0.38	1.10	1.19			
0.80 m/s² <= Aeq <= 1.60 m/s² : uncomfortable							

Слика 8.3.1.2. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам путничка варијанта

File	4 Makadam-posada-celo telo-30-Irig 28122...						
Location							
Start	28-12-11 15:39:06						
End	28-12-11 15:41:20						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s²)	0.38	0.78	1.91				
Corrected (m/s²)	0.53	1.09	1.91	2.26	1.91	8h	
Warning level (m/s²)					0.50	32m56s	
Maximum level (m/s²)					1.15	2h54m14s	
Exposure level A(8) is above maximum level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.83	3.90	5.78	5.78			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVe _q	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s 1.75)	1.96	5.84	15.10				
Corrected (m/s 1.75)	2.74	8.17	15.10	15.10	2m14s		
Warning level (m/s 1.75)				9.10			
Maximum level (m/s 1.75)				21.00			
VDV level is above warning level							

File	4 Makadam-posada-celo telo-30-Irig 28122...						
Location							
Start	28-12-11 15:39:06						
End	28-12-11 15:41:20						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av			
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Level (m/s²)	0.38	0.78	1.91	2.09			
2.00 m/s² <= Aeq : extremely uncomfortable							

Слика 8.3.1.3. – Седишта посаде, брзина 30 km/h, макадам путничка варијанта

File	Vozac 80 km celo telo.cmg						
Location							
Start	06-01-12 10:42:36						
End	06-01-12 10:45:25						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.15	0.10	0.41				
Corrected (m/s ²)	0.21	0.15	0.41	0.48	0.41	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	11h47m40s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	62h23m35s	
Exposure level A(8) is below warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	5.71	4.29	4.72	5.71			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVeq	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s 1.75)	0.82	0.54	2.48				
Corrected (m/s 1.75)	1.15	0.76	2.48	2.48	2m49s		
Warning level (m/s 1.75)					9.10		
Maximum level (m/s 1.75)					21.00		
VDV level is below warning level							

File	Vozac 80 km celo telo.cmg			
Location				
Start	06-01-12 10:42:36			
End	06-01-12 10:45:25			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.15	0.10	0.41	0.45
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable				

Слика 8.3.1.4. – Седиште возача, брзина 80 km/h, асфалт, путничка варијанта

File	Suvozac 80 km celo telo.cmg						
Location							
Start	06-01-12 11:03:40						
End	06-01-12 11:05:22						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.18	0.09	0.32				
Corrected (m/s ²)	0.25	0.13	0.32	0.43	0.32	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	19h14m48s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	101h48m58s	
Exposure level A(8) is below warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.57	4.00	4.00	4.00			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVeq	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s 1.75)	0.86	0.41	1.57				
Corrected (m/s 1.75)	1.21	0.57	1.57	1.57	1m42s		
Warning level (m/s 1.75)					9.10		
Maximum level (m/s 1.75)					21.00		
VDV level is below warning level							

File	Suvozac 80 km celo telo.cmg			
Location				
Start	06-01-12 11:03:40			
End	06-01-12 11:05:22			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.18	0.09	0.32	0.38
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable				

Слика 8.3.1.5. – Седиште сувозача, брзина 80 km/h, асфалт, путн.в.

File	Posada desno 80 km celo telo.cmg						
Location							
Start	06-01-12 11:00:50						
End	06-01-12 11:02:55						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.07	0.14	0.57				
Corrected (m/s ²)	0.10	0.19	0.57	0.61	0.57	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	6h13m45s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	32h57m8s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.33	4.44	3.85	4.44			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max. VDVeq	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s 1.75)	0.33	0.64	2.81				
Corrected (m/s 1.75)	0.46	0.90	2.81	2.81	2m5s		
Warning level (m/s 1.75)					9.10		
Maximum level (m/s 1.75)					21.00		
VDV level is below warning level							

File	Posada desno 80 km celo telo.cmg			
Location				
Start	06-01-12 11:00:50			
End	06-01-12 11:02:55			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.07	0.14	0.57	0.59
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

Слика 8.3.1.6. – Седишта посаде десно, брзина 80 km/h, асфалт, путн.в.

File	Posada levo 80 km celo telo.cmg					
Location						
Start	06-01-12 10:54:06					
End	06-01-12 10:54:41					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.13	0.21	0.94	1.00	0.94	9h
Corrected (m/s ²)					0.50	2h16m23s
Warning level (m/s ²)					1.15	12h1m30s
Maximum level (m/s ²)						
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Max		
Peak factor	3.33	3.33	4.11	4.11		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.46	0.73	3.60	3.60	35s	
Corrected (m/s ^{1.75})	0.64	1.03	3.60			
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

File	Posada levo 80 km celo telo.cmg					
Location						
Start	06-01-12 10:54:06					
End	06-01-12 10:54:41					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av		
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Level (m/s ²)	0.13	0.21	0.94	0.97		
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable						

Слика 8.3.1.7. – Седишта посаде лево, брзина 80 km/h, асфалт, путн. в.

Табела 8.3.1.1. - Резултати мерења принудних осцилација возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top са аспекта осцилаторне удобности

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	60	0.30	Комфорно
		80	0.45	мало неудобно
	сувозач	60		
		80	0.38	мало неудобно
	посада	60	0.57 0.51	претежно неудобно
		80	0.97 0.59	претежно неудобно
Ледине	возач	30	(1.25)	Неудобно
		40	1.50 (1.65)	врло неудобно
	сувозач	30	(1.23)	Неудобно
		40	1.63 (1.53)	врло неудобно
	посада	30	1.30	Неудобно
		40	2.05	екстремно неудобно
Равничарски макадам	возач	30	1.19	Неудобно
		40	1.27	Неудобно
	сувозач	30		
		40		
	посада	30	2.09	екстремно неудобно
		40	2.46	екстремно неудобно

Табела 8.3.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top

Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	Макадам	асфалт
Комфор a_v (m/s^2)	возач	1.50 веома неудобно	1.27 Неудобно	0.45 мало неудобно
	сувозач	1.63 веома неудобно		0.38 мало неудобно
	путници	2.05 веома неудобно	2.46 екстремно неудобно	0.59 неудобно

На основу критеријума за осцилаторну удобност, вожња на седишту возача или сувозача и осталих путника спада у врло некомфорну вожњу на стазама ледине и макадама. Вожња на асфалту за возача и сувозача је комфорна, док је на месту осталих путника још увек некомфорна. Неповољнији резултати су за путнике, нарочито са леве стране товарног сандука где се јавља и екстремна некомфорност. Имајући у виду и критеријуме за штетност по здравље, из добијених резултата се види да би вожња овим теренским возилом требала да буде ограничена према брзини и врсти стазе.

8.3.2 Унутрашња бука

Мерење буке, истовремено на месту возача (мерно место ММ1) и путника (ММ2), вршено је у току вожње по асфалту, при затвореним прозорима кабине возила, у два циклуса:

- При стабилним брзинама у опсегу од 55 km/h (40% мах брзине) до 115 km/h (80% мах брзине), у V-ом степену преноса,
- При убрзавању од 55 km/h до 105 km/h док се постигне број обртаја од 3150, што је такође било у V-ом степену преноса.

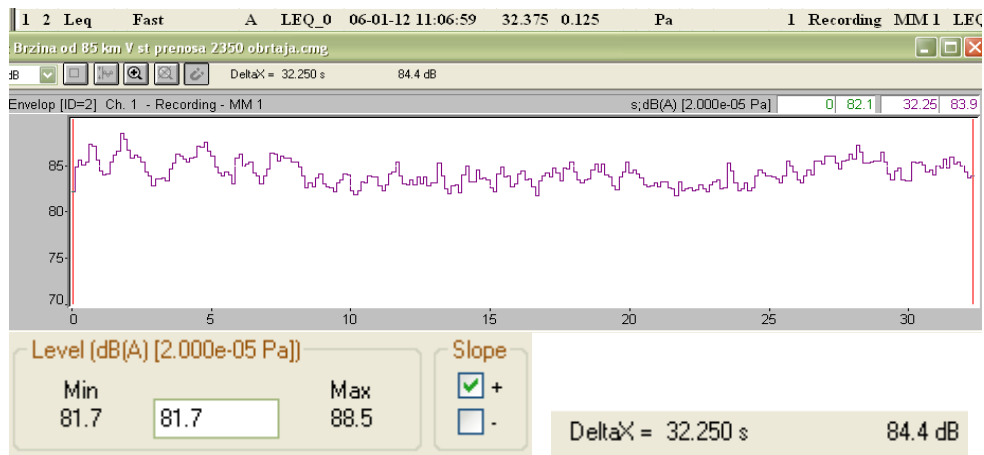
На макадамској стази и испресецаној ледини је урађено више мерења при константним брзинама које су најбоље одговарале терену (30÷40 km/h) и при искљученом и укљученом вентилатору грејања и вентилације кабине, с обзиром да се ради о теренском возилу и реалним условима експлоатације возила.

Мерења су понављана више пута на свим стазама, али су на следећим сликама (8.3.2.2. – до 8.3.2.7.) и у табели 8.3.2.1, због обимности приказани само

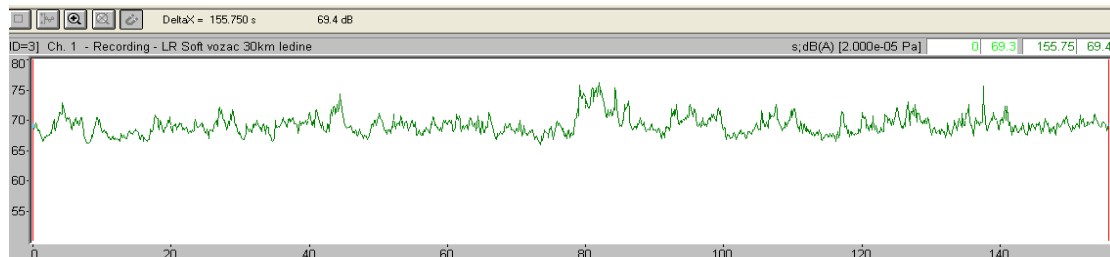
неки еквивалентни нивои буке у dB(A), са описом минимума, максимума и посматраног периода.



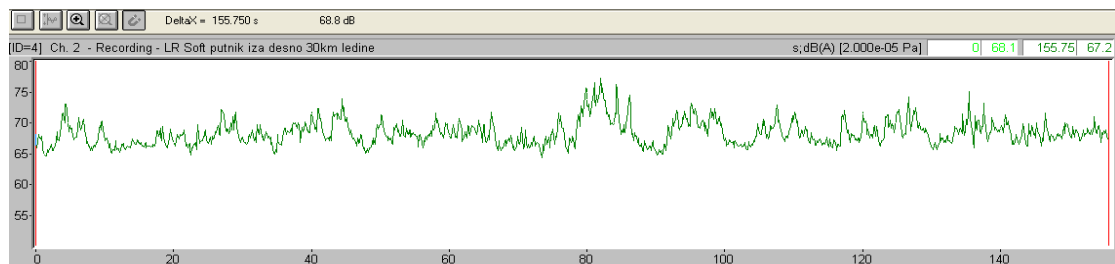
Слика 8.3.2.1. – Мерење буке у кабини возила



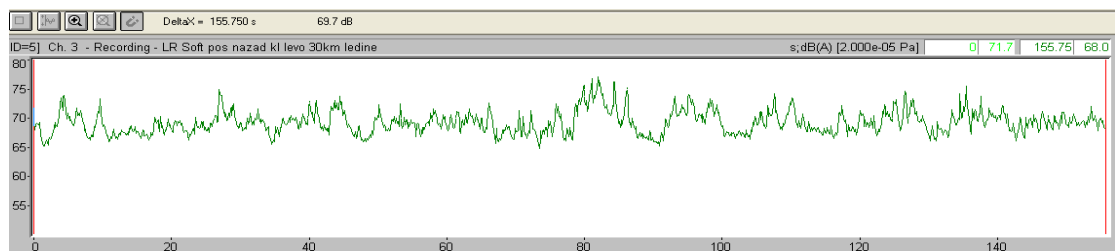
Слика 8.3.2.2. – Измерена бука на месту возача при стабилној брзини 85 km/h, на асфалту, у дужем периоду мерења



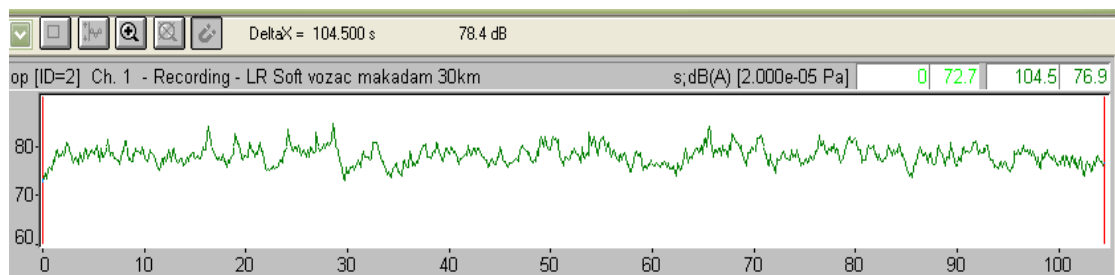
Слика 8.3.2.3. – Измерена бука на месту возача, 30 km/h, ледина



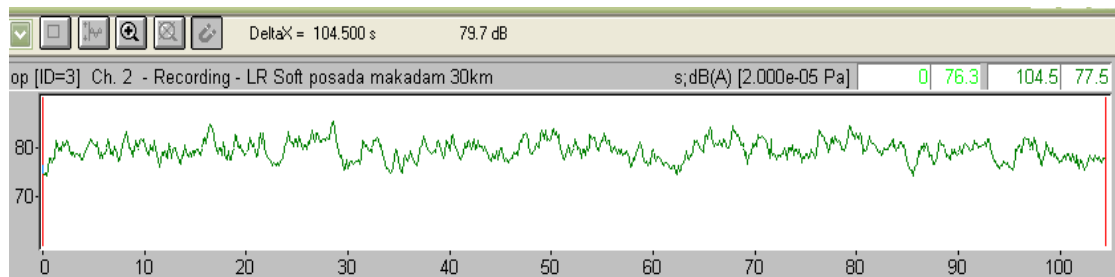
Слика 8.3.2.4. – Измерена бука на месту посаде десно, 30 km/h, ледина



Слика 8.3.2.5. – Измерена бука на месту посаде лево, 30 km/h, ледина



Слика 8.3.2.6. – Измерена бука на месту возача, 30 km/h, макадам



Слика 8.3.2.7. – Измерена бука на месту посаде, 30 km/h, макадам

Табела 8.3.2.1. - Резултати измерене буке возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top

	Мерно место	Ниво буке, L_{eq} (dB(A))		Период мерења, време изложености (sec)
		Vozač	posada	
(km/h) / (o/min)	Стабилне брзине на асфалту, у V ст. Преноса			
53/ 1500		69.9	71.5	16.5
65/ 1750		72.3	74.4	17.5
75/ 2050		74.4	77.1	18.5
85/ 2350		77.2	80.3	17.5
95/ 2550		79.1	81.8	17.3
105/ 2900		82.7	84.6	17.1

Стабилна брзина на испресецању ледина				
30		69.4	69.7	
40		73.3	72.8	
Стабилна брзина од на равничарском макадаму				
30		78.4	79.7	
40		82.5	82.6	
Убрзавање 55÷ 115 km/h, т.ј. до 3150 o/min, V ст. преноса на асфалу				
		82		15.5
	посада л.		83.7	23.375
	посада д.		84.2	15.5

Анализом свих измерених нивоа буке види се да у случају вожње по асфалу стабилном брзином 80 km/h вредност износи 76 dB(A). Највиши измерени нивои (83 dB) су регистровани на макадамској подлози при брзини кретања возила 40 km/h. Очигледно је да је на местима путника у возилу бука израженија.

На основу измерених резултата нивоа унутрашње буке, овај тип теренског возила припада групи веома бучних возила.

Табела 8.3.2.2. - Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в

Теренско возило	<i>Land Rover Defender 110 GS Soft Top путничка варијанта</i>												
		$a_{eq\ comfort}$ (m/s^2)	$a_{eq\ health}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. exposure	VDV _{eq} (m/s^2)	L_{eq} dB(A)	$a_{eq\ comfort}$ (m/s^2)	$a_{eq\ health}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV _{eq} (m/s^2)	L_{eq} dB(A)
мерно место		Возач						Сувозач					
Подлога	V												
Ледина				h min	h min					h min	h min		
тер. вар.	30	1.25	1.45	01 59	10 32	4.37	69.4	1.23	1.45	02 12	11 41	4.86	
	40	1.50	1.78	01 34	08 15	5.87	73.3	1.63	1.93	01 17	06 48	5.53	
Макадам													
	30	1.19	1.27	01 39	08 42	4.53	78.4						
	40	1.27	1.33	01 24	07 24	5.42	82.5						
асфалт													
IV	60	0.30	0.33	29 15	154 42	1.33							
	80	0.45	0.48	11 48	62 24	2.48	80.3	0.38	0.43	19 15	101 49	1.57	
убрзање	50-100												
мерно место		посада лево						посада десно					
Подлога	V												
Ледина				h min	h min					h min	h min		
	30	1.30	1.49	01 45	09 14	5.60	69.7						68.8
	40	2.05	2.43	00 38	03 23	9.16	72.8						72.6
макадам													
	30	2.09	2.26	00 33	02 54	15.1							79.7
	40	2.46	2.62	00 23	02 03	18.74							82.6
асфалт													
IV	60	0.57	0.59	06 50	36 11	2.82	74.4	0.51	0.53	08 22	44 14	2.44	
	80	0.97	1.0	02 16	12 01	3.60		0.59	0.61	06 14	32 57	2.81	
убрзање	55-115						83.7						84.2

8.3.3 Ефикасност грејања

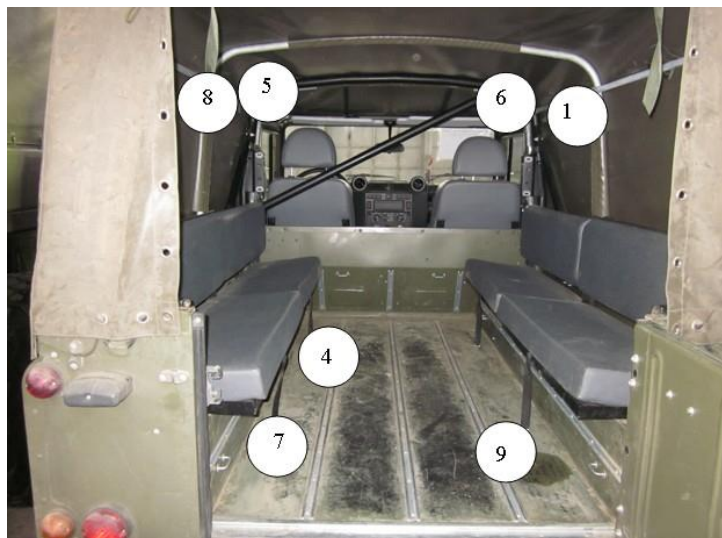
Утврђивање ефикасности система за грејање корисног простора (возачка кабина и товарни простор) теренског аутомобила Land Rover Defender 110 GS Soft Top је обављено у хладној комори на температури од -16°C . У возачкој кабини су постављена три температурска давача на месту сувозача. Један у висини главе, други у висини колена и трећи у висини стопала сувозача. Распоред давача постављених у кабини теренског моторног возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top шематски је приказан на слици 8.3.3.1. Поред ових давача у простору између возачког и сувозачког седишта постављен је и интегрисани сензорски давач ММ0023 који је повезан на инструмент COMFORT METER TYPE 1212 Brüel & Кјаер.

У товарном делу возила постављено је још седам температурских давача. Четири давача су постављена у висини главе (за четири члана посаде који седе и сваком углу товарног дела), и три давача су постављена у висини стопала три члана посаде (0,1m од пода). Сви давачи повезани су на мерни инструмент Fluke 2166.



Слика 8.3.3.1. – Шема мерних места у возачкој кабини

Шематски распоред давача постављених у задњем делу кабине теренског моторног возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top приказан је на слици 8.3.3.2. За време испитивања вршено је мерење са оба инструмента, а добијени резултати су приказани у Табелама 8.3.3.1 и 8.3.3.2.



Слика 8.3.3.2. – Шема мерних места у товарном простору

У табели 8.3.3.1 дате су измерене вредности добијене дигиталним термометром Fluke 2166 АК. У Табели 8.3.3.2 су дати добијени подаци са давача ММ0023.

Табела 8.3.3.1. - Измерене температуре помоћу Fluke 2166 АК

Старт (min)	МЕРНА МЕСТА									
	Кабина Сувозач			Кабина						
				сувозач		сувозач		сувозач	Сувозач	
	глава 1(°C)	колена 2(°C)	ноге 3(°C)	глава 5(°C)	ноге 4(°C)	глава 8(°C)	ноге 7(°C)	глава 6(°C)	глава 10(°C)	ноге 9(°C)
-15	-15	-16	-15	-17	-15	-16	-15	-16	-15	-16
5	-3	-7	-11	-12	-16	-13	-16	-12	-12	-16
10	2	-2	-5	-7	-13	-8	-10	-11	-10	-14
15	9	5	2	-3	-9	-6	-8	-6	-8	-11
20	12	8	4	3	-7	-3	-9	1	-5	-11
25	15	11	6	5	-6	1	-9	2	-2	-9
30	16	13	8	7	-3	3	-7	5	0	-7
35	17	14	10	9	0	4	-4	5	1	-5
40	17	15	11	10	1	6	-2	7	2	-3
45	17	15	12	10	1	7	-2	8	3	-3
50	18	16	12	11	2	9	0	8	5	-1
55	18	16	13	12	3	9	-1	10	6	-1
60	19	16	13	13	2	10	1	11	8	1
65	20	17	13	13	3	10	2	11	8	1
70	21	17	13	14	3	11	2	12	9	2
75	22	18	14	14	4	11	3	12	10	1
80	22	19	14	13	4	12	2	13	10	1
85	22	20	15	14	4	12	2	13	10	2
90	22	20	15	14	4	12	3	13	11	2

Табела 8.3.3.2. - Измерена темп. угодност са давачем MM0023

	Oper. temp	Comp. Temp	Dif. Temp	PMV	PPD
Старт (min)	-3.1	23.8	24.1	-7.2	20
5	-8.5	23.8	24.1	-7.2	20
10	-3.6	23.8	24.2	-7.2	20
15	-1.4	23.8	24.2	-7.2	20
20	0.4	23.8	24.3	-7.2	20
25	1.4	23.8	21.6	-7.2	20
30	2.1	23.8	21.3	-7.2	20
35	2.9	23.8	20.5	-7.2	20
40	4.7	23.8	19.6	-7.2	20
45	6.1	23.8	18.4	-7.2	20
50	14.3	23.8	16.1	-7.2	20
55	8.8	23.8	1.4	-7.2	20
60	9.3	23.8	-7.2	-7.2	20
65	9.7	23.8	-7.1	-7.2	20
70	10.5	23.8	-5.1	-5.7	20
75	11.4	23.8	5.6	-5.1	20
80	11.8	23.8	10.1	-4.4	20
85	12.6	23.8	4.2	-5.3	20
90	14.9	23.8	10.2	-4.6	20

Из резултата добијених испитивањем теренског моторног возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top у условима снижене температуре (-16°C), види се да остварени микроклиматски услови нису задовољили захтеве стандарда СОРС 0114/87 и СОРС 8419/02. За време испитивања од 90 минута није испуњен услов постизања комфорности од 16°C . Температура комфора од 16°C је остварена само на мерном месту главе сувозача, док је најнижа температура од 2°C измерена на месту ноге члана посаде у товарном делу возила. Из претходне табеле се може закључити да није задовољен ни услов максималне дозвољене неравномерности распореда температуре од 10°C .

Очекивано, возило са церадом се показало као некомфорно у погледу ефикасности грејања. У товарном простору, који може да се користи и за превоз људи нису реализовани изводи вентилационог система. Циљна температура од 16°C на месту главе сувозача постиже се за 30 min, рада возила, али у пределу ногу истовремено температура не прелази 10°C . Брзина струјања ваздуха на местима глава возача и сувозача не прелази 0,2 m/s. Просечну температуру од 16°C систем за грејање остварује у возачком простору за 60 min. рада. Међутим на местима чланова посаде у товарном простору, комфор у погледу грејања је незадовољавајући, што вероватно није била ни циљна поставка произвођача.

8.4 Land Rover Defender 110 GS Hard Top

8.4.1 Принудне осцилације

Теренски аутомобил Land Rover Defender 110 GS Hard Top је опремљен са три реда седишта унутар кабине возила. Трећи ред седишта представљају два помоћна расклопива седишта смештена у товарном простору теренског аутомобила. Ради лакшег прегледа добијених резултата нивоа буке и вибрација други ред седишта је означен са „посада 2“, а трећи са „посада 3“. Мерења на макадамској стази на Иришкој висоравни су извршена при кретању возила у другом и трећем степену преноса.

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.35	0.33	1.10				
Corrected (m/s ²)	0.50	0.46	1.10	1.29	1.10	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	1h39m 4s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	8h44m 6s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Peak factor							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	4.14	3.55	3.68	4.14			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
VDV							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.75	1.79	5.28				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.45	2.50	5.28	5.28	2m36s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.4.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), макадам

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.30	0.33	1.80				
Corrected (m/s ²)	0.42	0.46	1.80	1.80	1.60	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	42m 8s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	3h42m57s	
Exposure level A(8) is above maximum level							
Peak factor							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.82	3.82	3.75	3.82			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
VDV							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.48	1.65	7.85				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.07	2.31	7.85	7.85	2m24s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.4.1.2. – Седиште посаде 2, брзина 30 km/h (2), макадам

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Level Overall			
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0.35	0.33	1.10	1.20			
0,80 m/s ² <= Aeq <= 1,60 m/s ² : uncomfortable							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Type	Machine						
Axis	X	Y	Z	Level Overall			
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0.30	0.33	1.80	1.75			
1,25 m/s ² <= Aeq <= 2,50 m/s ² : very uncomfortable							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	A(8)		
Coefficient	1,4	1,4	1				
Level (m/s ²)	0,43	0,41	1,27				
Corrected (m/s ²)	0,60	0,58	1,27	1,52	1,27	8h	
Warning level (m/s ²)					0,50	1h14m 2s	
Maximum level (m/s ²)					1,15	6h31m 40s	
Exposure level A(8) is above maximum level							
Peak factor							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3,95	3,82	3,68	3,95			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
VDV							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1,4	1,4	1				
VDV dose (m/s ^{1,75})	2,11	2,24	6,22		6,22	2m31s	
Corrected (m/s ^{1,75})	2,95	3,14	6,22				
Warning level (m/s ^{1,75})					9,10		
Maximum level (m/s ^{1,75})					21,00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.4.1.3. – Седиште посаде 3, брзина 30 km/h (2), макадам

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	A(8)		
Coefficient	1,4	1,4	1				
Level (m/s ²)	0,32	0,49	0,96	1,26	0,96	8h	
Corrected (m/s ²)	0,44	0,69	0,96				
Warning level (m/s ²)					0,50	2h10m 45s	
Maximum level (m/s ²)					1,15	1h13m 44s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Peak factor							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3,64	3,55	3,72	3,72			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
VDV							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1,4	1,4	1				
VDV dose (m/s ^{1,75})	1,69	2,51	4,76		4,76	2m30s	
Corrected (m/s ^{1,75})	2,36	3,51	4,76				
Warning level (m/s ^{1,75})					9,10		
Maximum level (m/s ^{1,75})					21,00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.4.1.4. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), испресецана ледина

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	A(8)		
Coefficient	1,4	1,4	1				
Level (m/s ²)	0,60	0,50	1,04	1,51	1,04	8h	
Corrected (m/s ²)	0,83	0,70	1,04				
Warning level (m/s ²)					0,50	1h30m 41s	
Maximum level (m/s ²)					1,15	9h 45m 33s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Peak factor							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3,14	3,53	3,82	3,82			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
VDV							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1,4	1,4	1				
VDV dose (m/s ^{1,75})	3,22	2,48	5,15		5,15	2m 40s	
Corrected (m/s ^{1,75})	4,51	3,47	5,15				
Warning level (m/s ^{1,75})					9,10		
Maximum level (m/s ^{1,75})					21,00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.4.1.5. – Седиште посаде 2, брзина 30 km/h (2), испресецана ледина

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0,43	0,41	1,27	1,40			
1,25 m/s ² <= Aeq <= 2,50 m/s ² : very uncomfortable							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0,32	0,49	0,96	1,12			
0,80 m/s ² <= Aeq <= 1,60 m/s ² : uncomfortable							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0,60	0,50	1,04	1,30			
1,25 m/s ² <= Aeq <= 2,50 m/s ² : very uncomfortable							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Export #	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	Aeq		
Coefficient	1,4	1,4	1				
Level (m/s ²)	0,75	0,58	1,36				
Corrected (m/s ²)	1,05	0,82	1,36	1,50	1,36	81	
Warning level (m/s ²)					0,50	115m.3s	
Maximum level (m/s ²)					1,15	5144m.11s	
Export # level (Aeq) is below warning level							
Peak factor							
Machine	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3,25	3,57	3,61	3,61			
Peak factor is smaller than 5							
According to standard 2631-1, Aeq assessment is recommended							
VDV							
Machine	X	Y	Z	Max.	Export #		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1,4	1,4	1				
VDV dose (m/s ^{1,75})	4,16	2,98	5,76		2m.39s		
Corrected (m/s ^{1,75})	5,92	4,17	5,76	5,76	3,10		
Warning level (m/s ^{1,75})					21,00		
Maximum level (m/s ^{1,75})					21,00		
VDV level is below warning level							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall			
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0,75	0,58	1,36	1,86			
1,25 m/s ² <= Aeq <= 2,50 m/s ² : very uncomfortable							

Слика 8.4.1.6. – Седиште посаде 3, брзина 30 km/h (2), испресецана ледина

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Export #	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	Aeq		
Coefficient	1,4	1,4	1				
Level (m/s ²)	0,08	0,12	0,23	0,30	0,23	81	
Corrected (m/s ²)	0,11	0,17	0,23		0,50	26125m.53s	
Warning level (m/s ²)					1,15	208135m.35s	
Maximum level (m/s ²)							
Export # level (Aeq) is below warning level							
Peak factor							
Machine	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	2,50	3,33	4,12	4,12			
Peak factor is smaller than 5							
According to standard 2631-1, Aeq assessment is recommended							
VDV							
Machine	X	Y	Z	Max.	Export #		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1,4	1,4	1				
VDV dose (m/s ^{1,75})	0,29	0,47	0,87	0,87	53s		
Corrected (m/s ^{1,75})	0,40	0,56	0,87		3,10		
Warning level (m/s ^{1,75})					21,00		
Maximum level (m/s ^{1,75})					21,00		
VDV level is below warning level							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall			
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0,08	0,12	0,23	0,27			
Aeq <= 0,32 m/s ² : not at all uncomfortable							

Слика 8.4.1.7. – Седиште возача, брзина 80 km/h (5), асфалт

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Export #	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	Aeq		
Coefficient	1,4	1,4	1				
Level (m/s ²)	0,07	0,09	0,27	0,31	0,27	81	
Corrected (m/s ²)	0,10	0,13	0,27		0,50	26113m.16s	
Warning level (m/s ²)					1,15	143417m.24s	
Maximum level (m/s ²)							
Export # level (Aeq) is below warning level							
Peak factor							
Machine	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	2,50	2,86	5,00	5,00			
Peak factor is smaller than 5							
According to standard 2631-1, Aeq assessment is recommended							
VDV							
Machine	X	Y	Z	Max.	Export #		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1,4	1,4	1				
VDV dose (m/s ^{1,75})	0,24	0,30	1,02	1,02	32s		
Corrected (m/s ^{1,75})	0,33	0,41	1,02		3,10		
Warning level (m/s ^{1,75})					21,00		
Maximum level (m/s ^{1,75})					21,00		
VDV level is below warning level							

File	Za doktorat makadam asfalt ledina.omg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall			
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0,07	0,09	0,27	0,29			
Aeq <= 0,32 m/s ² : not at all uncomfortable							

Слика 8.4.1.8. – Седиште посаде 2, брзина 80 km/h (5), асфалт

File	Za doktorat makadam asphalt jedina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)	Aeq		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.22	0.18	0.36				
Corrected (m/s ²)	0.31	0.25	0.36	0.54	0.36	81	
Warning level (m/s ²)					0.50	151.41m54z	
Maximum level (m/s ²)					1.18	831.2m.43z	
Exposure level (Aeq) is below warning level							
Peak factor							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.			Max.
Peak factor	3.33	3.13	3.46	3.46			3.46
Peak factor is smaller than 5							
According to Standard 2631-1, Aeq assessment is recommended							
VDV							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.83	0.75	1.33	1.33	41z		
Corrected (m/s ^{1.75})	1.16	1.06	1.33	3.10			
Warning level (m/s ^{1.75})				2.100			
Maximum level (m/s ^{1.75})							
VDV level is below warning level							

File	Za doktorat makadam asphalt jedina.cmg						
Location							
Start	10.29.12 11:33:42						
End	10.31.12 13:43:58						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Operator							
Measurement location							
aw (weighted WB)							
Machine							
Axis	X	Y	Z	Level Overall	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	Whole body (av)			
Level (m/s ²)	0.22	0.18	0.36	0.46			
0,32 m/s ² <= Aeq <= 0,63 m/s ² : slightly uncomfortable							

Слика 8.4.1.9. – Седиште посаде 3, брзина 80 km/h (5), асфалт

Табела 8.4.1.1. - Резултати мерења принудних осцилација возила Land Rover Defender 110 GS Hard Top у односу на комфор

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно тројно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	60	0.22	комфорно
		80	0.27	комфорно
	сувозач	60		
		80		
	посада 2	60	0.25	комфорно
		80	0.29	комфорно
посада 3	60	0.48	мало неудобно	
	80	0.46	мало неудобно	
Ледине	возач	30	1.12	неудобно
		40	1.29	врло неудобно
	сувозач	30		
		40		
	посада 2	30	1.30	врло неудобно
		40	1.61	врло неудобно
	посада 3	30	1.66	врло неудобно
		40	2.10	екстремно неудобно
Равничарски макадам	возач	30	1.20	
		40 (50)	1.22 (1.28)	неудобно (врло неудобно)
	сувозач	30		
		40	1.05	неудобно
	посада 2	30	1.75	врло неудобно
		40 (50)	1.95 (1.95)	врло неудобно
	посада 3	30	1.40	врло неудобно
		40 (50)	1.39 (1.48)	врло неудобно

Табела 8.4.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности

Параметар	Мерно место	Стаза		
		ледина	макадам	Асфалт
Комфор a_v (m/s^2)	возач	1.29 врло некомфорно	1.28 врло некомфорно	0.27 комфорно
	путници	2.10 екстремно некомфорно	1.95 врло некомфорно	0.48 мало некомфорно

Табела 8.4.1.3. - Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в

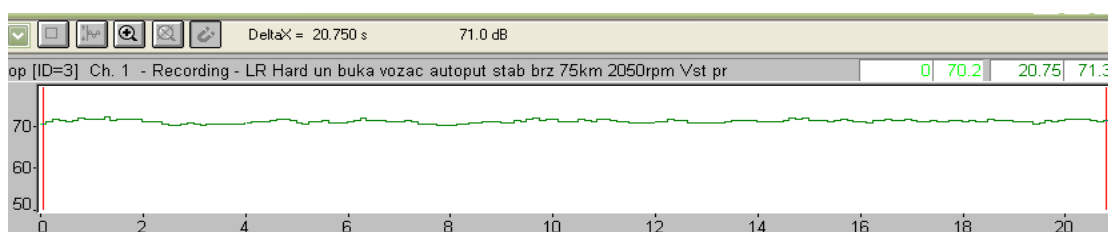
Теренско возило	<i>Land Rover Defender 110 GS Hard Top</i>										
		a_{eq} comfort (m/s^2)	a_{eq} health (m/s^2)	Warning exposure	Max. exposure	VDV_{eq} (m/s^2)	a_{eq} comfort (m/s^2)	a_{eq} health (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV_{eq} (m/s^2)
мерно место		Возач					Сувозач				
Подлога	v										
Ледина				h min	h min				h min	h min	
	30	1.12	1.26	02 10	11 32	4.76					
	40	1.29	1.48	01 47	09 26	4.92					
Макадам											
	30	1.20	1.29	01 39	08 44	5.28					
	40	1.22	1.31	01 37	08 32	4.90	1.05	1.14	02 17	12 07	3.82
Асфалт											
	60	0.22	0.24	52 34	278 04	0.83					
	80	0.27	0.30	39 26	208 36	0.87					
мерно место		посада 2					посада 3				
Подлога	V										
Ледина				h min	h min				h min	h min	
	30	1.30	1.51	01 51	09 45	5.15	1.66	1.90	01 05	05 44	6.76
	40	1.61	1.92	01 24	07 25	5.86	2.10	2.54	00 46	04 06	8.40
Макадам											
	30	1.75	1.90	00 42	03 43	7.95	1.40	1.52	01 14	06 32	6.22
	40	1.95	2.01	00 34	02 59	8.35	1.39	1.56	01 23	07 18	6.09
Асфалт											
	60	0.25	0.27	39 39	209 47	0.87	0.48	0.55	13 56	73 42	1.38
	80	0.29	0.31	28 13	149 17	1.02	0.46	0.54	15 42	83 03	1.33

Табела 8.4.1.4. - Компарација резултата мерења вибрација у кабинама м/в

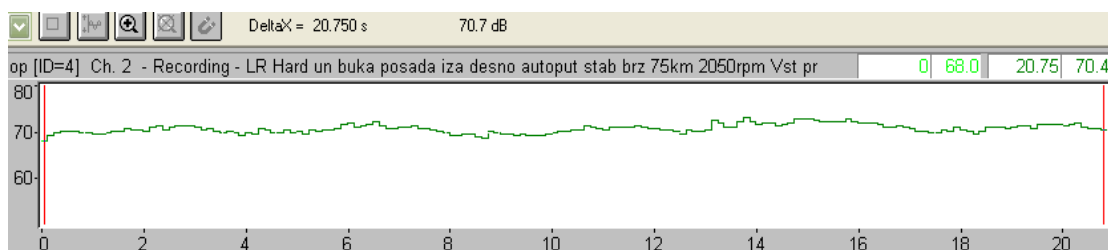
Параметар	Land Rover	мерно место	Стаза					
			ледина $v=40$ km/h		макадам $v=40$ km/h		асфалт $v=80$ km/h	
a_v (m/s^2)	Soft Top	Возач	1.50	VU	1.27	VU	0.45	slightly U
		посада	2.05	EU	2.46	EU	0.97	U
	Hard Top	возач	1.29	VU	1.28	U	0.27	C
		посада	2.10	EU	1.95	VU	0.48	slightly U

На основу критеријума за осцилаторну удобност, вожња на седишту возача или сувозача и осталих путника спада у врло некомфорну вожњу на стазама ледине и макадама, за оба типа возила. Вожња на асфалту је очекивано комфорнија у возилу Defender 110 Hard Top, због употребе пнеуматика који су прикладнији за вожњу по асфалтној подлози, као и због уграђеног „мекшег вешања“ у односу на 110 Soft Top.

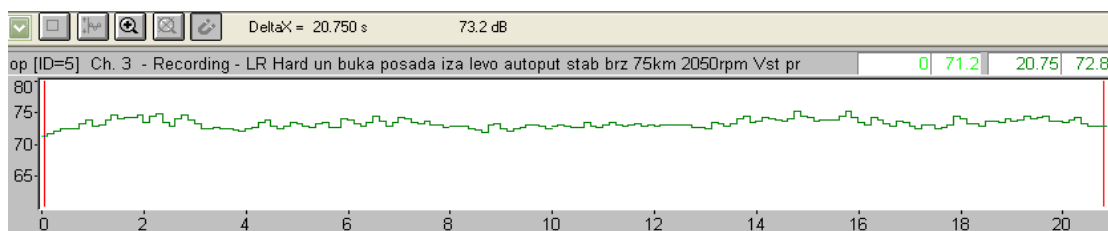
8.4.2 Унутрашња бука



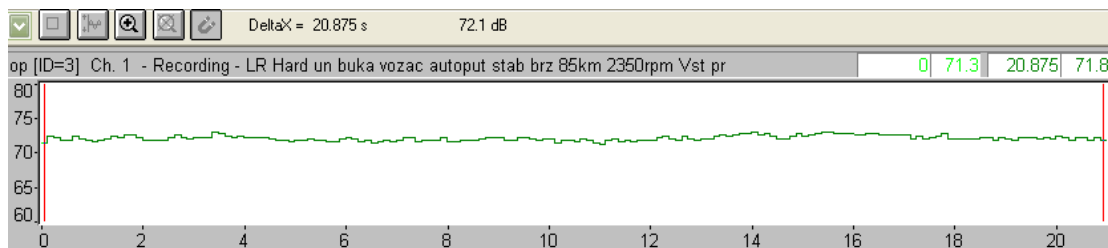
Слика 8.4.2.1. – Седиште возача, брзина 75 km/h (5), асфалт



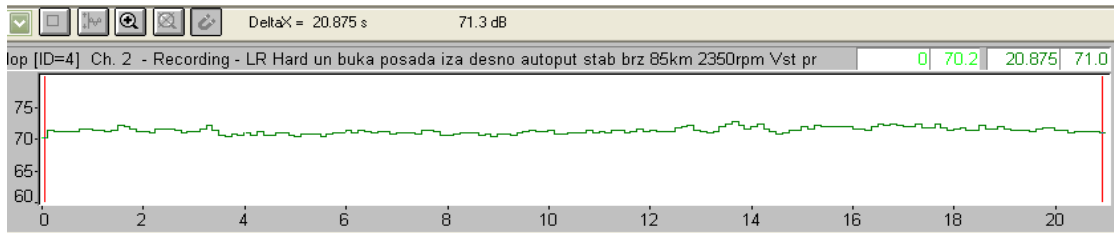
Слика 8.4.2.2. – Седиште посаде2, брзина 75 km/h (5), асфалт



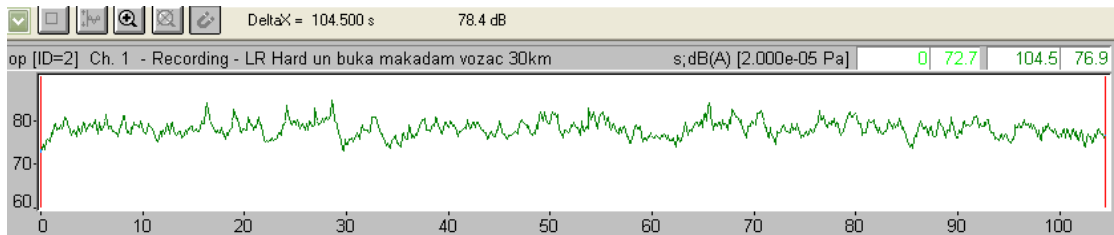
Слика 8.4.2.3. – Седиште посаде3, брзина 75 km/h (5), асфалт



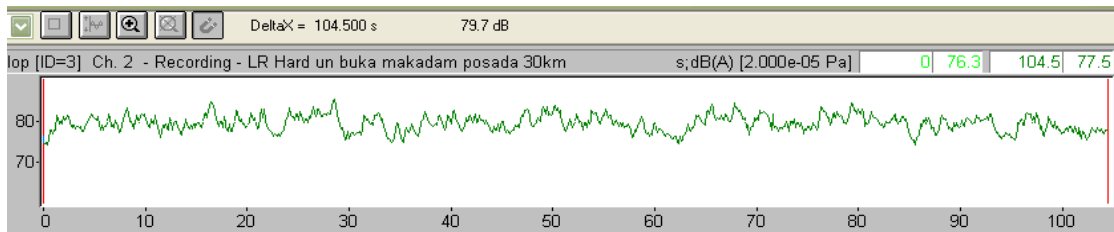
Слика 8.4.2.4. – Седиште возача, брзина 85 km/h (5), асфалт



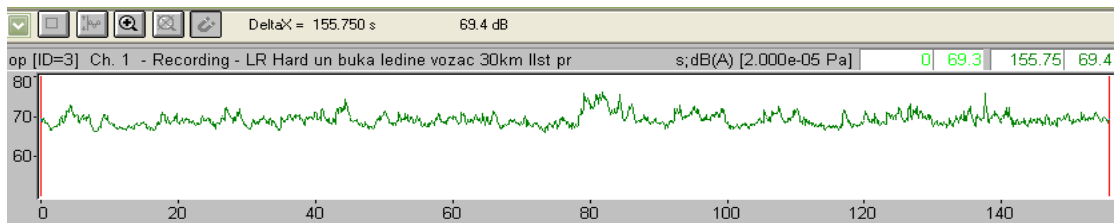
Слика 8.4.2.5. – Седиште посаде2, брзина 85 km/h (5), асфалт



Слика 8.4.2.6. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), макадам



Слика 8.4.2.7. – Седиште посаде2, брзина 30 km/h (2), макадам



Слика 8.4.2.8. – Седиште возача, брзина 30 km/h (2), ледина



Слика 8.4.2.9. – Седиште посаде2, брзина 30 km/h (2), ледина



Слика 8.4.2.10. – Седиште посаде3, брзина 30 km/h (2), ледина

Табела 8.4.2.1. - Збирни резултати мерења буке у кабини м/в

Defender 110 Hard Top		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))					
		Возач		Сувозач		Посада	
(km/h)	ст. преноса	Стабилне брзине на асфалту					
55	V	67.7		66.9		68	
65	V	73.3		70.8		74.7	
75	V	71		70.7		73.2	
85	V	72.1		71.3		74	
95	V	74.2		73.6		76.4	
105	V	75.7		75.3		77.6	
115	V	77.4		76.3		78.8	
Стабилна брзина од на испресецаој ледини							
30		69.4		68.8		69.7	
40		73.3		72.6		72.8	
Стабилна брзина од на равничарском макадаму							
30		78.4		79.7		81.2	
40		80.6		82.5			
Убрзавање, IV ст. преноса на асфалту							
55-115	V	76		74.9		76.6	
				76.1		77.6	
				75.3		76.7	

8.4.3 Ефикасност грејања

Табела 8.4.3.1. - Резултати мерења ефикасности грејања у кабини м/в

t (min)	Путнички простор							Путнички простор						Товарни простор		
	Возач				Сувозач			II ред иза возача			II ред иза сувозача			(центар)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
10	5	-1	-1	4	-1	0	-15	-16	-10	-14	-15	-9	-14	-13	-7	
15	10	7	7	11	6	8	12	-6	-9	11	1	-9	10	0	1	
20	16	8	13	14	9	12	15	2	-6	16	1	-5	17	2	9	
25	18	12	15	16	12	13	17	7	-6	18	5	-5	18	5	12	
30	19	15	16	19	14	16	18	10	-5	19	8	-5	20	9	15	
35	22	17	18	21	15	18	20	12	-2	20	9	-3	20	13	17	
40	25	17	17	24	17	18	22	13	-1	22	14	0	23	15	18	
45	26	19	19	24	18	19	23	13	0	24	16	2	24	17	19	
50	26	20	19	25	18	19	23	14	0	24	16	2	25	17	20	
55	27	21	21	26	19	20	24	14	1	25	16	3	25	18	20	
60	28	21	21	27	19	20	24	15	3	25	17	4	26	18	21	

Из претходне табеле се може видети да температура на излазу вентилационог система у кабини возила максимално достиже вредност од 60°C, што обезбеђује уз брзину струјања ваздуха од 0,2 m/s на местима глава возача и сувозача релативно високе измерене температуре на тој вертикалној позицији (од 21°C до 28°C).

Међутим на местима стопала чланова посаде у истом временском интервалу измерене температуре су варирале у интервалу (-3°C до $+4^{\circ}\text{C}$), што представља изузетно велику температурну разлику. Средњу вредност температуре од $+16^{\circ}\text{C}$, у возачком простору, систем за грејање обезбеђује за 30 мин. рада. Међутим, на местима другог реда седишта у путничком простору, температуре на нивоу стопала су екстремно ниске а вертикална температурна разлика незадовољавајућа.

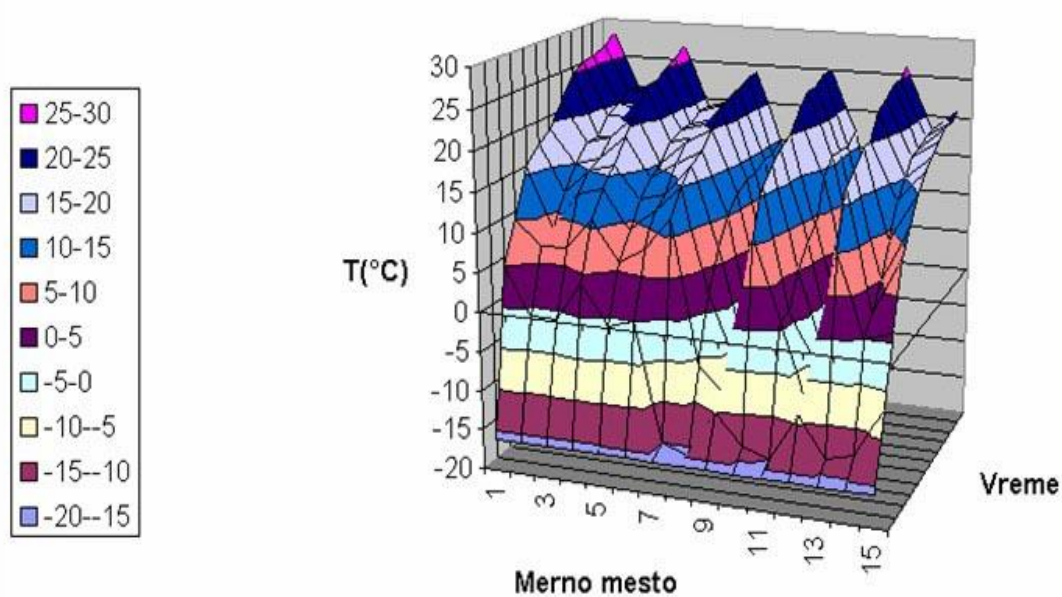


Слика 8.4.3.1. – Приказ возила у хладној комори и мерних места у кабини

Током опита је извршена промена режима вентилације и уместо рецикулације унутрашњег ваздуха, уведен је доток спољњег. Ни у овом случају нису добијене равномерније расподеле температура на вертикално најнижем нивоу мерења.

По критеријумима стандарда СОРС 8419 нису испуњени параметри топлотне угодности, јер у времену од највише 60 минута од почетка загревања испитног простора нису остварени.

- Индекс PMV: $-0,5 \leq \text{PMV} \leq +0,5$, (остварено +2)
- Индекс PPD: $\text{PPD} \leq 10 \%$, (остварено 15%)
- Неравномерност распореда температуре: $\Delta t \leq 5^{\circ}\text{C}$, (остварено $\Delta t=26^{\circ}\text{C}$)



Слика 8.4.3.2. – Распоред температура у корисном простору теренског аутомобила

Добијени резултати мерења упућују да је на овом типу возила за потребе Војске Србије потребно извршити модификацију система за грејање, увођењем каналица у висини пода возила, које би топао ваздух дистрибуирале у задњи део кабине (Hard Top).

8.5 Pinzgauer

Теренски аутомобил PINZGAUER 710K је намењен за превоз људства и терета у различитим теренским условима. Испитни примерак возила је модификована варијанта основног возила, јер је у путничком простору изведен интегрисани систем везе и радни простор за два оператора за радио комуникацију и њиховог командира. Због ове чињенице нарочита пажња приликом извођења мерења, је била усмерена на утицај буке у кабини возила на несметану комуникацију оператора на радним местима.

8.5.1 Принудне осцилације

File	Autoput PINZ vozac 75km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 08:54:17						
End	19-09-13 08:55:25						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.10	0.06	0.33				
Corrected (m/s ²)	0.13	0.09	0.33	0.37	0.33	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	18h 1m49s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	95h22m51s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	2.46	1.65	6.07			8h	
Exposure level A(8) is below warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max			
Peak factor	3.33	5.00	4.72	5.00			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2831-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.41	0.26	1.49				
Corrected (m/s ^{1.75})	0.58	0.37	1.49	1.49	1m 8s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	Autoput PINZ vozac 75km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 08:54:17						
End	19-09-13 08:55:25						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	av			
Level (m/s ²)	0.10	0.06	0.33	0.35			
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable							

Слика 8.5.1.1. – Седиште возача, брзина 75 km/h (5), асфалт

File	Autoput PINZ posada 75km V st pr.cmg						
Location							
Start	19-09-13 16:34:21						
End	19-09-13 16:35:23						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.13	0.12	0.44				
Corrected (m/s ²)	0.18	0.16	0.44	0.50	0.44	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	10h31m57s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	55h43m 5s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	3.35	2.94	7.95			8h	
Exposure level A(8) is below warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max			
Peak factor	4.29	3.33	4.64	4.64			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2831-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.70	0.46	2.41				
Corrected (m/s ^{1.75})	0.99	0.64	2.41	2.41	1m 2s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	Autoput PINZ posada 75km V st pr.cmg						
Location							
Start	19-09-13 16:34:21						
End	19-09-13 16:35:23						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	av			
Level (m/s ²)	0.13	0.12	0.44	0.47			
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable							

Слика 8.5.1.2. – Седиште посаде, брзина 75 km/h (5), асфалт

File	Makadam PINZ vozac 30km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 10:36:54						
End	19-09-13 10:38:16						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.21	0.27	1.00				
Corrected (m/s ²)	0.29	0.38	1.00	1.11	1.00	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	1h59m57s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	10h34m33s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	5.30	6.99	18.24			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.45	3.50	3.38	3.50			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.92	1.14	4.35				
Corrected (m/s ^{1.75})	1.28	1.60	4.35	4.35	1m22s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

File	Makadam PINZ vozac 30km.cmg			
Location				
Start	19-09-13 10:36:54			
End	19-09-13 10:38:16			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.21	0.27	1.00	1.06
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.5.1.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам

File	Makadam PINZ posada 30km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 10:48:22						
End	19-09-13 10:49:48						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.25	0.30	0.80				
Corrected (m/s ²)	0.35	0.41	0.80	0.97	0.80	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	3h 7m21s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	16h31m 8s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	6.44	7.56	14.60			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.33	3.33	3.65	3.65			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.05	1.19	3.47				
Corrected (m/s ^{1.75})	1.48	1.67	3.47	3.47	1m28s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

File	Makadam PINZ posada 30km.cmg			
Location				
Start	19-09-13 10:48:22			
End	19-09-13 10:49:48			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.25	0.30	0.80	0.89
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.5.1.4. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам

File	Vozac 30km Ledine.cmg						
Location							
Start	04-03-13 13:51:02						
End	04-03-13 13:52:38						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.26	0.36	0.81				
Corrected (m/s ²)	0.37	0.50	0.81	1.02	0.81	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	3h 4m43s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	16h17m10s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	6.69	9.19	14.70			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.00	3.33	3.73	3.73			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.19	1.83	3.45				
Corrected (m/s ^{1.75})	1.67	2.28	3.45	3.45	1m36s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

File	Vozac 30km Ledine.cmg			
Location				
Start	04-03-13 13:51:02			
End	04-03-13 13:52:38			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.26	0.36	0.81	0.92
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.5.1.5. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина

File	Postluzioci 30km Ledine.cmg						
Location							
Start	04-03-13 14:00:18						
End	04-03-13 14:02:06						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.37	0.38	0.61				
Corrected (m/s ²)	0.52	0.53	0.61	0.95	0.61	8h	
Warning level (m/s ²)				0.50	5h26m43s		
Maximum level (m/s ²)				1.15	28h48m22s		
eVDV dose (m/s ^{1.75})	9.42	9.60	11.05		8h		
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max			
Peak factor	2.94	2.86	3.83	3.83			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.67	1.72	2.69				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.34	2.41	2.69	2.69	1m48s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	Postluzioci 30km Ledine.cmg			
Location				
Start	04-03-13 14:00:18			
End	04-03-13 14:02:06			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.37	0.38	0.61	0.80
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.5.1.6. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина

Табела 8.5.1.1. - Резултати мерења принудних осцилација возила Pinzgauer 710K, у односу на комфор

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	55	0.31	комфорно
		65	0.32	комфорно
		75	0.35	мало неудобно
		85	0.47	мало неудобно
	посада	55	0.26	комфорно
		65	0.28	комфорно
		75	0.47	мало неудобно
		85	0.65	прилично неудобно
Ледине	возач	30	0.92	неудобно
		40	1.14	неудобно
	посада	30	0.80	неудобно
		40	0.99	неудобно
Равничарски макадам	возач	30	1.06	неудобно
		40 (50)	1.05 (1.15)	неудобно
	посада	30	0.89	неудобно
		40	1.09	неудобно

Табела 8.5.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила *Pinzgauer 710K*

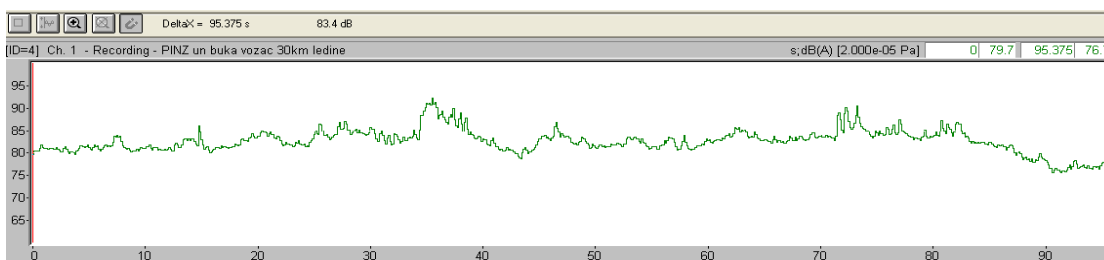
Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	асфалт
Комфор a_v (m/s ²)	Возач	1.14 Некомфорно	1.06 претежно некомфорно	0.47 Мало некомфорно
	путници	0.99 претежно некомфорно	1.09 претежно некомфорно	0.65 Мало некомфорно

Табела 8.5.1.3. - Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в

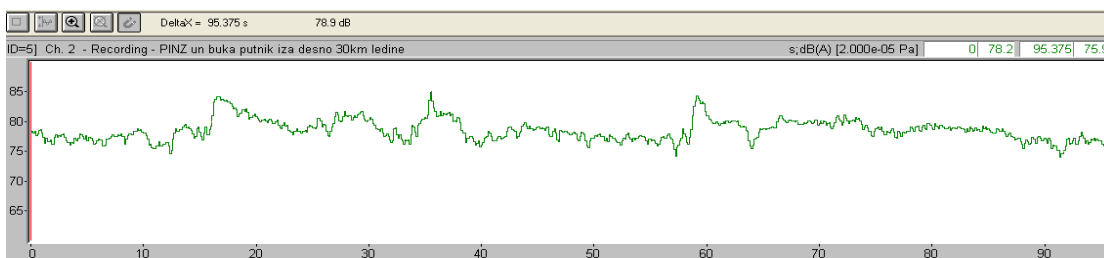
Теренско возило	<i>Pinzgauer 710K</i>												
		$a_{eq\ comfort}$ (m/s ²)	$a_{eq\ health}$ (m/s ²)	Warning exposure	Max. exposure	VDV _{eq} (m/s ²)	L _{eq} dB(A)	$a_{eq\ comfort}$ (m/s ²)	$a_{eq\ health}$ (m/s ²)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV _{eq} (m/s ²)	L _{eq} dB(A)
мерно место		Возач					Сувозач						
подлога	ν												
ледина				h min	h min					h min	h min		
	30	0.92	1.02	03 05	16 17	3.45							
	40	1.14	1.26	02 01	10 38	4.19							
макадам													
	30	1.06	1.11	02 00	10 34	4.35							
	40	1.05	1.12	02 06	11 05	4.12							
асфалт													
III	55	0.31	0.32	23 27	124 05	1.34							
IV	65	0.32	0.34	22 03	116 39	1.58							
	75	0.35	0.37	18 02	95 23	1.49							
убрзање	50-100												
мерно место		посада											
подлога	ν												
ледина				h min	h min								
	30	0.80	0.95	05 27	28 48	2.69							
	40	0.99	1.16	03 21	17 46	3.23							
макадам													
	30	0.89	0.97	03 07	16 31	3.47							
	40	1.09	1.20	02 09	11 22	4.18							
асфалт													
IV	55	0.26	0.30	38 42	204 42	1.14							
V	65	0.28	0.30	29 57	158 24	1.04							
	75	0.47	0.50	10 32	55 43	2.41							
	85	0.65	0.67	05 02	26 39	5.17							
убрзање	50-100												

8.5.2 Унутрашња бука

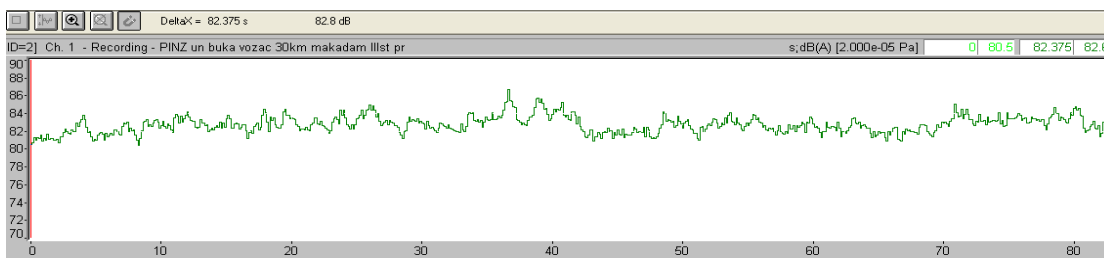
Испитни узорак теренског аутомобила Pinzgauer 710K је модификована верзија са уграђеним центром везе у кабини аутомобила. С обзиром да је при мерењу буке у кабини возила акценат стављен на несметану комуникацију чланова посаде међусобно и нарочито комуникацију преко радио-уређаја, ова испитивања су обављена у нешто ширем обиму у односу на друга испитна возила (бука у кабини при укљученом систему вентилације, шири дијапазон стабилних брзина).



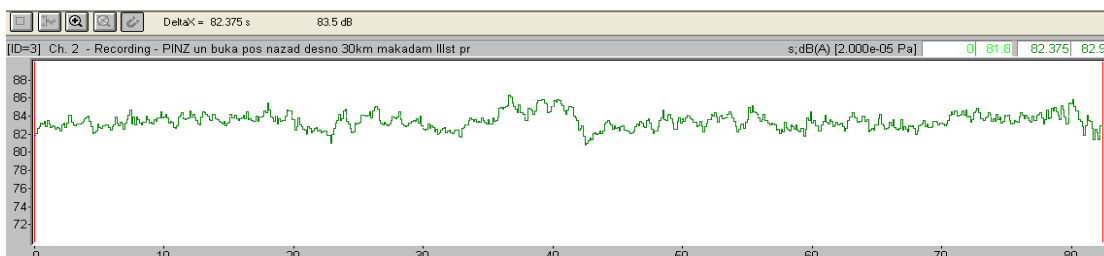
Слика 8.5.2.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина



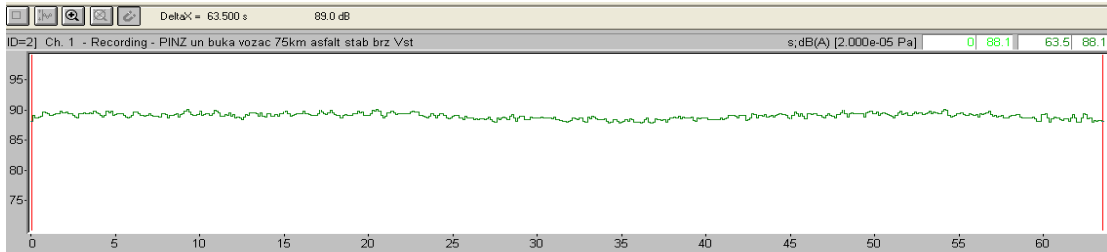
Слика 8.5.2.2. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина



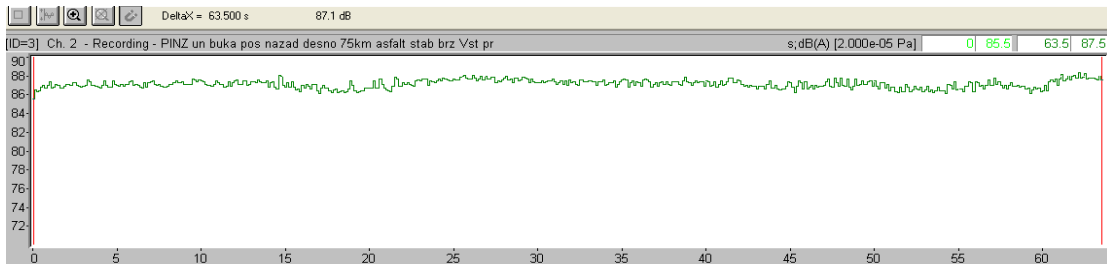
Слика 8.5.2.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам



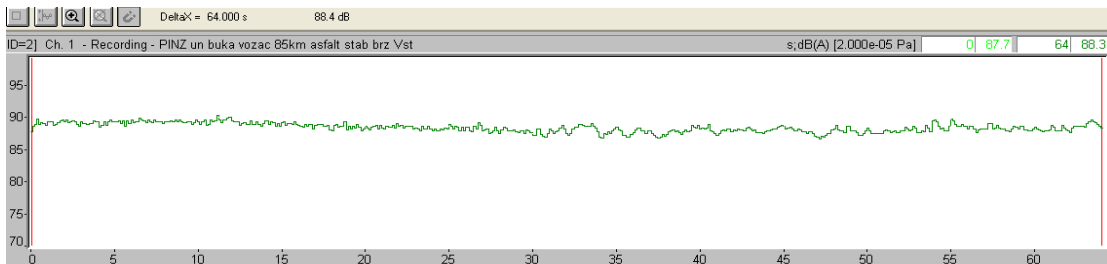
Слика 8.5.2.4. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам



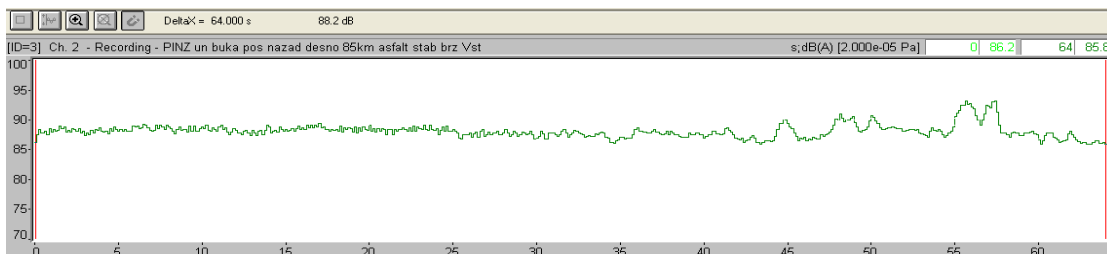
Слика 8.5.2.5. – Седиште возача, брзина 75 km/h (5), асфалт



Слика 8.5.2.6. – Седиште посаде, брзина 75 km/h (5), асфалт



Слика 8.5.2.7. – Седиште возача, брзина 85 km/h (5), асфалт



Слика 8.5.2.8. – Седиште посаде, брзина 85 km/h (5), асфалт

Анализом свих измерених нивоа буке види се да у случају вожње по асфалту стабилном брзином до 85 km/h максимална измерена вредност нивоа буке на месту возача износи 89 dB(A). Ова вредност је приближно иста и на местима оператера. Највиши измерени нивои (84 dB), при брзини кретања возила од 40 km/h на на макадамској подлози су регистровани на месту возача. На местима посаде у возилу бука је још израженија (86 dB). На стази испресецана ледина највиши измерени нивои на месту возача су износили 88 dB (A). На местима посаде у возилу бука је

мање изражена (84 dB). У случају када је укључена вентилација кабине нивои буке се пењу на 89 - 90 dB (A).

Табела 8.5.2.1. - Збирни резултати мерења буке у кабини м/в

Pinzgauer 710 K		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
		Возач	Посада
(km/h)	Стабилне брзине на асфалту, у V ст. Преноса		
55		81.9	85.3
55	укљ. вент.	87.6	85.3
65		83.9	84.8
65	укљ. вент.	87.3	88.5
75		89	87.1
85		88.4	88.2
Стабилна брзина на испресецању ледина			
30		83.4	78.9
30	укљ. вент.	85.1	78.6
40		87.8	82.1
		89.3	83.4
Стабилна брзина од на равничарском макадаму			
20		80.0	80.4
30		82.8	83.5
40		83.6	85.7
50		85.3	86.9
Убрзавање 50 ÷ 90 km/h, V ст. преноса на асфалту			
50 ÷ 90		87	86.2

Поредећи измерене резултате нивоа унутрашње буке са допуштеним нивоима буке на радном месту, с обзиром на врсту делатности Табела 7.2. – Глава 7, где је за рад који захтева концентрацију, непосредно комуницирање говором и телефоном, тјст. за рад искључиво везан за разговоре преко комуникационих средстава (телефон и др.) максимални допуштени ниво буке 55 dB (A), јасно је да измерени резултати вишеструко премашују прописане нивое. Из напред наведеног врло лако се може закључити да је коришћење комуникационих средстава, приликом кретања возила и најмањим брзинама изузетно отежано. Горња прописана граница нивоа буке за управљање транспортним средствима од 80 dB (A), такође је премашена. Ако се томе дода и утицај вибрација на возача и чланове посаде, приликом коришћења возила у ванпутним – теренским условима, лако се може извући закључак о потреби посебне регулативе употребе средства у мирнодопским условима.

8.5.3 Ефикасност грејања

Испитивање теренског аутомобила PINZ 710 К - прототип мобилне радио међустанице, по делу карактеристика микроклиме радног простора је обављено у хладној комори на полигону Никинци 23.04.2013. године. Ефикасност вебасто уређаја испитана је -16°C . Испитивање је обављено по стандардима СОРС 0114/87 (карактеристике комфорности војних возила), и СОРС 8419/02 (испитивање топлотне угодности радних простора војних возила). У теренски аутомобил постављено је 13 температурских давача повезаних на мерни инструмент Fluke 2166 АК. Давачи за мерење температуре постављени су у висини главе, висини груди и висини стопала возача, сувозача и оператера у седећем положају.

У средини радног простора иза возача и сувозача постављен је интегрисани сензорски давач ММ0023 који је повезан на инструмент THERMAL COMFORT METER TYPE 1212 произвођача Brüel&Kjaer. За време испитивања вршено је мерење са оба инструмента, а добијени резултати су приказани у табелама 8.5.3.1 (са дигиталним термометром Fluke 2166 АК) и 8.5.3.2 (са интегрисаног сензорског давача).

Распоред давача на испитивању у хладној комори на -16°C

1. стопала возача
2. колена возача
3. глава возача
4. стопала сувозача
5. колена сувозача
6. глава сувозача
7. издув вебастао грејача
8. ноге оператера иза возача
9. колена оператера иза возача
10. глава оператера иза возача
11. стопала оператера иза сувозача
12. колена оператера иза сувозача
13. глава оператера иза сувозача

Табела 8.5.3.1. - Температуре са Fluke 2166 АК на температури околине -16°C

старт (min)	МЕРНА МЕСТА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	-16	-17	-18	-17	-17	-18	-17	-17	-19	-19	-16	-19	-17
5	-14	-13	-8	-14	-13	-9	55	11	11	4	0	6	5
10	-15	-11	-4	-12	-11	-5	63	14	15	9	3	10	16
15	-13	-5	6	-12	-5	4	58	16	16	10	6	11	15
20	-12	-3	8	-12	-4	6	62	18	18	11	6	13	17
25	-11	-1	9	-12	-3	8	62	19	20	13	8	14	19
30	-10	0	11	-11	-2	9	56	19	20	13	9	15	20
35	-9	1	12	-11	0	11	62	20	22	15	10	16	21
40	-9	2	13	-10	0	12	57	21	23	16	12	17	22
45	-8	3	14	-10	1	13	67	22	24	17	15	19	23
50	-7	3	14	-9	1	13	64	22	24	18	15	19	24
55	-7	4	16	-9	2	14	61	22	25	19	16	20	25
60	-6	4	16	-9	2	14	67	22	25	19	16	20	25

Табела 8.5.3.2. - Топлотна угодност са давачем ММ0023 на -16°C

Редни број	Време мерења (min)	PMV	PPD
1.	Старт	3,1	21
2.	5	1,7	65
3.	10	1,5	60
4.	15	1,2	36
5.	20	0,61	13
6.	25	0,39	8,6
7.	30	0,35	6,8
8.	35	0,11	5,6
9.	40	0,11	5,1
10.	45	0,37	9,1
11.	50	0,35	7,4
12.	60	0,2	6

Из добијених резултата мерења се види да је захтев СОРС 0114/87 испуњен, јер је вебасто уређај за време од 45 минута рада ($K_{ef}=0,7$), на температури околине од -16°C, остварио у унутрашњости возила, на местима оператера, температуру комфорности од +16°C, при чему је дозвољена температурска разлика Δt износила 10°C.

Такође испуњени су и захтеви стандарда СОРС 8419/2000 јер су параметри топлотне угодности PMV и PPD, на радним местима оператера у возилу, испуњени у времену од 25 минута од почетка рада вебасто уређаја, и то:

- Индекс PMV: $-0.5 \leq PMV \leq +0.5$
- Индекс PPD: $PPD \leq 10\%$
- Неравномерност распореда температуре: $\Delta t \leq 10^\circ\text{C}$

На местима возача и сувозача возила није остварена температура комфора, због неисправности погонског мотора који је као извор топлоте био неопходан за загревање овог простора возила. Из резултата добијених испитивањима може се закључити да су захтеви стандарда СОРС 0114/87 и СОРС 8419/2002, у погледу комфорности радног простора за рад посаде-оператера у возилу су у потпуности испуњени на температури околине од -16°C .

8.6 Puch GD 300

Puch GD 300 је најзаступљеније возило у саставу оружаних снага Војске Србије. Без обзира на релативно велику старост возила која су у употреби (око 25 година), њихова основна карактеристика су висока поузданост и одличне експлоатационе карактеристике. Напред наведена својства су била главни разлог да се овај теренски аутомобил уврсти у компаративна испитивања принудних осцилација и унутрашње буке у кабини возила. Ово је једини испитни примерак у дисертацији, који није „ново“ возило (испитни примерак је прешао близу 1.000.000 km). Испитивања ефикасности грејања кабине возила на екстремним температурама, због високе цене коштања ангажовања капацитета велике хладне коморе у Никинцима нису обављена.

8.6.1 Принудне осцилације

Испитивања принудних осцилација су обављена на све три опитне стазе у временском периоду од 26 – 31. јула 2014. године.

File	PUCH ledine vozac 30km.cmg					
Location						
Start	29-07-14 11:30:22					
End	29-07-14 11:32:54					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.33	0.35	0.55	0.87	0.55	8h
Corrected (m/s ²)	0.46	0.49	0.55		0.50	8h34m42s
Warning level (m/s ²)					1.15	24h47m59s
Maximum level (m/s ²)						
eVDV dose (m/s ^{1.75})	8.38	8.99	10.06			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Max.		
Peak factor	3.75	3.08	4.24	4.24		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max. VDVeq		Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.09	1.76	3.16	3.16		2m32s
Corrected (m/s ^{1.75})	2.92	2.46	3.16			
Warning level (m/s ^{1.75})						9.10
Maximum level (m/s ^{1.75})						21.00
VDV level is below warning level						
File	PUCH ledine vozac 30km.cmg					
Location						
Start	29-07-14 11:30:22					
End	29-07-14 11:32:54					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av		
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Level (m/s ²)	0.33	0.35	0.55	0.73		
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable						

Слика 8.6.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина

File	PUCH ledine suvozac 30km.cmg						
Location							
Start	29-07-14 11:42:39						
End	29-07-14 11:44:49						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type							
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.35	0.38	0.61				
Corrected (m/s ²)	0.49	0.53	0.61	0.95	0.61	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	5h25m48s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	28h43m31s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	8.96	9.72	11.07			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type							
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.33	3.14	3.96	3.96			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.00	1.82	3.38				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.81	2.55	3.38	3.38	2m10s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	PUCH ledine suvozac 30km.cmg			
Location				
Start	29-07-14 11:42:39			
End	29-07-14 11:44:49			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type				
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.35	0.38	0.61	0.80
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

Слика 8.6.1.2. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (3), ледина

File	PUCH ledine 30km posada 100kg.cmg						
Location							
Start	29-07-14 11:57:08						
End	29-07-14 11:59:32						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type							
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.44	0.51	0.64				
Corrected (m/s ²)	0.62	0.72	0.64	1.15	0.72	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	3h53m27s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	20h34m58s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	11.32	13.08	11.74			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type							
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.18	3.16	3.33	3.33			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	3.01	3.74	5.29				
Corrected (m/s ^{1.75})	4.22	3.84	5.29	5.29	2m24s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	PUCH ledine 30km posada 100kg.cmg			
Location				
Start	29-07-14 11:57:08			
End	29-07-14 11:59:32			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type				
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.44	0.51	0.64	0.93
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.6.1.3. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина

File	PUCH makadam vozac 30km.cmg						
Location							
Start	30-07-14 09:19:53						
End	30-07-14 09:22:52						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type							
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.34	0.29	0.79				
Corrected (m/s ²)	0.47	0.41	0.79	1.01	0.79	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	2h11m13s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	16h51m34s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	8.60	7.43	14.45			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type							
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	4.00	3.68	3.96	4.00			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type							
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.75	1.77	4.04				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.45	2.48	4.04	4.04	2m59s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	PUCH makadam vozac 30km.cmg			
Location				
Start	30-07-14 09:19:53			
End	30-07-14 09:22:52			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type				
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.34	0.29	0.79	0.91
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.6.1.4. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам

File	PUCH makadam suvozac 30km.cmg						
Location							
Start	30-07-14 09:29:28						
End	30-07-14 09:32:44						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.29	0.29	0.84				
Corrected (m/s ²)	0.41	0.41	0.84	1.02	0.84	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	2h51m25s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	15h 6m52s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	7.45	7.49	15.26			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.57	3.89	3.88	3.89			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.59	1.73	4.45				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.23	2.42	4.45	4.45	3m16s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

File	PUCH makadam suvozac 30km.cmg			
Location				
Start	30-07-14 09:29:28			
End	30-07-14 09:32:44			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.29	0.29	0.84	0.93
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.6.1.5. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (3), макадам

File	PUCH makadam posada 30km.cmg						
Location							
Start	30-07-14 09:38:05						
End	30-07-14 09:41:05						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.36	0.35	0.84				
Corrected (m/s ²)	0.50	0.50	0.84	1.09	0.84	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	2h51m55s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	15h 9m47s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	9.19	9.06	15.23			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.82	3.67	3.48	3.82			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	2.13	1.88	4.41				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.88	2.63	4.41	4.41	3m		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

File	PUCH makadam posada 30km.cmg			
Location				
Start	30-07-14 09:38:05			
End	30-07-14 09:41:05			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.36	0.35	0.84	0.98
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.6.1.6. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам

File	PUCH autoput vozac 80km 31jul2014.cmg						
Location							
Start	31-07-14 08:13:50						
End	31-07-14 08:16:28						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.12	0.21	0.27	0.43	0.29		
Corrected (m/s ²)	0.17	0.29	0.27			8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	23h42m20s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	125h24m10s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	3.18	5.30	4.96			8h	
Exposure level A(8) is below warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.75	3.85	4.12	4.12			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.68	1.01	1.48				
Corrected (m/s ^{1.75})	0.95	1.41	1.49	1.49	2m38s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

File	PUCH autoput vozac 80km 31jul2014.cmg			
Location				
Start	31-07-14 08:13:50			
End	31-07-14 08:16:28			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.12	0.21	0.27	0.36
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable				

Слика 8.6.1.7. – Седиште возача, брзина 80 km/h (4), асфалт

File	PUCH autoput suvozac 80km 31jul2014.cmg					
Location						
Start	31-07-14 08:56:51					
End	31-07-14 08:59:26					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.28	0.36	0.65			
Corrected (m/s ²)	0.28	0.51	0.65	0.87	0.65	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	4h42m18s
Maximum level (m/s ²)					1.15	24h53m25s
eVDV dose (m/s ^{1.75})	5.04	9.26	11.89			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z		Max.	
Peak factor	4.00		3.04		3.06	4.00
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max. VDVe _q		Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.85	1.73	2.47			
Corrected (m/s ^{1.75})	1.19	2.43	2.47	2.47		1m23s
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

File	PUCH autoput suvozac 80km 31jul2014.cmg					
Location						
Start	31-07-14 08:56:51					
End	31-07-14 08:59:26					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av		
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Level (m/s ²)	0.20	0.36	0.65			
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable						

Слика 8.6.1.8. – Седиште сувозача, брзина 80 km/h (4), асфалт

File	PUCH autoput posada 80km 31jul2014.cmg					
Location						
Start	31-07-14 09:03:37					
End	31-07-14 09:06:34					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.13	0.26	0.65			
Corrected (m/s ²)	0.18	0.37	0.65	0.77	0.65	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	4h48m18s
Maximum level (m/s ²)					1.15	25h25m7s
eVDV dose (m/s ^{1.75})	3.27	6.75	11.77			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z		Max.	
Peak factor	3.64	2.86	3.56		3.64	
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max. VDVe _q		Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.92	1.28	3.77			
Corrected (m/s ^{1.75})	1.28	1.79	3.77	3.77		2m46s
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

File	PUCH autoput posada 80km 31jul2014.cmg					
Location						
Start	31-07-14 09:03:37					
End	31-07-14 09:06:34					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av		
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Level (m/s ²)	0.13	0.26	0.65			
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable						

Слика 8.6.1.9. – Седиште посаде, брзина 80 km/h (4), асфалт

Табела 8.6.1.1. - Резултати мерења принудних осцилација возила Puch 300 GD у односу на комфор

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно тросно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	60	0.38	мало неудобно
		80	0.36	мало неудобно
	сувозач	60	0.59	претежно неудобно
		80	0.77	претежно неудобно
		80	0.71	претежно неудобно
Ледине	возач	30	0.73	претежно неудобно
		40	0.91	неудобно
	сувозач	30	0.80	претежно неудобно
		40	0.90	неудобно
		30	0.93	неудобно

		40	1.30	врло неудобно
Равничарски макадам	возач	30	0.91	неудобно
		40	1.08	неудобно
	сувозач	30	0.93	неудобно
		40	0.87	неудобно
	посада	30	0.98	неудобно
		40	0.96	неудобно

Табела 8.6.1.2. - Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в

Теренско возило		<i>Puch 300 GD</i>															
		$a_{eq\ comfort}$ (m/s^2)	$a_{eq\ health}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. exposure	VDV_{eq} (m/s^2)						$a_{eq\ comfort}$ (m/s^2)	$a_{eq\ health}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV_{eq} (m/s^2)	
мерно место		Возач					Сувозач										
подлога	ν																
ледина				h min	h min					h min	h min						
	30	0.73	0.87	6 35	34 48	3.16				0.80	0.95	5 26	28 44	3.38			
	40	0.91	1.08	4 17	22 42	3.51				0.90	1.10	3 43	19 41	3.40			
макадам																	
	30	0.91	1.01	3 11	16 52	4.04				0.93	1.02	2 51	15 07	4.45			
	40	1.08	1.20	2 16	11 59	6.43				0.87	0.98	3 35	18 58	3.57			
асфалт																	
IV	60	0.38	0.48	13 18	70 22	1.97				0.59	0.64	7 07	37 41	2.37			
IV	80	0.36	0.43	23 42	125 24	1.49				0.77	0.87	4 42	24 53	2.47			
мерно место		посада															
подлога	ν																
ледина				h min	h min												
	30	0.93	1.15	3 53	20 55	5.29											
	40	1.30	1.59	2 09	11 24	6.31											
макадам																	
	30	0.98	1.09	2 52	15 10	4.41											
	40	0.96	1.09	3 07	16 31	4.10											
асфалт																	
IV	60	0.76	0.84	4 20	22 57	3.35											
IV	80	0.71	0.77	4 48	25 25	3.77											

Табела 8.6.1.3. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила *Puch 300 GD*

Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	Макадам	асфалт
Комфор a_v (m/s^2)	возач	0.91 некомфорно	1.08 некомфорно	0.38 мало некомфорно
	сувозач	0.90 некомфорно	0.93 некомфорно	0.77 претежно некомфорно
	путници	0.93 (1.3) некомфорно	0.98 некомфорно	0.76 претежно некомфорно

8.6.2 Унутрашња бука

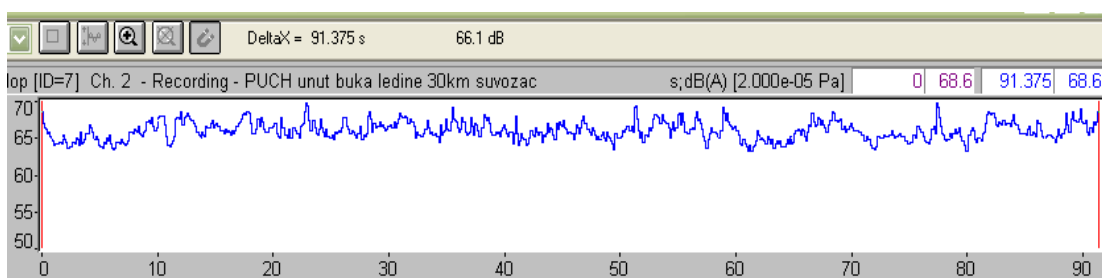
Унутрашња бука у теренском аутомобилу PUCH 300 GD мерена је микрофонским низом од два микрофона, истовремено на два мерна места:

- мерно место возача,
- мерно место посаде (други ред седишта дијагонално иза возача).

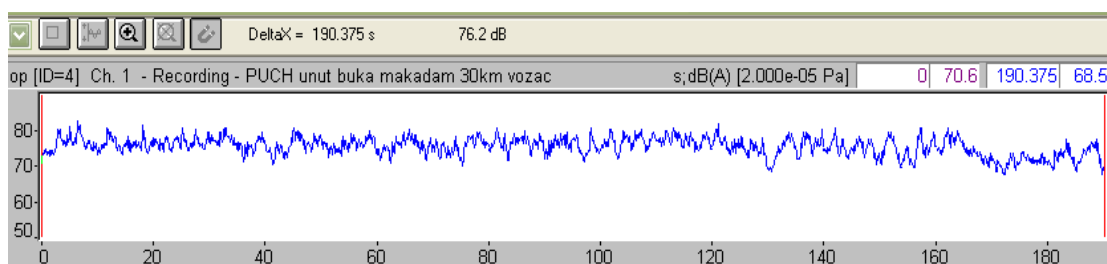
Због временског ограничења трајања експеримента и изузетно мале разлике у измереним нивоима буке приликом пробних мерења, закључено је да нема потребе вршити мерења на помоћним клупама иза другог реда седишта које се налазе у товарном делу возила, као и на месту сувозача. На заглављима дијаграма који се завршавају парним бројевима грешком је означено место мерења сувозач – на предметним лабелама дијаграма треба да стоји “посада“.



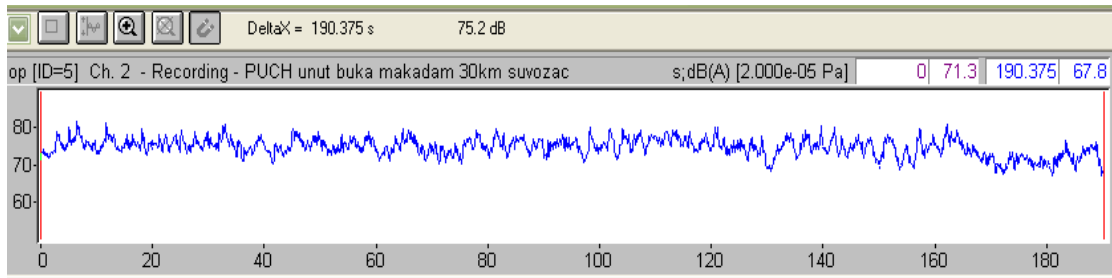
Слика 8.6.2.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), ледина



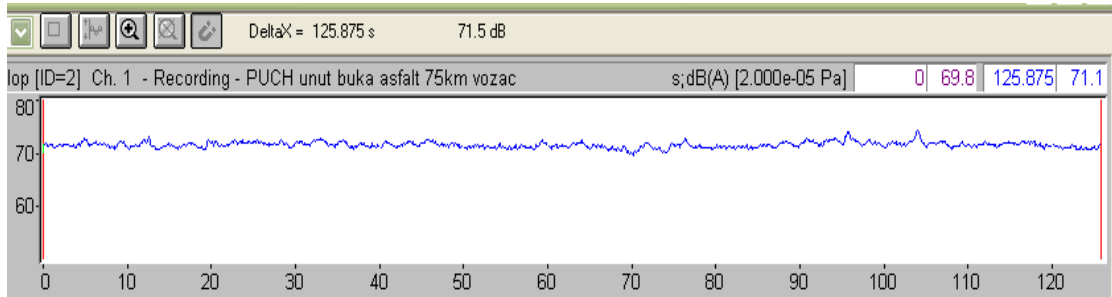
Слика 8.6.2.2. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), ледина



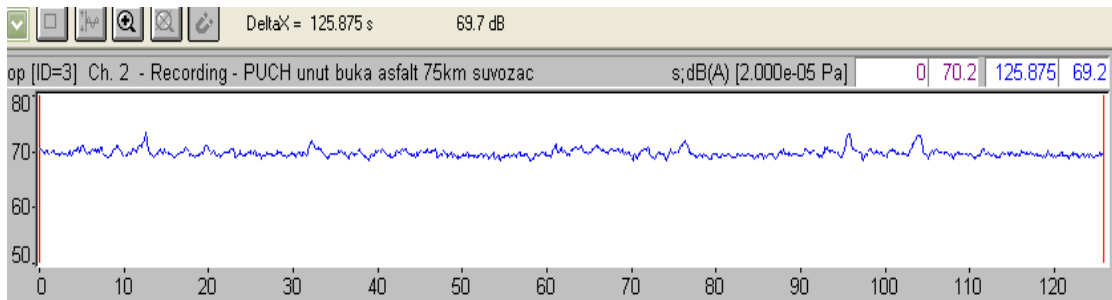
Слика 8.6.2.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h (3), макадам



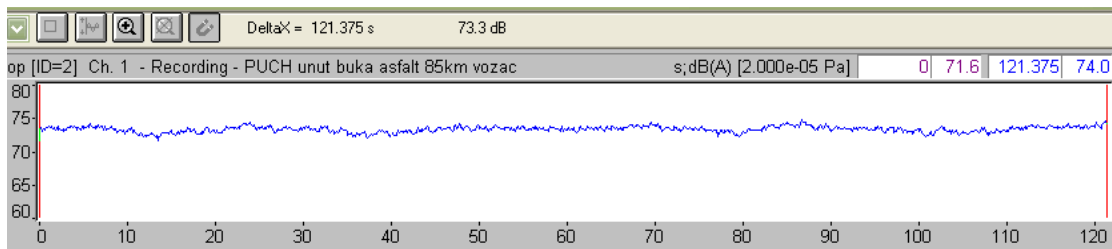
Слика 8.6.2.4. – Седиште посаде, брзина 30 km/h (3), макадам



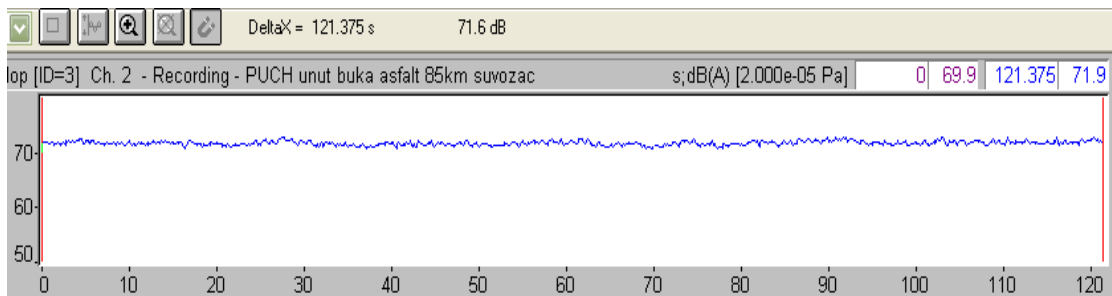
Слика 8.6.2.5. – Седиште возача, брзина 75 km/h (4), асфалт



Слика 8.6.2.6. – Седиште посаде, брзина 75 km/h (4), асфалт



Слика 8.6.2.7. – Седиште возача, брзина 85 km/h (4), асфалт



Слика 8.6.2.8. – Седиште посаде, брзина 85 km/h (4), асфалт

Анализом свих измерених нивоа буке види се да у случају вожње по асфалту стабилном брзином до 85 km/h максимална вредност нивоа буке на месту возача износи 74 dB(A). Измерена вредност на месту возача при брзини кретања возила од 75 km/h одступа од осталих резултата мерења и може се занемарити. На местима посаде у возилу бука је мање изражена (72 dB).

Највиши измерени нивои (78 dB), при брзини кретања возила од 40 km/h на макадамској подлози су регистровани на месту возача. На местима посаде у возилу бука је за нијансу мање изражена (77 dB). На стази испресецана ледина измерени нивои на месту возача и посаде су готово уједначени при брзинама кретања возила од 30 и 40 km/h и износе 67 dB (A).

Табела 8.6.2.1. - Збирни резултати мерења буке у кабини м/в

Puch 300GD		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
		Возач	Посада
(km/h)	Стабилне брзине на асфалту, у IV ст. преноса		
55		65.8	66.7
65		68.1	68.4
75		75.1	69.7
85		73.3	71.6
95		74.5	74.4
105		75.6	75.1
Стабилна брзина на испресецаној ледини			
30		66.7	66.1
40		66.9	66.5
Стабилна брзина од на равничарском макадаму			
30		76.2	75.2
40		77.2	76.2
Убрзавање 50 ÷ 90 km/h, IV ст. преноса на асфалту			
55 ÷ 105		75.2	74.6

8.6.3 Ефикасност грејања

Испитивања ефикасности грејања кабине возила на екстремним температурама, због високе цене коштања ангажовања капацитета велике хладне коморе у Никинцима нису обављена. У анализи резултата испитивања, због компарације резултата применом вишекритеријумског рангирања, ефикасност система за грејање овог теренског аутомобила, апроксимативно је изједначена са ефикасношћу система за грејање TA Land Rover Defender 110 Hard Top.

8.7 БОВ

8.7.1 Принудне осцилације

Испитивање принудних осцилација возила извршено је: 04.03.2013.г. вожњом на стази испресецане ледине, 19.09.2013.г. вожњом на стази равничарског макадама и 19.09.2013.г. на асфалту аутопута. Мерења су обављена наменским уређајем Maestro произвођача 01dB на који се везује троосни акцелерометар уграђен у адаптер за седиште како би се одредиле вибрације које се преносе на цело тело. Мерење је извршено на месту возача и месту оператера на радио уређају, који се налази иза возача, при константним брзинама кретања возила: на ледини 30 и 40 km/h, макадаму 30, 40 и 50 km/h, на асфалту 50 и 60 km/h.



Слика 8.7.1.1. – БОВ

File	Asfalt BOV_vozac 60km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 14:37:06						
End	19-09-13 14:37:53						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.15	0.11	0.29				
Corrected (m/s ²)	0.21	0.15	0.29	0.39	0.29	8h	
Warning level (m/s ²)				0.50	23h29m49s		
Maximum level (m/s ²)				1.15	124h17m58s		
eVDV dose (m/s ^{1.75})	3.77	2.80	5.32	8h			
Exposure level A(8) is below warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	4.00	3.33	3.83	4.00			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.67	0.40	1.07				
Corrected (m/s ^{1.75})	0.93	0.56	1.07	1.07	47s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	Asfalt BOV_vozac 60km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 14:37:06						
End	19-09-13 14:37:53						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall			
Weighting	Wd	Wd	Wk	av			
Level (m/s ²)	0.15	0.11	0.29	0.34			
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable							

Слика 8.7.1.2. – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт

File	Asfalt BOV posada 60km.cmg						
Location							
Start	19-09-13 14:45:38						
End	19-09-13 14:46:29						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.13	0.09	0.54				
Corrected (m/s ²)	0.19	0.13	0.54	0.59	0.54	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	6h46m58s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	35h52m51s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	3.44	2.40	9.90			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.64	2.86	4.34	4.34			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.66	0.39	4.05				
Corrected (m/s ^{1.75})	0.92	0.55	4.05	4.05	51s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.7.1.3. – Седиште оператора, брзина 60 km/h, асфалт

File	Asfalt BOV posada 60km.cmg			
Location				
Start	19-09-13 14:45:38			
End	19-09-13 14:46:29			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.13	0.09	0.54	0.57
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

File	Ledine BOV vozac 30km MM1.cmg						
Location							
Start	04-03-13 16:05:55						
End	04-03-13 16:07:42						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.27	0.28	0.71				
Corrected (m/s ²)	0.37	0.39	0.71	0.89	0.71	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	3h57m34s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	20h56m48s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	6.83	7.11	12.96			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	4.00	3.75	3.13	4.00			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.44	1.30	3.05				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.02	1.81	3.05	3.05	1m47s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.7.1.4. – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	Ledine BOV vozac 30km MM1.cmg			
Location				
Start	04-03-13 16:05:55			
End	04-03-13 16:07:42			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.27	0.28	0.71	0.81
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

File	Ledine BOV operator iza levo 30km MM5.cm...						
Location							
Start	04-03-13 16:18:08						
End	04-03-13 16:19:57						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.21	0.23	0.57				
Corrected (m/s ²)	0.29	0.32	0.57	0.72	0.57	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	6h 7m57s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	32h26m29s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	5.24	5.05	10.42			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	4.29	3.00	3.33	4.29			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.05	1.11	2.42				
Corrected (m/s ^{1.75})	1.47	1.56	2.42	2.42	1m49s		
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00		
VDV level is below warning level							

Слика 8.7.1.5. – Седиште оператора, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	Ledine BOV operator iza levo 30km MM5.cm...			
Location				
Start	04-03-13 16:18:08			
End	04-03-13 16:19:57			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall av
Weighting	Wd	Wd	Wk	
Level (m/s ²)	0.21	0.23	0.57	0.65
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

File	Makadam BOV vozac 30km.cmg					
Location						
Start	19-09-13 11:54:24					
End	19-09-13 11:55:50					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.13	0.18	0.68	0.74	0.68	8h
Corrected (m/s ²)	0.18	0.25	0.68			
Warning level (m/s ²)					0.50	4h23m13s
Maximum level (m/s ²)					1.15	23h12m29s
eVDV dose (m/s ^{1.75})	3.22	4.51	12.31			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type						
Axis	X	Y	Z	Max.		
Peak factor	3.75	3.57	3.41	3.75		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.53	0.75	2.77			
Corrected (m/s ^{1.75})	0.74	1.06	2.77	2.77	1m26s	
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

File	Makadam BOV vozac 30km.cmg					
Location						
Start	19-09-13 11:54:24					
End	19-09-13 11:55:50					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Level (m/s ²)	0.13	0.18	0.68	0.71		
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable						

Слика 8.7.1.6. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам

File	Makadam BOV posada 30km.cmg					
Location						
Start	19-09-13 12:05:54					
End	19-09-13 12:07:37					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.18	0.15	0.68			
Corrected (m/s ²)	0.25	0.21	0.68	0.76	0.68	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	4h15m53s
Maximum level (m/s ²)					1.15	22h33m39s
eVDV dose (m/s ^{1.75})	4.54	3.88	12.49			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type						
Axis	X	Y	Z	Max.		
Peak factor	3.57	3.64	3.52	3.64		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.79	0.67	3.08			
Corrected (m/s ^{1.75})	1.10	0.94	3.08	3.08	1m43s	
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

File	Makadam BOV posada 30km.cmg					
Location						
Start	19-09-13 12:05:54					
End	19-09-13 12:07:37					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Level (m/s ²)	0.18	0.15	0.68	0.72		
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable						

Слика 8.7.1.7. – Седиште оператора, брзина 30 km/h, макадам

Табела 8.7.1.1. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности возила БОВ

Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	асфалт
Комфор а _v (m/s ²)	возач	1.12 неудобно	0.91 неудобно	0.39 мало неудобно
	посада	0.82 претежно неудобно	0.87 неудобно	0.59 претежно неудобно

Табела 8.7.1.2. - Резултати мерења принудних осцилација возила БОВ са аспекта осцилаторне удобности

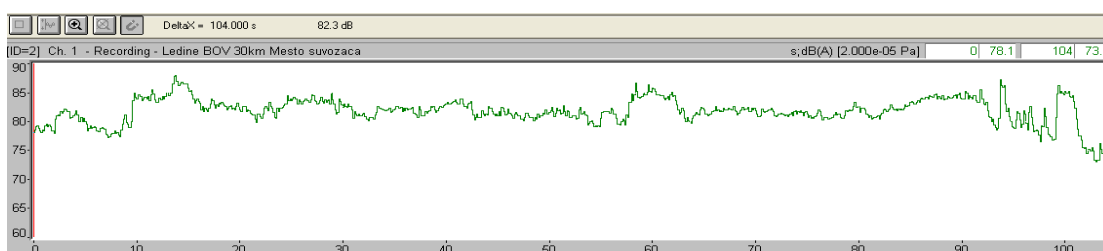
Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s^2)	Оцена комфора	Еквивалентно троосно убрзање у односу на здравље a_v (m/s^2)	Препоручена макс. Изложеност
Асфалт	возач	50	0.37	мало неудобно	0.33	132h27m57s
		60	0.39	мало неудобно	0.34	124h17m58s
	посада	50	0.35	комфорно	0.31	148h33m22s
		60	0.59	претежно неудобно	0.57	35h52m51s
Ледине	возач	30	0.89	неудобно	0.81	20h56m48s
		40	1.12	неудобно	1.02	12h39m55s
	посада	30	0.72	претежно неудобно	0.65	32h26m29s
		40	0.82	претежно неудобно	0.72	28h21m55s
Равничарски макадам	возач	30	0.74	претежно неудобно	0.71	23h12m29s
		40	0.91	неудобно	0.87	15h2m22s
		50	0.95	неудобно	0.91	13h53m39s
	посада	30	0.76	претежно неудобно	0.72	22h33m39s
		40	0.82	претежно неудобно	0.79	18h47m28s
		50	0.87	неудобно	0.84	16h26m26s

8.7.2 Унутрашња бука возила

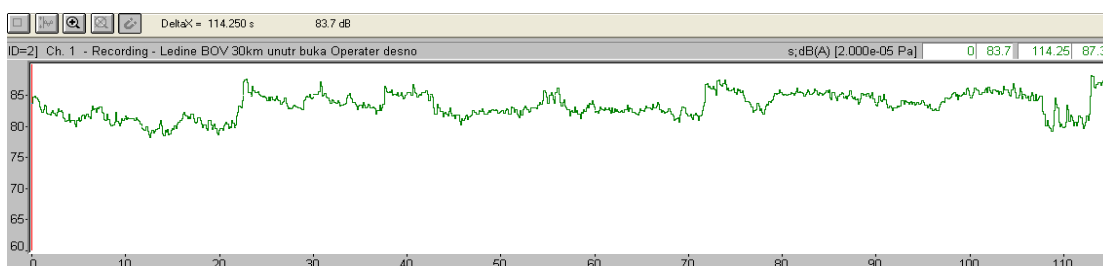
Испитивање комфора унутар кабине возила БОВ у погледу нивоа буке извршено је 19.09.2013.г. у току вожње по асфалту (при брзинама 50 и 60 km/h) као и у другим условима реалне експлоатације возила, и то:

- на стази испресецане ледине (при брзинама 30 и 40 km/h) у области Делиблатске пешчаре дана 4.03.2013.г., и
- на стази равничарског макадама (при брзинама 30 и 40 km/h) у области Иришког венца 19.09.2013.

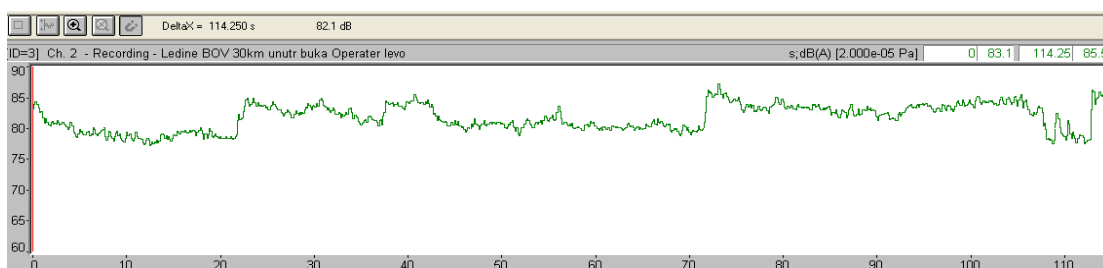
Испитивање унутрашње буке на овом типу возила је специфично у односу на друга испитивана возила. Изузев у борбеним условима, најчешћи вид коришћења возила обавља се вожњом са отвореним поклопцем изнад возачког седишта. Наиме ради боље прегледности, возач уместо коришћења отвора са оптичким стаклима вертикалним повишењем механизма седишта долази у положај у коме му је глава изнад оклопног тела и у коме има директну оптичку видљивост у правцу кретања возила. Ради омогућавања комуникације са посадом снабдевен је шлемафоном. Из тог разлога није имало смисла мерити буку на месту возача, већ су мерења обављена на месту сувозача и свим могућим позицијама чланова посаде. Такође ово возило је превасходно намењено за превоз људства у ванпутним условима, па је посебан акценат стављен на мерења на макадаму и испресецаној ледини.



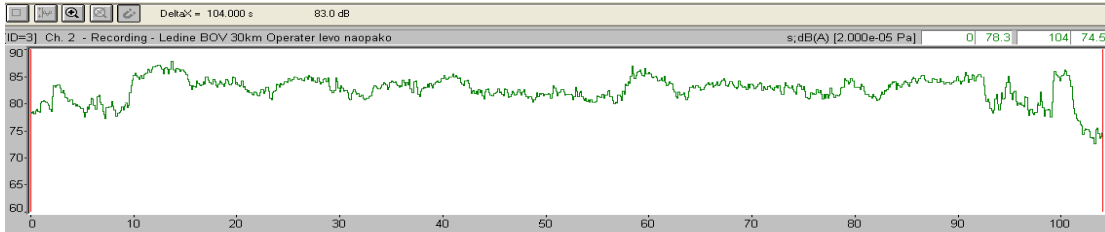
Слика 8.7.2.1. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, ледина



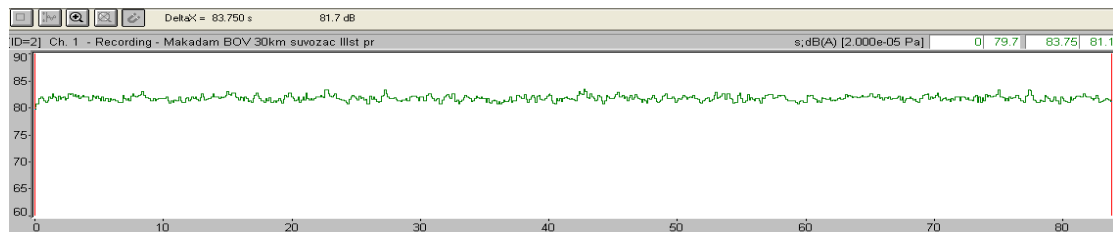
Слика 8.7.2.2. – Седиште оператера 1, брзина 30 km/h, ледина



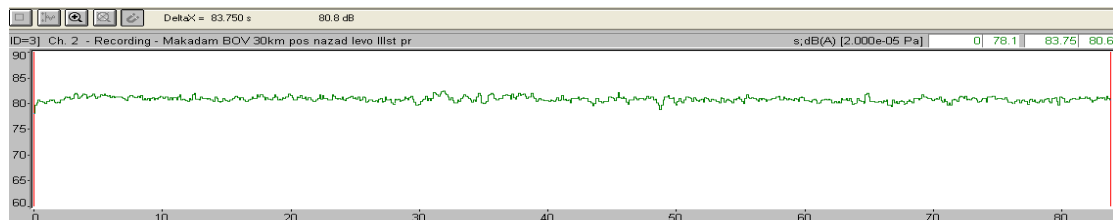
Слика 8.7.2.3. – Седиште оператера 2, брзина 30 km/h, ледина



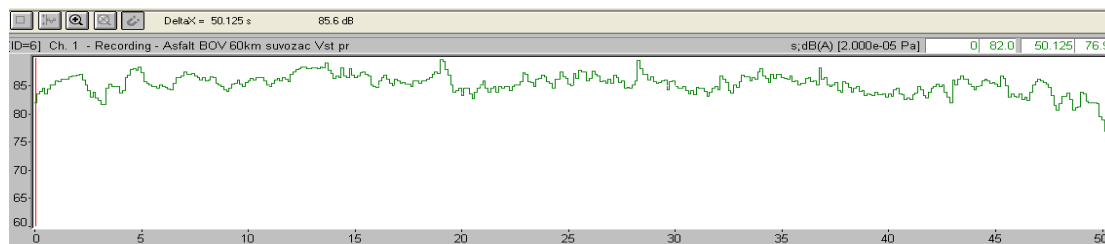
Слика 8.7.2.4. – Седиште оператора 3, брзина 30 km/h, ледина



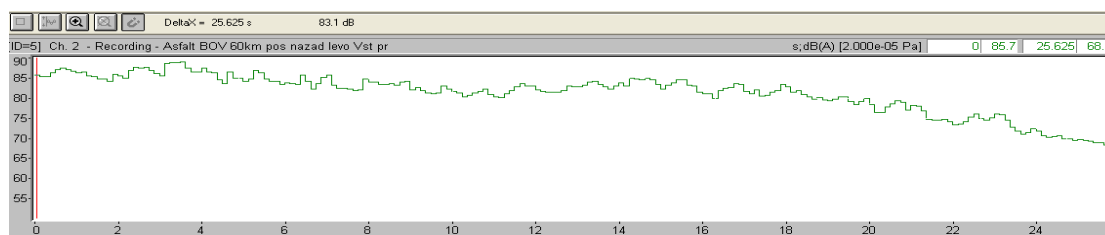
Слика 8.7.2.5. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам



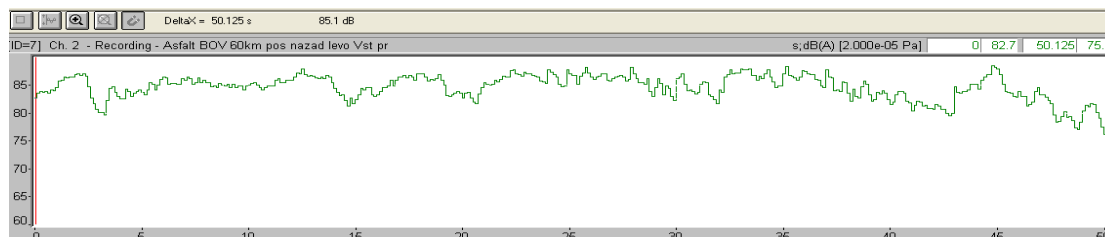
Слика 8.7.2.6. – Седиште оператора 2, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.7.2.7. – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт



Слика 8.7.2.8. – Седиште оператора 2, брзина 60 km/h, асфалт



Слика 8.7.2.9. – Седиште оператора 3, брзина 60 km/h, асфалт

У табели 8.7.2.1 су приказани укупни нивои буке у dB(A) као средње вредности резултата мерења.

Табела 8.7.2.1. - Резултати мерења буке унутар возила БОВ

Стаза	Брзина (km/h)	Ниво буке, екв. (dB(A)) сувозач / посада
Асфалт	50	84.4 / 83.7
	60	85.6 / 85.1
Испресецана ледина	30	82.3 / 82.1
	40	86.1 / 85.4
Равничарски макадам	30	81.7 / 80.8
	40	85.7 / 83.4
	50	84.0 / 83.2

8.7.3 Ефикасност грејања

Због специфичности средства, захтева наручиоца који су се односили на уграђену опрему у возило и високе цене коштања експеримента, провера ефикасности грејања је урађена у склопу провере хладног старта мотора на -25°C. У кабини је постављено 13 температурних давача по следећем распореду:

1. глава оператера на седишту десно од улаза,
2. колена на улазу,
3. стопала на улазу,
4. издув вебаста,
5. глава лево од улаза,
6. глава возача,
7. колена возача,
8. глава оператера иза сувозача,
9. колена оператера иза сувозача,
10. стопала оператера иза сувозача,
11. глава сувозача,
12. колена сувозача,
13. стопала сувозача.

У табелама 8.7.3.1 и 8.7.3.2 приказани су резултати мерења на температури околине од -25°C.

Табела 8.7.3.1. - Измерене температуре у кабини на температури околине -25°C

старт (min)	МЕРНА МЕСТА												
	1	2	3	4 w	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	-26	-25	-25	-23	-25	-25	-26	-24	-24	-24	-23	-24	-25
5	-21	-19	-14	-17	-19	-21	-25	-21	-21	-25	-18	-21	-25
10	-18	-16	-8	-18	-19	-20	-24	-20	-19	-25	-19	-20	-25
15	-14	-16	-14	-14	-16	-19	-23	-19	-19	-25	-17	-18	-24
30	-12	-12	-8	-11	-	-15	-22	-14	-14	-24	-	-14	-23
45	-9	-10	-4	-7	-	-13	-21	-11	-11	-24	-	-12	-22
55	-7	-7	-2	-5	-	-11	-19	-9	-9	-23	-	-10	-20
60	-5	-5	-4	-4	-	-6	-17	-8	-8	-23	-	-9	-20
70	-6	-6	-4	-7	-	-11	-17	-9	-9	-23	-9	-10	-19
75	-6	-8	-4	-8	-	-12	-16	-9	-9	-23	-10	-10	-18
80	-11	-13	-15	-12	-	-14	-18	-11	-13	-23	-13	-13	-18

Табела 8.7.3.2. - Топлотна угодност са давачем ММ0023 на -25°C

Ред. бр.	Време мерења (min)	PMV	PPD
1.	Старт	4.6	21
2.	5	4.6	21
3.	10	4.6	21
4.	30	4.6	21
5.	45	4.6	21
6.	60	2.7	21
7.	70	2.2	21
8.	75	2.1	21
9	80	3.1	21

Из добијених резултата мерења се види да на температури околине -25°C, у радном простору возила БОВ, за време од 80 минута рада вебасто грејача, није остварена температура $\geq 18^{\circ}\text{C}$ (захтев наручиоца - ВС). Такође нису остварени ни параметри топлотне угодности захтевани у стандарду СОРС 8419/02 (PMV: $-0.5 \leq \text{PMV} \leq +0.5$; PPD $\leq 10\%$).

8.8 ФАП 1118 БС/АВ, 4x4, 4 t

8.8.1 Принудне осцилације

Испитивање карактеристика принудних осцилација са становишта комфора, извршено је на модификованој варијанти возила ФАП 1118 БС/АВ, 4t, 4x4 - прототипу платформе за деконтаминацију, у току 2010. године. Платформа за деконтаминацију је израђена адаптацијом товарног сандука ПТ возила ФАП 1118 БС/АВ. Адаптација товарног сандука је изведена преправком страница товарног сандука, арњева и цекаде и уградњом металних контејнера за прихват опреме, резервоара за воду, резервоара мешача, обртног крана и металних мердевина.

Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.37	0.64	0.93	1.19
0.80 m/s ² ≤ Aeq ≤ 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.8.1.1 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ledina

Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.48	0.65	1.17	1.42
1.25 m/s ² ≤ Aeq ≤ 2.50 m/s ² : very uncomfortable				

Слика 8.8.1.2 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, ledina

Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.55	0.68	1.21	1.49
1.25 m/s ² ≤ Aeq ≤ 2.50 m/s ² : very uncomfortable				

Слика 8.8.1.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам

Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.52	0.71	1.21	1.50
1.25 m/s ² ≤ Aeq ≤ 2.50 m/s ² : very uncomfortable				

Слика 8.8.1.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам

Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.13	0.12	0.44	0.47
0.32 m/s ² ≤ Aeq ≤ 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable				

Слика 8.8.1.5 – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт

Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.23	0.14	0.44	0.51
0.50 m/s ² ≤ Aeq ≤ 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

Слика 8.8.1.6 – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт

Табела 8.8.1.1. - Резултати мерења принудних осцилација возила ФАП 1118

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)	Оцена комфора
Асфалт	возач	60	0.47	мало неудобно
		80	0.53	мало неудобно
	сувозач	60	0.51	мало неудобно
		80	0.59	мало неудобно
Ледине	возач	30	1.19	неудобно
		40	1.84	врло неудобно
	сувозач	30	1.42	неудобно
		40	1.86	врло неудобно
Равничарски макадам	возач	30	1.49	неудобно
		40	1.55	врло неудобно
	сувозач	30	1.50	врло неудобно
		40	1.60	врло неудобно

Табела 8.8.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности

Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	асфалт
Комфор a_v (m/s ²)	возач	1.84 врло неудобно	1.55 врло неудобно	0.53 мало неудобно
	сувозач	1.86 врло неудобно	1.60 врло неудобно	0.59 мало неудобно

Код принудних осцилација, на основу критеријума за комфорност, вожња на седишту возача и сувозача спада у **некомфорну и врло некомфорну** вожњу на стазама макадам и испресецана ледина. Имајући у виду и критеријуме за штетност по здравље, добијени резултати указују да би вожња овим теренским возилом требала да буде временски ограничена.

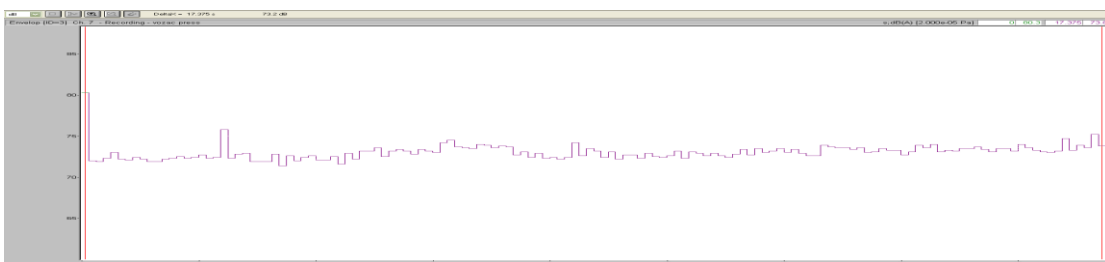
8.8.2 Унутрашња бука возила

Мерења унутрашње буке у кабини возила, обављена су у октобру 2010. године. С обзиром да се ради о возилу чије су радне брзине кретања врло мале (до 10 km/h), а транспортне до 80 km/h, мерења су извршена на местима возача и сувозача, у радном и транспортном начину коришћења средства.

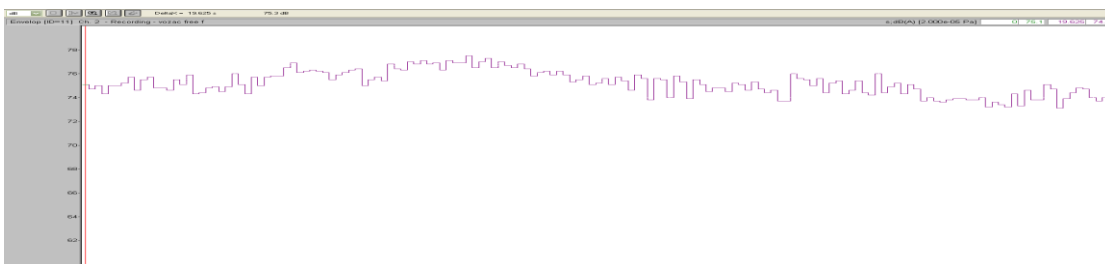
Мерења су показала да подлога нема битнијег утицаја на ниво буке у кабини, приликом коришћења пумпе (компресора) за воду и млазница за прскање терена, првенствено због мале брзине кретања возила и због доминантне буке коју производе напред поменути уређаји. У радном окружењу еквивалентни ниво буке у кабини возила се креће између 85 и 88 dB (A) при затвореним прозорима и укљученим системом за вентилацију. Мерења су извршена мерачем нивоа звучног притиска произвођача BRUEL&KJAER 2231, који је у складу са IEC 651, 1/3-октавним филтером V&K 1625, као и кондензаторским микрофоном од 1/2" V&K 4155. Пре и после мерења извршена је калибрација калибратором V&K 4230. Као коначан резултат мерења нивоа унутрашње буке возила, акцептирана је највећа измерена вредност, од три узастопне измерене вредности, које се не разликују међусобно више од 3 dB (A). Због самог карактера система за аквизицију (резултат мерења се приказује на дисплеју инструмента) и немогућности повезивања аквизиције на преносни рачунар, временски записи мерења нису приложени у овој дисертацији.

Приликом мерења еквивалентних нивоа буке у кабини возила у случају транспорта, коришћена је стандардна опрема са временским записом, фирме Metrovib dB01. Специфичност везана за ово возило је постојање електронске блокаде максималне брзине возила, која се креће између 80 и 85 km/h.

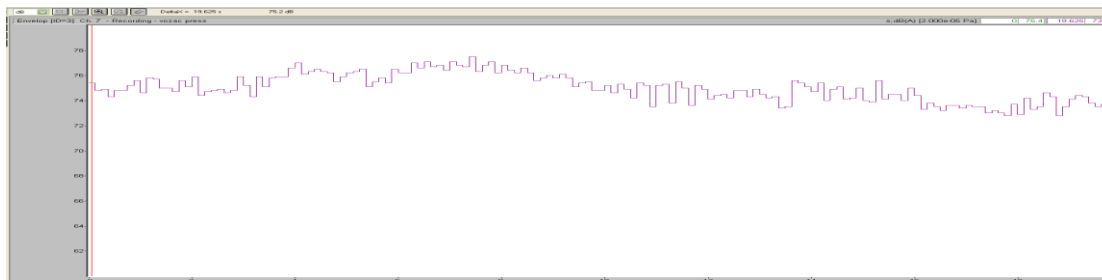
Притисак у пнеуматичима је био подешен према упутству произвођача. Испитивања су обављена при брзини ветра мањој од 3 m/s и температури околине од 13°C. У акустичком погледу, услови околине задовољили су прописе, према СОРС 0031/78. Део резултата приказан је на сликама 8.8.2.1 - 8.8.2.3, док су збирни резултати мерења приказани Табели 8.8.2.1.



Слика 8.8.2.1. – Седиште возача, брзина 60 km/h, (VI), асфалт



Слика 8.8.2.2. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.8.2.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина

Табела 8.8.2.1. - Резултати измерених нивоа буке у кабини возила

ФАП 1118 Платформа за деконтаминацију		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
		Возач	Сувозач
(km/h)	степен преноса	Стабилне брзине на асфалту	
40	V	70.3	71.2
60	VI	73.2	74
80	VI	77.3	77.4
Стабилна брзина од на испресецаној ледини			
30	IV	75.2	76.6
40	IV	77.1	77.2
Стабилна брзина од на равничарском макадаму			
30	IV	75.3	74.6
40	IV	77.3	78.3
Убрзавање, VIII ст. преноса на асфалту			
40 ÷ 80	VI	77.1	78

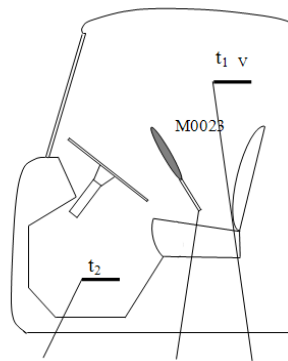
8.8.3 Ефикасност грејања

Испитивање система за грејање кабине теренског аутомобила ФАП 1118 БС/АВ, 4×4, 4t. обављено је у хладној комори полигона Никинци 26.09.2007. године. Испитивање је обављено на температури околине од -16 °C после темперирања од 10 часова. Испитивање је почело када је након стартовања мотора температура течности у систему за хлађење постигла 60 °C. Мотор је радио на 1800 min⁻¹, а спољна температура је у хладној комори одржавана на -16 °C.

Резултати мерења топлотне угодности радног простора кабине ФАП 1118 БС/АВ, 4×4, 4t дати су у табели 8.8.3.1. Очитавање је вршено у временским интервалима од 3 минута. Захтевани параметри комфорности остварени су за време од 21 минута (PMV = -0.35, PPD = 7.7 %, Δt = 5 °C).

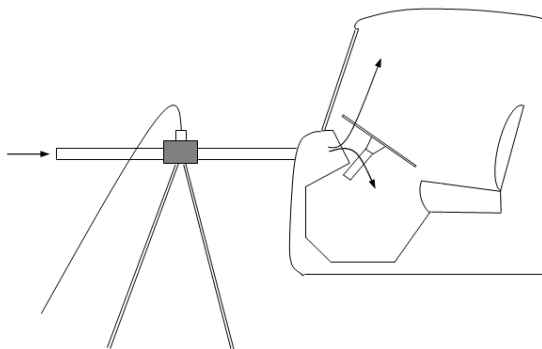
Брзина струјања ваздуха у возачкој кабини мерена је анемометром фирме Air Flow. Мерење брзине струјања ваздуха на месту возача у висини главе обављено

је након достизања параметара комфорности PMV и PPD. Брзина је достигла максималну вредност од 1,5 m/s. Неравномерност распореда температуре у возачкој кабини је мерена у висини стопала и главе возача. Мерење је вршено термометром фирме Fluke 2190А и термопаровима типа К. Неравномерност распореда температуре је, у тренутку достизања параметара комфорности, износила 5 °С. На слици 8.8.3.1. дат је шематски приказ положаја интегрисаног давача М0023, давача температуре за мерење неравномерности и положаја анемометра за мерење брзине струјања ваздуха.



Слика 8.8.3.1. – Распоред давача

Брзина струјања ваздуха је достигала вредност у висини главе до 1,5 m/s што је веће од захтеване брзине струјања која износи 0,3 m/s - летњи режим и 0,15 m/s - зимски режим експлоатације, али обзиром да постоји могућност подешавања брзине струјања (број обртаја вентилатора, усмеравање струјања преко излазних отвора) може се сматрати да је и овај захтев испуњен.



Слика 8.8.3.2. – Шема повезивања

Испитивање система за принудну вентилацију радног простора кабине ТА ФАП 1118 БС/АВ, 4×4, 4t обављено је помоћу мерача масеног протока ваздуха фирме Degussa. На слици број 8.8.3.2. дат је шематски приказ мерења и начин повезивања давача масеног протока са вентилатором који убацује свеж ваздух кроз грејач кабине.

Табела 8.8.3.1. - Резултати мерења топлотне угодности радног простора кабине

<i>ФАП 1118 БС/АВ, 4×4, 4t параметри топлотне угодности</i>			
ред. број	време мерења [min]	$-0,5 \leq PMV \leq 0,5$	$PPD \leq 10\%$
1	3	-3,4	22
2	6	-1,8	73
3	9	-1,8	72
4	12	-1,4	47
5	15	-1,0	28
6	18	-0,64	14
7	21	-0,35	7,7

Приликом испитивања ефикасности вентилације возачке кабине температура околине је износила 10 °С, а атмосферски притисак 1010 mbar. Мотор теренског аутомобила ФАП 1118 БС/АВ, 4x4, 4t, је доведен на режим рада броја обртаја мотора од 1800 min⁻¹. Измерена је количина ваздуха од 120,6 kg/h што одговара количини од 100 m³/h. Систем за принудну вентилацију возачке кабине је остварио максимални проток свежег ваздуха од 100 m³/h. Ова вредност је одговарајућа за зимски режим експлоатације, за који се захтева најмање 0,4 m³/min x човек (односно 24 m³/h за два човека у кабини), али је мање од захтеваног протока за летњи режим експлоатације од 1 m³/min x човек (120 m³/h за два човека у кабини). Међутим, због малог одступања, и с обзиром да у у возачкој кабини постоји могућност природне вентилације, закључује се да остварени проток задовољава постављене захтеве за комфорност.

8.9 ФАП 2228 БС/АВ, 6х6, 7 t

8.9.1 Принудне осцилације

Испитивање принудних осцилација возила извршено је 12. 06. 2012. године у Делиблатској пешчари, као и 17. 12. 2012. године вођом по равничарској макадамској стази у близини Врдника и на асфалтној подлози аутопута у околини Сремске Митровице, према стандардима: СОРС 0318/88 и ISO 2631/97. Оцена резултата извршена је према директиви ЕС/44/02. Мерења су извршена на варијантеи теренског возила ФАП 2228 БС/АВ, 6х6 - ПЕБЗОТС (на основном возилу уместо теретног сандука уграђена је кабина са опремом).

Мерења су извршена на два мерна места M_1 (место возача) и M_2 (место сувозача) при константним брзинама кретања возила: на макадаму и ледини 30 и 40 km/h, а на асфалту 40 – 80 km/h. С обзиром да је кабина посаде предвиђена за рад у стационарним условима и да није предвиђена за транспорт људства, опционо, на макадамској подлози су измерени и нивои буке у том радном простору.

Табеларно су приказани резултати мерења за варијанту возила ПЕБЗОТС, док се дијаграми односе на резултате мерења вибрација на основном возилу са товарним сандуком. Резултати мерења (слике 8.9.1.1 ÷ 8.9.1.6) су оцењени према критеријуми-ма за комфор (ISO 2631) и према критеријумима директиве ЕС/44/02 са аспекта штетности по здравље.

File	30 vozac ledina celvrto.cmg					
Location						
Start	12-06-12 11:52:09					
End	12-06-12 11:54:26					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)	
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.71	0.27	0.86			
Corrected (m/s ²)	0.99	0.38	0.86	1.37	0.99	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	2h 1m44s
Maximum level (m/s ²)					1.15	10h43m59s
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z		Max.	
Peak factor	3.11	3.33	2.95		3.33	
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	3.32	1.31	4.07			
Corrected (m/s ^{1.75})	4.65	1.83	4.07	4.65	2m17s	
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00	
VDV level is below warning level						

File	30 vozac ledina celvrto.cmg					
Location						
Start	12-06-12 11:52:09					
End	12-06-12 11:54:26					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall		
Weighting	Wd	Wd	Wk	av		
Level (m/s ²)	0.71	0.27	0.86	1.15		
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable						

Слика 8.9.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	30 suvozac drugo.cmg					
Location						
Start	12-06-12 12:30:23					
End	12-06-12 12:40:34					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
aw						
Type	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Axis	Wd	Wd	Wk			
Weighting	1.4	1.4	1			
Coefficient	0.77	0.29	1.05			
Level (m/s ²)	1.08	0.40	1.05	1.56	1.08	8h
Corrected (m/s ²)					0.50	1h42m58s
Warning level (m/s ²)					1.15	9h 4m42s
Maximum level (m/s ²)						
Exposure level A(8) is above warning level						
Peak factor						
Type	X	Y	Z	Max		
Axis	3.33	3.91	3.33	3.91		
Peak factor	3.33					
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
VDV						
Type	X	Y	Z	Max	Exposure	
Axis	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Weighting	1.4	1.4	1			
Coefficient	4.84	1.88	6.49			
VDV dose (m/s ^{1.75})	6.77	2.84	6.49	6.77	6m56s	
Corrected (m/s ^{1.75})						
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00	
VDV level is below warning level						

File	30 suvozac drugo.cmg			
Location				
Start	12-06-12 12:30:23			
End	12-06-12 12:40:34			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
aw				
Type	X	Y	Z	Overall av
Axis	Wd	Wd	Wk	
Weighting	0.77	0.29	1.05	1.34
Level (m/s ²)	1.25	0.37	1.10	1.28
1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable				

Слика 8.9.1.2. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	dBMaestro 30403040vozac makadam.cmg			
Location				
Start	17-12-12 17:26:07			
End	17-12-12 17:41:52			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
aw				
Type	X	Y	Z	Overall av
Axis	Wd	Wd	Wk	
Weighting	0.54	0.37	1.10	1.28
Level (m/s ²)	1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable			

Слика 8.9.1.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам

File	dBMaestro suvozac 20304040 makadam.cmg			
Location				
Start	17-12-12 17:53:07			
End	17-12-12 18:10:00			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
aw				
Type	X	Y	Z	Overall av
Axis	Wd	Wd	Wk	
Weighting	0.41	0.34	1.30	1.41
Level (m/s ²)	1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable			

Слика 8.9.1.4. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам

File	Vozac 60kmTAP 2228						
Location							
Start	17-12-12 16:26:33						
End	17-12-12 16:27:38						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.22	0.20	0.68				
Corrected (m/s ²)	0.30	0.27	0.68	0.80	0.68	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	4h15m48s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	22h33m12s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.13	2.94	2.60	3.13			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.84	0.77	2.41				
Corrected (m/s ^{1.75})	1.18	1.07	2.41	2.41	1m 5s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	Vozac 60km FAP 2228			
Location				
Start	17-12-12 16:26:33			
End	17-12-12 16:27:38			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.22	0.20	0.68	0.74
0.50 m/s ² <= Aeq <= 1.00 m/s ² : quite uncomfortable				

Слика 8.9.1.5 – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт

File	Suvozac 60kmTAP 2228						
Location							
Start	17-12-12 16:42:50						
End	17-12-12 16:43:58						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	av	A(8)		
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.30	0.31	0.76				
Corrected (m/s ²)	0.42	0.44	0.76	0.97	0.76	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	3h27m10s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	18h15m59s	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.33	2.63	2.75	3.33			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.22	1.27	2.89				
Corrected (m/s ^{1.75})	1.71	1.77	2.89	2.89	1m 8s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	Suvozac 60km FAP 2228			
Location				
Start	17-12-12 16:42:50			
End	17-12-12 16:43:58			
Whole body				
Quality	Comfort			
Body position	Seated			
Measurement location	Seat			
Type	aw			
Axis	X	Y	Z	Overall
Weighting	Wd	Wd	Wk	av
Level (m/s ²)	0.30	0.31	0.76	0.88
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable				

Слика 8.9.1.6. – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт

Табела 8.9.1.1. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности

Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	асфалт
Комфор a _v (m/s ²)	возач	1.72 врло неудобно	1.32 врло неудобно	1.18 неудобно
	сувозач	1.79 врло неудобно	1.57 врло неудобно	1.26 врло неудобно

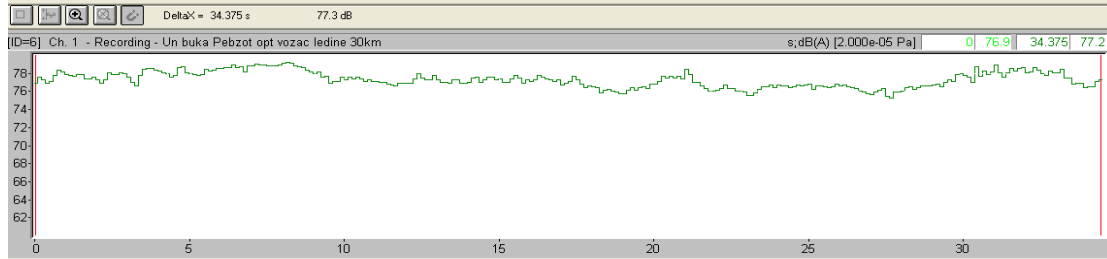
Табела 8.9.1.2. - Резултати мерења принудних осцилација возила ПЕБЗОТС

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s^2)	Оцена комфора	Еквивалентно троосно убрзање у односу на здравље a_v (m/s^2)	Препоручена макс. изложеност
Асфалт	возач	60	0.74	мало неудобно	0.80	22h 33m
		80	1.18	неудобно	1.34	11h 05m
	сувозач	60	0.88	неудобно	0.97	18h 16m
		80	1.26	врло неудобно	1.42	9h 06m
Ледине	возач	30	1.15	неудобно	1.37	10h 44m
		40	1.72	врло неудобно	1.99	5h 27m
	сувозач	30	1.34	врло неудобно	1.56	9h 05m
		40	1.79	врло неудобно	2.11	5h 15m
Равничарски макадам	возач	30	1.28	врло неудобно	1.47	08h 52m
		40	1.32	врло неудобно	1.50	6h 25m
	сувозач	30	1.41	врло неудобно	1.63	6h 45ms
		40	1.57	врло неудобно	1.71	5h 22m

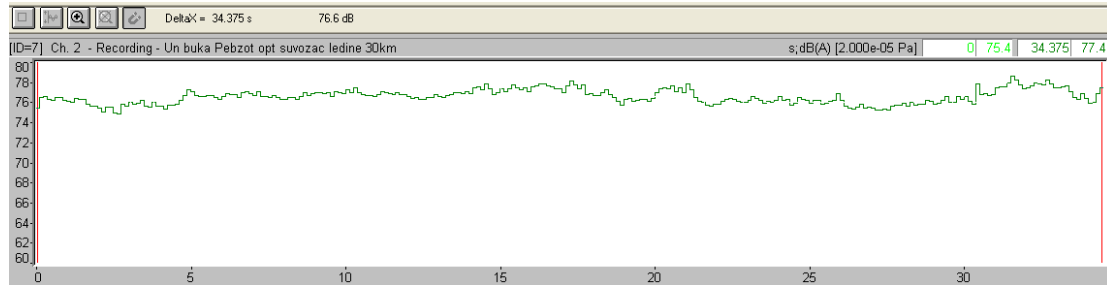
8.9.2 Унутрашња бука возила

Испитивања комфора унутар кабине возила у погледу нивоа буке извршена су у току 2013г у условима реалне експлоатације возила, и то:

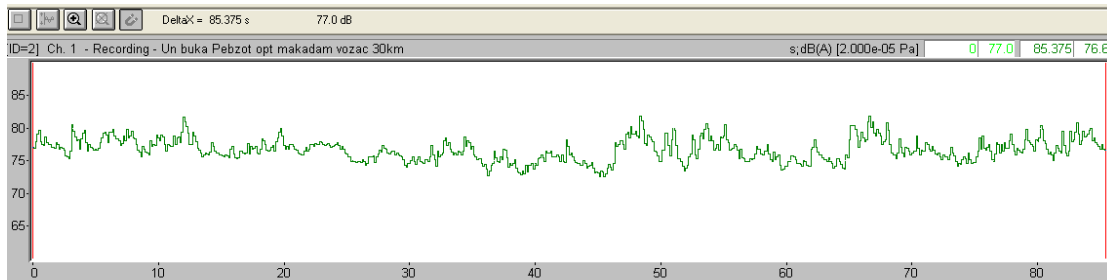
- на стази испресецане ледине (при брзинама 30 и 40 km/h) у области Делиблатске пешчаре,
- на стази равничарског макадама (при брзинама 30 и 40 km/h) у области Иришког венца,
- у току вожње по асфалу аутопута (при брзинама 50–80 km/h).



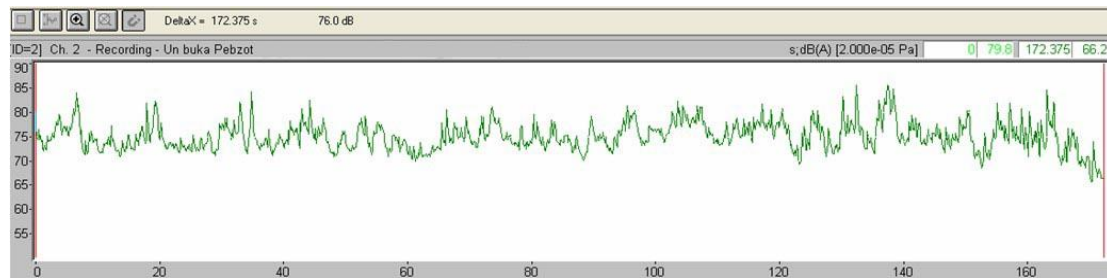
Слика 8.9.2.1 – Седиште возача, брзина 30 km/h (4), ледина



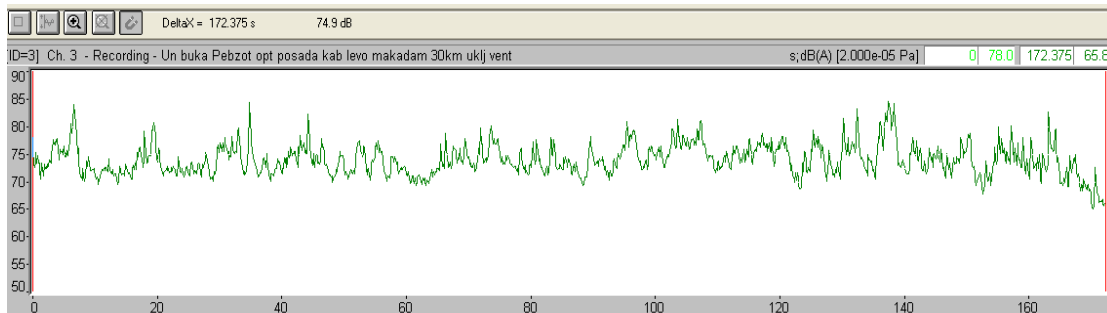
Слика 8.9.2.2 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (4), ледина



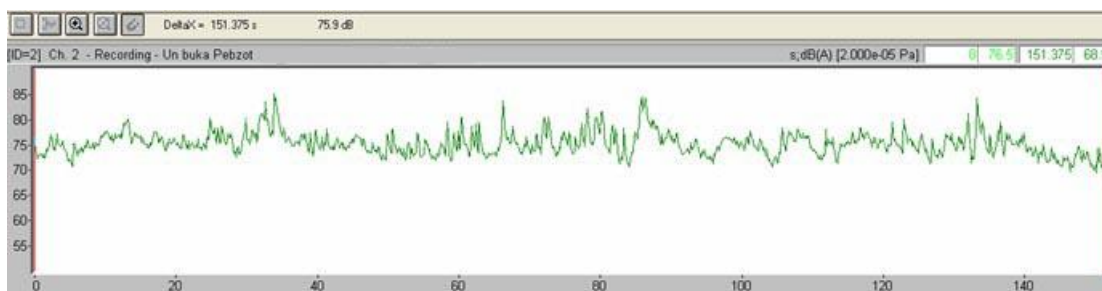
Слика 8.9.2.3 – Седиште возача, брзина 30 km/h (4), макадам



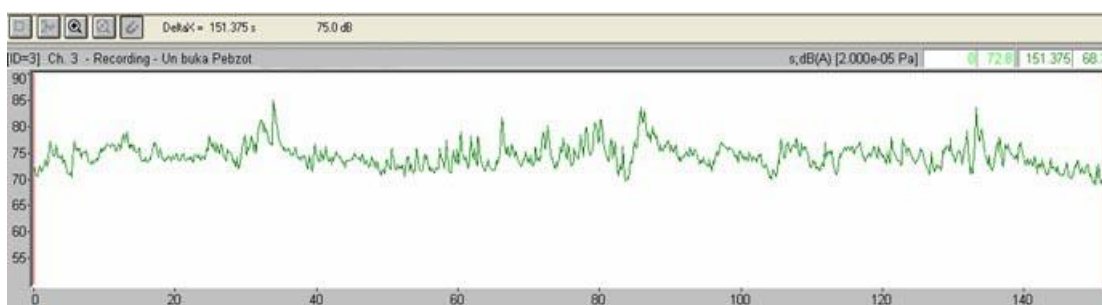
Слика 8.9.2.4 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h (4), макадам



Слика 8.9.2.5 – Седиште посаде, брзина 30 km/h (4), макадам



Слика 8.9.2.6 – Седиште возача, брзина 60 km/h (7), асфалт



Слика 8.9.2.7 – Седиште сувозача, брзина 60 km/h (7), асфалт

Табела 8.9.2.1. - Резултати мерења буке у кабини возила ПЕБЗОТС

ФАП 2228		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
		Возач	Сувозач
(km/h)	степен преноса	Стабилне брзине на асфалту	
40	V	70.2	69.9
50	VI	73.8	73.1
60	VIII	75.9	75
80	VIII	77.2	76.4
Стабилна брзина од на испресецању једини			
30	IV	77.3	76.6
40	V	76.8 (78.5)	74.7 (76.7)
Стабилна брзина од на равничарском макадаму			
20	III	75.8	74.6
30	IV	77	76
40	V	77.5	78.3
Убрзавање, VIII ст. преноса на асфалту			
40 ÷ 80	VIII	79.7	78.8
50 ÷ 80	VIII	79.1	78.4

8.9.3 Ефикасност грејања

Ефикасност грејања за овај тип камиона није посебно испитивана, јер је кабина истоветна са кабином на теренском камиону ФАП 1118.

8.10 ФАП 3240 БС/АВ, 8x8, 10 t

8.10.1 Принудне осцилације

Мерења принудних осцилација на возилу ФАП 3240 обављена су у периоду од 15.07. до 30.07.2014. године. Мерења су обављена на местима возача и сувозача.

File	30km Vozac Ledina Kovin FAP3240 opterece...						
Location							
Start	15-07-14 10:47:37						
End	15-07-14 10:49:48						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.33	0.54	0.82				
Corrected (m/s ²)	0.46	0.76	0.82	1.21	0.92	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	2h56m41s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	15h34m43s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	0.47	13.87	15.03			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.33	3.08	3.24	3.33			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.91	2.69	4.34				
Corrected (m/s ^{1.75})	2.68	3.77	4.34	4.34	2m11s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	30km Vozac Ledina Kovin FAP3240 opterece...						
Location							
Start	15-07-14 10:47:37						
End	15-07-14 10:49:48						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av			
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Level (m/s ²)	0.33	0.54	0.82	1.04			
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable							

Слика 8.10.1.1. – Седиште возача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	30km suvozac 105kg Ledina Kovin FAP3240 ...						
Location							
Start	15-07-14 11:16:02						
End	15-07-14 11:18:08						
Whole body							
Quality	Health						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Coefficient	1.4	1.4	1				
Level (m/s ²)	0.48	0.57	0.85				
Corrected (m/s ²)	0.67	0.80	0.85	1.35	0.85	8h	
Warning level (m/s ²)					0.50	2h46m45s	
Maximum level (m/s ²)					1.15	14h42m 8s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	12.30	14.62	15.47			8h	
Exposure level A(8) is above warning level							
Type	Peak factor						
Axis	X	Y	Z	Max.			
Peak factor	3.33	2.86	3.94	3.94			
Peak factor is smaller than 9							
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended							
Type	VDV						
Axis	X	Y	Z	Max.	Exposure		
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq			
Coefficient	1.4	1.4	1				
VDV dose (m/s ^{1.75})	3.75	3.89	4.23	4.23	2m 6s		
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10			
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00			
VDV level is below warning level							

File	30km suvozac 105kg Ledina Kovin FAP3240 ...						
Location							
Start	15-07-14 11:16:02						
End	15-07-14 11:18:08						
Whole body							
Quality	Comfort						
Body position	Seated						
Measurement location	Seat						
Type	aw						
Axis	X	Y	Z	Overall av			
Weighting	Wd	Wd	Wk				
Level (m/s ²)	0.48	0.57	0.85	1.13			
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable							

Слика 8.10.1.2. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, испресецана ледина

File	FAP3240 opt makadam vozac 30km Vst1700r...					
Location						
Start	30-07-14 10:59:50					
End	30-07-14 11:02:36					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.36	0.56	1.01			
Corrected (m/s ²)	0.50	0.79	1.01	1.37	1.01	8h
Warning level (m/s ²)				0.50	1h58m30s	
Maximum level (m/s ²)				1.15	10h26m51s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	9.15	14.39	18.35			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Max		
Peak factor	3.53	3.33	3.13	3.53		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.91	3.59	4.70			
Corrected (m/s ^{1.75})	2.67	5.03	4.70	5.03	2m46s	
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

Слика 8.10.1.3. – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам

File	FAP3240 opt makadam vozac 30km Vst 1700r...					
Location						
Start	30-07-14 10:59:50					
End	30-07-14 11:02:36					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall		
Weighting	Wd	Wd	Wk	av		
Level (m/s ²)	0.36	0.56	1.01	1.21		
0.80 m/s ² <= Aeq <= 1.60 m/s ² : uncomfortable						

File	FAP3240 opt makadam suvozac 30km Vst 170...					
Location						
Start	30-07-14 11:07:28					
End	30-07-14 11:10:09					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.34	1.26	1.24			
Corrected (m/s ²)	0.48	1.77	1.24	2.21	1.77	8h
Warning level (m/s ²)				0.50	38m30s	
Maximum level (m/s ²)				1.15	3h23m40s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	8.74	32.20	22.69			8h
Exposure level A(8) is above maximum level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Max		
Peak factor	3.33	3.72	3.43	3.72		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	1.75	8.02	6.84			
Corrected (m/s ^{1.75})	2.44	11.23	6.84	11.23	2m41s	
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is above warning level						

Слика 8.10.1.4. – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам

File	FAP3240 opt makadam suvozac 30km Vst 170...					
Location						
Start	30-07-14 11:07:28					
End	30-07-14 11:10:09					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall		
Weighting	Wd	Wd	Wk	av		
Level (m/s ²)	0.34	1.26	1.24	1.80		
1.25 m/s ² <= Aeq <= 2.50 m/s ² : very uncomfortable						

File	FAP3240 opt autoput vozac 60km Vst1800...					
Location						
Start	31-07-14 07:52:58					
End	31-07-14 07:55:51					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall av	Overall A(8)	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk			
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.06	0.41	0.20			
Corrected (m/s ²)	0.08	0.57	0.20	0.61	0.57	8h
Warning level (m/s ²)				0.50	8h12m17s	
Maximum level (m/s ²)				1.15	32h49m22s	
eVDV dose (m/s ^{1.75})	1.48	10.35	3.84			8h
Exposure level A(8) is above warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z	Max		
Peak factor	4.00	3.33	4.50	4.50		
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.30	2.62	1.08			
Corrected (m/s ^{1.75})	0.42	3.66	1.08	3.66	2m53s	
Warning level (m/s ^{1.75})				9.10		
Maximum level (m/s ^{1.75})				21.00		
VDV level is below warning level						

Слика 8.10.1.5 – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт

File	FAP3240 opt autoput vozac 60km Vst1800...					
Location						
Start	31-07-14 07:52:58					
End	31-07-14 07:55:51					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall		
Weighting	Wd	Wd	Wk	av		
Level (m/s ²)	0.06	0.41	0.20	0.46		
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable						

File	FAP3240 opt autoput suvozac 60km V1st 18...					
Location						
Start	31-07-14 08:03:04					
End	31-07-14 08:05:30					
Whole body						
Quality	Health					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall	Overall	Exposure
Weighting	Wd	Wd	Wk	aw	A(8)	
Coefficient	1.4	1.4	1			
Level (m/s ²)	0.09	0.32	0.27			
Corrected (m/s ²)	0.13	0.45	0.27	0.54	0.46	8h
Warning level (m/s ²)					0.50	9h55m
Maximum level (m/s ²)					1.15	52h27m34s
eVDV dose (m/s ^{1.75})	2.33	8.19	4.97			8h
Exposure level A(8) is below warning level						
Type	Peak factor					
Axis	X	Y	Z		Max	
Peak factor	3.89	3.33	4.09		4.09	
Peak factor is smaller than 9						
According to Standard 2631-1, A(8) assessment is recommended						
Type	VDV					
Axis	X	Y	Z	Max	Exposure	
Weighting	Wd	Wd	Wk	VDVeq		
Coefficient	1.4	1.4	1			
VDV dose (m/s ^{1.75})	0.52	1.59	1.56			
Corrected (m/s ^{1.75})	0.73	2.22	1.56	2.22	2m26s	
Warning level (m/s ^{1.75})					9.10	
Maximum level (m/s ^{1.75})					21.00	
VDV level is below warning level						

File	FAP3240 opt autoput suvozac 60km V1st 18...					
Location						
Start	31-07-14 08:03:04					
End	31-07-14 08:05:30					
Whole body						
Quality	Comfort					
Body position	Seated					
Measurement location	Seat					
Type	aw					
Axis	X	Y	Z	Overall		
Weighting	Wd	Wd	Wk	aw		
Level (m/s ²)	0.09	0.32	0.27	0.43		
0.32 m/s ² <= Aeq <= 0.63 m/s ² : slightly uncomfortable						

Слика 8.10.1.6 – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт

Табела 8.10.1.1. - Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в

Теренско возило	ФАП 3240											
		$a_{eq\ comfort}$ (m/s ²)	$a_{eq\ health}$ (m/s ²)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV _{eq} (m/s ²)		$a_{eq\ comfort}$ (m/s ²)	$a_{eq\ health}$ (m/s ²)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV _{eq} (m/s ²)
мерно место		ВОЗАЧ						СУВОЗАЧ				
Подлога	V											
Ледина	km/h			h min	H min					h min	h min	
	20	0.81	0.93	04 24	23 19	3.13		0.91	1.02	03 21	17 43	3.87
	30	1.04	1.21	02 57	15 35	4.34		1.13	1.35	02 47	14 42	4.23
	40	1.67	1.91	01 04	05 37	8.03		1.95	2.31	00 54	04 43	10.22
макадам												
	30	1.21	1.37	01 59	10 27	5.03		1.80	2.21	00 39	03 24	11.23
	40	1.29	1.45	01 40	08 47	4.88		1.57	1.71	01 01	05 22	15.55
асфалт												
	60	0.46	0.61	06 12	32 49	3.66		0.43	0.54	09 55	52 28	2.22
	80	0.28	0.31	33 40	178 06	1.65		0.35	0.42	21 12	112 11	1.60

У оквиру ових испитивања извршен је и експеримент мерења вибрација на месту сувозача са две различите особе (женска особа тежине 75 kg и стандардни испитивач – сувозач тежине 105 kg). Ово је урађено из разлога провере утицаја тежине испитаника у односу на добијене резултате принудних осцилација – на седишту сувозача. Из резултата приказаних у табели 8.6.2.2. јасно је видљиво смањење добијених вредности еквивалентног убрзања са смањењем тежине сувозача. Смањење ових вредности креће се у границама од 6% до 15 %, при мерењима обављеним на истој врсти подлоге, са потпуно идентичним режимима кретања теренског возила.

Табела 8.10.1.2. - Максимални нивои убрзања са аспекта осцилаторне удобности

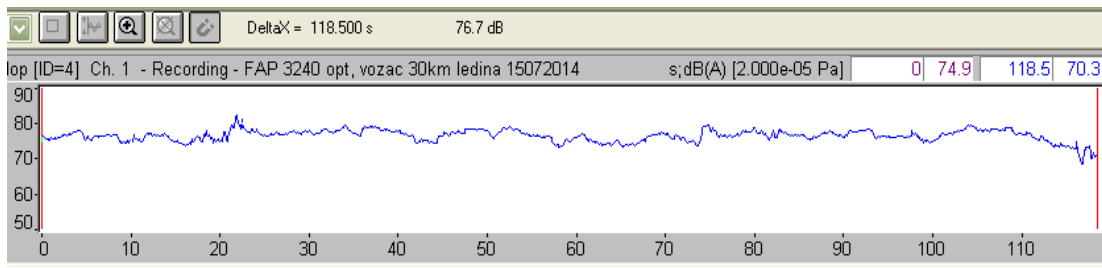
Параметар	Мерно место	Стаза		
		Ледина	макадам	асфалт
Комфор a_v (m/s^2)	возач	1.67 врло неудобно	1.29 врло неудобно	0.46 мало неудобно
	сувозач	1.95 врло неудобно	1.80 врло неудобно	0.43 мало неудобно

Табела 8.10.1.3. - Упоредни резултати мерења вибрација сувозача различитих тежина (75 kg и 105 kg)

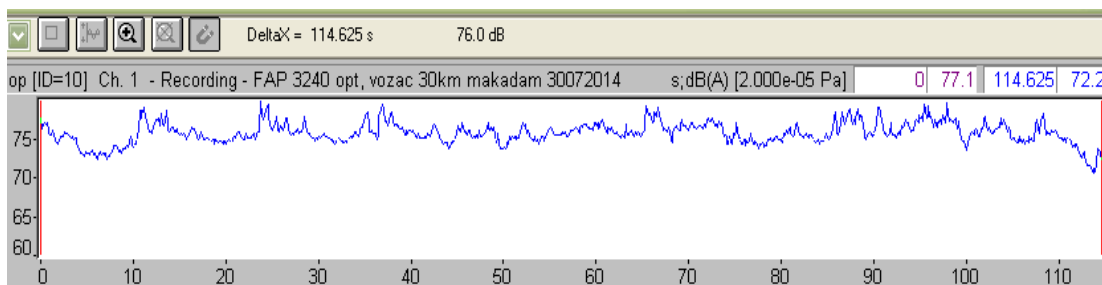
Теренско возило	ФАП 3240											
		a_{eq} comfort (m/s^2)	a_{eq} health (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV _{eq} (m/s^2)		a_{eq} comfort (m/s^2)	a_{eq} health (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV _{eq} (m/s^2)
мерно место		сувозач 75 kg						сувозач 105 kg				
подлога	v											
ледина	km/h			h min	h min					h min	h min	
	20	0.85	0.96	03 55	20 44	3.44		0.91	1.02	03 21	17 43	3.87
	30	1.11	1.29	03 37	13 51	4.40		1.13	1.35	02 47	14 42	4.23
	40	1.66	1.87	01 53	05 22	8.79		1.95	2.31	00 54	04 43	10.22

8.10.2 Унутрашња бука возила

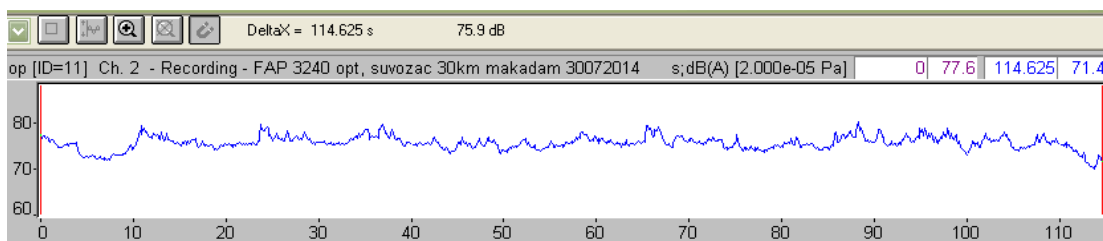
Мерења унутрашње буке у кабини возила обављена су у периоду од 15.07.2014. до 31.07.2014. године. Мерења су обављена са мерном опремом са два микрофона, тако да су истовремено снимљени нивои буке у кабини возила и на месту возача и сувозача.



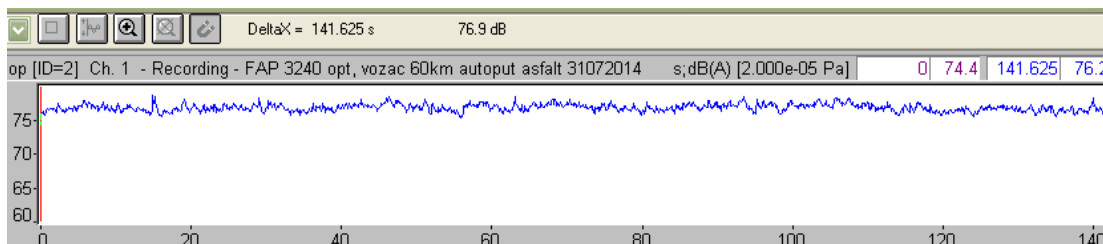
Слика 8.10.2.1 – Седиште возача, брзина 30 km/h, ледина



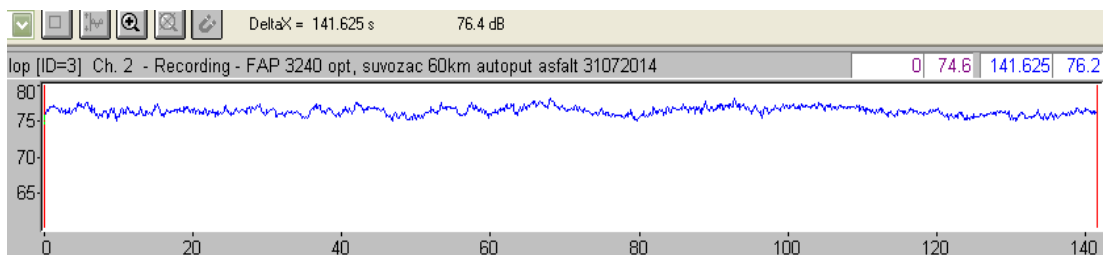
Слика 8.10.2.2 – Седиште возача, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.10.2.3 – Седиште сувозача, брзина 30 km/h, макадам



Слика 8.10.2.4. – Седиште возача, брзина 60 km/h, асфалт



Слика 8.10.2.5. – Седиште сувозача, брзина 60 km/h, асфалт

Табела 8.10.2.1. - Збирни резултати мерења буке у кабини м/в

ФАП 3240		Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
		Возач	Сувозач
(km/h)	степен преноса	Стабилне брзине на асфалту	
40	VII	77.4	76.5
50	VIII	77.5	76.7
60	VIII	76.9	76.4
70	VIII	77.3	76.7
80	VIII	79.2	78.1
Стабилна брзина од на испресецаној ледини			
20	IV	73.9	73
30	V	76.7	76.8
40	V	76.8	76.5
Стабилна брзина од на равничарском макадаму			
20	IV		
30	V	76	75.9
40	V	76.5	76.2
Убрзавање, VIII ст. преноса на асфалту			
40 ÷ 80	VIII	79.7	78.8
50 ÷ 80	VIII	79.1	78.4
50 ÷ 80		78.6	77.6

Анализом свих измерених нивоа буке види се да у случају вожње по асфалту стабилном брзином до 80 km/h максимална вредност нивоа буке у кабини износи 80 dB(A). На месту сувозача бука је за нијансу мање изражена (79 dB).

На стази испресецања ледина, као и на макадамској подлози измерени нивои на месту возача и посаде су готово уједначени при брзинама кретања возила од 30 и 40 km/h и износе 77 dB (A).

8.10.3 Ефикасност грејања

Ефикасност грејања за овај тип камиона није посебно испитивана, јер је кабина истоветна са кабином на теренском камиону ФАП 2228 и ФАП 1118.

9 Вишекритеријумско вредновање

9.1 Увод

Од када постоји, човек се сусреће са проблемима који подразумевају више алтернатива, при чему се, у датим условима и при важећим ограничењима, поставља питање одабира најбоље. Дакле, сусреће се са проблемима вредновања, рангирања и одабира оптималне алтернативе. Одлуке које се доносе имају за циљ изналажење најбољег начина за извршење неког задатка, при чему се истовремено задовољавају унапред фиксирани захтеви [20, 21]. У процесу доношења одлука, поред субјективних ставова доносиоца одлуке, учествују и научне дисциплине које залазе у сфере вештачке интелигенције и операционих истраживања. Развој рачунарске технологије, теорије математичког програмирања и нумеричке методе које су засноване на овој теорији (теорија расплнутих (fuzzy) скупова, грубих скупова, fuzzy програмирања, теорије могућности, стохастичких метода и стохастичког програмирања), омогућили су реалније математичко моделирање проблема који се односе на доношење одлука и реалније процењивање ваљаности понуђених решења [1, 2]. Методе вештачке интелигенције, "меког рачунања", вештачких неуронских мрежа, еволуционог рачунања и разних метахеуристичких алгоритама, које су инспирисане генетским, билошким и другим процесима у природи, које су настале и развиле се у току последње три деценије XX века допринеле су да се многи проблеми праксе реалније математички моделирају и лакше добијају тражена прихватљива или оптимална решења [3].

Вишекритеријумско вредновање представља приступ решавању проблема и скуп различитих техника и метода, чији је крајњи резултат редослед, односно рангирање варијаната, од најповољније до најнеповољније варијанте. Варијанте које се разматрају у датом проблему могу се разликовати у степену испуњавања постављених циљева одабраних критеријума, при чему је вероватно да се ниједна варијанта неће показати као најповољнија по свим циљевима и критеријумима. Такође, чест је случај да су циљеви и критеријуми међусобно конфликтни [4].

Развој вишекритеријумског вредновања повезан је са развојем рачунарске технологије која омогућава спровођење системских анализа комплексних вишекритеријумских проблема и велику брзину преноса информација. Рачунарска подршка доношењу одлука постала је основни захтев доносиоца одлука у разматрању различитих праваца деловања, имајући у виду велики број елемената који подразумевају променљиве величине, функције и параметре који су саставни део многих одлука [5, 6].

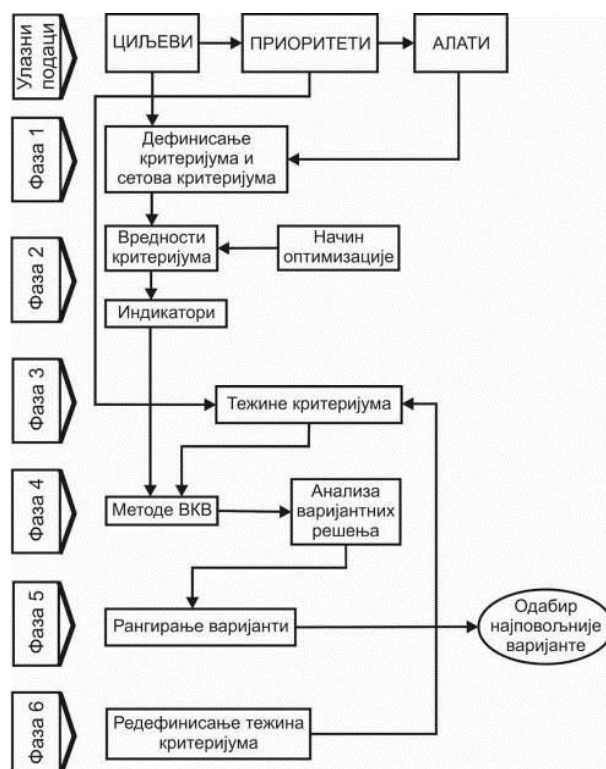


Слика 9.1. – Дијаграм повезаности вишекритеријумског вредновања са неопходним елементима његове примене

Под појмом вишекритеријумско вредновање најчешће се подразумева вишеатрибутивно вредновање, односно процес одабира и рангирања варијантних решења из доступног и коначног скупа варијаната у дискретном простору одлучивања [7]. На основу досадашњих истраживања и примене развијена је

методологија решавања вишекритеријумских проблема која се састоји од шест фаза, при чему се на самом почетку дефинишу *циљеви, приоритети и алати* вишекритеријумског вредновања. Највише дискусија је око приоритета, зато што они подразумевају интересе и ставове различитих заинтересованих страна и посредством дефинисања тежинских коефицијената критеријума могу директно утицати на коначан одабир решења. Методологија вишекритеријумског вредновања подразумева следеће фазе [8]:

- *Фаза 1:* Дефинисање критеријума и сетова критеријума,
- *Фаза 2:* Дефинисање вредности критеријума и начина оптимизације (жељени минимум или максимум вредности); из ове фазе произилазе индикатори, односно конкретне вредности критеријума;
- *Фаза 3:* Одређивање тежина критеријума;
- *Фаза 4:* Одабир метода вишекритеријумског вредновања;
- *Фаза 5:* Рангирање варијанти и одабир најповољније варијанте;
- *Фаза 6:* Редифинисање тежина критеријума; у неким случајевима може доћи до промене тежина критеријума када се цео процес враћа на фазу 3 и изналази се нови поредак варијантних решења.



Слика 9.2. – Методолошки оквир за употребу вишекритеријумског вредновања

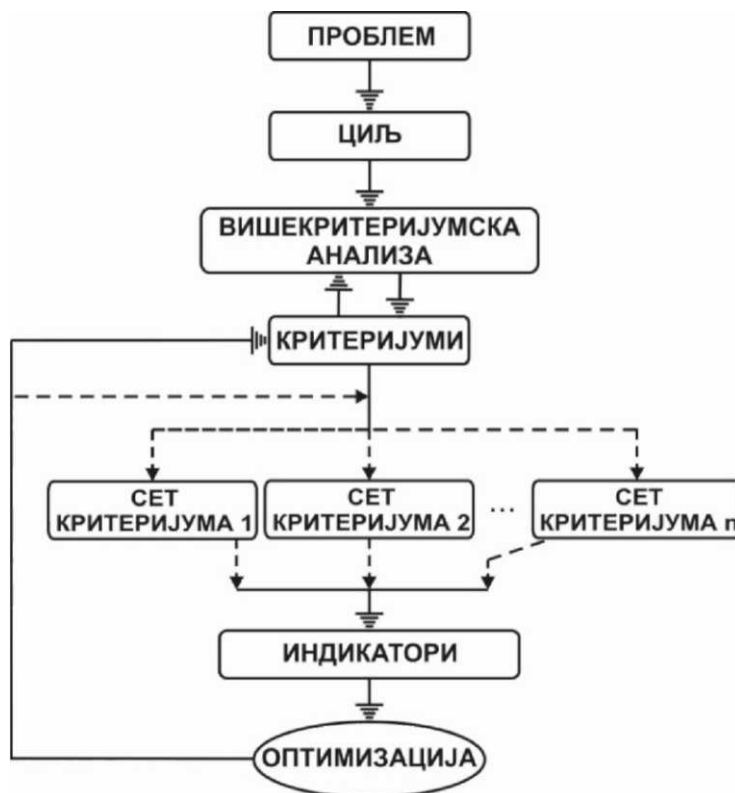
Често је веома корисно груписати критеријуме у одређене сетове критеријума који се односе на засебне и различите компоненте циља који теба остварити. Груписање критеријума нарочито добија на значају када код доношења одлука када постоји велики број критеријума (на пример, више од осам). Главни разлози груписања критеријума су следећи [1]:

- Олакшана провера одговарају ли сетови критеријума посматраном проблему, односно да ли су изабрани критеријуми и сетови критеријума релевантни за решавање проблема;
- поједностављује се процес израчунавања тежинских фактора – у неким случајевима могуће је израчунати тежинске факторе за сет критеријума, а затим их међусобно упоређивати;
- могуће је јасније указати на улогу и место критеријума у процесу доношења одлуке.

Дијаграм на наредној слици приказује место критеријума и сетова критеријума у решавању проблема применом вишекритеријумске анализе [6].

Индикатори (показатељи) представљају реалне вредности за сваки критеријум (комфор који осећа возач тј. сувозач/члан посаде у погледу буке, вибрација, температурне угодности, ергономије унутар кабинског простора, видљивост из кабине, улазак/излазак из возила...), док се начином оптимизације (жељени минимум или максимум вредности индикатора) постављају смернице вредновања решења током процеса вишекритеријумске анализе.

Из наведених разлога, груписање критеријума представља важан део вишекритеријумске анализе. Постоји неколико опште прихваћених смерница на који начин утврдити да ли су критеријуми груписани на функционалан или нефункционалан начин. Често се истиче да успешан начин решавања овог проблема структурирања критеријума захтева вештину која се стиче пре свега практичним искуством у овој области [9]. Међутим, за многе проблеме оправдано не постоји апсолутно исправан начин структурирања, односно груписања критеријума.



Слика 9.3. – Место критеријума у процесу вишекритеријумске анализе [6]

Прихватљиво груписање критеријума једноставно је оно које одражава јасно, логично, аргументовано и општеприхваћено гледиште о начину на који је могуће више релевантних критеријума повезати у кохерентне групе (сетове) тако да свака ова група представља једну и јединствену компоненту главног проблема [10]. На сличан начин као што критеријуме репрезентују одабрани показатељи, сетови критеријума могу се посматрати као засебни циљеви чијом се оптимизацијом постиже главни циљ.

На крају процеса вишекритеријумског вредновања добијају се експлицитни излазни подаци који се односе на одабрано варијантно решење и који могу бити подвргнути некој врсти анализе осетљивости. Сама природа одлука које се доносе током процеса вишекритеријумског вредновања креће се од политичких (утицаји заинтересованих страна) до чисто техничких (индикатори, одабир метода вишекритеријумских вредновања, активности које је потребно предузети, итд).

Вишекритеријумска анализа је први пут у целости представљена 1976. године од стране Кинија (Keeny) и Раифе (Raiffa), чија је књига и данас актуелна [11]. Она је базирана на теорији одлучивања, моделирању при неизвесности и

x_{ij} , $i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$ - рејтинг варијанте A_i по критеријуму K_j ,

W_j - тежински коефицијент критеријума K_j .

У даљем тексту дат је приказ неких од најчешће коришћених метода вишекритеријумског вредновања, конкретно метода: SAW, АHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE и VIKOR [13, 14].

Метода SAW

Метода SAW (*Simple Additive Weighting method*) једна је од најпознатијих и најчешће коришћених метода у проблематици вишекритеријумског доношења одлука. За примену ове методе неопходно је познавање тежинских вредности појединих критеријума. Доносилац одлуке прави нумеричку скалу за вредности критеријума и за сваки критеријум додељује тежинске вредности које постају коефицијенти променљивих. Тада доносилац одлуке може да израчуна укупан резултат за сваку варијанту простим множењем вредности рејтинга сваког критеријума са тежинским фактором критеријума и сабирањем тих производа за све критеријуме. Кад се укупни резултати за сваку варијанту израчунају, варијанта са највећим коначним збиром (највећим тежинским просеком) има предност над осталим варијантама [13].

Пре примене ове методе потребно је извршити нормализацију вредности које поједине алтернативе узимају по појединим критеријумима (вредности из базне матрице D):

$$D = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_j & X_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_i & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & x_{mn} \end{matrix} \rightarrow R = \begin{matrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{ij} & r_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mj} & r_{mn} \end{matrix}$$

Бездимензиони елементи r_{ij} нормализоване матрице R добијају се на следећи начин:

- за критеријуме „корист“ релацијом:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}; \quad x_j^* = \max_i x_{ij}$$

- за критеријум „трошкови“ релацијом:

$$r_{ij} = \frac{x_j^*}{x_{ij}}; \quad x_j^* = \min_j x_{ij}$$

Математички израз методе SAW може се приказати на следећи начин:

Ако доносилац одлуке додели атрибутима сет тежинских фактора $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$, најповољнију алтернативу A селекује као:

$$A' = \left(A_i \mid \max_i \frac{\sum_{j=1}^n w_j x_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j} \right)$$

Где се x_{ij} односи на i -ту алтернативу и j -ти атрибут при нумерички употребивој скали. Збир тежинских фактора је

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

Метода АНР

Метода АНР (*Analytic Hierarchy Process*) представља алат који се користи у анализи одлучивања, креиран да пружи помоћ доносиоцима одлуке у решавању комплексних проблема вредновања у којима учествује већи број доносилаца одлуке и где постоји већи број критеријума.

Организовањем варијанти наспрам вишеструких критеријума и успостављајући одговарајућу хијерархију, метода АНР обезбеђује ефикасно решавање проблема вишекритеријумског вредновања. Ова метода омогућава избегавање уобичајених замки и грешака у процесу одлучивања као што су: изостанак фокусирања на значајне елементе, недостаци у планирању и разматрању питања везаних за учешће

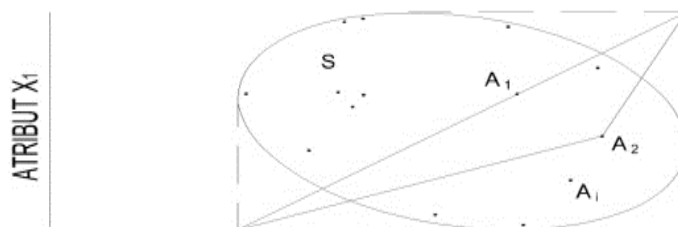
различитих заинтересованих страна на пројекту, итд. Умањивање штетних последица наведених ситуација је веома значајно зато што су оне често директно повезане са трошковима реализације пројекта и при том онемогућују избор најповољнијег решења.

Издавају се четири корака методе АНР [14]:

- 1) *Структурирање проблема* - подразумева декомпоновање било ког сложеног проблема одлучивања у серију хијерархија, где сваки ниво представља одређен број критеријума. Они се затим декомпонују у други сет елемената који одговара следећем нивоу, итд. Последњи ниво резервисан је за саме варијанте;
- 2) *Прикупљање података и њихова анализа* - доносилац одлуке додељује релативне оцене за парове критеријума једног хијерархијског нивоа и то за све нивое целокупне хијерархије. При томе се користи најпознатија и широко коришћена Сатијева скала девет оцена;
- 3) *Одређивање релативних тежина критеријума* - матрица поређења по паровима се преводи у проблем одређивања сопствених вредности, ради добијања нормализованих и јединствених сопствених вектора тежина за све критеријуме на сваком нивоу хијерархије - A_1, A_2, \dots, A_p са вектором тежина $t - (t_1, t_2, \dots, t_n)$.
- 4) *Одређивање решења проблема* - подразумева се налажење тзв. композитног нормализованог вектора. Након што се одреди вектор редоследа активности критеријума у моделу у наредном кругу потребно је утврдити редослед важности варијанти у моделу у оквиру сваког посматраног критеријума. На крају се целокупна синтеза проблема изводи на следећи начин: учешће сваке варијанте множи се са тежином посматраног критеријума и потом се те вредности саберу за сваку варијанту посебно. Добијени резултат представља тежину посматране варијанте у моделу. На исти начин резултат се одређује и за све остале варијанте, после чега се долази до коначног поретка варијаната на основу којег је могуће обавити избор најповољније.

Метода TOPSIS

Метода TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) заснована је на рангирању варијанти према удаљености од тзв. идеалног решења и анти-идеалног решења које најпре треба одредити. Идеално решење минимизира критеријуме трошкова, а максимизира критеријуме добити, док за анти-идеално решење важи обрнуто. Најповољнија варијанта је она која је у геометријском смислу најближа идеалном решењу, односно најдаља од анти-идеалног решења. Рангирање варијанти заснива се на *релативној сличности са идеалним решењем* чиме се избегава ситуација да једна варијанта истовремено има исту сличност са идеалним и анти-идеалним решењем [15]. Једна варијанта може да поседује најмању (тежинску) Еуклидску дистанцу од идеалног решења у геометријском смислу. Тада се тврди да би та варијанта истовремено требало да буде максимално удаљена од анти-идеалног решења. Понекад изабрана варијанта, која има најмању Еуклидску удаљеност од идеалног решења, има мању удаљеност од анти-идеалног решења у односу на неку другу варијанту [16].



Слика 9.5. – Еуклидске удаљености од идеалног и анти идеалног решења у дводимензионалном простору

Метода ELECTRE

Метода *ELECTRE* (*Elimination and Choice Expressing Reality*) веома успешно се примењује у различитим областима науке и друштва. Постоји више варијанти ове методе које се углавном разликују у детаљима. Метода *ELECTRE* користи концепт који се заснива на елиминацији појединих варијантних решења узимајући у обзир значај појединих критеријума и везе између њих. Метода *ELECTRE* нуди само делимично рангирање варијанти, односно могућност да се елиминише само једна или две варијанте, док остале остају као доминантне [17]. Ова метода се састоји од упоредне анализе варијанти док одређени тежински фактори потврђују или указују на евентуалну контрадикторност доминантних веза између варијанти. Метода испитује и степен сагласности и степен несагласности датих варијанти. Кораци ове методе управо се базирају на степенима сагласности и несагласности, па се ова метода назива још и анализом сагласности.

Метода PROMETHEE

Метода *PROMETHEE* (eng. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) припада групи метода за вишекритеријумски избор у оквиру скупа варијанти које су описане са више критеријума. Ова метода омогућује сагледавање и агрегацију квантитативних и квалитативних критеријума различитих тежина. У методи *PROMETHEE* дефинишу се критеријуми на основу типа релације преференције, па тако они могу бити: квази критеријум, критеријум са линеарном преференцијом, критеријум са степенима константне преференције, критеријум са линеарном преференцијом и подручјем индиференције и Гаусов критеријум [18]. Који ће се тип критеријума применити зависи од природе вишекритеријумског проблема. Крајњи резултат може бити парцијално (делимично) рангирање варијанти (*PROMETHEE I*) или потпуно рангирање варијанти (*PROMETHEE II*). Примену методе *PROMETHEE* карактеришу два корака:

- генерисање релације преференције у скупу варијанти *A* и
- коришћење те релације у циљу решавања вишекритеријумског проблема.

Ова метода заснива се на формирању сложене релације преференције која се базира на генерализацији критеријума. Преференције у ствари одређују колико је неки критеријум важан за доношење одлука, тј. што је преференција већа - критеријум је важнији. Дефинише се индекс преференција, а релација се приказује у виду графа преференције. Суштина овог корака састоји се у томе да доносилац одлуке мора изразити сопствене преференције (дати предност) између варијаната по сваком од изабраних критеријума, на основу тежинских фактора додељених критеријумима [18].

Метода ВИКОР

Метода *ВИКОР* је развијена у оквиру Грађевинског факултета Универзитета у Београду, 1998 године, на основу елемената из компромисног рангирања. Назив је скраћеница од речи *ВИ*шеКритеријумско *О*птимално *Р*ешење или *ВИ*шекритеријумско *КО*мпромисно *Р*ешење. На основу методе урађен је и програмски пакет (*ВИКОР*) који решава задатке оптимизације са више хетерогених и конфликтних критеријума. Добијено решење је компромисно, може бити јединствено или представљати скуп блиских решења. Компромисно решење је оно допустиво решење које је најближе идеалном. Идеално решење се одређује на основу најбољих вредности критеријума и обично се не налази у датом скупу алтернативних решења [19].

Алгоритам рада методе ВИКОР

Потребно је извршити рангирање алтернативних решења a_1, a_2, \dots, a_j са задатим вредностима критеријумских функција f_{ij} , $i=1, n$ и $j=1, J$, где је n број критеријума, а J број алтернатива. Поступак рангирања је следећи:

- 1) Одређују се најбоље f_i^* и најлошије f_i^- вредности за све критеријумске функције $i=1, 2, \dots, n$;

$$f_i^* = \max_j f_{ij}, \quad f_i^- = \min_j f_{ij}, \quad \text{ако } i\text{-та функција представља добит};$$

$$f_i^* = \min_j f_{ij}, \quad f_i^- = \max_j f_{ij}, \quad \text{ако } i\text{-та функција представља трошкове}.$$

- 2) На основу мера S_j и R_j врши се рангирање алтернативних решења и одређује место алтернативе a_j на ранг листама $s(a_j)$ и $r(a_j)$, при чему се вредности S_j и R_j , $j=1,2,\dots,J$ израчунавају помоћу релација:

$$S_j = \sum_{i=1}^n \omega_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_j^-} \quad (\text{за } p=1)$$

$$R_j = \max_i \omega_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \quad (\text{за } p=\infty)$$

где је:

n - број критеријума

ω_i - тежина i -тог критеријума и изражава преференцију доносиоца одлуке, тј. релативни значај критеријума

S_j - мера одстојања $R(F,1)$ од идеалне тачке за алтернативу j ,

R_j - мера одстојања $R(F,\infty)$ од идеалне тачке за алтернативу j .

Рангирањем према мерама S_j и R_j добијају се две ранг листе алтернатива. Мера S даје ранг листу по којој је најбоља алтернатива она за коју се добија минимално S_j - највећа групна корисност (даје се предност задовољењу већине критеријума). Мера R даје ранг листу по којој је најбоља алтернатива она за коју је минимално максимално одступање од идеалног решења (тзв. минимакс стратегија одлучивања. Алтернативно решење a_j је боље од a_k ако је према мери S остварена релација $S_j < S_k$, односно према мери R релација $R_j < R_k$.

- 3) Да би се добила обједињена ранг листа примењује се компромисно програмирање по којем су сада S_j и R_j критеријумске функције. Нова мера за рангирање може бити:

$$Q_j = vQS_j + (1-v)QR_j,$$

$$QS_j = \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*}$$

$$QR_j = \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}$$

где је:

$$S^- = \max_j S_j$$

$$R^- = \max_j R_j \quad (1)$$

$v = \frac{(n+1)}{2n}$ - тежина стратегије одлучивања групе користи (већине)

$(1-v)$ - тежина индивидуалног незадовољства

Алтернатива a_j је вишекритеријумски боља од алтернативе a_k , рангирана помоћу Q , ако је $Q_j < Q_k$ и има вишу позицију на ранг листи.

4) Метода *ВИКОР* предлаже као вишекритеријумски најбољу алтернативу ону која је на првом месту компромисне ранг листе за $v = 0.5$ само уколико има:

- “довољну предност” над алтернативом са следеће позиције ($U1$)
- “довољно стабилну” прву позицију са променом тежине v . ($U2$)

За вредновање “предности” користи се разлика између мера Q_j за $v = 0.5$.

Алтернатива a' има довољну предност над следећом са ранг листе a'' ако је:

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ$$

где је DQ “праг предности” који се одређује у односу на теоријске вредности Q и броја алтернатива J као:

$$DQ = \min\left(0.25; \frac{1}{J-1}\right)$$

За случајеве са малим бројем алтернатива праг је ограничен са 0.25.

Прва алтернатива на компромисној ранг листи има “довољно” стабилну позицију ако испуњава бар један од следећих услова:

- има прву позицију на ранг листи према QS ,
- има прву позицију на ранг листи према QR ,
- има прву позицију на ранг листи према Q за $v=0.25$ и $v=0.75$.

Уколико прва алтернатива са компромисне ранг листе не испуњава оба услова $U1$ и $U2$, сматра се да она није “довољно” боља од алтернативе са друге позиције. У таквим случајевима методом *ВИКОР* формира се скуп компромисних решења у који улазе прва и алтернатива иза ње. Ако прва алтернатива не испуњава само услов $U2$ онда у скуп компромисних решења улази само друга са компромисне ранг листе. Ако не испуњава услов $U1$ тада скуп компромисних решења садржи алтернативе са компромисне ранг листе до оне која испуњава услов да прва алтернатива нема довољну предност над том алтернативом.

Резултат методе *ВИКОР* су:

- ранг листе према мерама QR , Q (за $v = 0.5$) и QS и
- компромисна алтернатива или скуп компромисних решења.

Ови резултати представљају основу за одлучивање и усвајање најповољнијег (вишекритеријумски оптималног) решења.

Као најприхватљивију методу вишекритеријумског рангирања, аутор ове дисертације је изабрао методу *ВИКОР*. Основни разлози одабира ове методе су:

- *РС* софтвер лако примењив и једноставан за употребу,
- метода је дело колега са Грађевинског факултета Универзитета у Београду, настала 1998. године и примењује се у многим техничким дисциплинама (нарочито у великим инфраструктурним, као и машинским пројектима приликом вредновања понуђених варијантних решења), а у научним и стручним круговима у земљи и иностранству наишла је на добар пријем.

Литература:

1. Марковић Љ., Милић Марковић Љ., „Дефинисање циљева и одређивање тежина критеријума у поступку вредновања варијантних решења применом вишекритеријумске оптимизације у процесу пројектовања саобраћајница“, Зборник радова XXXVII Симпозијума за операциона истраживања SYM-OP-IS 2010, стр. 241-245, Тара, Србија, (2010).
2. Dubois, D. And Prade, H., *Properties of measures of information in evidence and possibility theories*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 24, Issue 2, (1987).
3. Xu L., Yang J., *Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach*, University of Manchester Institute of Science and Technology, Манчестер, Енглеска, (2001).
4. Hwang C., Yoon K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and applications*, Springer, Њујорк, САД, (1981).
5. Munda, G.: *Multi-criteria Analysis*, in Proops J. and Safonov P. (eds.), *Modelling in Ecological Economics*. Edward Elgar, Cheltenham. NERA (National Economic Research Associates) (2005)
6. Marković, Lj., Cvetković, M., Milić Marković, Lj.: *Multi-Criteria Decision-Making when Choosing Variant Solution of Highway Route at the Level of Preliminary Design*. FACTA UNIVERSITATIS Series ArchitecturE and Civil Engineering, Volume 11 No 1, pp 71-87 (2013)
7. Kahraman, C., Buyukozkan, G., Ates N.Y.: *A two phase multi-attribute decision making approach for new product introduction*. Information Sciences, pp. 1567-1582, (2007)
8. Department for Communities and Local Government: London, *Multi-criteria analysis: a manual*, Communities and Local Government Publications, London, (2009)
9. Golec, A. , Taskin, H.: *Novel methodologies and a comparative study for manufacturing systems performance evaluations*, in Information Sciences, pp. 5253-5274, (2007)
10. Bhushan, N., Rai, K.: *Strategic Decision Making: Applying the Analytical Hierarchy Process*. Springer, Berlin (2004)
11. Keeney, R. L. and Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Wiley, New York. Reprinted, Cambridge Univ. Press, New York, (1993)
12. Lu, J., Zhang, G., Ruan, D., Wu, F.: *Multi-Objective Group Decision Making Methods, Software and Applications With Fuzzy Set Techniques*. Imperial

- College Press, London, pp. 1-21, 29-35, (2007)
13. Lazim, A., Adawiyah, C.W.R.: Simple Additive Weighting Methods of Multi criteria Decision Making and Applications: A Decade Review, International Journal of Information Processing and Management (IJIPM) Volume 5, Number 1, (2014)
 14. Nikolić I., *Višekriterijumska optimizacija*, Vojnoizdavački zavod, Beograd, Srbija, (1996)
 15. Wang, T.C., Chang, T.H. : Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment Expert Systems with Applications, pp. 870-880, (2007)
 16. Shih, H.-S.: Incremental analysis for MCDM with an application to group TOPSIS, European Journal of Operational Research, 186(2), pp. 720-734, (2008)
 17. Wang, X., Triantaphyllou, E.: Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods. OMEGA, (2005)
 18. Macharis C., Springael J, De Brucker K., Verbeke A., "PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis", European Journal of Operational Research, 6p. 153, pp. 307-317, (2004)
 19. Opricović, S., Tzeng, G.,H.: Extended VIKOR method in comparison with outranking. European Journal of Operational Research 178, No 2, pp. 514-529 (2007)
 20. Vasić, B., Stanojević N.: Integrated Cost-Benefit and Multi-Criteria Analyses Based on the Principles of Life Cycle Engineering, (2007)
 21. Popovic, V., Vasic B., Lazovic T., Grbovic, A.: Application of new decision making model based on modified cost-benefit analysis, a case study: Belgrade tramway transit, Asia Pacific Journal of Operational Research 01/2013; 29(06). DOI:10.1142/S0217595912500340, (2013)

10 **Анализа вишекритеријумског вредновања резултата испитивања**

Експериментални део ове дисертације је рађен у временском интервалу који је трајао нешто више од четири године. Због компликоване и обимне организације извођења експеримената, њихова реализација се одвијала искључиво у оквиру редовних испитивања Техничко опитног центра. Пошто су сва возила обухваћена експериментом била у фази прототипских испитивања, нужно за њихову реализацију је било ангажовати квалификовану испитну екипу возача, механичара и инжењера различитих специјалности за потребе аквизиције података (моторске перформансе, брзинске карактеристике, статичке карактеристике оптерећења корисног простора, обезбеђења и мерења температурних карактеристика у хладној комори у Никинцима...). Напред наведени временски интервал би био много краћи када би се превасходно код домаћих произвођача возила повећао интерес и стекли првенствено материјални предуслови (постојање испитних стаза, могућност уградње више типова различитих седишта ради повећања комфора возача, додатна акустичка изолација кабинског простора...) и када би се испитивања овог типа обављала у оквиру њихових интерних испитивања. Нажалост тренутна економска ситуација диктира предуслове за редукцију обима реализације завршних испитивања, какви су сада и присутни.

Један од првих закључака ових испитивања је да су реална експлоатациона испитивања возила, још увек незаменљива у поређењу са симулираним условима у лабораторији. Без обзира што у поређењу са лабораторијским мерењима, експлоатациона имају већу дисперзију добијених резултата, и евентуално „мању

тачношћу“, намеће се закључак да се по питању нивоа буке и вибрација у кабини возила, оцена не може једнозначно бројчано исказати прецизном вредности убрзања или децибела, већ да та вредност треба бити у одређеном интервалу. Еквивалентни нивои убрзања и буке, који представљају усредњене вредности интезитета ових физичких величина, током временског интервала представљају коректан параметар за оцену елемената комфора.

Припремљеност возила за експеримент, у смислу правилног избора и распореда оптерећења, стање пнеуматика и баланса точкова, припремљеност моторског агрегата, система за управљање и носећег система имају круцијалну улогу за добијање меродавних и поновљивих резултата мерења. Изузетно важно за валидност компарације резултата мерења вибрација на седиштима возача и посаде је и константна и непромењена тежина испитаника. Експериментално приликом испитивања теренског аутомобила ФАП 3240, на ледини, на месту сувозача су се мењала два испитаника од 70 kg и 105 kg. Добијени резултати мерења приказани су у табели 10.1.1. Из измерених вредности се може видети да смањење телесне тежине испитаника производи и мању измерену вредност убрзања на седишту. Разлике у добијеним резултатима у овом случају крећу се од 7% до 15%, у зависности од величине еквивалентног нивоа вибрација.

Табела 10.1 – Резултати мерења вибрација испитаника различитих тежина

Тежина испитаника	70 kg		105 kg	
	Брзина кретања	a_w health	a_w comfort	a_w health
20 km/h	0,96	0,85	1,02	0,91
40 km/h	1,87	1,66	2,31	1,95

Временски услови, тј. стање подлоге је још један значајан параметар за компарацију резултата испитивања буке и вибрација. Ова констатација се нарочито односи на опитну стазу у Делиблатској пешчари, на којој је подлога испресецана ледина. Колико год се пажња приликом извођења експеримената, посвећивала томе да стаза буде сува и тврда, током интезивне вожње и великог броја пролаза истим трагом деградирају се њена својства. Наиме уместо подлоге са много микронеравнина, услед тежине возила, стаза се изравњава. Из тог разлога интенција испитивача је била да се мерења буке и вибрација, обавезно обаве на почетку циклуса испитивања интезивном вожњом.

Следећи значајан параметар приликом аквизиције података је обавезно снимање временског тока сигнала, дуж целокупне дужине опитне стазе од 1400 m. Овај начин снимања сигнала даје могућност касније анализе и корекције евентуално „неочекиваних“ резултата мерења, услед непожељних пикова који могу значајно променити еквивалентни ниво вертикалних убрзања и акустичког сигнала.

Брзина кретања возила има круцијални значај у одређивању нивоа буке и вибрација које у кабини делују на возача и чланове посаде. С обзиром да Правило о безбедности путног саобраћаја у Војсци Србије (*Слика 8.1. – Максималне дозвољене брзине кретања возила по различитим врстама подлога*) [1] прописује максималне дозвољене брзине кретања возила у путним условима у интервалу 30 – 40 km/h, за земљани пут, који је у сваком случају квалитетнија подлога у односу на испресецану ледину и равничарски макадам, може се извући закључак, који је потпуно у складу са искуственим сазнањима испитивања возила на терену, да је оптимална брзина кретања возила на ова два типа стазе 30 km/h. Што се тиче кретања возила на аутопуту правилник декларише максималне брзине кретања у интервалу 70 km/h за теренска возила носивости преко 1t и 80 km/h за теренска возила носивости испод 1t. Средња и тешка теренска возила категорија N2 и N3, произвођача ФАП – Прибој (ФАП 1118, ФАП 2228 и ФАП 3240) фабрички поседују електронско ограничење максималне брзине кретања у интервалу 80 – 85 km/h [2]. Остала испитивана лака теренска возила развијају максималне брзине кретања и преко 100 km, на овом типу подлоге. Из напред наведеног, може се извући закључак да су брзине кретања од 60 km/h и 80 km/h оптималне за ове две категорије возила, као и за асфалтну подлогу аутопта. У складу са овим закључцима извршено је и поређење елемената комфора по питању буке и вибрација у кабини возила.

Истраживања у овој дисертацији нису обухватила ергономске елементе уласка и изласка из возила, потребно време за укрцавање и можда још важније, искрцавања посаде из возила, ергономске параметре смештаја возача и чланова посаде, као и елементе прегледности са аспекта возача, као и чланова посаде. Ово су изузетно значајни параметри, посебно у случају теренских возила за војну употребу. Део ових испитивања обављен је у оквиру тестирања возила Land Rover Defender 110 Soft top, приликом којих су добијени изузетно интересантни резултати за возило које је у широкој употреби у многим европским оружаним снагама [3, 4].

10.1 Сумарни резултати мерења нивоа вибрација, буке и ефикасности грејања

На основу добијених резултата приказаних у табелама 10.1.1 - 10.1.6 могуће је компаративно поређење и рангирање сродних типова возила по питању

Табела 10.1.1 – Збирни резултати мерења вибрација у кабини м/в

Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор a_v (m/s ²)										
			Застава Пг1	Застава Пг2	Land Rover Defender 110 GS Soft Top	Land Rover Defender 110 GS Hard Top	Pinzgauer 710K	Puch 300 GD	БОВ	ФАП 1118	ФАП 2228 ПЕВЗОТС	ФАП 3240	
Асфалт	Возач	60	0.45	0.44	0.30	0.22	0.31-0.32	0.38	0.39	0.47	0.80	0.46	
		80	0.78	0.42	0.45	0.27	0.35-0.47	0.36		0.53	1.34	0.28	
	Сувозач	60	0.70	0.53				0.59		0.51	0.97	0.43	
		80	0.78	0.68	0.38			0.77		0.59	1.42	0.35	
	Посада	60		0.28	0.57 0.51	0.25 0.48	0.26-0.28	0.76	0.59				
		80		0.51	0.59	0.29 0.46	0.47-0.65	0.71					
Ледине	Возач	30	1.57	1.17	1.25	1.12	0.92	0.73	0.89	1.19	1.37	1.04	
	Сувозач	30	1.70	1.25	1.23			0.80		1.42	1.56	1.13	
	Посада	30		1.23	1.30	1.30 1.66	0.80	0.93	0.72				
Равничарск и макадам	Возач	30	1.62	1.81	1.19	1.20	1.06	0.91	0.74	1.49	1.47	1.21	
	Сувозач	30	1.88	1.86				0.93		1.50	1.63	1.80	
	Посада	30		1.50	2.09	1.75 1.40	0.89	0.98	0.76				

елемената комфора у кабини возила који се односе на ниво унутрашње буке, вибрације на седишту и ефикасности грејања кабинског простора. Резултати приказани за борбено оклопно возило (БОВ) су дати илустративно и нису подвргнути матрици рангирања, због саме природе и намене возила.

Табела 10.1.2 – Збирни резултати мерења вибрација возила категорије N1

			Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор $a_v (m/s^2)$					
Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Застава Пm1	Застава Пm2	Land Rover Defender 110 GS Soft Top	Land Rover Defender 110 GS Hard Top	Pinzgauer 710K	Puch 300 GD
Асфалт	возач	80	0.78	0.42	0.45	0.27	0.35-0.47	0.36
	сувозач	80	0.78	0.68	0.38			0.77
	посада	80		0.51	0.59	0.29 0.46	0.47-0.65	0.71
Ледине	возач	30	1.57	1.17	1.25	1.12	0.92	0.73
	сувозач	30	1.70	1.25	1.23			0.80
	посада	30		1.23	1.30	1.30 1.66	0.80	0.93
Равничарски макадам	возач	30	1.62	1.81	1.19	1.20	1.06	0.91
	сувозач	30	1.88	1.86				0.93
	посада	30		1.50	2.09	1.75 1.40	0.89	0.98

Табела 10.1.3 – Збирни резултати мерења вибрација возила категорија N2 и N3

			Еквивалентно троосно убрзање у односу на комфор $a_v (m/s^2)$			
Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	БОВ	ФАП 1118	ФАП 2228 ПЕБЗОТС	ФАП 3240
Асфалт	возач	60	0.39	0.47	0.80	0.46
	сувозач/ посада	60	0.59	0.51	0.97	0.43
Ледине	возач	30	0.89	1.19	1.37	1.04
	сувозач/ посада	30	0.72	1.42	1.56	1.13
Равничарски макадам	возач	30	0.74	1.49	1.47	1.21
	сувозач/ посада	30	0.76	1.50	1.63	1.80

Табела 10.1.4 – Збирни резултати мерења нивоа буке возила категорије N1

			Измерени еквивалентни нивои буке <i>L_{eq}</i> (dB)A					
Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	Застава Пт1	Застава Пт2	Land Rover Defender 110 GS Soft Top	Land Rover Defender 110 GS Hard Top	Pinzgauer 710K	Puch 300 GD
Асфалт	возач	80	75,3	79,2	75,8	71,55	88,7	74,2
	сувозач/ посада	80	75,5	79,2	78,7	72,62	87,65	70,65
Ледине	возач	30	71,1	72,0	69,4	69,4	83,4	66,7
	сувозач/ посада	30	71,5	68,5	69,7	69,25	78,9	66,1
Равничарски макадам	возач	30	77,7	76,1	78,4	78,4	82,2	76,2
	сувозач/ посада	30	75,9	72,3	79,7	80,45	83,5	75,2

Табела 10.1.5 – Збирни резултати мерења нивоа буке возила категорија N2 и N3

			Измерени еквивалентни нивои буке <i>L_{eq}</i> (dB)A			
Стаза	Мерно место	Брзина (km/h)	БОВ	ФАП 1118	ФАП 2228 ПЕБЗОТС	ФАП 3240
Асфалт	возач	60	85,6	73,2	75,9	76,9
	сувозач/ посада	60	85,1	74,0	75,0	76,4
Ледине	возач	30	82,3	75,2	77,3	76,7
	сувозач/ посада	30	82,1	76,6	76,6	76,8
Равничарски макадам	возач	30	81,7	75,3	77,0	76,0
	сувозач/ посада	30	80,8	74,6	76,0	75,9

Табела 10.1.6 – Збирни резултати ефикасности грејања у кабини м/в

Измерено време до постизања просечне температуре од 16°C (min)									
Застава Пт1	Застава Пт2	Land Rover Defender 110 GS Soft Top	Land Rover Defender 110 GS Hard Top	Pinzgauer 710K	Puch 300 GD	БОВ	ФАП 1118	ФАП 2228 ПЕБЗОТС	ФАП 3240
35	35	60	30	45	30	60	21	21	21

Приликом рангирања возила методом ВИКОР, ради објективније компарације резултата, сви испитни узорци су подељени у две категорије теренских аутомобила. У прву категорију, лаких теренских аутомобила категорије N1, сврстано је шест возила:

1. Застава Пт1,
2. Застава Пт2,
3. Land Rover defender soft top,
4. Land Rover defender hard top,
5. Pinzgauer 710K и
6. Puch GD300.

Другу категорију сачињавају теренска возила категорија N2 и N3, Фабрике аутомобила Прибој:

1. ФАП 1118,
2. ФАП 2228,
3. ФАП 3240 и
4. борбено оклопно возило БОВ (илустративно приказани резултати).

Рангирање возила је извршено на основу претходно дефинисаних **циљева, критеријума и показатеља**. Дефинисане **циљеве** рангирања представљају:

1. еквивалентни нивои буке у кабини возила,
2. еквивалентни нивои убрзања на седиштима и
3. ефикасност загревања кабинског простора.

Због идентично изведене кабине, као и система за грејање, код теренских возила фабрике аутомобила Прибој, рангирање је извршено на основу прва два циља.

Приликом одређивања тежине циљева аутор дисертације се определио за три варијанте. У првој варијанти додељени су истоветни тежински коефицијенти, сваком од претходно изабрана три циља рангирања (по 33,33%). У другој варијанти рангирања приликом доделе тежинских коефицијената, предност је дата утицају буке и вибрација у односу на ефикасност загревања (бука 40%, вибрације 40%, грејање 20%). Основни мотив давања предности тежинским коефицијентима за буку и вибрације, је интензивно коришћење возила и у временским периодима године када употреба система за грејање није потребна. Коначно у трећој варијанти

рангирања, апсолутна предност је дата утицају вибрација (бука 10%, вибрације 80%, грејање 10%), с обзиром да овај показатељ представља и објективан показатељ техничких карактеристика теренског аутомобила (систем са ослањање, систем за управљање...).

Критеријуме рангирања представљају врсте подлоге по којима су вршена испитивања за потребе ове дисертације:

1. асфалтна подлога аутопута,
2. макадам и
3. испресецана ледина.

Као и у претходном разматрању одређене су три различите варијанте пондерисања критеријума рангирања. У првој варијанти додељене тежине одговарају постављеним пројектованим условима коришћења теренских аутомобила од стране наручиоца. Тактичко - технички захтеви које Војска Србије поставља за пројектовани опсег коришћења возила, прописују предвиђену употребу теренских аутомобила, при мирнодопској експлоатацији, у следећим путним условима:

- по путевима са савременим коловозом..... 40 %
- по путевима са несавременим коловозом (макадам и слично)..... 35 %
- по земљаним путевима (сеоски, шумски и слично) и по терену (ледина, ораница, ливаде, стрништа и сл.) 25 %

У другој варијанти пондерисања критеријума рангирања, апсолутна предност је дата условима коришћења теренског аутомобила по асфалтној подлози (90% асфалт, 5% макадам и 5% испресецана ледина). Трећа варијанта пондерисања апсолутну предност додељује начину коришћења возила у ванпутним условима подлози (5% асфалт, 47.5% макадам и 47.5% испресецана ледина).

Показатеље рангирања представља комфор који објективно осећа возач, тј. сувозач/чланови посаде у напред наведеним условима коришћења возила. И код показатеља извршене су три варијанте пондерисања рангирања, тј. извршене су три варијанте одређивања тежине показатеља. У првој варијанти исте тежине су додељене местима возача и сувозача/члана посаде (50% возач, 50% сувозач/члан

посаде). Друга варијанта даје апсолутну предност месту возача (90%). Коначно, трећа варијанта апсолутну предност даје месту сувозача/члана посаде (90%).

Примењена метода вишекритеријумског рангирања даје 27 могућих комбинација за теренска возила категорије N1. У наредном примеру, детаљно ће бити приказано рангирање само једне комбинације изабраних тежинских пондера, док ће остали резултати бити приказани табеларно.

10.1.1 Вишекритеријумско рангирање теренских аутомобила категорије N1

Листу алтернатива представља 6 лаких теренских аутомобила:

A 1.	Zastava Pt1
A 2.	Zastava Pt2
A 3.	Landrover soft
A 4.	Landrover Hard
A 5.	Pinzgauer
A 6.	Puch

Листу критеријума представљају мерене физичке величине у кабинама моторних возила:

f 1.	Ниво буке асфалт возач (dB)
f 2.	Ниво буке асфалт сувозач (dB)
f 3.	Ниво буке ледине возач (dB)
f 4.	Ниво буке ледине сувозач (dB)
f 5.	Ниво буке рав. мак. возач (dB)
f 6.	Ниво буке рав. мак. сувозач (dB)
f 7.	Вибрације асфалт возач (m/s^2)
f 8.	Вибрације асфалт сувозач (m/s^2)
f 9.	Вибрације ледине возач (m/s^2)
f10.	Вибрације ледине сувозач (m/s^2)

- f11. Вибрације рав. макс. возач (m/s^2)
 f12. Вибрације рав. макс. сувозач (m/s^2)
 f13. Време загревања кабине (min)

Табела 10.1.1.1 – Вредности изабраних тежинских пондера

варијанта	I	II	III		
<i>Бука</i>	<i>0,3333</i>	<i>0,40</i>	<i>0,10</i>		
<i>Вибрације</i>	<i>0,3333</i>	<i>0,40</i>	<i>0,80</i>		
<i>Време загревања кабине</i>	<i>0,3333</i>	<i>0,20</i>	<i>0,10</i>		
За сваку од варијанти урађене су <i>комбинације</i> према заступљености подлоге:					
	Комбинација	1	2	3	
	<i>Асфалт</i>	<i>0,40</i>	<i>0,90</i>	<i>0,05</i>	
	<i>Макадам</i>	<i>0,35</i>	<i>0,05</i>	<i>0,475</i>	
	<i>Ледина</i>	<i>0,25</i>	<i>0,05</i>	<i>0,475</i>	
За сваку од комбинација урађена су <i>рангирања</i> за возача и сувозача/члана посаде:					
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
		<i>Возач</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>0,1</i>
		<i>Сувозач/ Посада</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>0,9</i>

Табела 10.1.1.2 – Вредности критеријумских функција

A1	75,30	75,50	71,10	71,50	77,70	75,90	0,78	0,78	1,57	1,70	1,62	1,88	35,00
A2	79,20	79,20	72,00	68,50	76,10	72,30	0,42	0,68	1,17	1,25	1,81	1,86	35,00
A3	75,80	78,70	69,40	69,70	78,40	79,70	0,45	0,38	1,25	1,23	1,19	1,19	60,00
A4	71,55	72,62	69,40	69,25	78,40	80,45	0,27	0,37	1,12	1,12	1,20	1,20	30,00
A5	88,70	87,65	83,40	78,90	82,20	83,50	0,41	0,56	0,92	0,92	1,06	1,06	45,00
A6	74,20	70,65	66,70	66,10	76,20	75,20	0,36	0,77	0,73	0,80	0,91	0,93	30,00
F*	71,55	70,65	66,70	66,10	76,10	72,30	0,27	0,37	0,73	0,80	0,91	0,93	30,00
F-	88,70	87,65	83,40	78,90	82,20	83,50	0,78	0,78	1,57	1,70	1,81	1,880	60,000

С обзиром да мањи нивои буке, вибрација, као и краће време загревања кабине теренског аутомобила, представљају већу комфорност у возилу, за индексе екстремизације усвојена је вредност 0, пошто се траже минимуми за постављене циљеве (за максимум би се усвојила вредност 1).

За задате параметре једнаких тежина циљева (еквивалентни ниво буке 0,333; еквивалентни нивои вибрација 0,333 и ефикасност загревања 0,333), а за тежинске пондере врсте подлоге (асфалт 0,40; макадам 0,35 и ледина 0,25), као и за једнаке тежинске пондере (по 0,5 за возача и сувозача/чланови посаде), што представља

варијанту 1.1.1, резултати рангирања теренских аутомобила по појединачним критеријумима представљени су у табели 10.1.1.3.

Табела 10.1.1.3 – Ранг листе по појединачним критеријумима

A1	3	3	4	5	3	3	6	6	6	6	5	6	3
A2	5	5	5	2	1	1	4	4	4	5	6	5	4
A3	4	4	2	4	4	4	5	2	5	4	3	3	6
A4	1	2	3	3	5	5	1	1	3	3	4	4	1
A5	6	6	6	6	6	6	3	3	2	2	2	2	5
A6	2	1	1	1	2	2	2	5	1	1	1	1	2
Вредности тежина w(i)	0,07	0,07	0,04	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,04	0,04	0,06	0,06	0,33

Кумулативна ранг - листа возила по овој варијанти примењених тежинских пондера показује да су теренски аутомобили Puch 300GD и Landrover Hard Top најкомфорнији. Та Puch 300GD има предност у односу на другорангирани Landrover Hard Top од 2,7%, што је готово занемарујуће у односу на разлику другопласираног и трећепласираног возила од чак 26,1%. У наставку текста приказан је скраћени изглед „рипорта“, добијен помоћу програмског пакета ВИКОР.

1. 0.036 Puch 300GD
2. 0.062 Landrover Hard Top
3. 0.323 Zastava Pt2
4. 0.454 Zastava Pt1
5. 0.736 Pinzgauer 710K
6. 0.981 Landrover Soft Top

Компромисно решење за коначну одлуку

Скуп алтернатива	Предност
A 6.Puch	2.7 %
A 4.Landrover Hard	26.1%

У табели 10.1.1.4 – Ранг листе по варијантама рангирања, приказано је рангирање теренских аутомобила у преосталих изабраних 26 варијанти.

Табела 10.1.1.4 – Ранг листе по варијантама рангирања

	<i>A1</i> <i>Zastava</i> <i>Pt1</i>	<i>A2</i> <i>Zastava</i> <i>Pt1</i>	<i>A3</i> <i>Landrover</i> <i>Soft Top</i>	<i>A4</i> <i>Landrover</i> <i>Hard Top</i>	<i>A5</i> <i>Pinzgauer</i> <i>710K</i>	<i>A6</i> <i>Puch</i> <i>300GD</i>
<i>V 1.1.2</i>	4	3	6	2	5	1
<i>V 1.1.3</i>	4	3	6	1	5	2
<i>V 1.2.1</i>	4	3	6	1	5	2
<i>V 1.2.2</i>	4	3	6	1	5	2
<i>V 1.2.3</i>	4	3	5	1	6	2
<i>V 1.3.1</i>	4	3	6	2	5	1
<i>V 1.3.2</i>	4	3	6	2	5	1
<i>V 1.3.3</i>	4	3	6	2	5	1
<i>V 2.1.1</i>	4	3	6	1	5	2
<i>V 2.1.2</i>	4	3	6	2	5	1
<i>V 2.1.3</i>	4	3	6	1	5	2
<i>V 2.2.1</i>	5	3	4	1	6	2
<i>V 2.2.2</i>	5	3	4	1	6	2
<i>V 2.2.3</i>	5	4	2	1	6	3
<i>V 2.3.1</i>	4	3	6	2	5	1
<i>V 2.3.2</i>	4	3	5	2	6	1
<i>V 2.3.3</i>	5	3	6	2	4	1
<i>V 3.1.1</i>	6	5	3	1	2	4
<i>V 3.1.2</i>	6	5	4	2	3	1
<i>V 3.1.3</i>	6	5	2	1	3	4
<i>V 3.2.1</i>	6	4	2	1	3	5
<i>V 3.2.2</i>	6	4	5	1	3	2
<i>V 3.2.3</i>	6	4	2	1	3	5
<i>V 3.3.1</i>	6	5	4	3	2	1
<i>V 3.3.2</i>	6	5	4	3	2	1
<i>V 3.3.3</i>	6	5	4	3	2	1

На основу резултата приказаних у претходној табели може се извести већи број различитих анализа и закључака о комфорности појединих теренских аутомобила. Свакако један од најреалнијих показатеља је комфор на месту возача моторног возила. Гледано по овом показатељу, возила *Puch 300GD* и *Landrover Hard Top* представљају теренска возила са највишим нивоом комфора у односу на нивое буке, вибрација и ефикасности загревања кабинског простора.

Ако би се анализа ивршила у односу на врсту подлоге по којој се возило креће, за асфалтну подлогу, (варијанте чији се средњи индекс завршава са 2, нпр. 3.2.1) возило *Landrover Hard Top* представља најоптималнији избор. У свим рангирањима, по овој комбинацији, која апсолутну предност даје асфалтном типу подлиге, возило *Landrover Hard Top* заузима прво место. Приликом употребе у ванпутним условима возило (варијанте чији се средњи индекс завршава са 3, нпр. 2.3.1) *Puch 300GD* апсолутно заузима прво место.

Интересантно је још једном напоменути да је теренски аутомобило *Puch 300GD* једини испитни примерак у овој дисертацији који је узет као возило из експлоатације, са скоро пређених 1.000.000 km. Резултати елемената комфора овог возила, премашују резултате осталих пет теренских аутомобила који су тек на почетку циклуса експлоатације. Врло вероватно да би листа рангирања ових теренских аутомобила изгледала различито од резултата приказаних у претходној табели, ако би један од критеријума представљала и набавна цена возила. Међутим фокус анализе ове дисертације односио се искључиво на аспекте елемената комфора у кабини возила. Свеобухватна анализа и избор мултивалентних критеријума, приликом избора оптималног возила, представља прави пут наставка ових истраживања.

10.1.2 Вишекритеријумско рангирање теренских возила категорија N2 и N3

Листу алтернатива представља 4 теренска аутомобила:

А 1.	БОВ
А 2.	ФАП 1118
А 3.	ФАП 2228
А 4.	ФАП 3240

Приказани резултати за борбено оклопно возило су информативног карактера, и нису обухваћени каснијом анализом вишекритеријумског рангирања. Листа критеријума (мерене физичке величине у кабинама моторних возила), је идентична листи критеријума за возила категорије N1, изузев елиминације критеријума f13, који је исти за возила ФАП.

Листу критеријума представљају мерене физичке величине у кабинама моторних возила:

- f 1. Ниво буке асфалт возач (dB)
- f 2. Ниво буке асфалт сувозач (dB)
- f 3. Ниво буке ледине возач (dB)
- f 4. Ниво буке ледине сувозач (dB)
- f 5. Ниво буке рав. мак. возач (dB)
- f 6. Ниво буке рав. мак.сувозач (dB)
- f 7. Вибрације асфалт возач (m/s^2)
- f 8. Вибрације асфалт сувозач (m/s^2)
- f 9. Вибрације ледине возач (m/s^2)
- f10. Вибрације ледине сувозач (m/s^2)
- f11. Вибрације рав. мак. возач (m/s^2)
- f12. Вибрације рав. мак. сувозач (m/s^2)

Аналогно претходно описаном избору тежинских пондера, за возила категорије N2 и N3 је избор извршен на начин приказан у табели 10.1.2.1.

Табела 10.1.2.1 – Вредности изабраних тежинских пондера

варијанта	I	II	III		
<i>Бука</i>	<i>0,5</i>	<i>0,05</i>	<i>0,95</i>		
<i>Вибрације</i>	<i>0,5</i>	<i>0,95</i>	<i>0,05</i>		
За сваку од варијанти урађене су <i>комбинације</i> према заступљености подлоге:					
	Комбинација	1	2	3	
	<i>Асфалт</i>	<i>0,40</i>	<i>0,90</i>	<i>0,05</i>	
	<i>Макадам</i>	<i>0,35</i>	<i>0,05</i>	<i>0,475</i>	
	<i>Ледина</i>	<i>0,25</i>	<i>0,05</i>	<i>0,475</i>	
За сваку од комбинација урађена су <i>рангирања</i> за возача и сувозача/члана посаде:					
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
		<i>Возач</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>0,1</i>
		<i>Сувозач/ Посада</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>0,9</i>

Табела 10.1.2.2 – Вредности критеријумских функција

A1	85,600	85,100	82,300	82,100	81,700	80,800	0,390	0,590	0,890	0,720	0,740	0,760
A2	73,200	74,000	75,200	76,600	75,300	74,600	0,470	0,510	1,190	1,420	1,490	1,500
A3	75,900	75,000	77,300	76,600	77,000	76,000	0,800	0,970	1,370	1,560	1,470	1,630
A4	76,900	76,400	76,700	76,800	76,000	75,900	0,460	0,430	1,040	1,130	1,210	1,800
F*	73,200	74,000	75,200	76,600	75,300	74,600	0,390	0,430	0,890	0,720	0,740	0,760
F-	85,600	85,100	82,300	82,100	81,700	80,800	0,800	0,970	1,370	1,560	1,490	1,800

Изабране су три варијанте вишекритеријумског вредновања. Прва додељује једнако вредновање утицају буке и вибрација. Друга апсолутну предност даје утицају вибрација, док трећа изабрана варијанта предност даје утицају буке. Изабране су три комбинације, према заступљености подлоге. Прва комбинација се односи на провентуалну заступљеност подлоге према препорукама тактичко техничких захтева Војске Србије. Друга и трећа комбинација апсолутну предност дају асфалтној подлози, тј. ванпутним условима употребе возила. Рангирања су такође сврстана у три категорије, од којих прва подједнако третира утицаје буке и вибрација, како на возача, тако и на сувозача / чланове посаде. Друго и треће рангирање апсолутну предност дају утицајима на возача, тј на сувозача / чланове посаде.

За задате параметре једнаких тежина циљева (еквивалентни ниво буке 0,5 и еквивалентни нивои вибрација 0,5), а за тежинске пондере врсте подлоге (асфалт 0,40; макадам 0,35 и ледина 0,25), као и за једнаке тежинске пондере (по 0,5 за возача и сувозача/чланови посаде), што представља варијанту 1.1.1, резултати рангирања теренских аутомобила по појединачним критеријумима представљени су у табели 10.1.2.3.

Табела 10.1.2.3 – Ранг листе по појединачним критеријумима

A1	4	4	4	4	4	4	1	3	1	1	1	1
A2	1	1	1	1	1	1	3	2	3	3	4	2
A3	2	2	3	2	3	3	4	4	4	4	3	3
A4	3	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	4
Вредности тежина $w(i)$	0,10	0,10	0,09	0,09	0,06	0,06	0,10	0,10	0,09	0,09	0,06	0,06

Кумулативна ранг - листа возила по овој варијанти примењених тежинских пондера показује да су теренски аутомобили FAP 3240 и FAP 1118 најкомфорнији. FAP 3240 има предност у односу на другорангирани FAP 1118 од 10,4%, што је релативно мала разлика у односу на разлику другопласираног и трећепласираног возила од чак 79,2%. У наставку текста приказан је скраћени изглед „рипорта“, добијен помоћу програмског пакета ВИКОР.

1. 0.023 FAP 3240
2. 0.127 FAP 1118
3. 0.919 BOV
4. 1.000 FAP 2228

Компромисно решење за коначну одлуку

Скуп алтернатива	Предност
A 4. FAP 3240	10.4 %
A 2. FAP 1118	79.2%

У табели 10.1.2.4 – Ранг листе по варијантама рангирања, приказано је рангирање теренских аутомобила у преосталих изабраних 26 варијанти.

Табела 10.1.2.4 – Ранг листе по варијантама рангирања

	<i>A1</i> <i>БОВ</i>	<i>A2</i> <i>ФАП 1118</i>	<i>A3</i> <i>ФАП 2228</i>	<i>A4</i> <i>ФАП 3240</i>
<i>V 1.1.2</i>	3	2	4	1
<i>V 1.1.3</i>	4	2	3	1
<i>V 1.2.1</i>	3	1	4	2
<i>V 1.2.2</i>	3	1	4	2
<i>V 1.2.3</i>	4	1	3	2
<i>V 1.3.1</i>	1	4	3	2
<i>V 1.3.2</i>	3	2	4	1
<i>V 1.3.3</i>	3	1	4	2
<i>V 2.1.1</i>	1	3	4	2
<i>V 2.1.2</i>	1	3	4	2
<i>V 2.1.3</i>	1	3	4	2
<i>V 2.2.1</i>	3	2	4	1
<i>V 2.2.2</i>	1	3	4	2
<i>V 2.2.3</i>	3	2	4	1
<i>V 2.3.1</i>	1	3	4	2
<i>V 2.3.2</i>	1	3	4	2
<i>V 2.3.3</i>	1	2	4	3
<i>V 3.1.1</i>	4	1	2	3
<i>V 3.1.2</i>	4	1	3	2
<i>V 3.1.3</i>	4	1	2	3
<i>V 3.2.1</i>	4	1	2	3
<i>V 3.2.2</i>	4	1	2	3
<i>V 3.2.3</i>	4	1	2	3
<i>V 3.3.1</i>	4	1	3	2
<i>V 3.3.2</i>	4	1	3	2
<i>V 3.3.3</i>	4	1	3	2

Потребно је напоменути да су релативно „лоши“ резултати теренског возила ФАП 2228, последица уградње кабине са пратећом опремом, чиме је максимално оптерећен рам и систем за вешање предметног возила. Аутор ове дисертације није имао прилику да испитује основну варијанту теренског возила, са товарним сандуком и цирадним прекривачем, за коју би резултати испитивања вероватно били различити.

10.1.3 Анализа критичних услова употребе возила са становишта комфорности

Добијени резултати испитивања теренских аутомобила могу се третирати и обрађивати на више начина. Један од могућих приступа обраде резултата је анализа критичних услова употребе возила, у којима нивои буке и вибрација имају максималне нивое. Овај могући приступ обраде резултата, у комбинацији са анализом ефикасности грејања у зимским условима експлоатације возила, је првенствено са становишта заштите на раду и превенције корисника (првенствено возача моторног возила у мирнодопским условима употребе) од нежељених дејстава ова три напред наведена фактора. Наиме, стандарди који су у употреби у Републици Србији и Војсци Србије, третирају нежељена дејства буке и вибрација појединачно, не укључујући кумулативне или збирне и истовремене утицаје. У случају да нежељени нивои буке и вибрација премашују детерминисане граничне нивое, ограничава се време које корисник, у овом случају возач или члан посаде моторног возила, може провести у датом окружењу. Када је у питању заштита од нежељених дејстава буке у радном окружењу, могућа је и употреба заштитних средстава (антифона), што није примењиво на возаче моторних возила, из разлога безбедности саобраћаја и смањења могућности перцепције акустичких сигнала, као и могућности споразумевања. Свакако да у случају када нивои и буке и вибрација прелазе граничне вредности истовремено, прописана времена боравка у таквом окружењу треба додатно редуковати.

Овакав приступ обраде резултата мерења може се илустративно приказати на примеру возила Land Rover Defender 110 GS Soft Top. Најекстремнији услови забележени су на местима чланова посаде возила. У товарном простору теренског

аутомобила постављене су монтажно – демонтажне дрвене клупице за смештај шест чланова посаде, који седе под углом од 90 степени у односу на правац кретања возила [4]. Горњи део товарног простора наткривен је церадним платном које представља заштиту од атмосферских утицаја. Измерени еквивалентни нивои буке на тим местима, приликом кретања теренског аутомобила по равничарском макадаму стабилном брзином од 40 km/h, износе 83 dB(A), заокружено на 1 dB навише. Истовремено максимална изложеност вибрацијама у овим условима превозења за измерена убрзања 2.46 m/s^2 у односу на комфор и 2.62 m/s^2 у односу на здравље износи 2 сата и 3 минута (23 минута је временски интервал после кога корисници морају бити упозорени на штетно дејство вибрација). Што се тиче возача теренског аутомобила у овим условима превозења, штетни утицаји буке и вибрација су далеко блажи, али не и занемарљиви. Измерени еквивалентни нивои буке на месту возача, износе 83 dB(A), заокружено на 1 dB навише. Максимална изложеност вибрацијама у овим условима превозења за измерена убрзања 1.27 m/s^2 у односу на комфор и 1.33 m/s^2 у односу на здравље износи 7 сати и 24 минута (1 сат и 24 минута је временски интервал после кога корисник мора бити упозорен на штетно дејство вибрација).

Табела 10.1.3.1 – Резултати измерене буке возила
Land Rover Defender 110 GS ST

Стабилна брзина од на равничарском макадаму	Мерно место	
	Возач	посада
(km/h)	Ниво буке, L_{eq} (dB(A))	
30	78.4	79.7
40	82.5	82.6

Табела 10.1.3.2 – Збирни резултати мерења вибрација и буке у кабини м/в

Теренско возило		<i>Land Rover Defender 110 GS Soft Top путничка варијанта</i>											
		$a_{eq \text{ comfort}}$ (m/s^2)	$a_{eq \text{ health}}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. exposure	VDV_{eq} (m/s^2)	L_{eq} dB(A)	$a_{eq \text{ comfort}}$ (m/s^2)	$a_{eq \text{ health}}$ (m/s^2)	Warning exposure	Max. Exposure	VDV_{eq} (m/s^2)	L_{eq} dB(A)
мерно место		возач						Посада					
Макадам	V			h min	h min					h min	h min		
	30	1.19	1.27	01 39	08 42	4.53	78.4	2.09	2.26	00 33	02 54	15.1	79.7
	40	1.27	1.33	01 24	07 24	5.42	82.5	2.46	2.62	00 23	02 03	18.74	82.6

Још једна битна ствар која ову анализу може додатно компликовати је употреба возила без церадног прекривача у условима употребе истог ради контролисања одређеног дела терена (нпр. Копнена зона безбедности на југу Србије). Наиме у овој варијанти наоружани чланови посаде врше визуелно осматрање и контролу терена, из возила у покрету. Свакако да су у овом случају климатски утицаји и нивои буке још израженији. Напомињем да ова врста анализе резултата искључиво има смисла у мирнодопским условима експлоатације возила.

Као што је у поглављу 3 ове дисертације већ раније наведено, јаки утицај буке замара унутрашње уво, што се манифестује пролазним помаком прага чујности. Након неког времена се праг враћа на претходно стање. Ако се утицај буке често понавља, а не дозволи се потпун опоравак, следи трајни губитак слуха, често и уз оштећење Cortијевог органа. Привремени (TTS - Temporary Threshold Shift) и трајни губитак (PTS - Permanent TS) слуха. Помак прага чујности услед буке настаје при дужем излагању тек од нивоа око 80 dBA. Круцијални утицај враћања на почетни праг има време опоравка. Сматра се да је 16 сати опоравка потребно након изложености буци од 85 dBA за време од 8h.

Критеријуми за процену штетног дејства буке на човека у радној средини дефинисани су у нашој земљи Правилником о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама (Сл. гласник РС број 21/92) [5]. Штетно деловање буке оцењује се на основу пуног радног времена и у складу са нормативима дозвољених нивоа буке. Упоређује се дозвољени ниво буке на одређеном радном месту, изражен у dB(A), са измереним меродавним нивоом буке у dB(A) на том месту или у том простору.

Према горе наведеном правилнику горња граница нивоа буке за управљање транспортним средствима износи 80 dB(A). За физички рад који се обавља честим говорним командама и акустичким сигнаlima, тј. рад који захтева стално праћење животне средине слухом, што представља још бољи опис активности чланова посаде, горња граница нивоа буке износи 75 dB(A), под условом да се као валидна граница посматра вредност из колоне а табеле 1 Правилника. Колона а означава буку коју прави оруђе за рад или уређај којим радник рукује или га послужује. Колона б означава буку коју прави оруђе за рад или уређај којим радник не рукује, нити га послужује. Гледано са тог аспекта, горња граница нивоа буке за чланове

посаде би износила 70 dB(A). Без обзира што Правилник о мерама и нормативима заштите на раду у табели 5 прописује допуштено време излагања буци, с обзиром на ниво трајања буке, за ниво од 85 dB(A) осам сати, из свега напред наведеног може се закључити, да су чланови посаде у овом случају изложени неадекватним условима у односу на буку и да се њихов боравак у таквом амбијенту треба временски ограничити.

Међутим, овај проблем се не може једнозначно решити применом неког одређеног софтверског пакета, који би израчунао евентуално додатно смањење боравка у датом амбијенту. За правилно решење овог проблема потребан је мултидисциплинарни приступ групе стручних лица (лекара, инжињера заштите на раду, електроинжењера – акустичара...), који би за специфично обављање делатности и за строго дефинисане услове радног окружења, а у односу на фреквенност и временски циклус трајања радног амбијента, специфицирали мере заштите на раду за дате врсте радних делатности.

Литература:

1. СБУ ГШ ВЈ: Правило о безбедности путног саобраћаја у Војсци Србије, (1997)
2. Мићовић, А.; Поповић, В.; Мићовић, Д.; Јовановић, С.: Testing the characteristics of free and forced oscillations on FAP 2228 off-road vehicle. // Journal of Applied Engineering Science. 11, 4, pp. 185-190, (2013)
3. Мићовић А., Поповић В., Седмак А.: Potential for improvement of comfort parameters in off-road vehicles of serbian armed forces, Technical Gazette (TV-TG), ISSN 1330-3651(Print), ISSN 1848-6339 (Online), UDC/UDK 623.437.4:629.3.04, pp 1009-1016, (2014)
4. Мићовић, А., Поповић, А., Јовановић, С.: Acoustic testing inside cabin and passenger space of off-road vehicle Land Rover Defender 110 soft top, Proceeding of Papers 23th National conference & 4th International conference - Noise and vibration, pp. 233 -235, (2012)
5. Правилник о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама, (Сл. гласник РС број 21/92), (1992)

11 Закључак

11.1 Резултати истраживања

Предмет истраживања у докторској дисертацији је вишекритеријумска анализа елемената комфора у кабинама и товарном (путничком) простору теренских моторних возила са посебним освртом на праћење параметара вибрација на седиштима возача и путника, унутрашње буке у кабини возила и на местима чланова посаде, као и ефикасности система за грејање и проветравање кабине возила.

Циљ ове дисертације је била систематизација постојећих сазнања у области испитивања одређених перформанси комфора и безбедности возила посебне намене, те да се као резултат свих спроведених активности добије поуздана методологија за процену важности сваког од тих параметара, њихове међусобне условљености, као и могућности квантитативно бољег доношења одлука приликом набавке возила.

На основу спроведених теоријских разматрања, као и обједињавањем постојећих парцијалних методологија за испитивање штетних утицаја на возача и чланове посаде, обавила се имплементација систематизованих сазнања на развој сопствене методологије истраживања, чији је циљ развој свеобухватне интегрисане методологије испитивања као допринос развоју процеса испитивања елемената комфора и безбедности у реалним опитно-експлоатационим условима. Очекивани ефекти таквог приступа су скраћење времена испитивања, могућност флексибилне манипулације са снимљеним подацима, увођење већег броја мерних канала, итд. То се постигло применом савремених мерно-регистрационих уређаја и развијеног

програмског пакета за аквизицију, обраду и анализу добијених резултата експеримента.

Основна научна хипотеза од које се пошло у овом истраживању је да постоје међународни и национални стандарди и прописи за испитивање појединих перформанси возила посебне намене (вибрација на седиштима возача и путника, вибрације система човек-возило, унутрашња бука у кабини, ефикасност система за грејање и проветравање возила), али да је могуће унапредити методологију за испитивање и оптималан избор возила на основу поменутих стандарда, посебно када се ради о возилима за војне потребе.

Један од важних закључака ових испитивања је да су реална експлоатациона испитивања возила, још увек незаменљива у поређењу са симулираним условима у лабораторији. Без обзира што у поређењу са лабораторијским мерењима, експлоатациона имају већу дисперзију добијених резултата, и евентуално „мању тачност“, намеће се закључак да се по питању нивоа буке и вибрација у кабини возила, оцена не може једнозначно бројчано исказати прецизном вредности убрзања или децибела, већ да та вредност треба бити у одређеном интервалу. Еквивалентни нивои убрзања и буке, који представљају усредњене вредности интезитета ових физичких величина, током временског интервала представљају коректан параметар за оцену елемената комфора.

11.2 Научни доприноси дисертације

Научни допринос ове дисертације је вишеструк и огледа се у следећем:

- Извршен је развој система за идентификацију одређених параметара (бука, вибрације, ситем за грејање), као и методе за објективну оцену стања система одговорних за пасивну и активну безбедност возила, увођењем могућности за аутоматизацију процеса одлучивања, као претпоставка адекватног управљања процесом експлоатације и одржавања специјалних возила.

- Извршен је упоредни приказ постојећих цивилних и војних прописа и стандарда који се користе приликом испитивања војних возила, са посебним освртом на испитивања буке, вибрација и ефикасности загревања кабине возила, као и различите методологије приступа испитивањима.
- Кроз реализована испитивања која су трајала више од четири године, извршено је праћење стања критичних параметара возила посебне намене, у погледу њиховог утицаја на пасивну и активну безбедност, али и комфор. Тиме се индиректно постигло и повећање поузданости рада тих система, кроз континуално праћење, развој и побољшање погодности одржавања, као и могућност превентивног одржавања возила на бази ризика.
- Извршен је развој модела за процену и избор најбољих перформанси возила у погледу елемената комфора, која су намењена за војну употребу.
- На основу резултата извршених испитивања, омогућена је идентификација стања на основу меродавних параметара, које је потребно континуирано пратити (систем аквизиције, базе података, софтвер, математичко вишекритеријумско рангирање). Један од важнијих циљева је свакако продужење животног века скупих возила високих перформанси.
- Такође на основу добијених података дата је могућност широке примене резултата истраживања и њихова интеграција у пракси током процеса испитивања и одлучивања о избору возила.
- Интеграцијом више типова софтверских апликација (аквизиција података, обрада резултата према релевантним критеријумима, графички приказ, као и вишекритеријумско рангирање), постигнут је аутоматизован процес испитивања и верификације добијених резултата на рачунару, према унапред разрађеном алгоритму.
- Повећање активне и пасивне безбедности друмских возила, посебно оних специјалних, несумњиво доводи до повећања не само безбедности самих возила, већ и саобраћаја у целини, што постаје један од најважнијих циљева у научно-технолошком развоју сваког организованог система.
- Смањење штета насталих хаваријама које су последица експлоатације возила, представља један од циљева дисертације, уз истовремено подизање нивоа научно-технолошке, економске и еколошке прихватљивости истих.

С обзиром да је коришћени узорак свеобухватан и репрезентативан, у смислу анализе већине кључних утицајних параметара, али и у погледу бројности испитаних репрезентата типа возила, резултати истраживања могу бити примењени у пракси, са великом поузданошћу у исте.

11.3 Препоруке за будући рад

На основу изнетих резултата и утврђених научних доприноса развијени модел система за испитивање елемената комфора у кабинама моторних возила сам по себи већ представља готов производ. Аутор даљи свој рад усмерава ка проширењу и интеграцији осталих параметара комфора (ергономски елементи који утичу на возача, видљивост из кабине, погодност уласка и изласка из возила...), ради још свеобухватније могућности давања компетентне оцене.

Током извршених испитивања искристалисао се став да је неопходно почетна испитивања обавити на основном возилу, без надоградње и извршених адаптација на товарном сандуку, како би се стекао увид на утицај истих на евентуално смањење комфора у смислу повећања нивоа вибрација.

Анализирајући светске трендове развоја, аутор ће вршити континуално усавршавање система мониторинга буке, вибрација и ефикасности загревања кабине, и нудити га као потенцијално решење пре свега на системе у саставу Војске Србије, а такође и у привредним организацијама Републике Србије.

Имајући у виду велику актуелност ове проблематике, како са становишта машинских наука, медицине рада, заштите на раду и сл., као и могућу заинтересованост великог броја младих научника за бављење овом облашћу, аутор је оставио могућност имплементације других стратегија и алгоритама обраде резултата као и избора најповољнијег возила за одређену намену. Циљ оваквог приступа је формирање тима, који би на основу пажљиво изабраних економско техничких, као и ергономских параметара адекватно проширио методу вишекритеријумског избора најоптималнијег возила у зависности од захтева наручиоца.

БИОГРАФИЈА

Мр Александар Мићовић, дипл. инж. маш., рођен је 16.03 1963. године у Београду. 1981. године је завршио I Земунску гимназију где је као прва генерација усмереног образовања стекао диплому лабораторијског техничара за хемију. Након завршетка гимназије уписао је Машински факултет где је дипломирао са оценом 10 у току 1989. године на групи за моторна возила код професора др Чедомира Дубоке. Тема дипломског рада се односила на Компјутерски прорачун фрикционих спојница. Након тога је уписао последипломске студије на усмерењу за моторна возила које је успешно завршио у току 2006. год. Тема магистарског рада код проф. Живана Арсенића, је била: Усавршавање методологије лабораторијског испитивања електропокретача применом РС рачунара.

Радно искуство:

- Од 1990. до 2004. год., ради у Техничком опитном центру Копнене војске на месту Вишег истраживача где је водио испитивања моторних возила, механизације и инжењерских средстава, сарађивао у испитивању наоружања и опреме за копнену војску, и водио активности мерења буке за потребе копнене војске.
- Од 2004. до 2008. год., је радио у ГО Палилула као члан општинског већа.
- 2008. год., се враћа у Технички опитни центар на место Руководиоца сложеног пројекта.
- 2009 год. постављен је на место водећег истраживача у Сектору 3.

- 2011 год. одлуком Министарства правде Републике Србије именован је за судског вештака, за област моторних возила и процесне технике.
- 2012 год постаје технички експерт и технички оцењивач Акредационог тела Србије.
- Поседује међународни сертификат Вибродијагностичара, категорија 2, по стандарду ИСО 18436-2 издату од МОБИУС Института.

Спортске активности: активно је играо одбојку у Партизану и за Машински факултет.

Породично стање: Ожењен, супруга је предавач за енглески језик на Криминалистичко полициској академији, има две ћерке (17 и 20 година).

ПРИЛОЗИ

Изјава о ауторству

Потписани: мр Александар М. Мићовић, дипл. маш. инж.

број индекса: _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

**ИНТЕГРАЦИЈА И ОЦЕНА УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА КОМФОРА И
БЕЗБЕДНОСТИ МОТОРНИХ ВОЗИЛА ЗА ПОСЕБНУ НАМЕНУ**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанта

У Београду, 29.05.2015. године



Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторског рада

Име и презиме аутора: мр Александар Мићовић, дипл.маш.инж.

Број индекса: _____

Студијски програм: _____

Наслов рада: **ИНТЕГРАЦИЈА И ОЦЕНА УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА
КОМФОРА И БЕЗБЕДНОСТИ МОТОРНИХ ВОЗИЛА ЗА
ПОСЕБНУ НАМЕНУ**

Ментор: проф. др Владимир Поповић, дипл.инж.

Потписани/а



Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанта

У Београду, 29.05.2015. године



Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

ИНТЕГРАЦИЈА И ОЦЕНА УТИЦАЈА ПАРАМЕТАРА КОМФОРА И БЕЗБЕДНОСТИ МОТОРНИХ ВОЗИЛА ЗА ПОСЕБНУ НАМЕНУ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце

Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

Потпис докторанта

У Београду, 29.05.2015. године

