SUTIP2/C/QCBS/08-2015

ხიდებისა და გვირაბების კვლევითი ლაბორატორიის განვითარება საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში

დამატებითი დავალება 2:
ფონიჭალაში, 9 საცხოვრებელ შენობაზე გზის და ხმაურისგან დამცავი ბარიერის მშენებლობასთან დაკავშირებული ვიბრაციის ზემოქმედების მოდელირების მიმოხილვა

DRC - დიაგნოსტიკური კვლევითი კომპანია
მონტესიკუროს ქუჩა, 60131,
ანკონა, იტალია

სარჩევი

შესავალი 5

1. ვიბრაცია - ზიანის ხარისხი და სტანდარტები 7

სტანდარტები 7

UNI 9916 და DIN 4150 7

ISO4866..... 9

2. მეთოდოლოგიური მიდგომა და მოპოვებული მონაცემები 13

შენობების აღწერა და მათი სტრუქტურული კონფიგურაციები..... 14

საავტომობილო გზის მონაკვეთები ზეგავლენის ქვეშ მოყოლილ შენობებთან მიმართებაში..... 17

ნიადაგის დინამიკური თავისებურებანი 18

მშენებლობის დროს გამოყენებული ტექნიკის ტიპები და ტექნიკისთვის განკუთვნილი პარკის ემისიის სპექტრი --------19

ვიბრაციისგავრცელებაწყაროსადამიმღებსშორის..... 23

ვიბრაციის გავრცელება ნიადაგში 24

ვიბრაციის გავრცელება შენობის სტრუქტურაში----------25

4. ახალი გზების მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაცია 27

ინდივიდუალური შენობების ანალიზი 27

დასკვნები და რეკომენდაციები ახალი გზის მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციის შესახებ 29

5. ახალი გზების ექსპლუატაციის შედეგად გამოწვეული ვიბრაციები 31

ვიბრაციის ზომების განსაზღვრა 32

მოწყობილობები/დანადგარები *34*

მოპოვებული მონაცემების ანალიზი..... 37

ინდივიდუალური შენობების ანალიზი..... 40

დასკვნები და რეკომენდაციები ახალი გზის ექსპლუატაციით გამოწვეული ვიბრაციის შესახებ 41

6. ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაცია 42

ხმაურის შემცირებასთან დაკავშირებული ღონისძიებები 42

ინდივიდუალური შენობების ანალიზი..... 48

დასკვნები და რეკომენდაციები ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციების შესახებ 53

ამ თავში მოცემული ანალიზის შესაჯამებლად გაცემული სავალდებულო რეკომენდაციები 53

7. კვლევების შემაჯამებელი ცხრილი 54

გამოყენებული ლიტერატურა 55

8. დანართები 56

დანართი 1 : შესაყვანი მონაცემები (მოდელში შესული)

დანართი 2 ვიბრაციის მაჩვენებლების თავდაპირველი მონაცემები - ცალკე დანართი

დანართი 3. მოდელირების შედეგები (მონაცემთა ცხრილები)

დანართი 4 საველე ინსტალაციების საუკეთესო გამოცდილების სახელმძღვანელო , რკინაბეტონის მწარმოებელთა ეროვნული ასოციაცია , აშშ (NCPA).

დანართი 5: FHWA გზატკეცილის ხმაურის შემამცირებელი ბარიერის დიზაინის სახელმძღვანელო, U.S. აშშ ტრანსპორტის დეპარტამენტი , გზატკეცილების ფედერალური ადმინისტრაცია FHWA-EP-00-005 DOT-VNTSC- FHWA-00-01, PB2000-105872.

დანართი 6: AIL ხმაურისაგან დამცავი კედლები, ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების საინჟინრო მიდგომები (როგორც საუკეთესო საერთაშორისი გამოცდილება)

შესავალი

წინამდებარე ანგარიში ეხება ახალი გზატკეცილისა და ხმაურისგან დამცავი კონსტრუქციების მშენებლობით წარმოქმნილი ვიბრაციის , ასევე გზატკეცილის ექსპლუატაციის პროცესში წარმოქმნილი ვიბრაციის დონის დადგენასა და შეფასების კვლევას.

წინამდებარე ანგარიში ავსებს 2017 წლის 20 აპრილს წარმოდგენილ ანგარიშს, რომელიც ეხება გარემოზე ვიბრაციის ზემოქმედების კვლევას და დინამიურ იდენტიფიკაციას ფონიჭალაში, თბილისში მდებარე საცხოვრებელ შენობებზე. კვლევის დროს მოხდა ბუნებრივი სიხშირეების განსაზღვრა 9 შენობაზე. დამატებითი დავალება 2 მოიცავს ვიბრაციის ორი წყაროს კვლევას:

- ახალი გზის მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციები და ხმაურის შესამცირებელი კონსტრუქციები;
- ახალი გზის ექსპლუატაციით გამოწვეული ვიბრაციები

ანგარიში წარმოადგენს სამშენებლო სამუშაოების დროს გამოყენებული ტექნიკის შედეგად , ასევე გზების მშენებლობის და ექსპლუატაციის დროს წარმოქმნილი ვიბრაციით გამოწვეული ზიანის განსაზღვრა-შეფასებას მიმდებარე შენობებზე.

ასევე შეფასებულია ექსპლუატაციის პერიოდში სატრანსპორტო საშუალებების გადაადგილებით გამოწვეული ვიბრაციის დონე. კვლევა ასევე მოიცავს ხმაურის შემარბილებელი ღონისძიებების გატარებით გამოწვეული ვიბრაციის საკითხს .

გამოკვლეული კონსტრუქციები მდებარეობს თბილისში , ფონიჭალის რაიონში , (ნახაზები 1 და 2. "შენობების მდებარეობა").

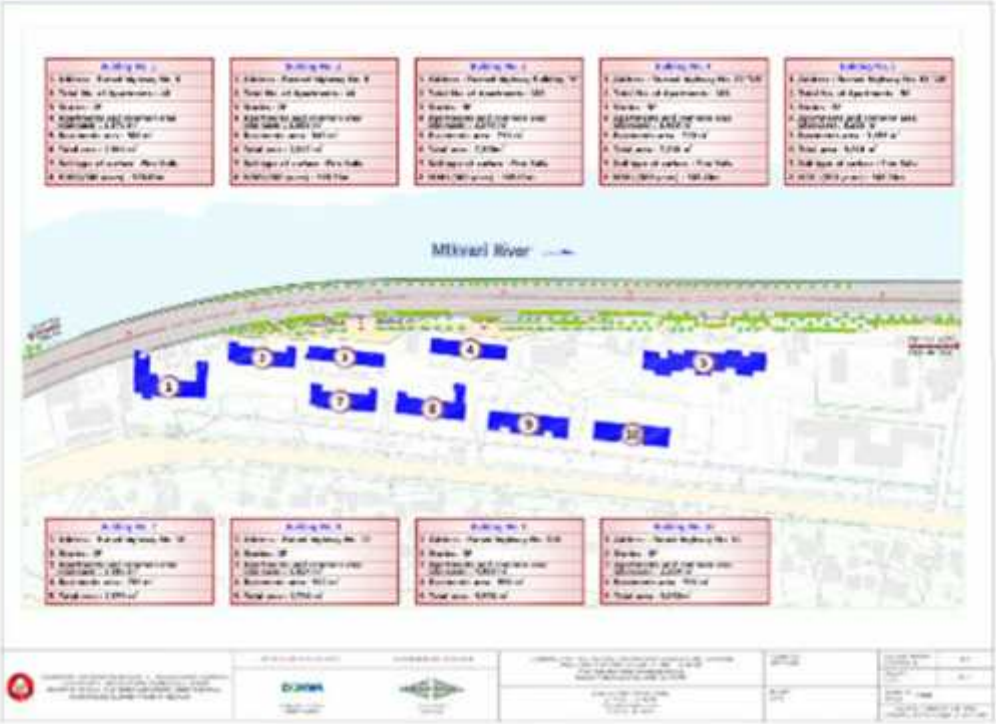
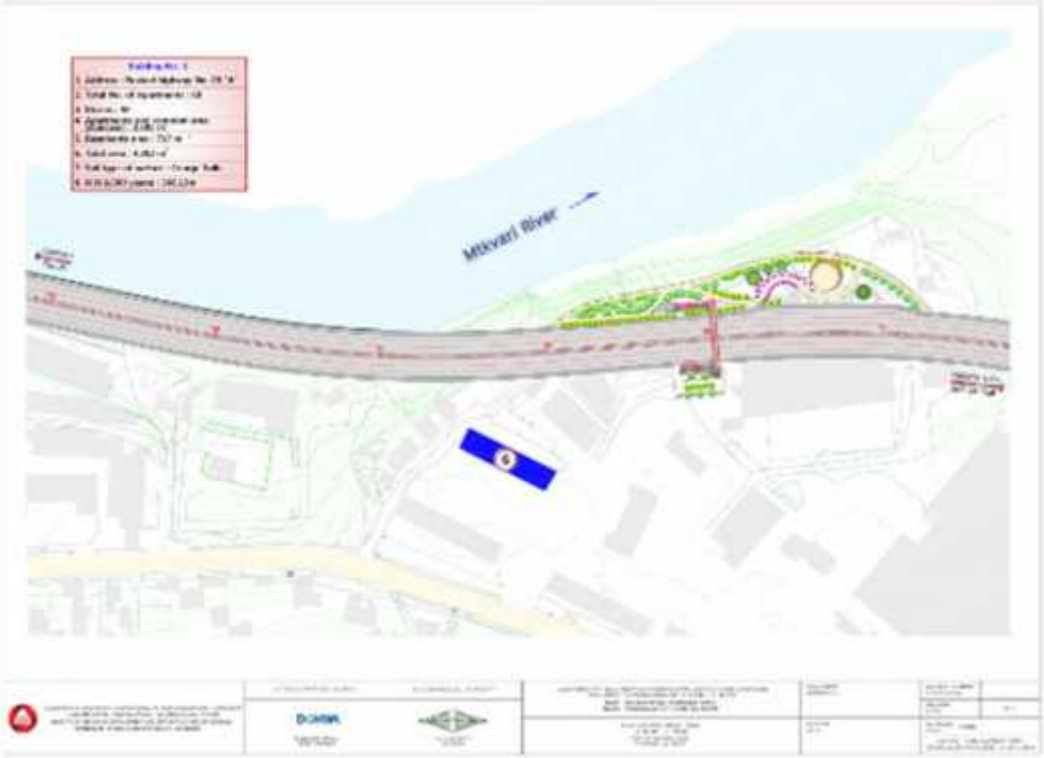


Figure 1 Location of studied buildings



ნახაზი 2 შესწავლილი შენობების მდებარეობა

ჩარებული ანალიზი და მოდელირება ეფუძნება წყაროსა და მიმღებს შორის ვიბრაციის გავრცელების გაანგარიშების მეთოდს, მიწის დემპფირების მახასიათებლების და შენობის შიგნით თავდაპირველი გაძლიერების და შესუსტების პროცესების გათვალისწინებით. ვიბრაციის გამომწვევი მიზეზები განისაზღვრება მსგავსი სამუშაოების შესახებ არსებულ ექსპერიმენტულ მონაცემთა ბაზებზე დაყრდნობით, რომელიც მოიცავს სამუშაოების დასრულებისათვის ყველა კატეგორიის ტექნიკის გამოყენებას. მეთოდოლოგიასთან დაკავშირებული დეტალები მოცემულია ამ ანგარიშის მე -2 და მე -3 თავებში.

1. **ვიბრაცია - ზემოქმედების დონეები და სტანდარტები**

იმ შემთხვევაში, როდესაც ვიბრაციის ზემოქმედება პოტენციურ ან ფაქტობრივ რისკად ითვლება, ვიბრაციის მნიშვნელოვანი ზემოქმედება აღინიშნება შედარებით ახლოს მდებარე შენობებზე (ჩვეულებრივ არაუმეტეს რამდენიმე ათეული მეტრისა). ვიბრაციის გავლენით მიღებული ეფექტები შეიძლება განსხვავდებოდეს და მოიცავდეს როგორც მაცხოვრებლების დისკომფორტს (ამ შემთხვევაში ვიბრაცია საგრძნობია, თუმცა რეალურ ფაქტიურ ზიანს არ იწვევს) ასევე ზიანს შენობებისა და სტრუქტურებისათვის.

ვიბრაციის გამომწვევი მიზეზები შეიძლება იყოს სამშენებლო ღონისძიებები და საგზაო მოძრაობა, რომელიც შესაძლოა წარმოადგენდეს პოტენციურ რისკს ახლომდებარე შენობა ნაგებობებისათვის. ზოგადად, შენობებზე სტრუქტურული ზიანის მიყენება მეტწილად

იშვიათი შემთხვევაა და ძირითადად სხვა მიზეზებითაა გამოწვეული. კონსტრუქციის დაზიანება ხდება მაშინ, როდესაც ვიბრაციის დაშვებული დონე გადაჭარბებულია. დაზიანების ხარისხი მეთოდოლოგიურად განსაზღვრულია და განსხვავდება იმისდა მიხედვით თუ როგორია მოქმედება შენობების სტრუქტურულ უსაფრთხოებაზე, ასევე შენობების ღირებულებზე - მაგ. ბზარების ჩამოყალიბება, არსებული ბზარების ზრდა, არქიტექტურული ელემენტების დაზიანება და ა.შ.

ვიბრაციის ზემოქმედების ანალიზში დაზიანების ხარისხის კლასიფიკაცია განსაზღვრულია ISO 4866 სტანდარტებით და მდგომარეობს შემდეგში:**დაზიანების ზღვარი:** ბზარების ჩამოყალიბება ბოჭკოვანი პანელების ზედაპირზე, არსებული ბზარების გაზრდა მობათქაშებულ ზედაპირზე, ან მშრალი წყობის კედლების ზედაპირზე; ასევე აგურისა და ბეტონის კონსტრუქციის შენობებზე დუღაბის ნაკერებს შორის ბზარის არსებობა;

მცირე დაზიანება: ბზარების გადიდება, ბათქაშის ჩამოცილება ან ჩამოვარდნა, ან კედლის ჩამოშლა, აგურის და ბეტონის ბლოკების წყობაზე ბზარების გაჩენა

დიდი დაზიანება: კონსტრუქციის ელემენტების დაზიანება, საყრდენ სვეტებზე ბზარების გაჩენა, გადაბმების გახსნა, მრავლობითი ბზარები აგურის/აგურის წყობაში

წინამდებარე ნაშრომში ვიბრაციების მიერ მოსახლეობის შეწუხების ფაქტორები არ არის განხილული, მოცემულია მხოლოდ შენობების პოტენციური დაზიანების ფაქტორები.

სტანდარტები

UNI 9916 და DIN 4150

ვიბრაციის შედეგად შენობის დაზიანება განსაზღვრულია UNI 9916 ით, შენობებზე წარმოქმნილი ვიბრაციის გაზომვის კრიტერიუმები და ზიანის შეფასება. „ რომელიც ძრითადად ISO 4866 და DIN 4150-ის ტექნიკურ კვლევას ერთვის თან. სტანდარტი უზრუნველყოფს გაზომვის მეთოდების შერჩევას, ასევე ინფორმაციას ვიბრაციის შესახებ, შენობებზე ვიბრაციით მიყენებული ზიანის შეფასების (შენობის დაზიანების რისკი) და შენობის მახასიათებლების და მისი მთლიანობის შენარჩუნების მიზნით.

UNI 9916-ის მიხედვით , ფიზიკური სიდიდე რომელიც საუკეთესოდ წარმოაჩენს ვიბრაციის ფენომენს არის არა დაჩქარება არამედ ვიბრაციის მეშვეობით მიღწეული სიჩქარე.

DIN 4150 განასხვავებს მოკლევადიან (გარდამავალ) და გრძელვადიან პროცესს, რომელიც მოცემულია ცხრილებში 1 და 2.

Category	Types of constructions	Speed of vibration in mm / s *			
		Measurement at the foundation			Measurement at the last floor
		Frequency ranges (Hz)			Various frequencies
		<10	10 to 50	50 ÷ 100 **	
1	Buildings used for commercial purposes, industrial buildings and similar	20	20 to 40	40 ÷ 50	40
2	Residential buildings and similar	5	5 ÷ 15	15 ÷ 20	15
3	Buildings very sensitive to vibrations, not included in the previous categories and of great intrinsic value	3	3 ÷ 8	8 ÷ 10	8

* Is the maximum of the three componentes of the velocity at the point of measurement
** For greater frequencies of 100 Hz may apply the values in this column

ცხრილი 1, ვიბრაციის სიჩქარის მაჩვენებლები რომელიც საჭიროა შენობებზე მოკლევადიანი ვიბრაციების მიერ მიყენებული ზიანის განსასაზღვრად (DIN 4150)

შენიშვნა: სიხშირის დიაპაზონები (ჰერცი) მიეკუთვნება ვიბრაციის წყაროს მიერ წარმოქმნილ სიხშირის დიაპაზონებს. თითოეული დიაპაზონისთვის გამოიყენება ვიბრაციის სიჩქარის სხვადასხვა მნიშვნელობები/დიაპაზონები ანალიზში გამოყენებულ იქნა ვიბრაციის სიჩქარის ყველაზე შეზღუდული მონაცემები (გენერირებული სიხშირით <10 ჰერცი).

კატეგორია	კონსტრუქციის სახეობა	ვიბრაციის სიჩქარე (მმ/წ)mm/s)
		ბოლო სართულის მონაცემი ყველა
1	კომერციული, ინდუსტრიული ან მსგავსი შენობა ნაგებობები	10
2	საცხოვრებელი შენობები ან	5
3	ვიბრაციების მიმართ ძალიან მგრძნობიარე შენობა ნაგებობები, რომელიც არ განეკუთვნება წინა კატეგორიებს და გააჩნია მაღალი მნიშვნელობა	2.5

ცხრილი 2, ვიბრაციის სიჩქარის განმსაზღვრელი მონაცემები, მოკლე ვადიანი ვიბრაციების მიერ შენობა ნაგებობებზე მიყენებული ზიანის დასადგენად. (DIN 4150)

ვიბრაციის ზემოქმედების კვლევის შედეგების და ანალიზის შეთანხმებულობასა და სანდოობისთვის ძირითად საკითხებს წარმოადგენს:

- თუ რომელ კატეგორიას მიეკუთვნებიან ძირითადი შენობა-ნაგებობები და მისი დამხმარე ნაგებობები ცალცალკე?
- რადგანაც ვიბრაციის ემისიების ხანგრძლივობიდან გამომდინარე, რომელიც გავლენას ახდენს შენობა-ნაგებობებზე, ზემოქმედების ხასიათი და დაშვებული ზღვარი სხვადასხვაა, რა სახის ვიბრაციულ ზეგავლენას - ხანმოკლეს ან ხანგრძლივს - შეიძლება ქონდეს ადგილი? - და,
- როგორია დაზიანების დასაშვები ზღვარი ანალიზის და დასკვნების მომზადებისას იმის შესახებ დააზიანებს თუ არა ვიბრაცია შენობებს და დამხმარე კონსტრუქციებს ა. შენობა-ნაგებობების კატეგორიის და ბ. ვიბრაციის ტიპის შემთხვევაში.

ამ პარამეტრების გამოყენება ხდება საერთაშორისო მეთოდოლოგიური სტანდარტების მიხედვით, რომლის დადგენა არ შეიძლება მოხდეს და მომხდარა თვითნებურად. ამ დავალების გათვალისწინებით, ეს სამი მნიშვნელოვანი ასპექტი იმსახურებს უფრო დეტალურ განმარტებას.

შენობების დაყოფა კატეგორიების მიხედვით: ზემოთ მოცემული ცხრილი 2 მოიცავს შენობის კატეგორიებად დაყოფას, რომელიც განსაზღვრულია DIN 4150-ის მიერ - კატეგორია 1: კომერციული/ინდუსტრიული და მისი მსგავსი შენობა-ნაგებობები; კატეგორია 2: საცხოვრებელი და მისი მსგავსი შენობა; და კატეგორია 3: სენსიტიური შენობები. სტრუქტურული მთლიანობის მონაცემებისა და პარამეტრების ანალიზის საფუძველზე, რომელიც მიებულ იქნა NEP Srl მიერ მთელი რიგი კვლევებისა და შემოწმებების შედეგად (მაგ.: ბეტონის შერჩევა და ტესტირება, საძირკველის შეფასება და სხვა) - ყველა შენობის ძირითადი ნაწილი შეიძლება მივაკუთვნოთ კატეგორიას 2: საცხოვრებელი და მისი მსგავსი შენობა. მიუხედავად იმისა, რომ შენობის ძირითადი/მთავარი ნაწილები დაახლოებით 4 ათეული წლისაა, ისინი კარგ მდგომარეობაშია და არ საჭიროებს სენსიტიურ კატეგორიაში განხილვას. თუმცა, იმ იმპროვიზირებული მეთოდის გავალისწინებით სადაც მოხდა ნებაყოფლობითი დანამატების პროექტირება და აშენება, რომელიც არ ეხებოდა კონსტრუქციას და სამშენებლო პრაქტიკას, ნამდვილად მიეკუთვნება კატეგორიას 3: სენსიტიური შენობები.

მცირე ან ხანგრძლივი ვიბრაცია: გზის და ხმაურის შემამცირებელი კინსტრუქციების მშენებლობის შემთხვევაში, ასევე გზის ექსპლოატაციის შემთხვევაში, შენობეზე გავლენას იქონიებს ხანმოკლე ვიბრაციები - ვიბრაციები, რომელიც იქნება ხანმოკლე (მაგ.: პერიოდი, როდესაც იმუშავებს გზის სატკეპნი ექნიკა ან შენობის წინ გაივლის მძიმე ტექნიკა). ხანგრძლივი (გარდამავალი) და ხანმოკლე ვიბრაციები განსაზღვრულია DIN 4150-3.-ში. მიუხედავად ამისა, მხოლოდ ჩვენების მიზნით, მოდელირებული ვიბრაციის ზეგავლენის დაზიანების ზღვართან შედარებისას, განხილულ იქნა მცირე და ხანგრძლივი ვიბრაციის ზეგავლენა იმ შენობების კატეგორიების მიხედვით, რომლებიც ეკუთვნის ძირითად კონსტრუქციებს და დამხმარე შენობა-ნაგებობებს (როგორც ეს მოცემულია ცხრილებში 13, 14, და 21).

კვლევაში გამოყენებული დაზიანების ზღვრული ლიმიტები: როგორც ეს ნაჩვენებია ცხრილებში 1 და 2, DIN 4150-ის თანახმად, კატეგორია 2-ისთვის:საცხოვრებელი და მისის მსგავსი შენობები (რომელსაც ეკუთვნის ძირითადი შენობა-ნაგებობები), ვიბრაციის სიჩქარის ზღვარი არის 5 მმ / წმ ორივე - ხანგრძლივი და ხანმოკლე ვიბრაციებისთვის. რაც შეეხება კატეგორიას 3, სენსიტიური შენობები, ხანმოკლე ვიბრაციის ზღვარი არის 2.5მმ/წმ და ხანგრძლივი ვიბრაციისთვის - 5მმ/წ.

ბარიერი მოცემული სიჩქარის/ სისწრაფის თვალსაზრისით, არის 5 მმ / ს.
დბ- ში ერთჯერადი შეფასების სკალის შესაბამისად, აუცილებელი გამოთვლების შესრულებისას, როგორც ჩანს აჩქარებასა და სიჩქარის დონეებს შორის არსებობს შემდეგი კავშირი (იმ შემთხვევაში თუ სიხშირე უფრო მაღალია, ან უდრის 8 ჰც):

$$L_{a,lim} = L_{v,lim} - 29 \quad (1)$$

$$L_{v,lim} = 20log\left[\frac{v}{v_0}\right] \quad (2)$$

სადაც:

V_0 – არის საწყისი სიჩქარე, დაფიქსირებული 10^{-6} (მმ/წმ)-ში
V - არის მიმდინარე სიჩქარე (მმ/წმ)

შეწონილი აქელერაცია მოცემული ფორმულით:

$$L_{a,lim} = L_{v,lim} - 29 = 20log\left[\frac{5}{10^{-6}}\right] - 29 = 105dB \quad (3)$$

ცხრილში N3 მონიშნული ციფრები წარმოადგენს ვიბრაციის სიჩქარის მნიშვნელობებს (მმ/წმ), რომელიც დაანგარიშებული და წარმოდგენილია დბ-ში.

Category	Type of Constructions	Duration of vibration	Velocity	Level
			mm/s	dB
2	Residential buildings and similar	short	5	105
Category	Type of Constructions	Duration of vibration	Velocity	Level
			mm/s	dB
3	Buildings very sensitive to vibrations	short	3	100.5
Category	Type of Constructions	Duration of vibration	Velocity	Level
			mm/s	dB
3	Buildings very sensitive to vibrations	long	2.5	99

ცხრილი 3, ზღვრული დონის დადგენა შედარებითი ანალიზითვის- მოქმედი DIN სტანდარტების მიხედვით

ISO4866

ვიბრაციის გაზომვის პრინციპები და მონაცემთა დამუშავება, რომელიც ეხება კონსტრუქციებზე ვიბრაციის ზემოქმედებას განისაზღვრება საერთაშორისო სტანდარტით **ISO4866** "მექანიკური ვიბრაცია და ბიძგი, ფიქსირებული კონსტრუქციების ვიბრაცია, ვიბრაციის გაზომვის სახელმძღვანელო პრინციპები და მათი ეფექტიანობის შეფასება".

ყველაზე გავრცელებული და ხშირი კონსტრუქციული დაზიანება ხდება 1 დან 150ჰც-მდე სიხშირის დიაპაზონში. Hz.

ბუნებრივი წყაროები, როგორიცაა მიწისძვრები და ქარის ამოვარდნა, ზიანის მომტან ენერგიას ჩვეულებრივ შეიცავენ დაბალ სიხშირეზე, 0,1 Hz-დან 30 Hz-მდე დიაპაზონში.

ISO4866 მოიცავს სტრუქტურული მახასიათებლების რამოდენიმე ნომინალურ მნიშვნელობას სხვადასხვა წყაროებისთვის.

გარდა ამისა, ეს სტანდარტი იძლევა მიწის მეშვებით გადაცემული მექანიკური ვიბრაციის შესაძლო ზემოქმედების მიხედვით შენობების კლასიციფირების საშუალებას.

ცხრილი B. 2 იძლევა 14 გამარტივებულ ჯგუფს შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით.

ა) შენობის ტიპი (ცხრილი B.1 ISO სტანდარტების მიხედვით)
ბ) ფუნდამენტი (იხილეთ, სტანდარტის B.5 პუნქტი)
გ) ნიადაგი (იხილეთ, სტანდარტის B.6 პუნქტი)

დ) "პოლიტიკური მნიშვნელობის " ფაქტორი.

Category of structure		Group of building (see Clause B.4)	
		1	2
Resistance to vibration decreasing	1	Heavy industrial multistorey buildings, five to seven storeys high, including earthquake-resistant forms Heavy structures, including bridges, fortresses, ramparts	Two- and three-storey industrial, heavy-frame buildings of reinforced concrete or structural steel, clad with sheeting and/or infilling panels of block work, brickwork, or precast units, and with steel, precast or *in situ* concrete floors Composite, structural steel and reinforced-concrete heavy industrial buildings
	2	Timber-frame, heavy, public buildings, including earthquake-resistant forms	Five- to nine-storey (and more) blocks of flats, offices, hospitals, light-frame industrial buildings of reinforced concrete or structural steel, with infilling panels of block work, brickwork, or precast units, not designed to resist earthquakes
	3	Timber-frame, single and two-storey houses and buildings of associated uses, with infilling and/or cladding, including "log cabin" and earthquake-resistant forms	Single storey moderately lightweight, open-type industrial buildings, braced by internal cross-walls, of steel or aluminium or timber, or concrete frame, with light sheet cladding, and light panel infilling, including earthquake-resistant types
	4	Fairly heavy multistorey buildings, used for medium warehousing or as living accommodation varying from five to seven storeys or more	Two storey domestic houses and buildings of associated uses, constructed of reinforced block work, brickwork or precast units, with reinforced floor and roof construction, or made wholly of reinforced concrete or similar, all of earthquake resistant type
	5	Four- to six-storey houses and buildings of associated urban uses, made with block work or brickwork, load-bearing walls of heavier construction, including "stately homes" and small palace-style buildings	Four- to ten-storey domestic and similar buildings, constructed mainly of lightweight load-bearing block work and brickwork, calculated or uncalculated, braced mostly by internal walls of similar material, and by reinforced concrete, preformed or *in situ* floors at least on every other storey
	6	Two-storey houses and buildings of associated uses, made of block work or brickwork, with timber floors and roof Stone- or brick-built towers, including earthquake-resistant forms	Two-storey domestic houses and buildings of associated uses, including offices, constructed with walls of block work, brickwork, precast units, and with timber or precast or *in situ* floors and roof structures
	7	Lofty church, hall, and similar stone- or brick-built, arched or "articulated" structures, with or without vaulting, including arched smaller churches and similar buildings Low heavily constructed "open" (i.e. non-cross-braced) frame church and barn-type buildings including stables, garages, low industrial buildings, town halls, temples, mosques, and similar buildings with fairly heavy timber roofs and floors	Single- and two-storey houses and buildings of associated uses, made of lighter construction, using lightweight materials, prefabricated or *in situ*, separately or mixed
	8	Ruins and near-ruins and other buildings, all in a delicate state All class 7 constructions of historical importance	—

ცხილი B.1 — კონსტუქციების კატეგორიზაცია შენობის ჯგუფების მიხედვით (ISO 4866)

გამოსაკვლევი შენობები მიეკუთვნება პირველი სვეტის ქვე-ჯგუფს, "ძველი, ისტორიული ან ანტიკური შენობები„

მოცემულ შემთხვევაში , შენობების საძირკველი მიკუთვნება კატეგორიას "კლასი C" (იხ. ცხრილი B.2), რომელიც მოიცავს შემდეგ სახეობებს:

- - ღია საყრდენი კედლები;
- - ბუტაბეტონის საძირკველი
- - ლენტისებრი საძირკველი
- - ფირფიტისებრი საძირკველი
- - არ არის საძირკველი (კედლები აშენებულია უშუალოდ მიწაზე)

ნიადაგის კატეგორია მიეკუთვნება „C კლასს“, "C"ში (იხ. ცხრილი B.2), რომელიც მოიცავს ჰორიზონტალურ ფენოვან ნიადაგებს, არაკომპაქტურ მყარ და ზომიერად მყარ არაკოგეზიურ ნიადაგებს, ან საშუალოდ მდგრადი ნიადაგები, მყარ კოგეზიურ ნიადაგებს.

Class of building[a]		Category of structure (see Table B.1)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Categories of foundations (upper case letter) and types of soil (lower case letter) (see Clause B.5 and Clause B.6)							
← Level of acceptable vibration decreasing	1	A a							
	2	A b	A a	A a	A a				
	3		A b B a	A b B a	A b	A a A b			
	4		A c B b	B b	A c	A c B a B b			
	5		B c	A c		B c	B a		
	6		A f		A d	B d	B b C a	B a	
	7			A f	A e	B e	B c C b	B b C a	
	8						B e C c	B c C b	
	9		B f				C d	B d C c	A a
	10			B f			C e	B e C d	A b
	11				C f	C f		C e	B a
	12						C f		B c C a
	13							C f	B d C b C c
	14								C d C c C f

[a] High class number = high degree of protection required

ცხრილი B. 2. შენობების კლასიფიკაცია ვიბრაციებზე მათი მდგრადობის და ამტანუნარიანობის შესაბამისად ვიბრაციის დასაშვები ნორმების ფარგლებში (ISO 4866)

სტანდარტების მიხედვით, შესაძლებელია შენობების კლასის (ცხრილი B.2) დადგენა თითოეულ გამოკვლეულ შენობაში.

შენობები რომელებიც ეკუთვნის მე -8 და მე -11 კატეგორიებს, ესაჭიროებათ მაღალი ხარისხის დაცვა, როგორც ეს მოცემულია ცხრილში 4

შენობის კოდ	შენობის ჯგუფი	სტრუქტურის კატეგორია	საძირკვლის კატეგორია	ნიადაგის სახეობა	შენობის ჯგუფი
2	1	6	C	c	**8**
3	1	4	C	c	**11**
4	1	4	C	c	**11**
5a	1	4	C	c	**11**
5b	1	4	C	c	**11**
5c	1	4	C	c	**11**
6	1	5	C	c	**11**
7	1	6	C	c	**8**
8	1	6	C	c	**8**
9a	1	4	C	c	**11**
9b	1	4	C	c	**11**
10	1	6	C	c	**8**

ცხრილი 4 - შენობების ჯგუფები ISO 4866 მიხედვით.

2. <u>მეთოდოლოგიური მიდგომა და მონაცემები</u>

კვლევა განხორციელდა რეცეპტორებში გამოწვეული ვიბრაციის შეფასებისა და შენობებისათვის მიყენებული დაზიანების დადგენის მიზნით (UNI 9916, DIN 4150-3), სამი სხვადასხვა კონფიგურაციის ანალიზის მეშვეობით:
ა) ახალი გზის მშენებლობის სამუშაოებით გამოწვეული ვიბრაცია;
ბ) ახალი გზის ექსპლუატაციით გამოწვეული ვიბრაცია;
გ) ხმაურის შემარბილებელი კონსტრუქციების მშენებლობით წარმოქმნილი ვიბრაცია.

დაანგარიშება გაკეთებულია შემდეგი პროცედურული ეტაპების მიხედვით

1) შენობებისადმი მიყენებული პოტენციური ზიანის დადგენა (EPI);

2. სამშენებლო პროექტის ანალიზი, განსაკუთრებით შენობების მიმდებარე საავტომობილო გზის მონაკვეთების გათვალისწინებით

3) EPI- ზე საძირკველის ნიადაგების გეოტექნიკური / დინამიკური მახასიათებლების ანალიზი;

4) EPI- ზე საავტომობილო გზის მშენებლობაში გამოყენებული მძიმე ტექნიკის ჩამონათვალი;

5) მომუშავე სამშენებლო მანქანების მიერ წარმოქმნილი ვიბრაციის სპექტრის შესახებ არსებული მონაცემების ანალიზი და განხორციელება ;

6. ვიბრაციის დონის შეფასება, იმისათვის, რომ მოხდეს ტალღების შერბილების შეფასება არსებული ლიტერატურის მიხედვით.

7) ფუნქციების / ალგორითმების გამოყენებით შენობებში ვიბრაციის შეფასება, სადაც მოცემული იქნება ინფორმაცია ზემოაღნიშნული პუნქტების გადაცემის ფუნქციის წყაროდან ტალღის გზაზე გავრცელების შესახებ;

8) რეგულაციით განსაზღვრული ლიმიტების შედარებით EPI- ში შექმნილი ვიბრაციის დონის შეფასება;

9) კრიტიკული საკითხების იდენტიფიკაცია და შესაძლო შემარბილებელი ღონისძიებები

სამშენებლო სამუშაოების ფაზების დაწყებამდე ცნობილია გზის მშენებლობისას გამოყენებული მეთოდი და გამოყენებული მოწყობილობების სპეციფიკაციები ვიბრაციის თაობაზე, როგორიცაა პილინგი, ნიადაგის შეკუმშვა და სხვა სამუშაოები. ასევე ცნობილია სატრანსპორტო საშუალებებით საავტომობილო გზების დატვირთვის დონე (მონაცემები მოცემულია Dohwa-ს მიერ მოწოდებულ საპროექტო დოკუმენტებში). ამდენად, ამ მოდელის გამოყენებით შესაძლებელია ვიბრაციის დონის განსაზღვრა გზის მშენებლობის პერიოდში .

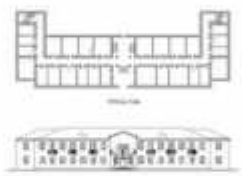
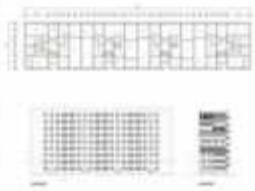
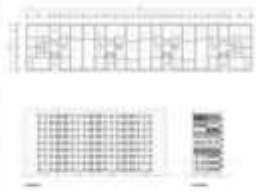
ხმაურის შემარბილებელი კონსტრუქციების მშენებლობით წარმოქმნილი ვიბრაციის შეფასებისას, დეტალური პროექტის არარსებობის შემთხვევაში, გამოყენებულ იქნება მოდელირების შედეგად მიღებული პოტენციური ვიბრაციის წყაროს ფარგლებში ვიბრაციის უსაფრთხოების ზღვრები / ნებართვის დონეები , სპეციფიკაციები , სამშენებლო მეთოდოლოგია და გამოყენებული აღჭურვილობის ტიპები, , რომელტა გამოყენება მიზანშეწონილია ვიბრაციის თავიდან აცილების მიზნით.

შესაფერისი მოწყობილობების და მეთოდების ჩამონათვალი ხიმინჯების დაყენება, კოჭები და სხვ.) იქნება გამოყენებული იმისათვის, რომ თავიდან იქნეს აცილებული შენობის დაზიანება მშენებლობის პროცესში.

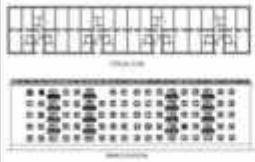
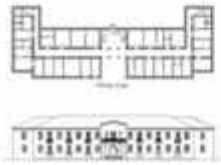
შენობების აღწერა და მათი სტრუქტურული კონფიგურაცია

ცხრილებში შესამოწმებელი კონსტრუქციის და მომავალი საავტომობილო გზის ლიმიტის ჩამონათვალი ნაჩვენებია 5-6-7 მუხლში. ცხრილებში მოცემულია

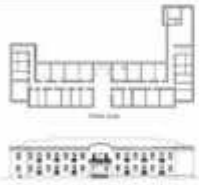
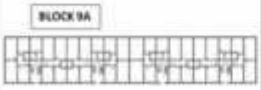
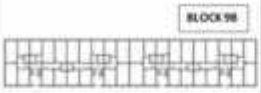
პროგრესული მანძილის ცვლილება ურბანული გზის გაყოლებაზე, კონსერვაციის მდგომარეობა და დინამიკური კვლევა , რომელიც ჩატარებულია ამ დამატებითი დავალების 2, ამოცანის 1 თანახმად. (იხ.დინამიკური მონაცემების სვეტი).

Building Code	Structural Scheme	Progressive Distance (m)	Minimum Distance from the Road (m)	Destination of Use	Number of Floors	State Conservation	Types of Construction	Dynamic Data		
								Mode Number	Frequency (Hz)	Damping (%)
2		5Km + 300	9	Residential Building	2	Poor	Brickwork by squared stone blocks	1	6.69	0.39
								2	7.28	3.64
								3	7.73	3.01
								4	8.48	2.19
3		5Km + 370	22	Residential Building	9	Poor	Precast concrete panel	1	1.89	0.84
								2	2.01	0.94
								3	3.28	0.90
								4	5.77	2.97
4		5Km + 470	19	Residential Building	9	Poor	Precast concrete panel	1	1.75	0.75
								2	2.10	1.20
								3	2.95	0.74
								4	5.46	1.19
5a		5Km + 660	27	Residential Building	5	Poor	Precast concrete panel	1	3.19	3.76
								2	4.56	1.32
								3	4.71	2.01
								4	5.54	4.20

ცხრილი#5 გამოკვლეული შენობების შესახებ მონაცემების შეჯამება გზიდან დისტანციის და დინამიკის მაჩვენებლები

Building Code	Structural Scheme	Progressive Distance (m)	Minimum Distance from the Urban Road (m)	Destination of Use	Number of Floors	State Conservation	Types of Construction	Dynamic Data		
								Mode Number	Frequency (Hz)	Damping (%)
5b		5Km + 660	27	Residential Building	5	Poor	Precast concrete panel	1	2.98	0.36
								2	4.53	1.48
								3	4.75	1.41
								4	6.63	0.82
5c		5Km + 660	27	Residential Building	5	Poor	Precast concrete panel	1	3.05	2.42
								2	4.52	4.51
								3	4.86	1.52
								4	5.68	3.72
6		5Km + 780	30	Residential Building	5	Poor	Brickwork by solid bricks with cement mortar	1	3.33	1.08
								2	3.85	1.89
								3	4.05	0.62
								4	4.97	1.02
7		5Km + 370	52	Residential Building	2	Poor	Brickwork by squared stone blocks	1	5.17	3.23
								2	6.06	2.22
								3	6.35	2.44
								4	6.75	1.28

ცხრილი#6 გამოკვლეული შენობების მონაცემების შეჯამება; მანძილი გზიდან და დინამიკის მაჩვენებლები

Building Code	Structural Scheme	Progressive Distance (m)	Minimum Distance from the Urban Road (m)	Destination of Use	Number of Floors	State Conservation	Types of Construction	Dynamic Data		
								Mode Number	Frequency (Hz)	Damping (%)
8		5Km + 440	57	Residential Building	2	Poor	Brickwork by squared stone blocks	1	4.25	4.89
								2	6.79	2.89
								3	6.99	3.07
								4	8.84	2.38
9a		5Km + 520	80	Residential Building	5	Poor	Precast concrete panel	1	3.16	0.92
								2	4.68	1.48
								3	5.03	3.03
								4	5.85	2.41
9b		5Km + 520	80	Residential Building	5	Poor	Precast concrete panel	1	3.17	0.67
								2	4.63	1.89
								3	5.05	2.94
								4	5.86	0.69
10		5Km + 600	87	Residential Building	3	Poor	Brickwork by squared stone blocks	1	4.93	1.25
								2	6.14	1.73
								3	6.42	1.78
								4	6.86	1.12

ცხრილი#7 გამოკვლეული შენობების შესახებ მონაცემების შეჯამება გზიდან დისტანციის და დინამიკის მაჩვენებლები

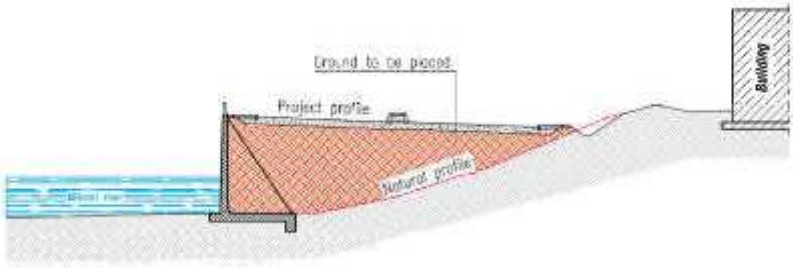
რადგანაც, ყველა გამოყენებული შენობა საცხოვრებელ კორპუსებშია, წინასწარ განმსაზღვრელ მეთოდში იდენტიფიცირებული ვიბრაციის მაჩვენებლები უნდა შევადაროთ ამ სახის შენობებისათვის დადგენილ მაჩვენებლებს.

შენობები ძალიან ცუდ მდგომარობაშია. ქვის/აგურის შენობები აშენებულია ქვის ბლოკებისგან, აგურისგან და დუღაბისაგან.; ბეტონის შენობები აშენებულია მზიდი პანელებითა და რკინაბეტონის ელემენტებით.

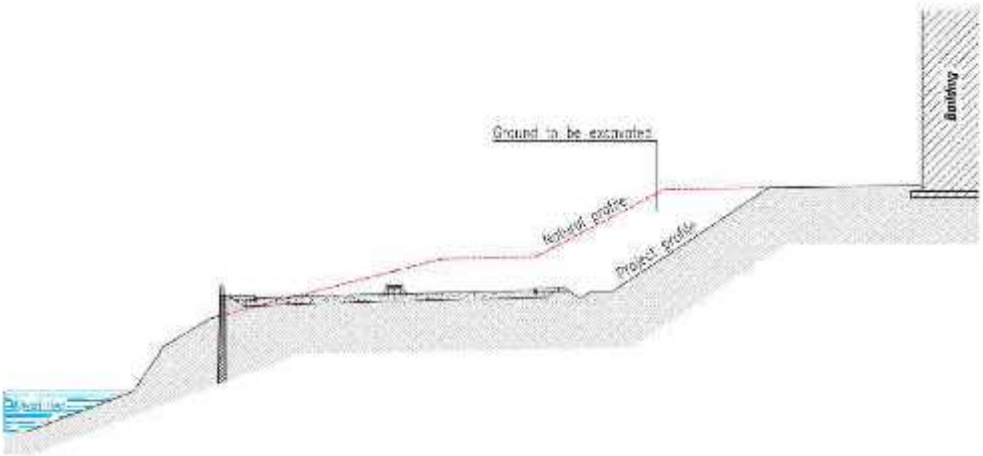
საავტომობილო გზის მონაკვეთები გავლენის ქვეშ მყოფი შენობების მიხედვით

საავტომობილო გზის შემდეგი ორი მონაკვეთი წარმოადგენს კონსტრუქციის ტიპს საკვლევი შენობების სიახლოვეს

როგორც ჩანს, შენობების სიახლოვეს 1-დან 10-მდე (გარდა 6) აშენდება მნიშვნელოვანი სანაპირო (სურათი 3). მეორეს მხრივ, მონაკვეთი 6 (ნახაზი 4) აუცილებელია მნიშვნელოვანი გათხრითი სამუშაოების წარმოება .



ნახაზი 3.შენობა 2 და 18 -ის ჭრილი (6-ის გარდა)



ნახაზი 4.შენობა 2 და 10 -ის ჭრილი (6-ის გარდა)

ნიადაგის დინამიური მახასიათებლები

ნიადაგის ზედაპირის გვერდითი ჰომოგენურებიდან გამომდინარე, მთლიანი ფართობი შენობა 1-დან 6-მდე შეიძლება წარმოვადგინოთ გეოტექნიკური გამოკვლევებისა და გეოფიზიკური გაზომვების შედეგად მიღებული საშუალო მაჩვენებლებით, რომელიც ქვემოთაა მოცემული :

Parametres	Layer 1	Layer 2	Layer 3
V_P, m/s	800	1500	2200
V_S, m/s	450	800	>800
G_D, mpa	364	1152	1458
E_D, mpa	462	1500	2040
μ_D	0.40	0.33	0.27

ცხრილი 8 ,. ქვე ნიადაგის დინამიურობის პარამეტრები

სად:

- V - წნევის სიჩქარე (შეკუმშვა) ;
- V_s -ტალღების სიჩქარე ;
- G_d ელასტიურ- დინამიური მოდული;
- E_d დეფორმაციის მოდული ;
- μ_d არის პუასონის კოეფიციენტი;

მშენებლობაში გამოყენებული ტექნიკის/აღჭურვილობის ტიპები და ტექნიკისთვის განკუთვნილი პარკის ემისიის სპექტრი

– სამშენებლო ფაზაში ვიბრაციის გავრცელების ცვალებადობა დამოკიდებულია აღჭურვილობის და სამუშაო ტექნიკის გამოყენებაზე, მათი გამოყენების კონტექსტზე და თავად ტექნიკაზე მომუშავე პირებზე.

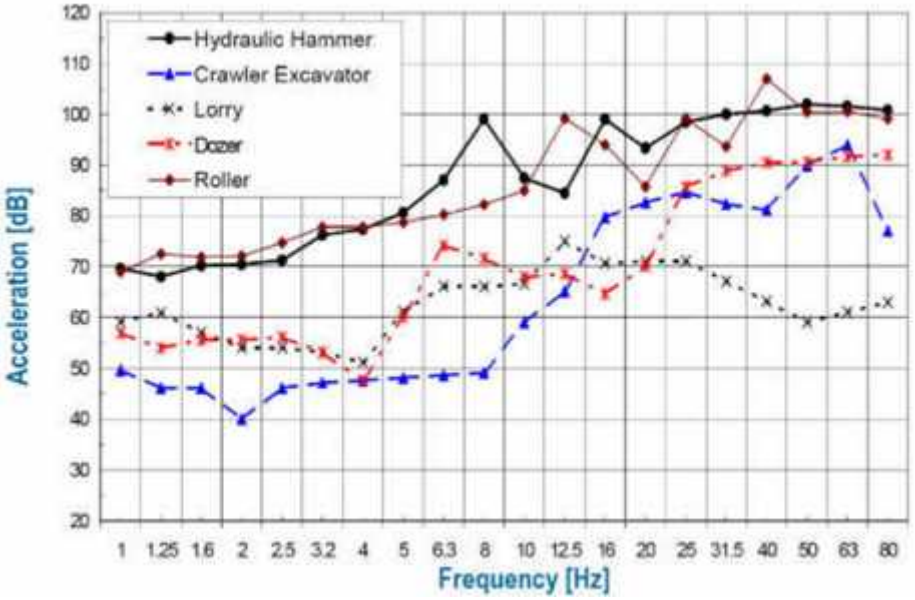
– ტექნიკური მითითება "გზების და მოძრაობის გარემოზე ზემოქმედება" - LH Watkins-ის სამეცნიერო გამოცემა იძლევა ინფორმაციას გზების მშენებლობაში გამოყენებული სხვადასხვა ტიპის სამშენებლო ტექნიკის მიერ ვიბრაციის გავრცელების შესახებ. ცხრილში 9 მოცემულია ტექნიკის მიერ ვიბრაციის გავრცელების სპექტრი, რომელიც მიეკუთვნება სახელმძღვანელოში მოცემულ მონაცემებს .

Hz	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
Pneumatic hammer - reference distance: 5 m																				
dB	70	68	70	71	72	76	77	81	87	98	88	85	96	96	97	100	101	103	102	101
Roller Compactor - reference distance: 2 m																				
dB	74.9	77.5	75.8	75.0	76.2	77.8	76.3	76.7	77.7	79.2	81.9	96.2	91.0	82.6	96.1	90.6	104.0	97.4	97.6	96.1
Heavy Truck - reference distance: 10 m																				
dB	0	0	0	40	40	41	41	42	47	52	54	56	62	69.5	79	73	71.6	72	80	78
Wheel Loader - reference distance: 10 m																				
dB	0	0	0	52	52	52	53.6	55	54	57.6	61	62	66	69.5	84.6	84.6	78	83.5	83	78
Tracked Machines - reference distance: 10 m																				
dB	0	0	0	69	69	69	69	71	68	79.5	78.5	75.5	92	91.6	96	96	96	96	97	96

ცხრილი 9- სამშენებლო ტექნიკის აჩქარების სპექტრი (dB) (წყარო: DOHWA დეტალური საპროექტო დოკუმენტი და "გარემოზე გზებისა და საგზაო მოძრაობის უარყოფითი ზეგავლენა„გამოყენებითი მეცნიერება;გამოქვეყნებულილვოტკინსისმიერ)

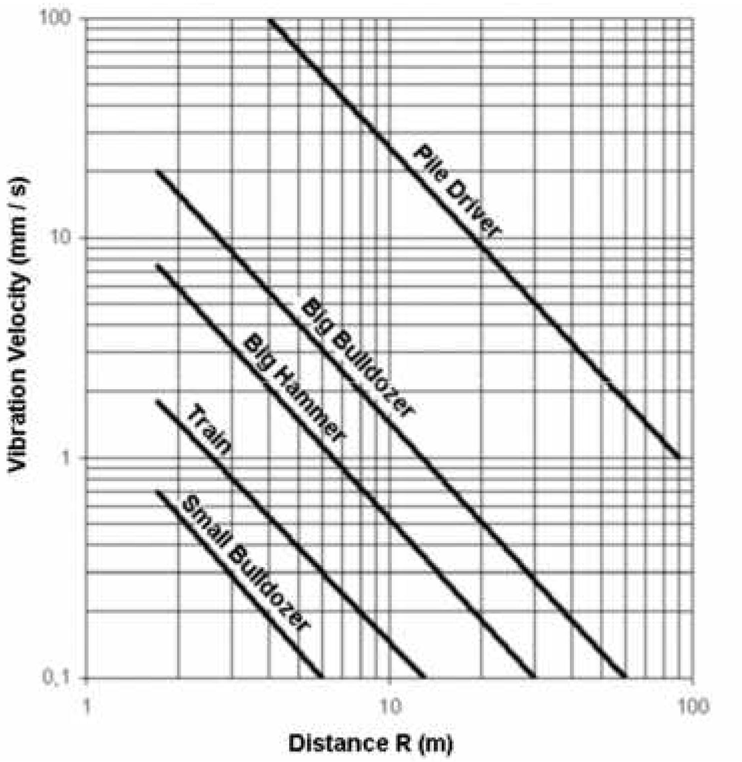
ზოგიერთი ტექნიკის/აღჭურვილობის სპექტრი, გაზომილი წყაროდან 5 მეტრის მანძილზე მოცემულია ცხრილში 5.

პნევმატური ჩაქუჩით და მიწის სატკეპნი აღჭურვილობა წარმოადგენს მექანიზმებს, რომელთა ემისიის დაჩქარების დონე არის 100 დბ-მდე სპექტრის უმეტესი ნაწილისთვის.



ნახაზი 5, ექსპერიმენტულად განსაზღვრული დაჩქარების სპექტრი(წყარო "გზებისადა საგზაომოძრაობის უარყოფითი ზეგავლენა გარემოზე " - გამოყენებითი მეცნიერება;გამოქვეყნებული ლვოტკინსისმიერ)

სურათი 6 გვიჩვენებს, ვიბრაციის სიჩქარის შემცირებას (მანძილით შემცირება) წყაროს ტიპის მიხედვით - ანუ აღჭურვილობას, რომელიც გამოყენებული იქნება მშენებლობის დროს. მოდელირების დროს გამოყენებულ იქნა კონსერვატიული მიდგომა ანუ, წყაროს ყველაზე მაღალი ვიბრაციის დონე 40-50 Hz.-ს შორის.



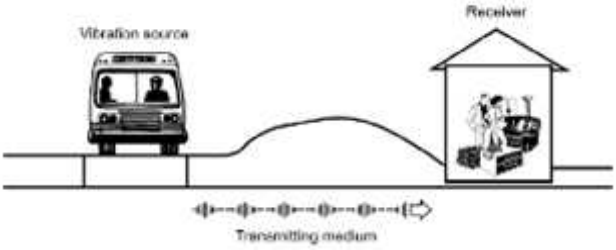
სურათი #6, ვიბრაციის სიჩქარის შესუსტება (წყარო " გზებისა და სატრანსპორტო მოძრაობის უარყოფითი [illegible] - Appl. Science Publ by L H Watkins)

დამატებითი დავალების 2 მიხედვით: „ სტრუქტურული ერთობლიობის კვლევის საკონსულტაციო სამსახური, შენობებზე ვიბრაციის და ხმაურის ზემოქმედება თბილისი-რუსთავის გზის საპროექტო მონაკვეთზე (მონაკვეთი 2, 5,2 - 6,9კმ) და, ხმაურსაწინააღმდეგო ბარიერი (საერთო პროექტი), ტრანსპორტის მოძრაობასთან დაკავშირებული პროგნოზი მომავალი ოცი წლის განმავლობაში მუდმივად იზრდება.

ამ ინფორმაციის წყაროს წარმოადგენს ქვემოთ მოცემული ცხრილები. საავტომობილო გზების მშენებლობასთან დაკავშირებულ ყველა შესაბამის დოკუმენტში დაფიქსირებულია სატრანსპორტო ნაკადების ზრდა 24 წლის განმავლობაში, რაც პროექტის დასრულებიდან 20 წელს მოიცავს . ინ ტრანსპორტის მაქსიმალური მოძრაობა დღეში შეადგენს 38.909 მანქანას, აქედან მძიმე ტექნიკაზე მოდის 5,2 პროცენტი (სატრანსპორტო ნაკადის პროგნოზი 2013 წლისთვის).

ყველაზე ცუდ სატრანსპორტო მდგომარეობას რომ შევადაროთ, ეს ნაკადი თანაბრად ვრცელდება ურბანულ გზებზე. იგი დაყოფილია 8 საათის შუალედებით , საშუალოდ საათში, 4864 მანქანა / საათში, სადაც დიდ ტვირთამწეობის მქონე მანქანებზე მოდის 5,2%. რაც შეეხება ექსპლოატაციის დაწყების დროს, სიჩქარე დაყენებულ იქნა 80 კმ / სთ-ზე, რომელიც კონსერვაციის კიდევ ერთი შესაძლებლობაა, (MDF და ADB- ს თანახმად ფონიჭალის გზის სეგმენტისთვის შესაძლოა დაწესდეს სიჩქარის ზვედა ზღვარი)

ვიბრაცია ვრცელდება გამოფიტულ და დასუსტებულ ნიადაგში, რაც დამოკიდებულია ასევე ქვენიადაგის სახეობაზე, სიგნალის სიხშირეზე და გავლილ მანძილზე.



სურათი #7 , ვიბრაციის წყარო- მიმღების
დამოკიდებულება

.

საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციების მახასიათებლები აღწერილია მეთოდოლოგიურ ლიტერატურაში, რომელიც ეფუძნება სხვადასხვა შემთხვევის კვლევებს. გზის არათანაბარი ზედაპირის გამო სატრანსპორტო საშუალებების მიერ ორმოებში ჩავარდნა (მაგ., ორმოები, ბზარები და არათანაბარი. ზედაპირის მქონე საკანალიზაციო ჭები) დინამიკურ დატვირთვას იწვევს. ეს ჩავარდნები წარმოქმნიან დაწოლის ტალღებს (მოძრაობები), რომელიც ნიადაგში ვრცელდება და შენობის ფუნდამენტამდე აღწევს, ტალღების ჯერ კიდევ საკმარისი ენერგია აქვთ, რომ შენობის სტრუქტურაზე გავლენა მოახდინონ, დაზიანებებს ძირითადად იწვევს მძიმე მანქანები, როგორიცაა ავტობუსები და სატვირთო მანქანები. გარდა ამისა, თუ გზის ზედაპირის უსწორმასწორობა მოიცავს ისეთ კომპონენტს, რომელიც გარკვეული სიჩქარის ზეგავლენით ემატება ავტომობილის ან / და ნიადაგის ნებისმიერ ბუნებრივი სიხშირეს, შეიძლება გამოიწვიოს დამატებითი ვიბრაცია.

ტექნიკური წყაროების მიხედვით, საგზაო მოძრაობა წარმოქმნის ვიბრაციას შემდეგი სიხშირით 5-25ჰც. z

სიხშირის დიდი ნაწილი და ვიბრაციის ამპლიტუდა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, როგორიცაა საავტომობილო გზის მდგომარეობა, ავტომობილის სიმძიმე, წონა, სიჩქარე და სავალი ნაწილების სისტემა , ნიადაგის სახეობა და ნიადაგის ფენები, დაშრევება, წელიწადის დრო(ტენიანობა და ტემპერატურა) , ავტოსატრანსპორტო გზიდან მანძილი, შენობის ტიპი. ეს ფაქტორები ურთიერთდამოკიდებულია და ჯერჯერობით რთულია მათ შორის მარტივი დამოკიდებულების გარკვევა. მაგალითად, მანქანის სიჩქარის ზეგავლენა ვიბრაციაზე ასევე დამოკიდებულია გზის უსწორმასწორობაზე და არა მხოლოდ მის კინეტიკურ ენერგიაზე .

წინამდებარე ანგარიშში , მონაცემები ეფუძნება მთელი რიგი ტესტირებების ექსპერიმენტულ შედეგებს, რომლებიც ჩატარებულია ექსპლუატაციის რეალურ პრობრბში, ასევე მიღებულ და ხშირად გამოყენებულ სამეცნიერო მონაცემებსა და ლიტერატურას.

საიმედო წყაროს „ საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციების კვლევა „ დანართი 1 დანართი, A.C. Whiffin, D.R. Leonard., ტრანსპორტისა და გზების კვლევითი ლაბორატორია, ანგარიში 418. 1971- აჯამებს სხვადასხვა ექსპერიმენტულ ტესტს და საზღვრავს იმ ვიბრაციებს რომლებიც გამოწვეულია ჩვეულებრივი და დაზიანებული ზედაპირის მქონე გზებზე მანქანების გადაადგილების შედეგად . ტესტებიში ვიბრაციები დაფიქსირდა აქსელომეტრემის საშუალებით, რომლებიც მოთავსებული

იყო გზის ზედაპირზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე გზებიდან სხვადასხვა დისტანციებზე.

გზის ნაპირიდან 3.65 მეტრის მანძილზე ჩატარებული ტესტების შედეგების შედარებამ ხელოვნურ და არახელოვნურ ზედაპირთან აჩვენა რომ მაქსიმალური სიჩქარე იყო უფრო დიდი ვიდრე ჩვეულებრივ საგზაო ზედაპირზე (ცხრილი 10) .

გზის მშენებლობის დეტალები	**ჩაღრმავება დეფლექციის სხივის ქვეშ**	**ჩვეულებრივ სასიარულო ზედაპირზე ტესტი, 2,65 მ გზის პირიდან**				**ხელოვნური გზის ზედაპირის ტესტი უსწორმასწორო საავტომობილო გზაზე**						
						უსწორმასწორო გზასთან ახლოს				**3.65 მ გზიდან**		
		Acce	**Ampl**	**Fre**	**Parti**	**Accel.**	**Ampl**	**Fre**	ნაწილ	**Acc**	**Ampl**	**Fre**
		± g	**Micr**	**Hz**	**mm/s**	**± g**	**Micr**	**Hz**	**mm/s**	**± g**	**Micr**	**Hz**
Bi tumi nous roa d s ecti ons – As pha l t s ur fa ce l ea n concrete	300	0.003	1.3	23.7	0.19	0.132	71.1	21.6	9.64*	0.02 0	10.7	21.6
	460	0.004	1.0	29.8	0.19	0.053	35.6	19.3	4.31*		8.2	19.3
	480	0.001	0.4	26.0	0.06	0.077	53.5	18.9	6.33*	0.01 2	5.8	18.9
	510	0.002	0.5	3.40	0.10	0.110	71.1	19.5	8.71*	0.00	9.9	19.5
Concrete roads		0.002	0.5	30.0	0.1					0.00 7	5.8	22.2
250mm s l a b on		0.002	0.5	30.0	0.1						7.6	22.4
		0.004	1.3	25.8	0.21					0.01	12.4	18.9

ცხრილი 10. საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციის გაზომვის შედეგები (წყარო: A1 A.C. Whiffin, D.R. Leonard. ტრანსპორტისა და გზების კვლევითი ლაბორატორია . ანგარიში 418. 1971)

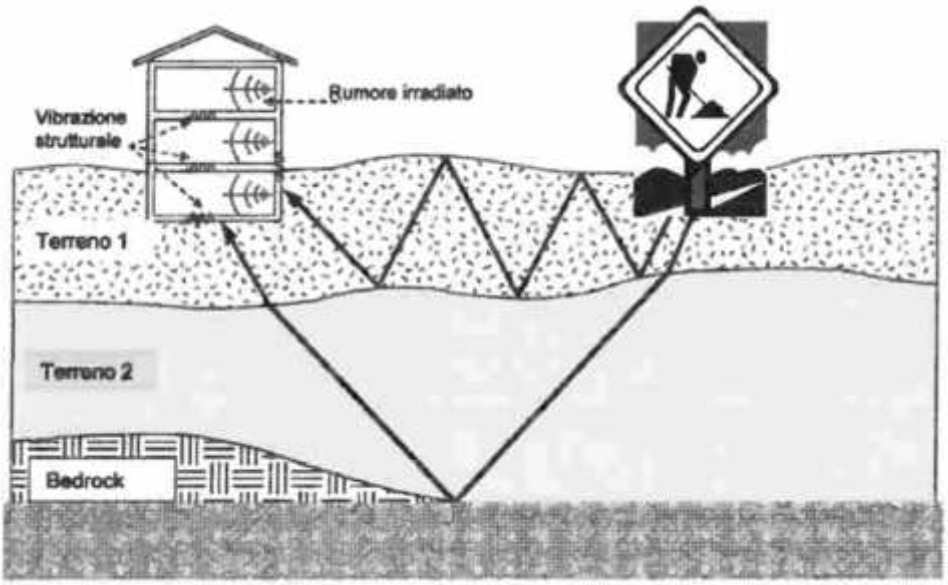
წინამდებარე კვლევაში, გამოყენებულია უფრო კონსერვატიული მიდგომა ხელოვნური გზის უსწორმასწორო საფარზე კვლევების გათვალისწინებით. როგორც ადრეულ თავებში იყო მოცემული, ეს მაჩვენებლები შედარებულია არსებული გზის აქსელერაციის მონაცემებთან.

ვიბრაციის გავრცელება წყაროსა და მიმღებს შორის

როდესაც ვიბრაცია ეხება ნიადაგს, ატენიურობით მის გავრცელება ქვენიადაგში დამოკიდებულია ქვენიადაგის სახეობაზე, სიგნალის სიხშირეზე და გავრცელების მანძილზე . იმისათვის რომ თეორიულად შეაფასდეს ვიბრაციული წყაროების გავლენა ანალიტიკური ფორმულების გამოყენებით, შესაძლებელია ვიბრაციის ატენიანურობის გაანგარიშება მისი ნიადაგში გავრცელების შედეგად.

არსებობს ცხრილები და გრაფიკები, რომლის მეშვეობით მუდმივად შესაძლებელია ატენიურობის ან ვიბრაციის გავრცელების პარამეტრების დადგენა, რომელი შენობების სხვადასხვა სტრუქტურული კომპონენტებითაა გამოწვეული. ამ ინფორმაციის კომბინირების მეშვეობით კარგი მიახლოებით შესაძლებელია შეფასდეს (ჩვეულებრივ +/- 5 დბ) ვიბრაციის დონეები, რომლებიც კონკრეტულ ადგილებში ფიქსირდება და შემდეგ მათი გავლენა მიმდებარე შენობებზე. ზემოთხსენებულის მხედველობაში მიღების შემთხვევაში შესაძლებელია მოსალოდნელი ვიბრაციის წყაროს დადგენა და იმის განსაზღვრა თუ რა დონეზე აყენებს კონკრეტულ შენობას ზიანს ვიბრაცია, ან არის თუ არა დასაშვებ ფარგლებში ვიბრაციის დონე.

სურათი 14, მოცემული წყაროსა და მიმღებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების დინამიკის და ვიბრაციის გავრცელების მაგალითი
სურათი 8 . წყაროსა და მიმღებს შორის ურთიერთდამოკიდებულება ნიადაგში ვიბრაციის გავრცელების მეშვეობით



ნახაზი 8 წყაროსა და მიმღებს შორის ურთიერთდამოკიდებულება ნიადაგში ვიბრაციის გავრცელების მეშვეობით

ვიბრაციის გავრცელება მიწაში

ვიბრაციის დონე მიმღებზე, რომელიც მდებარეობს წყაროდან "x" დისტანციაზე უდრის რეფერენციულ დისტანციაზე არსებულ დონეს "x0", ამას გამოკლებული ატენუაცია (Ai), რაც განისაზღვრება x0 და x-ს შორის ნიადაგში გადაადგილებით:

$$L(x) = L(x0) - \sum iAi \qquad (4)$$

საბაზისო დონე L (x0) ზოგადად მიიღება ექსპერიმენტული გაზომვების მეშვეობით, რომელიც ხორციელდება 2 მ-დან 25 მ-მდე მანძილებს შორის.

ატენიურობის კომპონენტები და ვიბრაციის გავრცელება მოდელში მიღებულია როგორც საშუალო მაჩვენებელი. მაჩვენებლები მდგომარეობს შემდეგში:

- გეომეტრიული ატენიურობა;
- ნიადაგის შიგნით გავრცელებული ატენიურობა;
- მიწის ზედაპირის არარსებობით ან დაბრკოლებებით გამოწვეული ატენიურობა

გეომეტრიული ატენუაცია (Ag) განისაზღვრება
შემდეგი ფორმულით:

$$A_g = 20log\left(\frac{x}{x_0}\right)^n \qquad (5)$$

სადაც “n” არის ატენუაციის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გეომეტრიული ატენუაციის ტიპზე (იხილეთ ცხრილი 11):

Source location	Source type	Induced wave	n
Surface	Point	Body wave	2.0
		Surface wave	0.5
	Infinite line	Body wave	1
		Surface wave	0
In-depth	Point	Body wave	1.0
	Infinite line		0.5

ცხრილი 11. რადიაციით გამოწვეული ატენიურობის კოეფიციენტი (ემისია) რომელიც იცვლება სხვადასხვა ადგილისა და სახეობის მიხედვით (წყარო: გზების და საგზაო მოძრაობის ზეგავლენა გარემოს დაცვაზე- Appl. Science Publ by LH Watkins,1981)

ზედაპირის ტალღის მაჩვენებელი “n” უდრის 0.5 ზედაპირის ტალღას (რომელიც დომინანტია წყაროს ზედაპირზე მოთავსების შემთხვევაში) და 1-ს დიდი ტალღების შემთხვევაში (დომინანტი ღრმა წყაროს შემთხვევაში)

ნიადაგის შეწოვის გამო ნიადაგის ატენიურობა არის **(A_t) და შემდეგნაირად განისაზღვრება** :

$$A_t = 20log\left[e^{\frac{\omega\eta(x-x_0)}{2c}}\right]$$

სადაც

- $\omega = 2\pi f$ არის პულსის ტალღა (f = სიხშირე ჰც-ებში);
- c = ნიადაგში გავრცელების სიჩქარე მ/ს-ში
- η = ნიადაგის შეწოვის ფაქტორი (იხილეთ ცხრილი 12).

Soil type	η
Rock	0.01
Sand, gravel	0.1
Silt, Clay	0.2 – 0.5

ცხრილი 12, ნიადაგის სახეობიდან გამომდინარე ვიბრაციის გაჟონვის პარამეტრები

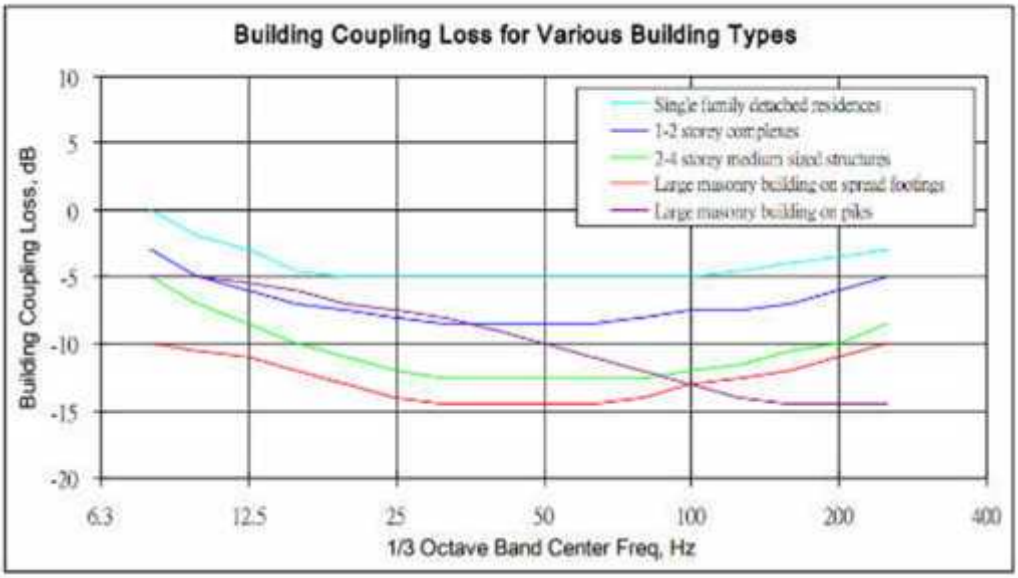
როდესაც ტალღა ხვდება ფენებს შორის არსებულ ინტერფეისს, რომელთაც გააჩნიათ გავრცელების სხვადასხვა სიჩქარე, თუ ქვედა ფენას აქვს დაბალი სიჩქარე, ენერგიის დიდი ნაწილი უკან განიფანტება, რაც იწვევს გადაცემული ენერგიის კლებას. ხოლო, თუ შიდა ზედაპირი მდებარეობს 2 ფენას შორის, რომელთაც გააჩნიათგაზრდილი სიჩქარე, , ენერგიის უდიდესი ნაწილი გადაინაცვლებს უფრო ჩქარ ფენაში. , ჩვეულებრივ ეს ფენომენი არაა გათვალისწინებული მოდელირების მონაცემების კონსერვატიული ინტერპრეტაციის გამო.

ვიბრაციის გავრცობა შენობაში

როდესაც ვიბრაციის ტალღა აღწევს შენობის საძირკვლამდე ის შეიძლება დაჩქარდეს, გახდეს ატენიური, გაიზარდოს, შეიძლება შეიცვალოს სიხშირის სპექტრი იმის მიხედვით, თუ რა სახისაა საძირკველი ან კონსტრუქცია, როგორია კავშირი საძირკველსა და მიწას შორის, ასევე წყალსაც შეუძლია მოახდინოს ზეგავლენა ამ პროცესზე. სხვადასხვა სახის საძირკველს შეუძლია განსაზღვროს ტალღების შემცირების დონეები, რომლებიც გადაიცემა შენობაში, არასრულყოფილი კავშირის გამო კონსტრუქციასა და ქვენიადაგს შორის, რომელიც მეშვეობითაც წარმოქმნება დისიპაცია.

ამაზე ზეგავლენას ახდენს საძირკველის სახეობა (მრგვალი ფორმა, გარს შემორტყმული პლინტუსები, მოძრავი კოჭები, ხიმინჯები, ა.შ.) საძირკველის შემთხვევაში ნიადაგთან ხშირი შეხება იწვევს კავშირის დაკარგვას დაახლოებით 0 დბ დაბალ სიხშირეზე, საძირკველის რეზონანსულ სიხშირემდე. საძირკველის სხვა ტიპებისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამოთვლების ემპირიული მრუდი, რომლის მეშვეობითაც მოხდება საძირკველის დონეების შეფასება მიწის ვიბრაციის დონეების მიხედვით. ატენიურობა, რომელიც გამოწვეულია შენობის შეერთებების დაკარგვით წარმოდგენილია სურათზე 9,

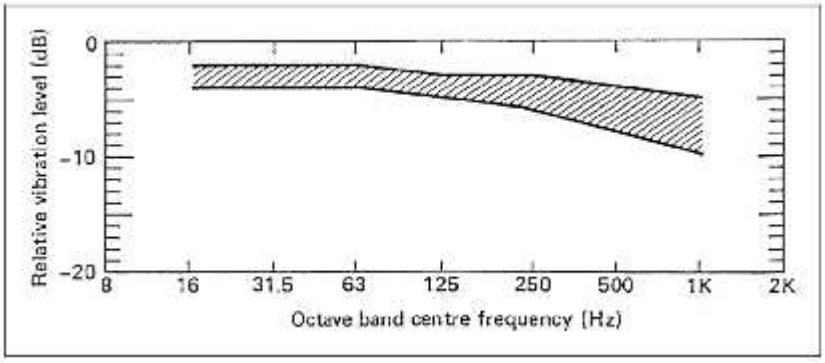
შენობების სხვადასხვა ტიპებისთვის. რაც შეეხება უწყვეტი საძირკველის მქონე რკინა ბეტონის შენობა ნაგებობებს, დიდი შენობებისთვის გამოიყენება მრუდე ქვის/აგურის წყობით, რომლის ატენიურობა არის 2დბ (იხილეთ წითელი მრუდი სურათზე 9).



სურათი 8 სხვადასხვა შენობების ამპლიტუდა (წყარო : გზებისა და საგზაო მოძრაობის ზეგავლენა გარემოს დაცვაზე , L.H. Watkins. Routledge. 1981)

ფუნდამენტიდან ზედა სართულებზე გავრცელებისას მცირდება ვიბრაციის ამპლიტუდა, რაც გამოწვეულია ვიბრაციის ვერტიკალურად გავრცელებით შენობის გასწვრივ, დონიდან დონემდე; ამიტომ, გათვალისწინებული უნდა იყოს ასეთი სახის დანაკარგები.

ზოგადად მოისაზრება რომ ყოველ სართულზე ვიბრაცია იკლებს **2 დან 3 დბ-მდე.** . სურათი 16 გვიჩვენებს სართულებს შორის ატენაციის ცვალებადობის ტიპურ დიაპაზონს.



სურათი 10. ატენიურობა პირველიდან შემდგომი სართულების მიმართულებით
(წყარო : გზებისა და საგზაო მოძრაობის ზეგავლენა გარემოს დაცვაზე , L.H. Watkins. Routledge. 1981)

შენობების სტრუქტურული ელემენტების რეზონანსის ფენომენი, განსაკუთრებით კი სართულების, უნდა იქნეს შესწავლილი . ეს ხდება მაშინ, როდესაც აღგზნების სიხშირე ემთხვევა სტრუქტურის თავისუფალ რყევას ბუნებრივი სიხშირით; კონსტრუქციის რყევა აჩვენებს ვიბრაციის მნიშვნელოვან ზრდას ვერტიკალური მიმართულებით და მინიმალურს მაჩვენებლების საძირკველზე. .

სართულების ზრდა მერყეობს 5 dB დან დაახლოებით 20 Hz მდე , მაქსიმალურად 20 dB 40 Hz-მდე . ისევ და ისევ, კონსერვატიული მიდგომით, ვერტიკალური ვიბრაციის ანალიზი არ ცდება პირველ სართულს, იმდენად რამდენადაც ზედა სართულები ისე არ ზიანდება როგორც ქვედა

ვიბრაციის მოდელირება მიშენებაზე არსებითად იგივეა, რაც ძირითადი შენობების სტრუქტურებისათვის, თუმცა მნიშვნელოვანი სხვაობით . ასეთ შემთხვევებში საყოველთაოდ გამოყენებული საუკეთესო საერთაშორისო გამოცდილებით "გამაძლიერებელი ფაქტორი", რომელსაც ეწოდება "სართულის გაფართოება", რომელიც მარტივად რომ ვთქვათ ნიშნავს იმას, რომ მოდელირებაში, უფრო მაღალი ვიბრაცია მოდის მიშენებაზე . ეს მიდგომა არის კონსერვატიული, ეს არის "ყველაზე ცუდი შემთხვევა " დაფუძნებული და ამდენად უსაფრთხო და გამოიყენება შესაბამისი მეთოდოლოგიური შენიშვნების საფუძველზე (e.g. Giuseppe Muscolino : „ სტრუქტურის დინამიური ქცევა „ – გამომცემელი : THE MCGRAW-HILL COMPANIES).

4. ახალი გზის მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაცია

ცალკეული შენობების ანალიზი

ზემოთაღნიშნულ მონაკვეთში გამოყენებული მონაცემების მიხედვით, დაანგარიშებული იყო ვიბრაციის ამპლიტუდა მიმღებებში (ძირითადი შენობები და მიშენებები). ცხრილიში 13 მოცემულია თითოეული შენობის მოდელირების შედეგები, კერძოდ, ვიბრაციის ამპლიტუდა, წარმოქმნილი ყველაზე დიდი ზეგავლენის მქონე საშუალებით (ჩაქუჩი და კომპაქტორი) და დაზიანების ზღვრები (რაც წარმოადგენს მინიმალური დაზიანების ზღვარს, რომელიც არ ემუქრება კონსტუქციის მთლიანობას) მეორე თავში განსაზღვრული სტანდარტების შესაბამისად - ვიბრაციები - დაზიანების დონეები და სტანდარტები.

შენობის კოდ	მაქს. [illegible]	წყარო		მიმღების ვიბრაციის დონე			
				როლერ		პნევმატური	
	როლერ	პნევმატური	მთავარი [illegible]	დანამა [illegible]	მთავარი [illegible]	დანამა [illegible]	
2	9	104.0	101.00	82.36	86.36	79.36	83.36
3	22	104.0	101.00	76.93	80.93	73.93	77.93
4	19	104.0	101.00	78.38	82.38	75.38	79.38
5a	27	104.0	101.00	74.67	78.67	71.67	75.67
5b	27	104.0	101.00	74.67	78.67	71.67	75.67
5c	27	104.0	101.00	74.67	78.67	71.67	75.67
6	30	104.0	101.00	73.40	77.40	70.40	74.40
7	52	104.0	101.00	63.00	67.00	60.00	64.00
8	57	104.0	101.00	61.24	65.24	58.24	62.24
9a	80	104.0	101.00	55.49	59.49	52.49	56.49
9b	80	104.0	101.00	55.49	59.49	52.49	56.49
10	87	104.0	101.00	53.22	57.22	50.22	54.22

ცხრილი 13. სტანდარტებთან შედარებით სიმულირებული ვიბრაციების ამპლიტუდა მიმღებთან, შეჯამება (DIN 4150-3)

დასკვნა და რეკომენდაციები ახალი გზის მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციების შესახებ

ზემოაღნიშნული ცხრილების მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შეფასებული ვიბრაციის სიჩქარის დონე უფრო დაბალია, ვიდრე საცხოვრებელი სახლებისათვის დადგენილი ზღვარი UNI, 9916 / ISO 4866: აქედან გამომდინარე ახალი გზის მშენებლობის შედეგად გამოწვეული მოსალოდნელი ვიბრაციის დონე არ გამოიწვევს რაიმე დაზიანებას ამ კონკრეტულ შენობებთან მიმართებაში.

რაც შეეხება მიშენებებს, მიუხედავად იმისა, რომ მოდელირებამ არ გამოავლინა გზის მშენებლობის შედეგად გამოწვეული ვიბრაციის მიერ მიშენებების დაზიანების რისკი (ვარაუდობენ, რომ სხვა ვიბრაციის გამომწვევი აპარატი ან მეთოდი, რომელიც შედიოდა ამ პროექტში იქნება პრაქტიკაში გამოყენებული) მიშენებები, რომელთა უმეტესობა თავდაპირველად აშენებულია არსებითი საინჟინრო პრაქტიკის უგულვებელყოფით, მძიმე მდგომარეობაში იმყოფება. აქედან გამომდინარე, გამორიცხული არ არის, რომ გზის მშენებლობასთან დაკავშირებული ვიბრაციის სხვა ფაქტორებმა (მაგ. სეისმური აქტივობა, მობინადრეთა მიერ დამატებითი მიშენებების დამატება, სხვა სახის მშენებლობები ან ნიადაგის სამუშაოების დანამატების შემდგომი მოდიფიცირება, ან მათი კომბინაცია), გამოიწვიოს მიშენების დაზიანება, მაგრამ შენობების მობინადრეები კვლავ შეიძლება აცხადებდნენ, რომ დაზიანების მიზეზი გზის მშენებლობაა. მიუხედავად იმისა რომ ასეთი ვარაუდი შეიძლება იყოს გამოთქმული და დამტკიცებული, ცალსახაა რომ მიშენებები არ არის მოსახლეობისთვის უსაფრთხო მათი მშენებლობის დაწყებიდანვე და უსაფრთხოების ეს პრობლემა გადაჭრილ უნდა იქნეს.

შესაბამისად, ზემოთხსენებულ დასკვნებზე დაყრდნობით გაცემულია შემდეგი რეკომენდაციები:

1. ვიბრაციის დონის შეზღუდვები და კონტრაქტორის საქმიანობის მონიტორინგი შესაბამისი ნორმების დაცვის მიზნით. მოდელირება ჩატარდა კონსერვატიულად (მაქსიმალური ზიანის და ყველაზე უარესი სიტუაციის გათვალისწინებით) და დასკვნები და რეკომენდაციები კონსერვატიულადაა განსაზღვრული, მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი უსაფრთხოების ზღვარი ისედაც გათვალისწინებულია კონსერვატიული მიდგომით. მოდელირება განხორციელდა აპარატურის, მშენებლობის მეთოდისა და საგზაო და სამშენებლო ვიბრაციის მონაცემების დაფიქსირების დროს, რომელიც თვალნათლივ იყო მითითებული Dohwa-ს მიერ მომზადებულ დეტალურ საპროექტო დოკუმენტებში. ზემოთხსენებული დასკვნები ძალაში იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ

მხოლოდ Dohwa-ს მიერ გამოყენებული მეთოდი და აღჭურვილობა იქნება გამოყენებული. გათვალისწინებული.

შესაბამისად სავალდებულოა, რომ:

a. კონტრაქტორმა მკაცრად დაიცვას სამართლებრივი პასუხისმგებლობა მშენებლობის მეთოდების და სამშენებლო მოწყობილობების მიმართ, პატივი სცეს სამშენებლო ფართის საზღვრებს მშენებლობის დროს. კონტრაქტორმა უნდა მოიპოვოს დამქირავებლის თანხმობა (MDF) სამშენებლო მეთოდის ნებისმიერ სახეცვლიებაზე ან დასაშვები დანადგარების სიაში არშემავალი დანადგარის გამოყენებაზე ან სამშენებლო ფართის საზღვრების გადალახვაზე.

b. საუკეთესო საერთაშორისო გამოცდილებიდან გამომდინარე მსგავს შემთხვევებში, მუდმივი ზედამხედველობა უნდა გაეწიოს სამშენებლო პროცესს და უზრუნველყოფილ იქნას კონტრაქტორის მიერ პუნქტში- ა - გათვალისწინებული ნორმების დაცვა. ზედამხედველობა უნდა მოიცავდეს პრობლემის სასწრაფოდ იდენტიფიცირების მექანიზმებს და უფლებამოსილი ზემდგომი ორგანოების მიერ სამუშაოების შეჩერების უფლებას, ნორმების დაარღვევის დაფიქსირებას და სავალდებულო გამოსასწორებელი ღონისძიების ჩატარების მოთხოვნას კონტრაქტორისათვის.

1. 2. <u>**მიშენებების გამაგრება**</u>: მიუხედავად იმისა, რომ მოდელირებამ აჩვენა, რომ მიშენებების დაზიანების რისკი არ არსებობს, რომ მიშენების მდგომარეობა, რომელიც გამოწვეულია მისი არასწორი დიზაინით, პრაქტიკული სიძნელეები, რომ გზასთან დაკავშირებული საქმიანობა არ იყო დაზიანების მიზეზი, და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, უსაფრთხოების ნაკლებობა მიშენებების თავდაპირველი მშენებლობის დღიდან - რეკომენდირებულია მიშენებების გამაგრება. გამაგრებითი სამუშაოების საინჟინრო დიზაინი რომელიც შესაბამისობაშია NEP Srl. შეიძლება იყოს გამოყენებული გამაგრებითი სამუშაოების ჩატარების დროს. შემოთავაზებული მეთოდი ეფექტურია, ყველაზე ეკონომიურია და მოკლე ვადაში განხორციელებადი.

3. ტექნიკური მონიტორინგის კამპანია: მოცემული საქმის სამართლებრივი მგრძნობელობის და გამოცდილების გათვალისწინებით, რომელიც ეფუძნება საუკეთესო საერთაშორისო პრაქტიკას, რეკომენდირებულია ზუსტი ტექნიკური მონიტორინგის კამპანიის წარმოება დამქირავლებლისათვის (MDF) რათა ფლობდეს სამართლებრივად უტყუარ მონაცემებს ვიბრაციის დონეების /დაზიანებების შესახებ მობინადრეების მხრიდან წარდგენილი

პრეტენზიების შემთხვევაში გამოსაყენებლად, ან საჭიროების შემთხვევაში კონტრაქტორის იურიდიული პასუხისმგებლობის საკითხის დასაყენებლად. მონიტორინგის გეგმის ჩამოყალიბება NEP Srl-ის დავალების თანახმად, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მსგავსი კამპანიის წარმოების დროს.

5. ახალი გზების მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციები

როგორც ზემოთ აღინიშნა, მაქსიმალური სიჩქარის სიდიდე (მმ / ს) გზის ზღვრიდან (ცხრილი 10) 3.65 მ-ით იზომება 1.45 მმ / წმ.

დამატებითი დავალება 2-ის ერთ-ერთი მოთხოვნა იყო, რომ ჩატარებული კვლევის ანალიზის და დასკვნების დადასტურების მიზნით, ყოველთვის როცა მეთოდოლოგიურად შესაძლებელი იქნებოდა, მომხდარიყო საველე მონაცემების შყვანა სხვა მეთოდოლოგიურად სანდო მოსაზრებების მაგივრად ანალიზში, ადრე

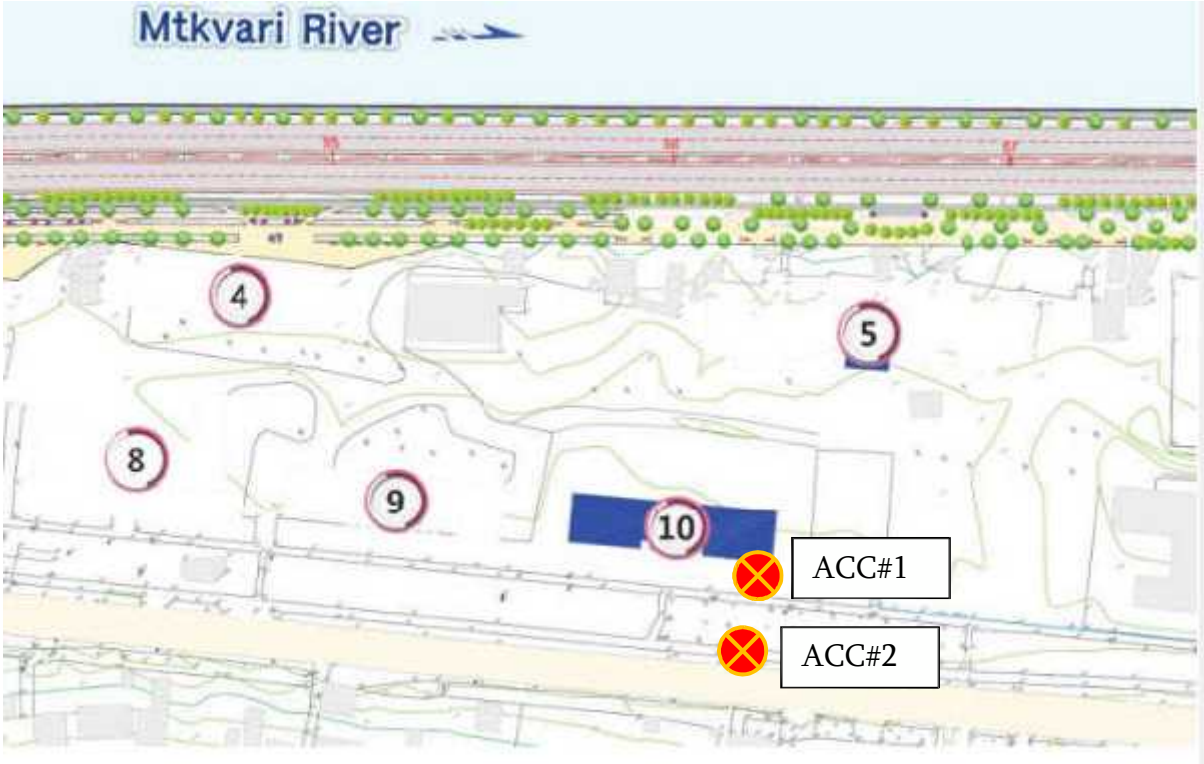
ამ მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად, უპირველესად მიღებულ იქნა ვიბრაციის მაჩვენებლები, რომლებიც წარმოდგენილი იყო მეთოდოლოგიის სახელმძღვანელოში (წყარო: ტრანსპორტის მორაობის შედეგად გამოწვეული ვიბრაცია შენობებში. Osama Hunaidi. კანადის ეროვნული კვლევითი საბჭო. ISSN 1206-1220 სამშენებლო ტექნოლოგიების მიმოხილვა No. 39. ივნისი 2000წ.). მეორეს მხრივ და რაც მნიშვნელოვანია, მოხდა არსებული გზით გამოწვეული ვიბრაციის ამპლიტუდის გაზომვა (დავალება 1 , სამუშაოთა აღწერილობა) ისე, როგორც ეს ქვემოთაა მოცემული. ამ ორის ერთმანეთთან შედარებამ აჩვენა (რომელიც მოცემულია ცხრილში „დინამიური ვიბრაცია“) რომ საველე გაზომვების მონაცემები თითქმის 2- ჯერ მაღალია ვიდრე მეთოდოლოგიური მაჩვენებლების წყაროები. შესაბამისად, სრული კონსერვატიული მიდგომით, ვიბრაციის სიჩქარის უმაღლესი მაჩვენებლები იქნა შეყვანილი გზების ექსპლუატაციით მიყენებული ზიანის მოდელირებისას.

ვიბრაციის გაზომვების შედეგების მიღება

მონაცემები მიიღება შემდეგი სტანდარტების მიხედვით:

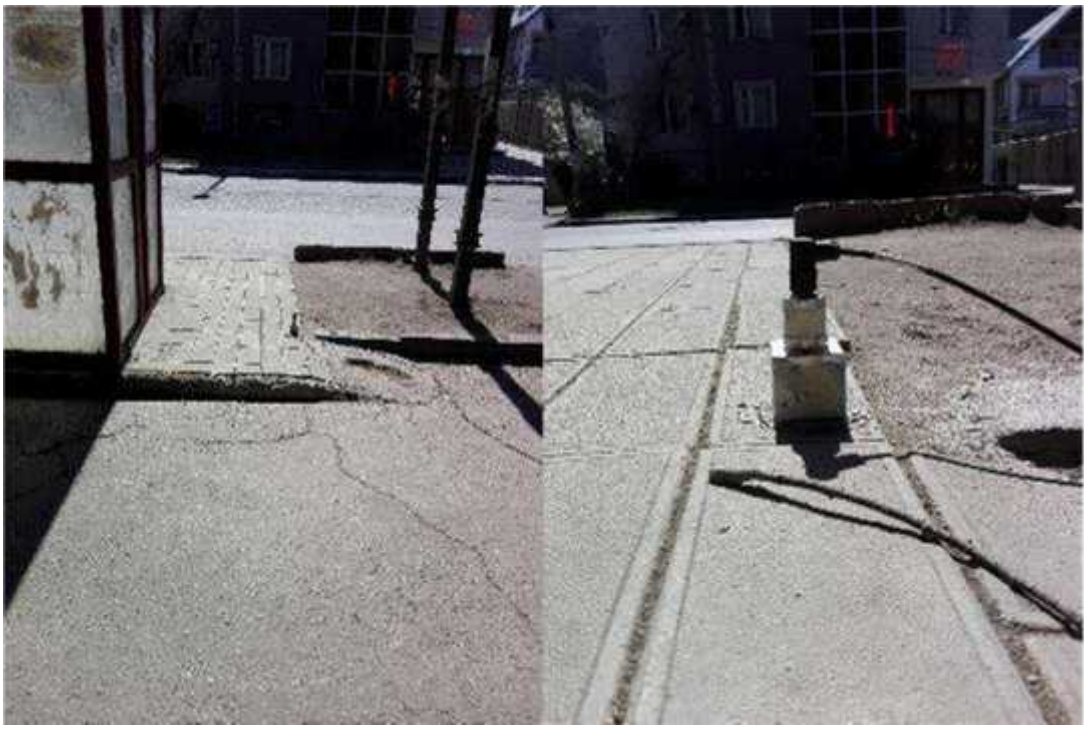
- SO/FDIS 4866 – მექანიკური ვიბრაცია და იძგი, მყარი კონსტრუქციების ვიბრაცია , ვიბრაციების გაზომვის და კონსტრუქციებზე მათი ზეგავლენის შეფასების შესახებ სახელმძღვანელო”

სენსორები დამონტაჟებულ იქნა გზაჯვარედინთან ახლოს შენობა # 10-ი ს საძირკველთან. სურათი (Fig.17).



ნახაზი 11. აქსელერომეტრების განლაგება, რომლებიც საგზაო მოძრაობისაგან გამოწვეული ვიბრაციების გასაზომად არის განთავსებული

სენსორი n.1 (ACC#1) მდებარეობს შენობა #10-თან და სენსორი n.2 (ACC#2) მდებარეობს არსებულ გზასთან, 3.5 მეტრზე გზის კიდედან და 27სმ-ით მოშორებული ACC#1-ს.



ნახაზი 12 ACC#2 –
არსებული გზა

აღჭურვილობა

გამოყენებულ იქნა სადენიანი სენსორული ქსელი, რომელიც შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან:

პიეზოელექტრული სენსორების ინტეგრირებული ელექტრონული პიეზოელექტრული IEPE) KS48C-MMF , ძაბვის სენსიტიურობა 1V/g და გაზომვის დიაპაზონი ±6g.

(კალიბრაციის სერტიფიკატი აღებულია შემოწმებამდე 40 დღით ადრე)

		KB12	KB12VD	KS48C	
Output		Charge	IEPE	IEPE	
Piezo Design		Bender	Bender	Shear	
Charge Sensitivity	R_{qa}	6500±20%	-	-	pC/g
Voltage Sensitivity	R_{va}	-	10 000±10%[1]	10 000±15%[1]	mV/g
Range	A_L / A_u	±3	±0,6	±6	g
Destruction limit	a_{max}	200	200	1000	g
Linear Frequency Range	f_{-3dB} $f_{-10\%}$ $f_{-5\%}$	260 160 130	0,08.. 260 0,16.. 160 0,25.. 130	0,1 .. 4000 0,2 .. 2600 0,3 .. 2000	Hz Hz Hz
Resonant Frequency	f_r	>0,35(+15dB)	>0,35(+15dB)	>7 (+15dB)	kHz
Noise Densities	0,1Hz a_{nd} 1 Hz a_{nd} 10 Hz a_{nd} 100Hz a_{nd}	- - - -	0,3 0,06 0,03	1 0,6 0,1 0,06	µg/√Hz µg/√Hz µg/√Hz µg/√Hz
Costant Current Supply	I_{const}	-	2 .. 20	2 .. 20	mA
Output impedance (I_{const} = 4mA)	r_{out}	-	< 130	<130	Ω
Operating Temperature Range	T_{min}/T_{max}	-20/80	-20/80	-20/120	°C
Temperature Transient Sensitivity	b_{ta}	0,01	0,002	0,0005	ms^2/K
Acoustic Noise Sensitivity	b_{pa}	0,1	0,1		ms^2/kPa
Weight (no cable)	m	150/5,3	150/5,3	165/5,8	g/oz
Mounting Thread		M5/M10	M5/M10	M8	
Case Material		Alluminio	Alluminio	Acciaio INOX	

ნახაზი 13 პიეზოელექტრული სენსორები KS48C-MMF

- ციფრული ჩამწერი (DaTa500), რომელიც შედგება 24-ბიტიანი ციფრული სიგნალის პროცესორისგან (DSP), ადაკბილვის შემცირების ფილტრის ანალოგისგან და მიღების მაღალსიხშირიანი დიაპაზონისგან (0.2Hz to 200kHz).

Dati Tecnici Generali	
Numero Canali	8 Canali simultanei
Segnali Misurabili	Tensione, Ponte Intero (IEPE, Charge, Termocoppie e RTD /adattatore MSI
Risoluzione	24 bit
ADC tipo	Sigma - Delta
Frequenza Acquisizione	10 to 200 000 Hz 204.8 kS/s
Ingoi Range	Voltage ±0,01 V, ±0,1 V, ±1 V, ±10 V,
	Voltage via adattatore MSI
	Ponte Intero ±10 mV/V, ±100 mV/V, ±1000 mV/V
	Half bridge
	IEPE – MSI adapter ±0,1 V, ±1 V, ±10
	Termocoppie (-200°C a 1000°C e da 0 a 6.5kOhm)
DC Accuracy	10V range: 0,1% del valore, +1 mV 1 V range: 0,1% del valore, +0,5 mV 100mV range: 0,1 del valore, +0.1 mV 10mV range: 0.1% del valore, +0.1 mV
Tensione Sensori	±5 V 0.1% @ 100mA, 12V@600mA per singolo canale
Protezione Sovraccarico	±0 70V

Caratteristiche Dinamiche	
Rumore Segnale @fs<1000Hz	< -100 dB
Crosstalk	< -100 dB
Ambiente di lavoro	
Temperatura Operativa	0 to 50 °C
Temperatura Storage	-20 to 70 °C
Umidità Relativa	10 to 90%
Vibrazione	MIL-STD 810F 516.5
Shock - Urto	MIL-STD 810F 516.5
Dimensioni	
Dimensioni	223 x 78 x 45mm
Peso	0,72 Kg
Consumi	
Consumo tipico	5 W
Massimo consumo sensori	6 W
Requisiti Sistema	
Interfaccia	USB 2.0
Sistema Operativo	Windows XP, Vista, 7
Sistema - Hardware	PC completo di software DeVSoft

ნახაზი 14 ციფრული ჩამწერი (DaTa500)

- RG58 კოაქსიალური კაბელების ხაზი სელერომეტრიდან მრიცხველამდე;
- M28 და M32 სიგნალის გარდამქმნელი სიხშირის დიაპაზონით 0.1 დან 100kHz მდე და რეგულირებადი მაჩვენებელი.

	M28	M32
Input	IEPE—BNC connettore	
IEPE Sensors Alimentazione	Shear	
Indicazione Stato sensore	Tre Indicazioni LED: circuito aperto=off ; OK=giallo; Corto Circuito=rosso	
Guadagno	1 ± 0,5%	1 /10/100 ± 1% typ; ± 2% max
Livello Output	> ± 10_{pp} (in funzione del sensore)	> ± 10_{pp}
Rumore Output	< 1 μV_{eff} (2 .. 25kHz) < 1 μV_{pp} (2 .. 25kHz)	< 1 mV_{eff} (1 .. 50kHz) < 1 mV_{pp} (1 .. 50kHz)
Frequency Range (-3dB)	0,1 Hz .. 100 kHz	0,1 Hz .. 30kHz
Filtro Low Pass	-	Modello Plug-in serie FB2*
Tipologia Filtro	-	4 poli, butterWorth >70dB
Alimentazione	5 .. 26 VDC / 100mA	5 ..26 VDC / 200mA
Connettore Alimentazione	DIN 453232 circolare—bananaplug	
Range Temperatura	-10 .. 55 °C, 95% Umidità relativa	
Dimensioni	53x59x44 mm^3	56x59x44 mm^3
Peso	120g	170g
Accessori	2 banana plug filettati	
Accessori - Opzionali	FB2 Modulo Filtro Low Pass (30Hz) M28/32 DIN adattatore Barra DIN PS500 Alimentatore 500mA PS1600 Alimentatore 1,6A	

Assemblato M32—M28

ნახაზი 15 M28 და M32 სიგნალის გარდამქმნელი

მიღებული მონაცემების ანალიზი

მონაცემები მიიღება 1.000ჰც სიხშირით. დროის დიაგრამამ უჩვენებს საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციების მაქსიმუმს. . აჩქარება (mm/s^2) ინტეგრირებულია სიჩქარის მიღების მიზნით (მმ/წმ).

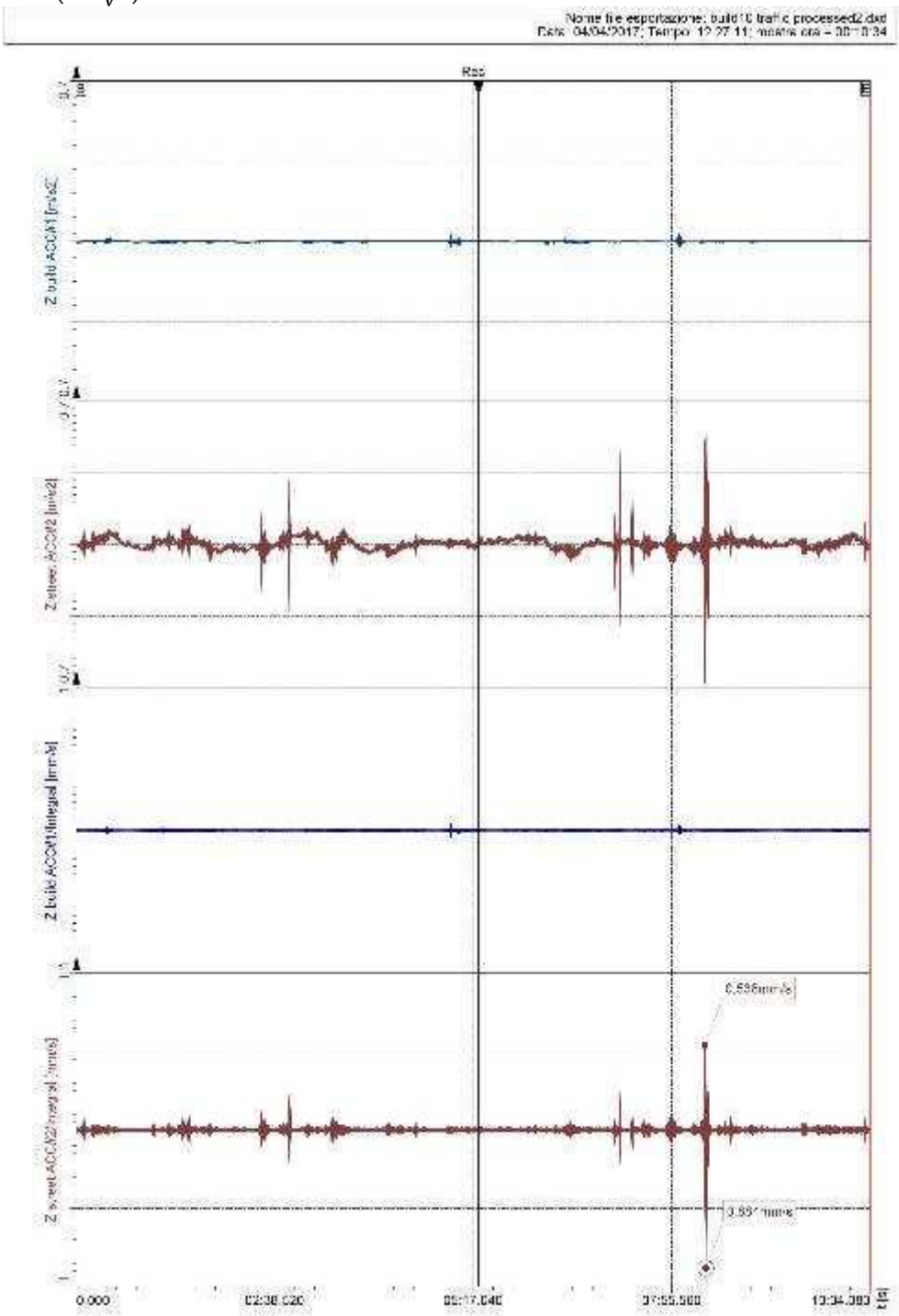
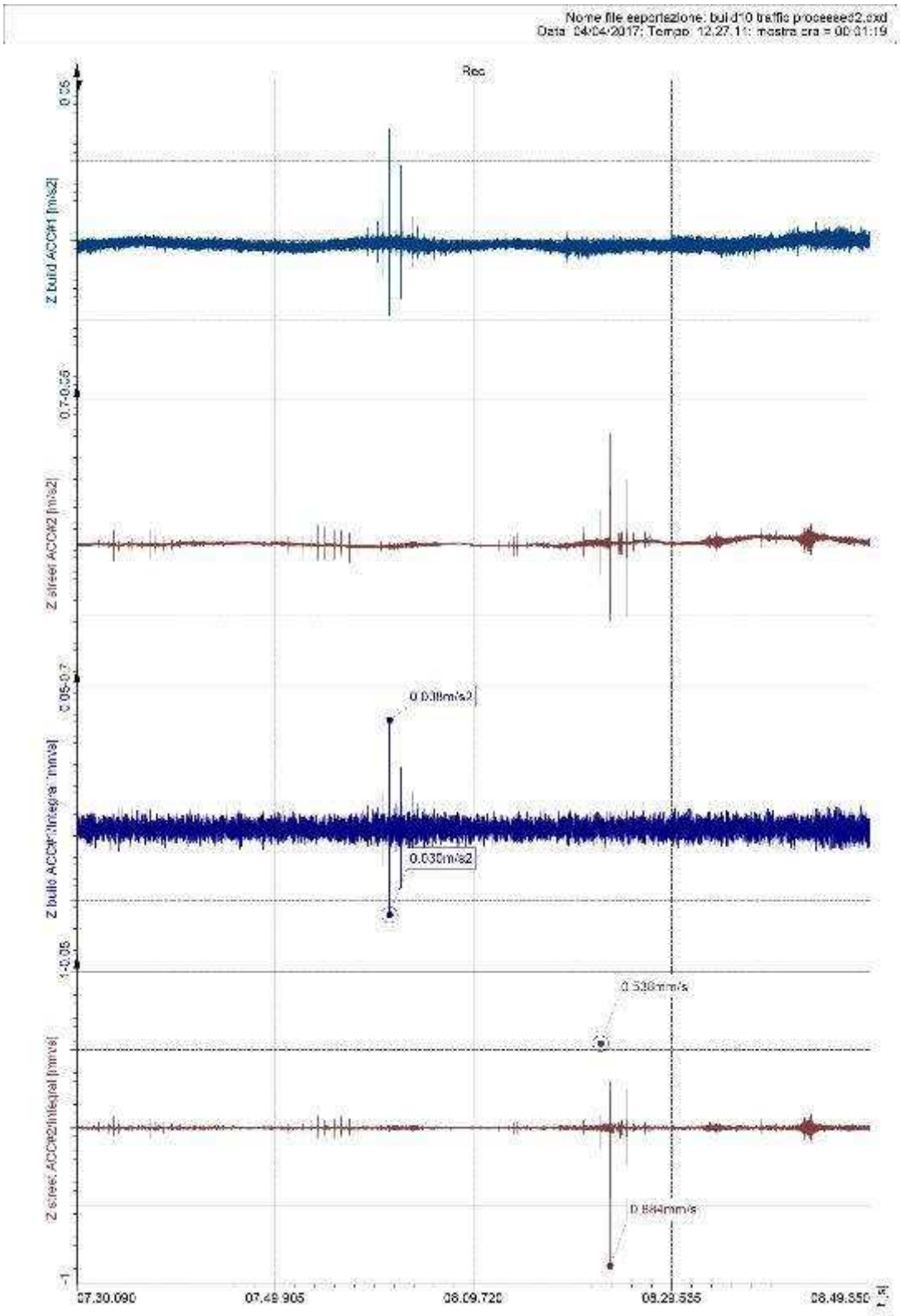


Figure 16 Time histories of traffic-induced vibrations



ნახაზი 17 საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციის დროის დიაგრამა

Figure 17 Time histories of traffic-induced vibrations

Figure 17 Time histories of traffic-induced vibrations

შედეგად, სიჩქარის ძირითადი მნიშვნელობა დაფიქსირებულია 8.25 წუთზე, სიჩქარის ამპლიტუდით, რომელიც ტოლია **0.884მმ/წმ** გზასთან მიმართებაში (ACC#2).

საგზაო მოძრაობიდან გამოწვეული ვიბრაციების დასაანგარიშებლად, კონსერვატიულად, მაქსიმალური მნიშვნელობა მეთოდოლოგიური მნიშვნელობიდან ტოლია **1.45მმ/წმ , როგორც ეს მოცემულია ქვემოთ:**

ზემოთ მოცემული 3 ფორმულის გამოყენებით მაჩვენებელი გარდაქმნილია ერთიან სკალად დბ-ში, რომელიც შეესაბამება აჩქარების დონეს (დბ) (dB) და უდრის **94დბ** როგორც ქვემოთაა ნაჩვენები:

$$L_a = L_v - 29 = 20log\left[\frac{1.45}{10^{-6}}\right] - 29 = 94\text{dB}$$

გასაანგარიშებლად საწყისი მაჩვენებელი იქნა გამოყენებული სიმულირებული დაჩქარებული კოეფიციენტის მისაღებად თითოეულ მიმღებში (შენობები).

ინდივიდუალური შენობების ანალიზი

ზემოთხსენებული მონაცემების გამოყენებით, მოხდა მიმღებში (შენობები) ვიბრაციის ამპლიტუდის დაანგარიშება.

ცხრილი 14 გვაჩვენებს საგზაო მოძრაობის დროს ვიბრაციის ამპლიტუდის დონეს და სტანდარტებით დადგენილ ზღვრებს - ყოველი შენობისა და მიშენებისთვის.

შენობის კოდი	მაქსიმალური მანძილი გზიდან	წყარო		მიმღების ვიბრაციის	
				მთავარი შენობა	დანამატი
	საგზაო	მანძილი (X0) m	საგზაო	საგზაო	
2	9	94.00	3.65	70.62	74.62
3	22	94.00	3.65	65.19	69.19
4	19	94.00	3.65	66.65	70.65
5a	27	94.00	3.65	62.94	66.94
5b	27	94.00	3.65	62.94	66.94
5c	27	94.00	3.65	62.94	66.94
6	30	94.00	3.65	61.66	65.66
7	52	94.00	3.65	51.27	55.27
8	57	94.00	3.65	49.51	53.51
9a	80	94.00	3.65	43.76	47.76
9b	80	94.00	3.65	43.76	47.76
10	87	94.00	3.65	41.48	45.48

ცხეილი 14, შემაჯამებელი ცხრილი მიმღებთან სიმულირებული ვიბრაციის ამპლიტუდის შეფარდება სტანდართებთან Standards (DIN 4150-3) - საგზაო მოძრაობა

შენიშვნა: სვეტი „კატეგორია 2 გრძელი-მოკლე ხანგრძლივობა (dB)" შენობის კატეგორიიდან გამომდინარე შეიცავს გრძელ და მოკლე

ვიბრაციის სახეებს. DIN 4150-3 - ის მიხედვით ეს ნაჩვენებლები ერთნაირია.

დასკვნები და რეკომენდაციები ახალი გზის მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციების შესახებ

როგორც მოსალოდნელი იყო, ზემოთხსენებული მონაცემების გაანალიზების შედეგად ირკვევა, რომ ახალ საავტომობილო გზაზე მოძრაობის შედეგად გამოწვეული ვიბრაციები (ვიბრაციის სიჩარით შეფასებული) უფრო დაბალია ვიდრე საცხოვრებელი კორპუსებისათვის სტანდარტით დაშვებული ზღვარი UNI 9916 / ISO 4866 . ზემოქმედების მოდელირების შედეგების შესაბამისად შეიძლება ითქვას, რომ ახალ გზაზე საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციების მიერ მიყენებულ ზიანს არ აქვს პირდაპირი ზემოქმედება არც შენობებზე და არც მიშენებებზე.

თუმცა, იმ ფაქტორის გათვალისწინებით, რომ მიშენებებს აქვს სუსტი კონსტრუქცია, სამომავლოდ ახალი გზის მოვლა-პატრონობის სამუშაოები (როგორც ვიბრაციის შემამსუბუქებელი მექანიზმი და ამავდროულად ვიბრაციის წყარო) უნდა იქნას შეტანილი დასკვნებსა და რეკომენდაციებში.

კონკრეტულად გაცემულია შემდეგი სახის რეკომენდაციები:

მიშენებების გამაგრება : (იგივე რაც თვითნებური მიშენება შენობაზე) იგივე რეკომენდაციები მოქმედებს ამ შემთხვევაშიც, რომლებიც გაცემულია სამშენებლო სამუშაოების დროს ვიბრაციით გამოწვეული ზიანის შესახებ. მიუხედავად ამისა, მოდელირებამ აჩვენა, რომ არ არსებობს მიშენებების დაზიანების რისკი, რომელიც გამოწვეულია მისი არასწორი დაპროექტებით, პრაქტიკული სიძნელეები, რომ გზასთან დაკავშირებული საქმიანობა არ იყო დაზიანების მიზეზი, და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, უსაფრთხოების ნაკლებობა მიშენებების თავდაპირველი მშენებლობის დღიდან - რეკომენდირებულია მიშენებების გამაგრება. გამაგრებით სამუშაოებთან დაკავშირებული ტექნიკური პროექტი, რომელიც შესაბამისობაშია NEP Srl., შეიძლება იყოს გამოყენებული გამაგრებითი სამუშაოების ჩატარების დროს. შემოთავაზებული მეთოდი ეფექტური, ყველაზე ეკონომიური და მოკლე ვადაში განხორციელებადია.

2. **გზის ზედაპირის დაზიანება - მზარდი ვიბრაციის თავიდან აცილების მიზნით გასატარებელი ღონისძებები.** დროთა განმავლობაში, გარემოსდაცვითი ფაქტორებიდან გამომდინარე, გზის საფარი ზიანდება, მათი უმეტესობა (ორმოები) იწვევს ვიბრაციას. გზის საფარის ხარისხი საჭიროებს რეგულარულ მონიტორინგს, იმისათვის რომ თავიდან იქნას აცილებული უზუსტობანი, დროულად შეკეთდეს

დაზიანებული გზა და გადატვირთული მოძრაობის გამო არ მოხდეს ვიბრაციის ზრდა ახალ გზაზე . ადეკვატური რესურსები უნდა იყოს გამოყოფილი ახალი გზის - ფონიჭალის მონაკვეთის - შეკეთებისათვის, პრევენციული თუ სარემონტო სამუშაოების სახით.

3. ტ ე ქ ნ ი კ უ რ ი მ ო ნ ი ტ ო რ ი ნ გ ი ს წ ა რ მ ო ე ბ ა : მონიტორინგი შესაძლოა ჩატარდეს პერიოდულად (თუ მუდმივად არა), გზის ექსპლუატაციიდან პირველი 12-18 თვის მანძილეზე, რაც საშუალებას მოგვცემს განისაზღვროს ნიმუში და მიღებულს იქნას შემდგომი ტექნიკური მონიტორინგის საშუალებები. დამატებით, თუ ტექნიკური მონიტორინგი არ გაგრძელდება, შესაძლებელია შესაბამისი სენსორების დაყენება და მონაცემების დაფიქსირება სარემონტო სამუშაოების დროს რათა უზრუნველყოფილ იქნეს ნორმების დაცვა კონტრაქტორების მიერ.

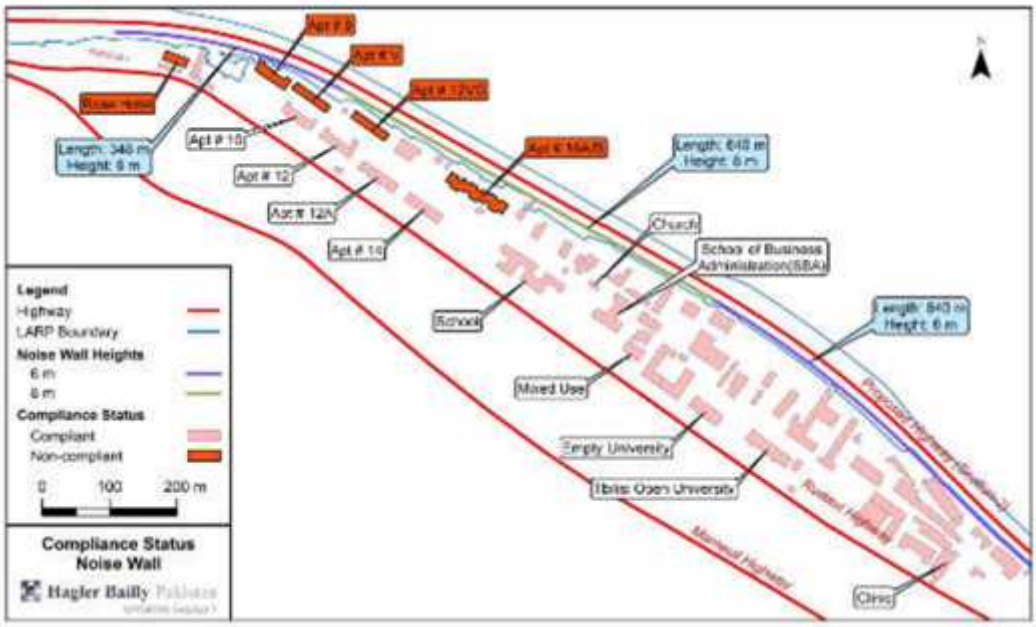
6. ხმაურისშემარბილებელი კონსტრუქციებისშენებლობითგამოწვეული ვიბრაცია

ხმაურის შერბილების ზომები

ამ განყოფილებაში მოცემულია 2017 წლის 29 აპრილის პროექტის ანგარიში „ ხმაურის მოდელირება თბილისი - რუსთავის გზატკეცილზე“ (მონაკვეთი 2), DRC და 4EMME-თან ერთად პროქტის სამუშაოთა შესრულებისათვის საჭირო ანალიზის გასაკეთებლად და რეკომენდაციების მისაღებად. ანგარიშში შეფასებულია ხმაური, რომელიც წარმოიქმნება შეთავაზებული მონაკვეთის 2 ახალ სეგმენტიდან, განსაკუთრებით მის დასავლეთ ნაწილში, სადაც შენობები უფრო ახლოსაა ერთმანეთთან და ხმაურის დონეები შეიძლება გამოიწვიოს შეშფოთება.

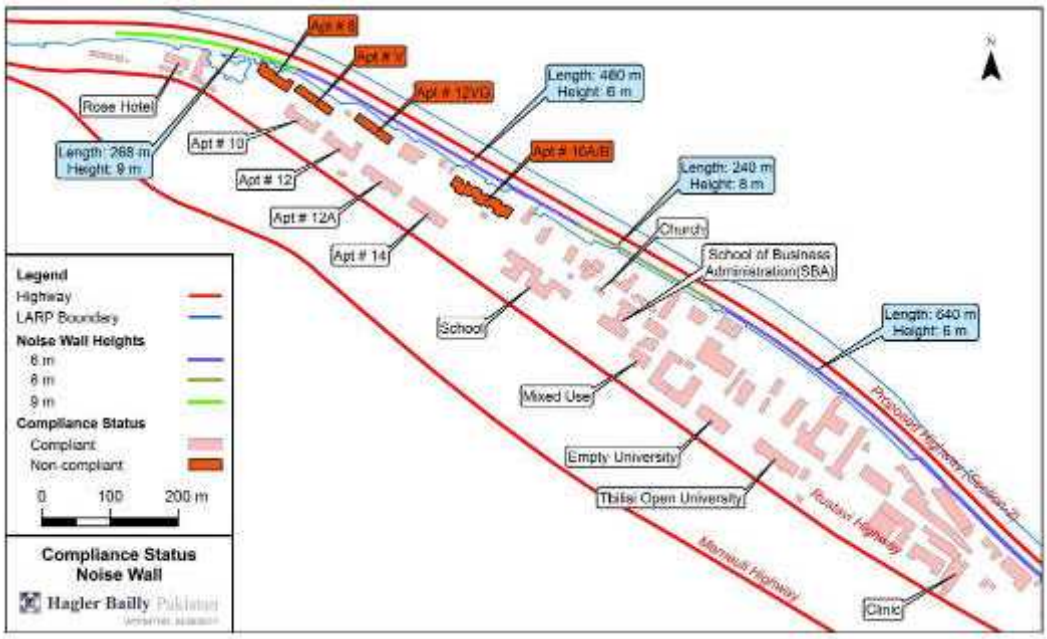
ანგარიშში წარმოდგენილია ხმაურის შემცირების ოთხი შემარბილებელი ვარიანტი, რომელიც წარმოდგენილია ქვემოთ:

- **W (ხმაურის შემცირების კედელი მაქსიმალური სიმაღლით- 8 მეტრი)** . ამ 2 ხმაურის შემაკავებელ ბარიერში რეკომენდირებულია: პირველი ბარიერი იყოს 6 მეტრის სიმაღლის და 988 მ სიგრძის, ხოლო მეორე -8 მეტრის სიმაღლისა და 640 მ სიგრძის (სურათი 18). მიუხედავად მათი ზომებისა, ეს ბარიერები ვერ უზრუნველყოფს ხმაურის სრულად ჩახშობას და შესაბამისად საჭირო გახდება 5 შენობის გადატანა.



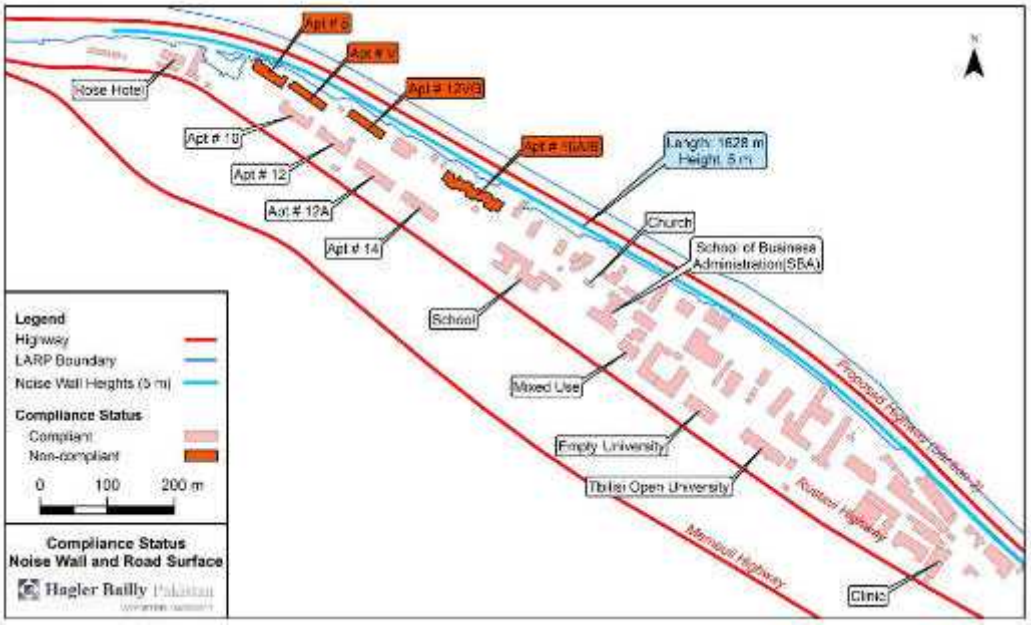
სურათ 18, ხმაურის შემამცირებელი კედელის განლაგება და გასათვალისწინებელი ნორმების სტატუსი(მაქსიმალური სიმაღლე- 8 მეტრი)

- **W’(ხმაურის შემცირების კედელი მაქსიმალური სიმაღლით - 9 მეტრი).** ამ შემთხვევაში ღეკომენდებულია ხმაურის შემცირების 3 კედელი - პირველი 6 მ სიმაღლის და 1,120მ სიგრძის, ხოლო მეორე 8მ სიმაღლის და 240 მ სიგრძის (სურათი 19). ეს კედელები ვერ შეამცირებენ ხმაურს დასაშვებ ზღვრულ დონემდე და შესაბამისად 4 შენობის გადატანა გახდება საჭირო.



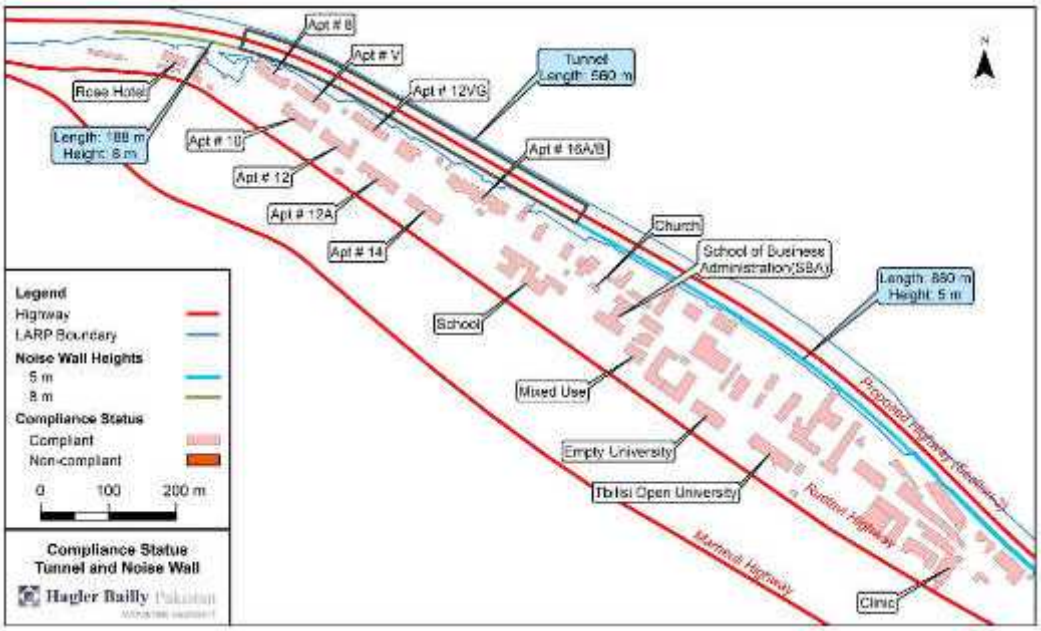
ნახაზი 19, ხმაურის შემამცირებელი კედელის განლაგება და გასათვალისწინებელი ნორმების სტატუსი(მაქსიმალური სიმაღლე 8 მეტრი)

- **W + IRS (ხმაურის ჩამხშობი კედელი გზის გაუმჯობესებული ზედაპირით).** ამ შემთხვევაში რეკომენდებულია ხმაურის ჩამხშობი კედლის და გზის გაუმჯობესებული ზედაპირის მოწყობა. კედელი იქნება 5 მ სიმაღლის და 1,628 მ სიგრძის (სურათი 20). მიუხედავად მოკლე სიგრძისა, დაახლოებით 26%-ით ნაკლები ვიდრე წინა შემთხვევაში (მხოლოდ ხმაურის ჩამხშობი კედელი); საჭირო იქნება სტანდარტული ასფალტის შეცვლა ფოროვანი ასფალტით, იმისათვის რომ მოხდეს ხმაურის შემცირება წყაროსთან, რომლიც საერთო სიგრძე შეადგენს 1.6 კმ-ს.



ნახაზი 20. ხმაურის შემამცირებელი კედლის განლაგება და გასათვალისწინებელი ნორმების სტატუსი(მაქსიმალური სიმაღლე- 8 მეტრი)

- **W + T (ხმაურის ჩამხშობი კედელი გვირაბით).** ბოლო ვარიანტი საჭიროებს ერთი გვირაბის და ხმაურის შემამცირებელი კედელის აშენებას, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე 21. გვირაბი გადაჭიმული იქნება 560მ სიგრძეზე და დაფარავს ყველა ხაზს. მისი სიგრძეა 5 მ., რომელიც იგივეა რაც გვირაბი სარკინიგზო ხაზის ქვევით. ხმაურის შესამცირებლად 2 ასეთი კედელია საჭირო: 5მ სიმაღლის და 880 მ სიგრძის, მეორე - 8მ სიმაღლის და 188მ სიგრძის.



ნახაზი 21, ხმაურის შემამცირებელი კედელის განლაგება და გასათვალისწინებელი ნორმების სტატუსი(მაქსიმალური სიმაღლე 8 მეტრი)

ტიპიური ხმაურის შემამცირებელი გვირაბის მაგალითები მოცემულია ნახაზებზე 22 და 23

ნახაზი 22. ტიპიური გამჭვირვალე ხმაურის შემამცირებელი კედელი

ნახაზი 23 გვირაბის ხმაურის
ტიპიური ბარიერი

ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებლობამ ცხადყო, რომ მიუხედავად ალტერნატივების და მათი შესაძლო კომბინაციებისა, საჭიროა ბარიერების სვეტების გასამაგრებლად მათი ფიქსირება და ამოშენება. სვეტების სიგრძე და რაოდენობა დამოკიდებულია სტრუქტურის სახეობასა და განლაგებაზე. ცხრილში 15 ნაჩვენებია რეკომენდირებული მინიმალური მანძილი ხმაურის ბარიერსა და შენობას შორის.

შენობის	პროგრესული მანძილი	მინიმალური მანძილი	მინ. მანძილი ხინჯებიდან ხმაურის
2	5Km +	9	6
3	5Km +	2	19
4	5Km +	1	16
5a	5Km +	2	24
5b	5Km +	2	24
5c	5Km +	2	24
6	5Km +	3	27
7	5Km +	5	49
8	5Km +	5	54
9a	5Km +	8	77
9b	5Km +	8	77
10	5Km +	8	84

ცხრილი 15. მანძილი გზიდან და შენობისთვის ხმაურის შემცირების სტრუქტურის საძირკველამდე (ხიმინჯები)

ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებლობის საუკეთესო პრაქტიკა გვთავაზობს 2 მტავარ მეთოდს:

ა) **ხმაურისაგან დამცავი მზა კედლები** შერჩეულია ფასის ან სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, **საბურღი პილინგი** გამოყენებულია ხმაურისგან დამცავი მზა კედლების გასამაგრებლად – ველზე მონტაჟის საუკეთესო პრაქტიკული დამხმარე სახელმძღვანელო, რკინაბეტონის მწარმოებელი ეროვნული ასოციაცია, აშშ (NCPA)-დანართი 4 თან ერთვის ამ ანგარიშს.

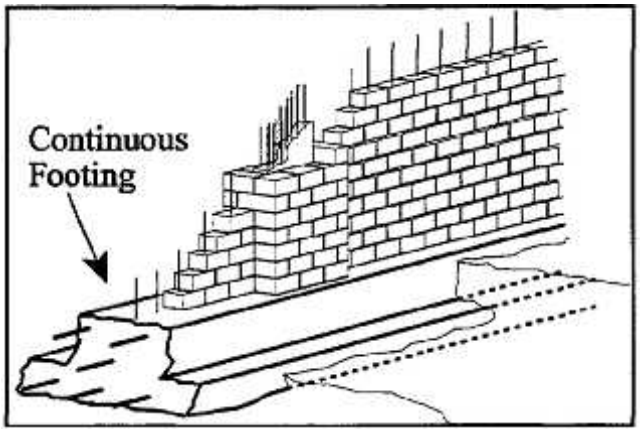
ამ სახელმძღვანელოში მოცემული საუკეთესო პრაქტიკა ეფუძნება აშშ-ის სხვადასხვა სამშენებლო სტანდარტებს, , რომელიც ფართოდ გამოიყენება საერთაშორისო დონეზე. რეკომენდებულია, რომ ამ სტანდარტებით ხელმძღვანელობდეს ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებელ-ინჟინერი და მოიცავდეს:

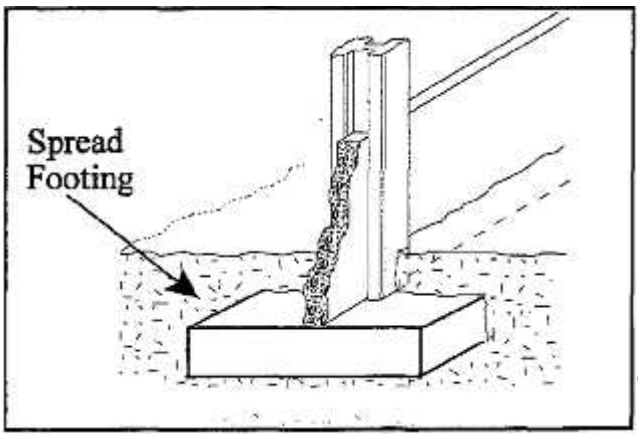
- AASHTO R20 – გზატკეცილის ხმაურის გაზომვის სტანდარტულ პროცედურებს
- FHWA - გზატკეცილის ხმაურის ბარიერის დაპროექტების სახელმძღვანელოს
- NPCA - ხმაურის შემამცირებელი კედლების საუკეთესო პრაქტიკის სახელმძღვანელოს

- NPCA ხმაურის შემამცირებელი კედლების ტექნიკურ ბროშურას.

გრუნტის განთავსებისა და გამკვრივებისთვის, სახელმძღვანელოში რეკომენდირებულია „მსუბუქი წონის დანადგარების გამოყენება ისე, რომ მძიმე ტექნიკის მუშაობით გამოწვეულმა ვიბრაციამ კედელი არ დააზიანოს“.

სხვა რეკომენდაციები, დაკავშირებული ხმაურის შემარბილებელ სტრუქტურასთან, მოცემულია FHWA ავტომაგისტრალის ხმაურის შემამცირებელი ბარიერების სახელმძღვანელოში, აშშ, ტრანსპორტის დეპარტამენტი, გზატკეცილის ფედერალური ადმინისტრაცია, FHWA-EP-00-005 DOT-VNTSC-FHWA-00-01, PB2000-105872. სახელმძღვანელოში დეტალურადაა განმარტებული ხმაურის ბარიერების ტიპები და აკუსტიკური შესაძლებლობები, ხმაურის ბარიერების მასალა და ზედაპირის მოვლა, კონსტრუქციის, დრენაჟის, ინსტალაციის, მოვლა-პატრონობის, ფასის, ესთეტიკის, ეფექტურობის შეფასებები და რეკომენდაციები, რომელიც უნდა იქნეს გათვალისწინებული მათი დაპროექტებისას. . სახელმძღვანელოს მიხედვით ბეტონის საძირკველი (იხილეთ სურათი 24) მიჩნეულია, როგორც სათანადო არჩევანი.





ნახაზი 25: ბეტონის საძირკვლის გაგრძელებული და გაფართოებული ძირის მაგალითები

---

[1] იხილეთ გვერდი 5 - NCPA სახელმძღვანელო.

[2] იხილეთ FHWA სახელმძღვანელო, გვერდები 4 და 13.

ბეტონის მყარი საძირკველის აშენება საჭიროებს ზედაპირული გათხრითი სამუშაოების ჩატარებას, რომლებიც არ მოითხოვს მძიმე დანადგარების გამოყენებას, რომელმაც შეიძლება ყურადსაღები დონის ვიბრაცია გამოიწვიოს.

პილინგის მიერ გამოწვეული ვიბრაცია: მონაცემები დანადგარების მიერ გამოწვეული ვიბრაციის ემისიის შესახებ, რომელიც ჩვეულებრივად გამოიყენება ხმაურისაგან დამცავი კონსტრუქციების მშენებლობისას ხელმისაწვდომია მეთოდოლოგიურ წყაროებში, რომელიც მოცემულია ცხრილში 16. მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაცია ძირითადად შეფასებულია ნაწილაკების მაქსიმალური სიჩქარით (PPV). ცხრილში 16 მოცემულია ტიპიური ვიბრაციის დონეები, წარმოდგენილი დანადგარების სახეობის მიხედვით. თვალსაჩინოა, რომე ვიბრაციის გავრცობის არეალი ფართოა, მაგრამ ეს ცხრილები იძლევა საკმაოდ ზუსტ შეფასებას ნიადაგის მდგომარეობის ფართო სკალიოსთვის. თუმცა, მიუხედავად ნიადაგის თავისებურების პარამეტრებისა, ნათელია რომ მხოლოდ ხიმინჯის ბურღი არის ერთადერთი საშუალება, რომელიც წარმოშობს წყაროს უფრო ძლიერ ვიბრაციას, ვიდრე დასაშვები 105dB მიღების წერტილში. როგორც ცხრილში 16 ნაჩვენები , სხვა დანადგარები ვერ წარმოქმნიან ისეთ ვიბრაციას, რომელიც თანაბარ ან დასაშვებ ნორმაზე მაღალია.

Equipment		PPV at 25 ft (in/sec)	Approximate L_v* at 25 ft
Pile Driver (impact)	upper range	1.518	112
	typical	0.644	104
Pile Driver (sonic)	upper range	0.734	105
	typical	0.170	93
Clam shovel drop (slurry wall)		0.202	94
Hydromill (slurry wall)	in soil	0.008	66
	in rock	0.017	75
Large bulldozer		0.089	87
Caisson drilling		0.089	87
Loaded trucks		0.076	86
Jackhammer		0.035	79
Small bulldozer		0.003	58
* RMS velocity in decibels (VdB) re 1 μinch/second			

ცხრილი 16. ვიბრაციის წყაროს დონე სამშენებლო დანადგარებისათვის - გაზომილი მონაცემები (წყარო: საავტომობილო გზის მშენებლობას დროს ხიმინჯებისაგან გამოწვეული მიწის ვიბრაციები , D.J. Martin, დამატებითი ანგარიში 544, დიდი ბრიტანეთი, გარემოს დაცვის დეპარტამენტი, ტრანსპორტის დეპარტამენტი , 1980)

სამშენებლო დანადგარების ვიბრაციის ემისიის მონაცემები ხელმისაწვდომი არაა დანადგარების ბაზაში, აქედან გამომდინარე მიღებულია, რომ გამოყენებულ იქნას ლიტერატურაში მოცემული კოეფიციენტები. როგორც მოსალოდნელია, ხიმინჯის ბურღი წარმოქმნის ძალიან ძლიერ ინდუცირებულ ვიბრაციას. ხიმინჯის ბურღის ვიბრაციის ამპლიტუდის (სიჩქარე) უმაღლესი მნიშვნელობა არის **1.518 წამში** ,რაც შეესაბამება **38.35მმ/წმ**.

ცხრილში 17 მოცემულია დანადგარებისგან გამოწვეული ვიბრაციების შედეგები მიმღების დონეზე , რომლებიც მისადაგებულია თითოეულ შენობას.

ცალკეული შენობების ანალიზი

ქვემოთ მოცემული ცხრილი 17 განკუთვნილია მხოლოდ ილუსტრირებისთვის. ცხრილში წარმოდგენილია მოდელირების მონაცემები, რომელებიც შესრულებულია ვიბრაციის ზემოქმედების შესადარებლად, რომელიც წარმოიქმნება ხიმინჯების მონტაჟისას (არასდროს იყო განხილული ან მოთხოვნილი ფონიჭალის ტერიტორიაზე გამოყენებისათვის და არც არის რეკომენდირებული ქვემოთ მოცემულ დასკვნებსა და რეკომენდაციებში).

Building Code	Minimum Distance from the Road (m)	Minimum Distance from the piles (noise mitigation structures) (m)	SOURCE		RECEIVER LEVEL VIBRATION		STRANDARD THRESHOLD
					Main building	Building annex	
			PILE DRIVER (dB)	Ref distance (X0) (m)	DRIVEN PILES	DRIVEN PILES	DIN 4150-3 /9916. impact on buildings (dB)
2	9	6	123.00	7.62	114.00	118.00	105
3	22	19	123.00	7.62	109.93	113.93	105
4	19	16	123.00	7.62	111.49	115.49	105
5a	27	24	123.00	7.62	107.55	111.55	105
5b	27	24	123.00	7.62	107.55	111.55	105
5c	27	24	123.00	7.62	107.55	111.55	105
6	30	27	123.00	7.62	106.22	110.22	105
7	52	49	123.00	7.62	97.63	101.63	105
8	57	54	123.00	7.62	95.84	99.84	105
9a	80	77	123.00	7.62	88.02	92.02	105
9b	80	77	123.00	7.62	88.02	92.02	105
10	87	84	123.00	7.62	85.73	89.73	105

ცხრილი 17. მიმღებთან
სიმულირებული ვიბრაციის
ამპლიტუდის შემაჯამებელი
ცხრილი სტანდარტებთან
შედარებით (DIN 4150-3.)
ხიმინჯის წარმოება

ხიმინჯი წარმოქმნის ვიბრაციის მაქსიმუმ დონეს, განსაკუთრებით ოპერირების დაწყებისა და დახურვის ფაზის დროს და გამოწვეულია ხიმინჯების ვიბრაციის წარმოშობით. ვიბრაციის მაქსიმალური დონე იზრდება მაშინ, როდესაც ხიმინჯის დასამონტაჟებელი ვიბრაციული მანქანა მუშაობს რეზონანსულ სიხშირეზე. სიხშირე დამოკიდებულია ნიადაგის ფენების თავისებურებაზე, საითკენაც ხიმინჯია მიმართული.

როგორც მოცემულია ცხრილში 17, უმეტესი შენობებისთვის, ვიბრაციის იმიტირებული ამპლიტუდა, აღემატება სტანდარტებს. კერძოდ, ხიმინჯი რომ ყოფილიყო გამოყენებული

- შენობები 2, 3, 4, 5, 6 იქნებოდა განსაკუთრებით მგრძნობიარე ვიბრაციების მიმართ, და ასეთი შენობებისთვის სტრუქტურული დაზიანებები მოსალოდნელია.
- შენობები 7, 8, 9, 10 საკმაოდ შორსაა განლაგებული ვიბრაციის წყაროსაგან (49m მეტად), ასე რომ სტრუქტურული ზიანი ხინჯების გამოყენების შემთხვევაშიც კი არაა მოსალოდნელი.

როგორც ზემოთაა აღნიშნული, ფონიჭალაში არც ქვენიადაგის ტიპი არაა საჭირო ხიმინჯებისათვის და არც პილინგია მიჩნეული ან რეკომენდირებული რომელიმე დოკუმენტში ან განხილვებში ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებლობასთან დაკავშირებით ფონიჭალის რაიონში.

FHWA HIGHWAY NOISE BARRIER DESIGN HANDBOOK[3] სახელმძღვანელოში არნიშნულია, რომ ხიმინჯები არის რისკის არიდების საშუალება - იმ რისკის, რომელიც ზემოქმედების სიმულაციის მოდელირებითაა დადასტურებული ცხრილი 17).

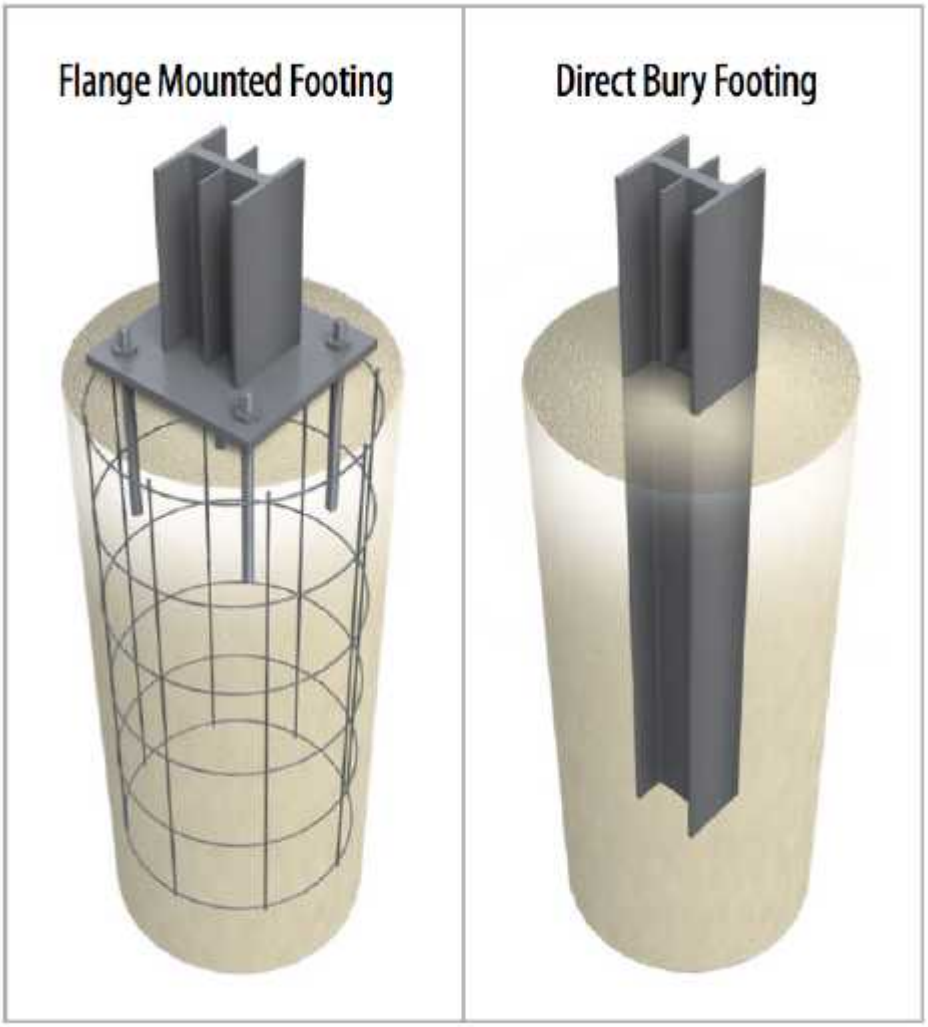
ბ) ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციები წინასწარ დამზადებული მსუბუქი კომპონენტებით დამზადებულია კომპოზიტური/პოლიმერის მასალისაგან. არსებობს ფართო არჩევანი იმისათვის, თუ რომელი შეიძლება იყოს გამოყენებული მათი სტრუქტურული პროფილების მასალის ტიპის, სტრუქტურის კომპონენტების ზუსტი კონფიგურაციის, დამონტაჟების ტიპის, ფასის, ვიზუალური გამჭვირვალობის, სპეციფიური ხმაურის შემაკავებელი სიმძლავრის და ა.შ მიხედვით. იმ შემთხვევაში თუ მსუბუქი წონის კომპოზიტური მასალა იანება შერჩეული, აღმასრულებელმა ინჟინერმა გულდასმით უნდა შეამოწმოს საძირკველი ვიბრაციასთან მიმართებაში.

მსუბუქი ხმაურის შემცირების მსუბუქი სტრუქტურის მაგალითი – სტრუქტურა “AIL ხმაურის შემამცირებელი კედლები ” თანდართულია (იხილეთ დანართი 6: ხმაურის შემამცირებელი კედლები , ხმაურის შემცირებასთან დაკავშირებით საინჟინრო გადაწყვეტილებები)). რეკომენდირებულ წყაროს წარმოადგენს კომპანიის ბროშურა, რომელიც მოიცავს შესაძლო გადაწყვეტილებების მაგალითებს, დამონტაჟების ტექნოლოგიებს საყრდენის ჩათვლით (საძირკველი) და ხსნის ამ ვარიანტების უპირატესობებს. მაგალითისთვის იხილეთ სურათი 25, ხიმინჯების დამონტაჟებასთან დაკავშირებით, რომელიც გამოიყენება ხმაურის შემამცირებელი მსუბუქი ბარიერებისათვის .

მნიშვნელოვანი ინფორმაცია პასუხისმგებლობისაგან განთავსუფლების შესახებ : ბროშურაში “ „AIL ხმაურის შემამცირებელი კედლები „ შესულია ინფორმაცია კონკრეტული პროდუქტის შესახებ, რომელსაც წარმოადგენს კონკრეტული კომპანია. ბროშურა დამოწმებულია და ანგარიშთან თანდართულია მხოლოდ და მხოლოდ ილუსტრირების მიზნით, როგორც ერთერთი მრავალრიცხოვანი მაგალითი და არ

ნიშნავს იმას რომ, საკონსულტაციო ჯგუფი ამოწმებს ან რეკომენდაციას უწევს ამ კონკრეტულ პროდუქტს ან კომპანიას იმ საქმიანობაში, რომელიც დაკავშირებულია ფონიჭალაში ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების მშენებლობასთან.

[3] **ხმაურისგან დამცავი მზა კედლები – საველე ინსტალაციების საუკეთესო პრაქტიკული დამხმარე სახელმძღვანელო , ბეტონის მწარმოებელი ეროვნული ასოციაცია, აშშ** (NCPA).FHWA ავტომაგისტრალის ხმაურის ბარიერების სახელმძღვანელო , აშშ , ტრანსპორტის დეპარტამენტი, გზატკეცილის ფედერალური ადმინისტრაცია , FHWA-EP-00-005 DOT-VNTSC-FHWA-00-01, PB2000-105872.



ნახაზი 25: მსუბუქი ხმაურის შემაკავებელი სტრუქტურის საყრდენის(ფუნდამენტი/საძირკველი) მაგალითები

საძირკვლის ფუძე (რომელიც მოცემულია ნახაზზე 25) საჭიროებს ზედაპირულ პილინგს შენობის ურყევი საფუძველის საპირისპიროდ ზემოთხსენებულის შესაბამისად.

მეორე მხრივ, ბურღის პილინგი (ხშირად ასევე მოიხსენიება ჭაბურღილის პილინგი), რომელიც აღიარებულია საუკეთესო საერთაშორისო პრაქტიკაში , როგორც ვიბრაციის გავრცელების უსაფრთხო გამოვლინება, სხვა უპირატესობებზე რომ არ ვთქვათ არაფერი.

ბურღის პილინგს გააჩნია შემდეგი უპირატესობები:
- არ საჭიროებს დამონტაჟებას
- საჭიროა პატარა სამუშაო ადგილი მის განსათავსებელად

- შეიძლება გამოყენებულ იქნას ახლომდებარე შენობების ახლოს
- დაბალი ვიბრაცია და ხმაურის დონე
- არ ახდენს ზეგავლენას გრუნტის წყლებზე
- არ მოითხოვს ხიმინჯის არასაჭირო სიგრძეს
- მიწისქვეშა ღრუ არ ფორმირდება

გაბურღული ხიმინჯები წარმოქმნიან ძალიან დაბალი დონის ვიბრაციას და პრაქტიკაში, ანალოგიურ შემთხვევებში, ვარაუდობენ, რომ საბურღი პილინგით წარმოებული ვიბრაციის დონე უმნიშვნელოა. რეკომენდირებულია ორი განსხვავებული ზომის ლილვის გამოყენება დიამეტრით 40 სმ-დან 60 სმ-მდე. <u>**უფრო მაღალი დიამეტრის პარამეტრები საჭიროებს უფრო ხმაურიანი და მძიმე დანდაგარების გამოყენებას, რაც შენობის მიმართ უფრო ძლიერ ვიბრაციას გამოიწვევს.**</u>

საერთაშორისო პრაქტიკა არ იძლევა ხიმინჯების გაბურღვით წარმოქმნილი ვიბრაციების შესახებ ინფორმაციას და საბურღი დანადგარების მწარმოებელი კომპანიებიც (რომლებიც ვალდებული არიან დაიცვან ვიბრაციის ზღვართან დაკავშირებული რეგულაციები) ირწმუნებიან, რომ ამ სახის ბურღი იწვევს ნულოვან ვიბრაციას. ფონიჭალის შენობებზე საბურღი ხიმინჯების ზემოქმედების მოდელირება შესრულდა ვიბრაციის დონეების ფაქტორიზაციით, რომელიც მიიჩნევა, რომ არის როლერ კომპაქტორის მსგავსი.

მოდელირების შედეგები მოცემულია ცხრილში 18-ში

შენობის კოდი	**(მ)გზიდან მაქ. მანძილ**	**მინ. მანძილი ხინჯებიდან**	**წყარო**		**მიმოიბის ვიბრაციის**	
					მთავარი შენობა	**შენობაზე მიშენება**
		ხიმინჯი (dB)	მანძილი (X0)	გაბურღული	გაბურღული	
2	9	6	104,00	7,62	95,00	99,00
3	22	19	104,00	7,62	90,93	94,93
4	19	16	104,00	7,62	92,49	96,49
5a	27	24	104,00	7,62	88,55	92,55
5b	27	24	104,00	7,62	88,55	92,55
5c	27	24	104,00	7,62	88,55	92,55

6	30	27	104,00	7,62	87,22	91,22
7	52	49	104,00	7,62	78,63	82,63
8	57	54	104,00	7,62	76,84	80,84
9a	80	77	104,00	7,62	69,02	73,02
9b	80	77	104,00	7,62	69,02	73,02
10	87	84	104,00	7,62	66,73	70,73

ცხრილი 18. მიმღებთან
შედარებით სიმულირებული
ვიბრაციების ამპლიტუდის
შეჯამება სტანდარტებთან
შედარებით.(DIN 4150-3) –
ხიმინჯის ბურღვა

შენიშვნა: DIN 4150-3 თანახმად, სვეტი „კატეგორია 2- გრძელი-მოკლე ხანგრძლივობა“ მოიცავს მონაცემებს შენობების კონკრეტული კატეგორიებისთვის მოკლე და გრძელ ვიბრაციებს, რომელიც არის მსგავსი.

ცხრილი 18-ში მოცემული კონსერვატიული მოდელირების შედეგები აჩვენებს, რომ მიმღებ პუნქტებზე წყობის ბურღვის ზემოქმედება უფრო დაბალია, ვიდრე დაზიანების ზღვარი.

16მ და 8მ არის ხინჯის შესაძლო მაქსიმალური სიგრძე (ცხრილი 19).

Pile diameter	40 cm	60 cm
Maximum pile length	16 m	8 m
Bearing Capacity*	300–500 kN	300–600 kN
Device	caterpillar	truck with crane
Daily output	8–10 piles	10–12 piles

* depending on the existing subsoil and the bond length

ცხრილი 19 – გაბურღული ხიმინჯები – 1
გამოსაყენებელი სიგრძე და დიამეტრი

დიამეტრის მაქსიმალური მაჩვენებელი მოცემულია ცხრილში 20, რომელიც ხმაურის საწინააღმდეგო კედლის მშენებლობის დროს შეიძლება იყოს გამოყენებული

შენ ობი ს კო	გზიდან მაქს. ხმაური (m)	მინიმუმ მანძილი ხმაურის შემარბილებელ	ხიმინჯის სახეობა	ხინჯის მაქსიმ უმ დიამე
2	9	6	გაბურღ	6
3	22	19	გაბურღ	6
4	19	16	გაბურღ	6
5a	27	24	გაბურღ	6
5b	27	24	გაბურღ	6
5c	27	24	გაბურღ	6
6	30	27	გაბურღ	6
7	52	49	გაბურღ	8
8	57	54	გაბურღ	8
9a	80	77	გაბურღ	8
9b	80	77	გაბურღ	8
10	87	84	გაბურღ	8

ცხრილი 20.- ხმაურის შემცირების კონსტრუქციისათვის რეკომენდირებული ხინჯების დიამეტრის სახეობები

მიუხედავად იმისად რომ დაანგარიშების მიხედვით შენობები 7,8, 9, 10, დიამეტრი შეიძლება 80სმ-მდე გაიზარდოს, წყაროსა და მიმღებს შორის არსებული დიდი მანძილს გამო. (52- 87 სმ) . 60 სმ შეზღუდვა უნდა დაწესდეს რადგანაც ზემოთხსენებული შენობები სხვა დაზიანებული შეგონების უკან მდებარეობენ.

დასკვნები და რეკომენდაციები ხმაურის შემარბილებელი კონსტურქციების მშენებლობით გამოწვეული ვიბრაციის შესახებ

ამ ნაწილში წარმოდგენილი ანალიზის შეჯამების შედეგად შემუშავებულია შემდეგი რეკომენდაციები:

1. **ხიმინჯების ბურღვა,** როგორც ხიმინჯების მორგების საწინააღმდეგო ქმედება უნდა იყოს გამოყენებული იმ შემთხვევაში თუ აღმასრულებელი ინჟინერი აირჩევს ხიმინჯის საყრდენს როგორც, სტრუქტურის ხმაურის აცილების საშუალებას (ეს შეიძლება იყოს წინასწარ შემუშავებული მსუბუქი წინასწარ დამზადებული კომპონენტებიი, როგორც ხმაურის მოდელირების კვლევაშია რეკომენდირებული). ასეთ შემთხვევაში ხიმინჯის დიამეტრი უნდა შემცირდეს 60 სმ დიამეტრით, რომელიც მთელ სიგრძეზე იქნება აგებული ხმაურის შემამსუბუქებელი კონსტრუქციის გასწვრივ კონკრეტული შენობის წინ.

2. **მიშენების გამაგება (იგივეა რაც ნებაყოფლობითი მიშენება) :** იგივე რეკომენდაციები, რაც გაცემულია სამშენებლო სამუშაოების და საგზაო მოძრაობის მიერ გამოწვეული ვიბრაციების ზიანის შემთხვევაში, ეხება ამ შემთხვევასაც. მიშენებების მდგომარეობების გამო, რომელიც მათი უსახური დიზაინითაა გამოწვეული, პრაქტიკული სირთულეები დაკავშირებულია მიშენებების არასაკმარის უსაფრთხოებასთან, დღიდან მათი აშენებისა, მიშენებები ერთმნიშვნელოვნად უნდა იყოს გამაგრებული. გამაგრებითი სამუშაოების საინჟინრო დიზაინი, რომელიც შესაბამისობაშია NEP Srl-თან შეიძლება იყოს გამოყენებული გამაგრებითი სამუშაოების განხორცილების დროს. შემოთავაზებული მეთოდი ეფექტურია, ყველაზე ეკონომიური და განხორციელებადია მოკლე ვადაში.

იგივე ეხება გზების მშენებლობას და ტექნიკურ მომსახურეობას

3. **შესაბამისობის მონიტორინგი**

სამშენებლო პროცესის შემარბილებელ ღონისძიებებს უნდა გაეწიოს სათანადო მონიტორინგი და უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს დაწესებული პარამეტრების დაცვა. ზედამხედველობის სამსახური უნდა შეიცავდეს პრობლემაზე სასწრაფო რეაგირების მექანიზმს და ზედამხედველ სტრუქტურას უნდა გააჩნდეს სამუშაოების შეჩერების უფლებამოსილება, დააფიქსიროს პარამეტრების დარღვევა და სავალდებულო კორექტირების სამუშაოები მოსთხოვოს კონტრაქტორს.

დიზაინის აღმასრულებელი ინჟინრის მიერ გასათვალისწინებელი სტანდარტები უნდა ეფუძნებოდეს შესაბამის რეკომენდირებულ წყაროებს, კონკრეტულად შერჩეულ სტრუქტურებთან და ფუნდამენტებთან მიმართებაში , როგორიცაა : ხმაურისგან დამცავი ქარხნულად დამზადებული კედლები – საველე ინსტალაციების საუკეთესო პრაქტიკული დამხმარე სახელმძღვანელო , რკინა ბეტონის მწარმოებელი ეროვნული **ასოციაცია, აშშ** (NCPA).FHWA ავტომაგისტრალის ხმაურის ბარიერების სახელმძღვანელო , აშშ , ტრანსპორტის დეპარტამენტ, ფედერალური გზატკეცილის ადმინისტრაცია , FHWA-EP-00-005 DOT-VNTSC-FHWA-00-01, PB2000-105872 და ასევე სხვა შესაბამისი სახელმძღვანელოების მაჩვენებლები ან მსგავსი საერთაშორისო სტანდარტები.

7. დასკვნების შემაჯამებელი ცხრილი

მრავალრიცხოვანი სიმულაციების შედეგად მიღებული შედეგების შემაჯამებელი ცხრილი 21

Building Code	Minimum Distance from the Road (m)	VIBRATIONS CONSTRUCTION WORKS (dB)				VIBRATIONS OPERATION CONDITIONS (dB)		VIBRATIONS NOISE MITIGATION (dB)			STRANDARD THRESHOLD DIN 4150-3 /9916. Impact on buildings		
		roller compactor		pneumatic hammer		traffic	traffic	piles		Maximum diameter DRILLED pile (ø cm)			
		main building	annex	main building	annex	main building	main building	main building	main building		category 2 long - short duration (dB)	category 3 short duration (dB)	category 3 long duration (dB)
2	0	82,36	86,36	79,36	83,36	70,62	74,62	95,00	99,00	60	105	100,5	99
3	22	76,93	80,93	73,93	77,93	65,19	69,19	90,93	94,93	60	105	100,5	99
4	15	78,38	82,38	75,38	79,38	66,65	70,65	92,49	96,49	60	105	100,5	99
5a	27	74,67	78,67	71,67	75,67	62,94	66,94	88,55	92,55	60	105	100,5	99
5b	27	74,67	78,67	71,67	75,67	62,94	66,94	88,55	92,55	60	105	100,5	99
5c	27	74,67	78,67	71,67	75,67	62,94	66,94	88,55	92,55	60	105	100,5	99
6	30	73,40	77,40	70,40	74,40	61,66	65,66	87,22	91,22	60	105	100,5	99
7	52	63,00	67,00	60,00	64,00	51,27	55,27	78,63	82,63	80	105	100,5	99
8	57	61,24	65,24	58,24	62,24	49,51	53,51	76,84	80,84	80	105	100,5	99
9a	80	55,49	59,49	52,49	56,49	43,76	47,76	69,02	73,02	80	105	100,5	99
9b	80	55,49	59,49	52,49	56,49	43,76	47,76	69,02	73,02	80	105	100,5	99
10	87	53,22	57,22	50,22	54,22	41,48	45,48	66,73	70,73	80	105	100,5	99

ცხრილი 21. ვიბრაციების შეჯამება რომელიც გზის მშენებლობის, მოქმედების პირობების და ხმაურის შემცირებისათვის საჭირო სტრუქტურების მშენებლობის დროსაა მიღებული

შედეგები, რომელებიც მიღებულია რიცხობრივი სიმულაციების შედეგად, მნიშვნელოვნად დაბალია, ვიდრე შესაბამისი ნორმებითაა დადგენილი (იგულისხმება ხმაურის შეამსუბუქებელი კონსტრუქციების მშენებლობის დროს რეკომენდაციების დაცვა, როგორიცაა პილინგი). გათვალისწინებულია რა ყველა შენობის კონსერვაციის ცუდი მდგომარეობა, კერძოდ მიშენებების, რეკომენდებულია ურბანული გზების და ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების ექსპლუატაციის დროს ვიბრაციის მონიტორინგი ზემოთხსენებული რეკომენდაციების გათვალისწინებით იქნას განხორციელებული.

ვიბრაციის მონიტორინგის კამპანიის მიზანია შეამოწმოს ვიბრაციის დონე, რომ ექსპლუატაციის დაწყებამდე მოხდეს კრიტიკული პრობლემის გამოვლენა, ან არსებული ცვლილებების იდენტიფიცირება. ვიბრაციის მონიტორინგი ხელს უწყობს ვიბრაციის ფენომენის შესწავლას და კონტროლის მექანიზმების გამოყენებას სამშენებლო

სამუშაოებისა და საავტომობილო გზების ექსპლუატაციისა და ტექნიკური მომსახურების თვალსაზრისით.

გამოყენებული ლიტერატურა

საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციების კვლევა A.C. Whiffin, D.R. Leonard. ტრანსპორტისა და გზების საკვლევი ლაბორატორია, ანგარიში 418. 1971

გზის და საავტომობილო მოძრაობის ზემოქმედება გარემოზე , L.H. Watkins. Routledge. 1981

საგზაო მოძრაობით გამოწვეული ვიბრაციები შენობებთან მიმართებაში . Osama Hunaidi. კანადის ეროვნული კვლევითი საბჭო . ISSN 1206-1220 მშენებლობის ტექნოლოგიების მიმოხილვა, გამოცემა No. 39. June 2000

ISO/FDIS 4866:2009 საერთაშორისო სტანდარტი , მექანიკური ვიბრაცია და ბიძგი - მყარი კონსტრუქციების ვიბრაცია. რეკომენდაციები ვიბრაციის გაზომვის და კონსტრუქციებზე მათი ზემოქმედების შესახებ.

UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del

disturbo".

UNI 9916:2004 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli

edifici"

DIN 4150-3 "ვიბრაციის უარყოფითი ეფექტი სტრუქტურებზე"

საავტომობილო გზის მშენებლობის დროს ხიმინჯებისაგან გამოწვეული მიწის ვიბრაციები , D.J. Martin, დამატებითი ანგარიში 544, დიდი ბრიტანეთი, გარემოს დაცვის დეპარტამენტი, ტრანსპორტის დეპარტამენტი , 1980

ვიბრაციები სამშენებლო მოქმედებების დროს, J.F. Wiss, Journal of Construction Division, ამერიკის სამოქალაქო ინჟინრების ასოციაცია, 100, 1974.

საგზაო მოძრაობებით გამოწვეული ვიბრაციების კვლევა , A.C. Whiffin, D.R. Leonard. ტრანსპორტისა და გზების კვლევითი ლაბორატორია, ანგარიში 418. 1971.

თბილისი-რუსთავის საავტომობილო გზა , DOHWA საპროექტო დოკუმენტები.

ხმაურისაგან დამცავი მზა კედლები – საველე ინსტალაციების საუკეთესო პრაქტიკული დამხმარე სახელმძღვანელო , რკინა ბეტონის მწარმოებელი ეროვნული

ასოციაცია, აშშ (NCPA).FHWA ავტომაგისტრალის ხმაურის ბარიერების სახელმძღვანელო , აშშ , ტრანსპორტის დეპარტამენტი, ავტომაგისტრალის ფედერალური ადმინისტრაცია , FHWA-EP-00-005 DOT-VNTSC-FHWA-00-01, PB2000-105872.

AIL SOUND WALLS, ხმაურის შემცირების საინჟინრო მიდგომები

8. დანართები

დანართი 1: შემოსული მონაცემები (მოდელში შეყვანილი)

დანართი 2: არსებული გზიდან ვიბრაციის გაზომვის თავდაპირველი მონაცემები - ცალკე დანართი

დანართი3: მ ო დ ე ლ ი რ ე ბ ი ს შ ე დ ე გ ე ბ ი (მ ო ნ ა ც ე მ თ ა ცხ რ ი ლ ე ბ ი)

დანართი 4: საველე ინსტალაციის საუკეთესო პრაქტიკის სახელმძღვანელო, რკინაბეტონის მწარმოებელი ეროვნულია ასოციაცია, აშშ (NCPA).

დანართი 5: FHWA გზატკეცილის ხმაურის შემამცირებელი ბარიერის დიზაინის სახელმძღვანელო, U.S. აშშ ტრანსპორტის დეპარტამენტი , ავტომაგისტრალის ფედერალური ადმინისტრაცია FHWA-EP-00-005 DOT-VNTSC- FHWA-00-01, PB2000-105872.

დანართი 6: AIL ხმაურისაგან დამცავი კედლები, ხმაურის შემამცირებელი კონსტრუქციების საინჟინრო მიდგომები *(საერთაშორისო საუკეთესო პრაქტიკის მაგალითი).*

შენიშვნა: ქართულ ენაზე შესრულებული წინამდებარე თარგმანი მიახლოებითია, არ წარმოადგენს ოფიციალურ დოკუმენტს და არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც მტკიცებულება. ტექსტში არსებული უზუსტობების ან შეცდომების აღმოჩენის შემთხვევაში, თარგმანი უნდა გადამოწმდეს დედანთან, რომელიც შესრულებულია ინგლისურ ენაზე და ხელმისაწვდომია შემდეგ ვებ- მისამართზე: http://mdf.org.ge/?site-lang=en&site-path=documents/&id=355