

გარემოს ვიზრაციის კვლევა და საცხოვრებელი
შენობების დინამიური იდენტიფიცირება
ფონიჭალა, თბილისი



(2) DRC - დიაგნოსტიკური კვლევითი კომპანია
ვია მონტესიკურო, 60131, ანკონა, იტალია



მარშეს პოლიტექნიკური
უნივერსიტეტი

სამოქალაქო და სამშენებლო საინჟინრო და არქიტექტურის
დეპარტამენტი

ვია ბრეცსი ბიანჩი 12, 60131, ანკონა, იტალია

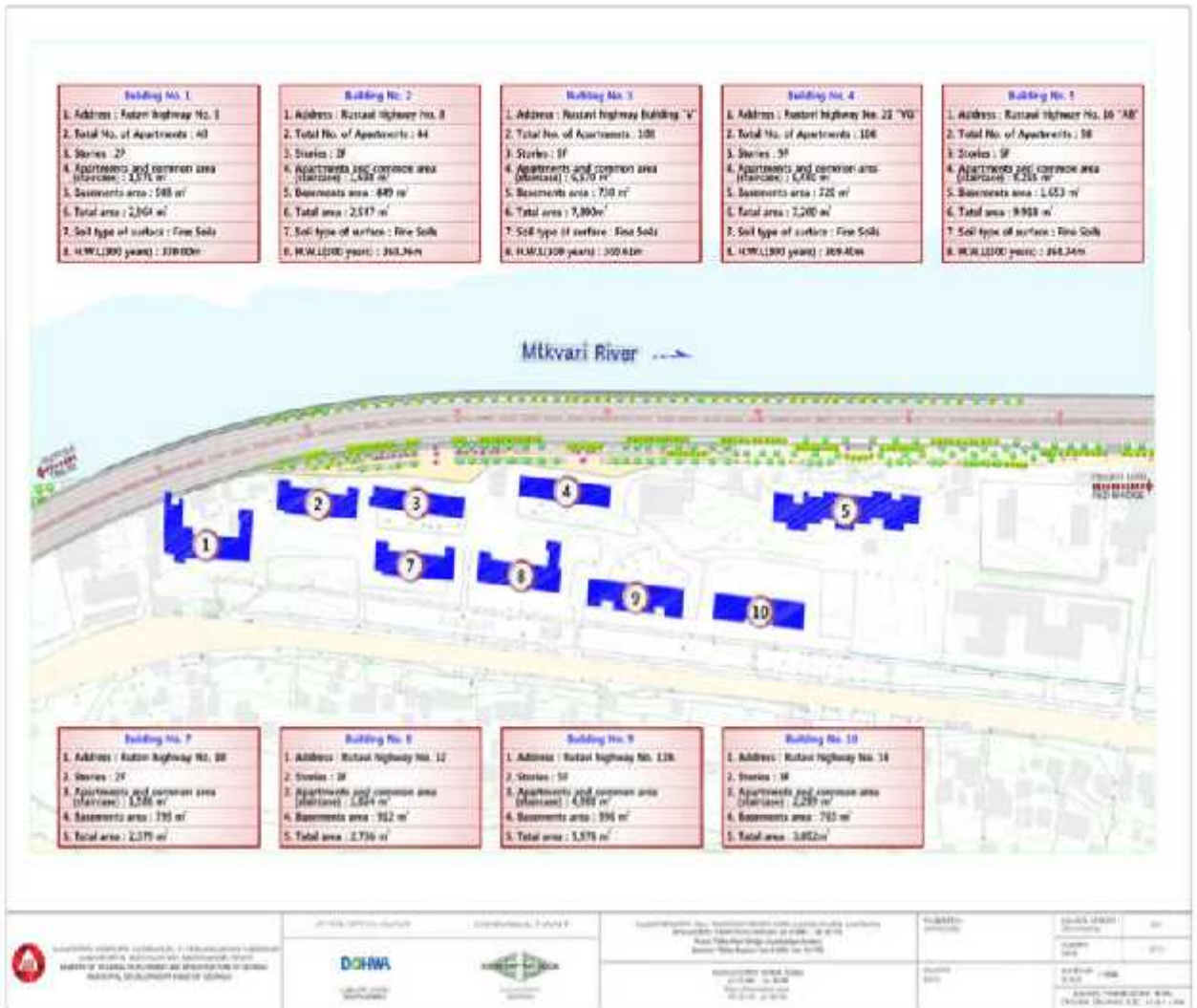
შესავალი

მუნიციპალური განვითარების ფონდის - N1 შესწორების მოთხოვნისთანავე კონტრაქტის No: SUTIP2 / C / QCBS / 08-2015 - DRC- მა განახორციელა ფონიჭალაში მდებარე 9 შენობის მონიტორინგი, ოპერაციული მოდალური ანალიზის საფუძველზე, რათა განესაზღვრა მათი ვიზრაციის ბუნებრივი სიხშირეები. მონიტორინგი ჩატარდა 1 აპრილიდან 8 აპრილამდე.

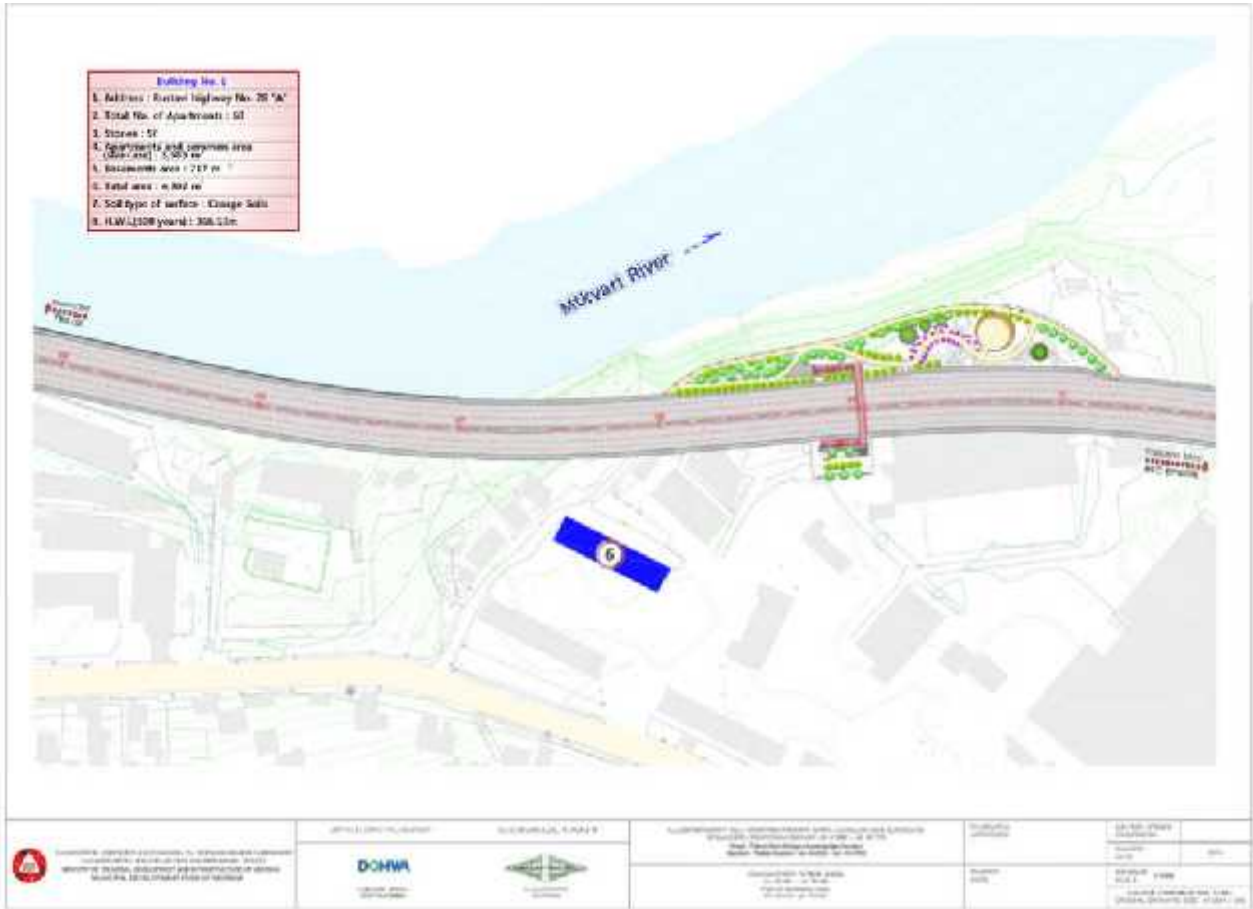
დინამიური საიდენტიფიკაციო მეთოდები უზრუნველყოფს მნიშვნელოვან ცოდნას დინამიური ქცევის შესახებ, უსაფრთხოების პირობების შესაფასებლად გარე სტიმულაციებთან მიმართებით. ოპერაციული მოდალური ანალიზი (OMA) იძლევა სტრუქტურული დინამიკის რეკონსტრუქციის საშუალებას მცირე ვიზრაციის ამპლიტუდის დიაპაზონში, რომელიც წარმოქმნილია უცნობი მოცემულობების გაღიზიანებით რეალურ სამოქმედო პირობებში. ტიპური გამაღიზიანებლებია: ქარი, საგზაო და ბუნებრივი ან ხელოვნური წარმოშობის ნებისმიერი სახის რყევები ნიადაგზე. ასეთი ტიპის მონაცემთა დამუშავება "Output only" ალგორითმები საუკეთესო საშუალებას ონლაინ მონიტორინგის სისტემისთვის, რათა მუდმივად გაუწიოს მონიტორინგი სტრუქტურის ვიზრაციას, სისტემაში გაზომვადი ცნობადი დამატების (known) შეყვანის გარეშე.

წინამდებარე სამუშაოების მიზანია მონიტორინგის ეტაპზე სტრუქტურული დინამიური პარამეტრების განსაზღვრა (როგორცაა ბუნებრივი სიხშირეები, ბიძგების კოეფიციენტები და რეჟიმის ფორმები). გაზომვები ხორციელდება ავტომატური მონაცემების შექმნისა და ჩაწერის სისტემასთან დაკავშირებული შენობების X და Y ღერძების გასწვრივ მაღალმგრძობიარე პიუსელექტრული სენსორებით.

გამოკვლევული სტრუქტურები განლაგებულია ფონიჭალაში, თბილისში (ნახაზები 1 და 2. "შენობების მდებარეობა").



ნახაზი.1 შესწავლილი შენობების ადგილმდებარეობა



ნახაზი.2 შესწავლილი შენობების ადგილმდებარეობა

გარემოს ვიზრაციის კვლევები (AVS)

დინამიური საიდენტიფიკაციო მიდგომა

მონიტორინგში გამოყენებული მეთოდოლოგია ეკუთვნის არა დესტრუქციული ტესტის ოჯახს, რომელსაც არ აქვს შეხება შენობის სტრუქტურასთან. ეს გულისხმობს სიგნალების აღქმას მაღალმგრძობიარე აქსელერომეტრებით, რომლებიც ფიქსირდება მონიტორინგის შენობის რამდენიმე შერჩეულ პუნქტში; გამომავალი მონაცემები სინქრონიზებულია ამავე დროს ინტერვალით. საკონტროლო განყოფილება იძლევა სენსორებიდან მიღებული მონაცემების მაღალი სიჩქარით შეგროვების და მაღალი სიზუსტით სინქრონიზაციის საშუალებას, რაც აუცილებელი პირობაა მონაცემების შემდგომი სწორი დამუშავებისათვის საჭირო სიხშირეების ამოწერისთვის.

მონაცემები მიღებულია 1.000Hz ან ნიმუშის მაჩვენებლით მინიმუმ 30 წუთიანი გაზომვის შედეგად. გაზომვები ხორციელდება მონიტორინგის შენობის რამდენიმე სართულზე საპირისპირო კუთხეებიდან მიმართული X, მთავარი ღერძისა და Y, მოკლე ღერძის მიმართ. ამ გზით შესაძლებელია სტრუქტურის წარმტანი და მბრუნავი რეჟიმების შენარჩუნება.

ამ განაცხადში გამოყენებული მეთოდი თანამედროვეა და ის ეფუძნება დინამიკური პრობლემის კრიზისულ მდგომარეობაში აღწერას, Covariance Stochastic Subspace Identification (SSI-Cov) ალგორითმის გამოყენებით. ამ ალგორითმის გამოყენებით მოდალური პარამეტრები (სიხშირეები, რეჟიმის ფორმები და ბიძგების კოეფიციენტები) შესაძლოა ამოღებულ იქნას. გაზომვები ხორციელდება თითოეული სამონიტორინგო შენობის რამდენიმე სართულზე.

შეგროვილი გაზომვები თავდაპირველად დახარისხდა 1.000Hz- ზე. ისინი დამუშავებამდე შემცირდა 20-ის ფაქტორიალებით რათა მიღებულიყო 50 ნიმუში წამში (SPS).

მონაცემების ჩაწერის ხანგრძლივობა ოცდაათი წუთიდან ერთ საათამდეა, რათა შემცირებულიყო არა-სტოქასტიკური შემთხვევების გავლენა (შემთხვევითი ხმაური ან შემთხვევითი მწვერვალები) რომელიც ტესტირების დროს შეიძლება მომხდარიყო. ეს პროცედურა გამოყენებული იყო თითოეული AVS- სთვის.

სტანდარტები

გაზომვები შესრულდა შემდეგი სტანდარტების მიხედვით:

- ISO/FDIS 4866 – "მექანიკური ვიბრაცია და შოკი, ფიქსირებული სტრუქტურების ვიბრაცია, სახელმძღვანელო ვიბრაციის გაზომვისთვის და მათი ეფექტიანი სტრუქტურების შეფასება";

აღჭურვილობა

სადენიანი სენსორის ქსელი შედგებოდა შემდეგი ელემენტებისგან და გამოიყენებოდა:

- პიეზოელექტრული სენსორები (ინტეგრირებული ელექტრონული პიეზოელექტრიკი - IEPE) KS48C-MMF ძაბვის 1V / გ მგრძობელობა და ± 6 გ გაზომვის სიდიდე. (კალიბრაციის სერტიფიკატები დათარიღებული ტესტამდე 40 დღით ადრე)
- ციფრული ჩამწერი (DaTa500), რომელიც შედგება 24-ბიტის ციფრული სიგნალის პროცესორით (DSP), ანანალოგური საწინააღმდეგო ფილტრაციისა და მაღალი სიხშირის მიმღები სპექტრი (0.2Hz to 200kHz).

		KB12	KB12VD	KS48C	
Output		Charge	IEPE	IEPE	
Piezo Design		Bender	Bender	Shear	
Charge Sensitivity	B_{ch}	6500±20%	-	-	µC/g
Voltage Sensitivity	B_{vol}	-	10 000±10% ⁽¹⁾	10 000±5% ⁽²⁾	mV/g
Range	A_s / a_s	±3	±0,6	±6	g
Destruction limit	a_{max}	200	200	1000	g
Linear Frequency Range	$f_{L,0}$ $f_{L,0.5}$ $f_{L,1}$	260 160 130	0,08.. 260 0,15.. 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 (+25dB)	kHz
Noise Densities	0,1Hz $a_{0,1}$ 1 Hz $a_{0,1}$ 10 Hz $a_{0,1}$ 100Hz $a_{0,1}$	- - - -	0,3 0,06 0,03	3 0,6 0,1 0,06	µg/√Hz µg/√Hz µg/√Hz µg/√Hz
Constant Current Supply	I_{const}	-	2 – 20	2 – 20	mA
Output impedance ($I_{const} = 4mA$)	Z_{out}	-	< 130	< 130	Ω
Operating Temperature Range	T_{min}/T_{max}	-20/80	-20/80	-20/120	°C
Temperature Transient Sensitivity	b_{PT}	0,01	0,002	0,0005	ms ⁻² /K
Acoustic Noise Sensitivity	b_{ac}	0,1	0,1		ms ⁻² /kPa
Weight (w cable)	m	150/5,3	150/5,3	165/5,8	g/or
Mounting Thread		M5/M10	M5/M10	M8	
Case Material		Aluminium	Aluminium	Acetal 190X	

ცხრილი 1 - სენსორული აქსელერომეტრი

Dati Teorici 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: 2048 kS/s
Input Range	Voltage = 0,01 V, +0,1 V, +1 V, +10 V. Voltage via adattatore MSI Gain Intero = 10 mV/V, +100 mV/V, +1000 mV/V Half Bridge IEPE-MSI adaptor = 0,1 V, +1 V, +10 Termocoppie (-200°C a 1000°C = da 0 a 1,5kOhm)
DC Accuracy	10V range: 0,1% del valore, +1 mV 1 V range: 0,2% 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 0,2% @ 100mA, 12V±400mA per segnale canale
Pretezione Sovratensione	±0,70V

Caratteristiche Basiche	
Rumore Segnale RMS=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 95%
Vibrazione	MIL-STD 883F 516.5
Shock - Urta	MIL-STD 883F 516.5
Dimensioni	
Dimensioni	225 x 78 x 45mm
Peso	6,72 kg
Consumo	
Consumo tipico	5 W
Massimo consumo sensori	6 W
Requisiti Sistema	
Interfaccia	USB 2.0
Sistema Operativo	Windows XP, Vista, 7
Sistema - Standard	PC completo di software DaVinci

ცხრილი 2 მონაცემთა მიღების სისტემა

- RG58 კოაქსიალური კაბელები აკლერომეტრიდან ჩამწერიდან;
- M28 და M32 სიგნალის კონდიციონერები სიხშირით 0.1-დან 100 კგ-მდე და რეგულირებადი მომატებით.

	M28	M32
Input	IEPE – BNC connectore	
IEPE Sensor Alimentazione	Shunt	
Indicazione Stato sensore	Tre indicatori LED: circuito aperto=off ; ON=green, Corto Circuito=rosso	
Guadagno	1 ± 0,5%	1 / 10 / 100 ± 1% typ; ± 2% max
Livello Output	> ± 10 _{ms} [in funzione del sensore]	> ± 10 _{ms}
Rumore Output	< 1 µV _{rms} (1 – 25kHz) < 1 µV _{rms} (1 – 25kHz)	< 1 mV _{rms} (1 – 50kHz) < 1 mV _{rms} (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
Connectore Alimentazione	DIN 45232 circolare – banana plug	
Range Temperatura	-10 ... 55 °C, 95% Umidità relativa	
Dimensioni	32x59x44 mm ³	56x59x44 mm ³
Peso	120g	170g
Accessori	2 banana plug (liberati)	
Accessori - Opzionali	FB2 Modulo Filtro Low Pass (30Hz) M28/M32 DIN adattatore Barra DIN PS500 Alimentatore 500mAh PS1800 Alimentatore 1,8A	

ცხრილი 3 – სიგნალის კონდიციონერი

სტრუქტურული დინამიური პარამეტრების შეფასება

სტრუქტურული რეჟიმების შეფასება ხდება "სტაბილიზაციის დიაგრამების" მეშვეობით, რომელიც აჩვენებს სტაბილური ბოძების განლაგებას, მოდულების გაზრდის მიზნით.

გამოყენებული მეთოდი თანამედროვეა და ის ეფუძნება დინამიკური პრობლემის კრიზისულ მდგომარეობაში ინტერპრეტაციას Covariance Stochastic Subspace Identification (SSI-Cov) ალგორითმის გამოყენებით.

ფაქტობრივად, მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების მიხედვით, მეორე რიგითობა გადადის ორ ეგზემპლარად, ე.წ. "კრიზისული მდგომარეობის განტოლება" და "დაკვირვების განტოლების" მიხედვით.

ასეთი განტოლებები, მხოლოდ გამავალი შემთხვევების დროს, შეიძლება დაიწეროს შემდეგნაირად: ზოგადი დისკრეტული დრო მყისიერი = Δ , სადაც Δ არის შერჩევის პერიოდი და $k \in \mathbb{N}$:

$$\{x_{k+1}\} = [A]\{x_k\} + \{w_k\} \quad (1)$$

$$\{y_k\} = [C]\{x_k\} + \{v_k\} \quad (2)$$

სადაც $\{x_k\} = \{x(k\Delta t)\}$ არის დისკრეტული დროის მდგომარეობის ვექტორი მიმართული საცდელი ადგილისკენ და სიჩქარისკენ, $\{y_k\}$ არის საშინჯარი მონაცემი, $[A]$ არის დისკრეტული მდგომარეობის მატრიცა, $[C]$ არის დისკრეტული მონაცემის მატრიცა, $\{w_k\}$ არის "წარმოქმნილი ხმაური" გამაღიზიანებლების ან მოდელური უზუსტობების დროს, $\{v_k\}$ არის "გაზომვითი ხმაური" სენსორის უზუსტობისას.

ეს ორივე ვექტორული სიგნალი გაუზომვადია. როდესაც მდგომარეობის მოდელი აიწყობა, მოდალური პარამეტრები (სიხშირეები და ბიძგის კოეფიციენტები) შესაძლოა ამოღებულ იქნას სისტემური მატრიცის $[A]$ პირველადი დეკომპოზიციისას.

ბუნებრივი სიხშირეები არის, შემდგომში, მიღებული უწყვეტი დროული ბოძების კომპლექსური მოდულებიდან:

$$f_j = \frac{|\lambda_{cj}|}{2\pi}$$

ხოლო ბიძგების კოეფიციენტები მოცემულია:

$$\xi_j = \frac{Re(\lambda_{cj})}{|\lambda_{cj}|}$$

სენსორების ადგილმდებარეობის φ_j ფორმის რეჟიმი შეინიშნება სისტემის ეგიენვეტების ნაწილების Ψ და მიღებული დაკვირვების განტოლების გამოყენებით

$$\Phi = C\Psi$$

საბოლოო ჯამში, მოდალური პარამეტრები ω_j, ξ_j , and φ_j , რომლებიც შეიძლება მოშორდეს ანალიტიკურად გამოვლენილი სისტემის მატრიცებისგან $[A]$, $[C]$.

Labview პროგრამულ ენაზე შემუშავებული მოდალური პარამეტრის ექსტრაქტორი ახორციელებდა მონაცემთა დამუშავებას. მას შეუძლია განახორციელოს ანალიზები მოცემულ დროში SSI-Cov- ის პროცედურის შესაბამისად.

სტრუქტურული რეჟიმების შეფასება ხდება "სტაბილიზაციის დიაგრამების" მეშვეობით, რომლებიც აჩვენებენ სტაბილური ბოძების განლაგებას, მოდელების შემდგომი გაზრდის მიზნით. იგი ასევე საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დინამიური მატრიცის $[A]$ "n" ეიდენმეტრები, რომელიც მთლიანად აღწერს სტრუქტურულ პარამეტრებს.

ქულები წითელში მიუთითებენ სტაბილურობის ტესტის უარყოფით შედეგს, ხოლო მწვანეების რაოდენობა მიუთითებს დადებით შედეგებზე: რადგან ბუნებრივი რეჟიმები ასახავს სტრუქტურის შინაგან მახასიათებლებს, ისინი ინერციულნი არიან პროცესისა და NM- ის ბრძანებისადმი. ამრიგად, შესაძლებელია ციფრული მოდელების ბუნებრივი მოდელის იზოლირება მოდელის შეკვეთის გაზრდისა და შედეგების სტაბილურობის შემოწმების გზით.

ბოძების სტაბილურობა განისაზღვრება შემდეგნაირად:

- სიხშირე მიიჩნევა სტაბილურად, თუ ის 2% -ზე მეტით არ იცვლება;
- სხვადასხვა მიზეზით გამოწვეული ბიძგების არ უნდა იყოს 10%-ზე მეტად გადახრილი ;
- მოდალური ფორმა, რომელიც მიიღება გარკვეული თანმიმდევრობით, შედარებულია იგივესთან, რომელიც მიიღება მცირე თანმიმდევრობით მოდალური უზრუნველყოფის კრიტერიუმით (MAC), რომელიც სულ მცირე 90%-ის ტოლი უნდა იყოს.

ამ ნაბიჯის შემდგომ, მოწმდება განსხვავება სტრუქტურული რეჟიმებისა და გვერდით (თანმდევე) სიხშირეებს შორის. რეჟიმები შეირჩევა საიდენტიფიკაციო პროცესით რომელიც ეფუძნება სამეცნიერო ბიბლიოგრაფიას და საუკეთესო პრაქტიკის შესაბამის მეთოდებს. არ არის განხილული 10% -ზე მეტი ბიძგების თანაფარდობის სიხშირე. თითოეული შენობისთვის დინამიური იდენტიფიკაციის შედეგები მოცემულია შემდეგ თავებში.

დასკვნები

ბუნებრივი სიხშირეების შეჯამება გამოკვლევულ შენობებში

მონიტორინგის შემდეგ, მიღებულ იქნა, შენობების ძირითადი სტრუქტურული პარამეტრები (ბუნებრივი სიხშირეები, მოდალური ფორმები და ბიძგების კოეფიციენტები) .

დინამიური იდენტიფიკაციისათვის გამოყენებული მეთოდი არის - სტოქასტიკური(ალბათური) ქვესაწინააღმდეგო იდენტიფიკაცია (SSI), რომელიც მუშაობს დროის მონაკვეთში.

ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი ასახავს მთავარ შედეგებს ბუნებრივი სიხშირისა და რეჟიმების ფორმის ტიპების დროს.

შენობის ნომერი	რეჟიმი 1		რეჟიმი 2		რეჟიმი 3		რეჟიმი 4	
	სიხშირე Hz	ტიპი	სიხშირე Hz	ტიპი	სიხშირე Hz	ტიპი	სიხშირე Hz	ტიპი
#2	6.66	Tors.	7.28	Trasl X	7.73	Trasl Y	8.48	Tors.
#3	1.89	Tors.	2	Trasl X	3.28	Trasl Y	5.77	Trasl X
#4	1.74	Tors.	2.09	Trasl Y	2.95	Trasl X	5.45	Trasl X
#5 a	3.19	Trasl X	4.56	Trasl Y	4.71	Tors.	5.54	Tors.
#5b	2.98	Trasl X	4.53	Trasl Y	4.75	Tors.	6.63	Tors.
#5c	3.05	Trasl X	4.52	Trasl Y	4.86	Tors.	5.68	Tors.
#6	3.33	Trasl X	3.85	Trasl Y	4.05	Tors.	4.97	Trasl Y
#7	5.17	Tors.	6.06	Trasl X	6.35	Trasl Y	6.75	Tors.
#8	4.25	Tors.	6.79	Trasl X	6.99	Trasl Y	8.84	Tors.
#9a	3.15	Trasl X	4.67	Tras	5.02	Tors.	5.84	Tors.

				1 Y				
#9b	3.16	Trasl X	4.62	Tras 1 Y	5.05	Tors.	5.85	Tors.
#10	4.93	Trasl X	6.14	Tras 1 Y	6.42	Tors.	6.86	Tors.

BUILDING NUMBER	mode 1		mode 2		mode 3		mode 4	
	Frequency Hz	Type	Frequency Hz	Type	Frequency Hz	Type	Frequency Hz	Type
#2	6.66	Tors.	7.28	Trasl X	7.73	Trasl Y	8.48	Tors.
#3	1.89	Tors.	2	Trasl X	3.28	Trasl Y	5.77	Trasl X
#4	1.74	Tors.	2.09	Trasl Y	2.95	Trasl X	5.45	Trasl X
#5a	3.19	Trasl X	4.56	Trasl Y	4.71	Tors.	5.54	Tors.
#5b	2.98	Trasl X	4.53	Trasl Y	4.75	Tors.	6.63	Tors.
#5c	3.05	Trasl X	4.52	Trasl Y	4.86	Tors.	5.68	Tors.
#6	3.33	Trasl X	3.85	Trasl Y	4.05	Tors.	4.97	Trasl Y
#7	5.17	Tors.	6.06	Trasl X	6.35	Trasl Y	6.75	Tors.
#8	4.25	Tors.	6.79	Trasl X	6.99	Trasl Y	8.84	Tors.
#9a	3.15	Trasl X	4.67	Trasl Y	5.02	Tors.	5.84	Tors.
#9b	3.16	Trasl X	4.62	Trasl Y	5.05	Tors.	5.85	Tors.
#10	4.93	Trasl X	6.14	Trasl Y	6.42	Tors.	6.86	Tors.

დასკვნა ბუნებრივ სიხშირეებზე იმ შენობებისთვის, რომელთაც აქვთ მიშენებები

რამდენიმე შენობას, გარდა მისი ძირითადი სტრუქტურისა, აქვს მიშენებები, რომელიც დროის სხვა მონაკვეთში აშენდა. მონიტორინგის ქვეშ მოქცეული შენობების სტრუქტურული ქცევის გასაგებად, სენსორები ორივე ადგილას - როგორც ძირითად შენობებზე, ასევე მათ მიშენებებზეც განლაგდა.

ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი ასახავს ამ ორ შენობაში მიღებულ ძირითად შედეგებს.

აღსანიშნავია, რომ ძირითადი შენობების მიშენებების შემთხვევაში შედეგები განსხვავებულია და აჩვენებს განსხვავებულ სტრუქტურულ ქცევას და ის, ზემოთ მოყვანილ მოდალურ ფორმებში ჩანს.

შენობის ნომერი	რეჟიმი 1		რეჟიმი 2		რეჟიმი 3	რეჟიმი 4		
	სიხშირე Hz	ტიპი	სიხშირე Hz	ტიპი		სიხშირე Hz	ტიპი	
# 5 b	3.05	Trasl X (ძირითადი სტრუქტურა)	4.54	Trasl X (დამატება)	4.8	Trasl Y	6.85	Tors.
# 5 c	3.1	Trasl X (ძირითადი სტრუქტურა)	4.51	Trasl X (დამატება)	4.88	Tors.	5.78	Trasl X

BUILDING NUMBER	mode 1		mode 2		mode 3		mode 4	
	Frequency Hz	Type	Frequency Hz	Type	Frequency Hz	Type	Frequency Hz	Type
#5b	3.05	Trasl X (original structure)	4.54	Trasl X (added block)	4.8	Trasl Y	6.85	Tors.
#5c	3.1	Trasl X (original structure)	4.51	Trasl X (added block)	4.88	Tors.	5.78	Trasl X

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>