

SEISMOLOĢIJAS PRAKTISKĀ NOZĪME ZEMAS SEISMISKĀS AKTIVITĀTES APGABALOS, RĪGAS PILSĒTAS PIEMĒRS

Valērijs Ņikuļins

Latvijas Universitāte, e-pasts: valerijs.nikulins@lu.lv;

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, e-pasts: valerijs.nikulins@lvgmc.lv

Anotācija. Seismoloģiskās metodes, piemēram, seismiskā mikrorajonēšana, pieļaujamā vibrācijas līmeņa novērtējums, grunts dinamisko īpašību novērtējums transporta maģistrāļu rajonā u.c., var tikt praktiski izmantotas rajonos ar zemu seismiskumu.

Atslēgas vārdi: seismiskā mikrorajonēšana, tehnogēnā vibrācija, grunts dinamiskās īpašības.

Ievads

Latvijas teritorija atbilst rajonam ar ļoti zemu seismiskumu. Latvijā maksimālais paātrinājums devona cietajām gruntīm (A tips) ir 0,013 g, kur g – brīvās krišanas paātrinājums (Nikulins 2011). Tomēr uz irdeno kvartāra nogulumu virsmas paātrinājums var pārsniegt 0,05 g (Ņikuļins 2009b). Tādēļ, ceļot augstceltņu dzīvojamās ēkas, nozīmīgas inženiertehniskās un ekoloģiski bīstamas būves, ir nepieciešams ņemt vērā *Eurocode 8* rekomendācijas, tas nozīmē – atsevišķos gadījumos veikt seismisko mikrorajonēšanu (SMR). Pēc 2004. gada zemestrīces Kaļiņingradas apgabalā veikti vairāki SMR pētījumi (Алешин и др. 2014), kas rāda, ka seismoloģiskā metode varētu būt lietderīga rajonos ar zemu seismisko aktivitāti. Šajā rakstā izskatītas seismoloģijas metožu, piemēram, seismiskā mikrorajonēšana, pieļaujamā vibrācijas līmeņa novērtējums no tehnogēniem avotiem, grunts dinamisko īpašību novērtējums transporta maģistrāļu rajonā u.c., lietošanas iespējas Latvijā, izmantojot Rīgas pilsētas piemēru.

Priekšnoteikumi, materiāli un metodes

Viens no pilsētu infrastruktūras objektu, ēku, būvju, transporta sistēmu seismiskās vai vibrācijas drošības faktoriem ir grunts labvēlīgie un stabili apstākļi.

Latvijas, tai skaitā arī Rīgas, grunts apstākļus raksturo pleistocēna un holocēna irdenās un ūdens piesātinātās gruntis, kuras pārklāj blīvos augšdevona pamatiežus. Seismiskās stiprības attiecība starp augstāk un zemāk iegulošiem nogulumiem būtiski ietekmē svārstību pastiprināšanos līdz 10 un vairāk reizēm. Seismiskās stiprības kontrasts rada labvēlīgus apstākļus grunts rezonansei, ja grunts slāņa biezums sakrīt ar $\frac{1}{4}$ seismiskā viļņa garuma. Lokālie seismoģeoloģiskie apstākļi ir samērā mainīgi, par ko liecina satricinājuma palielinājums atsevišķos Latvijas rajonos (Kalnu ciems Saldus novadā, Dobeles pilsēta) pēc Kaļiņingradas zemestrīces (Nikulins 2005). Projektējot un ekspluatējot ēkas, būves un transporta maģistrāles Latvijā ir nepieciešams ņemt vērā grunts nelabvēlīgos apstākļus. Cikliski procesi ir papildus faktori, kas pastiprina vibrācijas sekas un var izraisīt deformācijas uzkrāšanos gruntīs, ēkās un būvēs. Šādu deformācijas piemēru ir samērā daudz (tramvaja, dzelzceļa līnijas un šosejas).

Grunts atbalss modelēšanai tika izmantoti materiāli par grunts uzbūvi dziļumā. Projekta *PanGeo* rezultāti tika izmantoti kā tektonisko kustību kvalitatīvs pierādījums.

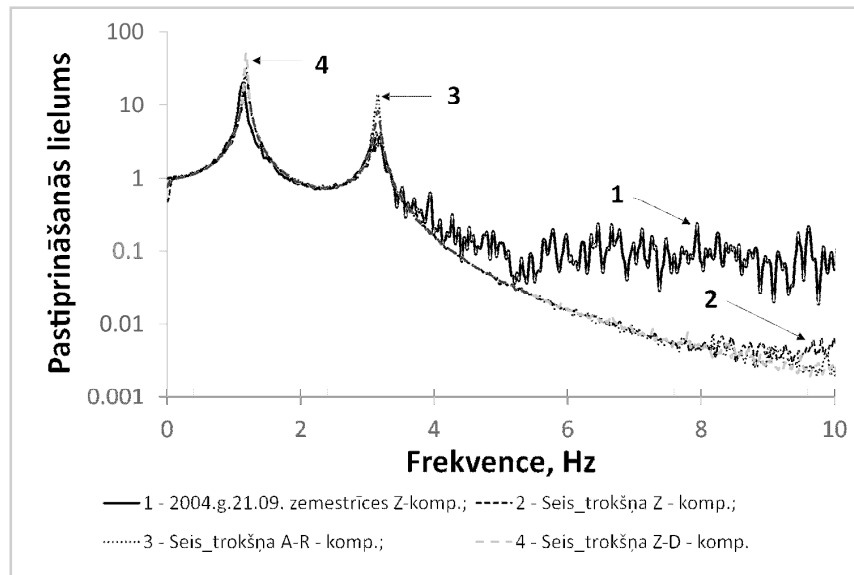
Rezultāti

1. piemērs

Tehnogēnās vibrācijas ietekmes tipisks gadījums, deformējot ēku, notika 2014. gada 30. jūlijā Mežciemā Rīgā. Celtniecības laukumā, dzenot pāļus, notika mājas seguma betona plātnes nosēšanās. To izraisīja jau esošo plaisu palielināšanās augšstāva dzīvoklī no 2 mm līdz 3-4 cm. Vibrācijas ātrums šajā gadījumā var mainīties no 3,8 līdz 7,7 mm/s. Latvijā nav ieviesti ēkām un būvēm pieļaujamo vibrācijas līmeni reglamentējoši normatīvie dokumenti. Saskaņā ar Vācijas normatīvu DIN 4150-3:1999, novērtētais augšējais vibrācijas līmenis 7,7 mm/s pārsniedz pieļaujamās vibrācijas līmeni 5 mm/s īslaicīgos vibrācijas apstākļos. Acīmredzami, ka, neņemot vērā tehnogēnā avota izraisīto vibrāciju celtniecības laukumā, īpaši dzenot pāļus, irdenas un apūdeņotas grunts apstākļos, var rasties būves deformācijas, radot draudus cilvēkiem un ēku bojājumus.

2. piemērs

Īpašu interesi izraisa seismisko svārstību pastiprināšanās nozīmīgu inženiertehnisko objektu rajonos dažādu seismisko avotu iedarbības rezultātā. Grunts svārstību pastiprinājuma modelēšanai zem *TEC-1* (Rīga) izmantots 61 m biezs trīs slāņu griezum (381/1844. urb.), 2004. gada 21. septembra Kaļiņingradas zemestrīces seismogramma (stacijā *Molde*, Norvēģija), kā arī seismiskais troksnis, kas iegūts, nosakot vidējās mikroseismiskās svārstības no *BAVSEN* tīkla vairākām stacijām (Ņikuļins 2009a).



1. attēls. Grunts svārstību pastiprinājuma modelis *TEC-1* (Rīga) rajonā Kaļiņingradas zemestrīces (21.09.2004.) seismisko viļņu (1) un seismiskā trokšņa (2-4) iedarbības rezultātā

Piezīme: Svārstību komponentes: *Z-D* – ziemeļu – dienvidu virzienā; *A-R* – austrumu – rietumu virzienā; *Z* – vertikālā virzienā

Neatkarīgi no dabiskā signāla avota (zemestrīce vai seismiskais troksnis) pastāv divas rezonanses frekvences f_1 un f_2 , kurām noteikti atbilstoši pastiprinājuma koeficienti A_1 un A_2 (1. tabula).

1. tabula. Grunts pastiprinājuma parametri zem TEC-1 ēkām

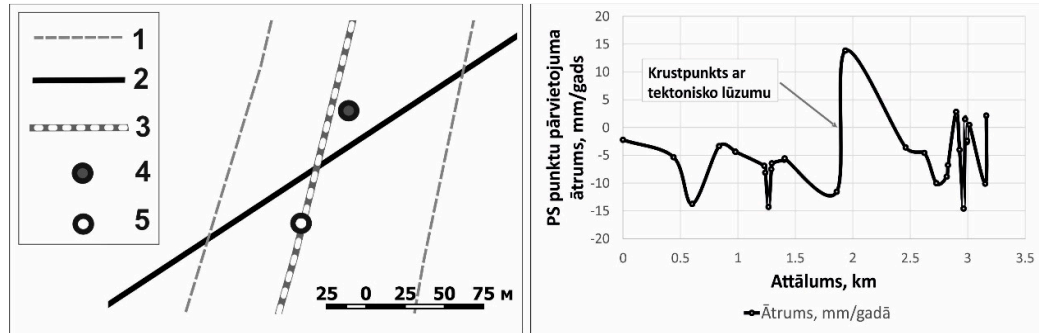
Parametrs	Zemestrīce	Seismiskais troksnis		
	Z-D	Z	Z-D	A-R
f_1 , Hz	1,1	1,2	1,2	1,2
A_1	20,7	28,0	52,4	33,4
f_2 , Hz	3,1	3,1	3,2	3,2
A_2	4,1	4,2	8,2	14,5

Tādējādi ir lietderīgi veikt rekognoscēšanas seismisko izpēti pirms svarīgu inženiertehnisko objektu celtniecības laukuma izvēles vai jau esošo objektu monitoringu, vēl jo vairāk, ja tajos tiks izmantotas augstas precizitātes iekārtas un aparatūra, kas nepieļauj noteikta vibrācijas līmeņa pārsniegšanu.

3. piemērs

Rīgas rajona ģeodinamiskos apstākļus var raksturot kā sarežģītus, jo pilsētas teritoriju šķērso Kaledonijas struktūrkompleksa tektoniskie lūzumi. Nozīmīgs ir jautājums par to tektonisko aktivitāti mūsdienās. Pēdējā laikā, no 2010. līdz 2013. gadam, ir iegūti pierādījumi šādai aktivitātei. Pirmkārt, satricinājums 2010. gada 22. novembrī, kuru sajūta Rīgā un Rīgas rajonā (Никулин 2011). Otrkārt, pēc tālīzpētes metodes *Persistent Scatterer Interferometry (PSI)* rezultātiem projekta *PanGeo* ietvaros (Никулин 2013), Latvijā atklāti ģeoloģiskās bīstamības poligoni (ĢBP). Ģeoloģiskās bīstamības priekšnosacījums ir dziļie, tektoniskie apstākļi Rīgas ĢBP daļā (10 gadījumos no 57). Novērojuma punktu pārvietošanās ātruma analīze, izmantojot *PSI* metodi, parādīja gradienta zonu klātbūtni tur, kur dzelzceļa līnija Rīga – Jelgava šķērso beznosaukuma tektonisko lūzumu (2. attēls). Lūzuma dažādās pusēs 76 m attālumā viens no otra atrodas divi *PS* punkti, kuri virzās pretējos virzienos ar ātrumu +13,8 mm/gadā un – 11,6 mm/gadā.

Tādējādi ģeodinamiski aktīvās teritorijās ir nepieciešama sistemātiska kontrole, lai novērstu grunts kustību izraisītas avārijas situācijas. Var lietot seismoloģisko monitoringu, izmantojot lokālo novērojumu tīklu. Seismiskā metode dod iespēju novērtēt grunts dinamiskās īpašības. Šim nolūkam efektīvākā un operatīvākā ir spektrālo attiecību *H/V* metode, izmantojot mikroseismisko svārstību analīzi (Nakamura 1989).



2. attēls. Tektoniskā lūzuma un dzelzceļa līnijas Rīga–Jelgava iecirkņa izvietojuma shēma (pa kreisi) un PS punktu pārvietošanās ātrums gar dzelzceļu no Gaismas līdz Tūrainei (pa labi)

Apzīmējumi: 1 – ĢBP zonas kontūra; 2 – tektoniskais lūzums; 3 – dzelzceļa līnija; PS punkti ar pārvietošanās ātrumu +13.8 mm/gadā (4) un – 11.6 mm/gadā (5)

Atsauces

Nakamura, Y. (1989). Method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Quarterly report of RTRI, 30(1), 25 – 33.

Nikulin, V. (2005). Estimation of seismic effects in Latvia from the Kaliningrad earthquake of September 21, 2004. Kaliningrad earthquake of September 21, 2004, Macroseismic data for near and mesoseismal zones. Kaliningrad earthquake September 21, 2004. Workshop materials. 30 – 31.

Nikulin, V. (2011). Assessment of the seismic hazard in Latvia. Version of 2007 year. *RTU zinātniskie raksti*. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija. Sērija 1, sēj. 24, 110 – 115.

Ņikuļins, V. (2009a). Baltijas virtuālais seismiskais tīkls un tā aprobēšanas iepriekšējie rezultāti. LU 67.zinātniskā konference. *Ģeogrāfija, ģeoloģija, Vides zinātne*. Referātu tēzes. 222 – 223.

Ņikuļins, V. (2009b). Seismiskā efekta novērtējuma rezultāti kvartāra nogulumos Latvijā. LU 67.zinātniskā konference. *Ģeogrāfija, ģeoloģija, Vides zinātne*. Referātu tēzes. 223 – 225.

Алешин, А.С., Аносов, Г.И., Бессараб, Ф.С., Дробиз, М.В., Дементьев, Ю.В., Погребченко, В.В., Рогаль, Л.А., Скворцов, А.Г., Царев, А.М., Чугаевич, В.Я. (2014). *Сейсмическое микрорайонирование территории г. Калининграда. Инженерные изыскания*, 9 – 10, 68 – 79.

Никулин, В.Г. (2011). Сейсмические сотрясения 22 ноября 2010 года в Риге и Рижском районе. *Актуальные вопросы мониторинга геологической среды и безопасности урбанизированных территорий*. Тезисы докладов 1-й международной конференции. БФУ им. И. Канта, 49 – 52.

Никулин, В. (2013). Зоны геологической опасности для Лиепаи и Риги на основе результатов дистанционного зондирования методом *Persistent Scatterer Interferometry*. *Sabiedrība un kultūra*. Liepājas Universitāte, XVI, 432 – 439.

Summary

The seismological method can have practical meaning in areas of low seismic activity, as shown by various examples. These methods include seismic micro-zonation, estimation of vibration levels, dynamic properties of soils for highways, etc.