



Seismiliste Andmete Kasutamine Militaarvaldkonnas

Magistritöö

Üliõpilane: Siim Eensoo 191968LARM

Juhendaja: Tõnu Tomberg, Lektor, MSc

Kaasjuhendaja: Heidi Soosalu, Vanemlektor, PhD

Õppekava: Maapõueressursid LARM 18/18

Tallinn 2021

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Siim Eensoo

[allkiri ja kuupäev]

Töö vastab magistritööle esitatavatele nõuetele.

Juhendaja: Tõnu Tomberg

Juhendaja: Heidi Soosalu

[allkiri ja kuupäev]

Töö on lubatud kaitsmisele.

Kaitsmiskomisjoni esimees:

[allkiri ja kuupäev]

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Siim Eensoo (autori nimi)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
„Seismiliste andmete kasutamine Militaarvaldkonnas“

(lõputöö pealkiri)

mille juhendajad on Tõnu Tomberg ja Heidi Soosalu,
(juhendaja nimi)

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

24.05.2021 (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtjaja jooksul ei kehti.

Annotatsioon

Maapõue dünaamilised mõjutused erinevate allikate poolt põhjustavad seismilisi signaale või vibratsiooni, mida nimetatakse seismiliseks sündmuseks. Neid signaale tuvastatakse seismomeetrite ja geofoonidega. Nende signaalide klassifitseerimine ja analüüs võimaldab hankida väärtusliku informatsiooni neid põhjustava allika kohta. Seismilise seire ja vibratsiooni uuringutes tuvastatakse hulganisti sündmusi. Käesolevas töös uuritakse seda andmestikku eesmärgipõhiselt. Lähtudes valdkonna arengust läbi tuumakatsetuste seire ja tänapäeval kogutavast suurest andmehulgast, on andmestikku võimalik kasutada luure või militaar eesmärgil, parandamaks piiriülest informatsiooni kättesaadavust. Käesoleva töö eesmärk on leida seismilise meetodika kasutusvõimalusi luure- ja militaarvaldkonnas Eesti tingimustes, mis võimaldaks tõhustada Eesti kaitsevõimet, eelkõige olulise informatsiooni hankimist, potentsiaalse sõjalise kriisi korral.

Seismiliste signaalide uurimine võib anda väärtuslikku informatsiooni Eesti lähipiirkonnas asetsevate piiriüleste sõjalist huvipakkuvate tsiviil- ja teadaolevate militaarobjektide kohta. Signaalide uurimiseks kasutatakse antud töös Eesti ja Soome seismojaamade andmeid. Analüüsi läbiviimiseks on välja valitud erinevaid signaali eristamise meetmeid, mille abil mõne objekti juures tuvastatud seismiliste sündmuste signaale saab omavahel seostada või eristada. Analüüsi käigus leiti, et lisaks signaalide sarnasuste või erinevuste identifitseerimisele on võimalik leida spetsiifilisi andmeid toimunud sündmuste allika või objektil toimunud tegevuse kohta.

Lisaks seismiliste signaalide analüüsile viidi töö käigus läbi erinevate sõiduvahendite vibratsiooni mõõtmised, eesmärgiga tuvastada ning eristada neid vibratsiooniparameetrite põhjal. Töö selle osa teiseks eesmärgiks oli luua alus tulevastele uuringutele lahing- ja nende veoks kasutatavate masinate vibratsiooni osas. Mõõtmistel eristati sõidukid massi ja telgede arvu järgi. Mõõtmistulemuste põhjal leiti, et sõidukeid on peamiselt võimalik eristada ja tuvastada eelkõige nende poolt tekitatud vibratsiooni võnkekiiruste ja resultantkiiruse järgi. Peale selle saab liikuvaid ronge ja veoautosid tuvastada ning eristada võnkesageduste järgi.

Tulemuste põhjal saab järeldada, et seismilist meetodikat on võimalik kasutada erineva informatsiooni kogumiseks luure- ja militaareesmärgil Eestis. Seismiliste signaalide analüüsi juures kasutatud eristamise ja analüüsi meetmeid saab võtta aluseks seismiliste signaalide uurimis- ja klassifitseerimisemetoodika loomiseks, et uurida teadaolevatel militaarobjektidel toimuvad tegevust. Töö käigus loodud sõiduvahendite liikumisel tekkiva vibratsiooni mõõtmise meetodikat ja tulemusi saab edasises kasutada militaarmasinate vibratsiooni uuringute meetodika kujundamisel selleks, et koguda andmeid piiriüleste tsiviil- ja militaartegevuste kohta.

Use of Seismic Data in Military Field

Abstract

Dynamic impact on the ground by various sources causes seismic signals or vibrations, i.e. seismic events, which can be detected with seismometers or geophones. These signals contain information about the source, which can be revealed by classifying and analysing them. A large number of seismic events are recorded in regional seismic monitoring and vibration studies. Here, the collected data are analysed for targeted sample purposes. On the basis of seismic monitoring of nuclear bomb testing and large amount of seismic information currently collected, there is potential for applying seismic methods in military or foreign surveillance, in order to achieve information beyond state borders. The scope of this thesis is to find applications of seismic methods for military and surveillance purposes in Estonia, which ultimately could aid in improving defensive strategies in potential military crises.

Classification and analysis of various seismic signals or vibration may provide valuable information about activities at civil or military objects in neighbouring areas of Estonia. Data from Estonian and Finnish seismic stations are used in this study for analysing methods of discriminating between various seismic signals. Different features of seismic signals are examined using a selection of methods. It was found out that not only could these methods be used for identifying similarities between seismic events, but also for gaining characteristic information about their source or activity.

In addition, experiments with different road vehicles and trains were carried out for studying vibration they induced. Results show that identification and separation between vehicles could be made by using their vibration parameters. This can be implemented in later studies for studying vibrations induced by military vehicles. Vibration velocity and particle peak velocity were found to be the main reliable parameters for identifying different road vehicles regarding their masses and number of axles. Additionally, vibration frequencies of moving trains and heavy trucks could be used as reliable parameters in their identification and distinction.

The results show that seismic methodology can be used for gathering different types of information useful for surveillance and military applications. Event discrimination methods used in seismic data analysis can be used as a basis of identification, classification, and analysis of seismic signals for potential use in surveillance of neighbouring areas of Estonia. Experimental methodology and results could be used in developing studies and data analysis of vibrations induced by military vehicles. These can later be used in surveillance over civil or military activities beyond the state borders.