



# מהדורת חדשות

# חשפית!

רעידות אדמה בכדור הארץ ובגרמי שמיים נוספים

.....  
אי התאזיזים: כיתות ח'

משך השיעור: 90 דק'

## קיסור לתכנית האיורים

גאוגרפיה, מתאים לכיתה ח | נושא מס' 3 :  
תהליכים מחזוריים פנימיים וחיצוניים בכדור הארץ, בדגש על  
רעידות אדמה והתפרצויות געשיות.

## הקדמה

במערך שיעור זה נלמד מהן רעידות אדמה בכדור הארץ ומדוע הן מתרחשות, ונכיר את השיטות החדשניות שאנו מפתחים כיום לחיזוי רעידות אדמה באמצעות לוויינים. במהלך השיעור נקיים פעילות לסקירה וחקר של רעידות אדמה בכוכבי לכת שונים. כל קבוצת תלמידים תדמה מערכת חדשות מכוכב אחר. התלמידים יפעלו כסוקרים, חוקרים ומגישי מהדורת החדשות בכוכב הלכת שקיבלו. הם יספקו פרטים על הרעידה, יציגו סרטונים ותמונות, וירצו על רעידת אדמה בזמן אמת. על התלמידים להיות יצירתיים ולדמיין כיצד משדרים מהדורת חדשות בכוכב אחר, בתנאים שונים ובמצבי לחץ קיצוניים.

### משך כחן הפעילות:

90 דקות



### אי התארים

כיתה ח'

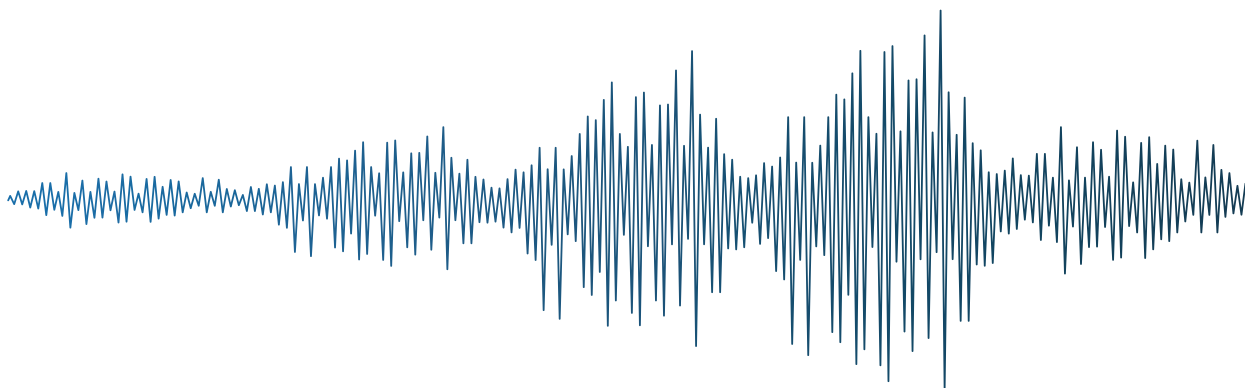


### עזרים

כרטיסיות מידע

כרטיסיות תסריט, רקעי צילום להקרנה

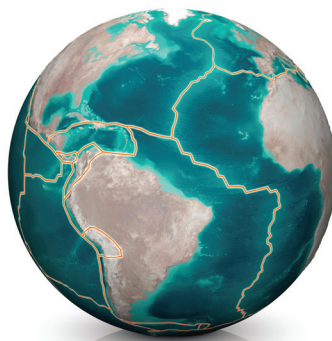
טלפון נייד של אחד התלמידים לצורך צילום



## מטרות:

**התלמידים יתארו** את הסיבות להתרחשות רעידות אדמה בכדור הארץ ובגרמי שמיים שונים.  
**התלמידים יסבירו** מהי רעידת אדמה בכדור הארץ ומהם ההבדלים בינה ובין רעידות אדמה בגרמי שמיים אחרים.  
**התלמידים יזהו** שינויים ויזאליים בעקבות רעידות אדמה על יסוד צילומי לוויין, וידעו להבחין בשינויים המתרחשים בכדור הארץ לאחר רעידת אדמה.

זמנים	מהלך השיעור	ערכים
10 דק	פתיחה: מהי רעידת אדמה	מחשוב ומערכת שמע כיתתית
10 דק'	מחקר רעידות אדמה מהחלל SATELLEYE – עיני לוויין, מצא את ההבדלים	
45 דק'	פעילות: "חדשות מתפרצות", רעידות אדמה בגרמי שמיים שונים.	כרטיסיות מידע לכל קבוצה כרטיסיות תסריט לכל קבוצה
15 דק'	הצגת "חדשות מתפרצות"	
10 דק'	סיכום	



### המלצת המכמ"רית:

אפשר לשלב במערך זה עיסוק בהתגוננות מפני רעידת אדמה, כדי ללמד את התלמידים מה מותר ומה אסור לעשות בזמן רעידות אדמה.

[נכיר את המלצות פיקוד העורף](#)

מומלץ לתרגל עם התלמידים יציאה מהירה למרחב פתוח

## רעידות אדמה

### סקופית 2:

הציגו לתלמידים את הסרטון הבא

שאלו אותם: מה ראינו בסרטון?

בסרטון צפינו ברעידת אדמה שהתרחשה בקליפורניה. בזמן שידור מהדורת החדשות החלו השדרנים להרגיש את רעידת האדמה גם באולפן, בזמן שסיקרו אותה! זוהי רעידת האדמה החזקה ביותר באזור קליפורניה ב-20 השנים האחרונות. הסבירו:

רעידת אדמה היא תופעת טבע נפוצה בכדור הארץ. מדי שנה נמדדות מליוני רעידות אדמה במקומות שונים בעולם. היום נבין מהי רעידת אדמה, איך היא נוצרת ואיפה עוד היא מתרחשת. אני אגלה לכם... שלא רק בכדור הארץ יש רעידות אדמה!

### סקופית 3:

שאלו את התלמידים: מי מכם הרגיש פעם רעידת אדמה?

מה הרגשתם? איפה זה היה? איך זה היה? פחדתם? איפה הייתם? איך תפקדתם?

אם התלמידים לא הרגישו רעידת אדמה מעולם, ספרו מקרה אישי, או ספרו על אירוע מפורסם. אם אפשר הציגו זאת בעזרת מפה: אתרו בה את מקום רעידת האדמה. פתחו מפה גאולוגית עולמית ועמדו על הסיבה לרעידת האדמה.

### סקופית 4:

שאלו את התלמידים: איך מתרחשת רעידת אדמה?

אספו מהם את תשובותיהם.

הסבירו: רעידת אדמה נוצרת עקב תנועת חיכוך והתנגשות של הלוחות הטקטוניים זה בזה.

## סקופית 5:

### מה הוא לוח טקטוני?

קרומ כדור הארץ מורכב מלוחות ענק שבורים ה"צפים" על המעטפת הצמיגה של כדור הארץ. לוחות הענק האלה נקראים לוחות טקטוניים, והם מרכיבים את כל החלק המוצק של העולם, זה שעליו משתרעים האוקיינוסים והיבשות. החיכוך בין הלוחות הטקטוניים בזמן תנועתם יוצר אנרגיה עצומה המצטברת לאורך קווי השבירה בין הלוחות. כאשר האנרגיה משתחררת בבת אחת, חלה תזוזה של כמה סנטימטרים בין הלוחות, ועל פני כדור הארץ מורגש זעזוע עצום. במהלך הרעידה נעה האדמה וכל אשר עליה שניות ממושכות. המקום במעמקי האדמה שבו האנרגיה משתחררת נקרא מוקד רעידת האדמה. גלי הזעזוע שמקורם במוקד הרעידה נשלחים לכל הכיוונים. הרעד החזק ביותר על פני השטח הוא במוקד העל, הנקודה המצויה על פני האדמה בדיוק מעל למוקד הרעידה. רעידת אדמה עלולה לגרום הרס רב על פני כדור הארץ.

## סקופית 6:

לוחות יכולים לנוע בשלושה אופנים או בשילובים שונים שלהם:

1. **החלקה: תנועה של לוחות זה לצד זה**, שבה חלק של הלוח מתחכך בלוח בלצידו. החיכוך הזה הוא הגורם להיווצרותן של רעידות האדמה.
2. **התנגשות לוחות**: תזוזה איטית של לוח אחד מתחת ללוח אחר.
3. **היפרדות והתרחקות הדדית**: במצב כזה המגמה עולה בקו התפר בין הלוחות, בצורת לבה, ויוצרת חלקי לוח חדשים. חלקים כאלה נמצאים בדרך כלל מתחת לפני הים.

## נכקי רעידות אדמה

## סקופית 7:

### שאלו את התלמידים:

אילו נזקים נגרמים בעקבות רעידות אדמה?

מה ישפיע על מידת ההרס שיש אחרי רעידות האדמה?

מה ישפיע על הפגיעה באנשים וברכוש?

עוצמת רעידת האדמה תשפיע על מה שנמצא מעליה. אם הרעידה מורגשת בעיר גדולה ומרובת תושבים ובניינים, היא עלולה לגרום נזק רב, גם ברכוש וגם בנפש. הרעידה מטלטלת את פני השטח לכל הכיוונים וגורמת לקריסת מבנים, כבישים, גשרים וסכרים – ולאובדן חיי אדם.

**הנזקים שמחוללת רעידת האדמה תלויים בכמה גורמים:**

## סקופית 8:

### גורם ראשון: עוצמת הרעידה

ככל שהעוצמה רבה יותר, כך ההרס גדול יותר.

איך מודדים את עוצמת הרעידה? סולם המדידה לעוצמתה של רעידת אדמה הוא סולם ריכטר, סולם מ-0 עד 10, כש-10 מציין את העוצמה הרבה ביותר.

## סקופית 9:

### גורם שני: מקום הרעידה

ככל שהאזור הנפגע קרוב למוקד רעידת האדמה, כך הנזק גדול יותר.

## סקופית 10:

### גורם שלישי: תנאי החיים (צפיפות האוכלוסייה ואיכות הבניה)

ככל שצפיפות האוכלוסייה באזור שנפגע גדולה יותר, כך הנזק שנגרם לאדם גדול יותר. בנוסף- איכות הבניה באזור הפגיעה משפיעה גם היא על מידת הנזק. במקומות שבהם הבניה והתשתיות אינן באיכות טובה, הפגיעה בנפש וברכוש גדולה הרבה יותר מזו שבמקומות שנבנו בהם מבנים יציבים בשיטות חדישות המותאמות לתזוזות של פני השטח. השפעה על מידת הנזק יש גם לרמת הפיתוח של המדינה, ההקפדה על כללי הבניה, והבקרה על הבניה. במדינות שמקפידים בהן על חוקי הבניה, וחוקים אלה מותאמים למקרה של רעידת אדמה, ההרס יהיה פחות מזה שבמדינות שאין בהן הקפדה על הבניה, ואין בהן חוקי בניה מותאמים.

## חיזוי רעידות אדמה

## סקופית 11:

שאלו את התלמידים:

### האם ניתן לחזות רעידות אדמה?

אספו מהם את תשובותיהם. הסבירו שחיזוי רעידות אדמה הוא בעייתי מאוד. כיום ניתן להעריך מהי ההסתברות להתרחשות רעידת אדמה חזקה במקום מסוים בתקופת זמן נתונה, אך לא ניתן לנקוב בזמן מדויק.

## סקופית 12:

**תשובה:** למרות ההתקדמות המדעית עדיין יש קושי גדול מאוד בחיזוי רעידות אדמה. חוקרים רבים עוסקים בסוגיה ויודעים לשער בעזרת מחקריהם איפה עשויה להיות הרעידה הבאה. חיזוי רעידות אדמה הוא נושא מורכב מאוד. אף שברור כי רעידות אדמה חוזרות שוב ושוב באותו העתק (העתק הוא אזור שבר בקרום כדור הארץ, שיש בו תזוזה של שכבות סלע), המחזוריות אינה סדירה, ולכן לא ניתן להסתמך עליה לשם חיזוי. הניסיונות לחיזוי רעידות מתבססים על שלושה פרמטרים עיקריים:

1. מקומן של רעידות קודמות

2. עוצמתן של רעידות קודמות

3. סימנים המופיעים סמוך לרעידה עתידית.

## סקופית 13:

### ניקח לדוגמה את ישראל:

#### מקומן של רעידות קודמות: ניתן לשער איפה יתרחשו רעידות, על יסוד מקום התרחשות של רעשי עבר.

מרבית רעידות האדמה באזורנו התרחשו באזור המכונה מערכת השבירה הסורית-אפריקאית ובאזור המכונה טרנספורם ים המלח, ויש להניח שכך יקרה גם בעתיד. מבין שלושת הגבולות של ישראל, גבול ים המלח הוא המשמעותי ביותר עבור מדינת ישראל (כמו גם לירדן, לבנון וסוריה), משום קרבתו לריכוזי האוכלוסייה.

#### עוצמתן של רעידות קודמות: ניתן לשער מה תהיה העוצמה של רעידות עתידיות באמצעות חקר עוצמות קודמות של רעשי עבר.

מאחר שרעידות אדמה הן תופעה החוזרת על עצמה, ניתן לשער כי עוצמת הרעידה המקסימלית בעתיד לא תפחת מעוצמתן של הרעידות שכבר קרו בעבר. מכאן בין השאר חשיבות הקטלוג של הרעידות ההיסטוריות החזקות שאירעו בסביבתנו. כך או כך, נראה שהרעידה המקסימלית הצפויה באזור ים המלח עלולה להגיע לעוצמה של 7.5 בסולם ריכטר.

#### סימנים: ניתן לשער את העיתוי באמצעות סימנים מקדימים שונים, סמוך לזמן הרעידה.

מאמץ רב מושקע בניסיון לחזות רעידות חזקות. אלו הסימנים המקדימים:

רעש חלש עשוי לבשר רעש חזק.

שינויים בתופעות טבע, כגון הופעת גלים חזקים, שינויים בכפי השטח של האדמה.

התנהגות יוצאת דופן של בעלי חיים עשויה להקדים רעידה חזקה.

## סקופית 14:

איך חוקרים רעידות אדמה?

כדי לחקור רעידות אדמה סייסמולוגים – חוקרי רעידות אדמה – מנתחים את ההיסטוריה של המקום שבו חלה רעידת אדמה. הם מעלים שאלות שתכליתן להשיג מידע על העבר הגאוגרפי של האזור הנחקר, מבחינת רעידות אדמה: מתי היו רעידות אדמה? כמה פעמים הן התרחשו שם? מה הייתה מידת הנזק? הסייסמולוגים גם מנתחים את הרכב האדמה ואת הנתונים הגאוגרפיים של האזור: מקום מוקד הרעידה, שברים באזור, איכות הקרקע, תנאים מורפולגיים וגאולוגיים.

נוסף על כך הם בוחנים מהחלל, באמצעות לוויינים, את השתנות פני כדור הארץ. מבטעל על נתוני פני השטח מוסיף להם מידע על השינויים שחלים בו, ומספק להם ממד השוואתי. כך, בעזרת הלוויינים, הם יכולים לנתח טוב יותר את הקרקע ואת מה שקורה בה.

## חקר רעידות אדמה מהחלל

## סקופית 15:

איך החלל עוזר לנו להבין רעידות אדמה?

#### ניתן לחקור רעידות אדמה מן החלל, באמצעות לוויינים המקיפים את כדור הארץ.

לסוכנות החלל האירופאית (ESA) יש שני לוויינים בשם סנטינל 1 (Sentinel-1), הפועלים לזיהוי סכנת רעידות אדמה. הלוויינים הצליחו לחזות את רעידת האדמה שהתרחשה בניו זילנד בשנת 2016, בעוצמה של 7.8 בסולם ריכטר. לווייני סנטינל 1 יכולים לאתר תזוזה איטית של אדמה, המתרחשת לפני התרחשותן של מפולות אדמה (landslides), וכך להתריע עליהן ולמנוע אסון. הלוויינים עושים שימוש במתקני רדאר. הם משווים תצלומים לאורך זמן כדי לנתח את

תנועת פני כדור הארץ ולנסות כך לחזות רעידות אדמה. השוואת התצלומים, המצלומים בהפרשי זמן, מראה אם חל שינוי בפני כדור הארץ באזור נתון. אם חל שינוי, המעקב הזה מאפשר לקבוע אם מתקיימת תנועת קרקע המרמזת על רעידת אדמה קרבה. צפייה בקווי שבר משתנים מאפשרת את אותו הדבר – להבחין בשינוי פני קרקע, שעשוי להעיד על רעידת אדמה קרבה.

מהו מתקן רדאר? רדאר, או מכ"ם (מגלה גיוון ומרחק), הוא מערכת אלקטרונית לגילוי מקומם של עצמים במרחב ולמעקב אחריהם, באמצעות בגלי רדיו. המכ"ם יכול לשמש בין השאר לאיתור כלי טיס ושיט, טילים וחלליות, ואף הרים, להקות ציפורים ומערכות מזג אוויר.

#### למורה:

לוויינים מסוגלים לאתר בדיוק רב ובמהירות בליטות ושקעים על פני האדמה וכך לגלות זרמי מגמה (סלע מותך) וקווי שבר (fault lines) נסתרים. שימוש זה בלוויינים עשוי לאפשר לנו חיזוי מדויק יותר של רעידות אדמה. השכבה החיצונית של כדור הארץ עשויה משכבות הצפות על פני שכבה של מגמה. אלו הלוחות הטקטוניים. יש לציין ששכבת קרום כדור הארץ דקה במיוחד ועובייה כ-5 עד 70 ק"מ בלבד, לכן היא מועדת לשבירה והעתקה. לעיתים הלוחות זזים ומתרחקים זה מזה או מתקרבים זה לזה, ועקב כך נוצרות רעידות אדמה. לעיתים בעקבות תזוזת הלוחות מגמה עולה אל פני השטח של כדור הארץ דרך הרי געש, ומחוללת התפרצויות של לבה.

#### סקופית 16:

בעזרת הלוויינים המתקדמים שלנו, הסיסמולוגים מצליחים היום לחקור טוב יותר את רעידות האדמה מבתקופה שלפני הלוויינים. כאשר ניתן לראות את האדמה ממבט על, השינויים נראים בבירור על פני השטח, התזוזות ברורות יותר וניתן להשוות ביניהן לאורך זמן. באמצעות הלוויין Sentinel-1 אנו מצליחים לאסוף מגוון רחב של נתונים, המשמשים לצרכים שונים: ניטור ים ויבשה, איתור מצבי חירום עקב אסונות סביבתיים, דיווח שוטף על לחות הקרקע, ועוד.

### SATELLEYE - נחשק ליהוי שינויי קרקע

#### סקופית 17:

בואו נשחק משחק קצר וננסה לאתר שינויים מתמונות לוויין! SATELLEYE הוא משחק זיהוי שינויי קרקע. נציג לפניכם תמונות "לפני ואחרי" רעידות אדמה שצולמו מלוויינים. בואו נאתר את השינוי באדמה ונראה מלמעלה מה קורה בקרקע.

#### סקופית 18:

זוהי תמונת "לפני ואחרי" של רעידת האדמה בפקיסטן, ב-24.9.2013. בתמונת ה"אחרי" רואים אי שצמח לא רחוק מחוף הים.



### סקופית 19:

זוהי תמונת "לפני ואחרי" של רעידת האדמה בקליפורניה ביולי 2019. בתמונת ה"אחרי" רואים שנוספו סדקים באדמה.

### סקופית 20:

זוהי תמונת "לפני ואחרי" של רעידת האדמה שהתרחשה בהאיטי ב-12.1.2010. בתמונת ה"אחרי" רואים למשל את הנזק שנגרם לקתדרלה בצורת הצלב. ברעידה זו נגרם נזק רב למבנים, מכיוון שאזור הפגיעה הוא אזור מאוכלס, עירוני, ובנוי באופן רעוע במיוחד.

### סקופית 21:

זוהי תמונת "לפני ואחרי" של רעידת האדמה בנפאל. בתמונת ה"אחרי" רואים כיכר ובמרכזה מגדל שנהרס כולו.

### סקופית 22:

צילומי לוויין חושפים את השלכותיהן של רעידות האדמה השונות שמתרחשות בעולם. הלוויינים מצלמים את פני השטח של כדור הארץ וחוקרים אותו, לכן ניתן להפיק מהם תצלומי "לפני ואחרי" ממבט על. התצלומים מראים לנו למשל איך האדמה חצויה לשניים אחרי רעידת אדמה, וניתן להשוות זאת עם התמונות שצולמו לפני הרעש. כל התמונות שראינו במשחק הן תמונות של "לפני ואחרי", והן צולמו באמצעות לוויינים. שאלו את התלמידים: איפה אתם חושבים שצולמה התמונה הזו? האם אתם חושבים שכדור הארץ שלנו הוא מיוחד בתופעה הזאת? האם רק האדמה של כדור הארץ רועדת? מה דעתכם? תשובה: תמונה זו צולמה על הירח! גם שם יש רעידות אדמה, לא רק בכדור הארץ! וגם בגרמי שמיים נוספים כגון מאדים, נוגה, איו (אחד מירחיו של צדק).

## רעידות אדמה בארץ שמיים שונים

### סקופית 23:

בכדור הארץ רעידות אדמה מתקיימות בגלל תנועה של הלוחות הטקטוניים, כמו שראינו במהלך השיעור. בגרמי שמיים אחרים יש עוד גורמים לרעידות: תזוזות של לוחות טקטוניים. התחממות של ליבת הכדור/הכוכב. השפעות הגרביטציה בגרמי שמיים שונים. פגיעה של מטאוריטים בפני השטח של גרמי שמיים.

### סקופית 24:

בואו לשדר רעידת אדמה מכוכב אחר! חלקו את התלמידים לשלוש קבוצות. כל קבוצה מקבלת כוכב לכת אחר וחוקרת אותו. בסיום צריכה כל קבוצה להגיש משדר חדשות שמסקר את רעידת האדמה בכוכב שלה.

ברשותכם חומרים על רעידת אדמה, סרטונים ודף תסריט. עליכם לחקור את המאורע ולקיים מהדורת חדשות רועדת: להכין תסריט למהדורת החדשות בכוכב הלכת שלכם ולצלם מהדורה, ממש כמו זו שראינו בתחילת השיעור! חקרו, כתבו וצלמו את המהדורה שלכם! הפתיעו עם רעידות, רקעים של כוכבי לכת ועוד!

## סקופית 25:

### הסבירו להם מהו מבנה הכתבה הרצוי:

1. הצגה עצמית.
  2. דיווח על האירוע.
  3. נתונים מספריים ואחרים, למשל באיזו עוצמה הייתה רעידת האדמה, מה היו ההשלכות שלה (רצוי להציג תמונות).
  4. הסבר מקצועי: במה שונה רעידת האדמה הזאת מרעידת האדמה המוכרת לנו מכדור הארץ.
- השאירו את השקף מול עיניהם בזמן העבודה, כדי שיכולו להסתכל בו.

## סקופית 26:

בסיום המשימה הזמינו את התלמידים להקרין את מהדורת החדשות שלהם.

## כחן את השיעור:

## סקופית 27:

בתמונה אנו רואים את הנקֶת InSight. הנחתת הצליחה ככל הנראה לתעד הנראה רעידת אדמה במאדים. היא עשתה זאת בעזרת מכשירים מדעיים: מקדח חום הקודח לעומק 5 מטרים אל תוך הקרקע ומכשיר למדידת רעידות באדמה. לפי המדענים המעורבים בפרויקט, התצפיות שהנחתת עושה יכולות לספק לא מעט מידע על המבנה וההרכב של מאדים, ובכך לסייע לנו להבין טוב יותר כיצד כוכבי לכת סלעיים נוצרים ומתפתחים. בנאס"א מדמים את המשימה המדעית לבדיקת סימנים חיוניים של חולה: הדופק (הסיסמי), הטמפרטורה (הסעת החום), תנודות של כוכב הלכת. כל זה נעשה בעזרת מערך המכשירים בנחתת הקטנה, שקוטרה כמטר וחצי (בלי הלוחות הסולאריים) ומשקלה כ-360 קילוגרמים.

[שאלו את התלמידים:](#)

### אז מה ההבדל בין רעידות אדמה בכדור הארץ לבין רעידות אדמה בגרמי שמיים אחרים?

בכדור הארץ רעידות אדמה מתרחשות בקרום כדור הארץ, אבל משפיעות לחלוטין על פני כדור הארץ. הן עלולות להיות הרסניות ולפגוע ישירות בבני אדם, בסביבה שלנו ובתשתיות שלנו. את רעידות האדמה בכדור הארץ בשנים האחרונות ניתן לחקור באמצעות טכנולוגיה מתקדמת: לוויינים שחוקרים את הקרקע ומאפשרים לנו לקבל התרעה על שינויים המתרחשים באדמה ויכולים לגרום לרעידות בעוצמות שונות. רעידות אדמה בגרמי שמיים אחרים מתרחשות בעיקר בגלל תנאים שונים ושוני מבני בין גרם אחד לאחר.

את רעידות האדמה שמתרחשות בכוכבי לכת שונים מודדים באמצעות גשושיות, רוברים (כלי רכב או רובוטים הנעים על פני השטח של כוכבי לכת או של גרמי שמיים אחרים) ולוויינים. כל אלו הן טכנולוגיות מדהימות שהאדם פיתח למען מחקר. הכלים הללו מאפשרים לנו ללמוד על גרמי שמיים נוספים ולהתקדם במחקרים השונים על החלל.