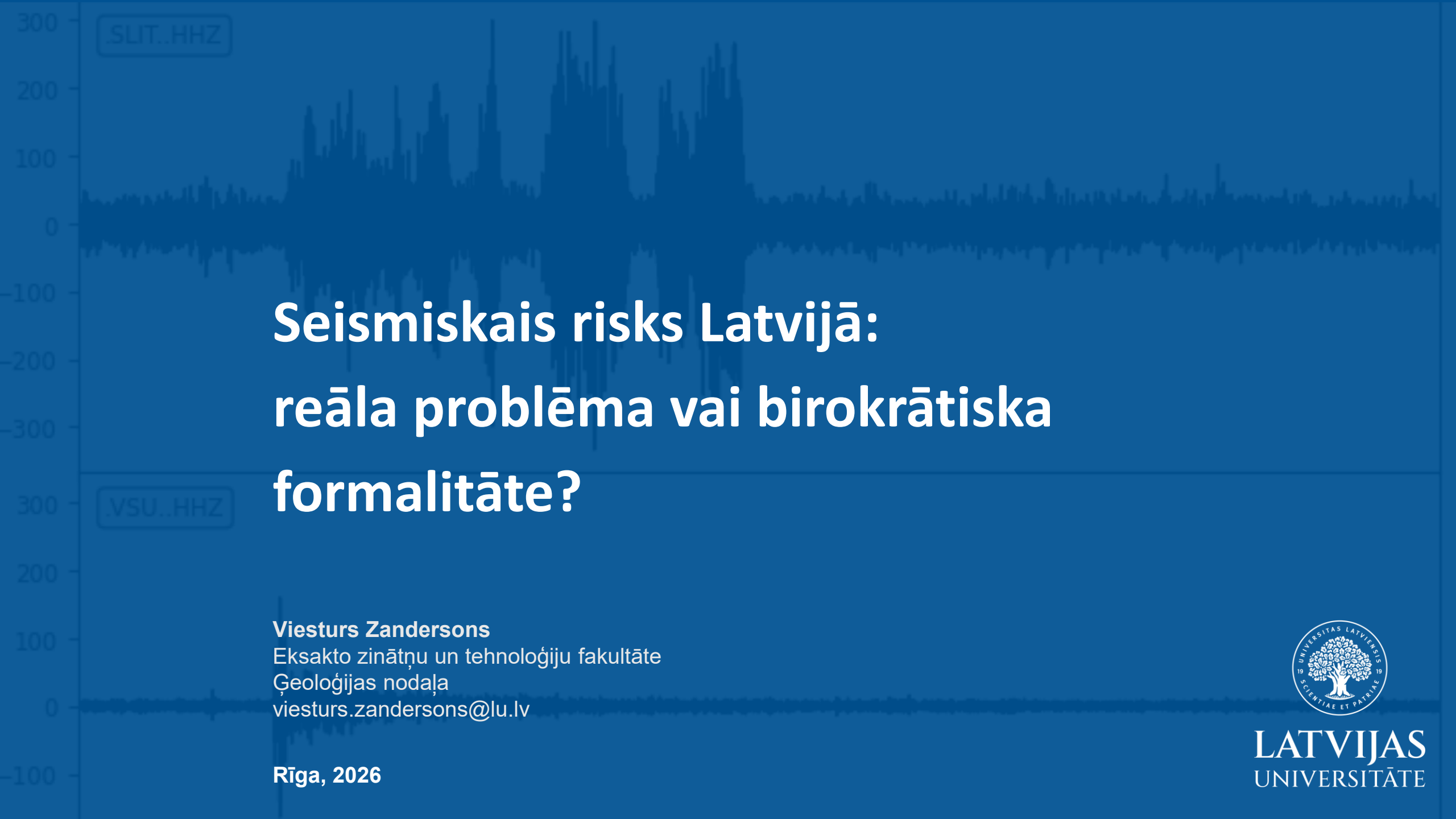




# Seismiskais risks Latvijā: reāla problēma vai birokrātiska formalitāte?

**Viesturs Zandersons**

Eksakto zinātņu un tehnoloģiju fakultāte

Ģeoloģijas nodaļa

[viesturs.zandersons@lu.lv](mailto:viesturs.zandersons@lu.lv)

**Rīga, 2026**



**LATVIJAS**  
UNIVERSITĀTE

**Vai projektējot Latvijā  
ir jāņem vērā seismiskais risks?**

# Eirokods 8

## *Design of structures for earthquake resistance*

Ēku seismiskā dizaina (*seismic action*) klasi Eurokodā nosaka formula (4.1)

$$S_{\delta} = \delta F_{\alpha} F_T S_{\alpha,475}$$

kur

$\delta$  – ēkas nozīmīguma koeficients

$F_{\alpha}$  – vietas **pastiprinājuma** faktors

$F_T$  – topogrāfijas **pastiprinājuma** faktors

$S_{\alpha,475}$  – vietas maksimālais spektrālais **pātrinājums** ar atkārtotānās varbūtību 10% reizi 50 gados (jeb 475 gadi)

**No dažāda veida seismiskajiem mērījumiem varam iegūt šos divus parametrus**

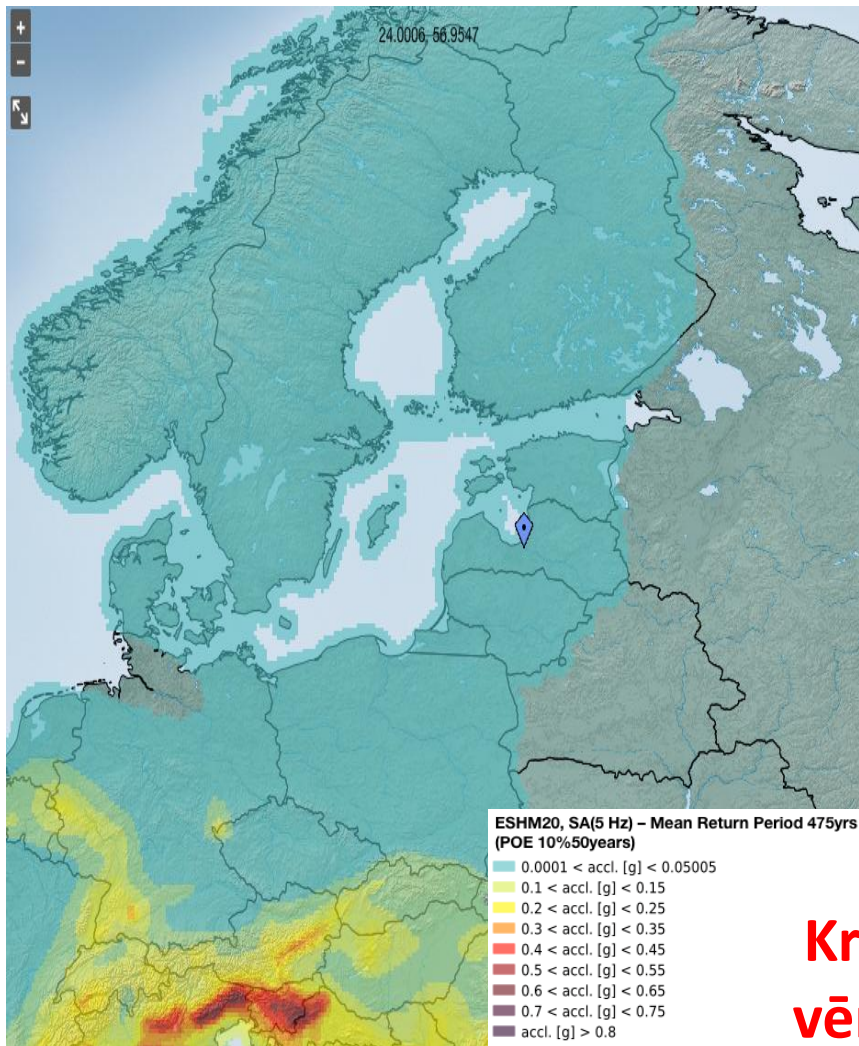
Spektrālo pātrinājumu  $S_{\alpha}$

- Eurokodā to katrai valstij nosaka **nacionālais pielikums**
- Kā galveno datu avotu izmanto **pagātnes zemestrīces**
- **Tieši izriet no seismiskās bīstamības kartēm**

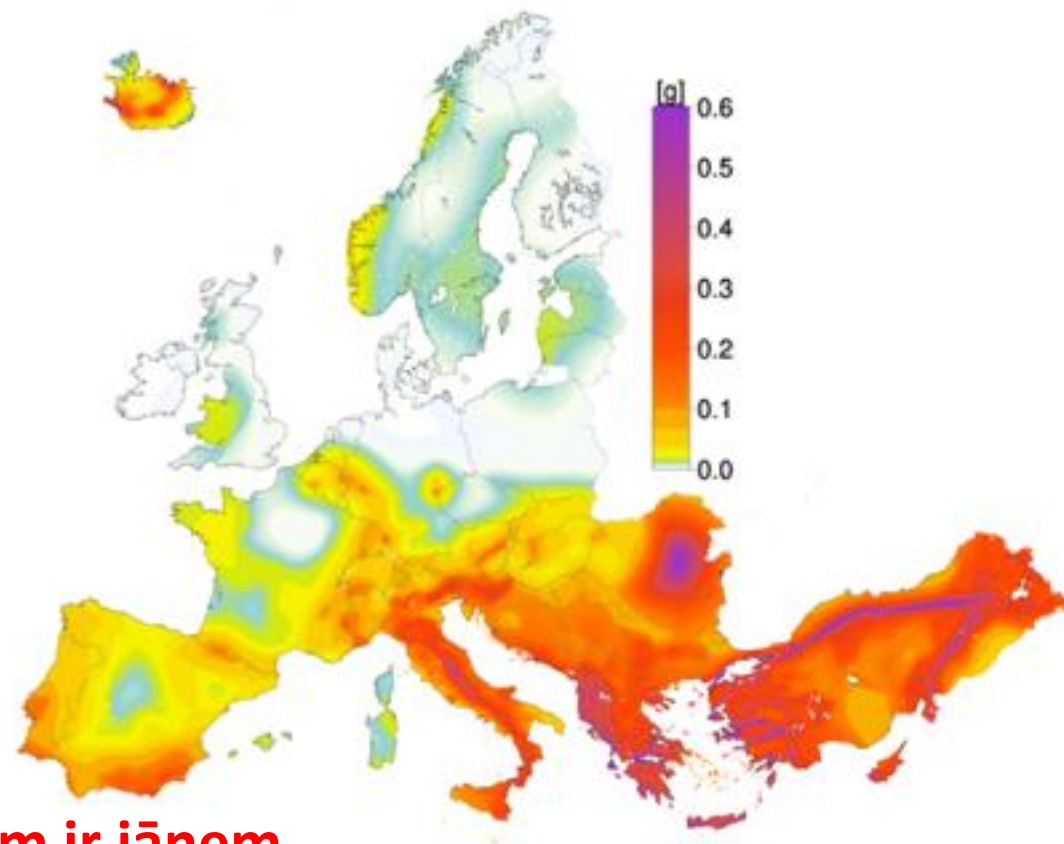
$F_{\alpha}$  vietas pastiprinājuma faktors:

- Telpiski – ļoti mainīgs
- Ietekmē lokālas ģeotehniskās un ģeoloģiskās īpašības
- **Precīzi** novērtēt var tikai ar lauka mērījumiem

$$S_{\alpha,475} \text{ vai } S_{\alpha,4750}$$



ESHM20 modelis ar atkārtotānās periodu 475 gadi (Danciu et al, 2021)



**Kritiski svarīgām ēkām ir jāņem  
vērā garāki atkārtotānās periodi**

ESHM20 modelis atkārtotānās periods 4745 gadi (Danciu et al, 2021)

# Kā iegūst $S_{\alpha,475}$ vai $S_{\alpha,4750}$ modeļus?

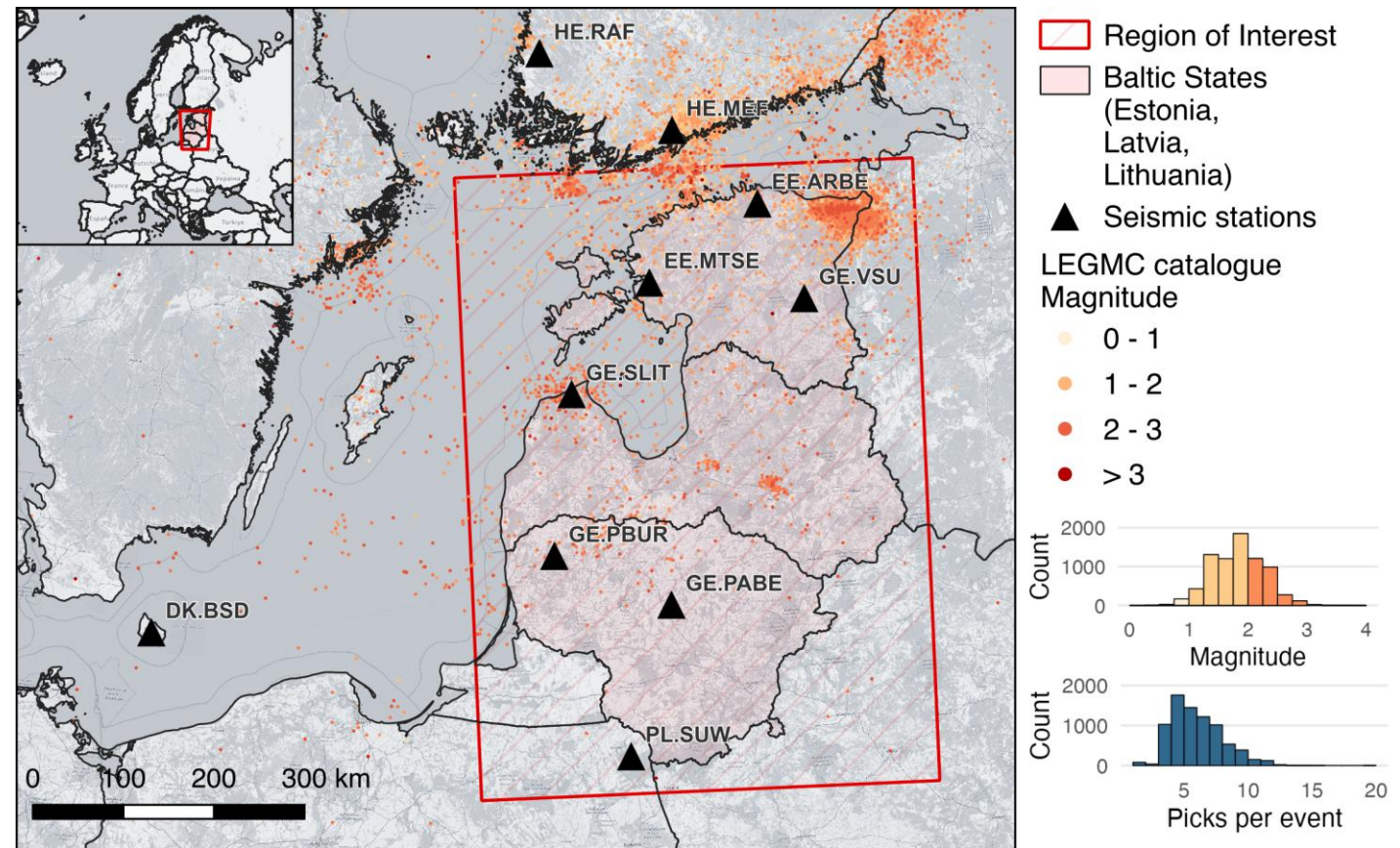
Galvenais avots ir **vēsturiskās zemestrīces**:

1. Magnitūda
2. Atrašanās vieta
3. Atkārtošanās biežums

Grūtāk ir vietās, kur zemestrīču skaits ir neliels, piemēram Latvijā

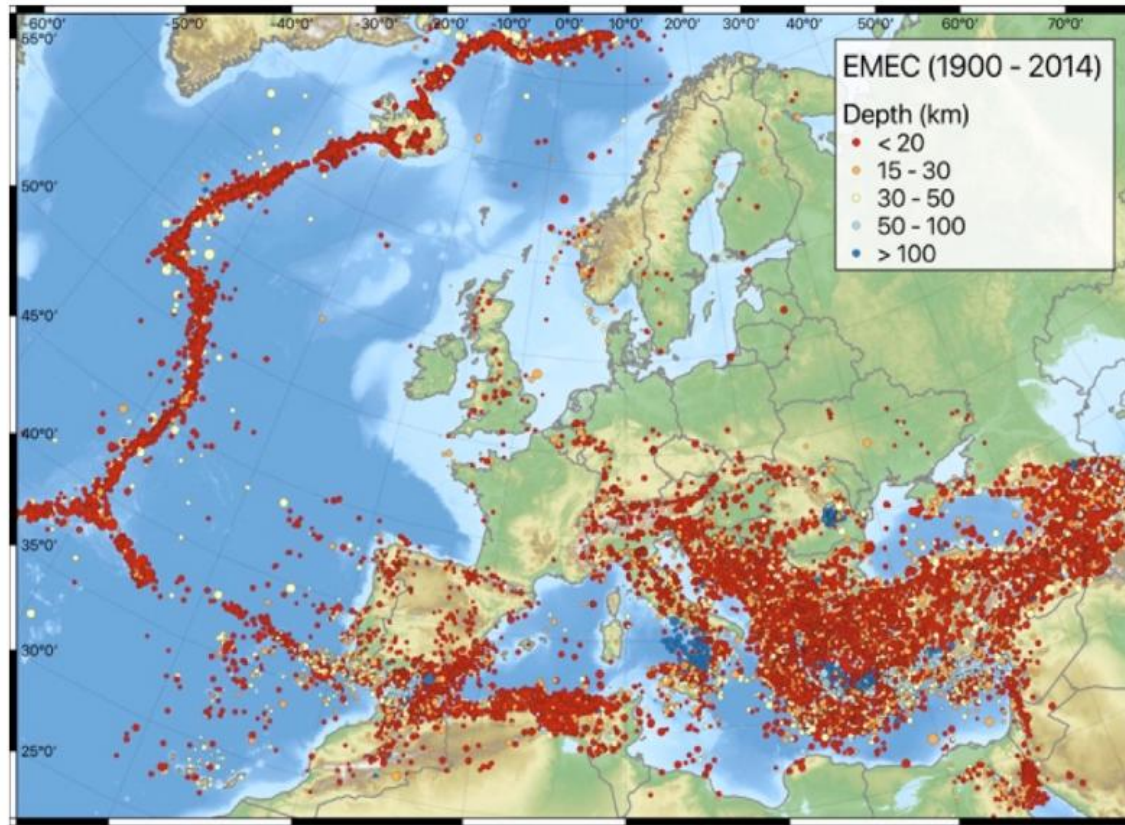
Tad modeļi bāzējas ģeoloģiskajā informācijā:

- **Aktīvajos** lūzumos
- Teritorijas ģeoloģiskajā vēsturē

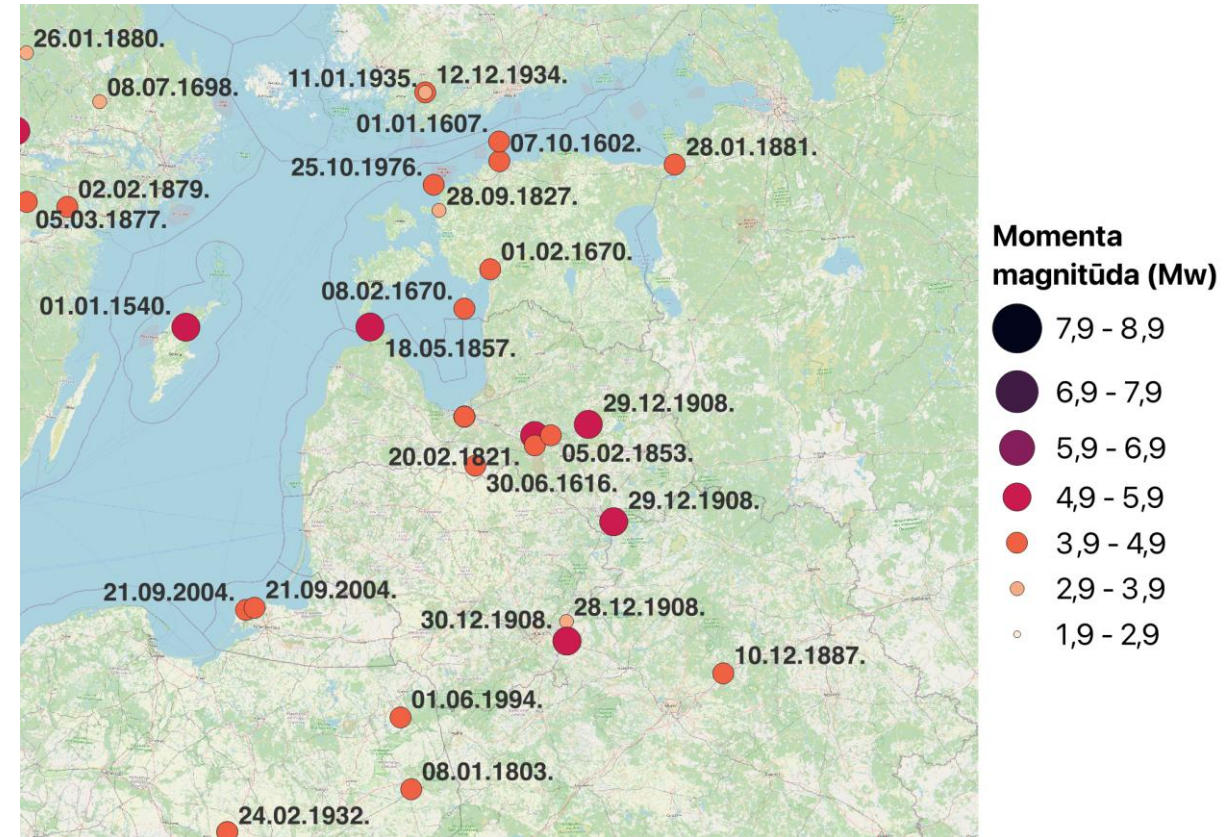


*Seismisko notikumu katalogs no 2008. līdz 2021. gadam (Ņikuļins, 2020).  
Ievērojami lielākā daļa ir cilvēku izraisīti*

# Kā iegūst $S_{\alpha,475}$ vai $S_{\alpha,4750}$ modeļus?



*Daļa no ESHM-20 iekļautajām zemestrīcēm pēc 1900. gada*



*ESHM-20 iekļautās zemestrīces Latvijā un tās apkārtnē.  
Pārrēķināta uz seismiskā momenta magnitūdu  
Redzamas daudzas apšaubāmas zemestrīces*

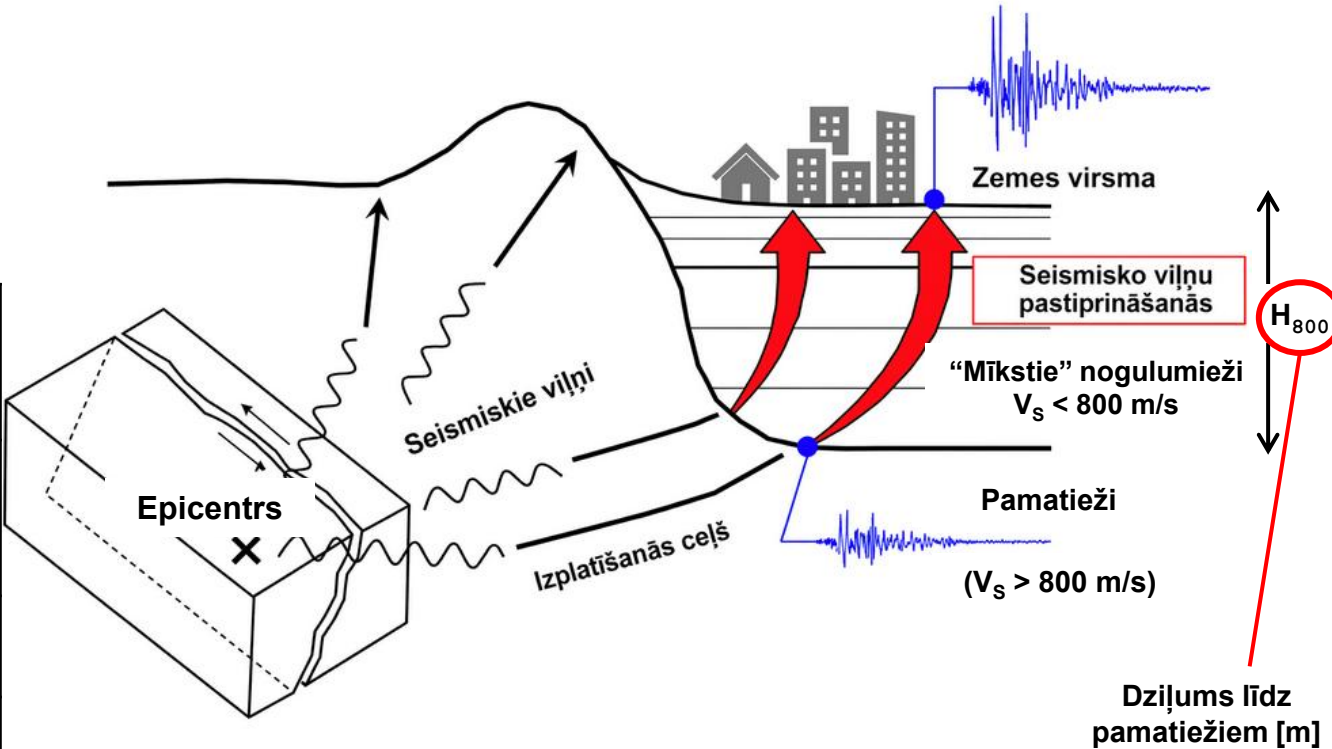
**ESHM-20 modelī ir daudz nenoteiktības**

# Seismisko viļņu pastiprināšanās virs nogulumiežiem

Seismisko viļņu pastiprināšanos nosaka **divi** faktori

- Seismisko šķērsviļņu ātruma ( $V_s$ ) atšķirība starp pamatiežiem un grunti zemes virspusē
- Dziļums līdz seismiskajam pamatiežim ( $H_{800}$ )

| Grunts stingrības klase | $V_s$ diapozons                    | Stingra grunts           | Vidēji stingra grunts    | Mīksta grunts            |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Grunts dziļuma klase    | $H_{800}$ diapazons                | $400 \leq V_s < 800$ m/s | $250 \leq V_s < 400$ m/s | $150 \leq V_s < 250$ m/s |
| Ļoti sekla              | $H_{800} \leq 5$ m                 | A                        | A                        | E                        |
| Sekla                   | $5\text{ m} < H_{800} \leq 30$ m   | B                        | E                        | E                        |
| Vidēja dziļuma          | $30\text{ m} < H_{800} \leq 100$ m | B                        | C                        | D                        |
| Dziļa                   | $H_{800} > 100$ m                  | B                        | F                        | <b>F</b>                 |



Latvijas gadījums

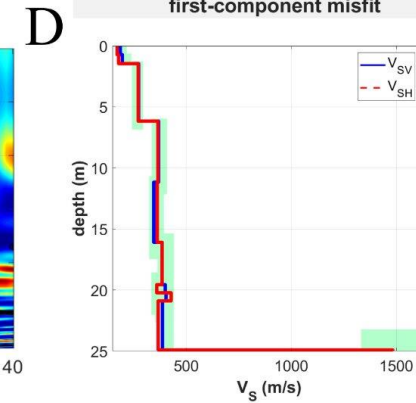
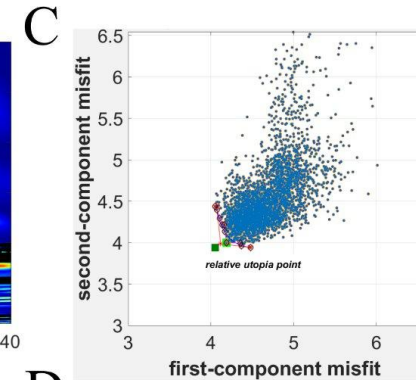
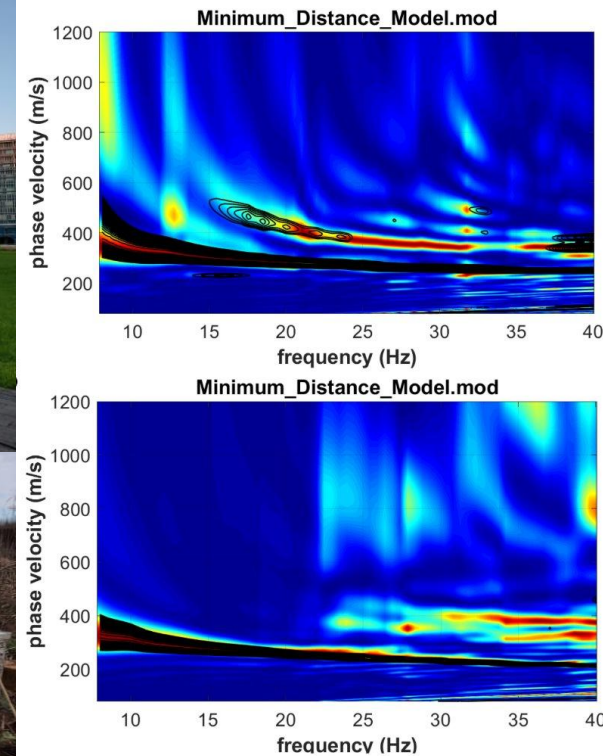
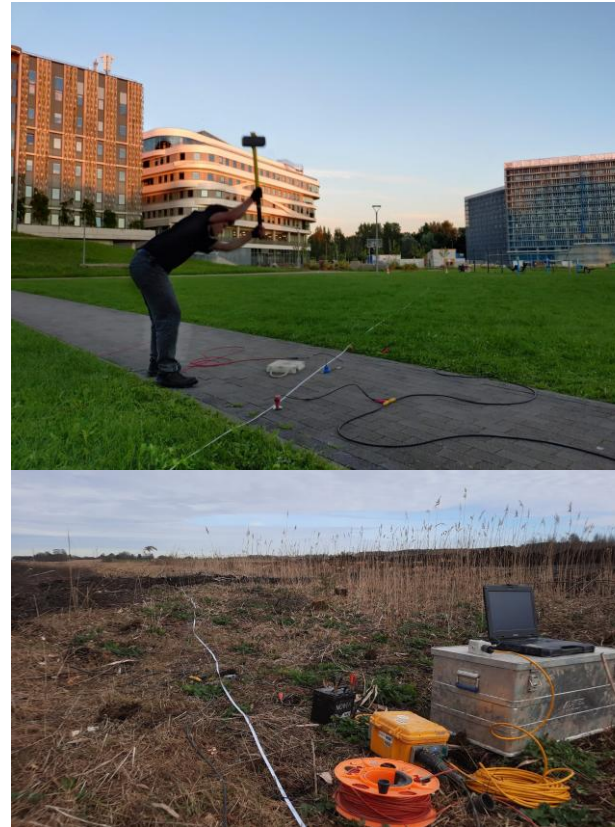
| Grunts<br>kategorija | $F_\alpha$                                     |                                 |
|----------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
|                      | $H_{800}$ un $v_{s,H}$ mērījumi ir pieejami    | Noklusējuma vērtība             |
| A                    | 1,0                                            | 1,0                             |
| B                    | $(v_{s,H}/800)^{-0,4} \alpha$                  | $1,3 (1 - 0,1 S_{\alpha,RP}/g)$ |
| C                    |                                                | $1,6 (1 - 0,2 S_{\alpha,RP}/g)$ |
| D                    |                                                | $1,8 (1 - 0,3 S_{\alpha,RP}/g)$ |
| E                    | $(v_{s,H}/800)^{-0,4} \alpha (H/30)(4 - H/10)$ | $2,2 (1 - 0,5 S_{\alpha,RP}/g)$ |
| F                    | $0,9 (v_{s,H}/800)^{-0,4} \alpha$              | $1,7 (1 - 0,3 S_{\alpha,RP}/g)$ |

$F_\alpha$  faktora aprēķins dažādām gruntīm (pēc 8. Eirokoda 5.4. tabulas)

**Latvijas gadījums**

# Kā nosaka vietas pastiprinājumu?

- Precīzi to var izdarīt tikai ar lauka mērījumiem
- Zondēšana, paraugu ievākšana, laboratorijas testēšana
- Seismiskās zondēšanas metodes (aktīvā virsmas viļņu metode – **MASW**, pasīvie trokšņa mērījumi)

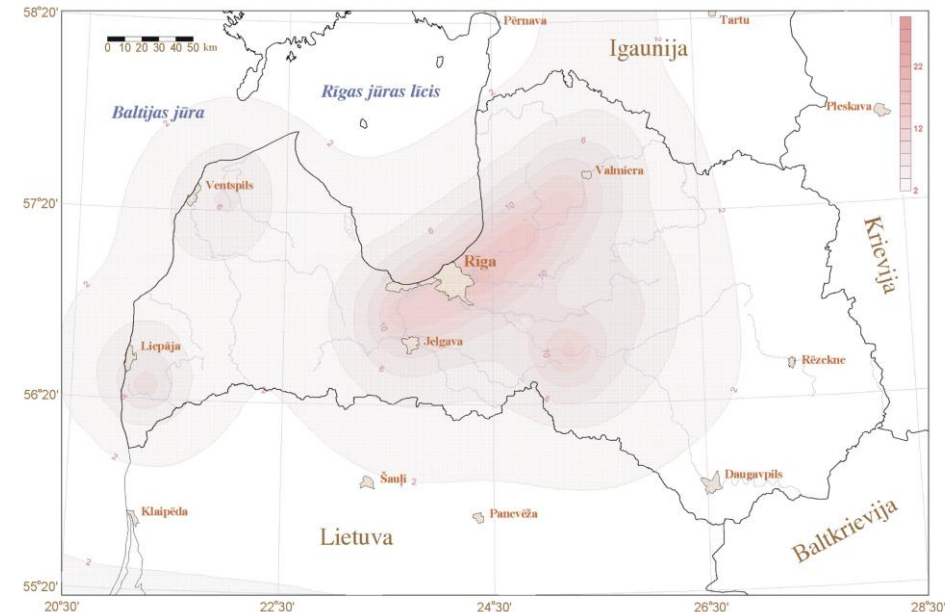


*Pasīvās un aktīvās seismiskās  
izpētes metodes un to tipiskais  
rezultāts –  $V_s$  profils*

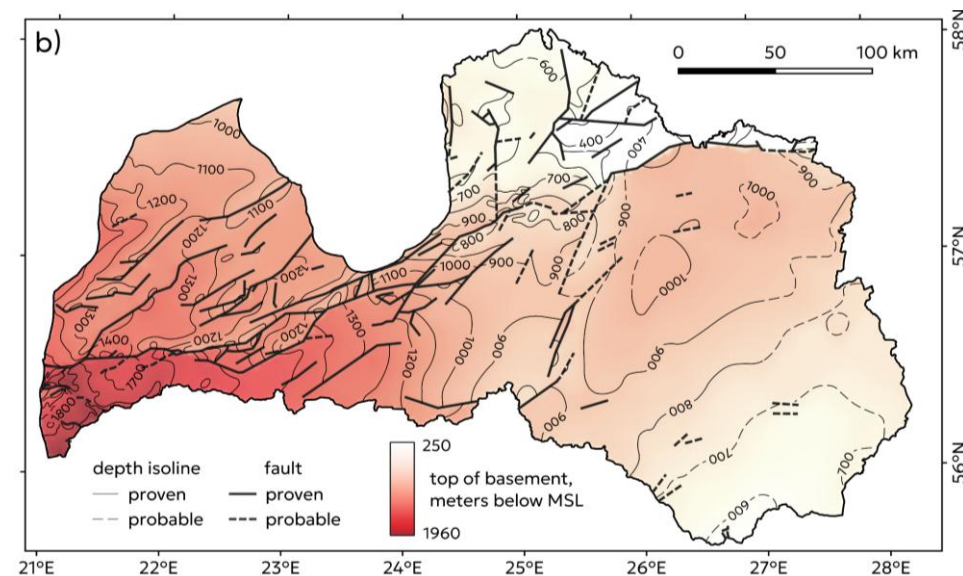


# Situācija Latvijā

- Šobrīd labākais avots  $S_{\alpha,475}$  ir **ESHM-20**
- Līdz 2015. gadam būvnormatīvā LBN 005-99 izmantoja arī V. Nikuļina disertācijas ietvaros izstrādāto seismiskā riska karti
  - Labs materiāls, bet aprēķins bāzēts ģeoloģisko lūzumu informācijā
  - Pēdējie pētījumi rāda, ka lūzumus **nepieciešams pārskatīt**
- Seismisko viļņu pastiprinājuma faktors  $F_{\alpha}$  nogulumiežos Latvijā **nav konspektīvi pētīts**
  - Mērījumi par  $V_{s30}$  iegūti tikai kā blakusprodukts vēja turbīnu izpētē



Maksimālais virsmas paātrinājums (PGA [ $\text{cm/s}^2$ ] pēc (Nikuļins, 2020) ar atkārtosnās varbūtību 475 gadi

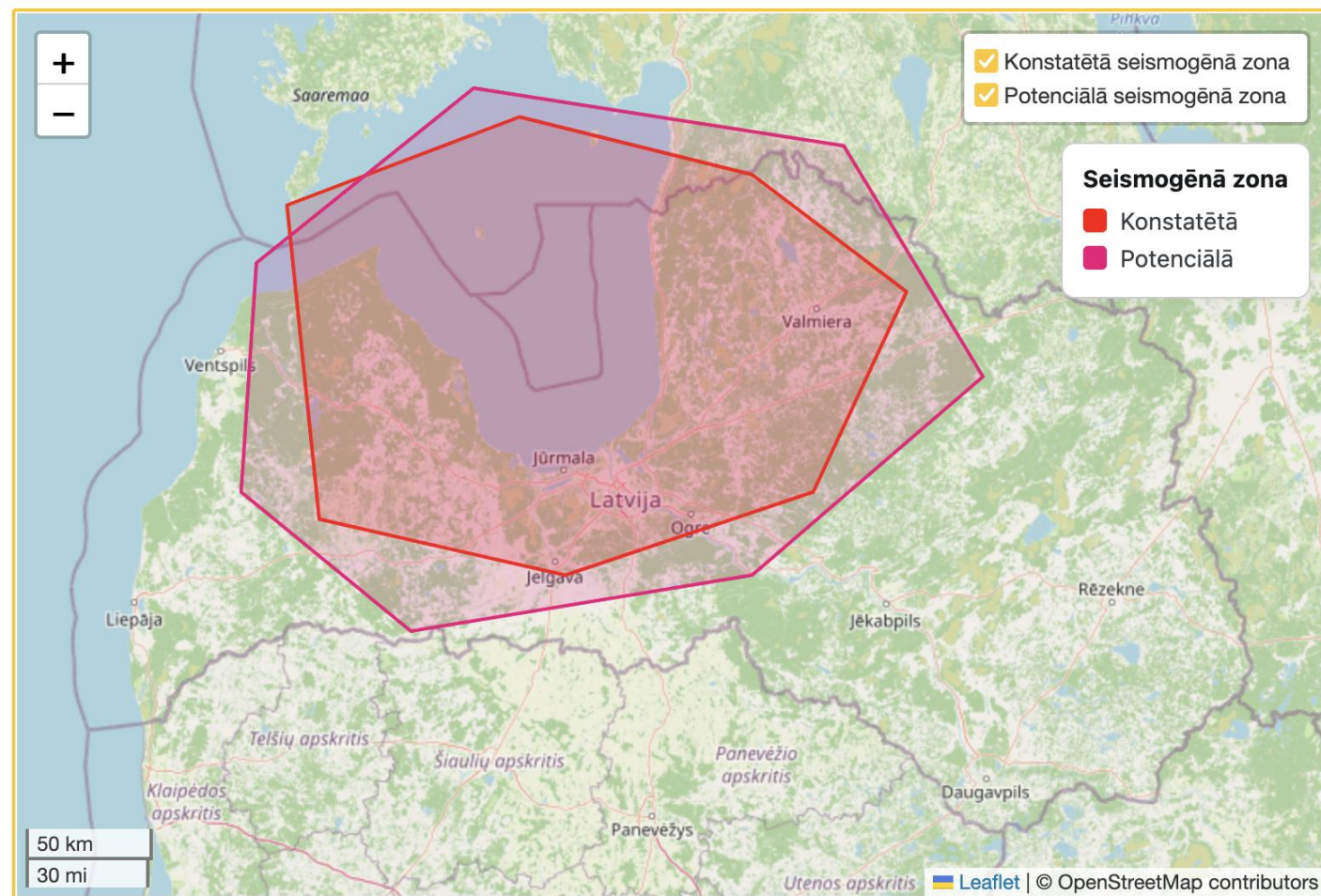


Digitalizēta Latvijas kristāliskā pamatklintāja virsma un ģeoloģiskie lūzumi (pēc Karušs u.c., 2026)

# Apšaubāma informācija internetā

**Izvilums no neogeo.lv**  
*“Vairāk nekā 50% Latvijas iedzīvotāju dzīvo uz konstatētām un potenciālām seismogēnām zonām”*

**Nav minēti apsvērumi par tām; cik lielas zemestrīces un kāpēc tieši tur būtu iespējamās?**



<https://neogeo.lv/zemestrices-latvija/>

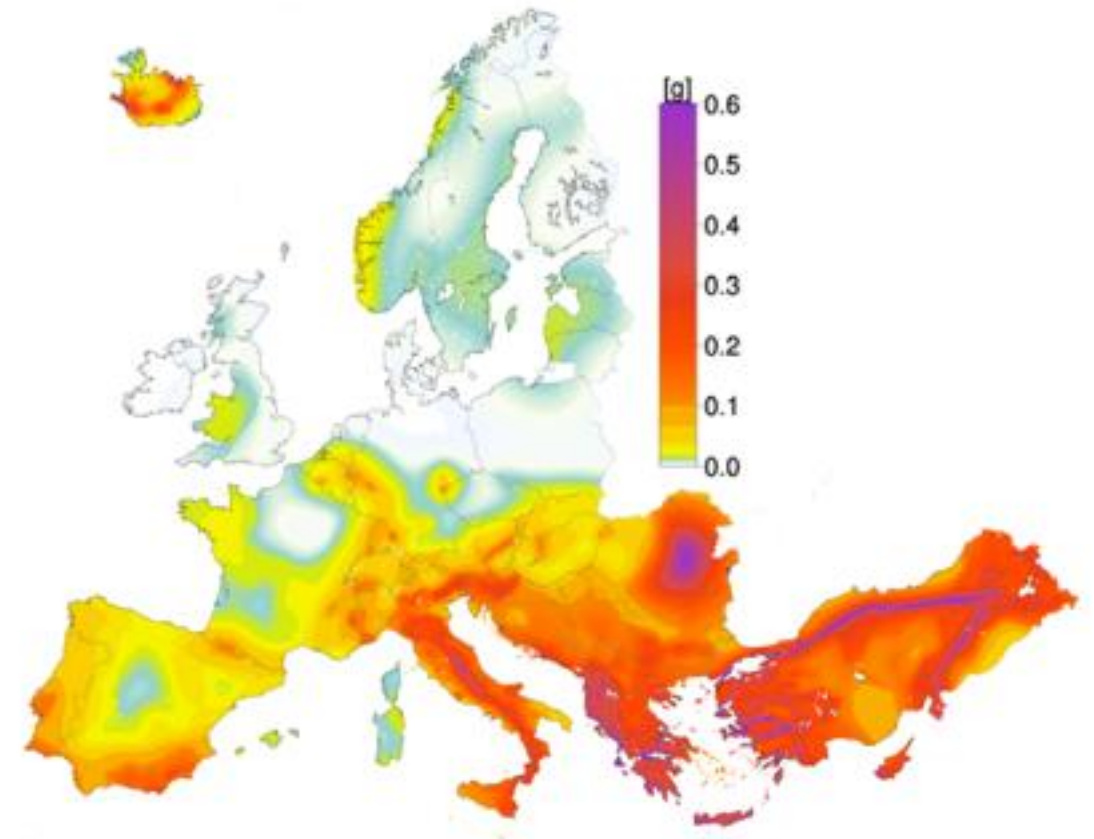
# Apkopojums – vai seismiskais risks ir jāņem vērā?

Eirokods specifiski norāda:

*“The provisions of EN 1998 (all parts) may be neglected in cases of very low seismic action class”*

Problēma gan var rasties kritiski svarīgām būvēm (zemāki  $S_{\alpha,4750}$  sliekšņi)

**Daudz nezināmā** – līdz ar to sarežģītām būvēm vienmēr nepieciešams individuāls novērtējums

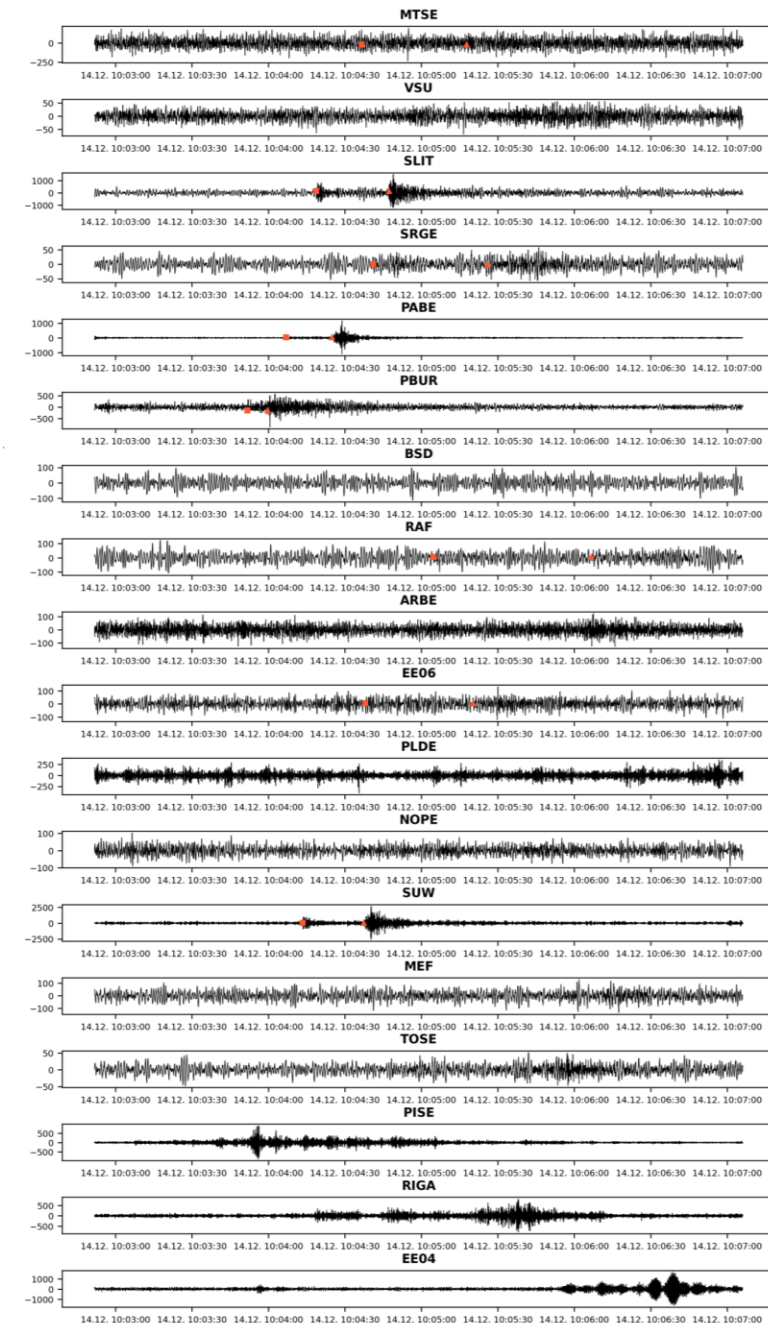


**ESHM20**

ESHM20 modelī, atkārtotais periods  
4745 gadi (Danciu et al, 2021)

# Inducētais seismiskais risks

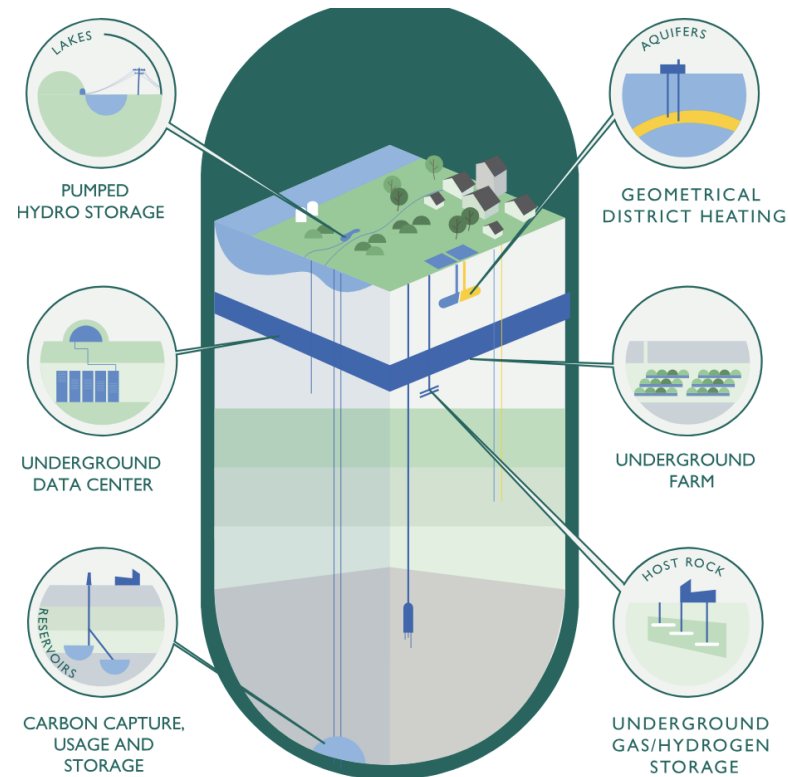
- Seismiskā riska kartes **tipiski** neņem vērā cilvēku datbību
- Cilvēku darbība pazemē var izraisīt arī **inducētas** zemestrīces
- CO<sub>2</sub> uzglabāšana, enerģija, dziļas raktuves
- Tuvā nākotnē **Latvijā** augsta **aktualitāte**



Lietuvas 2025. gada 14. decembra inducētās zemestrīces

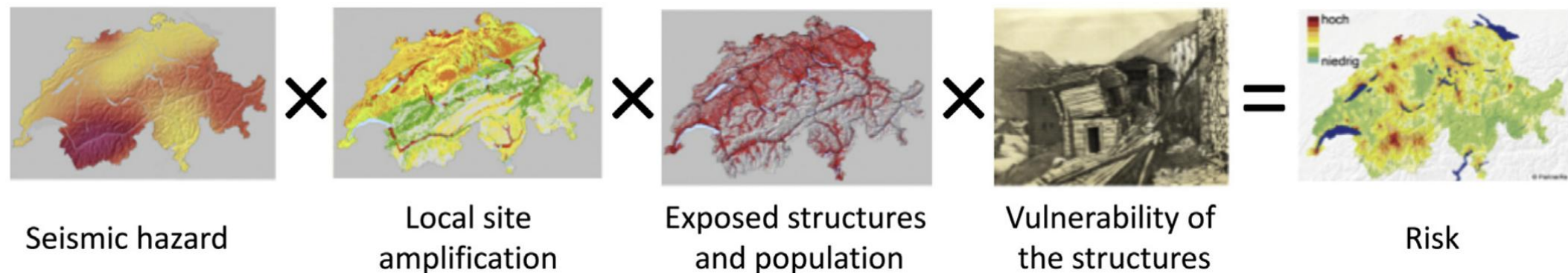
# Infrastruktūras projekti – Igaunijas piemērs

- Plāns par Paldiski pazemes enerģijas glabātuvi
- Silta ūdens sūkņēšana un atsūkņēšana 750 metru dziļumā
- **Ietekmes uz vidi novērtējums** norādīja uz seismiskā riska izvērtējuma nepieciešamību
- Šobrīd notiek monitorings pirms infrastruktūras izbūves lai novērtētu "dabisko fona risku"
- Monitorings tiks turpināts infrastruktūras izbūves laikā

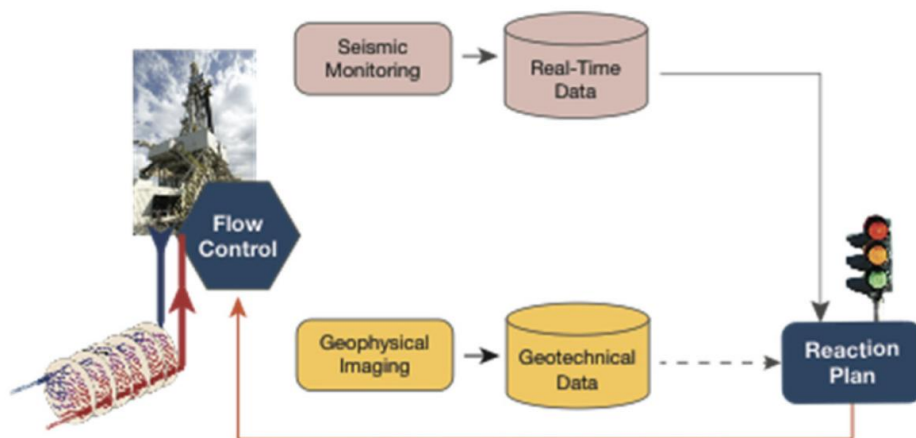


Attēli no *Zero Terrain* ([zeroterrain.com](https://zeroterrain.com))

# GRID seismiskā riska novērtējuma sistēma



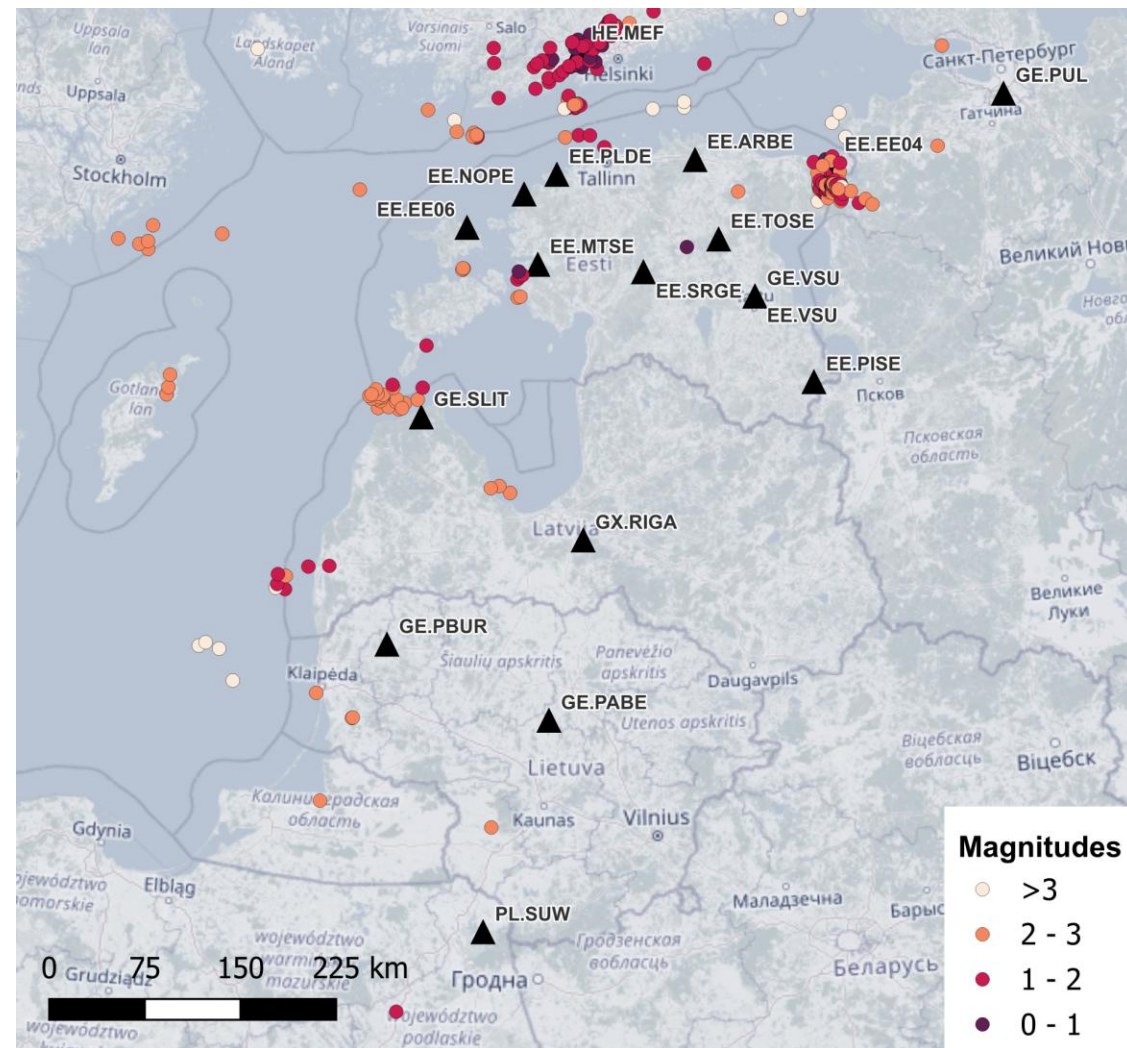
Social concern 



- GRID seismiskā riska novērtējuma sistēma (Trutnevyte un Wiemer, 2017)
- Izmantota arī IVN veikšanai Paldiski pazemes enerģijas glabātuvē
- Pielāgojama dažādiem pazemes uzglabāšanas un ģeotermālajiem projektiem

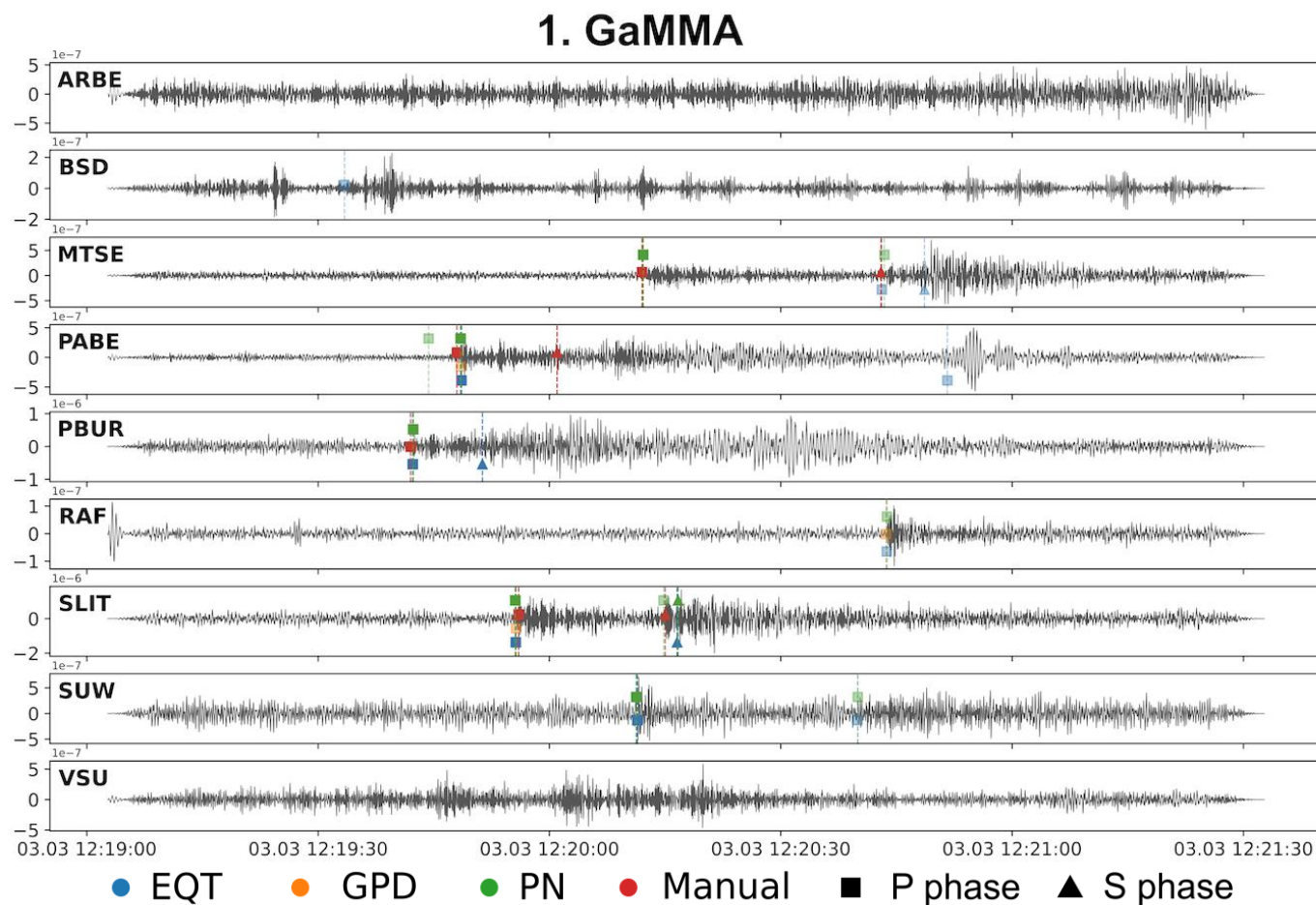
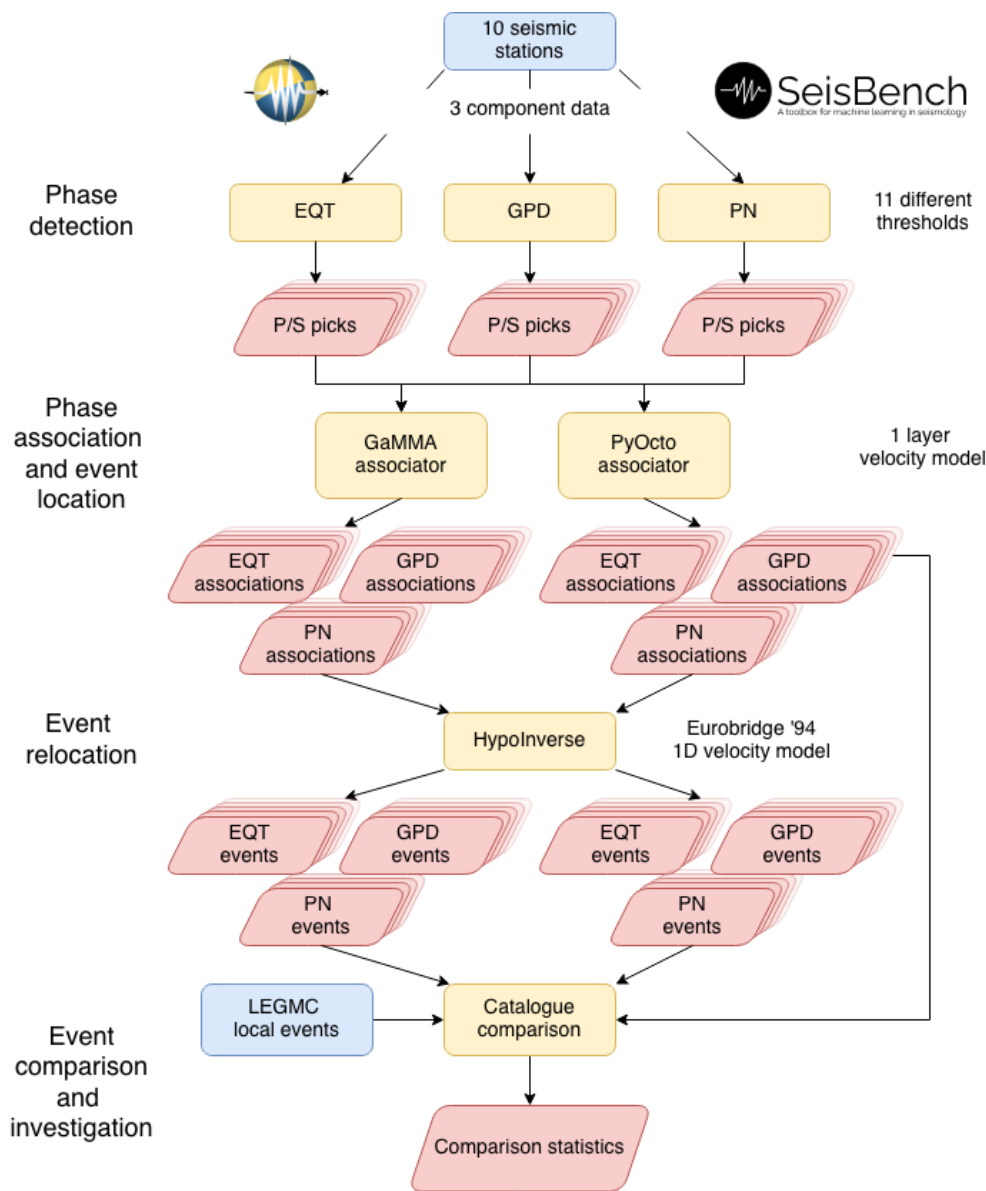
# Kas jau šobrīd tiek darīts?

- **Seismiskais monitorings**
  - Nepieciešams lielāks tīkls – piemēram, Igaunijā ik gadu ir ~50 reižu vairāk seismisko notikumu
- Pārskatīti padomju ģeofizikālie dati lūzumu atkārtotai izvērtēšanai
- $V_{s30}$  mērījumi kā blakusprodukts mērījumiem Latvijā
  - Vēl nav mērķtiecīgu pētījumu, kas apkopotu rezultātus
- Iesākts darbs pie nacionālā pielikuma izveides 8. Eirokodam



*Fiksētie **252** seismiskie notikumi Baltijas valstīs  
un to apkārtnē 2025. gadā*

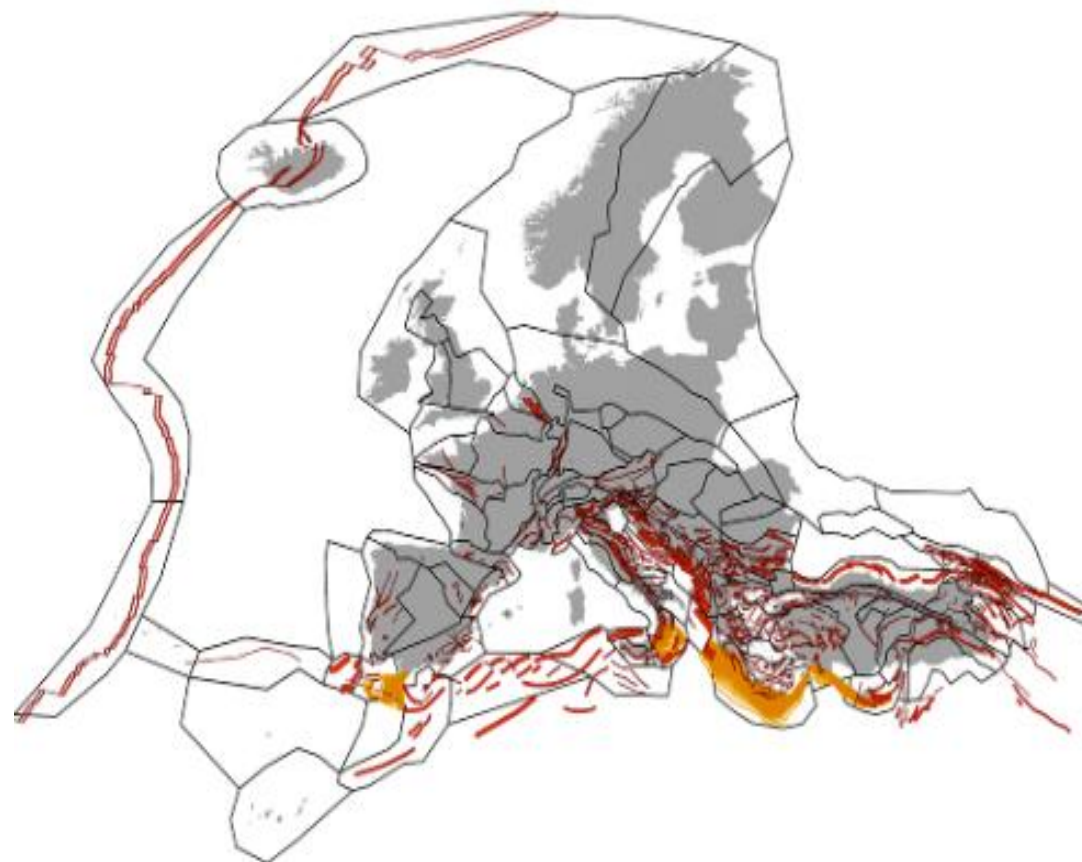
# Kā palīdz mākslīgais intelekts?



*Pētījumi par automātisku seismisko notikumu izdalīšanu, magnitūdu un atrašanās vietas noteikšanu (Zandersons un Karušs, 2026)*

# Ko Latvijā vajadzētu darīt?

- Inducētais seismiskais risks – pagaidām IVN Latvijā tam nepievērš pastiprinātu uzmanību
  - Tas ir arī projektētāju interesēs
- Izvērst Latvijas seismiskā monitoringa tīklu
  - Ļautu novērtēt nelielo zemestrīču ( $M_w < 2$ ) daudzumu, un precīzāk noteikt Latvijas  $S_{\alpha,475}$
- Apkopot Latvijas vidējās  $V_{s30}$  vērtības
- Kritiskām vietām – veikt seismiskos mērījumus  $V_{s30}$  un  $H_{800}$  noteikšanai
  - Ar seismiskajām ģeofizikālajām metodēm izmaksas ir salīdzinoši nelielas



*Seismiskās zonas un aktīvie lūzumi ESHM-20 modelī (Danciu et al, 2021)*

# Paldies par uzmanību!



UNIVERSITY OF  
LATVIA