

Deset najbolj pogostih vprašanj o tresenju tal

Janez Mayer, univ.dipl.inž.rud.

V zadnjem času se na Premogovnik Velenje pogosto naslavljajo pritožbe zaradi tresenja tal. V zvezi s tem se je veliko pisalo po časopisih, vendar je šlo v večji meri za nestrokovne in neobjektivne prispevke. Tukaj bomo še s tehničnega vidika poskušali pojasniti 10 najbolj pogostih vprašanj, ki se pojavljajo v zvezi s tem.

1. **Koliko se tresejo tla v Šoštanju?** Maksimalne izmerjene vrednosti nihanja tal, ki jih vršimo že od leta 1997 v Šoštanju znašajo 2.7-2.9mm/s, tipično pa so nekje 0.7 do 1.1mm/s. Število tresljajev niha od 10 do 40 v enem mesecu. Največ tresljajev je šibkih, močnejši se pa zgodijo le redko, morda enkrat ali dvakrat letno. Meritve se izvajajo v Mayerjevi vili v Šoštanju po nemškem standardu za tresenje tal.
2. **Kaj je standard za tresenje tal?** Vibracije zaradi razstreljevanja so v bistvu valovanje, ki se širi skozi tla. Standard določa omejitve za valovanje podobno kot hitrostne omejitve na cesti. Da zagotovimo da je razstreljevanje znotraj standarda se uporablja princip zamikanja posameznih manjših odstrelkov. Če vržemo kamenje v vodo lahko vidimo da je vpliv na valovanje veliko večji če so vsi kamni vrženi v vodo naenkrat, kakor če jih vržemo tako da padajo en za drugim v hitrem zaporedju. Vibracije v tleh se obnašajo zelo podobno. Da pa jih lahko merimo, rabimo bolj precizno metodo. Zato se za kontroliranje vibracij tal uporablja seizmografe. Seizmografi merijo maksimalno hitrost valovanja delcev tal pri vibracijah v enotah mm/s. Standard določen z nemškim DIN 4150 znaša 3mm/s in več za spomeniško zaščitene objekte, 5mm/s in več za stanovanjske objekte ter 10mm/s in več za industrijske objekte odvisno od frekvence valovanja.
3. **Kaj so mm/s?** Začnimo z delcem ki se nahaja na tleh. Val vibracij se približuje in delec se prične krožno gibati. Za vsak val naredi delec pot polnega kroga. Vsak val je približno 150m dolg. Višina vala je enaka višini kroga, kar je v primeru razstreljevanja enako 0.25mm - kar je približno enako premeru človeškega lasa. Delec naredi premik približno 0.76mm okoli kroga v času ko gre mimo en val. Vsako sekundo gre mimo okrog 24 valov kar znese skupno premik okrog 19mm okrog kroga ki ni večji od človeškega lasa. Takšno valovanje ustreza meji standarda pri 0.75 inch/s ali 19.1mm/s, ki velja v Združenih državah Amerike.
4. **Kako je razstreljevanje projektirano da se zadržijo vibracije na varnem nivoju?** Kot vemo pri metanju kamenja v vodo lahko z zamikanjem zadržimo vibracije na nižjem nivoju. Z upoštevanjem tega principa v proizvodnji mineralnih surovin načrtujemo razstreljevanje kot verižno serijo manjših eksplozij. V praksi se izvede to tako, da se zvrta več vrtin določene globine, se napolnijo s posebnim razstrelivom in dodatno zamašijo z mašilom. Polnitve vrtin so povezane s časovno zakasnilnimi iniciatorji eksploziva, ki so zvezani tako, da se posamezne polnitve prožijo v točno določenem zaporedju in da so vibracije izven območja razstreljevanja minimalne. Kadar je razstreljevanje na tak način načrtovano, so vibracije posledica razstreljevanja v posameznih vrtinah, kar ima z vidika drobljenja hribine enak

učinek kot če bi razstreljevali z eno samo vrtino, z vidika vibracij pa je učinek približno enak kot če razstreljujemo z eno samo majhno polnitvijo vrtine. Razlog je v tem ker so učinki vibracij razdeljeni. Razstreljevanje je zahtevna in natančna znanost. Če je polnitev vrtine premajhna potem hribina ne bo zdrobljena in večji del energije se bo sprostil v obliki valovanja. Kadar pa razstreljujemo z manjšimi polnitvami, pa to pomeni da moramo razstreljevati bolj pogosto. Po drugi strani pa kadar veliki odstrel ni pravilno načrtovan, pa to pomeni, da se bo več energije kot je to potrebno, sprostito v obliki valovanja. Zato je potrebno da se z razstreljevanjem ukvarjajo strokovnjaki, ki se pri svojem delu poslužujejo znanosti, novih tehnologij in izkušenj. Da lahko pravilno načrtujemo razstreljevanje moramo poznati ravno pravo količino razstreliva in ravno pravilne razmike med vrtinami in pravilne časovne intervale med polnitvami, tako da je drobljenje kamnine maksimalno in da so vibracije minimalne. Pravilno razstreljevanje je tako, kjer se več kot 95% energije uporabi v razstrelilnem polju. Le 5m stran od razstrelilnega polja kamnina sploh ni zdrobljena ali celo sploh poškodovana. Preostale vibracije se manjšajo eksponentno z razdaljo, tako da se le malenkosten delež vibraciji širi dlje kot 500m stran. Ta lastnost omogoča, da nivo vibracij pade pod nivo določen s standardom takrat ko vibracije dosežejo hiše.

5. **Ampak, jaz pa čutim tresenje tal!** Meja, kjer ljudje pričenejo čutiti tresenje tal je bistveno nižja kot je standard za varno tresenje tal. Kot živi seizmografi lahko ljudje zaznajo že zelo šibke vibracije ki znašajo tudi 2/100 inch/s ali 0.5mm/s, po naših podatkih iz Šoštanja tudi 0.1mm/s. Nekateri ljudje so vznemirjeni in zaskrbljeni že zaradi vsakih tresljajev ki jih začutijo medtem pa ko drugi sploh niso zaskrbljeni zaradi vibracij, ki jih čutijo pri varnem in dovoljenem nivoju določenim s standardom. Ljudje čutijo zelo šibke vibracije, vendar samo seizmografi lahko pravilno izmerijo katere vibracije so varne. Desetletja obširnih raziskav, ki jih je financirala ameriška vlada in izvajali USBM (US Bureau of Mines) in druge ameriške agencije, so določile meje varnega tresenja tal. Ameriške vladne organizacije so se odločile za izredno konzervativno postavljene meje varnega tresenja tal, ki znašajo od 0.75 do 2.0 inch/s ali 19 do 50 mm/s odvisno od razmer. Te vrednosti zagotovo ne povzročajo razpok in poleg tega zagotavljajo zadosten faktor varnosti. V splošnem povsod velja, da je najnižja meja tresljajev pri kateri se pojavijo površinske razpoke v suhem zidu okrog 4 inch/s ali 100mm/s ali 5x več kot to določa ameriški standard (0.75 inch/s). Meja pri kateri se pojavijo take razpoke ki oslabijo zgradbo je okrog 8inch/s ali 200mm/s, kar je 10x več kot določa standard. Meja kjer se pojavijo poškodbe betonskih plošč ali preklad znaša 10inch/s ali 254mm/s kar je 13x več od standarda. Če se takšna razpoka pojavi v nosilnih konstrukcijskih elementih potem bi v bistvu morale popokati tudi stene kot rezultat istih vibracij. Če primerjamo te meje z mejami človeškega zaznavanja potem ugotovimo, da ljudje čutijo tresenje, ki znaša 37 krat manj kot določa ameriški standard pri 0.75 inch/s ali 19mm/s. To je po drugi strani tudi 200x manj kot 4 inch/s kar je meja, kjer nastanejo majhne površinske razpoke na spojih suhega zida.
6. **Ali ponavljajoče tresenje tal povzroča škodo?** Meja določena z ameriškim standardom pri 0.75 inch/s ali 19 mm/s je varna in zanesljiva meja celo za ponavljajoča tresenja tal. Ameriške agencije so izvedle študije, v okviru katerih so s posebno opremo stresali cele hiše nenehoma cele dneve. Študije so pokazale, da dokler so bile vibracije pod mejo 19mm/s, določeno z ameriškim standardom, na hišah ni bilo popolnoma nobenih poškodb.
7. **Kaj pa hrup ki se sprošča?** Kot posledica se pri razstreljevanju ali sprostitvi napetosti sprošča tudi hrup v obliki zračnega udara. Tudi te vrednosti so določene s standardi z

namenom da se ohranijo v varnih mejah, ki so pod mejami hrupa ki se sprosti pri preletu reaktivnega letala ali gromu.

8. **Ampak jaz imam razpoke v hiši, kaj pa te?** Tudi kadar imamo hišo z močnimi temelji lahko razpoke povzroči neenakomerno posedanje tal. Na primer če je pod temelji kakorkoli prisotna organska komponenta zemljine, potem se hiša ne more enakomerno pogrezati in kot posledica betonski temelji in zidovi lahko počijo. To se lahko nazorno opazi ob suši, ko se te organske zemljine osušijo in skrčijo. Najbolj zanimive so bile študije, ki so pokazale, da se razpoke širijo in krčijo že pri dnevnih spremembah temperature in vlažnosti. Te deformacije se o svojih posledicah na pokanje sten lahko ekvivalentno povežejo z maksimalnimi dopustnimi vrednostmi nihanja tal določenimi s standardom. 10% spremembe v vlažnosti je ekvivalentno 25 do 60mm/s. Sprememba temperature za 10 stopinj je ekvivalentno 25 do 82 mm/s. Kot rezultat tega in tudi drugih dejavnikov ima vsaka hiša manjše površinske razpoke, če je ali pa če ni blizu območja kjer se razstreljuje.
9. **Ali lahko tudi kaj drugega povzroči tresenje v vaši hiši?** Veliko stvari lahko povzroči tresenje v vaši hiši, ki jih lahko primerjamo:
 - ognjemet na oddaljenosti 500m: 0.5-15mm/s,
 - loputanje z vhodnimi vrati: 3.8-48 mm/s,
 - zabijanje žeblja v steno: 5.1-53 mm/s,
 - veter s hitrostjo 36km/h: 15-66 mm/s,
 - veter s hitrostjo 80kmh: 27.9-170 mm/s.

Pogosti dogodki kot so ti ne povzročajo zaskrbljenosti zaradi vibracij, četudi so le te večje kot so določene s standardom. Dejansko je pri tresenju tal nenadnost dogodka tista, ki povzroči pozornost. To je tudi razlog se v industriji mineralnih surovin veliko pozornosti posveča načinom, kako čimbolj obveščati okoliške prebivalce o časih razstreljevanja, meritvah vplivov vibracij in seznanjanju z doseženimi nivoji vibracij.

10. **Torej so vibracije zaradi razstreljevanja pogosto bolj moteča nadloga kot resna nevarnost?** V urbanem okolju je veliko stvari ki so moteče: letala, vlaki, avobusi, policijske in gasilske sirene, smetarski kamioni itd... Vse to je lahko moteče, vendar je to vse še daleč od tega da je tudi škodljivo. Ne smemo pozabiti, da našete stvari tudi močno povečajo kvaliteto našega življenja. Tako kot tudi Premogovnik Velenje veliko prispeva za kvaliteto življenja v celotni dolini.