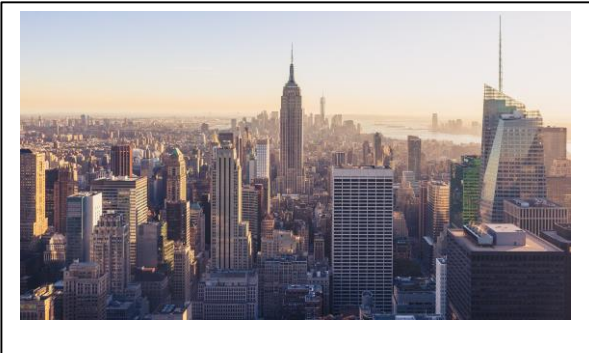


# Pilvelõhkujate ehitamine



## Märksõnad

- Inseneerimine
- Keskkonnateadused
- Jõud
- Maavärinad

## Teaduslik taust

### Sissejuhatus

Selles katses proovisime õlgede, kirjaklambrite ja teibi abil ehitada tugeva vähemalt kahetasandilise struktuuri, mis talub maavärina simulatsiooni.

### Jõud

Füüsikas on **jõud** põhjus, mis võimaldab muuta liikumisseisundit või ülejäänud keha või mis võimaldab seda deformeerida. Mõiste võib viidata võimele midagi liigutada, avaldada vastupanu või toetada raskust. Seetõttu on füüsiline jõud suurus, mis võib mõjutada **materiaalsete elementide kuju ja liikumist**. Võib öelda, et jõud mõjutavad **kehasid, millel on teatud mass**.

Jõud on seega füüsikaline nähtus, mis võib sõltuvalt antud rakenduspunktist, suunast ja intensiivsusest **muuta keha liikumiskiirust, liikumist ja struktuuri** (deformatsiooni). Näiteks objekti lohistamine, lükkamine või tõmbamine hõlmab jõu rakendamist, mis võib muuta selle puhkeolekut ja kiirust või deformeerida selle struktuuri. Samamoodi on jõud mõõdetav vektorsuurus, mida tähistab täht "F" ja selle mõõtühik rahvusvahelises süsteemis on Newton "N", mis on nime saanud Isaac Newtoni järgi.



Oma teises dünaamia seaduses kirjeldas ta, kuidas jõud on seotud massi ja keha kiirendusega.

Näiteks mida suurem on mass, seda suurem on jõud, mis objektile liikumise või muutuse saavutamiseks avaldab.

Jõud arvutatakse järgmise valemi abil:  **$F = m \cdot a$** .

**F**: keha või objekti liigutamiseks vajalik jõud (rahvusvahelises süsteemis arvutatakse see njuutonites). **M**: keha mass (rahvusvahelises süsteemis arvutatakse see kilogrammides). **A**: kiirendusühik (rahvusvahelises süsteemis arvutatakse meetrites sekundis ruudus  $m / s^2$ ).

## Seismiline aktiivsus

- Mis see on, kuidas seda mõõta,...

Seismiline risk on inseneri- ja matemaatilise analüüsi tulemus, mis võimaldab **hinnata tagajärgi kahjude osas, mida seismiline sündmus** võib antud piirkonnas põhjustada.

Arvutamisel võetakse arvesse maavärina ajavahemikku, toimumise tõenäosust ja intensiivsuse astet.

Üksikasjalikult sõltub seismiline risk kolme teguri koostoimest:

- Oht
- Haavatavus
- Kokkupuude

**Oht** on maavärina tõenäosus, mille magnituud (intensiivsus) on suurem kui kehtestatud tipplävi. See on määr, mis esindab antud piirkonna seismilisust (maavärinate sagedust ja tugevust) ning sõltub ainult piirkonna füüsilistest omadustest.

**Kokkupuude** viitab võimalusele kahjustada piirkonna majandust, elu- ja kultuuripärandit.

**Haavatavus** näitab hoone vastuvõtlikkust kahjustada ja variseda. See arv sõltub mitmest tegurist, nagu kehv disain ja ehitus, kehvad materjalid ning halb või ebapiisav hooldus. Siiski on selge, et mida suurem on haavatavus, seda suurem on tõenäosus, et hoone saab maavärina käigus kahjustada või isegi variseb kokku...



**Seismilise ohu** muutmine ei ole võimalik, rääkimata seismilise ohu vähendamisest. Haavatavus jääb aga ainsaks parameetriks, mille alusel on võimalik tegutseda ennetusmeetmete kaudu, et kaitsta niinimetatud haavatavaid hooneid.

## Põhiline inseneritehnika

- Ehitustingimused
- Kolmnurga jäikus, tugevad vormid
- Kaalujaotus

Geomeetria ja arhitektuur on kaks distsipliini, mis on põhimõtteliselt seotud. Üks tuntumaid geomeetrilisi kujundeid on kolmnurk. Kolmnurgad on **praktilised arhitektuuritööriistad** ning neid kasutatakse **hoonete ja muude ehitiste projekteerimisel**, kuna need **tagavad tugevuse ja stabiilsuse**.

Kui kolmnurga moodustamiseks kasutatakse ehitusmaterjale, on disainil suur alus. Ülaosa tipp **saab raskusega hakkama**, kuna energia jaotub kolmnurga ulatuses. Seetõttu on paljudel elumajadel tugeva konstruktsiooni tagavad vintsid. Kolmnurka on arhitektuuris kasutatud juba aastaid kui teisi levinud kujundeid, nagu kuppel, kaar, silinder ja isegi rattale eelnev. Tugevamad on võrdkülgsed ja võrdhaarsed kolmnurgad; nende **sümmeetria aitab jaotada kaalu**.

**Võrdkülgne kolmnurk** on arhitektuuris kõige levinum kolmnurk. Võrdkülgasel kolmnurgal on kolm ühtset külge ja igas astmes on 60 kraadised nurgad. Külgede pikkus on erinev. Tüüpiline näide võrdkülgsetest kolmnurkadest arhitektuuris on Giza püramiidide kompleks Egiptuses. Kõik neli kolmnurkset külge, mis moodustavad püramiidi, on võrdkülgsed kolmnurgad.

**Võrdhaarseid kolmnurki**, millel on kaks võrdset külge, leidub arhitektuuris ka kogu maailmas, eriti kaasaegses püramiidarhitektuuris. Washingtoni riikliku kunstigalerii idahoone arhitektuuris kasutati võrdhaarseid. New Yorgis asuv Flatironi hoone on üks maailma teedrajavamaid pilvelõhkujaid. See hoone ehitati Manhattanil kolmnurksele plokile, andes sellele kolmnurkse kuju, täpsemalt võrdhaarse kolmnurga.



Seda on hooldatud üle 100 aasta, mis näitab kolmnurkse arhitektuuri tugevust.

## Maavärin

- Skaala, suuruse määramine, testimine jne.

**Maavärinate intensiivsust** mõõdetakse **kahe skaalaga**, mis vastavad maavärina mõjule territooriumile (**Mercalli skaala**) ja maavärinast vabanevale energiale (**Richteri suurusjärg**). Need kaks skaalat on mõnikord segaduses, kuid mõõdavad väga erinevat mahtu. Mercalli skaala, mille algselt pakkus välja Giuseppe Mercalli 1902. aastal, on muudetud ja tuntud kui MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg) skaala. See põhineb nähtaval mõjul asjadele, maale ja nähtustele, mida inimesed tunnevad.

**Mercalli skaala** on aga seotud subjektiivsete hinnangute ja maavärinaga otseselt mitteseotud teguritega ning sellest ei piisa maavärina tekitatud energia määramiseks. Selle skaala alusel maavärinale omistatud intensiivsus on ebausaldusväärne, kuna kahjustused varieeruvad suuresti sõltuvalt epitsentri kaugusest, maastiku iseloomust, inimasustuse tihedusest ja hoonete ehitamisel kasutatud materjalide tüübist.

**Richteri skaala**, mille töötas välja 1935. aastal California Tehnoloogiainstituudi Charles Richter (1900–1985), on maavärinate klassifitseerimise skaala, mis näitab seismograafiga registreeritud seismiliste lainete amplituudi alusel maavärinast vabanevat energiat.

Maavärinale, mis genereerib epitsentrist 100 km kaugusel seismogrammil laineamplituudi 1  $\mu\text{m}$  (1 mikromeeter võrdub  $10^{-6}$  m), määratakse magnituudiks  $M = 0$ ; maavärinale, mis põhjustab laine amplituudi 10  $\mu\text{m}$ , määratakse tugevus  $M = 1$  ja nii edasi kuni  $M = 9$ .



## Igapäevaelu

### Katmandu 2015.a maavärin

- Mis juhtus, hoonete projekteerimine jne.

25. aprillil 2015 tabas Nepali **vägivaldne seismiline sündmus** magnituudiga 7,8 ja mille epitsenter asus umbes 34 km Lamjungist idakagus ning põhjustas Nepalis üle 8000 surma ja tõsiseid kahjustusi. See on seda piirkonda tabanud kõige ägedam seismiline sündmus alates 1934. aastast, mil 8,0-magnituudine maavärin tappis umbes 10 600 inimest.

**Mitu sajandivanust hoonet**, sealhulgas Dharahara torn, mis ehitati uuesti üles pärast 1934. aasta maavärinat ja mis asus Katmandus Durbari väljakul ja kuulus UNESCO maailmapärandi nimistusse olid hävitunud. Katmandu linna hävingut soodustas asjaolu, et linnake rajati eelajaloolisele järvele. Pehmetest setetest koosneva pinnase läbisid kiiresti seismilised lained, mis põhjustasid seega rohkem värinaid ja kahjustusi.

Katmandust tabanud maavärinat ennustati kuni selle võimalike kahjude üksikasjadesse. Nepal asub India ja Euraasia laamade piiril, kus maailma kõrgeimad mäed annavad tunnistust kokkupõrke vägivallast, mida juhtub aastas 5 cm. **Hoonete seismiline haavatavus** oli endiselt tuntud ja murettekitav tegur. Nepal on viimastel aastatel läbi viinud üldsuse teadlikkuse tõstmise kampaaniaid ja muid riskide vähendamise algatusi, ehkki piiratud rahaliste vahenditega. Mõned riskide vähendamisele pühendunud organisatsioonid, nagu National Society for Earthquake Technology, seadsid kahtluse alla, kui palju on tehtud hoonete parandamiseks ja elanikkonna harimiseks, kuidas maavärina korral käituda.

Maavärin ja selle tekitatud ulatuslikud kahjustused tõid esile **hoonete hapruse**, millest paljud on vanad või **iidsed ehitised**, kindlasti mitte maavärinakindlad ega vasta kehtivatele riiklikele standarditele. Kuid maavärin tõi esile ka ebavõrdsuse aspektid Nepali ühiskonnas, mis on tingitud geograafilistest, majanduslikest ja soolistest teguritest. Vaesemad maapiirkonnad said palju suuremat kahju kui linnad, kuna maahoonete ehitusomadused ja kooskõla on alati olnud kehvad.