

Kā Japāna ir pielāgojusi savus standartus, lai padarītu ēkas drošas pret zemestrīcēm

Pasaulē pret zemestrīcēm visneaizsargātākā valsts ar augstu kokmateriālu izmantošanas līmeni būvniecībā jau vairāk nekā gadsimtu ir centusies palielināt ēku noturību.

Avoti: japaneselumber, scienceblog.com, woodcentral, LMSP

Lai gan Ziemeļeiropā un Baltijā zemestrīces ir ārkārtīgi reta parādība, tomēr, dažādi aspekti koksnes izmantošanā būvniecībā citur ir ļoti interesanti un svarīgi arī kā moderna un daudzfunkcionāla materiāla popularitātes veicināšana. Mūsu Latvijā, ko bieži dēvējam par “mežsaimniecības un kokrūpniecības lielvalsti”, vēl joprojām plaša, valsts un pašvaldību atbalstīta, koksnes izmantošana ēku būvniecībā nav vērojama. Mums ir tikai atsevišķi “veiksmes stāsti” un “gada balvas”, kas ir daudz par maz. Pozitīvā pieredze koksnes inovatīvam un veiksmīgam pielietojumam būvniecībā ir ļoti būtiska nozīme mūsdienu apstākļos arī to vides politikas mērķu sasniegšanā, ko paši esam noteikuši.

Tokiju nesen atkal bija satricinājusi kārtējā zemestrīce - viena no simtiem zemestrīču, kas šogad skārušas Japānu. Tas notika pēc tam, kad pagājušā gada Jaungada vakarā Japānas centrālajā daļā notika 7,5 magnitūdu stipra zemestrīce, kas lika valstī izsludināt pirmo brīdinājumu par cunami kopš 2011. gada Tohoku t.s. “kodolnegadījuma”.

Vairāku pēdējo desmitgažu laikā spēcīgākā zemestrīce Japānā sagrāva ēkas, izraisīja ugunsgrēkus un pārtrauca svarīgas infrastruktūras darbību Noto pussalā, kad ģimenes svinēja Jaungada dienu. Tomēr, neraugoties uz virkni zemestrīču un pēcgrūdienu, Japāna ir tikusi galā daudz labāk nekā citur, kā piemēram, Turcija. Tur 7,8 magnitūdu zemestrīce 2023. gada februārī radīja ārkārtīgi lielus zaudējumus un bija milzīgs skaits bojāgājušo. Japānas panākumi zemestrīču postījumu mazināšanā lielā mērā skaidrojami ar ēku noturību pret konstrukciju sabrukšanu.

Mācība nākotnei

Vairāk nekā gadsimtu Japāna ir bijusi seismiskās arhitektūras un būvinženierijas attīstības avangardā, mainot būvnormatīvus, lai mazinātu tūkstošiem zemestrīču radītos riskus katru gadu. Japāna ir pielāgojusi būvkonstrukciju standartus, pagātnes katastrofas pārvēršot par smagu mācību nākotnei. Japāņu būvniecības tehnikā priekšplānā izvirzījusies koka konstrukciju projektēšana.

Februārī izdevums *Wood Central* intervēja *Japanese Lumber* direktoru Greimu Seijeru, kurš no šī gada maija asistēs Austrālijas arhitektu, inženieru un celtniecības kompāniju vadītāju vizītei Japānā. G.Seijers norādīja, ka citas valstis varētu daudz ko koksnes izmantošanas jomā aizgūt no japāņiem, lai celtnes izturētu zemestrīces un citas dabas katastrofas. Japānā jau gadsimtiem ilgi būvē pārsvarā koka ēkas, pielāgojot tās esošajiem apstākļiem.

“Kokmateriālu būvniecības kultūra ir saistīta ar to, ka ķieģeļus ka materiālu šeit Japānā ieviesa tikai 1860. gados, kad ieradās būvuzņēmēji no Vācijas,” uzsvēra G.Seijers. *Japanese Lumber* direktors ir dzimis Jaunzēlandē, viņam ir ciešas saiknes ar kokzāgētavām un tirgotājiem visā valstī. Greiems Seijers arī uzsver, ka Japāna “nav uz ķieģeļiem (vai akmeņiem) būvēta civilizācija kā daudzu Eiropas valstu kultūras.”

No politikas viedokļa šīs pārmaiņas sākās 1923. gadā, kad 7,9 magnitūdu stipra zemestrīce nolīdzināja Jokohamu ar zemi, nogalinot vairāk nekā 140 000 cilvēku un sagraujot simtiem tūkstošu ēku. Daudzas no Japānas senajām ēkām, kas bija būvētas no koka, nebija piemērotas biežām zemestrīcēm. Šī traģēdija ļāva Japānai ieviest pasaulē stingrākos un modernākos seismiskos standartus savos būvnormatīvos, kas tagad pazīstami kā Būvniecības standartu likums. Šie standarti nostiprināja jaunas un esošās koka un betona konstrukcijas, jo īpaši tādos intensīvi urbanizētos rajonos kā Tokijas pilsētas centrs.

Japānā, kas ir viena no lielākajām kokmateriālu patērētājām visā pasaulē, tagad ir noteikts, ka “visas ēkas neatkarīgi no to bojājumiem nedrīkst sabrukt zemestrīces laikā”, tostarp savrupmājas. Tās no 1981. gada ir jābūvē tā, lai zemestrīces laikā “nodrošinātu cilvēka ilgtspējīgu dzīvi”.

Timber Engineering Research aplūko seismiskās aizsardzības tehnoloģijas.

Tā kā Japāna, lai veicinātu dekarbonizāciju, tagad pievēršas augstākām masīvajām koka ēkām, seismiskās aizsardzības tehnoloģijas (SPTS) ir kļuvušas par aktuālu jautājumu koka inženierzinātņu pētniecībā. Tās ietver seismiskos amortizatorus un pamatnes izolāciju, ko raksturo kā “veiktspējas iespēju “kadiljaku”, aizsargājot ēkas vietās ar augstu seismisko aktivitāti”, kā norāda Kalifornijā dzīvojošā būvinženiere Krista Lūza, kura uzver Japānas koka ēku noturību pret spēcīgiem satricinājumiem. “Tur ir gandrīz trīs reizes vairāk zemestrīču nekā mums šeit, Kalifornijā,” teica būvinženiere. “Un Kalifornija tiek uzskatīta par reģionu ar augstu seismiskumu. Tāpēc varat iedomāties, cik Japānā cilvēki ir ļoti labi sagatavoti un apzinās apdraudējumus, kādos viņi dzīvo.”

Kā raksta *Architecture Digest*, seismiskos amortizatorus izvieto starp katra ēkas stāva kolonnām un sijām un tajos izmanto virzuļu galvas silikona eļļas cilindros, lai zemestrīces laikā vibrācijas pārnestu uz šķidrumu, nevis uz konstrukciju. Pamatu izolācija ir pieejama dažādos veidos un par dažādām cenām, sākot no gumijas “spilveniem”, kas uzstādīti pie ēkas pamatiem un darbojas kā grūdienu absorbētāji, līdz pat visas konstrukcijas atvienošanai no pamatiem un nostiprināšanai uz elastīga paliktņa, lai, zemei drebot, ēkas konstrukcija paliktu neskarta un stabila.

Visekonomiskākais variants, kā pasargāt konstrukciju no plaisām un sabrukšanas, ir to nostiprināšana, padarot sienas, kolonnas un sijas biezākas, lai tās labāk izturētu slodzi dabas katastrofas laikā. Kad ēka tiek būvēta, arhitekti var izvēlēties tādus materiālus kā saliekamās sienas no betona, kas palīdz absorbēt sānu slodzes, vai tērauda momentrāmjus, lai iebūvētu atbalstu tieši konstrukcijā.

Dzelzsbetons un strukturālā tērauda stiegrojums ir mūsdienu būvniecības nozares standarts. Šie materiāli ilgu laiku tika uzskatīti par labāku izvēli nekā koks, tomēr ASV Meža dienests nesen ir pierādījis, ka tādi izstrādājumi kā, piemēram, krusteniski līmētie kokmateriāli (CLT) ir izturīgi pret sānu spiedienu, tā rezultātā tika veiktas izmaiņas būvnormatīvā, lai apstiprinātu CLT konstrukciju pielietojumu seismiski aktīvajās zonās.

Zemestrīces simulators - “satricināšanas galds”

Kalifornijā, kur arī ir augsta seismiskā aktivitāte, pētnieki izmanto zemestrīces simulatoru jeb t.s. “satricināšanas galdu”, lai Kalifornijas Universitātē San Diego testētu desmitstāvēgu, krusteniski līmētu kokmateriālu ēku. Iepriekš *Science Blog* ziņoja,

ka šis eksperiments, kas pazīstams kā *TallWood Project*, ir augstākā no koksnes būvēta ēka, kas jebkad pārbaudīta uz zemestrīču simulatora.

Izmantojot šo zemestrīces simulatoru, var atveidot dažāda stipruma pakāpes zemestrīces pēc Rihtera skalas - no 4 līdz 8 magnitūdām, imitējot iepriekšējo zemestrīču, tostarp 1994. gadā Losandželosā notikušās Nortridžas zemestrīces, seismisko aktivitāti.

“Pasaulē lielākās lietderīgās slodzes ietilpības, āra vides un nesen pievienotās sešu brīvkustības grādu zemestrīces jaudas kombinācija padara Kalifornijas štata Sandjego zemestrīču simulatoru par jaudīgu un unikālu iekārtu,” norādīja Kalifornijas štata Sandjego Džeikobsa inženierzinātņu skolas profesors Džoels Konte, Kalifornijas štata Sanjego inženierzinātņu fakultātes Būvniecības inženierzinātņu katedras vadītājs. “Tā ir vienīgā vieta, kur varētu veikt *TallWood* projekta testus,” uzsvēra profesors Dž. Konte.

Masīvkoka ēkas kļūst arvien populārākas kā videi draudzīgākas un ātrākas alternatīvas betona un tērauda konstrukcijām - tostarp 11 stāvu ēka *Port Plus*, kas pagājušajā gadā tika uzcelta Tokijā. Ņemot vērā jaunus būvnormatīvus, kas ļauj būvēt vairāk augstceltnes no masīvkoka, pastāv daudzi jautājumi par to, kā šādas ēkas izturēs zemestrīces.

“Masīvkoksne ir daļa no vērienīgas tendences arhitektūrā un būvniecībā, taču ar šīm jaunajām sistēmām būvētu augstu ēku seismiskās īpašības nav tik labi izpētītas kā citām esošajām ēku sistēmām,” teica galvenais pētnieks un Kolorādo kalnraktuvju skolas (*Colorado School of Mines*) civilās un vides inženierzinātņu asociētais profesors Šilings Pejs.

Japānā savukārt inženieri apgalvo, ka iepriekšēja sagatavotība ir labākais veids, kā cīnīties ar potenciāli nāvējošām zemestrīces izraisītajām sekām. Pēc katras zemestrīces japāņu zinātnieki pārbauda ēkas, lai noskaidrotu, kurās vietās tās ir strukturāli nepareizas. Šīs zināšanas palīdz panākt, lai katra nākamā zemestrīces radītā ietekme nebūtu tik postoša kā iepriekšējā.