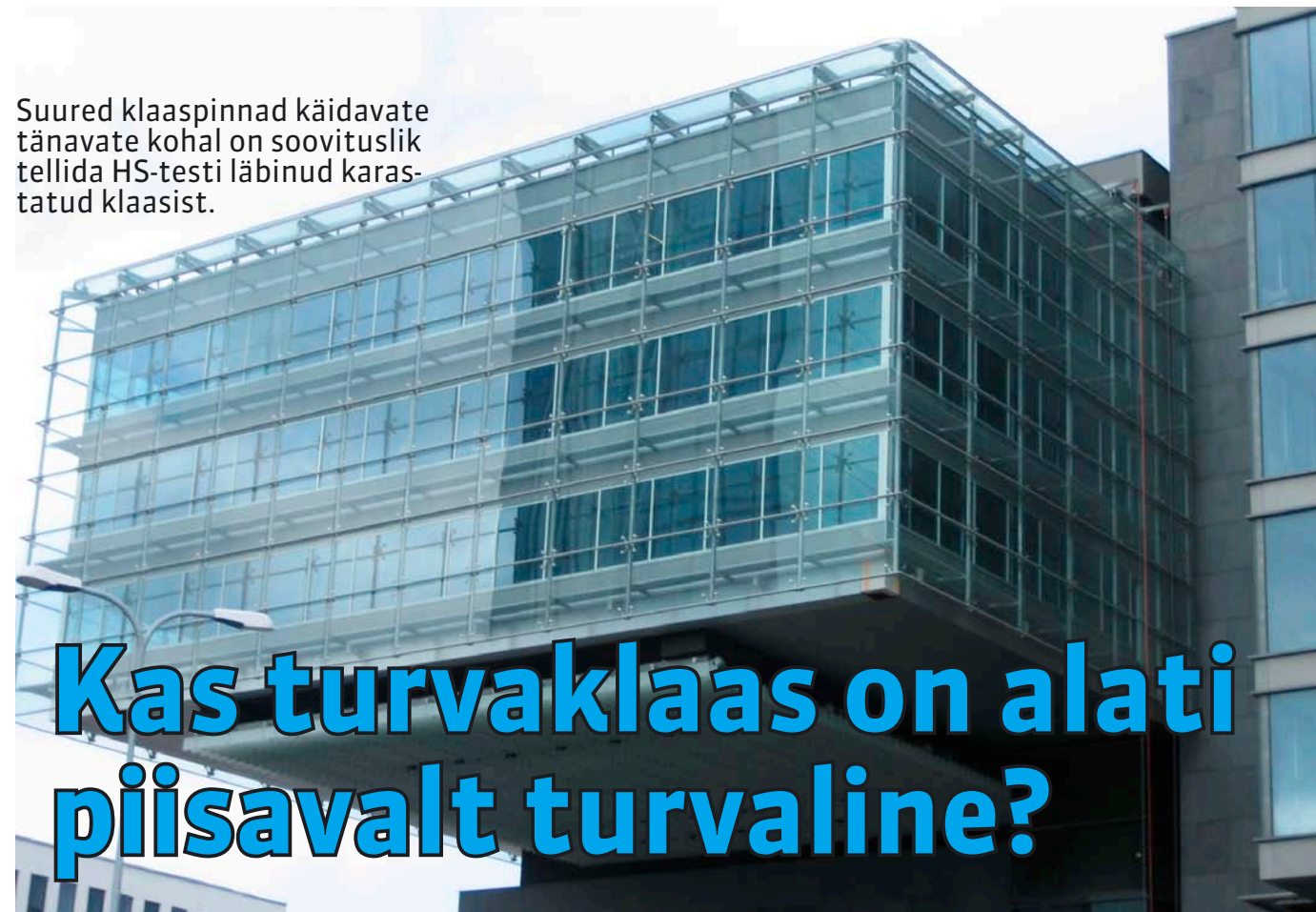


Suured klaaspinnad käidavate tänavate kohal on soovituslik tellida HS-testi läbinud karastatud klaasist.



Kas turvaklaas on alati piisavalt turvaline?

Suurepinnalised klaasfassaadid on tänapäevase arhitektuuri lahutamatu osa. Nii staatilise tugevuse kui termilise vastupidavuse tõttu kasutatakse välisklaasina tihti karastatud klaasi. Kuid mitte alati ei ole karastatud klaasist fassaadid isikuturvalisuse aspektist vaadatuna probleemivabad.

Aeg-ajalt tuleb ette karastatud klaasi nn iseeneslikku purunemist. Need "iseeneslikud purunemised" tähendavad aga seda, et purunenud klaas kukub avast välja. Sõltuvalt klaasi paksusest ja pinna suuruselt võib see tähendada ca 50-300 kg väikes-tekis kildudeks purunenud klaasi allakukkumist. Kuna efektsete klaasfassaadidega hooned asuvad enamasti käidavates piirkondades ja kõnniteede vahetus läheduses, kujutab selline klaasi iseeneslik purunemine otsest ohtu fassaadi läheduses liikuvatele inimestele. Kuigi karastatud klaas puruneb väikesteks tõmpide servadega kildudeks, moodustuvad esmasel purunemisel suuremad kildude kogumid ja lõplik purunemine toimub alles kokkupõrkel objektiga. Ning loomulikult ei saa mööda vaadata löögijõust, mida mitmekümne meetri kõrguselt allakukkuv klaas kiirenduse läbi omandab.

Iseenesliku purunemise põhjused

Karastamata klaas võib iseeneslikult puruneda ülemäära suure temperatuuride erinevuse tõttu klaasi pinnal, taludes temperatuuride erinevust vaid ca 40-50 kraadi. Seda piiri on väga lihtne ületada, kuna klaasi servad (vastupidiselt keskosa- le) on raami kaitsvas varjus ning klaas ei soojene päikese kiirguse mõjul ühtlaselt. Kui kriitiline temperatuurigradient äärel- ja keskosa vahel saab ületatud, võib klaas puruneda. Antud juhul on tegemist **terminalise purunemisega**, millele viidatakse ekslikult kui "iseeneslikule purunemisele".

Karastatud klaas talub temperatuurierinevusi ca 150-200 kraadi, seega tavakasutuses termineline pingeline karastatud klaasi purunemise põhjuseks olla ei saa, kuid sellest hoolimata purunevad aeg-ajalt ka karastatud klaasid.

Kurja juur

Klaasimassis sisaldub nikli ja väävli osakesi, mille olemasolu on võimatu vältida, kuna nad on klaasi koostise lahutamatu osad. Klaasi tööstusliku tootmise käigus moodustuvad viimastest imeväikesed nikkelsulfiidi (NiS) kristallid suurusega

ca 0,05-0,5 mm, mis karastamata klaasi puhul täiesti rahulikult oma stabiilses vormis edasi eksisteerivad. Seletus karastatud klaasi purunemisele peitub asjaolus, et nikkelsulfiidil on kaks modifikatsiooni ehk eksisteerimise vormi. Klaasi karastamisel üleskuumutamise käigus muunduvad NiS osakesed aine kõrgtemperatuurisse vormi (α -NiS), mis on stabiilne temperatuuril > 360 °C. Kahjuks ei ole aga karastusprotsessile iseloomulik kiire jahutusaeg piisav, et osakesed jõuaksid transformeeruda tagasi oma madaltemperatuurisse olekusse (β -NiS), mis on stabiilne toatemperatuuril. "Tardunud" kõrgtemperatuurise vormi muundumine stabiilseks vormiks algab peale karastamist ning võib kesta väga kaua. Probleem on aga selles, et β -faasis NiS osakesed on suurema mahuga kui α -faasis NiS kristallid. Temperatuuri tõus ja kõikumine kiirendab transformatsiooniprotsessi märkimisväärselt, mistõttu ongi enim ohustatud fassaadide klaasid, eriti aga just suure neeldumismääraga päikesekaitseklaidid ning taustvärvitud klaasid. NiS transformeerumisel suureneb selle osakeste maht ca 4%, mis on piisav selleks, et karastatud klaasis olevad pingetsoonid tasakaalupunkti välja viia. Tulemuseks on klaasi spontaanne purunemine.

Mis on lahendus?

Võiks ju arvata, et parim lahendus oleks NiS osakesed juba float-klaasi tootmise eel toorkomponentidest eraldada. Kahjuks on need osakesed aga liiga väikesed, et neid optiliste vahenditega märgata ja välja sorteerida õnnestuks. Ning isegi kui see toimiks, oleks protsess liiga kulukas, kuna NiS muutub destruktiivseks vaid karastatud klaasi puhul.

Üks võimalik alternatiiv on kuum-töödeldud klaas. Viimase tootmisel on jahutusaeg piisavalt pikk, et NiS jõuaks muunduda α -faasist β -faasi ning ohtu hilisema transformatsiooni käigus tekkivale purunemisele ei ole. Küll aga ei pruugi kuum-töödeldud klaasi staatiline tugevus olla piisav kõrghoonete puhul kliimakoormuste vastuvõtmiseks ega tavaklaasiga sarnane purunemismuster (teravad killud!) sobida iga kasutusvaldkonnaga. Hetkel parim teadaolev meetod välistamaks NiS-st tingitud purunemisi on Heat Soak Test (lühendatult HST), mille käigus on võimalik 99% tõenäosusega elimineerida karastatud klaasid, mis võiksid muidu kasutusperioodi käigus viia klaasi iseenesliku purunemiseni.

HST idee on lihtne – karastatud klaasid kuumutatakse üles ja hoitakse 290 °C juures vähemalt 2 tundi, millega imiteeritakse fassaadis tekkivat võimalikku olukorda, kuid oluliselt karmimates tingimustes. Selline kuumhoiustus on piisav, et peaaegu eranditult välja sorteerida NiS-osakeste tõttu purunevad klaasid, mis siis uuesti toodetakse. Arvestada tuleb sellega, et testimisele kuuluvad kõik klaasid, mitte pisteliselt partiist väljalitid.

HS-Test viiakse läbi vastavalt normile EN 14179-1 ja täna teostab seda Eestis AS Baltiklaas. HS-testi läbiviimiseks kasutatav spetsiaalne ahi peab olema kalibreeritud ning testi läbinud klaasid standardinumbriga markeeritud. Oluline on teada, et HS-testi läbinud klaasid ei kuulu mitte karastatud klaasi normi EN 12150 alla, vaid moodustavad eraldi tootegrupi, mida reguleerib standard EN 14179.

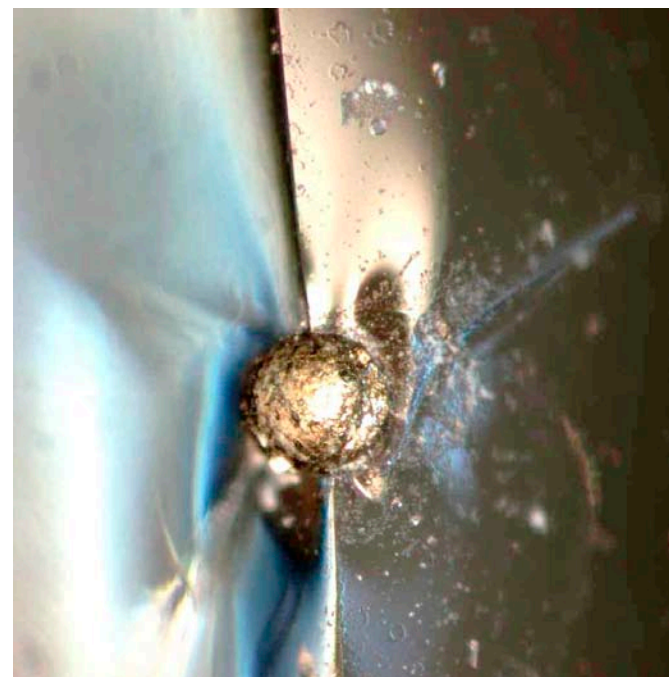
Kahjuks ei ole ka mitte HS-testiga võimalik 100% elimineerida NiS osakeste paisumisest tingitud karastatud klaasi purunemisi. Kuid lähtuda võib järgmisest: ca 10 tonnis klaasimassis (ca 500 m² 8 mm klaasi) leidub üks NiS osake. HS-test vähendab nimetatud keskmist esinemissagedust määrale üks NiS osake 400 tonni (20 000 m² 8 mm klaasi) kohta, mis on oluline erinevus võrreldes HS-testi mitteläbinud klaasiga.

Kokkuvõtvalt võib tõdeda, et tõenäoliselt kasvab tulevikus oluliselt HS-testi läbinud karastatud klaaside kasutamine fassaadiehituses, kuna ohutus ja turvalisus on võtmeküsimus. Eestis normide puudumise tõttu vaid soovituslik, kuid paljudes Euroopa riikides kohustuslik on HS-testitud karastatud klaaside kasutamine fassaadi umbosades, visioonosades, kus päikeseenergia neeldumismäär on $> 65\%$ ning mitte kõigist külgedest raamkinnituses olevate fassaadiklaaside puhul. Viimase alla kuuluvad kõik struktuurklaasimissüsteemid, k.a. punktinnitussüsteemid.

Klaas on tegelikult turvaline ehitusmaterjal, kui seda otstarbekohaselt kasutada. Kahjuks ei põhine meil aga veel mitte alati klaasi projekteerimine klaasi kasutusvaldkonnal, keskkonnaningimustel ja klaasi omadustel. Seejuures kannatab klaasi kui turvalise fassaadimaterjali imidzh, olgugi et klaasi iseeneslikku purunemist tuleb tegelikult ette üksnes väheste ehitiste korral. Kui see siiski toimub, tõmbavad taolised sündmused endale suurt tähelepanu. Vastastikuste süüdistuste nõiarangi ja "ülal-alla" suunatud nõuete rägastikku satuvad purunenud klaaside-



NiS osakese paisumisest tingitud karastatud klaasi purunemisjoonisele on omane nn "liblikas" purunemise esilekutsunud kohas.



NiS kristall suurendatult.

ga hoone omanik, peatöövõtja, fassaadiehitaja ja klaasi tarnija. Nõutakse purunenud klaaside väljavahetamist ja kahju hüvitamist, tihti süüvimata klaasi purunemise põhjustesse ja projekteeritud klaaside vastavusse konkreetse ehitussituatsiooni või kasutusvaldkonnaga. Unustatakse, et klaas on küll tugev, kuid habras materjal, ja et purunenud klaasi ei ole olemas. Küll on aga klaasi võimalik muuta oluliselt vastupidavamaks karastamise ja karastamisele järgneva HS-testi teel. Kuni vastava ehitusregulatsiooni puudumiseni peavad selle nõude aga sisse kirjutama ehitiste projekteerijad.