

4. Tekniska materialegenskaper



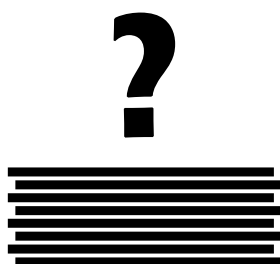
Få byggmaterial, om ens några, har så goda fysikaliska och kemiska egenskaper som keramik. Kakel- och klinkerplattor uppfyller en mängd krav och har ofta prestanda som är överlägsna tänkbara alternativ. Utmärkande för keramiken är att den svarar mot en mängd olika krav samtidigt. Krav som hög mekanisk hållfasthet, motståndsförmåga mot fukt, kemikalier och temperaturvariationer i kombination med god rengörbarhet, halkskydd på golv och inte minst estetiska värden gör att keramiken väljs på allt fler golv- och väggytor.

Här följer en sammanställning av de viktigaste fysikaliska och kemiska egenskaper som kan mätas och kvantifieras enligt internationell standard.

Kraven och hur de kan mätas och med vilka provningsmetoder framgår av global ISO-standard EN ISO 10545 som är indelad i 16 delar. Dessa finns inte tillgänglig på svenska men aktuella provningsmetoder beskrivs kortfattat här nedan. Den totala texten i EN ISO 10545, eller enstaka delar, kan beställas från SIS.

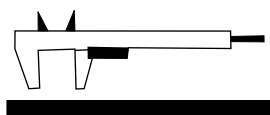
I Svensk Standard SS EN 14411:2007 framgår vilka krav som ställs på keramiska plattor enligt de olika egenskaperna. Se 2.4.

4.1 Provtagning och underlag för acceptans



Av EN ISO 10545-1, *Sampling and basis for acceptance*, framgår hur en representativ mängd plattor från ett parti ska väljas ut för provning och bedömning enligt någon eller några av de gällande produktstandarderna.

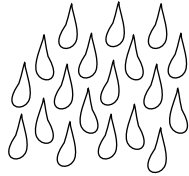
4.2 Mått- och ytkvalitet



EN ISO 10545-2, *Determination of dimensions and surface quality*, beskriver hur mått- och ytkvalitet ska bedömas. De mått- och ytegenskaper som beskrivs med tillåtna avvikelser i produktstandarden SS EN 14411:2007 är:

- längd och bredd
- tjocklek
- kantrakhet
- rätvinklighet
- ytplanhet
 - planhet
 - planhetsavvikelse vid plattkant
 - skevhet
- ytkvalitet

4.3 Vattenabsorption



En av de allra viktigaste fysikaliska materialegenskaperna hos keramiska plattor är godsets vattenabsorption. Den utgör tillsammans med formningsmetod de två fundamentala faktorerna som är nödvändiga för en klassifikation av produkten enligt gällande europeisk och svensk standard SS EN 14411:2007.

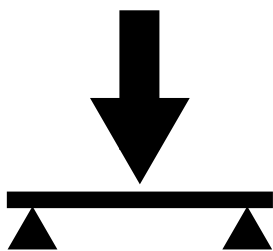
Vattenabsorptionen beskriver godsets öppna porositet, det vill säga porer som står i förbindelse med plattans framsida, baksida och kanter. Sluten porositet förekommer också men består av porer utan förbindelse med plattans ytor. Den öppna porositeten är en viktig materialegenskap, också därför att den är sammanlänkad med flera andra fysikaliska egenskaper, till exempel hållfasthetsegenskaper och beständighet mot frost, kemikalier och avnötning. En platta med låg vattenabsorption har ett relativt tätt gods och höga hållfasthetsvärden medan en platta med hög vattenabsorption har ett relativt poröst gods och låga hållfasthetsvärden.

Mätning av vattenabsorptionen kan göras på provningsanstalt enligt en internationellt standardiserad provningsmetod, EN ISO 10545-3, *Determination of water absorption, apperent porosity, apperant relative density and bulk density*.

Vattenabsorptionen är ett uttryck för den viktökning i procent av plattans torra vikt, som sker från att plattan är helt uttorkad i varm ugn, till den är maximalt vattenmättad. Vattenmättnad sker genom att produkten kokas i dejoniserat eller destillerat vatten under två timmar. Mättnad med vatten kan också ske i vakuumkammare.

Med metoden kan också volymen av öppen och sluten porositet och densitet för plattan fastställas.

4.4 Böjhållfasthet



Keramiska plattor har mycket goda tryck- och böjhållfasthetsegenskaper. I regel gäller att plattor med låg vattenabsorption har höga hållfasthetsvärden. Plattor av porslinskvalité, så kallad ”granitkeramik” har speciellt höga värden. Böjhållfastheten uttrycks i Newton per kvadratmillimeter, N/mm^2 (= Megapascal MPa).

Böjhållfastheten är uttryck för hur stor last ett visst material kan tåla i form av böjning innan brott inträffar. Den är en materialkonstant, alltså inte ett värde för en specifik platta. Vid jämförelse av plattor med olika tjocklek och samma böjhållfasthet gäller att lasten då brott inträffar ökar med kvadraten på tjockleksökningen. Det betyder att om två plattor av samma material provas och den ena är dubbelt så tjock som den andra, kommer brottlasten för den tjockare att bli fyra gånger så stor som för den tunnare.

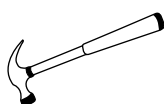
För golvbeläggningar på eftergivliga material som träbjälklag och skivor har plattornas böjhållfastheten viss betydelse. Plattor som ligger helt understödda av fästmassa på till exempel betong, eller i cementbruk är mindre känsliga. För kraftigt belastade golv bör dock fästmassan eller brukets tryckhållfasthet uppmärksammas i samband med plattornas böjhållfasthet.

Böjhållfasthet provas genom att en platta upplagd på två stöd utsätts för en linjelast centralt, parallellt med stöden. Lasten ökas tills brott inträffar. Provningsmetoden sker enligt en internationellt standardiserad metod, EN ISO 10545-4, *Determination of modulus of rupture and breaking strength*.

Brottlasten enligt provningsmetoden, när plattan ligger fritt upplagd på två stöd, blir självfallet avsevärt lägre än vad samma platta klarar då den är korrekt applicerad på ett formstabil underlag och plattans hela baksida är understödd med fästmassa eller bruk. På mer eftergivliga underlag, som förstärkta träbjälklag, är plattornas böjhållfasthet av större betydelse.

Experimentella undersökningar har visat att en keramisk plattas brottlast, när den är korrekt monterad på formstabil underlag och fullt understödd på baksidan, är upp till tio gånger så stor som när plattan provas upplagd på två stöd.

4.5 Slaghållfasthet

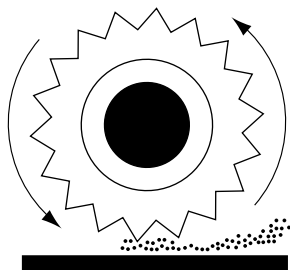


Hos en korrekt monterad platta där baksidan är täckt av fästmassa eller bruk är slaghållfastheten mycket god. För golv- och väggytor som kan komma att utsättas för slag och stötar är det därför speciellt viktigt att plattornas hela baksida är helt täckta med bruk eller fästmassa. Tätsintrade plattor (med låg vattenabsorption) har bättre beständighet mot mekanisk påverkan än mer porösa plattor. Glaserade plattor är känsligare än oglaserade för ytskador eftersom de är täckta av ett skikt av glas. Glaserade, tätsintrade plattor har dock god motståndsförmåga mot slag.

Slaghållfastheten mäts enligt provningsmetod EN ISO 10545-5, *Determination of impact resistance by measurement of coefficient of restitution*.

Metoden går ut på att en stålkula får falla fritt mot den keramiska plattan som ligger plant monterad med epoxifästmassa på ett betongblock som i sin tur är upplagt på två stöd. Vid provningen mäts tiden från när stålkulan träffar plattytan och när den, efter återstuds, träffar plattan igen. Med hjälp av en matematisk formel beräknas plattans så kallade *restitutionskoefficient*, som är ett mått på beständigheten mot slag. I provningsresultatet ska även eventuella tendenser till sprickbildning i plattan anges.

4.6 Beständighet mot djup avnötning för oglaserade plattor



Keramiska plattor av lämplig kvalitet, har synnerligen god beständighet mot nötning av gångtrafik eller hjulbunden trafik med truckar, vagnar, pallyftare och liknande.

Beständighet mot avnötning av oglaserade plattor provas enligt en metod som beskrivs i internationell standard EN ISO 10545-6, *Determination of resistance to deep abrasion for unglazed tiles*.

Provningsmetoden går ut på att plattan utsätts för lokal avnötning av ett roterande stålhjul med fastställd diameter och standardiserat tryck mot plattan. Ett specificerat slipmaterial tillförs kontinuerligt under provningen. Efter 150 varv tas plattan loss från provningsutrustningen och längden av den avnötta fördjupningen mäts. Den avnötta volymen kan avläsas i tabell eller beräknas enligt en angiven formel. Provningsresultatet anges i mm³.

4.7 Beständighet mot avnötning för glaserade golvplattor



Det har under de senaste årtiondena blivit allt vanligare med glaserade golvplattor i lokaler med kraftig nötning av främst gångtrafik som butiker, köpcenter, terminaler för tåg, buss och flyg och liknande. Det är framför allt plattor av porslinskvalité med mycket låg vattenabsorption (så kallad granitkeramik) som väljs för sådana utrymmen. Glasyr ger möjlighet till ett mycket stort urval av färger och ytstrukturer, bland annat med halkskyddande egenskaper.

Beständighet mot avnötning för glaserade plattor, avsedda för golv provas enligt en internationellt standardiserad metod, EN ISO 10545-7, *Determination of resistance to surface abrasion for glazed tiles*. Metoden är även känd under namnet P.E.I.-test efter institutet som skapat den, Porcelain Enamel Institut i USA.

Provningsmetoden går ut på att behållare med en blandning av stålkulor, slipmaterial och vatten monteras på plattorna så att de täcker en del av ytan. Plattorna fästs vid en rund skiva som genom en excentrisk rotation får innehållet i behållarna att bearbeta glasyrytan. Provingen utförs genom att åtta plattor får rotera och tas loss efter olika intervall mellan 150 och 12 000 varv. Plattorna undersöks efterhand genom att de betraktas med blotta ögat under fastställd belysning och på fastställt avstånd. Beroende av hur många varv plattan klarar utan synlig förändring av glasyren, klassificeras den enligt sex klasser, se tabell på nästa sida.

Observera att metoden endast tillämpas på glaserade plattor och att bedömningen bara tar hänsyn till estetiska förändringar. De olika avnötningssklasserna enligt nedanstående har tidigare angivits som ”P.E.I.-klasser” i produktkataloger och liknande, med referens till provningsmetoden. Fortsättningsvis anges ”Avnötningssklasser”.

Avnötningsskylor för glaserade plattor på golv

Klass Rekommenderade användningsområden, exempel

- 0 Glaserade plattor i denna klass rekommenderas inte för användning på golv.
- 1 Golvytor i områden som huvudsakligen beträds med skor med mjuka sulor eller barfota utan repande smuts (till exempel badrum i bostäder och sovrum utan direkt ingång utifrån).
- 2 Golvytor inomhus i områden som beträds med skor med mjuka sulor eller normala skor med tillfälliga, små mängder repande smuts (till exempel vardagsrum med undantag för kök, hallar, och andra rum som kan vara mer trafikerade). Detta gäller inte speciella, t.ex. dubbade skor.
- 3 Golvytor inom- och utomhus* i områden som beträds med normala skor, oftast med små mängder repande smuts (t.ex. kök i bostäder, hallar, korridorer, balkonger, verandor och terrasser). Gäller inte speciella, t.ex. dubbade skor.
- 4 Golvytor inom- och utomhus* som beträds av normal gångtrafik med en del repande smuts, med svårare förhållandena än exemplen i klass 3 (till exempel entréer, storkök, hotell, utställningshallar och saluhallar).
- 5 Golvytor inom- och utomhus* som utsätts för tung gångtrafik under långa perioder med en del repande smuts, med de svåraste förhållandena som glaserade plattor är lämpliga för (t.ex. allmänna ytor såsom köpcenter, flygterminaler, hotellfoajéer, trottoarer och industrigolv).

* Utan hänsyn till frostbeständighet.

Denna klassificering gäller bara för de föreslagna fallen vid normala förhållanden.

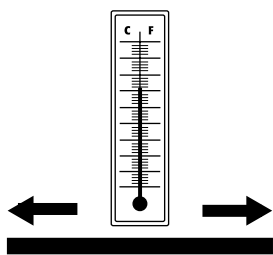
Hänsyn ska tas till fotbeklädning, trafikens karaktär och planerade städmetoder.

Golven bör skyddas på lämpligt sätt mot repande smuts vid ingångarna till byggnaderna genom anordningar för avtorkning av skorna. I extrema fall där mycket stark trafik förekommer med en hel del repande smuts, kan oglaserade golvplattor övervägas.

Resultatet av provningen beror till viss del på färgskillnaden mellan glasyren och det keramiska godset. På exempelvis en platta med ljus gråvit glasyr på gods med snarlik färg är det naturligtvis svårare att upptäcka färgskillnaden efter provningen. Motsatt gäller att en platta med glasyrfärg som starkt avviker från godsets färg kommer att få en sämre klassificering än en platta med färglikhet mellan glasyr och gods. Oglaserade plattor är däremot oftast genomfärgade och således mindre estetiskt känsliga för avnötning. De provas enligt en annan metod. Se 4.6.

Generellt gäller att såväl glaserade plattor i de högre klasserna, som oglaserade, är mycket slitstarka jämfört med de flesta andra golvmaterial.

4.8 Linjär värmeutvidgning



Med linjär värmeutvidgning menas den dimensionsförändring som alla material uppvisar vid temperaturförändringar. Vid ökning av temperaturen utvidgar sig materialet och vid sänkning drar det ihop sig.

Egenskapen anges som de olika materialens värmeutvidgningskoefficient. För keramiska plattor bestäms den enligt provningsmetoden EN ISO 1054-8, *Determination of thermal expansion*.

Värmeutvidgningskoefficienten för keramiska plattor ligger vanligen mellan $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ och $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Det innebär att för varje grad ökad temperatur utvidgas materialet mellan 4 och 8 tusendels mm per meter ursprunglig längd, vilket innebär att en platta med måtten 200×200 mm utvidgas maximalt cirka 0,06 mm vid en temperaturhöjning från 20 till 60 grader.

Hänsyn till värmeutvidgning kan behöva tas vid konstruktion av golv i stora industrilokaler där varma vätskor slås ut på golvet och/eller där rengöring kan ske med hjälp av hett vatten eller ånga. Värmeutvidgning kan skapa tryckspänningar i plattskiktet, som om de blir för stora, kan äventyra vidhäftningen mot underlaget. Keramikens goda värmeledningsförmåga medför dock att värmen oftast snabbt leds till underlaget via fästmassa eller bruk innan temperaturen i plattorna blivit så hög att skadliga rörelser kan uppstå.

För att helt undvika problemet kan sådana golv utformas som ”flytande” beläggningar i cementbruk på glidskikt och indelas i fält åtskilda av rörelsefogar. Det kan ofta vara lämpligt att utforma industrigolv som flytande beläggningar även av andra skäl, till exempel spänningar från krympande betongunderlag eller från deformation genom nedböjning av bjälklaget. Eventuell fuktsvällning i plattorna kan också vara ett skäl till att välja det flytande golvet. Se 4.10.

4.9 Motståndsförmåga mot termisk chock



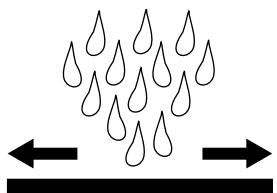
Provas enligt EN ISO 1054-9, *Determination of resistance to thermal shock*.

Keramiska plattor inom golvbeläggningar i industrilokaler och liknande där varma vätskor slås ut på golvet och/eller där rengöring kan ske med hjälp av hett vatten eller ånga, kan utsättas för termisk chock. Provingen ger svar på om själva plattan enskilt klarar termisk chock utan att skadas.

Erfarenheten har visat att en korrekt monterad platta där baksidan är täckt med fästmassa eller bruk är mindre känslig för termisk chock. Keramikens goda värmeledningsförmåga medför att värmen oftast snabbt leds till underlaget via fästmassa eller bruk innan temperaturen i plattorna blivit så hög att skadliga effekter kan uppstå.

Se även 4.8 om värmeutvidgning.

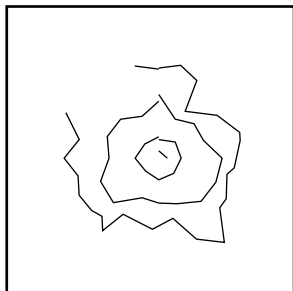
4.10 Fuktutvidgning



Keramiska plattor med viss vattenabsorption kan utvidgas vid nedfuktning. Fuktutvidgning förekommer hos porösa plattor och är obetydlig hos plattor med lägre vattenabsorption. Normalt behöver bara plattor med vattenabsorption $E > 6\%$ provas. I industrilokaler och liknande där golv utsätts för vattenspolning och vattenspill bör plattor med låg vattenabsorption väljas ($E = 0-3\%$).

Fuktutvidgning provas enligt EN ISO 10545-10, *Determination of moisture expansion*. Utvidgningen uttrycks i mm/m.

4.11 Beständighet mot krackelering för glaserade plattor

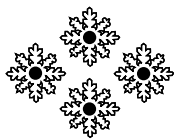


Krackelering hos glaserade plattor innebär att hårfina sprickor uppstår i glasyren. Fenomenet beror i regel på att spänningsförhållandena mellan glasyr och keramiskt gods inte är fördelaktiga. Sådan krackelering är idag ovanlig sedan modern tillverkningsteknik ser till att glasyr och gods samverkar på ett gynnsamt sätt så att deras värmeutvidgningskoefficienter överensstämmer. Bäst sker detta genom engångsbränning som betyder att gods och glasyr bränns så att de båda skikten sintrar samman. Engångsbränning är den helt dominerande tillverkningsmetoden över hela världen.

För att undersöka om plattor har krackeleringar i glasyrskikten finns en provningsmetod enligt EN ISO 10545-11, *Determination of crazing resistance for glazed tiles*. Metoden går ut på att plattor utsätts för het vattenånga (ca 160°C) med högt tryck i autoklav under två timmar. Därefter behandlas ytan med ett färgämne tillsatt med vätmedel, vilket gör att eventuella krackeleringssprickor framträder för blotta ögat.

Observera att på vissa typer av kakelplattor för dekorativa ändamål förekommer dock krackelering som en avsedd och önskad estetisk effekt.

4.12 Frostbeständighet



Vissa kvalitéer av keramiska plattor kan betraktas som frostbeständiga. Det gäller tätsintrade plattor med mycket låg vattenabsorption, normalt under 0,5 viktsprocent.

Mekanismen som kan utlösa en frostskada kan indelas i två steg. I det första utsätts plattorna för viss vattenmättnad genom att vatten från omgivningen penetrerar ytan och de öppna porerna vattenfylls. Detta kan också ske genom ångdiffusion, till exempel i en fasadbeklädnad där ångtryck från väggens varma insida tillåts passera in i alltför porösa plattor och stoppas upp av en diffusionstät, glaserad yta. De öppna porerna i plattans gods kan därvid fyllas med vatten.

Det andra steget i frostmekanismen är att vatten i porerna vid övergång från plus- till minusgrader fryser till is och ökar i volym vilket ger kraftiga spänningar som kan skada det keramiska godset.

Det är inte möjligt att dela in alla förekommande typer av keramiska plattor i frostbeständiga och inte frostbeständiga. Utöver mycket täta plattor, med vattenabsorption under 0,5%, kan många plattor med högre vattenabsorption klara frostpåverkan. Det gäller till exempel oglaserade plattor på fasader, där avsaknaden av diffusionstätt skikt gör att ångtryck inifrån kan passera fritt. Andra keramiska byggmaterial som tegel, har vattenabsorption 10–15% men klarar som bekant frost i fasadbeklädnader. Det beror dels på att de är diffusionsöppna och saknar glasyrskikt samt dels på att porernas form och storlek kan vara annorlunda än för keramiska plattor.

En plattas frostbeständighet beror alltså inte enbart på dess fysikaliska egenskaper utan också på i vilket sammanhang den förekommer. Plattor i mycket fuktig omgivning är naturligtvis mer utsatta än plattor i torra miljöer.

I två konstruktionstyper är kravet på frostbeständighet hos själva plattan, det vill säga normalt vattenabsorption under 0,5%, särskilt viktigt. Det gäller dels glaserade plattor på utvändiga fasader där diffusion stoppas upp av glasyrskiktet och dels plattor på horisontella ytor utomhus som ligger i bruk eller fästmassa på betong eller motsvarande. Här kan plattorna lätt bli maximalt vattenfyllda av regn samt smältande snö och is.

Olika konstruktioner och plattor med speciella egenskaper kan innebära undantag från ovanstående. För keramiska golv- och väggkonstruktioner som kan utsättas för frost bör alltid platttillverkaren tillfrågas i det enskilda fallet.

Även om inte frostbeständighet är en egenskap som alltid kan förknippas med den enskilda plattan, finns en provningsmetod tillgänglig som ger god vägledning om plattans egenskaper. En keramisk golv- eller väggkonstruktions frostbeständighet avgörs inte enbart av plattornas vattenabsorption och porstruktur utan av hela konstruktionen med hänsyn till alla dess komponenter.

Det kan vara intressant att notera att is liksom andra material krymper vid låga temperaturer. Det betyder att det inte är sträng kyla i sig som är farlig utan snarare temperaturer kring noll grader och upprepade nollgraderspassager som ger de största påfrestningarna på materialet.

Observera att olika tillverkare av keramiska plattor kan ha andra rekommendationer för sina produkter än vad som framgår av ovanstående. Skillnaderna kan bero på råvaror och tillverkningsmetoder som ger andra förutsättningar för frostbeständighet.

Den internationella provningsmetoden heter EN ISO 10545-12, *Determination of frost resistance*. Metoden går ut på att keramiska plattor fylls maximalt med vatten med hjälp av vakuum och utsätts därefter för nedfrysning och upptining i minst 100 cykler. Av provningsprotokollet ska vattenabsorption före och efter provningen samt beskrivning av eventuella skador på plattorna framgå.

4.13 Kemikalieresistens



Keramik har generellt mycket god motståndsförmåga mot kemikalier. Ett fåtal aggressiva substanser har dock, beroende av deras kemiska sammansättning, möjlighet att påverka den keramiska ytan genom korrosion, penetration eller förändring av utseende.

Aggressiva kemikalier, både syror och alkalier, förekommer i många miljöer där keramiska plattor ofta väljs med tanke på bland annat slitstyrka, slaghållfasthet, rengörbarhet och halkskyddande egenskaper. Inom livsmedelsindustrins processlokaler, storkök, kemisk industri, läkemedelsindustri, laboratorier och liknande finns många exempel på golv och väggar som utsätts för angrepp av aggressiva kemikalier ofta i kombination med fukt- och temperaturvariationer samt påverkan av starka rengöringsmedel. Genom val av keramiska golv- och väggplattor med lämplig kvalitet för de olika miljöerna kan dock skador av kemikalier undvikas.

Eventuella kemiska angrepp på keramik kan i huvudsak hänföras till två olika mekanismer. Den ena är en kemisk reaktion mellan en substans och det keramiska godset. Keramiska ytor är relativt inerta (kemiskt ”inkapslade”) och okänsliga för sådana reaktioner med undantag av reaktion med fluorvätesyra som permanent kan skada en keramisk yta. Denna syra används bland annat vid etsning av glas. Fluorvätesyra är dock både dyrbar och farlig, varför spill normalt inte förekommer. Den andra mekanismen är en fysisk absorption som kan medföra att en kemisk substans kan tränga ner under plattytan.

Plattor med låg vattenabsorption ($E \leq 0,5\%$) har mycket god resistens mot kemikalier. För golv i lokaler med kombination av avnötning och förekomst av aggressiva kemikalier är det speciellt viktigt att välja lämpliga plattor eftersom avnötningen på sikt kan ge förändringar av ytans mikrostruktur. Dessa kan öka känsligheten för aggressiva kemikalier.

För provning av beständighet mot kemikalier finns en internationell standard, EN ISO 10545-13, *Determination of chemical resistance*.

Standarden beskriver provning enligt två metoder, en för oglaserade, och en för glaserade plattor.

4.13.1 Kemikalieresistens för oglaserade plattor

Vid provning utsätts oglaserade plattor under tolv dygn för tre grupper av kemikalier:

1. Hushållskemikalier
2. Simbassängkemikalier
3. Syror och alkalier
 - Låg koncentration
 - Hög koncentration²

Efter exponeringen kokas och torkas provkropparna. De undersöks därefter visuellt under givna förhållanden för belysning och avstånd.

Provningsresultatet redovisas genom indelning i klasser med avseende på förändringar av ytans utseende. En sida av provplattorna ska vara skuren före provning.

Klassindelning med avseende på kemikalieresistens för oglaserade plattor

Påverkan av hushållskemikalier och simbassängkemikalier:

- Klass UA Ingen synlig effekt ¹
Klass UB Synlig effekt på skurna sidor
Klass UC Synlig effekt på skurna, oskurna sidor och fasadyta

Påverkan av syror och alkali i låga koncentrationer:

- Klass ULA Ingen synlig effekt ¹
Klass ULB Synlig effekt på skurna sidor
Klass ULC Synlig effekt på skurna, oskurna sidor och fasadyta

Påverkan av syror och alkali i höga koncentrationer: ²

- Klass UHA Ingen synlig effekt ¹
Klass UHB Synlig effekt på skurna sidor
Klass UHC Synlig effekt på skurna, oskurna sidor och fasadyta

¹ Smärre förändringar av färgnyans ska inte anses vara kemisk attack

² Mjölksyra ingår

4.13.2 Provning av kemikalieresistens för glaserade plattor

Samma grupper av kemikalier som för oglaserade plattor enligt 4.13.1 förekommer.

En del av plattornas glaserade yta utsätts för exponering under 24 dagar med hushållskemikalier, citronsyra och simbassängkemikalier samt i sex dagar med övriga kemikalier.

Efter exponeringen torkas provkropparna. De undersöks därefter visuellt under givna förhållanden för belysning och avstånd. Provningsresultatet redovisas genom indelning i klasser med avseende på förändringar av ytans utseende.

Klassindelning med avseende på kemikalieresistens för glaserade plattor

Påverkan av hushållskemikalier och simbassängkemikalier:

- Klass GA(V) Ingen synlig effekt ¹
- Klass GB(V) Tydlig förändring av utseendet
- Klass GB(V) Lokalt eller helt bortfall av ursprunglig yta

Påverkan av syror och alkali i låga koncentrationer:

- Klass GLA(V) Ingen synlig effekt ¹
- Klass GLB(V) Tydlig förändring av utseendet
- Klass GLC(V) Lokalt eller helt bortfall av ursprunglig yta

Påverkan av syror och alkali i höga koncentrationer: ²

- Klass GHA(V) Ingen synlig effekt ¹
- Klass GHB(V) Tydlig förändring av utseendet
- Klass GHC(V) Lokalt eller helt bortfall av ursprunglig yta

¹ Smärre förändringar av färgnyans ska inte anses vara kemisk attack

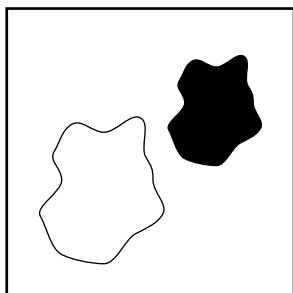
² Mjölksyra ingår

Dessutom genomförs blyertstest och reflexionstest på glaserade plattor. Blyertstestet innebär att ytan för provning i kemikalierna förses med streck av blyertspenna. Om strecken går att avlägsna med fuktig trasa efter provningen i kemikalierna ska plattorna hänföras till klass A enligt ovanstående. Om strecken inte går att avlägsna ska plattorna hänföras till klass B.

Reflexionstestet går ut på att undersöka om den glaserade ytan förlorat i glans under påverkan av kemikalierna. Plattorna betraktas med belysning i 45 graders vinkel. Om den kemikaliepåverkade ytan har samma glans som den opåverkade ska plattorna hänföras till klass B enligt ovanstående. Om reflexen är förändrad på den kemikaliepåverkade ytan ska plattorna hänföras till klass C.

Reflexionstestet kan inte utföras på alla typer av glaserade plattor, speciellt inte på plattor med matt glasyr.

4.14 Resistens mot fläckbildning



Som framgått av 4.13 Kemikalieresistens, enligt ovan, har keramiska plattor mycket god motståndsförmåga mot kemikalier. Det innebär att också motståndsförmågan mot fläckbildning är god. Förmågan kan provas genom metod enligt internationell standard EN ISO 10545-14, *Determination of resistance to stains*.

Metoden innebär att provplattor utsätts för droppvis exponering på en del av fasadytan under 24 timmar med olika substanser, bland annat olivolja samt rött och grönt färgämne löst i olja. Därefter görs behandling med olika rengöringsmedel och rengöringsmetoder i fyra olika steg.

- Steg A Rinnande varmt vatten och fuktig trasa
- Steg B Svagt rengöringsmedel och svamp eller motsvarande
- Steg C Syror och lösningsmedel och mekanisk, roterande borste
- Steg D Provet förvaras i 24 timmar i syra och/eller lösningsmedel

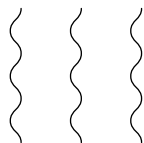
Provplattorna undersöks sedan visuellt. Provningsresultatet anges med indelning av prover i fem olika klasser:

Klassindelning av keramiska plattor med hänsyn till resistens mot fläckbildning

- Klass 5 Fläckarna avlägsnades i steg A
- Klass 4 Fläckarna avlägsnades i steg B
- Klass 3 Fläckarna avlägsnades i steg C
- Klass 2 Fläckarna avlägsnades i steg D
- Klass 1 Fläckarna avlägsnades inte i något av stegen ABCD

Klass 5 representerar alltså plattor där de olika typerna av fläckar kan avlägsnas med lätthet medan fläckarna på plattor i klass 1 var omöjliga att avlägsna med de angivna rengöringsmetoderna.

4.15 Bly- och kadmiumutlösning från glaserade plattor



För att åstadkomma glasyrer med klara, starka nyanser av bland annat röda och gröna färger har vissa tungmetaller som bly och kadmium tidigare varit vanliga i glasyrer för kakelplattor.

Av miljöhänsyn avstår numera företag inom byggmaterialindustrin från tungmetaller i glasyrerna. I svenska ”Kemikalieinspektionens PRIO” (Prioriteringsguide) klassas bly och kadmium som utfasningsämnen.

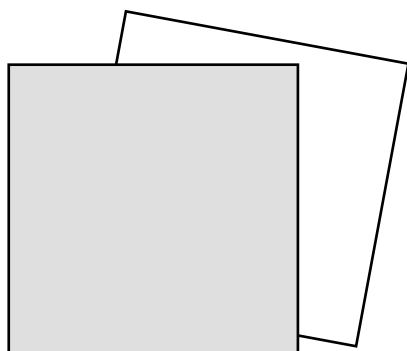
Färdigtillverkade kakelplattor med glasyrer baserade på tungmetaller som färgande ämnen är, vid normal användning på väggar, inte farliga för människor sedan de är brända. Från glasyrer med bland annat bly och kadmium kan emellertid små mängder tungmetall lösas ut om ytan exponeras för syror. Det är välbekant att blyglaserade keramikkrutor, inköpta under turistresor har avgivit bly när de innehållit sura lösningar för inläggning av gurkor och liknande med fall av blyförgiftning som följd. Idag har de flesta länder lagstiftning som förbjuder sådana glasyrer på föremål som kommer i kontakt med livsmedel.

Glasyrer på keramiska plattor innehåller numera i regel inte tungmetaller. För tidigare tillverkade plattor finns egentligen ingen risk eftersom kakelplattor på väggar normalt inte exponeras för sura lösningar som ingår i livsmedel. Förbudet finns bland annat med hänsyn till människor i den keramiska tillverkningsindustrin. Vid deponi av rivningsmaterial på avfallsanläggningar är det teoretiskt möjligt att rester av glaserade plattor kommer i kontakt med sura ämnen och kan avge ytterst små mängder av tungmetaller till grundvattnet.

En internationell provningsmetod finns för att upptäcka eventuell förekomst av bly eller kadmium hos glaserade plattor: EN ISO 10545-15, *Determination of lead and cadmium given off by glazed tiles*.

Metoden går ut på att glasyrytan utsätts för exponering av fyraprocentig lösning av en organiskt syra under 24 timmar. Därefter analyseras lösningen med spektrometer. Provningsrapporten ska innehålla uppgift om eventuella fynd av bly eller kadmium uttryckt i ml/l och ml/dm².

4.16 Smärre färgvariationer



Keramik är ett naturmaterial som genom variationer i råvaror och tillverkningsbetingelser kan uppvisa smärre färgvariationer mellan olika partier producerade vid olika tillfällen. Hos vissa produkter kan naturliga nyansvariationer förekomma också inom samma tillverkningsomgång.

För glaserade plattor är det oftast önskvärt att plattor inom samma ytor har samma färgnyans. Tillverkare kan normalt genom nyansmärkning av tillverkade partier se till att samma eller mycket närliggande nyanser levereras till ett byggnadsobjekt.

För oglaserade plattor och även vissa typer av glaserade plattor förekommer en avsedd och önskad färgvariation inom samma leveransomgång och ibland också inom den enskilda plattan. Så kallade rustika, oglaserade plattor har i regel en livlig färgvariation och tillverkaren rekommenderar ofta att plattor tas ur flera förpackningar och blandas vid läggning eller sättning.

Den internationella provningsmetoden för bestämning av smärre färgvariationer heter EN ISO 10545-16, *Determination of small colour differences*.

Färgavvikelse mellan minst fem provplattor och en referensplatta mäts med speciell utrustning. Hänsyn tas till tillåten avvikelse enligt en ”kommersiell faktor” som överenskommit mellan experter inom byggkeramikindustrin. En färgdifferensfaktor (*CMC colour difference factor*) räknas ut med ledning av mätvärden från provplattorna och referensplattan. Om färgskillnad är acceptabel eller inte bestäms med ledning av referensvärden och kalkyler.

4.17 Friktionskoefficient – halkdämpande egenskaper



Friktionskoefficient mellan en keramisk plattas yta och ett föremål som rör sig över ytan kan undersökas på olika sätt, bland annat med en metod enligt Tortus. Metoden går ut på att en testkropp dras över en yta och att friktionskoefficienten kan avläsas.

Keramiska plattor kan förses med ytor som ger olika grad av halkskydd. Typ av halkdämpningsgrad och -klass väljs med hänsyn till den verksamhet som ska bedrivas i lokalen. Keramiska beläggningar förekommer såväl på barfotagolv som på industrigolv och val av halkskydd måste göras med hänsyn till vatten- och annat spill samt rengöringsmetoder och rengöringsmedel.

Det finns en provningsmetod som leder till att halkdämpningsklass enligt tre olika skalor kan anges. Utrustningen består av en "landgång" som kan ställas i olika lutningsvinklar. Landgången förses med en yta av det material som ska provas och en försöksperson med lämpliga skor (eller barfota) får stå på ytan medan lutningsvinkeln ökas och vatten eller annan vätska påförs ytan. När man uppnått lutningsvinkel som innebär att personen inte kan stå längre avbryts provningen och halkdämpningsklass anges relaterat till lutningsvinkeln. De tre mest använda skalorna för att ange en plattas grad av halkskydd är.

- R-skalan
- V-klass
- ABC-klass

4.17.1 R-klass. Torra golvytor med gångtrafik

R-klass har värden från R9 till R13, där R9 är den lägsta friktionen och R13 den högsta.

Klassen är tillämplig för plattor på torra ytor med gångtrafik, såsom köpcenter, skolor, restauranger och butiker. R9–R10 passar på plana gångytor medan R11–R13 är lämpliga där större friktion krävs som på ramper, vindfång, trappor, utomhusytor och liknande.

Klassificering för förhöjd halkrisk och användningsområden, grupp R9–R13.

Riskgrupp	Genomsnittlig lutningsvinkel		Användningsområde, exempel
R9	6–10°		Ingångspartier, trappor
R10	10–19°		Offentliga toaletter, tvättrum
R11	19–27°		Lager och packning i mejeri
R12	27–35°		Produktion av mjölk, glass.
R13	>35°		Storkök Slakteri, fiskindustri, margarinproduktion




4.17.2 V-klass. Plattor med ytrelief

V-klass kan användas för plattor med någon form av relief i ytan. Värdena som de olika klasserna baserar sig på är mått på plattans dräneringsvolym i cm^3/dm^2 , det vill säga hur mycket vatten som kan rymmas på plattans yta upp till reliefens högsta punkt. Klasserna V4, V6, V8 och V10 förekommer.

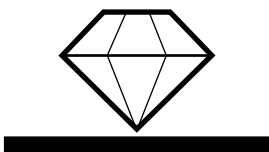
4.17.3 ABC-klass, vattenbegjutna barfotagolv

ABC-klasser innebär A för lägsta friktion och C för högsta. Klasserna används för att ange friktion på vattenbegjutna golv med barfotatrafik i simhallar, poolområden, duschrum och liknande.

Plattor för dessa ändamål har en kornig, sandpappersliknande yta och bör användas endast på den typen av golv som är mer eller mindre konstant vattenbegjutna. I andra sammanhang kan de vara svåra att hålla rena. De ger också ett sämre halkskydd vid gångtrafik med skor än med bara fötter.

Säkerhetsklasser och användningsområden för barfotautrymmen, grupp ABC		
Halksäkerhetsgrupp	Minsta lutningsvinkel	Användningsområde
A	12° 	<i>Barfotaområden i huvudsak i torra utrymmen</i> Omlädningsrum Bassängbotten för ej simkunniga, vattendjup >80 cm
B	18° 	<i>Barfotaområden som inte omfattas av A</i> Duschar Golv kring bassäng Bassängbottnar för ej simkunniga, vattendjup <80 cm Bassängbotten vid höj- och sänkbar botten Bassängbotten vid vågmaskin Plaskbassäng Lejdare till bassäng Trappor med max. bredd 100 cm och med handledare på bäge sidor Lejdare och trappor utanför bassängområde
C	24° 	<i>Trappor som leder till bassäng och inte omfattas av B</i> Genomgångsbassäng Lutande bassängkanter

4.18 Ytans reptålighet enligt Mohs' skala



Reptålighet är ytans mekaniska motståndsförmåga mot märken och repor från föremål i rörelse över en keramisk beläggning eller beklädnad. Normalt är både glaserade och oglaserade plattor hårda och synnerligen motståndskraftiga mot mekanisk påverkan. Med tillräckligt hårt material kan dock synliga repor uppstå men normalt utan att påverka materialets funktion.

Beständighet mot repor provas enligt en metod och graderas på en skala sammanställd av den tyske geologen Friedrich Mohs (1773–1839). Motståndsförmågan anges på en skala 1–10 och anger ytans hårdhet relaterad till hårdheten hos tio olika mineral eller andra ämnen. Vid provning utsätts ytan för repning med de olika hårda ämnena och aktuell klass för reptålighet anges relaterat till denna skala. De tio mineralen på Mohs' skala är:

1. Talk
2. Gips
3. Kalk
4. Fluorit
5. Apatit
6. Fältspat
7. Kvarts
8. Topas
9. Korund
10. Diamant