

INBRAAKWEREND VENSTERGLAS

*T.K.A.M. Bronswijk, B.P. van Elk, M.A. de Lange, F.W. Rosenhart & A. de Vries
Begeleider: Van Mourik*

In dit artikel wordt ingegaan op het onderzoek naar materialen voor inbraakwerend vensterglas en de daarbij behorende toepassingen. Dit onderzoek is gedaan in het kader van het vak materialiseren aan de Technische Universiteit Delft, Faculteit van het Industrieel Ontwerpen. Het onderzoek beslaat de verschillende alternatieven voor inbraakwerend vensterglas met toepassingen en specifieke eigenschappen.



INLEIDING

Glas kent heden ten dage vele toepassingen. Glas wordt al meer dan 5000 jaar gebruikt. Niemand weet zeker hoe en wanneer glas voor het eerst ontstond, maar de Romeinse historicus, Plinius, wijdt het aan een groep Phoeneciaanse zeelieden. Volgens het verhaal, kampeerden een groep zeelieden een nacht op het strand, ontbrandden een vuur en plaatsten hun kookpotten op blokken soda, wat hun vracht was. Toen ze de volgende dag wakker werden, ontdekten zij dat de hitte van het vuur de materialen zand en soda had doen samensmelten tot glas. Het verhaal mag verkeerd zijn maar de formule is correct. Zand of silicium is nog steeds het hoofdbestanddeel van glas. In de huidige samenleving is glas niet meer weg te denken. Vele toepassingen van brillenglazen tot kogelvrije ramen zijn reeds lange tijd mogelijk. Een bijkomend nadeel van glas is echter dat het vaak de zwakste schakel is in de afsluiting en beveiliging van een gebouw.

In Engeland is uitgerekend dat iedere 24 seconden een inbraak plaatsvindt. In de gevallen waarbij geen glas wordt gebroken, heeft het raam of de deur opengestaan of werd het kozijn geforceerd. Uit onderzoek blijkt dat inbrekers meestal eenvoudig te werk gaan en dat er slechts in enkele gevallen gebruik gemaakt wordt van professioneel gereedschap.

Een groot deel van de inbraken kan voorkomen worden indien het raam niet of moeilijk te forceren is of het glas niet gebroken kan worden. Elke maatregel die de tijd verlengt die nodig is voor een inbraak en voor het afvoeren van de buit, vermindert de interesse in inbraak. Voor het forceren van goede beveiligingsmiddelen moet men meestal over speciale gereedschappen en de nodige kennis beschikken; veel inbrekers of vandalisten schrikken hiervoor terug.

Het onderzoek richt zich op inbraakwerend vensterglas, met specifieke toepassing: vandalisme en snelle kraak, waarbij men niet beschikt over speciaal gereedschap.

ONTWERP VAN INBRAAKVEILIG VENSTERGLAS

Hoofddoel van het onderzoek is om te komen tot de materialisatie van inbraakwerend vensterglas, waarmee inbrekers buiten de deur worden gehouden en vandalisten geen schijn van kans krijgen. Inbraakwerend vensterglas moet er, in combinatie met deugdelijk hang- en sluitwerk, voor zorgen dat een inbreker zich minder eenvoudig toegang kan verschaffen tot het pand. De kenmerkende eigenschappen van vensterglas zoals transparantie en onvervormd zicht, moeten hierbij optimaal blijven. Ook de warmte- en geluidsisolerende functie van het glas moet behouden blijven. De randvoorwaarden waaraan het materiaal zou moeten voldoen zijn aan de ene kant hoge sterkte, slagvastheid, krasvastheid en goede transparantie terwijl aan de andere kant de eigenschappen als kleine materiaaldikte en lage kostprijs een belangrijke rol spelen. Het gewicht en de afmetingen van de glasplaat moeten zodanig zijn dat deze in de huidige kozijnen kan worden geplaatst zonder dat er aanpassingen moeten worden gedaan. Ook op het gebied van brandwerendheid mogen er geen concessies worden gedaan. Verder is het van belang dat het materiaal niet reageert of degenereert onder klimatologische omstandigheden. Voor de inbraakwerendheid is het van belang dat het glas zijn mechanische eigenschappen behoudt, ook onder invloed van licht basische en/of zure oplossingen. De kosten voor dit soort glas moeten uiteraard wel in verhouding staan tot de te beveiligen goederen.

ALTERNATIEVEN

In het onderzoek zijn verscheidene alternatieven voor inbraakveilig vensterglas onderzocht. Allereerst is er natuurlijk het vertrouwde vensterglas. Deze soort is ook gehard te verkrijgen en is dan vijf keer sterker. Er is dan tevens bij breuk een kleiner verwondingsgevaar doordat het uiteenvalt in ontelbaar kleine stukjes. Een derde alternatief is draadglas, dit glas dankt zijn sterkte aan het geïntegreerde staalgaas. Het is hierdoor moeilijk doordringbaar en de kans op verwondingen is ook hier gering. Door het gaas neemt de doorzichtigheid echter enorm af. Een aparte groep vormen de kunststof glassoorten, hiervan is Polycarbonaat (PC) de meest gebruikte soort. Dit komt door de gunstige combinatie van gewicht en sterkte. Het laatste alternatief, gelaagd glas, is een combinatie van glas en kunststof. Hierin worden de gunstige eigenschappen van glas, zoals de krasvastheid en temperatuurbestendigheid gecombineerd met de gunstige eigenschappen van de kunststof, zoals de slagvastheid en taaigheid. Omdat het onderzoek voornamelijk gericht was op de ondoordringbaarheid in combinatie met de optische eigenschappen van gewoon glas, is gebleken dat gelamineerd glas bestaande uit polycarbonaat, gecombineerd met glas of met een andere laag kunststof de beste eigenschappen bezit. PC heeft een hoge slagvastheid, taaigheid en een goede lichtdoorlatendheid. Gewoon glas of dubbelglas is in verhouding tot de andere glassoorten zeer goedkoop en helder van kleur, maar is in feite alleen nuttig voor warmte of geluidsisolatie. Het is niet bestand tegen krachtige inslagen van buitenaf, hetgeen vaak gepaard gaat met het breken van het glas in grote gevaarlijke stukken.

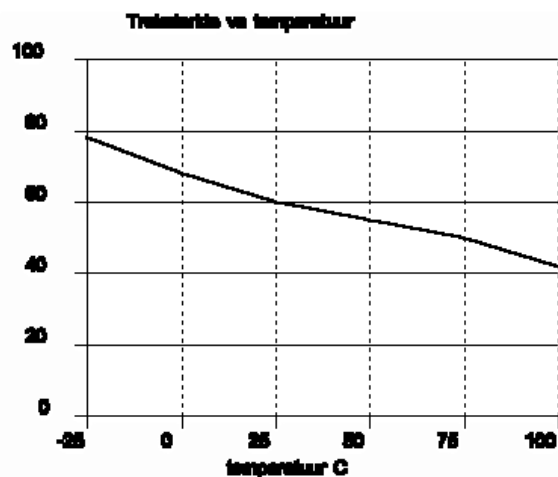
- ⇒ Draadglas vertoont door de staaldraden, die door het glas lopen, vertekening van het achterliggende beeld. Eveneens lijkt het door deze draden op een gevangenisraam, waar weinig mensen behoefte aan hebben. Draadglas is echter wel goedkoop, en er is moeilijk door heen te komen, doordat de staaldraden zeer taai en niet makkelijk te breken zijn.
- ⇒ Gehard glas leidt uiteindelijk niet tot de gewenste taaigheid, maar is wel mooi transparant. Om hoge sterktes te bereiken zijn enorme diktes noodzakelijk.

Na een afweging van deze alternatieven is besloten om veiligheidsglas op basis van polycarbonaat verder te onderzoeken. Dit kan bestaan uit een combinatie van glas en PC, of het is opgebouwd uit een aantal kunststoflagen met daarop een of meerdere beschermende coatings. Deze coatings kunnen de negatieve kanten die het materiaal nog heeft grotendeels opheffen.

LEXAN PLAAT VOOR VEILIGHEIDS- EN BEVEILIGINGSBEGLAZING

Van alle soorten gelaagd glas die op de markt verkrijgbaar zijn is Lexan de meest toegepaste soort voor inbraakwerende beglazing. Deze polycarbonaat, een produkt ontwikkeld door GE Plastics, wordt rechtstreeks geëxtrudeerd uit polycarbonaatpoeder.

Dit PC heeft de gunstigste eigenschappen voor deze toepassing. Het heeft een maximale gebruikstemperatuur van 100°C en een minimale van -40°C. Maar omdat de belasting van het glas, bij inbreken, niet continu is zijn er lagere temperaturen mogelijk; het materiaal wordt pas bij -110°C bros. Lexan behoudt zijn treksterkte en buigmodulus bij hogere temperaturen (zie figuur).



De standaard Lexanplaat is vrij gevoelig voor krassen, maar andere Lexansoorten (waaronder Lexan Margard) hebben aan beide zijden een coating die krasvast en bovendien UV-bestendig is. Deze coatings benaderen de krasvastheid van glas. Lexan polycarbonaat ramen zijn lichter dan traditionele beglazing. Het biedt een gewichtsbesparing van meer dan 50% in vergelijking

met glas van dezelfde dikte. Ook is het veiliger te hanteren en vergemakkelijkt daarbij het vervoer en installatie van de ramen.

Wanneer thermoplasten, waaronder ook Lexan valt, worden blootgesteld aan ultraviolet licht dan verminderen de mechanische eigenschappen en wordt het uiterlijk aangetast. Met een coatingtechniek worden Lexan platen beschermd tegen UV-licht. Zo kan men een langdurige optische kwaliteit garanderen met behoud van de hogere sterkte van PC in vergelijking met andere thermoplastische beglazingsmaterialen. Door testen is aangetoond dat ook het kraswerende oppervlak, van bijvoorbeeld Lexan Margard, ook de UV-weerstand bevordert.

Verwerking kan worden omschreven als de invloed van atmosferische condities op de materiaaleigenschappen. Deze kunnen sterk verslechteren door de vorming van scheurtjes waardoor erosie een kans krijgt. Lexan polycarbonaat beglazing vertoont bij testen na 5000 uur belichtingstijd (komt overeen met 15 jaar) een afname van de lichttransmissie met 2%.

Transparante Lexan platen bieden een goede helderheid die glas benadert met een helderheid van 80-88% afhankelijk van de plaatdikte (lineair). Alle Lexan ramen laten voornamelijk het zichtbare deel van het optische venster door (400-800 nm). Het schadelijke UV-licht (<385 nm) wordt niet doorgelaten waardoor men de goederen achter het glas voor deze straling kan beschermen.

Voor toepassingen in de zon is het ook mogelijk om het materiaal donker te tinten zodat de lichtdoorlatendheid met 50% wordt vermindert. Bij testen is gebleken dat een Lexan raam een oppervlaktetemperatuur van 1005C kan bereiken in de directe zon.



Combineert men Lexan met bestaande beglazing dan zorgt een luchtsouw van 30-60 mm tussen de lagen voor een aanzienlijke verhoging van de geluids- en thermische isolatie. Vooral lage frequenties zoals verkeerslawaaï worden hierdoor minder gehoord.

Lexan beglazingsmaterialen gedragen zich naar behoren bij brand en voldoen aan de verschillende belangrijke Europese brandtesten. Het voldoet onder andere aan de volgende normen: DIN 4102- Deel 1-B1-B2, NEN3883-Class1-2. Het is een thermoplastisch materiaal en smelt dan ook wanneer het wordt blootgesteld aan de intense hitte van vuur. Het draagt echter nauwelijks bij tot het uitbreiden van de brand door vlamverspreiding.

1. Lexan polycarbonaat heeft een goede chemische weerstand tegen allerlei verdunde organische en anorganische zuren. Wanneer een thermoplast wordt aangetast door een chemisch product kunnen er drie dingen gebeuren:
2. Het chemisch product wordt geabsorbeerd door de kunststof, dit kan verweking en kristallisatie tot gevolg hebben.
3. Het contact met de kunststof zorgt voor aantasting.

Omgevingsfactoren zoals spanningen en scheurtjes zorgen ervoor dat zelfs stoffen in een lage concentratie al schadelijk zijn.

Lexan plaat is onder normale omstandigheden ongevoelig voor de meeste chemische stoffen. Wanneer deze chemische aantasting echter gecombineerd wordt met een buigspanning zal het materiaal scheuren vormen en gemakkelijk te breken zijn.

Binnen de lange lijst van typen Lexan zijn er vijf soorten Lexan platen te onderscheiden die veel worden gebruikt voor veiligheids- en beveiligingsbeglazing, te weten:

- Bij Lexan Margard zorgt de krasvaste beschermlaag voor een goede chemische weerstand waardoor deze plaat minder gevoelig is.
- *Lexan 9030: Standaard niet-gecoat polycarbonaat plaatmateriaal:* Lexan 9030 is het standaard plaatmateriaal voor transparante, beschermende beglazing en wordt aanbevolen voor binnen toepassingen of overbeglazingen als extra beveiliging tegen breuk of inbraak. Het materiaal heeft goede isolerende eigenschappen, kan koud of warm vervormd worden en is te verwerken met gangbare gereedschappen.
- *Lexan ST5000: Polycarbonaat plaatmateriaal met getextueerd oppervlak:* Dit is een standaard polycarbonaat plaatmateriaal met een getextueerd oppervlak. Het biedt

lichtspreiding zonder doorzichtig te zijn. Dit materiaal is dus geschikt voor toepassingen waarbij privacy gewaarborgd moet zijn. Verder bezit het alle eigenschappen van standaard Lexan polycarbonaat.

- *Lexan Margard: UV-beschermde, krasvaste veiligheids- en beveiligingsbeglazing:* Lexan Margard heeft alle eigenschappen van standaard Lexan polycarbonaat en bovendien een, tegen UV-stralen beschermd, krasvast oppervlak. Hierdoor is het materiaal bestand tegen krassen ten gevolge van bijvoorbeeld veelvuldig schoonmaken of graffiti. Lexan Margard is geschikt als veiligheidsbeglazing voor winkels, banken en openbare gebouwen. Lexan Margard FMR5E is een variant van Lexan Margard en kan koud of warm gevormd worden voor krasvaste beglazing in gebogen profielen. Daardoor is dit materiaal geschikt voor toepassingen zoals draaideuren, beschermende beglazing voor machines en veiligheidsbeglazing in voertuigen. (klasse A volgens DIN 52290)
- *Lexan Exell D:* Is een gecoextrudeerd, transparant polycarbonaat plaatmateriaal dat aan beide zijden UV-beschermd is. Hierdoor is het materiaal beschermd tegen oppervlaktedegradatie en vergeling ten gevolge van weersinvloeden. Deze eigenschappen maken het materiaal geschikt voor een groot aantal bouwkundige toepassingen. Lexan Exell D kan koud gevormd worden voor gebogen beglazing, lichtstraten en lichtkoepels. Voor meer complexe toepassingen kan het materiaal ook warm gevormd worden.
- *Lexgard: Laminaat voor zeer zware beveiligingseisen:* Deze sterke beveiligingsbeglazing is vervaardigd uit lagen Lexan polycarbonaat en speciale kunststoffen die door middel van een film met elkaar verbonden zijn. Lexgard laminaten zijn verkrijgbaar in een aantal verschillende typen die aangepast kunnen worden aan de mate van beveiliging - van toegang met mechanisch geweld tot een gewapende overval. (B en C-klasse volgens DIN 52290). Geavanceerde composieten absorberen de kinetische energie van zware inslagen en versplinteren niet. Bovendien zijn alle producten UV-beschermd en voorzien van een krasvaste coating die de levensduur verhoogt.
- *Glas/Lexan laminaten:* Voor toepassingen waarbij veiligheid een uitermate belangrijke rol speelt, heeft GE Plastics plaatmateriaal ontwikkeld voor het lamineren van zowel vlakke als gebogen platen. Glaslaminaten stoppen kogels volgens eisen die zijn vastgesteld in internationaal geldende normen.

CONCLUSIE

Uit het onderzoek is gebleken dat er vele alternatieven zijn die zouden kunnen voldoen als inbraakwerend vensterglas, maar waarvan een combinatie met de Polycarbonaat Lexan de beste resultaten geeft. Het is echter niet mogelijk om te bepalen welke Lexansoort de beste is en dus gebruikt zou moeten worden, vanwege het feit dat mensen verschillende eisen stellen aan het glas. De een wenst enorme taaiheid, de volgende wil dat het bestand is tegen chemische stoffen. De keuze hangt ook af van de waarde van de te beveiligen goederen. Vanwege de hoge kosten van sommige Lexansoorten hoeft men niet altijd voor de duurste oplossing te kiezen. Voor echte hoogwaardige toepassingen zoals banken of juwelierszaken zijn er dure kogelvrije laminaten, die voor huisbeveiliging niet altijd noodzakelijk zijn. Voor elke gradatie van beveiliging is er een specifiek type Lexan. De leverancier van de materialen kan meer vertellen over de Lexan die de gebruiker voor zijn toepassing nodig heeft.

BRONNEN

- Expert bij het bedrijf Vink Security Glazing
- Documentatie van General Electric Plastics
- De technische Vraagbaak, deel A, 5e druk. Uitgeverij Kluwer.
- Documentatie van Vink Produktgroep Veiligheidsbeglazing.
- Engineering Materials Handbook- Mantell
- PPA
- Internet: de Homepage van GEP
- Diktaat Materialiseren 3, TU Delft
- Diktaat Materiaalkunde 2, TU Delft
- Polymeren: van keten tot kunststof, A.K. van der Vegt.