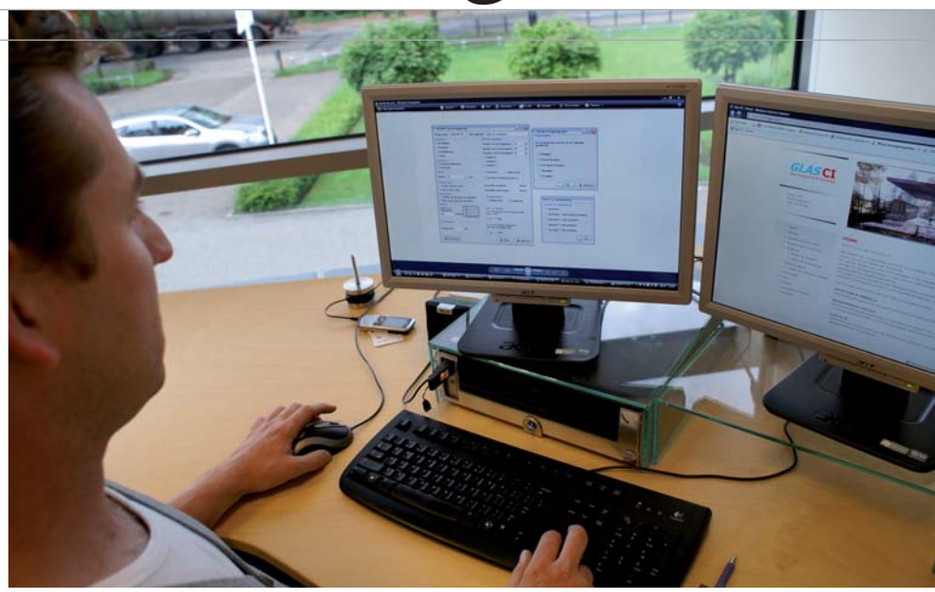
Snel en makkelijk glasdiktes



Glas-CI brengt twee programma's op de markt voor het snel en makkelijk berekenen van glasdiktes- en samenstellingen. Het bedrijf uit Almelo heeft met Glastik-NL Standard een 'instapprogramma' voor de meest voorkomende situaties, zoals twee-, drie- en vierzijdig opgelegd glas, en met Glastik Professional een meer geavanceerde versie voor complexe glastoepassingen, zoals beloopbaar glas, éénzijdig ingeklemd glas en point-fixed beglazing. Glastik-NL Professional werkt met een zogenaamde 'eindige-elementen-berekening'. De software is afgestemd op de Nederlandse wetten en normen NEN 2608, NEN 3569 en NEN 6702.

Glastik-NL Standard is 'door de eenvoudige en begrijpelijke invoerschermen voor ieder bedrijf binnen de glasbranche bruikbaar', zegt Ton van der Meulen van Glas-CI. 'De berekeningen en uitkomsten zijn gebaseerd op de geldende wet- en regelgeving en daarmee veilig. Het programma loopt niet vooruit op nog in ontwikkeling zijnde normen die voor bepaalde situaties mogelijk in een geringere glasdiktes resulteren.'

Het initiatief voor de oprichting van Glas-CI is ontstaan uit een jarenlange samenwerking tussen Ton van der Meulen en Rob Nijsse. Van der Meulen is vanaf 1979 werkzaam in de vlakglasbranche en was onder meer directeur van het toenmalige Almeline en van 1992-2008 oprichter-eigenaar van Alverre. Nijsse is partner bij ABT te Velp (bouwtechnische adviseurs) en daarnaast, sinds 2007, werkzaam als professor aan de TU Delft, faculteit Bouwkunde, sectie Draagconstructies. Glas-CI richt zich op drie hoofdactiviteiten. De eerste is de ontwikkeling en engineering van glasconstructies en innovatieve glastoepassingen. Daarnaast de berekening van glassamenstellingen en glasdiktes op verzoek, waaronder ook bevestigingsmiddelen en/of de bouwkundige aansluitingen vallen. Voor een toelichting op de derde activiteit - de ontwikkeling en commercialisering van de Glastik-NL software, voor de berekening van glassamenstellingen en glasdiktes - heeft Van der Meulen ons uitgenodigd voor een demonstratie.

NEN 2608 en NEN 3569

Alvorens Van der Meulen zijn laptop opent, bespreken we de huidige status van voornoemde normen. Op dit moment wordt de laatste hand gelegd aan nieuwe versies van NEN 2608 en NEN 3569. NEN 2608 2011 zal het huidige deel 1 'Weerstand tegen windbelasting' en deel 2 'Niet-verticaal geplaatst glas' volledig vervangen en bepalings- en rekenmethoden geven voor verticaal en niet-verticaal geplaatst vlakglas. Naast vlaklasten zoals wind, sneeuw, eigen gewicht en dergelijke zal de norm ook rekenmethoden bevatten voor punt- en lijnlasten, zoals bij glas toegepast in balustraden. Van beide normen is inmiddels een groene versie verschenen en ze zul-

'HET GAAT TEN SLOTTE OVER VEILIGHEID'

berekenen en -samenstellingen

len op korte termijn definitief van kracht worden.

De veel toegepaste en in feite belangrijkste glasnorm NEN 2608 dateert al weer van 1991 met wijzigingen doorgevoerd in 1997 en 2001. Bij de invoering van deze laatste versie is ook de nummering omgezet: deel 1 als basis voor het bepalen van de glasdikte en deel 2 voor niet-verticaal glas. Om aan te geven hoe lastig het is een norm gedegen te wijzigen of aan te vullen: al in 1995 was sprake van een tweede deel gericht op niet-verticaal glas. Aansluitend op deel 2 startte de voorbereiding van een derde en later vierde deel, bestemd voor beloopbaar en constructief glas. Die delen zijn nu opgenomen in de aanstaande NEN 2608 2011 die daar volledig in voorziet. NEN 2608 is opgenomen in het Bouwbesluit (1992) en heeft daarmee een wettelijke status. Dat geldt uiteraard ook voor NEN 6702, de norm die eisen stelt aan de belastingen en vervormingen waaraan een constructie getoetst moet worden. Er is geen raakvlak met NEN 2608, anders dan dat NEN 2608 naar NEN 6702 verwijst.

Hulpmiddelen

Om meer duidelijkheid te creëren over het gebruik van voornoemde normen, heeft de glasbranche in 2003 een ontwerp Tabellenboek voor vloerafscheidingen uitgebracht volgens Ontwerp NEN 2608-3. In 2008 volgde een definitief Tabellenboek deel 1 voor verticaal windbelast glas en niet begaanbare dakbeglazingen volgens NEN 2608-2, een handig en veelgebruikt hulpmiddel voor de juiste glaskeuze en het bepalen van de glassamenstelling en -dikte in concrete toepassingen.

Van der Meulen geeft aan dat hij in de periode van vóór het tabellenboek, samen met ABT, gestart is met de ontwikkeling van software in samenwerking met het Duitse bedrijf MKT. De Duitse software bleek uiteindelijk niet geschikt voor een eenvoudige omzetting naar de Nederlandse markt. 'Een verschil met de Duitse situatie is bijvoorbeeld dat zij de windbelasting als een statische en wij als een dynamische belasting beschouwen. Dit heeft verregaande consequenties voor de wijze waarop met de samenwerking in gelaagd glas gerekend moet worden. Uiteindelijk is een volledig nieuw softwarepakket gebouwd, afgestemd op de Nederlandse wet- en regelgeving. Ik denk, nee weet zeker dat het uiteindelijk resultaat voor menig glasbedrijf een heel handig hulpmiddel is om professioneel een verantwoorde glasdikte en -samenstelling te berekenen. Onze programma's, zeker de standaard versie, maken moeilijke materie voor menig bedrijf tegen relatief geringe kosten inzichtelijk.'

Demonstratie

Hoe laag de drempel is van het eenvoudigste programma, Glastik NL-Standard, blijkt uit de demonstratieversie die Van der Meulen op z'n laptop heeft draaien. 'Het programma biedt voor 80 tot 90 procent van de situaties een oplossing. Je voert op eenvoudige wijze zaken als het gebied, de hoogte en de gebouwfunctie in. Met die kennis maakt het programma snel een berekening van de vereiste dikte en samenstelling. Heb je het betreffende glas niet op voorraad, dan kun je het ook omdraaien en kijken welke samenstelling is toegestaan met het glas dat je wel voorhanden hebt. Door de nagenoeg onbegrensde mogelijkheden gaat de materie ook veel meer voor je leven. Je leest niet zomaar een samenstelling af, maar door het invoeren van diverse grootheden, begrijp je waar je mee bezig bent. Een ander belangrijk onderdeel is dat we ook doorvalveiligheid hebben meegenomen voor bijvoorbeeld glasbalustrades. Niet eenvoudig, want een berekening voor vloerafscheidingen met de belastingen volgens NEN 6702 heeft lijn-, punt- en duurlasten in zich, maar het is gelukt die voor de standaard situaties - glas twee-, drie- en vierzijdig opgelegd - in het programma mee te nemen.'

Bij het rekenen volgens NEN 2608 is het altijd zaak of en hoeveel je aan de veilige kant gaat zitten. De sterkte van gelamineerd glas is door het zogenaamde visco-elastisch gedrag van de tussenlaag afhankelijk van de belastingduur en temperatuur. Bij kortdurende belastingen zoals wind en/of lage temperaturen gedraagt het laminaat >>

Ton van der Meulen: 'Onze ervaring is dat degene die met dit programma gaat werken, zich bewust is van het belang van het veilig toepassen van glas en daar ook professioneel mee om wil gaan. En juist daar is het ons om begonnen.'

Wat kost dat?

Glastik NL-Standard kost eenmalig € 1.050 (excl. BTW) voor een single-user versie. Voor een multi-user versie (5 werkplekken gelijktijdig) zijn die kosten € 1.350 (excl. BTW). Voor het gebruik van modelruiten is een module in ontwikkeling, 'wat lastig is daar de piekspanningen in de stompe hoeken moeilijk in een functie zijn te vatten', aldus Ton van der Meulen. Ook voor drievoudig glas is een module in ontwikkeling die naar verwachting nog dit jaar beschikbaar komt. Momenteel zijn er in ons land 120 werkplekken waar het programma wordt gebruikt. Voor degene die meer dan gemiddeld kennis van zaken heeft met betrekking tot sterkteberekeningen en de geldende normen en ook regelmatig werkt met bijvoorbeeld eenzijdig ingeklemd glas en point-fixed beglazing is er Glastik Professional. Deze versie wordt naar verwacht eind dit jaar in de Nederlandse versie gepresenteerd. Voor meer informatie: www.glas-ci.nl.

› Snel en makkelijk berekenen glasdiktes en –samenstellingen

Kritische noot

Aan Roman Abrahams, technisch adviseur van Pilkington Benelux en redactieraadlid van Glas in Beeld, de vraag wat hij van Glastik-NL Standard vindt. 'Ik ken de basis-uitvoering van Glastik-NL. Glastik Professional is al eerder aangekondigd, maar nog steeds niet af. De uitkomsten van de basisversie zijn qua niveau gelijk aan die van het oude tabellenboek. Voor enkele stuks ruiten en ter indicatie voldoende, maar het glas is veel te dik gedimensioneerd voor grotere aantallen of projecten. In sommige situaties zijn de uitkomsten van Glastik-NL zelfs nog dikker dan die van het tabellenboek. Echter, dat is voor de kleinere bedrijven of een glaszetter geen probleem. Met de komst van de NEN 2608:2011 is de levensduur van een nu aangeschaft programma erg kort; ik zou zeker wachten op een nieuwe, aan de norm aangepaste versie. Ik krijg nog steeds vragen over wat voor eenvoudige glasberekeningspakketten er voor glasbedrijven op de markt zijn. Daar past Glastik-NL goed bij, alleen mijn advies is nu dat men moet wachten tot publicatie van NEN 2608:2011. Na publicatie zullen alle huidige tools onbruikbaar worden.'

Reactie van Ton van der Meulen op het voorgaande: 'Deze reactie komt mogelijk voort uit onbekendheid met het de huidige vorm van het programma dat toen nog in concept was. Ik daag Roman en andere critici uit om kennis te maken met Glastik-NL Standard om te ervaren hoe goed werkbaar het is en te zien dat de uitkomsten wel overeenkomen met de regelgeving. In onze uitkomstentabel kun je perfect zien of de toelaatbare waarde net of fors overschreden wordt, waarbij voor grote hoeveelheden, in combinatie met een geringe overschrijding, een eindige elementenberekening op z'n plaats zou kunnen zijn. En uitstellen hoeft niet: de kosten voor aanschaf nu en die voor een extra module naar aanleiding van NEN 2608 2011, zullen gelijk zijn aan de aanschafprijs voor de versie die daar volgend jaar op afgestemd is.'

Ook toepassingen van glas ter plekke van hoogteverschillen (balustradefunctie) zijn met Glastik-NL Standard te berekenen. Hier het kantoor van Bouwfonds in Delft. Foto: Verwol /Fedde de Weert

zich als een monolithische plaat. Bij langdurende belastingen en of hoge temperaturen zal het laminaat zich steeds meer gaan gedragen als los gestapelde platen, waardoor de spanningen en vervormingen zullen toenemen. Meerdere deskundigen hebben hier aan gerekend en testen mee gedaan: Sobek, Bennison en TNO met Sobek als meest behoudende. Van der Meulen: 'Ook wij houden zijn bevindingen aan. Die komen grotendeels overeen met die van TNO, de zogenaamde TNO gemiddeld, en waar ze afwijken zitten we er onder, dus altijd aan de veilige kant.'

Stap voor stap

De invoervelden van Glastik-NL Standard doorlopend, 'doet een kind de was'. Het basis inputscherm is opgebouwd uit diverse onderdelen die vervolgens nader toegelicht worden en via subschermen kunnen aanvullende gegevens ingevoerd worden. Met bekende Nederlandse glasterminologie word je zo eenvoudig door de diverse schermen geleid. Zodra de vorm is gekozen, worden de lengtes van de zijden, het aantal opgelegde zijden en de positie van de opleg in relatie tot eventueel te berekenen lijnlasten ingegeven.' Van der Meulen: 'Als alle gegevens ingegeven zijn is één druk op de knop 'berekenen' voldoende om een volledige overzichtstabel te krijgen met daarin de glassamenstelling, belastingen, spanningen, doorbuigingen en dergelijke.

Bij de keuze van het soort beglazing is de hoofdkeuze isolerend dubbelglas of enkel glas. Vervolgens verschijnen subschermen voor het aangeven van het toe te passen glastype. Ook de spouwbreedte en berekening met of zonder isochore druk kan hier ingegeven worden, evenals de randafwerking in een volgend subscherm. Vervolgens bepaal je op basis waarvan de berekening moet plaatsvinden: met of zonder vooraf gekozen glasdikte of berekenen op basis van de ingevoerde gegevens. Hierbij wordt berekend wat de doorbuigingen en spanningen zijn van de ingegeven glasdikte(s). In subschermen worden de gewenste glasdiktes ingevoerd. Bij gelaagd glas kan daarnaast nog het aantal PVB-folies en de temperatuur van de folies aangegeven worden. In volgende invoerschermen kunnen zaken als de helling worden opgegeven, voor dakbeglazing, om rekening te houden met sneeuwbelasting en het eigen gewicht. Daarnaast moet uit één van de vier meest voorkomende dakvormen worden geselecteerd. Andere, meer gedetailleerde informatie betreft de doorbuiging, windbelasting en incidentele beloopbaarheid.

Bij de windlastbepaling worden de gegevens voor de berekening van de windlast ingegeven: de hoogte van de bovenzijde van het glas, de breedte en hoogte van het gebouw, gebied I, II of III en bebouwd of onbebouwd. Van der Meulen: 'Bij automatische berekening van de windlasten gaat het programma uit van de minst gunstige positie van het glas: de hoek van het gebouw. Daarnaast bestaat ook nog de mogelijkheid om de winddruk en windzuiging handmatig in te geven. Is het glas bestemd voor een balustrade dan dient het niveauverschil van > 1meter te worden aangevinkt. Ook dient men aan te geven of er een leuning aanwezig is die los staat van de beglazing. Verder wordt de gebruiksfunctie van het gebouw gekozen volgens tabel 9 van NEN 6702.'

Resultaten

Na het aanklikken van de knop 'berekenen' toont het programma een tabel met resultaten. In het voorbeeld van Van der Meulen betreft het een vertica-

‘Wij hebben er veel plezier van’

Frank de Graaff van De Graaff Advies Onafhankelijk glasadviseur uit Leerdam werkt al enkele jaren met Glastik-NL Standard. ‘De grootste plussen zijn de toegankelijkheid en snelheid. De basisprojectgegevens zijn redelijk snel en eenvoudig in te voeren en met die er eenmaal in, kun je makkelijk nieuwe en andere maten ingeven. Die leggen we dan vast in een pdf, goed leesbaar, inclusief de belastingen en uitgangspunten. En voor ons snel aan te passen wanneer een klant een half jaar later met hetzelfde project komt, waarvan bijvoorbeeld alleen de maten afwijken. Het enige waar we nog op wachten is een versie voor het berekenen van modelruiten.’

‘Uiteraard moet je wel weten waarover je praat, zoals bij het aangeven van de randzone en het middengebied. Het programma staat standaard ingesteld op randzone en is daarmee aan de veilige kant. Als je alles daarop aanhoudt, dan wordt het glas al snel te dik. Ga je variëren, met verschillende dikten en samenstellingen als uitkomst, dan moet je wel mogelijke kleurverschillen in de gaten houden. Dergelijke consequenties vraagt kennis van eisen en glaseigenschappen. Maar dat is met elk hulpmiddel: je moet wel kaas gegeten hebben van de producten. Inkloppen kan iedereen. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor twee-, drie- of vierzijdig opgelegd, die varianten zijn makkelijk in het programma verwerkbaar. Wordt een ventilatierooster toegepast, heb je het wel over driezijdig opgelegd, daar gaan velen de fout mee in. Hoe dan ook: wij hebben er veel plezier van en onze klanten dus ook. We worden niet geleid door commerciële belangen van 6 of 12 millimeter glas, hebben alleen belang bij een onafhankelijk advies en daar helpt dit programma bij. En ook Bouw- en Woningtoezicht heeft er voldoende aan; we hebben nog nooit van een opdrachtgever gehoord dat zij er geen genoegen mee nemen.’

le wand van isolerend dubbelglas, die als afscheiding bij een niveauverschil van >1meter toegepast wordt. Voor de gegeven situatie is de volgende samenstelling berekend: 6 millimeter floatglas als buitenruit en 66.2 half-gehard floatglas als binnenruit. Van der Meulen: ‘Het grote voordeel van Glastik-NL Standard is dat men in luttele seconden alternatieven kan berekenen. Afmetingen, spouw, glastype, randafwerking, glasdiktes; ze kunnen eenvoudig en snel gewijzigd en herberekend worden om zodoende de optimale samenstelling te krijgen. Zodra de berekende belasting of doorbuiging te groot wordt, is dat direct zichtbaar doordat die waarde in rood weergegeven wordt.’

Als kritiekpunt kunnen we onder andere optekenen dat de keuze van het al of niet van toepassing zijn van NEN 3569 eenvoudig is te negeren en dat dit uit de rapportage die het programma geeft, niet valt op te maken. En de print ervan ziet er professioneel uit, dus elk glasbedrijf kan met behulp van het programma aan haar opdrachtgevers een behoorlijk officieel lijkende berekening presenteren. Schiet de informatie die overlegd dient te worden bij bijvoorbeeld Bouw -en Woningtoezicht niet te kort en hoe zit het met aansprakelijkheid? Van der Meulen: ‘We verwijzen naar ons handboek en daar staat de rekenmethodiek volledig uitgelegd; evenals in de bijlagen die met de berekening worden meegestuurd. Uiteraard sluiten we elke aansprakelijkheid formeel af, maar dat is bij elke software hetzelfde; denk aan je navigatieprogramma in je auto waar je ook aanvaardt dat de maker niet aansprakelijk kan worden gehouden. Instanties als COBc bevelen niet aan, iedere gemeente neemt z’n eigen verantwoordelijkheid, maar in de praktijk blijkt dat onze klanten met onze uitkomsten, inclusief bijlagen en formules, voldoende overtuigend zijn. Klanten komen wel eens met vragen, maar nog nooit heeft een klant gemeld dat hij is teruggefloten door een gemeente.’

‘Aangezien voor de juiste toepassing van NEN 3569 kennis van de locatie en de specifieke toepassing van de beglazing noodzakelijk is’, repliceert Van der Meulen tot slot, ‘is de verantwoordelijkheid voor de keuze van het juiste type glas, geheel voor de gebruiker van de software. In enkele gevallen zal het programma waarschuwen voor situaties waarin mogelijk NEN 3569 geweld aangedaan wordt. Maar het programma is niet in staat om te beoordelen of de beglazing valt onder situaties die beschreven staan in de NEN 3569. De gebruiker behoort dit wel te weten en dient daarop zijn keuze voor het geschikte glastype, bijvoorbeeld gelaagd of gehard glas, te baseren. Het programma rekent dan de noodzakelijke dikte uit. Wij adviseren de norm goed te bestuderen en altijd conform de NEN 3569 het juiste type veiligheidsglas te bepalen. Het gaat ten slotte over veiligheid. Indien de gebruiker kiest voor een handmatig ingegeven waarde in plaats van een automatische bepaling door het programma, wordt dit uitdrukkelijk in de rapportage vermeld. We voldoen aan alle normen, maar bijvoorbeeld foute afmetingen of een verkeerde gebouwfunctie ingeven, kan iedereen overal. Onze ervaring is dat degene die met dit programma gaat werken, zich bewust is van het belang van het veilig toepassen van glas en daar ook professioneel mee om wil gaan. En juist daar is het ons om begonnen.’ <

Marco Groothoff

Resultaten isolerend dubbelglas

Met isochore druk

	Winddruk		Windzuiging		Lijnlast kN/m		Puntlast kN/ 200 x 200 mm		Duurlast kN/ 200 x 200 mm		
	Buiten	Binnen	Buiten	Binnen	Buiten	Binnen	Buiten	Binnen	Buiten	Binnen	
Glasdikte:	6	55.2	6	55.2	6	55.2	6	55.2	6	55.2	mm
eff. Glasdikte spanning:	5,80	9,60	5,80	9,60	-	-	5,80	7,84	5,80	6,79	mm
eff. Glasdikte doorbuiging:	5,80	9,60	5,80	9,60	-	-	5,80	7,71	5,80	6,05	mm
Repr. Last:	0,16	0,71	-0,26	-1,16	-	-	-	-0,70	-	-0,50	
Vormfactoren:	1,10	1,10	-1,80	-1,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Veiligheidsfactor:	1,30	1,30	1,30	1,30	-	1,50	-	1,50	-	1,50	
Repr. Windlast:	0,87	-	-1,42	-	-	-	-	-	-	-	kN/m²
Toelaatbare spanning:	25,00	46,61	25,00	46,61	-	-	-	40,12	-	31,69	N/mm²
Berekende spanning:	7,66	12,27	-12,14	-19,86	-	-	-	-28,79	-	-27,39	N/mm²
Max. doorbuiging:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm
Berekende doorbuiging:	6,11	6,02	-9,68	-9,69	-	-	-	-8,64	-	-12,77	mm

Afdrukken OK

Resultaten van een voorbeeldberekening voor isolatieglas.