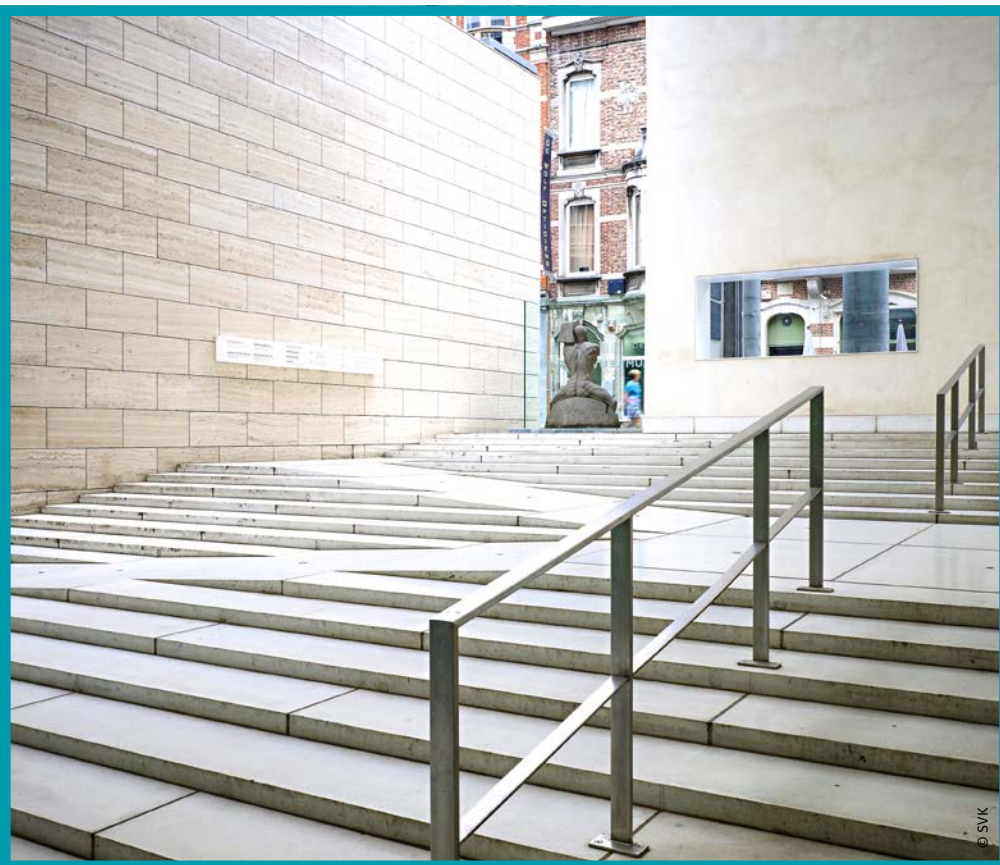


Beton met esthetische eisen

- een update -



Slag om slinger heerst er begripsverwarring rond de termen architectonisch beton, sierbeton, zichtbeton,... Twee nieuwe normatieve documenten, de PTV 21-601 en de prNBN B 15-007, leggen een duidelijke terminologie vast omtrent de verschillen in deze verschijningsvormen van beton. Bij de nieuwe versie van de PTV 21-601 horen ook een aantal specifieke tools. Het zijn hulpmiddelen om na te gaan of het geleverde architectonisch beton binnen de tolerantiedrempel valt met betrekking tot kleurverschil en luchtbelvorming. ►

LE PTV 21-601 EN PRATIQUE

Le béton avec des exigences esthétiques

- Actualisation -

De façon récurrente, des confusions dans les idées se rencontrent sur les termes de béton architectonique, béton décoratif, béton apparent... Deux nouveaux documents normatifs, le PTV 21-601 et le prNBN B 15-007 fixent une terminologie claire des différentes formes sous lesquelles le béton se présente. La nouvelle

version du PTV 21-601 est aussi accompagnée d'outils spécifiques. Il s'agit de moyens qui permettent de vérifier si le béton architectonique livré se situe dans les limites des tolérances en ce qui concerne les différences de couleur et la formation de bulles. ►

► DE TOLERANTIE OP DE KLEURVERSCHILLEN

Aan architectonisch beton worden de hoogste eisen gesteld. Voorwerp van discussie is niet zelden het kleurverschil tussen verschillende panelen. De norm zegt niet dat elementen geen kleurverschillen mogen vertonen, want die zijn eigen aan beton. Er wordt wel een haalbare vork gedefinieerd waarbinnen de verschillen mogen variëren.

Een controle op kleurverschillen verloopt in drie stappen. De eerste is een louter visuele controle. Zijn alle partijen tevreden over het resultaat, dan hoeft er verder niets te gebeuren. Als er toch twijfel is en één van de partijen vermoedt dat de kleurverschillen

groter zijn dan toegelaten, kan men de BE-grijsschaal ter hand nemen. Voor elk te vergelijken betonvlak wordt de dichtst bijliggende grijsschaal gekozen. Elke schaal heeft een DeltaE van 2,5 ten opzichte van de volgende schaal. Voor donkergekleurd beton geldt een tolerantie-eis van 7,5 tot 10. Men mag drie of vier schalen afwijking hebben om te voldoen. Van gekleurd beton worden zwart-wit foto's (samen met de grijsschaal) gemaakt en gebeurt de keuring op basis van deze foto's.

Wanneer de partijen niet overeenkomen op basis van de keuring met de BE-grijsschalen, wordt het nazicht uitgevoerd met behulp van de colorimeter. Hiervoor werd een sjabloon van 50 x 50 cm ontwikkeld, waarop

dertien meetpunten aangeduid zijn. Dit sjabloon wordt op de eerste meetplaats bevestigd. Het gemiddelde van de dertien metingen, geeft het eerste resultaat. Dit wordt herhaald op de tweede meetplaats. Het verschil tussen beide gemiddelden moet kleiner zijn dan de van toepassing zijnde tolerantie. De meting met de colorimeter moet door experts gebeuren, met een geschikte colorimeter en werkwijze zoals beschreven in de PTV 21-601.

De keuringen op toleranties moeten overigens gebeuren op een droog en in de schaduw gelegen oppervlak, op een afstand van 3 meter. Enkel kleurverschillen van tegelijk in het zicht liggende vlakken kunnen met elkaar vergeleken worden.



Kleurschakeringen | Présence de variations de teintes

Oppervlak/ Surface	Toelaatbaar aantal verschillen in gradatie (BE-grijsschaal_V1) Nombre admissible de différences de gradations (échelle des gris BE_V1)
Niet-gekleurd (zonder pigmenten) Non colorée (sans pigments)	3
Bewerkt (helemaal of niet-gekleurd) Traitée (tout ou non colorée)	3
Gekleurd, niet onderworpen aan een nabehandeling Colorée non post-traitée	4

► LA TOLÉRANCE DES DIFFÉRENCES DE COULEUR

Le béton architectonique est soumis aux exigences les plus élevées. Il n'est pas rare que la différence de couleur entre deux panneaux fasse l'objet de discussions. La norme ne dit pas que les éléments ne peuvent pas présenter de différences de couleur, parce que celles-ci sont inhérentes au béton. Une fourchette réaliste est définie, dans laquelle les différences peuvent varier.

Le contrôle des différences de couleur se déroule en trois étapes. La première est simplement un contrôle visuel. Si toutes les parties sont satisfaites du résultat, aucune autre action ne doit être prise. S'il existe malgré tout un doute et qu'une des parties suppose que les

différences de couleur sont supérieures à celles autorisées, l'échelle des gris BE peut être utilisée. Pour chaque surface de béton à comparer, la nuance de gris la plus proche dans l'échelle est choisie. Chaque nuance de l'échelle a un delta E de 2,5 par rapport à la suivante. Pour un béton foncé, une exigence de tolérance de 7,5 à 10 est fixée. Un écart de trois ou quatre nuances est accepté pour satisfaire à la tolérance. Pour un béton coloré des photos en noir et blanc sont prises (avec l'échelle des gris) et le contrôle se fait sur base de ces photos.

Lorsque les parties n'arrivent pas à se mettre d'accord sur base d'un contrôle avec les échelles de gris, la vérification se fait à l'aide du colorimètre. Un pochoir de 50 X 50 cm a été développé

avec l'indication de treize points de mesure. Ce pochoir est fixé sur le premier endroit à mesurer. La moyenne des treize mesures donne le premier résultat. L'opération est répétée sur le deuxième endroit à mesurer. La différence entre les deux moyennes doit être inférieure à la tolérance applicable. La mesure au colorimètre doit être effectuée par des experts, avec un colorimètre adapté et selon la méthode décrite au PTV 21-601.

Les contrôles sur les tolérances doivent être effectués sur une surface sèche et à l'ombre, à une distance de trois mètres. Seules des différences de couleur de surfaces visibles en même temps peuvent être comparées l'une à l'autre.

CONTROLE OP DE TOLERANTIE VAN HET AANTAL LUCHTBELLEN

Ook over luchtbellen in architectonisch beton geeft de PTV een aantal aanwijzingen. Luchtbellen zijn nochtans een fenomeen dat typisch op verticaal gestorte vlakken voorkomt. Architectonisch beton geeft in principe niet veel problemen met storende luchtbellen, omdat het belangrijkste vlak zoveel mogelijk horizontaal gestort wordt.

Is er toch twijfel, dan kan men voor de beoordeling van de tolerantie op luchtbellen beroep doen op de CIB-luchtschaal. Deze bevat foto's van beton

met luchtbellen, verdeeld in 5 klassen. Niet-bewerkt architectonisch beton moet voldoen aan de klasse 1, het bewerkte beton aan klasse 2.

UITVOEREN VAN HERSTELLINGEN

Naast kleur en luchtbelvorming, zijn er ook andere parameters die invloed hebben op de esthetiek van het eindresultaat.

Zo heeft de PTV 21-601 het ook over herstellingen. Architectonisch beton wordt getransporteerd, gemanipuleerd op de werf en is meestal al tijdens de ruwbouwfase in het werk

geplaatst. Het kan dus voorvallen dat er beschadigingen ontstaan nog voor het gebouw opgeleverd wordt. Herstel van architectonisch beton is toegestaan volgens de PTV, maar het element moet na herstelling opnieuw voldoen aan alle eisen van dit document. De elementen worden bij voorkeur hersteld door de fabrikant van het architectonisch beton zelf. Het zal hem doorgaans lukken om herstellingen quasi onzichtbaar uit te voeren.

Scheuren worden frequent als een gebrek beschouwd. Niets is evenwel minder waar: scheurvorming is eigen



CONTRÔLE DE LA TOLÉRANCE SUR LE NOMBRE DE BULLES D'AIR

Le PTV prévoit également un certain nombre d'indications sur les bulles d'air. Les bulles d'air sont toutefois un phénomène qui se produit typiquement sur les surfaces coulées verticalement. Le béton architectonique ne cause en principe pas beaucoup de problèmes de bulles d'air dérangeantes, parce que la face principale est le plus souvent possible coulée horizontalement.

En cas de doute, il est possible de faire appel à l'échelle de bulles d'air CIB pour leur appréciation. Celle-ci contient des

photos de béton avec des bulles d'air, réparties en cinq classes. Le béton architectonique non ouvragé doit satisfaire à la classe 1, le béton ouvragé à la classe 2.

EXÉCUTION DE RÉPARATIONS

A côté de la couleur et de la formation de bulles d'air, il existe aussi d'autres paramètres qui influencent l'esthétique du résultat.

Le PTV 21-601 couvre ainsi également les réparations. Le béton architectonique est transporté, manipulé sur chantier et le plus souvent déjà monté

sur le chantier pendant la phase du gros-œuvre. Il peut donc arriver que des dégâts soient causés avant la réception du bâtiment. Le PTV autorise la réparation du béton architectonique, mais l'élément réparé doit à nouveau satisfaire aux exigences du document après remise en état. Les éléments sont de préférence réparés par le fabricant de béton architectonique lui-même. Il réussira d'ailleurs le plus souvent à effectuer des réparations quasi invisibles.

Les fissures sont souvent considérées comme un défaut. Rien n'est moins vrai: la formation de fissures

Aanwezigheid van luchtbellen Présence de variations de teintes

Oppervlak/ Surface	Nr. CIB-schaal N° échelle applicable
Niet-bewerkt Non traitée	1
Bewerkt Traitée	2

aan beton. Omwille van de duurzaamheid moeten ze volgens Eurocode 2 wel beperkt blijven tot een opening van 0.3 mm. Omwille van het esthetisch uitzicht wordt deze eis in de PTV 21-601 verstrengd tot een maximale opening van 0.2 mm. Grotere scheuren moeten met andere woorden hersteld worden.

AFMETINGEN

Tot slot: eigen aan prefab beton is dat, algemeen gesproken, het gebouw wordt samengesteld door een aaneenschakeling en opeenstapeling van elementen. Omdat te grote afwijkingen in de afmeting zich zouden cumuleren bij de montage, gelden er sowieso minimale toleranties tegenover de afmetingen. Met het oog op een esthetisch geheel gelden voor architectonisch beton de allerstrengste maateisen. Alleen op die manier kunnen voegen in een gevel gelijkmatig van breedte zijn en mooi continu doorlopen. Op het eerste zicht een detail, maar net die maken het verschil.

est propre au béton. Pour la durabilité, selon l'Eurocode 2, elles doivent néanmoins être limitées à une ouverture de 0,3 mm. Pour des raisons d'esthétique, cette exigence est dans le PTV 21-601 plus sévère et réduite à une ouverture maximale de 0,2 mm. Des fissures plus grandes doivent, en d'autres termes, être réparées.

DIMENSIONS

Pour terminer, il est inhérent au béton préfabriqué que, en général, le bâtiment est constitué d'une succession et empilement d'éléments. Parce que de trop grandes déviations dans

Grootste toelaatbare vormafwijkingen voor geprefabriceerde elementen van architectonisch beton volgens PTV 21-601 Ecarts de forme maximum admissibles pour les éléments préfabriqués en béton architectonique suivant le PTV 21-601

Aspect	Afwijkingen Ecarts	
Rechtheid van de randen <i>Rectitude des bords</i>	$L \leq 1$ m	± 1 mm
	$1 \text{ m} < L \leq 5$ m	± 3 mm
	$L > 5$ m	± 5 mm
Rechtheid van de vlakken <i>Rectitude des faces</i>	Bekist vlak Epaisseur	
	Meetlat van 0,20 m	1 mm
	Meetlat van 2 m	3 mm
	Afgestreken vlak Epaisseur	
Schelluwte <i>Gauchissement</i>	$L \leq 1$ m	2 mm
	$1 \text{ m} < L \leq 5$ m	3 mm
	$L > 5$ m	5 mm
Loodrechtheid <i>Perpendicularité (l'aplomb)</i>	$H \leq 0,2$ m	3 mm
	$H > 0,2$ m	5 mm

NOTE: De afwijkingen zijn van toepassing op elementen van gewapend of van ongewapend beton en niet op elementen van voorgespannen beton.
NOTE: Les tolérances définies s'appliquent pour les éléments en béton armé ou non armé et ne s'appliquent pas pour les éléments en béton précontraint.

Grootste toelaatbare maatafwijkingen voor geprefabriceerde elementen van architectonisch beton volgens PTV 21-601 Ecarts dimensionnels maximum admissibles pour les éléments préfabriqués en béton architectonique suivant le PTV 21-601

Aspect	Afwijkingen Ecarts	
Fabricagematen <i>Dimensions de fabrication</i>	Lengte, breedte, hoogte <i>Longueur, largeur, hauteur</i>	
	$L \leq 1$ m	± 3 mm
	$1 \text{ m} < L \leq 5$ m	± 4 mm
	$L > 5$ m	± 6 mm
	Dikte Epaisseur	± 3 mm
Diagonalen <i>Diagonales</i> $\Delta = (d_1 - d_2)$	$D \leq 1$ m	± 8 mm
	$1 \text{ m} < D \leq 5$ m	± 10 mm
	$D > 5$ m	± 12 mm
Voorzieningen <i>Dispositifs</i>	Enkelvoudig Simple	
	Meervoudig Multiple	
		± 3 mm

NOTE: De toegepaste afwijkingen zijn overeenkomstig met de betondekkingen van de A-normen. De maatafwijkingen voor enkelvoudige verbindingen (verbindingen en voorzieningen zoals uitsparingen...) hebben betrekking op de afmetingen die de positie van de voorzieningen vastleggen.
NOTES: Les tolérances sont appliquées en respectant les enrobages qui doivent être conformes à la norme G. Les écarts dimensionnels pour dispositifs simples (liaisonnements et dispositifs tels les évidements...) portent sur les dimensions qui déterminent la position du dispositif.

les dimensions se cumuleraient au montage, des tolérances minimales par rapport aux dimensions, sont de toute manière, en vigueur. Dans l'optique d'un ensemble esthétique, les exigences dimensionnelles les plus strictes sont d'application pour le béton architectonique. Ce n'est qu'à cette condition que

les joints d'une façade peuvent être égaux en largeur et se poursuivre joliment en continu. A première vue, cela peut sembler être un détail mais ce sont les détails qui font la différence.

Le béton architectonique est un beau produit, auquel des exigences très

Architectonisch beton is een mooi product waaraan, omwille van het beoogde esthetische resultaat, erg hoge eisen gesteld worden. De mogelijkheden zijn in principe legio, maar in de praktijk moet de ontwerper toch ook rekening houden met beperkingen, en zich met name bewust zijn van de kostprijs van deze of gene keuze. Nuttig om te weten: elke ontwerper kan zich vanaf het voorontwerp laten begeleiden door FEBELARCH of door één van de fabrikanten van architectonisch beton. Zo kunnen verwachtingen, resultaat en budget goed in balans worden gehouden. Maar alles begint hier: eis steeds architectonisch beton dat voldoet aan de specificaties van de PTV 21-601. (JM) ●

De inhoud van de PTV 21-601 werd uitvoerig besproken in **BETON 235** (maart 2017). De volledige set van maatregelen kunt u lezen in de PTV 21-601 zelf, die u gratis kunt downloaden op de website van FEBELARCH (www.febelarch.be).



élevées sont posées, pour obtenir le résultat esthétique visé. Les possibilités sont en principe légion, mais dans la pratique, le concepteur doit tout de même aussi tenir compte de restrictions et être conscient du coût de ce choix ou d'un non choix. Bon à savoir: chaque concepteur peut se faire assister dès l'avant-projet par FEBELARCH ou par un des fabricants de béton architectonique. De cette façon, les attentes, le résultat et le budget peuvent être bien maintenus en équilibre. Mais tout commence maintenant: Pour vos projets, exigez toujours du béton architectonique qui satisfait aux exigences du PTV 21-601 (JM) ●

Le contenu du PTV 21-601 a été décrit en détail dans la revue **BETON 235** (mars 2017).

Vous pouvez consulter l'ensemble des mesures dans le PTV 21-601. Document que vous pouvez télécharger gratuitement sur le site Internet de FEBELARCH (www.febelarch.be).



Le nouvel Elcometer 500 peut mesurer rapidement, précisément et avec répétabilité l'épaisseur de film sec sur béton et autres substrats cimentieux.

elcometer
www.elcometer.com/E500