



Om discussies en interpretatieverschillen te vermijden bij de controle van de dimensionale toleranties en het uitzicht van bouwwerken, dient men de gehanteerde instrumenten en methoden duidelijk te definiëren. Hiervoor kan men een beroep doen op de norm NBN ISO 7976-1 [1] en enkele elementaire principes voor de oplevering van het uitzicht van bouwwerken. Deze documenten worden echter nog al te vaak over het hoofd gezien door de bouwprofessionelen. Dit artikel vormt een update van het gelijknamige artikel uit de thematische WTCB-Contact nr. 25 'Toleranties in de bouw' [3].

Toleranties in de bouw: controle-instrumenten en -methodologie

1 Belangrijkste meetinstrumenten

De norm NBN ISO 7976-1 [1] is het referentiedocument bij uitstek voor de keuze van de meetinstrumenten voor de controle van bouwproducten en hun plaatsing. Deze norm stelt echter dat men ook andere meetinstrumenten mag gebruiken op voorwaarde dat deze voldoen aan de nauwkeurigheidseisen van de meetmethode.

De keuze van het meetinstrument hangt doorgaans af van de uit te voeren meting, de vastgelegde toelaatbare afwijking en de omgevingsvoorwaarden tijdens de controle (bv. in de fabriek of op de bouwplaats). De uitvoerder van de metingen moet ervaring hebben met de meetinstrumenten en moet erop toezien dat deze juist afgesteld en geijkt zijn (dit vereist een regelmatige controle en, indien nodig, een reiniging na gebruik). Tabel A geeft een overzicht van de belangrijkste meetinstrumenten voor de bouwsector, afhankelijk van het toepassingsdomein.

2 Belangrijkste meetmethoden voor de controle van de dimensionale toleranties

De norm NBN ISO 7976-1 [1] beschrijft een aantal meetmethoden die men zowel kan hanteren in de fabriek als op de bouwplaats. Daarnaast geeft ze een overzicht van de meetmethoden die enkel toepasbaar zijn *in situ* (zie tabel B, p. 2). Terwijl de metingen in de fabriek doorgaans gecontroleerd worden door de fabrikanten, moeten andere bouwprofessionelen, zoals aannemers, architecten en experts, zich vaak ook vergewissen van de correcte plaatsing van deze producten *in situ*.

A | Belangrijkste meetinstrumenten voor de bouwsector.

Meetinstrument	Toepassingsdomein
Theodoliet	Meting, inplanting en controle van hoeken, lijnen en horizontale of verticale vlakken
Automatische waterpas	Bepaling van de hoogte van een punt ten opzichte van een referentiegegeven
Laserinstrument	Bepaling van hoogtes, peilen of afwijkingen van posities of richtingen
Schuifmaat	Meting van afmetingen tot 1.000 mm
Meetband	Rechtstreekse meting van afmetingen en afstanden tot 100 m ⁽¹⁾
Winkelhaak	Hoofdzakelijk voor de controle van rechte hoeken
Lat of regel	De lat of regel creëert een lijn aan de hand waarvan men de afwijkingen op de rechtheid en de vlakheid kan nagaan ⁽²⁾
Waterpas	Aanduiding of nazicht van de horizontaliteit of verticaliteit
Schietlood	Aanduiding van een verticale referentielijn voor hoogtes tot 6 m
Hellingmeter, clinometer of inclinometer	Meting van de verticaliteit ⁽³⁾ , horizontaliteit of helling
Diktematen	Meting van de eventuele aanvaardbaarheid van een voegopening, een afstand (niveaunderschil, vlakheid enzovoorts) ...
Colorimeter ⁽⁴⁾	Bepaling van de kleur van een oppervlak volgens diverse 'kleursystemen' (bv. L*a*b) ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Men beperkt de omvang bij voorkeur tot 50 m.

⁽²⁾ Men hanteert doorgaans lengtes van 20 of 50 cm en van 1, 2 en 3 m.

⁽³⁾ De meting van de verticaliteit is beperkt tot een normale verdiepingshoogte.

⁽⁴⁾ Dit toestel behoort niet tot de meetinstrumenten die beschreven worden in de norm NBN ISO 7976-1 [1].

⁽⁵⁾ Door rechtstreekse vergelijking kan men kleurverschillen kwantificeren (ΔE).

Indien de operatoren van de meettoestellen gebruikmaken van de meetmethoden uit de norm en/of uit het referentiedocument dat ernaar verwijst, kan het risico op discussies en interpretatieverschillen bij de controle

van de dimensionale toleranties tot een minimum herleid worden. Om de operatoren bij te staan, geven we hierna een overzicht van de belangrijkste meetmethoden op de bouwplaats.



B | Overzicht van de metingen die uitgevoerd kunnen worden in de fabriek en/of op de bouwplaats, of enkel op de bouwplaats.

Metingen die uitgevoerd kunnen worden in de fabriek en/of op de bouwplaats	Metingen die enkel uitgevoerd kunnen worden op de bouwplaats
<ul style="list-style-type: none"> Afmetingen van de elementen: <ul style="list-style-type: none"> – lengte en breedte – dikte of diepte Rechtheid van de elementen: <ul style="list-style-type: none"> – hoekafwijking – evenwijdigheid Rechtheid en zeeg van de elementen Vlakheid en scheluwte van de elementen 	<ul style="list-style-type: none"> Positie in het horizontale vlak Niveaverschillen Verticaliteit Excentriciteit Positie tegenover andere elementen Andere belangrijke afwijkingen: <ul style="list-style-type: none"> – oplegdiepte – voegbreedte – niveaverschil ter hoogte van een voeg

2.1 Horizontaliteit of helling van een oppervlak

Doorgaans wordt het afgewerkte peil van een oppervlak en/of de helling die het moet vertonen gecontroleerd aan de hand van een topografisch peil. De helling van het oppervlak kan tevens nagegaan worden door een rechte, stijve lat met een gekende lengte te voorzien van een luchtbelwaterpas (meestal 2 m).

2.2 Vlakheid van een oppervlak

Om de vlakheid van een oppervlak vlot te controleren, kan men gebruikmaken van een rechte, stijve lat met een vastgelegde lengte (doorgaans 2 m) die aan de uiteinden voorzien is van twee vaste blokjes met een dikte, gelijk aan de tolerantie (zie afbeelding 1). Voorts is de lat uitgerust met een derde blokje waarvan de dikte gelijk is aan tweemaal de tolerantie.

Men plaatst de lat met de twee vaste blokjes

op het te controleren oppervlak:

- geval 1:** één vast blokje en een punt van de lat raken het oppervlak, terwijl het tweede vaste blokje niet meer steunt op het oppervlak. De vlakheid valt buiten de toleranties
- geval 2:** de twee vaste blokjes steunen op het oppervlak, terwijl de lat er niet mee in contact komt. Het losse blokje gaat onder

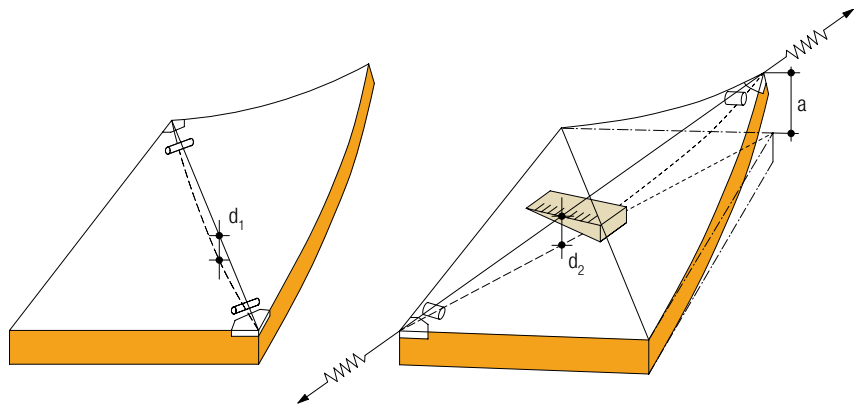
de lat door. De vlakheid valt buiten de toleranties

- geval 3:** de twee vaste blokjes steunen op het oppervlak, terwijl de lat er niet mee in contact komt. Het losse blokje gaat niet onder de lat door. De vlakheid valt binnen de toleranties.

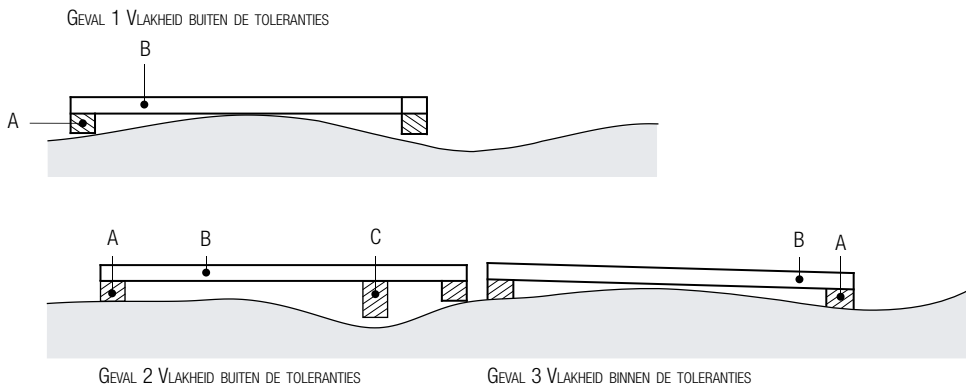
2.3 Scheluwte

Scheluwte is een bijzondere vorm van uitbuiing waarbij één van de hoeken van het element niet in het vlak ligt dat gevormd wordt door de drie andere hoeken.

De meting gebeurt ofwel met een rechte, stijve lat, ofwel met een gespannen draad die twee hoger gelegen hoeken van het te meten element diagonaal met elkaar verbindt. Vervolgens meet men de afstanden d_1 en d_2 in het midden van beide diagonalen met behulp van een los blokje of, beter nog, met behulp van een schuifmaat (zie afbeelding 2). De scheluwtegraad van het oppervlak 'a' is gelijk aan: $a = 2 \times (d_1 - d_2)$.



2 | Controle van de scheluwte van een element.



- A. Blokje met een dikte gelijk aan de tolerantie
- B. Lat van 2 m lang
- C. Los blokje (dikte gelijk aan tweemaal de tolerantie)

1 | Controle van de vlakheid van een oppervlak.



2.4 Rechtheid van de randen en lijnen

De rechtheid van de randen en de lijnen (bv. voegen) kan op identieke wijze gemeten worden als de vlakheid, d.w.z. door een lat met blokjes op de te controleren rand of lijn te plaatsen.

2.5 Verticaliteit

Deze metingen worden uitgevoerd met behulp van een hellingmeter (zie afbeelding 3) of een schietlood. De hier afgebeelde hellingmeter is een rechte lat met een lengte kleiner dan of gelijk aan 2 m, die voorzien is van een regelbare luchtbelwaterpas en twee steunblokjes.

Het aflezen gebeurt rechtstreeks op de luchtbel of onrechtstreeks door de lat verticaal te plaatsen en dikteplaatjes onder één van de steunblokjes te schuiven.

Het toestel dient regelmatig gecontroleerd te worden door de lat 180° te draaien.

2.6 Hoekafwijking

De hoekafwijking wordt gedefinieerd als het verschil tussen een werkelijke hoek en de bijhorende referentiehoek. Afbeelding 4 toont de hoekafwijkingen, aangeduid in graden (A) of door een lengte (B).

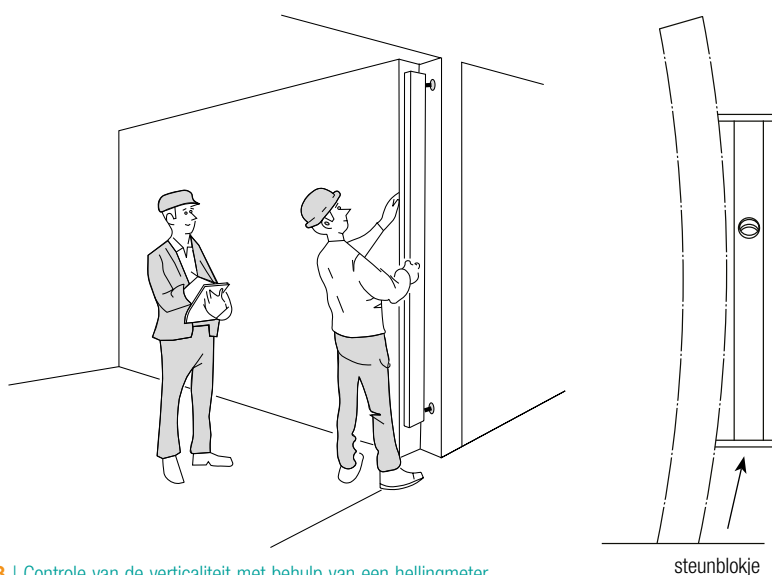
Indien men de hoekafwijking wenst uit te drukken door een lengte, dan moet deze bepaald worden vertrekkend van de kleinste zijde van de hoek en loodrecht gemeten op de bijhorende kant van de referentiehoek. De hoekafwijkingen worden bepaald door middel van een winkelhaak. Bij de controle wordt rekening gehouden met de volgende aspecten:

- zo nodig worden de te meten punten bepaald met behulp van positietoebereiden
- de benen van de winkelhaak mogen niet langer zijn dan 1200 mm.

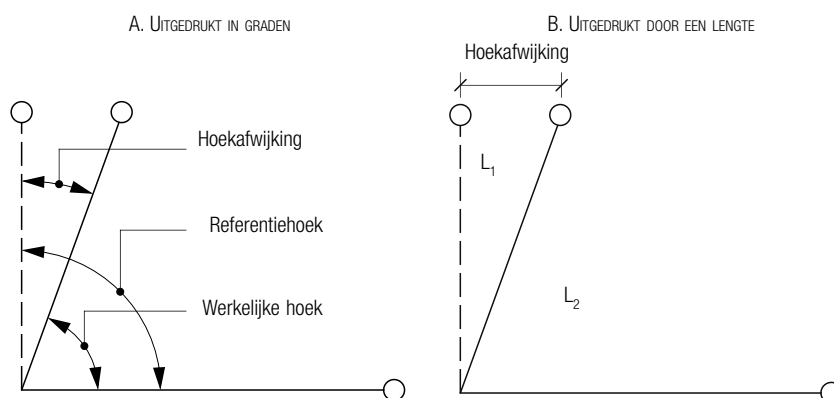
Men kan de nauwkeurigheid van de winkelhaak nagaan door hem 180° te draaien.

2.7 Niveaunderschil tussen twee aangrenzende elementen

Het niveaunderschil tussen twee aangrenzende elementen wordt gemeten met een rechte



3 | Controle van de verticaliteit met behulp van een hellingmeter.



4 | Hoekafwijking.

lat met aangepaste lengte. Deze lat wordt op het hoogste element geplaatst terwijl men erop toeziet dat dit contact behouden blijft (zie afbeelding 5). Vervolgens meet men de opening tussen de lat en het naastliggende element in de buurt van de rand met behulp van diktematen of – beter nog – met een schuifmaat.

3 Principes voor de beoordeling van het uitzicht

We willen eerst en vooral benadrukken dat men het uitzicht van afwerkingen steeds moet beoordelen met het blote oog, onder normale lichtinval en vanop een welbepaalde afstand (afhankelijk van het te controleren element). Deze beoordeling mag in geen geval plaatsvinden onder scherpe lichtinval of bij tegenlicht.



5 | Meting van het niveaunderschil tussen twee aangrenzende tegels.

Voor verticale oppervlakken bedraagt de correcte beoordelingsafstand gemiddeld 1,5 tot 3 m. De oplevering van vloerafwerkingen gebeurt loodrecht op het te controleren oppervlak en vanop manshoogte (met een minimumafstand van 1,5 m).



Men mag het uitzicht van een bouwwerk slechts beoordelen nadat dit voldoende uitgedroogd is. Deze maatregel heeft tot doel te vermijden dat men kleurverschillen zou opmerken die typisch zijn voor de drogingsperiode.

Aangezien het uitzicht een doorslaggevende factor kan vormen voor de keuze van een welbepaalde afwerking, zouden de betrokken partijen zich vóór het afsluiten van de bestelling akkoord moeten verklaren over

een 'contractueel staal' en dit, om betwistingen na de uitvoering te vermijden. Zo zou een dergelijk staal voor toepassingen uit natuursteen of keramische tegels met (bijvoorbeeld) kleurschakeringen idealiter uit drie elementen moeten bestaan die het gewenste uitzicht weergeven. Deze elementen worden genummerd van 1 tot 3, waarbij het element nr. 1 het gemiddelde uitzicht vertegenwoordigt en de elementen nr. 2 en nr. 3 de toelaatbare uitersten (kleur, schakering, dooradering, geoden ...) weergeven.

Voor meer informatie over de objectieve beoordeling van kleurverschillen kan men Infofiche nr. 25 [2] raadplegen, die een overzicht geeft van de belangrijkste beoordelingsmethoden voor kleurverschillen afhankelijk van het materiaaltype of het te controleren bouwwerk. |

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de activiteiten van de Normen-Antenne Toleranties en uitzicht (Eye Precision).

LITERATUURLIJST

Bureau voor Normalisatie

1. NBN ISO 7976-1 Maatafwijkingen voor gebouwen. Meetwijzen voor gebouwen en bouwwaren. Deel 1: werkwijze en instrumenten. Brussel, NBN, 1992.

Mahieu E.

2. Objectieve beoordeling van kleurverschillen. Brussel, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, Infofiche nr. 25, 2007.

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

3. Toleranties in de bouw. Brussel, WTCB, WTCB-Contact, nr. 25 (speciale uitgave), 2010.