

Het gebruik van verankerde buitenbekledingen uit natuursteen vormt al vele jaren een gewaardeerde esthetische oplossing om gevels af te werken. De eisen waaraan bouwsystemen met een dergelijk afwerkingstype moeten voldoen, zijn echter velerlei. De windweerstand maakt hier deel van uit ...

Bevestiging van gevelbekledingen uit natuursteen: belang van de deuvewelweerstand

Context

Sinds enkele jaren krijgt de afdeling Technisch advies van het WTCB regelmatig vragen voorgelegd omtrent het gebruik van weinig compacte natuursteen (wat min of meer overeenstemt met zachte natuursteen) met een dikte van minder dan 4 cm als verticale verankerde bekleding (vooral bij hoge gebouwen). Met uitzondering van de in herziening zijnde TV 146 bestaan er in ons land tegenwoordig geen aanbevelingen over dit onderwerp.

In dit artikel zullen we echter zien dat de windweerstand van deze toepassing wel degelijk geverifieerd kan worden in functie van de mechanische karakteristieken van de natuursteen en de montagemethode, meer bepaald volgens een op de Eurocodes geïnspireerde dimensioneringsmethode.

De bevestiging van gevelbekledingen uit natuursteen kan gebeuren volgens verschillende procedés:

- met mechanische verankeringen die vastgeschroefd worden op de basisstructuur
- met verankeringen die vastgezet worden in een mortellaag
- door bevestiging op een hulpstructuur.

In dit artikel spitsen we de aandacht toe op de mechanische sterkte van het systeem dat in ons land het vaakst toegepast wordt: de fixatie van de natuursteen met deuvels (pennen) en vastgeschroefde mechanische verankeringen (zie nevenstaande afbeelding). Bij dit systeem moet er een voldoende brede horizontale voeg uitgevoerd worden om te vermijden dat het eigengewicht van de stenen van de ene steen aan de andere zou doorgegeven worden. Andere bevestigingssystemen op de markt, zoals het gebruik van over de lengte verdeelde clips, vallen buiten de scope van dit artikel.

De controle van de mechanische sterkte van het systeem kan gebeuren volgens de principes uit de Eurocodes. Hierbij wordt er onder meer gebruikgemaakt van karakteristieke vari-

abelen voor de beschrijving van de belastingen en de weerstanden en worden er veiligheidscoëfficiënten op deze variabelen toegepast om de kosten te beheersen zonder afbreuk te doen aan de betrouwbaarheid en veiligheid van de gekozen steen-bevestigingscombinatie.

Wat de belastingen betreft, zijn het eigen gewicht van de natuursteen en de windbelasting (W_d) de belangrijkste parameters. Er zijn echter nog talloze andere effecten die in aanmerking genomen moeten worden (klimatologische belastingen, belastingen door inslag, thermische schokken, trillingen, seismische belastingen ...).

De mechanische sterkte van verankerde gevelbekledingen uit natuursteen moet op verschillende niveaus geverifieerd worden (zie afbeelding):

- 1: weerstand van de schroef in de basisstructuur
- 2: weerstand van de mechanische verankering
- 3: weerstand van de draadstang
- 4: buigsterkte van de natuursteen loodrecht op de gevel
- 5: de deuvewelweerstand van de natuursteen.

Vermits de punten 1 tot 3 gewoonlijk gecontroleerd worden door de leveranciers van dit

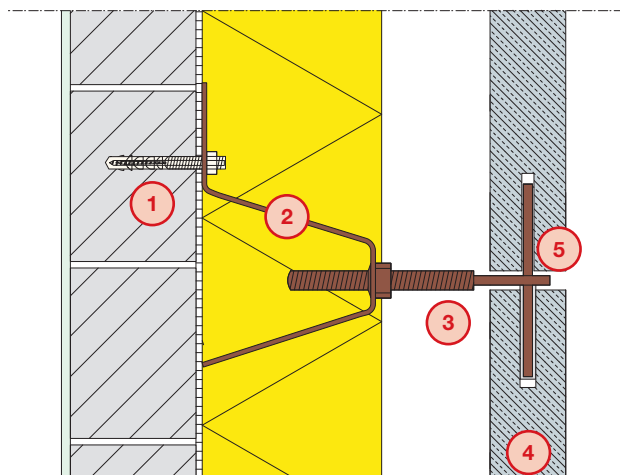
verankeringstype (waarvan er sommige over een technische goedkeuring beschikken), spitsen wij de aandacht toe op de punten 4 en 5 die verband houden met de natuursteen.

De buigsterkte van de natuursteen moet gedeclareerd worden door de producent, overeenkomstig de CE-markering volgens de norm NBN EN 1469. Ze kan beoordeeld worden volgens de proefnorm NBN EN 12372.

De deuvewelweerstand kan op zijn beurt beoordeeld worden volgens de norm NBN EN 13364, maar deze waarde hoeft niet noodzakelijk gedeclareerd te worden in de CE-markering. Wanneer men een gevelbekleding uit dunne natuursteen wenst aan te brengen, zal men dan ook moeten nagaan of deze informatie beschikbaar is of proeven moeten laten uitvoeren om te checken of de steen wel degelijk geschikt is voor het beoogde gebruik.

Dimensioneringsprincipe

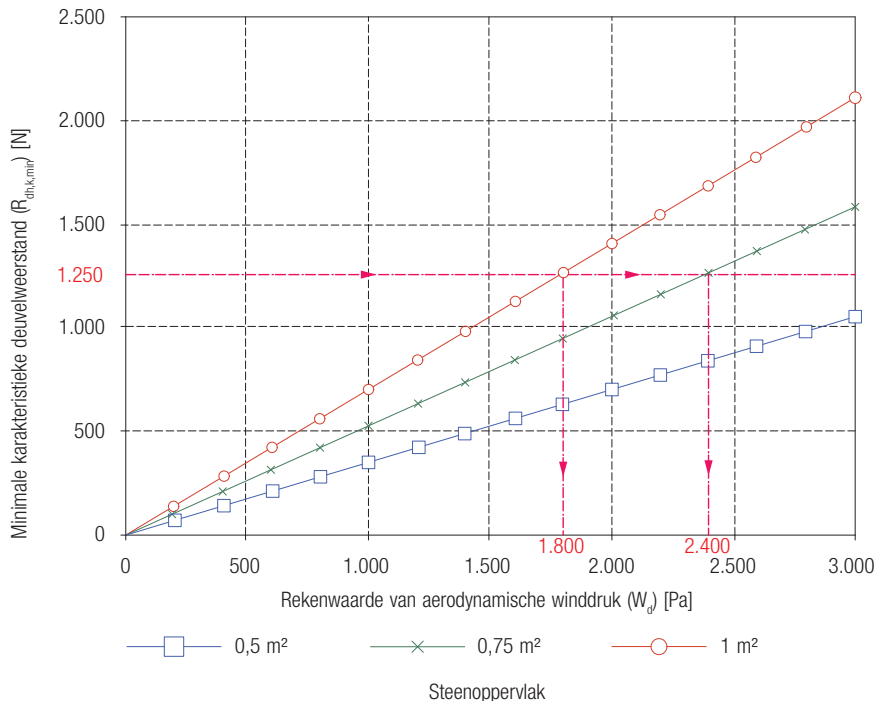
De controle van de windbelasting die via de natuursteen aan de deuvels doorgegeven wordt, omvat drie stappen: eerst dient men de windbelasting te berekenen, vervolgens de buigsterkte van de natuursteen te controleren en ten slotte na te gaan of er geen breuk kan



1 | Mechanisch verankerde gevelbekleding uit natuursteen (verankering in de horizontale randen)



2 | Minimale waarde van de karakteristieke deuvewelweerstand in functie van het steenoppervlak



Rekenwaarde van de winddruk W_d [Pa] voor $v_{b,0} = 25$ m/s (bv. het Brusselse Gewest)

Ruwheidscategorie van het terrein (*)	Gebouwhoogte		
	10 m	30 m	60 m
I	1.622	1.874	2.232
II	1.379	1.647	2.033
III	968	1.239	1.637
IV	612	863	1.196

(*) Volgens de norm NBN EN 1991-1-4 (Eurocode 1, deel 4)

optreden ter hoogte van de deuvels. In dit artikel ligt de nadruk op dit laatste aspect.

Controle van de deuvewelweerstand van de natuursteen

Gewoonlijk worden er vier deuvels per plaat voorzien die in de horizontale of verticale randen aangebracht worden. We willen erop wijzen dat de intensiteit van de krachten die door de verschillende deuvels opgenomen worden nooit dezelfde is. Dit is toe te schrijven aan de grote stijfheid van de platen en de uitvoeringstoleranties. Uit de krachtenverdeling onder een gelijkmatig verdeelde belasting loodrecht op het steenoppervlak (S) blijkt dat de windbelasting slechts doorgegeven wordt aan twee deuvels (één in elke rand). Dit gebeurt tegelijkertijd en met dezelfde amplitude. De steen moet dus zodanig gedimensioneerd worden dat elk van de deuvels in staat is om de helft van de windbelastingen ($W_d/2$) op te nemen.

De karakteristieke deuvewelweerstand van de steen ($R_{dh,k}$) (in de proefnorm aangeduid als de 'minimaal te verwachten waarde') moet volgens de benadering uit de Eurocodes eveneens gedeeld worden door een veiligheidscoëfficiënt met het oog op de bepaling van de rekenwaarde $R_{dh,d} = R_{dh,k}/\gamma_{dh}$. Volgens de huidige stand van de kennis, lijkt het aangewezen om γ_{dh} gelijk te stellen aan 1,40. Deze waarde kan echter verlaagd worden door een precieze analyse uit te voeren van het bezwijkingsmechanisme ter hoogte van de deuvels (herhaalde breuk). Dit geldt met name wanneer de variatiecoëfficiënt van de resultaten van de deuvewelweerstandspreef $\geq 30\%$, wat leidt tot een zeer lage karakteristieke waarde, berekend op basis van de gemiddelde waarde.

Men moet dus verifiëren of:

$$\frac{W_d \cdot S}{2} \leq R_{dh,d}$$

Aangezien er geen theoretische relatie bestaat tussen de deuvewelweerstand en de dikte van de natuursteen, is het spijtig genoeg niet mogelijk om te komen tot een rechtstreekse bepaling van de minimale steendikte in functie van de andere parameters, zonder over te gaan tot een specifieke proef op een steen met de beoogde dikte.

Laten we een natuursteen met een dikte van 3 cm en een karakteristieke deuvewelweerstand van 1.250 N (*) beschouwen. Volgens afbeelding 2 moet het gebruik van dergelijke stenen met een oppervlak van 1 m² beperkt blijven tot een maximale winddruk van 1.800 Pa. Voor stenen met een oppervlak van om en bij de 0,75 m² (bv. 0,55 x 1,40 m) zijn winddrukken tot ongeveer 2.400 Pa mogelijk.

In nevenstaande tabel zijn de winddrukken opgenomen die door berekening verkregen werden voor drie gebouwhoogtes en een referentiewindnelheid $v_{b,0}$ van 25 m/s. In het eerste geval (oppervlak van 1 m²) betekent dit dat een gebouw van 30 m hoog in de ruwheidscategorie I of een gebouw van 60 m hoog in de categorieën I of II niet uitvoerbaar zal zijn. In het tweede geval (oppervlak van 0,75 m²) zou het daarentegen mogelijk moeten zijn om gebouwen met een hoogte tot 75 m op te trekken.

Besluit

De buigsterkte van de natuursteen is slechts zelden bepalend bij mechanisch verankerde gevelbekledingsystemen. Vanuit het oogpunt van de windbelastingen is het veeleer de deuvewelweerstand die bepalend zal zijn in functie van de gebouwhoogte en de oppervlakte van de stenen. Naargelang van hun aard kan hun maximale toepassingshoogte in de gevel beoordeeld worden op basis van de benadering die voorgesteld werd in dit artikel en verder uit de doeken gedaan zal worden in de lange versie ervan. Voor compacte stenen met gemiddelde afmetingen (oppervlakte van zo'n 0,75 m²) en een dikte van 3 cm is de toepassing tot op grote gevelhoogtes haalbaar voor een groot deel van het land. █

B. Parmentier, ir., afdelingshoofd, afdeling Structuren, WTCB

D. Nicaise, dr. wet., laboratoriumhoofd, laboratorium Mineralogie en microstructuur, WTCB

(*) Het kan hier bijvoorbeeld gaan om een compacte steen zoals een Belgische blauwe hardsteen met een dikte van 3 cm (louter informatieve waarde).