

# Betongranulaten

Recyclage is één van de pijlers van circulair bouwen. Door materialen te recyclen vermindert men het gebruik van natuurlijke grondstoffen en wordt vermeden dat producten tot afval herleid worden. Gebroken beton, in dit artikel betongranulaat genoemd, is een volwaardig alternatief voor natuurlijke granulaten in nieuw beton en in andere toepassingen, zoals wegfunderingen. Door velen wordt de toepassing in een fundering onterecht als laagwaardig gezien, nochtans is ze gelijkwaardig aan de toepassing als toeslagmateriaal in nieuw beton. In beide gevallen worden namelijk vergelijkbare primaire grondstoffen vervangen. In dit artikel staan we stil bij de toepassingsmogelijkheden van betongranulaten in prefab betonelementen en de technische voorschriften hieromtrent. De standaard- en typebestekken van de verschillende gewesten kunnen afwijkende voorschriften opleggen, maar deze behoren niet tot de scope van dit artikel. Dit artikel geeft de hoofdlijnen weer en beperkt zich tot structurele elementen. Op onze website vindt u de volledige tekst.

De algemene bepalingen voor structurele prefab betonproducten zijn opgenomen in de Europese norm NBN EN 13369<sup>[1]</sup> en zijn nationale aanvulling, de NBN B 21-600<sup>[2]</sup>. De individuele productnormen voor structurele elementen geven aanvullende bepalingen die specifiek zijn voor het betreffende product. De Europese norm uit 2004<sup>[1]</sup> werd in 2013 en 2018 herzien, maar door allerhande procedurele en juridische moeilijkheden verwijzen de meeste geldende individuele productnormen nog steeds naar de versie uit 2004<sup>[1]</sup> en

zijn nationale aanvulling<sup>[2]</sup>. In deze normen staan echter geen eisen voor betongranulaten. Voor de granulaten in het beton wordt doorverwezen naar de Europese norm voor beton, de NBN EN 206-1<sup>[3]</sup>, die inmiddels ook al vervangen is. In deze versie van de norm staan evenmin voorschriften voor het gebruik van betongranulaten. Hetzelfde geldt voor zijn nationale aanvulling, de NBN B 15-001<sup>[4]</sup>, die van kracht is op basis van de NBN B 21-600<sup>[2]</sup>. →

# Granulats de béton

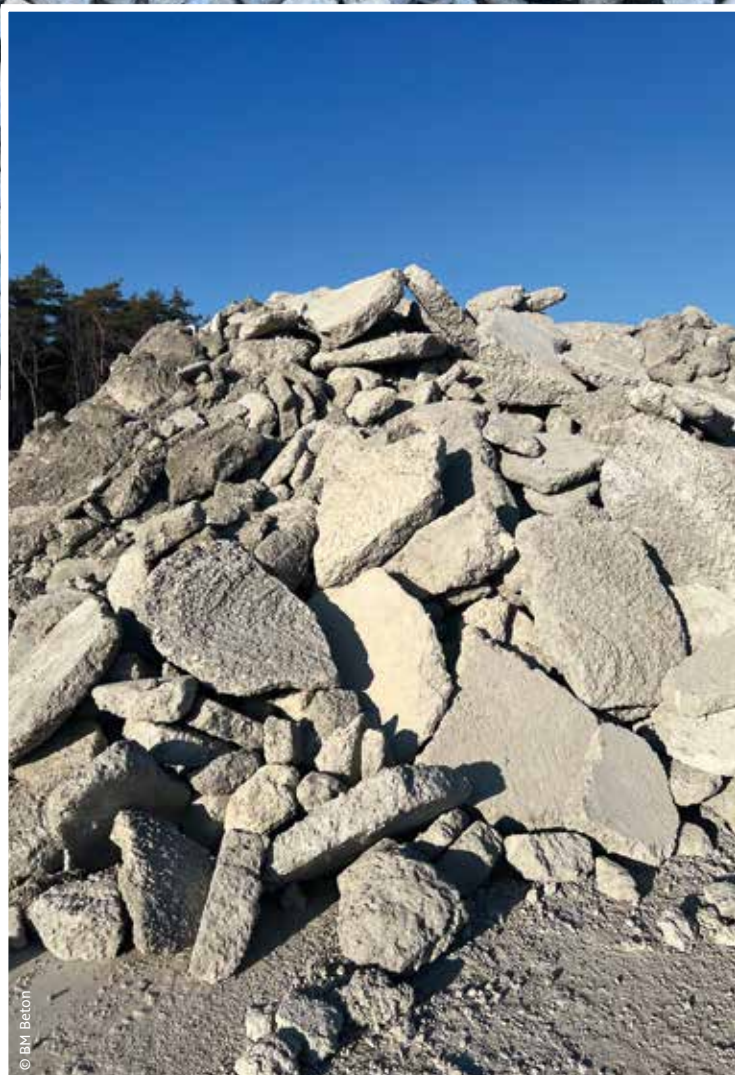
**Le recyclage est l'un des piliers de la construction circulaire. Le recyclage des matériaux réduit l'utilisation de matières premières naturelles et évite que les produits soient réduits à l'état de déchets. Le béton concassé, appelé granulats de béton dans cet article, est une alternative complète aux granulats naturels dans le nouveau béton et dans d'autres applications, comme les fondations routières. Beaucoup considèrent à tort que son application dans les fondations est de qualité inférieure, mais elle est équivalente à son application comme granulats dans le béton neuf. En effet, dans les deux cas, des matières premières primaires similaires sont substituées. Dans cet article, nous examinons les possibilités d'application des granulats de béton dans les éléments préfabriqués en béton et les réglementations techniques à cet égard. Les cahiers de charges types des différentes régions peuvent imposer des réglementations différentes, mais celles-ci ne font pas partie du champ d'application de cet article. Cet article expose les points principaux et se limite aux éléments structurels. Vous trouverez le texte complet sur notre site web.**

Les dispositions générales pour les produits structurels en béton préfabriqué sont contenues dans la norme européenne NBN EN 13369<sup>[1]</sup> et son supplément national, NBN B 21-600<sup>[2]</sup>. Les normes de produits individuelles pour les éléments structurels fournissent des dispositions supplémentaires spécifiques au produit en question. La norme européenne de 2004<sup>[1]</sup> a été révisée en 2013 et 2018, mais en raison de toutes sortes de difficultés procédurales et juridiques, la plupart des normes de produits individuelles applicables font

encore référence à la version de 2004<sup>[1]</sup> et à son supplément national<sup>[2]</sup>. Cependant, ces normes ne contiennent pas d'exigences pour les granulats de béton. Pour les granulats dans le béton, il est fait référence à la norme européenne pour le béton, NBN EN 206-1<sup>[3]</sup>, qui a également été remplacée à ce jour. Cette version de la norme ne contient pas non plus de prescriptions pour l'utilisation des granulats de béton. Il en va de même pour son complément national, la NBN B 15-001<sup>[4]</sup>, qui est en vigueur sur la base de la NBN B 21-600<sup>[2]</sup>.







Le règlement d'application général pour la certification BENOR des produits structurels<sup>[5]</sup> comprend des dispositions pour les granulats de béton. Par exemple, les granulats de béton provenant de la production propre doivent être exempts de contaminants et l'utilisation de granulats de béton de provenance externe nécessite l'approbation préalable de PROBETON et la conformité au PTV 406<sup>[6]</sup>. Ce document contient les exigences techniques pour les granulats recyclés qui constituent la base de la certification BENOR des granulats recyclés. L'utilisation de granulats de béton (fins et grossiers) est autorisée si les exigences de résistance à la compression et de durabilité de [1] et [2] sont respectées. La teneur en granulats de béton de production propre dans le squelette inerte peut aller jusqu'à 10 % en masse, sans autres essais que ceux de résistance à la compression. La quantité peut être portée à 20% dans l'un des cas suivants: →



# Voorgespannen welfsels

de meest ecologische vloeroplossing in beton



Bouwt de toekomst

In het Algemeen Toepassingsreglement voor de BENOR-certificatie van structurele producten<sup>[5]</sup> zijn wel bepalingen voor betongranulaten opgenomen. Zo moeten de betongranulaten afkomstig van de eigen productie vrij zijn van verontreinigingen en vereist het gebruik van betongranulaten van externe afkomst de voorafgaande goedkeuring van PROBETON en overeenstemming met de PTV 406<sup>[6]</sup>. Dit document bevat de technische voorschriften voor gerecycleerde granulaten welke de basis vormen voor de BENOR-certificatie van gerecycleerde granulaten. Het gebruik van betongranulaten (fijne en grove) is toegestaan als voldaan wordt aan de eisen van [1] en [2] inzake druksterkte en duurzaamheid. Het gehalte betongranulaten van de eigen productie in het inerte skelet mag tot 10 % in massa bedragen, zonder verdere beproevingen,

behalve deze van de druksterkte. De hoeveelheid mag opgedreven worden tot 20 % in één van de volgende gevallen:

- de mechanische sterkte van het betonproduct wordt bepaald door berekening, al dan niet ondersteund door proeven op ware grootte, en al de eigenschappen van het verharde beton die relevant zijn voor de berekening, worden bepaald door proeven;
- de mechanische sterkte van het betonproduct wordt bepaald door proeven op ware grootte.

Indien eisen gesteld worden aan de aard van het cement, mogen enkel betongranulaten gebruikt worden afkomstig van beton dat aan die eisen voldoet. Als er eisen gesteld worden aan de vorstbestandheid van de granulaten, moet de →



- la résistance mécanique du produit en béton est déterminée par calcul, assisté ou non par des essais grandeur nature, et toutes les propriétés du béton durci pertinentes pour le calcul sont déterminées par des essais;
- la résistance mécanique du produit en béton est déterminée par des essais grandeur nature.

Si des exigences sont posées concernant la nature du ciment, seuls les granulats de béton provenant d'un béton répondant à ces exigences peuvent être utilisés. Si des exigences sont posées concernant la gélivité des granulats, la résistance au

gel des granulats de béton doit être vérifiée, même s'ils proviennent d'un béton fabriqué avec des granulats non-gélifs. Les granulats de béton de provenance externe doivent être limités à 5 % en masse du squelette inerte. S'il est prouvé que ces granulats de béton proviennent de béton concassé pur et que la résistance mécanique du produit est vérifiée uniquement par des essais, un pourcentage allant jusqu'à 10 % peut être autorisé. Les granulats de béton de provenance externe ne sont autorisés que dans les classes d'environnement E0, E1, EE1 et EE2.<sup>[5]</sup> Un fabricant de produits préfabriqués en béton qui souhaite s'écarter des dispositions du règlement →



vorstbestandheid van de betongranulaten nagegaan worden, zelfs indien ze afkomstig zijn van beton vervaardigd met vorstbestendige granulaten. Betongranulaten van externe afkomst moeten beperkt worden tot 5 % in massa van het inerte skelet. Als bewezen wordt dat deze betongranulaten afkomstig zijn van zuiver betonpuin en de mechanische sterkte van het product uitsluitend door beproeving wordt nagegaan, kan een percentage tot 10 % worden toegestaan. Betongranulaten van externe herkomst zijn enkel toegelaten in omgevingsklassen E0, E1, EE1 en EE2.<sup>[5]</sup> Een fabrikant van prefab betonproducten die wil afwijken van de bepalingen van het Algemeen BENOR-Toepassingsreglement [5], om bepalingen van de meer recente versies van de normen toe te kunnen passen, kan hiervoor bij PROBETON een aanvraag indienen die op verzoek onderbouwd moet zijn met een proefprogramma. Afwijkingen die tegenstrijdig zijn met bepalingen van de normversies, die in het kader van het BENOR-merk nog formeel van toepassing zijn, worden echter meestal niet toegestaan.

In de meest recente versie van de NBN EN 13369<sup>[7]</sup> zijn ook eisen voor betongranulaten opgenomen en wordt er doorverwezen naar de meest recente Europese norm voor beton<sup>[8]</sup>.

d'application général BENOR [5], afin de pouvoir appliquer les dispositions des versions les plus récentes des normes, peut soumettre à PROBETON une demande à cet effet, qui sur demande doit être justifiée par un programme d'essai. Cependant, les déviations qui entrent en conflit avec les dispositions des versions standard, qui sont toujours formellement applicables dans le contexte de la marque BENOR, ne seront généralement pas autorisées.

La version la plus récente de la NBN EN 13369<sup>[7]</sup> comprend également des exigences pour les granulats de béton et fait référence à la norme européenne la plus récente pour le béton<sup>[8]</sup>. Les deux normes ne sont pas encore applicables dans le contexte de la certification BENOR des produits structurels en béton préfabriqué (plus d'informations sur [7] sur [beton.febe.be](http://beton.febe.be)). Le supplément national à la norme la plus récente pour le béton<sup>[9]</sup>, qui n'est actuellement en vigueur que pour le béton coulé sur place, indique que l'aptitude générale à l'emploi des granulats de béton est démontrée s'ils sont conformes à la norme pour les granulats pour béton, NBN EN 12620<sup>[10]</sup>, avec les exigences supplémentaires suivantes (plus d'informations sur ces exigences sur [beton.febe.be](http://beton.febe.be)):

- 1)  $d \geq 4 \text{ mm}$  et  $D \geq 10 \text{ mm}$ ;
- 2) répond au moins aux catégories de composition  $RC_{90}/RC_{u95}/Ra_1-/XRg_{0,5}/FL_2-$  de la NBN EN 12620<sup>[10]</sup>;

Beide normen zijn nog niet van toepassing in het kader van de BENOR-certificatie van structurele prefab betonproducten (meer info over [7] op [beton.febe.be](http://beton.febe.be)). In de nationale aanvulling van de meest recente norm voor beton<sup>[9]</sup>, die momenteel enkel van kracht is voor stortbeton, staat dat de algemene gebruiksgeschiktheid van betongranulaten aangetoond is



- 3) répond au moins aux catégories  $Fl_{20}, f_{1,5}, LA_{35}, SS_{0,2}, A_{40}$  de la NBN EN 12620<sup>[10]</sup>;
- 4) a une masse volumique ( $\rho_{rd}$ ) d'au moins  $2200 \text{ kg/m}^3$ ;
- 5) a une absorption d'eau allant jusqu'à 10 %, avec une variation allant jusqu'à  $\pm 2 \%$ .

Les granulats de béton d'origine externe et interne, qui répondent aux exigences ci-dessus de la norme pour le béton<sup>[9]</sup>, peuvent selon cette norme être utilisés dans les classes d'exposition et les classes d'environnement reprises dans le tableau 1, à condition que la classe de résistance à

als ze voldoen aan de norm voor granulaten voor beton, de NBN EN 12620<sup>[10]</sup>, met volgende bijkomende eisen (meer uitleg over deze eisen op beton.febe.be):

- 1)  $d \geq 4$  mm en  $D \geq 10$  mm;
- 2) voldoet minimaal aan de samenstellingscategorieën Rc<sub>90</sub>/Rcu<sub>95</sub>/Ra<sub>1</sub>-/XRg<sub>0,5</sub>-/FL<sub>2</sub>- van NBN EN 12620<sup>[10]</sup>;
- 3) voldoet minimaal aan de categorieën Fl<sub>20</sub>, f<sub>1,5</sub>, LA<sub>35</sub>, SS<sub>0,2</sub>, A<sub>4,0</sub> van NBN EN 12620<sup>[10]</sup>;
- 4) heeft een volumieke massa ( $\rho_{rd}$ ) van tenminste 2200 kg/m<sup>3</sup>;
- 5) heeft een waterabsorptie van maximaal 10 %, met een variatie van maximaal  $\pm 2$  %.

Betongranulaten van externe en interne afkomst, die aan bovengenoemde eisen van de norm voor beton<sup>[9]</sup> voldoen, mogen volgens deze norm gebruikt worden in milieu- en omgevingsklassen opgenomen in tabel 1, zolang de druksterkteklasse van het beton beperkt is tot en met C30/37. Voor een hoger vervangingspercentage of gebruik in andere omgevings- en druksterkteklassen alsook in voorgespannen beton

dient de algemene en specifieke gebruiksgeschiktheid aange- toond te worden voor de beoogde betonsamenstelling en het beoogde gebruik volgens NBN B 15-105<sup>[11]</sup>. Dit is een nieuwe norm, gepubliceerd in 2022, die ook gebruikt kan worden om het maximale vervangingspercentage voor prefab BENOR- betonproducten te verhogen van 10 % tot 20 %. Belangrijk is dat het Algemeen BENOR-Toepassingsreglement<sup>[5]</sup>, in tegen- stelling tot de norm voor beton<sup>[9]</sup>, geen bovengrens oplegt voor de druksterkteklasse van het beton en alle omgevings- klassen voor betongranulaten van interne afkomst toelaat zonder bijkomende proeven.

In de integrale versie van dit artikel op beton.febe.be vindt u eveneens de technische voorschriften voor prefab betonpro- ducten voor infrastructuurwerken en betonmetselstenen, alsook een kort overzicht van recent uitgevoerde onder- zoeken. (BHE) ■

TABEL 1 - MAXIMALE VERVANGINGSPERCENTAGES VAN DE GROVE GRANULATEN IN STORTBETON (% VOLUME)  
NBN B 15-001:2022<sup>[9]</sup>

Milieuklassen (ongewapend en gewapend beton) <i>Classes d'exposition (béton armé et non armé)</i>				
X0	XC1	XC2	XC3, XC4, XF1, XF3, XA1, XD1	Alle andere milieuklassen <i>Toute autre classe d'exposition</i>
50 %	30 %	30 %	20 %	0 %
Omgevingsklassen (ongewapend beton) <i>Classes d'environnement (béton non armé)</i>				
E0, EI, EE1		EE2, EE3, ES1, ES2, ES3, EA1		EE4, ES4, EA2, EA3
50 %		20 %		0 %
Omgevingsklassen (gewapend beton) <i>Classes d'environnement (béton armé)</i>				
EI	EE1	EE2, EE3, EA1	EE4, ES1, ES2, ES3, ES4, EA2, EA3	
30 %	30 %	20 %	0 %	

TABLEAU 1 - TAUX DE REMPLACEMENT MAXIMUM DES GRAVILLONS POUR LE BÉTON COULÉ SUR PLACE (% VOLUME) NBN B 15-001:2022<sup>[9]</sup>

la compression du béton soit limitée à C30/37 inclus. Pour des taux de remplacement plus élevés ou une utilisation dans d'autres classes d'environnement et de compression ainsi que dans le béton précontraint, l'aptitude générale et spécifique à l'emploi doivent être démontrées pour la composition du béton et l'usage prévus conformément à la norme NBN B 15-105<sup>[11]</sup>. Il s'agit d'une nouvelle norme, publiée en 2022, qui peut également être utilisée pour augmenter le taux de remplacement maximal des produits préfabriqués en béton BENOR de 10% à 20%. Il est important de noter que le règlement d'application général BENOR<sup>[5]</sup>, contrairement à la

norme pour le béton<sup>[9]</sup>, n'impose pas de limite supérieure à la classe de résistance à la compression du béton et autorise toutes les classes environnementales pour les granulats de béton d'origine interne sans tests supplémentaires.

Dans la version complète de cet article sur beton.febe.be, vous trouverez également les règlements techniques relatifs aux produits en béton préfabriqué pour les travaux d'infra- structure et aux éléments de maçonnerie en béton, ainsi qu'un bref aperçu des études récemment menées. (BHE) ■

## REFERENTIELIJST

- [1] NBN EN 13369:2004+A1:2006+AC:2006 – Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten
- [2] NBN B 21-600:2009 – Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten
- [3] NBN EN 206-1:2001+A1:2004+A2:2006 – Beton – Deel 1: Eisen, gedraging, vervaardiging en overeenkomstigheid
- [4] NBN B 15-001:2004 – Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
- [5] ATR 21-600 – Algemeen Toepassingsreglement BENOR – Geprefabriceerde Betonproducten vervaardigd op basis van NBN EN 13369 en NBN B 21-600, PROBETON, uitgave 1, 2008
- [6] PTV 406 – Technische voorschriften voor gerecycleerde granulaten, COPRO, versie 9.0 van 2020-03-10
- [7] NBN EN 13369:2018 – Algemene bepalingen voor geprefabriceerde betonproducten
- [8] NBN EN 206:2013+A2:2021 – Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
- [9] NBN B 15-001:2022 – Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
- [10] NBN EN 12620+A1:2008 – Granulaten voor beton
- [11] NBN B 15-105:2022 – Beton – Methodologie voor de evaluatie en attestering van de gebruiksgeschiktheid van inerte grondstoffen bestemd voor beton



## LISTE DE RÉFÉRENCES

- [1] NBN EN 13369:2004+A1:2006+AC:2006 – Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
- [2] NBN B 21-600:2009 – Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
- [3] NBN EN 206-1:2001+A1:2004+A2:2006 – Béton – Partie 1: Spécification, performances, production et conformité
- [4] NBN B 15-001:2004 – Spécification, performances, production et conformité
- [5] RAG 21-600 – Règlement d'application général BENOR – Produits préfabriqués en béton, fabriqués conformément aux NBN EN 13369 et NBN B 21-600 PROBETON, édition 1, 2008
- [6] PTV 406 – Prescriptions techniques pour granulats recyclés, COPRO, version 9.0 du 2020-03-10
- [7] NBN EN 13369:2018 – Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
- [8] NBN EN 206:2013+A2:2021 – Béton – Spécification, performances, production et conformité
- [9] NBN B 15-001:2022 – Béton – Spécification, performances, production et conformité
- [10] NBN EN 12620+A1:2008 – Granulats pour béton
- [11] NBN B 15-105:2022 – Béton – Méthodologie pour l'évaluation et l'attestation de l'aptitude à l'emploi de matières premières inertes destinées au béton