© Dennis De Smet _ © Abscis Architecten

Parkings couverts

Le béton préfabriqué est le matériau par excellence pour la construction de parkings couverts. Non seulement en raison de l'agencement typique de ces bâtiments, mais aussi en raison de la demande de solutions rentables, esthétiques et confortables. En outre, le béton est facile à entretenir et possède une très bonne résistance au feu. Le fabricant des éléments préfabriqués joue un rôle important dans le processus de construction. Son propre département de conception possède généralement de nombreuses connaissances en interne pour trouver la meilleure solution pour chaque projet. Il s'agit généralement de solutions standard adaptées aux dimensions du bâtiment, complétées par des solutions innovantes pour répondre aux souhaits spécifiques de l'architecte ou du constructeur. Un article dans BETON 233 explique certaines directives générales de conception pour les parkings couverts et pour la réalisation de dalles de plancher alvéolées. L'article ci-dessous traite de la structure, de la stabilité générale et de la sécurité incendie des parkings couverts. Il approfondit également certains aspects spécifiques relatifs aux planchers portants.

STRUCTURE ET STABILITÉ

La structure portante des parkings en élévation est constituée d'une ossature de poutres, de colonnes et de dalles de plancher. La stabilité horizontale des parkings en élévation de 3 à 4 étages peut être obtenue en liaisonnant directement les colonnes à la fondation. Cette liaison est généralement réalisée au moyen de barres d'attente dans des gaines d'injection ou au moyen d'une liaison boulonnée sur une semelle en acier. En encastrant les colonnes, on parle de constructions non contreventées. Les colonnes sont dans ce cas continues sur toute la hauteur du

Parkeergarages

Prefab beton is het materiaal bij uitstek voor de bouw van parkeergarages. Niet alleen door de typische indeling van deze gebouwen, maar ook door de vraag naar rendabele, esthetische en comfortabele oplossingen. Bovendien is beton gemakkelijk in onderhoud en heeft het een zeer goede brandweerstand. De producent van de geprefabriceerde elementen speelt een belangrijke rol in het bouwproces. Zijn eigen ontwerpafdeling heeft doorgaans veel kennis in huis om voor ieder project de beste oplossing uit te werken. Meestal zijn dit standaardoplossingen aangepast aan de afmetingen van het gebouw, aangevuld met innovatieve oplossingen om de specifieke wensen van de architect of bouwheer te vervullen. In BETON 233 werden enkele algemene ontwerprichtlijnen voor parkeergarages en voor de toepassing van holle vloerelementen toegelicht. Het onderstaande artikel behandelt de opbouw, de algemene stabiliteit en de brandveiligheid van parkeergarages. Het gaat eveneens dieper in op enkele specifieke aspecten met betrekking tot draagvloeren.

OPBOUW EN STABILITEIT

De draagstructuur van bovengrondse parkeergarages bestaat uit een skeletconstructie van balken, kolommen en vloerelementen. De horizontale stabiliteit van bovengrondse parkeergarages met 3 à 4 verdiepingen kan gerealiseerd worden door de kolommen momentvast te verbinden met de fundering. Deze verbinding gebeurt meestal met wachtstaven in opgiethulzen of met een boutverbinding op een stalen voet. Door het inklemmen van de kolommen spreekt men van ongeschoorde constructies. De kolommen zijn in dat geval uit één stuk gemaakt over de volledige hoogte van het gebouw, waardoor de constructie sneller gemonteerd kan worden. Hogere gebouwen moeten wel geschoord worden. De horizontale stabiliteit wordt dan verzekerd door lift- en trapschachten, eventueel aangevuld met dwarswanden. De lift- en trapschachten kunnen opgebouwd worden met kokervormige elementen, dubbele wanden of massieve wanden (zie artikel BETON 231). Die laatste twee kunnen ook gebruikt worden voor de realisatie van dwarswanden. De kolommen van geschoorde constructies kunnen over meerdere verdiepingen uitgevoerd worden. ▷

bâtiment, ce qui permet d'assembler la structure plus rapidement. Les bâtiments plus élevés doivent être contreventés. La stabilité horizontale est alors assurée par des cages d'ascenseur et d'escalier, éventuellement complétées par des parois transversales. Les cages d'ascenseur et d'escalier peuvent être construites avec des éléments tubulaires, des doubles parois ou des parois massives (voir article BETON 231). Ces deux derniers peuvent également être utilisés pour la construction de parois transversales. Les colonnes des constructions contreventées peuvent être construites sur plusieurs étages. ▶

Om de constructiehoogte zoveel mogelijk te beperken, worden de balken meestal voorgespannen. De doorsnede is L-vormig of in de vorm van een omgekeerde T, waardoor de flenzen als consoles voor de vloeren kunnen functioneren. De overspanning van de vloeren kan gereduceerd worden door de flenzen een grotere breedte te geven (fig. 1). Op deze manier worden verzwaarde stroken gevormd in de vloer. De prefabrikant kan op verzoek doorvoeropeningen voorzien in de balken om het aanbrengen van leidingen te vereenvoudigen. De balken hebben een lengte van één enkele overspanning (kolom – kolom) en worden scharnierend verbonden met de kolommen door middel van deuvelverbindingen. Wanneer de kolommen doorlopen over meerdere verdiepingen rusten de balken met of zonder tandoplegging op consoles aan de kolommen. De bovenkant van de balken heeft in dat geval meestal dezelfde breedte als de kolommen waardoor de flenzen uitspringen ten opzichte van de kolommen en de vloer voor de kolom passeert. Uitsparingen in de vloerelementen zijn dan niet nodig (fig. 2). Bij verdiepingshoge kolommen rusten de balken meestal op de kolomkoppen zelf. De kolommen zijn rond of rechthoekig en meestal uitgevoerd in gewapend beton, omdat de normaalkrachten relatief groot zijn en de momenten eerder klein. De sectie van de kolommen wordt gereduceerd door gebruik te maken van hogesterktebeton (max. C90/105).

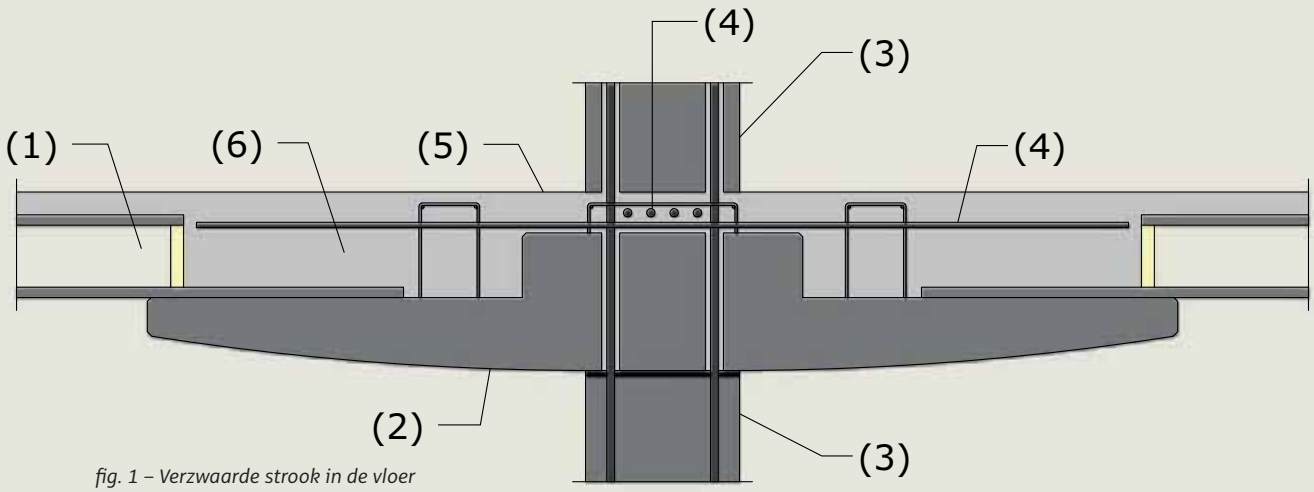

fig. 1 – Verzwaarde strook in de vloer

fig. 1 – Bande renforcée dans le plancher

(1) Hol vloerelement
(2) Balk
(3) Kolom
(4) Kettingwapening
(5) Opstortlaag
(6) Opengemaakt kanaal

(1) Dalle de plancher alvéolée
(2) Poutre
(3) Colonne
(4) Armature de chaînage
(5) Couche de béton coulé
(6) Entaillage réalisé

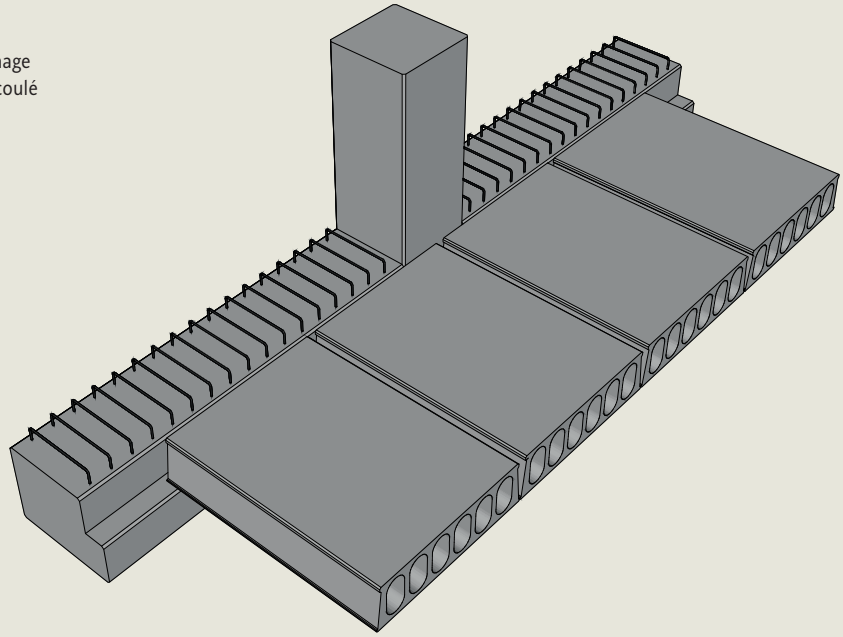

fig. 2 – Passage van de vloer voor de kolom

fig. 2 – Passage du plancher devant la colonne

De draagvloeren bestaan vaak uit voorgespannen holle vloerelementen van 32 cm of 40 cm dik, met een ter plaatse gestorte druklaag. Deze constructieve opstortlaag zorgt voor een waterdicht parkeerdek en laat daarenboven toe om eventuele opbuigingsverschillen tussen de vloerelementen op te vangen. Een eventuele druklaag kan ook een belangrijke rol spelen voor het spreiden van mobiele lasten. Wanneer de bouwheer of architect een vlak plafond eist (dus geen onderliggende balken), wordt een vlakke plaatvloer of paddenstoelvloer toegepast. Deze vloer wordt enkel ondersteund door kolommen en draagt in twee richtingen. Voor de constructie van dit soort vloeren worden meestal breedplaten gebruikt, waarop een constructieve opstortlaag wordt aangebracht. ▷

▶ Pour limiter au maximum la hauteur de construction, les poutres sont généralement précontraintes. La section est en L ou en T inversé, ce qui permet aux brides de servir de consoles pour les planchers. La portée des planchers peut être réduite en augmentant la largeur des brides (fig. 1). Des bandes renforcées sont ainsi formées dans le plancher. Sur demande, le préfabriquant peut prévoir des ouvertures de passage dans les poutres pour simplifier la pose de conduites. Les poutres ont une longueur de portée continue (colonne – colonne) et sont articulées avec les colonnes au moyen d'assemblages à broche. Lorsque les colonnes s'étendent sur plusieurs étages, les poutres reposent avec ou sans redan sur des consoles des colonnes. Dans ce cas, le dessus des poutres a généralement la même largeur que les colonnes, de sorte que les brides dépassent des colonnes et que le plancher passe devant la colonne. Les réservations dans les dalles de plancher ne sont alors pas nécessaires (fig. 2). Dans le cas de colonnes d'une hauteur d'étage, les poutres sont généralement posées sur les têtes de colonne proprement dites. Les colonnes sont rondes ou rectangulaires et généralement en béton armé, car les forces normales sont relativement importantes et les moments plutôt faibles. La section des colonnes est réduite par l'utilisation de béton à haute résistance (max. C90/105).

Les planchers portants sont souvent constitués de dalles de plancher alvéolées précontraintes de 32 ou 40 cm d'épaisseur, avec une couche de compression coulée sur place. Cette couche structurelle de béton coulé permet d'assurer l'étanchéité du parking couvert et de rattraper les différences de contre-flèche entre les dalles de planchers. Une éventuelle couche de compression peut également jouer un rôle important dans la répartition des charges mobiles. Lorsque le maître de l'ouvrage ou l'architecte exige un plafond plat (c'est-à-dire sans poutres sous-jacentes), on met en œuvre une dalle plate ou un plancher champignon. Ce plancher est uniquement soutenu par des colonnes et est portant dans deux directions. Pour la construction de ce type de plancher, on utilise généralement des prédalles sur lesquelles une couche structurelle de béton coulé est appliquée. ▶

▷ De schijfwerking van de vloeren is een belangrijk onderdeel van het stabiliteitsconcept van (prefab) gebouwen. Om de horizontale belastingen via de stabiliteitselementen naar de fundering af te voeren, moeten de afzonderlijke vloerelementen met elkaar verbonden worden en moet de volledige vloer daarenboven gekoppeld worden aan de stabiliteitselementen. Dit kan door de vloer te ontwerpen om te functioneren als een platte horizontale hoge balk, waarbij de stabiliteitselementen fungeren als steunpunten voor deze balk. De trek-, druk- en schuifspanningen in de vloer, veroorzaakt door de horizontale belastingen, kunnen berekend worden volgens klassieke methodes op basis van een balkmodel op twee of meerdere steunpunten, al dan niet in overkraging. De schijfwerking kan gerealiseerd worden door de opstortlaag, waarin de nodige constructieve wapening voorzien wordt. De verbinding tussen de vloer en de stabiliteitselementen wordt gerealiseerd door wachtstaven uit de stabiliteitselementen in de opstortlaag te plooien. Bij holle vloerelementen kan de nodige wapening voor de schijfwerking ook voorzien worden in opengemaakte kanalen (fig. 3) en in hamerkopsleuven in de elementen zelf (fig. 4). ▷

Meer informatie over de horizontale stabiliteit en de constructieve integriteit van prefab gebouwen kan u terugvinden in de modelcursus 'Prefab Beton', les 3 (gratis te downloaden op www.febe.be) en in fib bulletin 74 [2]. Richtlijnen met betrekking tot de schijfwerking van holle vloerelementen zijn terug te vinden in bijlage D van de productnorm voor holle vloerelementen [3] en fib bulletin 6 [4].

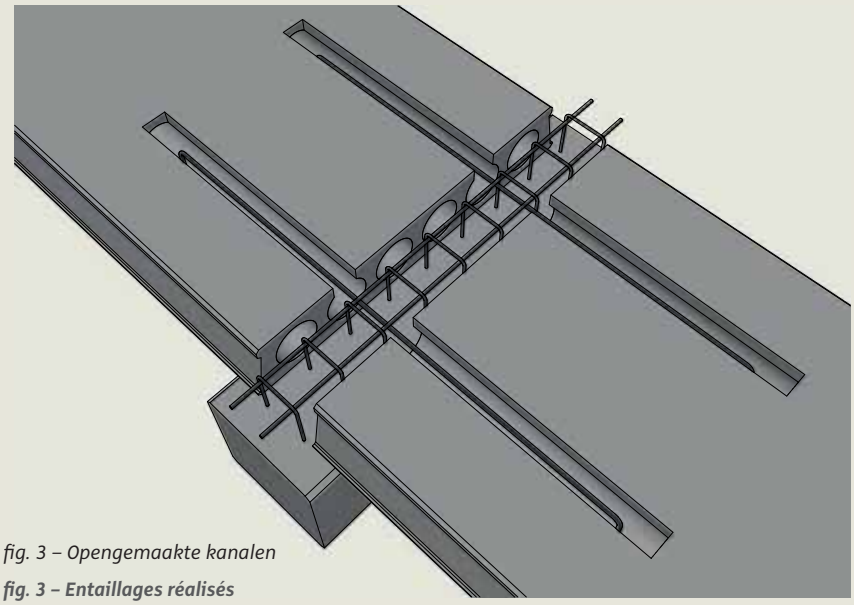

fig. 3 – Opengemaakte kanalen
fig. 3 – Entaillages réalisés

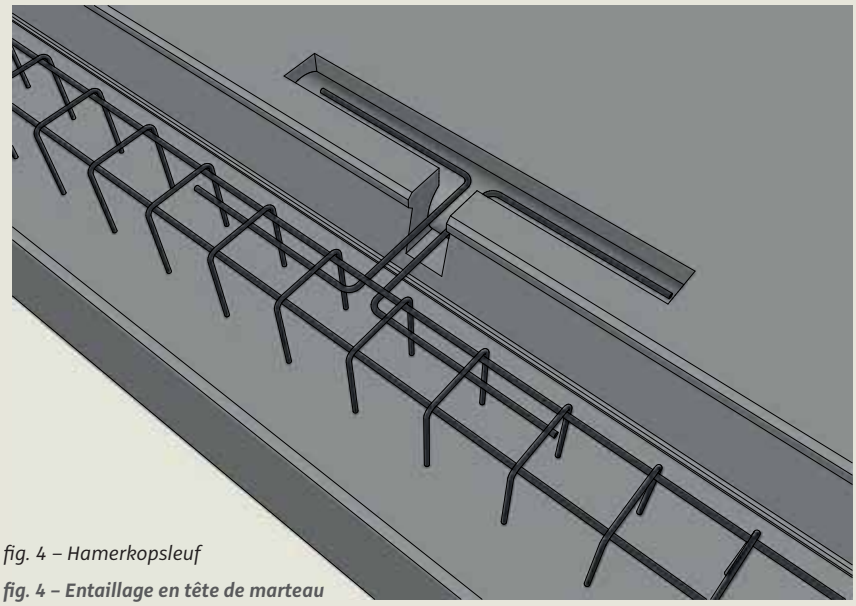

fig. 4 – Hamerkopsleuf
fig. 4 – Entaillage en tête de marteau

L'effet diaphragme des planchers est un élément important du concept de stabilité des bâtiments (préfabriqués). Pour transférer les charges horizontales via les éléments de stabilité à la fondation, les différentes dalles de plancher doivent être reliées entre elles et le plancher entier doit également être relié aux éléments de stabilité. Cela peut se faire en concevant le plancher pour qu'il fonctionne comme une poutre haute horizontale plate, dont les éléments de stabilité servent de points d'appui pour cette poutre. Les contraintes de traction, de compression et de cisaillement dans le plancher, causées par les charges horizontales, peuvent être calculées au moyen des méthodes classiques basées sur un modèle de poutre sur deux ou plusieurs points d'appui, en saillie ou non. L'effet diaphragme peut être réalisé par la couche de béton coulé, dans laquelle l'armature structurelle nécessaire est fournie. La liaison entre le plancher et les éléments de stabilité est réalisée en pliant les barres d'attente des éléments de stabilité dans la couche de béton coulé. Dans le cas des dalles de plancher alvéolées, l'armature nécessaire à l'effet diaphragme peut également être installée dans des entrailles d'about (fig. 3) et dans des entailles en tête de marteau dans les éléments (fig. 4).

Vous trouverez plus d'informations sur la stabilité horizontale et l'intégrité structurelle des bâtiments préfabriqués dans le cours modèle sur le « Béton préfabriqué », leçon 3 (à télécharger gratuitement sur www.febe.be) et dans le fib Bulletin 74 [2]. Les directives relatives à l'effet diaphragme des dalles de plancher alvéolées se trouvent dans l'annexe D de la norme de produit relative aux dalles alvéolées [3] et dans le fib Bulletin 6 [4].

Volgens Eurocode 2 [1], 9.10 moeten constructies, die niet ontworpen zijn om buitengewone belastingen op te nemen, een alternatieve belastingsoverdracht mogelijk maken na het optreden van lokale schade. Deze constructieve integriteit wordt verwezenlijkt door het aanbrengen van horizontale en eventueel verticale trekbanden, ook wel kettingwapening genoemd. Op die manier wordt een goede samenhang tussen alle prefab elementen bekomen. De norm geeft hiervoor enkele ontwerpregels. Zo moeten er horizontale trekbanden voorzien worden langs de omtrek van iedere vloer en binnen iedere vloer, in twee onderling loodrechte richtingen (zie details in het artikel 'Project: uitbreiding van parkeergebouw P3 op Brussels Airport'). De trekbanden moeten doorlopend zijn en moeten zich zo dicht mogelijk bij de randen van de vloeren en de lijnen van de kolommen bevinden. Kolommen die doorlopen over meerdere verdiepingen kunnen daarvoor uitgerust worden met speciale doorvoeringen (fig. 5). De balken worden voorzien van uitstekende beugels aan de bovenzijde waarbinnen de trekbandwapening geplaatst wordt. Verder dienen de randkolommen op ieder niveau horizontaal verbonden te zijn met de constructie door extra horizontale trekbanden. Al deze horizontale trekbanden kunnen gecombineerd worden met de wapening voor de schijfwerking. In prefab gebouwen van vijf verdiepingen of meer moeten in de kolommen verticale trekbanden aangebracht worden, om schade door het wegvallen van een kolom te beperken. Deze verticale trekbanden moeten doorlopen vanaf het laagste tot het hoogste niveau. Een alternatief voor de verticale trekbanden is het realiseren van voldoende membraanwerking in de vloeren en de wanden.

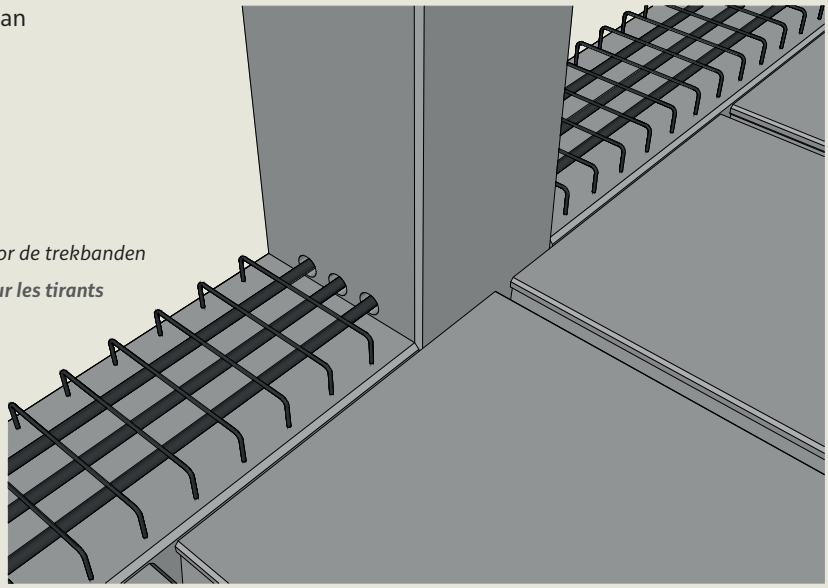

fig. 5 – Doorvoeringen in de kolom voor de trekbanden

fig. 5 – Traversées dans la colonne pour les tirants

Selon l'Eurocode 2 [1], 9.10, les structures, qui ne sont pas conçues pour absorber des charges extraordinaires, doivent permettre un transfert alternatif des charges après l'apparition d'un dégât local. Cette intégrité structurelle est obtenue par l'installation de tirants horizontaux et éventuellement verticaux, également appelés armature de chaînage. De cette façon, on obtient une bonne cohésion entre tous les éléments préfabriqués. À cet effet, la norme prévoit quelques règles de conception. Par exemple, des tirants horizontaux doivent être prévus sur le périmètre de chaque plancher et à l'intérieur de chaque plancher, dans deux directions perpendiculaires entre elles (voir détails dans l'article « Projet : extension du parking couvert P3 à Brussels Airport »). Les tirants doivent être continus et doivent être les plus proches possible des bords des planchers et des lignes des colonnes. Les colonnes qui s'étendent sur plusieurs étages peuvent être dotées pour ce faire d'ouvertures spéciales (fig. 5). Les poutres sont munies d'étriers en saillie dans la partie supérieure, dans lesquels est placée l'armature de tirant. En outre, les colonnes de rive de chaque niveau doivent être assemblées horizontalement à la construction au moyen de tirants horizontaux supplémentaires. Tous ces tirants horizontaux peuvent être combinés avec l'armature pour l'effet diaphragme. Dans les bâtiments préfabriqués de cinq étages ou plus, des tirants verticaux doivent être installés dans les colonnes pour limiter les dommages causés par la défaillance d'une colonne. Ces tirants verticaux doivent s'étendre du niveau le plus bas au niveau le plus élevé. Une alternative aux tirants verticaux consiste à obtenir une action membrane suffisante dans les planchers et les murs.

De gevels worden meestal open uitgevoerd waardoor een mechanische ventilatie voor het verdrijven van de schadelijke uitlaatgassen overbodig is. Ze bestaan bij voorkeur uit prefab gevelbalken met geïntegreerde randbescherming in industrieel grijs beton, industrieel sierbeton of architectonisch beton, waarop de vloerelementen kunnen gelegd worden.

Ondergrondse parkeergarages zijn doorgaans duurder om te bouwen dan bovengrondse parkeergarages. Alles wat geldig is voor bovengrondse garages, geldt in grote lijnen ook voor ondergrondse garages. De draagstructuur bestaat naast balken, kolommen en vloerelementen ook uit grondkerende wanden, die meestal gevormd worden door een diepwandconstructie of damwandplanken uit staal of beton. Bij ondiepe parkeergarages kunnen eventueel ook prefab dubbele wanden toegepast worden. In de uitvoeringsfase wordt langs de gehele omtrek van de bouwput de diepwand of damwand verankerd door grondankers. In de eindfase dienen de vloerplaten als schoren voor de kelderwanden. Hiervoor moeten de vloeren ook werken als een schijf. Dezelfde vloerelementen als bij bovengrondse garages kunnen toegepast worden, tenzij op het maaiveld rekening gehouden moet worden met een grond- en een verkeersbelasting. Hierdoor krijgt de vloer het karakter van een brugdek waardoor eventueel andere vloerelementen noodzakelijk zijn, zoals bijvoorbeeld voorgespannen TT-elementen of brugliggers. ▷

© CRH Structural Concrete Belgium nv/sa

Les façades sont généralement ouvertes, de sorte qu'une ventilation mécanique pour l'évacuation des gaz d'échappement nocifs est superflue. Elles sont de préférence constituées de poutres de façade préfabriquées avec protection de rive en béton gris industriel, en béton de parement industriel ou en béton architectural sur laquelle les éléments de plancher peuvent être posés.

Les parkings souterrains sont généralement plus chers à construire que les parkings couverts en élévation. Tout ce qui s'applique aux parkings en élévation est valable dans les grandes lignes pour les parkings souterrains. Outre les poutres, les colonnes et les dalles de plancher, la structure portante est également constituée de murs de soutènement, qui sont généralement formés par une construction de murs emboués ou de palplanches en acier ou en béton. Pour les parkings peu profonds, des prémurs préfabriqués peuvent également être utilisés. Lors de la phase d'exécution, les murs emboués ou de palplanches sont ancrés par des ancrages de sol sur tout le périmètre du puits de fondation. Durant la phase finale, les dalles de sol servent de contreventement pour les murs du sous-sol. À cette fin, les planchers doivent également faire office de diaphragme. On peut utiliser les mêmes dalles de plancher que pour les parkings en élévation, à moins qu'une charge de sol et de trafic ne doive être prise en compte au niveau du sol naturel. Cela donne au plancher le caractère d'un tablier de pont, de sorte que d'autres éléments de plancher peuvent être nécessaires, tels que des éléments TT précontraints ou des poutres de pont. ▶

BRANDVEILIGHEID

Volgens een artikel in WTCB-contact [5] vinden veel brandweerdiensten het brandveiligheidsniveau in parkeergarages, gebaseerd op de meest recente versie van het Koninklijk Besluit Basisnormen [6], onvoldoende. Zij zijn van mening dat er meer rekening gehouden moet worden met de oppervlakte en de diepte van parkeergarages, omwille van de interventiemogelijkheden die hieruit voortvloeien. Onder de vleugels van de Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken, Algemene Directie Veiligheid en Preventie, werd daarom de werkgroep 'Parkeergebouwen' opgericht. De bevindingen van deze werkgroep werden in 2019 gebundeld in het document HR 1632 N R3 [7] en goedgekeurd door de Hoge Raad voor de Beveiliging tegen Brand en Ontploffing. Dit document zal de basis vormen voor de wijziging van het Koninklijk Besluit Basisnormen. Aangezien het Koninklijk Besluit tot wijziging van het Koninklijk Besluit Basisnormen nog niet gepubliceerd werd in het Belgisch Staatsblad, blijven de huidige eisen in principe van toepassing. In praktijk baseren echter verschillende brandweerdiensten zich al op dit document bij het opstellen van preventieadviezen.

Een parkeergebouw kan zowel een zelfstandig gebouw als een onderdeel van een gebouw zijn. Men spreekt van een open gebouw wanneer elk niveau een open parkeerbouwlaag is. Om hieraan te voldoen moeten de parkeerbouwlagen o.a. beschikken over twee tegenovergestelde gevels die over hun gehele lengte maximaal 60 m uit elkaar staan en die gelijkmatig verdeelde openingen bevatten waarvan de nuttige oppervlakte minstens 1/6de beslaat van de totale oppervlakte van de verticale binnen- en buitenwanden van deze bouwlaag.

De vereiste brandweerstand van de structurele elementen, de vloeren en de hellingen wordt bepaald in functie van de hoogte van het gebouw. In lage en middelhoge gebouwen moeten ze minstens een brandweerstand R 120 hebben. Voor hoge gebouwen geldt R 240 voor de structurele elementen en R 120 voor de vloeren en de hellingen. De structurele elementen van open parkeerbouwlagen in lage gebouwen worden aan geen enkele eis onderworpen inzake brandweerstand, op voorwaarde dat de vloeren en de hellingen tussen beide open parkeerbouwlagen minstens beantwoorden

SÉCURITÉ INCENDIE

Selon un article paru dans CSTC-Contact [5], de nombreux services d'incendie considèrent que le niveau de sécurité incendie dans les parkings, basé sur l'Arrêté royal Normes de base [6], est insuffisant. Ils sont d'avis qu'il faudrait tenir davantage compte de la surface et de la profondeur des parkings couverts, en raison des possibilités d'intervention qui en découlent. Sous l'égide du Service public fédéral Affaires intérieures, Direction générale Sécurité et Prévention, le groupe de travail « Parkings » a donc été créé. Les conclusions de ce groupe de travail ont été compilées en 2019 dans le document HR 1632 N R3 [7] et approuvées par le Conseil Supérieur de Protection contre l'Incendie et l'Explosion. Ce document servira de base à la modification de l'Arrêté royal Normes de base. Étant donné que l'Arrêté royal modifiant l'Arrêté royal Normes de base n'a pas encore été publié au Moniteur belge, les exigences actuelles restent en principe d'application. Dans la pratique, cependant, divers services d'incendie s'appuient déjà sur ce document pour établir des conseils de prévention.

Un parking peut être aussi bien un bâtiment indépendant qu'une partie de bâtiment. On parle de bâtiment ouvert lorsque chaque étage est un niveau de parking ouvert. Pour répondre à cette exigence, les niveaux de parking doivent avoir deux façades opposées distantes de maximum 60 m sur la totalité de leur longueur et qui comportent des ouvertures réparties uniformément dont la surface utile vaut au moins 1/6e de la surface totale des parois verticales intérieures et extérieures du périmètre de ce niveau.

La résistance au feu requise des éléments structurels, des planchers et des rampes est déterminée en fonction de la hauteur du bâtiment. Dans les bâtiments bas et de hauteur moyenne, ils doivent avoir au moins une résistance au feu R 120. Pour les bâtiments de grande hauteur, R 240 s'applique aux éléments structurels et R 120 aux planchers et aux rampes. Les éléments structurels des niveaux de parking ouverts dans les bâtiments bas ne sont soumis à aucune exigence de résistance au feu, à condition que les planchers et les rampes entre les deux niveaux de parking couverts ouverts soient au moins REI 60 et que ces éléments structurels ne portent pas d'autre compartiment. Pour les niveaux de parking ouverts des immeubles de moyenne hauteur répondant aux mêmes conditions, la résistance au feu des éléments structurels doit être R 60.

aan de eisen van de klasse REI 60 hebben en dat deze structurele elementen geen ander compartiment dragen. Voor open parkeerbouwlagen in middelhoge gebouwen, die aan dezelfde voorwaarden voldoen, moet de brandweerstand van de structurele elementen R 60 bedragen.

Volgens het document HR 1632 N R3 [7] kan een parkeergebouw één compartiment vormen waarvan de oppervlakte onbeperkt is, zelfs wanneer er meerdere parkeerbouwlagen zijn. Bij brand moet wel het compartiment automatisch verdeeld worden in verschillende deelcompartimenten om de branduitbreiding te vertragen. Een parkeerbouwlaag mag één deelcompartiment vormen, maar een deelcompartiment mag zich niet over verschillende parkeerbouwlagen uitstrekken. De wanden van een deelcompartiment dienen te voldoen aan de eisen zoals voorgeschreven in classificatie EI 60. Elke opening in deze wanden bestemd voor voetgangers is ofwel afgesloten met een sas met wanden EI 60 en zelfsluitende deuren EI1 30, ofwel met een zelfsluitende deur EI1 60. De openingen in de deelcompartimentswanden voor de doorgang van voertuigen zijn uitgerust met een zelfsluitende afsluiting E 60, zoals schuifwanden en rolluiken. Als het parkeergebouw een onderdeel is van een gebouw, moeten beide delen beschouwd worden als verschillende compartimenten. De compartimentswanden tussen het parkeergebouw en de rest van een laag gebouw moeten EI 60 hebben. De verbinding tussen beide compartimenten moet gebeuren door een opening die op dezelfde manier afgesloten wordt als de openingen voor voetgangers in de deelcompartimentswanden. Voor middelhoge gebouwen geldt EI 60 voor de compartimentswanden en moet de verbinding tussen de twee compartimenten bestaan uit een sas met wanden EI 60 en zelfsluitende deuren EI1 30. In geval van hoge gebouwen moeten de compartimentswanden EI 120 hebben en moet de verbinding tussen de twee compartimenten bestaan uit een sas met wanden EI 120 en zelfsluitende deuren EI1 30. In hoge gebouwen mag dit sas niet dienen als sas voor liften.

De trappenhuizen zijn onderdeel van de evacuatieweg. Als ze zich in het gebouw bevinden, moeten de binnenwanden ervan minstens EI 60 vertonen in geval van lage en middelhoge gebouwen. In geval ▷

© Marc Sourbron

van hoge gebouwen geldt EI 120. De buitenwanden mogen beglaasd zijn als ze voldoen aan bepaalde voorwaarden. De trappen en de overlopen zijn minstens R 30 voor lage gebouwen. Er wordt echter geen stabiliteit bij brand vereist indien de trappen en overlopen uitsluitend zijn samengesteld uit materialen van klasse A1 met een smelttemperatuur hoger dan 727 °C. Voor middelhoge en hoge gebouwen is R 60 van toepassing voor de trappen en overlopen. Voor buitentrappenhuizen gelden minder strenge eisen.

In het document HR 1632 N R3 [7] worden ook brandbeveiligingstypes voorgeschreven in functie van de diepte van de parking en de totale oppervlakte van de parking of van het betreffende deelcompartiment. Drie types worden geïdentificeerd: ventilatieopeningen, sprinklerinstallaties en RWA-installaties (rook- en warmteafvoer). Naast ventilatoren zijn rookschermen een belangrijk onderdeel van een RWA-installatie. Ze zorgen ervoor dat de mensen in geval van brand de parkeergarage veilig kunnen verlaten en de rook zich niet kan verspreiden. Voor de brandweer wordt zo een rookvrije toegang tot de brandhaard gecreëerd. Parkeergebouwen kleiner dan of gelijk aan 250 m² en uitgerust met een autolift vereisen geen van deze beveiligingsmaatregelen. Voor parkeergebouwen zonder een autolift wordt deze grens verhoogd tot 650 m², op voorwaarde dat geen enkel punt van het parkeergebouw zich verder dan 45 m van een ingang bevindt, bestemd voor de tussenkomst van de brandweer. Voor open parkeerbouwlagen van grote of kleine parkeergebouwen, die bovengronds of niet dieper dan 7 m onder de grond liggen, zijn ook geen beveiligingsmaatregelen van toepassing. Ondergrondse parkeerbouwlagen die dieper dan 21 m ondergronds gelegen zijn, hebben zowel een sprinkler- als een RWA-installatie nodig, ongeacht de oppervlakte van het parkeergebouw of het deelcompartiment. Beide installaties zijn ook

Selon le document HR 1632 N R3 [7], un immeuble de parking peut former un seul compartiment dont la surface est illimitée, même s'il y a plusieurs niveaux de parking. Toutefois, en cas d'incendie, le compartiment doit être automatiquement divisé en plusieurs sous-compartiments pour ralentir la propagation du feu. Un niveau de parking peut former un sous-compartiment, mais un sous-compartiment ne peut pas s'étendre sur plusieurs niveaux de parking. Les murs d'un sous-compartiment doivent être conformes aux exigences prescrites dans la classe EI 60. Chaque ouverture dans ces murs destinée aux piétons doit être fermée, soit par un sas avec des murs EI 60 et des portes à fermeture automatique EI1 30, soit par une porte à fermeture automatique EI1 60. Les ouvertures dans les parois des sous-compartiments pour le passage des véhicules sont équipées d'une fermeture automatique E 60, comme des parois coulissantes et des volets roulants. Lorsque le parking fait partie d'un bâtiment, les deux parties doivent être considérées comme des compartiments différents. Les murs des compartiments entre le parking et le reste d'un niveau de bâtiment bas doivent être EI 60. La liaison entre les deux compartiments doit être assurée par une ouverture qui est fermée de la même manière que les ouvertures pour les piétons dans les murs des sous-compartiments. Pour les bâtiments de hauteur moyenne, EI 60 s'applique aux murs des compartiments et la liaison entre les deux compartiments doit consister en un sas avec des murs EI 60 et des portes à fermeture automatique EI1 30. Dans le cas des bâtiments de grande hauteur, les murs des compartiments doivent être EI 120 et la liaison entre les deux compartiments doit consister en un sas avec des murs EI 120 et des portes à fermeture automatique EI1 30. Dans les bâtiments de grande hauteur, ce sas ne peut pas servir de sas pour les ascenseurs.

Les cages d'escalier font partie de la voie d'évacuation. S'ils se trouvent à l'intérieur du bâtiment, les murs intérieurs doivent être au moins de classe EI 60 dans le cas des bâtiments bas et de hauteur moyenne. Dans le cas des bâtiments de grande hauteur, la classe est EI 120. Les murs extérieurs peuvent être vitrés s'ils remplissent certaines conditions. Les escaliers et les paliers sont au moins de classe R 30 pour les bâtiments bas. Toutefois, aucune stabilité en cas d'incendie n'est requise si les escaliers et les paliers sont exclusivement constitués de matériaux de classe A1 ayant une température de fusion supérieure à 727 °C. Pour les bâtiments de

vereist in parkeerbouwlagen van parkeergebouwen groter dan 60.000 m², tenzij ze open zijn. Bijlage 7 van het document HR 1632 N R3 [7] bevat een uitgebreide tabel met de vereiste beveiligingstypes. Alle ondergrondse parkeerbouwlagen, met uitzondering van de open bouwlagen, moeten van hetzelfde beveiligingstype zijn. Dit is ook geldig voor alle bovengrondse parkeerbouwlagen. Het beveiligingstype van de bovengrondse bouwlagen mag wel verschillen van dat van de ondergrondse bouwlagen. De onderverdeling in deelcompartimenten is niet nodig bij open parkeergebouwen, bij parkeerbouwlagen met een sprinkler- en een RWA-installatie, bij parkeergebouwen met een totale oppervlakte kleiner dan of gelijk aan 650 m² (of 250 m² bij aanwezigheid van een autolift) en bij parkeergebouwen met een totale oppervlakte kleiner dan of gelijk aan 2.500 m² met maximum twee bouwlagen.

Op vlak van transport is er naast de opkomst van elektrische voertuigen op batterijen tegenwoordig ook veel beweging op vlak van waterstof-aangedreven elektrische voertuigen. Wanneer gasvormig waterstof onder hoge druk uit de opslagtank ontsnapt, al dan niet in aanwezigheid van een hittebron (brand), kan een fakkel ontstaan met een lengte tot 8 m en een temperatuur tot 2.000 °C. Maar ook de toepassing van batterijen in voertuigen leidt tot andere brandscenario's. Een batterijbrand leidt niet alleen tot uitstoot van giftige en bijtende gassen, het voertuig kan ook heel lang branden met mogelijk meerdere explosies. Bovendien is heel veel water nodig om een batterijbrand te blussen. Op dit moment is er onvoldoende kennis over het brandverloop in parkeergarages met voertuigen die gebruik maken van alternatieve energiebronnen. Deze kennis is op termijn nodig om de gevolgen voor de constructie en de brandbestrijding te kunnen bepalen en eventueel de wetgeving hieraan aan te passen. ▷

© Megaton/Structo Prefab Systems

moyenne et grande hauteur, la classe R 60 s'applique aux escaliers et aux paliers. Des exigences moins strictes s'appliquent aux cages d'escalier extérieures.

Le document HR 1632 N R3 [7] prescrit également les types de protection contre l'incendie en fonction de la profondeur et de la surface totale du parking ou du sous-compartiment en question. Trois types sont identifiés : les ouvertures de ventilation, les systèmes de sprinklage et les systèmes EFC (évacuation des fumées et de la chaleur). En plus des ventilateurs, les écrans pare-fumée sont une partie importante d'une installation EFC. Ils veillent à ce que les personnes puissent quitter le parking en toute sécurité en cas d'incendie et à ce que la fumée ne puisse pas se propager. Un accès sans fumée au foyer de l'incendie est ainsi créé pour les services d'incendie. Les bâtiments jusqu'à 250 m² et équipés d'un ascenseur pour voiture ne nécessitent aucune de ces mesures de protection. Pour les parkings sans ascenseur pour voiture, cette limite est portée à 650 m² à condition qu'aucun point du parking ne se trouve ▶

DRAAGVLOEREN

Eerder in dit artikel werd al vermeld dat de draagvloeren van parkeergarages meestal bestaan uit holle vloerelementen of breedplaten, voorzien van een constructieve opstortlaag. Deze druklaag wordt gepolierd om een vlak oppervlak te bekomen. De vloeren moeten waterdicht zijn om de duurzaamheid van de onderliggende structuurelementen te vrijwaren, maar ook om schade ten gevolge van doorsijpelend water aan geparkeerde auto's te voorkomen. Voor de vloeren van parkeergarages is in principe dichtheidsklasse 1 vereist. Volgens Deel 3 van Eurocode 2 [9] zijn in dat geval enkele oppervlakkige vochtplekken aan de onderzijde toelaatbaar. Volgens TV 247 [10] wordt dichtheidsklasse 1 bekomen met een volledig ter plaatse gestorte vloerplaat van 150 mm dik of een geprefabriceerde vloerplaat van 100 mm dik, op voorwaarde dat de scheurvorming beperkt blijft tot 0,2 mm, en het beton voldoet aan de eisen van de juiste milieuklasse of omgevingsklasse (zie verder) en voldoende nabehandeld wordt. Voor de waterdichting van vloeren met holle vloerelementen, waarop geen waterdichtingslaag wordt voorzien, is dus een opstortlaag noodzakelijk. Dit is meestal het geval bij de verdiepingsvloeren. Tijdens het polieren kunnen kwartskorrels ingestrooid worden om een slijtvast oppervlak te bekomen waardoor verdere afwerking overbodig is. Om de scheurwijdte van krimpscheuren in de opstortlaag te beperken tot 0,2 mm dient men voldoende krimpwapening te voorzien, al dan niet in combinatie met

à plus de 45 m d'une entrée destinée à l'intervention des pompiers. Aucune mesure de protection ne s'applique aux niveaux des grands ou petits parkings ouverts, en élévation ou à moins de 7 m sous le niveau du sol. Les parkings souterrains d'une profondeur supérieure à 21 m nécessitent à la fois un système de sprinklage et un système EFC, quelle que soit la surface du parking ou du sous-compartiment. Les deux installations sont également requises dans les niveaux de parkings de plus de 60.000 m², sauf s'ils sont ouverts. L'annexe 7 du document HR 1632 N R3 [7] contient un tableau complet avec les types de protection requis. Tous les niveaux de parking souterrains doivent être du même type de protection à l'exception des niveaux ouverts. Ceci est également valable pour tous les niveaux de parking en élévation. Toutefois, le type de protection des niveaux en surface peut différer de celui des niveaux souterrains. La subdivision en sous-compartiments n'est pas nécessaire dans les parkings ouverts, dans les niveaux de parking avec un système de sprinklage et EFC, dans les parkings d'une surface totale inférieure ou égale à 650 m² (ou 250 m² en cas de présence d'un ascenseur pour voiture) et dans les parkings d'une surface totale inférieure ou égale à 2.500 m² avec un maximum de deux niveaux.

Sur le plan du trafic, outre l'émergence des véhicules électriques sur batterie, il y a actuellement beaucoup de mouvement dans le domaine des véhicules électriques à hydrogène. Lorsque de l'hydrogène gazeux s'échappe d'un réservoir haute pression, en présence ou non d'une source de chaleur (feu), une torche d'une longueur pouvant atteindre 8 m

krimpvoegen. Hoe minder krimpvoegen voorzien worden, hoe meer krimpwapening nodig zal zijn. Eurocode 2 [1] geeft richtlijnen om de krimp en de hoeveelheid wapening te berekenen. Volgens Deel 3 van Eurocode 2 [9] moet bij verhinderde krimp de krimpspanning in het beton begrensd worden tot de treksterkte fctk;0,05. De krimpvoegen worden gezaagd in het harde beton tot een diepte van 1/3 van de dikte van de opstortlaag. In geval van holle vloerelementen laat men de zaagsnedes in de langsrichting best samenvallen met de langsvoegen tussen de elementen. De posities van de zaagsnedes moeten tijdens het ontwerp bekeken worden, omdat dit invloed kan hebben op de dikte van het constructieve opstortlaag. Belangrijk voor de waterdichtheid is dat de krimpvoegen afgedicht worden door een correct aangebrachte en performante flexibele voegvulling. Parkeerdaken worden in vergelijking met verdiepingsvloeren veel meer blootgesteld aan water en worden daarom dikwijls afgewerkt met een rijlaag in beton of asfalt boven op een waterdichtingslaag. Meer en meer echter wordt een vloeibaar aangebrachte kunsthars voorzien op de gepolierde opstortlaag, als waterdichting, waarop nog een slijt- en afwerkingslaag komt. Meer details met betrekking tot de vloeropbouw van parkeerdaken kunnen teruggevonden worden in de TV 253 [11]. Voor holle vloerelementen gelden enkele bijzondere aandachtspunten met betrekking tot de waterdichting waarover meer uitleg gegeven wordt in BETON 233. ▷

et une température de 2.000 °C peut se produire. Mais l'utilisation de batteries dans les véhicules peut également déboucher sur différents scénarios d'incendie. Un feu de batterie n'entraîne pas seulement des émissions de gaz toxiques et corrosifs, le véhicule peut aussi brûler très longtemps et provoquer des explosions multiples. En outre, il faut beaucoup d'eau pour éteindre un feu de batterie. À l'heure actuelle, les connaissances sur le comportement d'un feu dans les parkings couverts avec des véhicules utilisant des sources d'énergie alternatives sont insuffisantes. À terme, ces connaissances seront nécessaires pour déterminer les conséquences pour la construction et la lutte contre l'incendie et, le cas échéant, pour adapter la législation en conséquence.

DALLES PORTANTES

Il a été mentionné plus haut dans cet article que les dalles portantes des parkings couverts sont généralement constituées de dalles de plancher alvéolées ou de prédalles, pourvues d'une couche structurelle de béton coulé. Cette couche de compression est polie afin d'obtenir une surface plane. Les planchers doivent être étanches afin de préserver la durabilité des éléments structurels sous-jacents, mais aussi pour éviter les dommages aux voitures en stationnement causés par les infiltrations d'eau. La classe d'étanchéité 1 est en principe requise pour les planchers de parkings. Selon la partie 3 de l'Eurocode 2 [9], certaines taches d'humidité superficielle sur la face inférieure sont autorisées dans ce cas. Selon la NIT 247 [10], la classe d'étanchéité 1 est obtenue avec une dalle de sol entièrement coulée sur place de 150 mm d'épaisseur ou une dalle de sol préfabriquée de 100 mm d'épaisseur, à condition que la formation de fissures soit limitée à 0,2 mm et que le béton réponde aux exigences de la classe environnementale ou de la classe d'exposition (voir ci-dessous) et soit suffisamment finie. Pour l'étanchéité des planchers de dalles alvéolées, sur lesquelles aucune couche d'étanchéité n'est prévue, une couche de béton coulé est donc nécessaire. C'est généralement le cas pour les niveaux supérieurs. Pendant le polissage, des grains de quartz peuvent être saupoudrés afin d'obtenir une surface résistante à l'usure, rendant ainsi inutile toute finition supplémentaire. Afin de limiter les fissures de retrait dans la couche de béton coulé à 0,2 mm, il faut prévoir une armature de retrait suffisante, en combinaison ou non avec des joints de retrait. Moins il y aura de joints de retrait, plus il faudra d'armature de retrait. L'Eurocode 2 [1] donne des indications pour calculer le retrait et la quantité d'armature. Selon la partie 3 de l'Eurocode 2 [9], la contrainte de retrait dans le béton doit être limitée à la résistance à la traction fctk;0,05 lorsque le retrait est empêché. Les joints de retrait sont découpés dans le béton dur à une profondeur de 1/3 de l'épaisseur de la couche de béton coulé. Dans le cas des dalles de plancher alvéolées, les coupes longitudinales doivent de préférence coïncider avec les joints longitudinaux entre les éléments. Les positions des coupes ▶

▷ Naast water worden de vloeren van parkeergarages vaak ook blootgesteld aan vorst en dooizouten. Aan de onderzijde van de vloeren, het prefab deel, is de blootstelling minder dan aan de bovenzijde, de opstortlaag. De milieuklassen die gelden aan de bovenzijde zijn dus strenger dan aan de onderzijde. Samengevat gelden XC3 en XF1 (omgevingsklasse EE2) voor de vloerelementen, XC4, XD3 en XF2 voor de opstortlaag van de tussenverdiepingen, XC3 en XF1 (omgevingsklasse EE2) voor de opstortlaag van het parkeerdak en XC4, XD3 en XF4 (omgevingsklasse EE4) voor de rijlaag van het parkeerdak. Indien de opstortlaag van de tussenverdiepingen afgewerkt wordt met een scheurvrije coating is hiervoor ook omgevingsklasse EE2 van toepassing. Voor parkeergarages aan de kust moet men bijkomend rekening houden met milieuklasse XS1. (BHE) ■

REFERENTIES

[1] NBN EN 1992-1-1:2005 + ANB:2010

[2] fib Bulletin 74 - Planning and design handbook on precast building structures, september 2014

[3] NBN EN 1168+A3:2011 en NBN B 21-605:2012

[4] fib Bulletin 6 - Special design considerations for precast prestressed hollow core floors, januari 2000

[5] Brandgevaar in parkeergarages, WTCB-contact, 2019/1

[6] Koninklijk Besluit Basisnormen voor de preventie van brand en ontploffingen in nieuwe gebouwen, 7 december 2016

[7] HR 1632 N R3, Hoge Raad voor de Beveiliging tegen Brand en Ontploffing, revisie 1 oktober 2019

[8] Brandveiligheid van parkeergarages en duurzame brandstoffen, Vexpansie, 1/2019

[9] NBN EN 1992-3:2006 + ANB:2013

[10] TV 247 'Ontwerp en uitvoering van vloeistofdichte betonconstructies', WTCB, november 2012

[11] TV 253 'Parkeerdaken – Deel 1: belastingen, ontwerpprincipes en samenstellingen', WTCB, december 2014

doivent être examinées durant la conception, car cela peut influencer l'épaisseur de la couche structurelle de béton coulé. Pour assurer l'étanchéité, il est important que les joints de retrait soient scellés par un remplissage de joint flexible performant et correctement appliqué. Les toitures-parkings sont beaucoup plus exposées à l'eau que les planchers des étages et sont donc souvent recouvertes d'une couche de roulement en béton ou asphalte sur une couche d'étanchéité. Toutefois, une résine synthétique liquide est de plus en plus appliquée sur la couche supérieure polie, comme étanchéité, sur laquelle une autre couche d'usure et de finition sont ajoutées. Plus de détails concernant la structure des planchers de toitures-parking sont fournis dans la NIT 253 [11]. Pour les dalles de plancher alvéolées, il y a quelques points d'attention particuliers concernant l'étanchéité qui sont expliqués plus en détail dans BETON 233.

En plus de l'eau, les sols des parkings sont souvent exposés au gel et aux sels de déneigement. Sur la face inférieure des planchers, la partie préfabriquée, l'exposition est moindre que sur la face supérieure, la couche de béton coulé. Les classes d'environnement qui s'appliquent à la face supérieure sont donc plus strictes que celles qui s'appliquent à la face inférieure. En résumé, XC3 et XF1 (classe d'environnement EE2) s'appliquent aux dalles de plancher, XC4, XD3 et XF2 à la couche de béton coulé pour les étages intermédiaires, XC3 et XF1 (classe d'environnement EE2) à la couche de béton coulé de la toiture-parking et XC4, XD3 et XF4 (classe d'environnement EE4) à la couche de roulement de la toiture-parking. Si la couche de béton coulé des niveaux intermédiaires est recouverte d'un revêtement sans fissures, la classe d'environnement EE2 s'applique également. Pour les parkings à la côte, il faut tenir compte de la classe d'environnement XS1. (BHE) ■

RÉFÉRENCES

[1] NBN EN 1992-1-1:2005 + ANB:2010

[2] fib Bulletin 74 - Planning and design handbook on precast building structures, september 2014

[3] NBN EN 1168+ A3:2011 et NBN B 21-605 :2012

[4] fib Bulletin 6 - Special design considerations for precast prestressed hollow core floors, janvier 2000

[5] Parkings : gare au feu !, CSTC-contact 2019/1

[6] Arrêté royal Normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion dans les nouveaux bâtiments, 7 décembre 2016

[7] HR 1632 N R3, Conseil Supérieur de la Sécurité contre l'Incendie et l'Explosion, révision 1er octobre 2019

[8] Brandveiligheid van parkeergarages en duurzame brandstoffen, Vexpansie, 1/2019

[9] NBN EN 1992-3:2006 + ANB:2013

[10] NIT 247 « Conception et exécution des ouvrages étanches en béton », CSTC, novembre 2012

[11] NIT 253 Les toitures-parkings. 1re partie : sollicitations, principes de conception et composition, CSTC, décembre 2014

Holle vloerelementen
in gewapend of
voorgespannen beton...
ook voor parkeergebouwen

Dalles alvéolées
en béton armé ou précontraint...
également pour
des bâtiments de parking

©Dennis De Smet
©Abscis Architecten

FEBEFLOOR www.febefloor.be

FEBE

daerden · Deuterlaigne · ECHO · ergon · FINGO · MEGATON/Structo · NERVA FLOOR SOLUTIONS · Ronveaux · VAHEJA