

Waterdichte keldermuren met enkelzijdige prefab wandelementen

De wanden van een bouwput worden verstevigd of geschoord door een grondkerende constructie om instorting of afkalving van de grond te voorkomen. Men noemt dit ook wel het beschoeien van een bouwput. Er bestaan verschillende grondkeringstechnieken, zoals berlinerwanden, grondmixwanden en secanspalenwanden. Dikwijls wordt een wand gebetonneerd tegen de grondkerende constructie om een vlakke en waterdichte kelderwand te realiseren. Traditioneel wordt bij het storten van zo'n enkelzijdige wand gebruik gemaakt van bekistingspanelen. Omdat bij het bekisten van dit soort wanden geen centerpennen gebruikt kunnen worden, moeten de bekistingspanelen geschoord worden door zware schoorbokken. Er bestaat echter ook een semi prefab oplossing.

De semi prefab oplossing bestaat uit breedplaten die verticaal geplaatst worden voor de grondkerende wand en zo een verloren bekisting vormen voor de te storten wand (Foto 1). Ze worden tijdelijk geschoord door druk- en trekchoren te verankeren in de vloerplaat. In de wandelementen worden hiervoor de nodige schroefhulzen voorzien.

De wandelementen hebben een standaarddikte van 7 cm. De wapening in de elementen wordt berekend door het studie bureau belast met de stabiliteitsstudie en maakt deel uit van de structurele wapening van de wand. Ter plaatse van de verticale voegen tussen de wandelementen voorziet het studie bureau meestal een horizontale

voegwapening die overlapt met de wapening in de wandelementen. De ruimte tussen de grondkering en de prefab elementen, die wordt volgestort met beton, moet minstens 25 cm breed zijn. De wandelementen worden, zoals breedplaten, voorzien van tralieggers om enerzijds de stabiliteit te garanderen tijdens het manipuleren

Murs de sous-sol étanches à l'eau grâce aux éléments de mur mono-paroi préfabriqués

Les parois d'une excavation sont renforcées ou soutenues par une structure de soutènement du sol pour empêcher l'effondrement ou l'érosion de celui-ci. Il existe différentes techniques de soutènement du sol, telles que les parois berlinoises, les parois en terre mélangée et les parois en pieux sécants. Un mur est souvent bétonné contre la structure de soutènement du sol afin de créer un mur de sous-sol plan et étanche. Traditionnellement, un tel mur simple face utilise des panneaux de coffrage. Parce qu'aucun pivot central ne peut être utilisé pour le coffrage de ce type de mur, les panneaux de coffrage doivent être soutenus par des tréteaux d'échafaudage lourds. Mais il existe aussi une solution semi-préfabriquée.

La solution semi-préfabriquée consiste en prédalles placées verticalement devant le mur de soutènement, formant ainsi un coffrage permanent pour le mur (Photo 1). Elles sont soutenues temporairement par des étais tirants-poussants ancrés dans la dalle

de plancher. Ces éléments préfabriqués sont équipés de douilles à vis. Les éléments préfabriqués ont une épaisseur standard de 7 cm. L'armature des éléments est calculée par le bureau d'ingénierie chargé de l'étude de stabilité et fait partie du renforcement

structurel du mur. Au niveau des joints verticaux entre les éléments de mur, le bureau d'études prévoit généralement un renforcement horizontal des joints qui chevauchent l'armature des éléments de mur. L'espace entre le mur de soutènement et les éléments

van de elementen en het storten van het beton op de werf en anderzijds om een monoliete samenwerking te krijgen tussen het prefab beton en het stortbeton. De wandelementen kunnen zowel liggend als rechtopstaand toegepast worden. Bij liggend gebruik is de maximale lengte 9 m en de maximale hoogte 3,5 m. Bij rechtopstaand gebruik is de lengte beperkt tot 3,5 m en de hoogte tot 6 m. De oplossing vertoont veel gelijkenissen met

een kelderwand uit dubbele wanden. Veel aspecten die aan bod komen in het artikel 'Waterdichte kelder muren met dubbele wanden' in BETON 247 zijn dan ook van toepassing op enkelzijdige prefab kelder muren.

Het grote voordeel ten opzichte van de traditionele enkelzijdige wand is de kostenbesparende uitvoering. Zo moeten geen ankerhouders in de funderingsplaat voorzien worden

om de schoorbokken te kunnen verankeren (Foto 2). Dit voorkomt extra werkzaamheden voorafgaand aan het storten van de vloerplaat. Uitsparingen en doorvoeropeningen voor allerlei doeleinden kunnen fabrieksmatig in de wandelementen voorzien worden, evenals wachtstavendozen om verbindingen met andere elementen te realiseren. Ook dit resulteert in minder werk op de werf. Aangezien de prefab wandelementen tot 9 m lang geproduceerd



Foto 1 - Prefab oplossing met enkelzijdige wandelementen
Photo 1 - Solution préfabriquée avec des éléments mono-paroi

préfabriqués doit faire au moins 25 cm de large et est ensuite rempli de béton. Les éléments de mur, comme les prédalles, sont dotés de poutres treillis pour garantir, d'une part, la stabilité des éléments lors de la manutention et du coulage du béton sur chantier et, d'autre part, obtenir une collaboration monolithique entre le béton préfabriqué et le béton coulé. Les éléments de mur peuvent être utilisés aussi bien horizontalement que verticalement.

En utilisation horizontale, la longueur maximale est de 9 m et la hauteur maximale de 3,5 m. En utilisation verticale, la longueur est limitée à 3,5 m et la hauteur à 6 m. La solution présente de nombreuses similitudes avec un mur de cave à prémurs. De nombreux aspects abordés dans l'article « Murs de sous-sol étanches à l'eau grâce aux prémurs » dans BETON 247 s'appliquent donc également aux murs de sous-sol préfabriqués à une seule face.



Foto 2 - Ankerhouders voor verankering schoorbokken
Photo 2 - Supports d'ancrage pour l'ancrage des tréteaux d'étagage

Le principal avantage par rapport au mur coffré traditionnel est sa conception économique. Il n'est pas nécessaire de prévoir des supports d'ancrage dans la dalle de fondation pour ancrer les chevalets d'étagage (Photo 2). Cela évite des travaux supplémentaires avant de couler la dalle. Des découpes et des ouvertures techniques à des fins diverses peuvent être prévues en usine dans les éléments de mur, ainsi que des boîtes à armatures d'attente pour



Foto 3 - Ingebetonneerd stremstaalprofiel
 Photo 3 - Profil d'arrêts de bétonnage à encastrer

kunnen worden, kan een hoog plaatsingsrendement bekomen worden. In samenspraak met de aannemer wordt een faseringsplan opgemaakt waarbij een rendement van 100 m in drie dagen haalbaar is, inclusief het betonstorten. Zonder verder nazicht kan worden aangenomen dat krimp scheuren enkel ter plaatse van de verticale voegen tussen de wandelementen optreden als de lengte van de wandelementen beperkt wordt tot 2,5 keer de hoogte met een maximum van 9 m [1]. Dit is dus ook de maximale lengte van één stortfase. Op de uiteinden van de wandelementen kunnen stremstaalprofielen mee ingebetonneerd worden in de prefab wandelementen om een stortonderbreking eenvoudig mogelijk te maken (Foto 3). Deze stremstaalprofielen zijn voorzien van een waterkeerplaat om de waterdichtheid ter plaatse van de hernemingsvoegen te garanderen. De stremstaalprofielen

 **prefaxis**
 Prefab solutions.

Uniwall

De innovatieve semiprefab kelderwand voor waterdichte en dragende constructies, toepasbaar op alle grondkeringstechnieken.

Le mur de soubassement semi-préfabriqué innovant pour des constructions étanches et porteuses, applicable à toutes les techniques de soutènement du sol.



zijn bij plaatsing vrij eenvoudig aan te passen aan de beschikbare wanddikte. Tegen de grondkerende constructie worden altijd wapeningsnetten aangebracht, waartegen de stremstaalprofielen van de wandelementen geplaatst worden. Deze wapeningsnetten worden ook gedimensioneerd door het studiebureau. De ruimte tussen de wapeningsnetten en de grondkering ter plaatse van de stremstaalprofielen kan bekist worden met houten kepers en bouwschuim (Foto 4). Als het beton voldoende verhard is, moeten de houten kepers van bovenaf uit de wand getrokken worden en moet al het bouwschuim zorgvuldig verwijderd worden. Een groot verschil met dubbele wanden is dat met deze werkwijze de wandelementen niet aaneensluitend geplaatst kunnen worden. Hiermee wordt uiteraard rekening gehouden bij het faseren van de montage. Om toch een aaneensluitende →



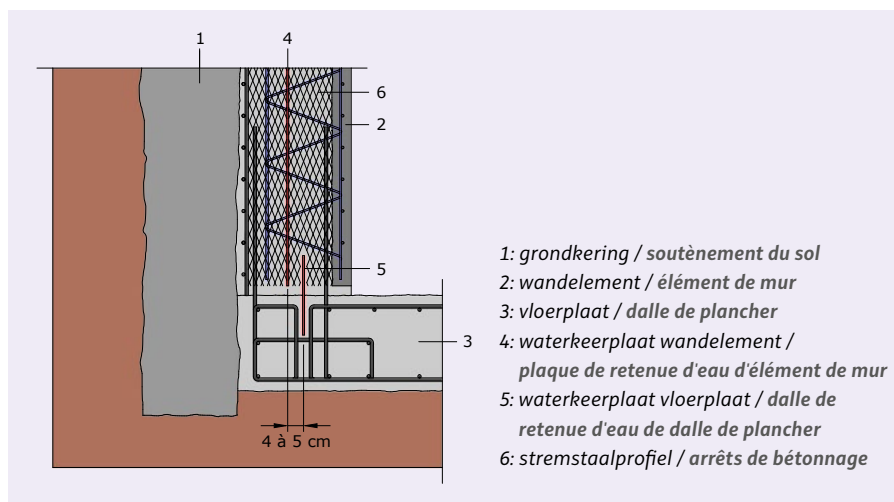
Foto 4 - Bekisting met houten kepers en bouwschuim

Photo 4 - Coffrage avec chevrons en bois et mousse de construction

créer des connexions avec d'autres éléments. Cela réduit également le travail sur chantier. Étant donné que les éléments de mur préfabriqués peuvent être produits jusqu'à 9 m de long, un rendement d'installation élevé peut être obtenu. En concertation avec l'entrepreneur, un plan de phasage est établi permettant d'atteindre un rendement de 100 m² en trois jours, y compris le coulage du béton. Sans autre précaution, on peut supposer qu'aucune fissure de retrait ne se produit au niveau des joints verticaux entre les éléments de mur si la longueur des éléments de mur est limitée à 2,5 fois la hauteur avec un maximum de 9 m [1]. C'est également la longueur maximale d'une phase de coulage. Aux extrémités des éléments de mur, des arrêts de bétonnage peuvent être

bétonnés dans les éléments de mur préfabriqués pour permettre facilement une interruption de coulage (Photo 3). Ces arrêts de bétonnage sont équipés d'une plaque de retenue d'eau pour garantir l'étanchéité au niveau des joints de reprise. Ils peuvent être

facilement adaptés à l'épaisseur de paroi disponible lors de la pose. Des treillis d'armature sont toujours installés contre le mur de soutènement, contre lequel sont placés les profils en acier de renforcement des éléments de mur. Ces treillis d'armature sont également →



- 1: grondkering / soutènement du sol
- 2: wandelement / élément de mur
- 3: vloerplaat / dalle de plancher
- 4: waterkeerplaat wandelement / plaque de retenue d'eau d'élément de mur
- 5: waterkeerplaat vloerplaat / dalle de retenue d'eau de dalle de plancher
- 6: stremstaalprofiel / arrêts de bétonnage

Fig. 1 - Afstand tussen de twee waterkeerplaten
 Fig. 1 - Distance entre les deux plaques de retenue d'eau



Foto 5 - Bekisting met stremstaal
 Photo 5 - Coffrage avec des arrêts de bétonnage

dimensionnés par le bureau d'études. L'espace entre les treillis d'armature et le mur de soutènement du sol à l'emplacement des profilés en acier peut être coffré avec des chevrons en bois et de la mousse de construction (Photo 4). Une fois le béton durci, les chevrons en bois doivent être retirés du mur par le haut et toute la mousse de construction doit être soigneusement retirée. Une différence majeure avec les prémurs est qu'avec cette méthode,

les éléments du mur ne peuvent pas être placés de manière contiguë. Ceci est bien entendu pris en compte lors du phasage du montage. Afin de permettre une pose contiguë et donc un rendement de pose plus élevé, il est possible de sceller l'espace entre le mur de soutènement et le treillis d'armature à l'aide d'arrêts de bétonnage (Photo 5).

Tout comme les prémurs, les éléments de mur mono-paroi sont placés sur des

calles de réglage pour compenser les irrégularités de la dalle de plancher. Pour assurer l'étanchéité, il est important que la plaque de retenue d'eau des éléments de mur soit positionnée du bon côté de la plaque de retenue d'eau dans la dalle de plancher, à savoir du côté de soutènement du sol. Lors de la mise en place de la plaque de retenue d'eau dans la dalle de plancher, l'entrepreneur doit respecter une distance de 4 à 5 cm entre les deux plaques de

montage en dus een hoger plaatsingsrendement mogelijk te maken, kan geopteerd worden om de ruimte tussen de grondkering en de wapeningsnetten af te dichten met behulp van stremstaal (Foto 5).

De wandelementen worden, net zoals dubbele wanden, geplaatst op stelplaatjes om oneffenheden in de vloerplaat te compenseren. Voor de waterdichtheid is het belangrijk dat de waterkeerplaat van de wandelementen

aan de juiste zijde van de waterkeerplaat in de vloerplaat komt te zitten, namelijk aan de zijde van de grondkering. De aannemer moet bij het plaatsen van de waterkeerplaat in de vloerplaat rekening houden met een afstand van 4 à 5 cm tussen beide waterkeerplaten om bij het storten van de wand voldoende beton van hoge kwaliteit aan te kunnen brengen (Fig. 1). Eventueel kan een zwelband aangebracht worden op de vloerplaat tussen beide waterkeerplaten om extra veiligheid in te

bouwen wat betreft de waterdichtheid. Om de wandelementen te kunnen plaatsen, dient het stremstaalprofiel van het wandelement onderaan ingeknipt te worden, waarna de openingen tussen de waterkeerplaat en het stremstaalprofiel zorgvuldig afgedicht worden om betonlekkages te voorkomen. Dit kan door stukken stremstaal aan te brengen of de openingen dicht te lassen. Wanneer de wandelementen niet aaneensluitend geplaatst worden, kan dit ook met →



retentie d'eau afin de pouvoir appliquer suffisamment de béton de haute qualité lors du coulage du mur (Fig. 1). Une bande gonflante peut éventuellement être appliquée sur la dalle de plancher entre les deux plaques de retenue d'eau pour renforcer l'étanchéité. Afin d'installer les éléments muraux, les arrêts de bétonnage de l'élément mural doit être coupé en bas, puis les ouvertures entre la plaque de retenue d'eau doivent être soigneusement scellées pour éviter

les fuites de béton. Si les éléments de mur ne sont pas placés de manière contiguë, cela peut également se faire avec de la mousse de construction. Le lait de béton qui s'échappe pendant le bétonnage doit être éliminé le lendemain avec la mousse de construction. L'ouverture entre la dalle de plancher et les profils en acier de renforcement des éléments muraux peut être scellée de la même manière, mais une bande gonflante peut également être utilisée.

La fissuration du béton due à la déformation thermique et au retrait empêché est un problème connu dans les murs de sous-sol. Lors du durcissement, le béton fraîchement coulé se réchauffe en raison de la réaction d'hydratation du ciment. Lorsque le béton a partiellement durci, il refroidit à nouveau et tend à se contracter. La dalle de plancher préalablement coulée avec l'armature en attente pour les murs empêche ce retrait à la base →

bouwschuim. Eventuele betonmelk die tijdens het betonneren toch nog uitloopt, dient samen met het bouwschuim de volgende dag verwijderd te worden. De opening tussen de vloerplaat en de stremstaalprofielen van de wandelementen kan op dezelfde wijze afgedicht worden, maar hiervoor kan ook een zwelband toegepast worden.

Scheurvorming van het beton ten gevolge van thermische vervorming

en verhinderde krimp is een gekend probleem in kelderwanden. Tijdens het uitharden warmt het pas gestorte beton op door de hydratatiereactie van het cement. Wanneer het beton gedeeltelijk is uitgehard, koelt het terug af en zal het willen inkorten. De eerder gestorte vloerplaat met de wachtwapening voor de wanden zorgt voor een verhindering van deze krimp aan de voet van de wand. De prefab wandelementen en de grondkeringsconstructie

zullen bijkomend de krimp over de volledige hoogte van het gestorte beton belemmeren. Door de verhinderde krimp ontstaan trekspanningen in het beton die kunnen leiden tot verticale scheuren die de waterdichtheid in het gedrang kunnen brengen. De kans op dergelijke scheurvorming wordt geminimaliseerd door de lengte van de stortmoot te beperken tot 9 m. De wapeningsnetten die over de volledige hoogte en lengte aangebracht



Foto 6 - Druk- en trekschoren bij montage van hoge wandelementen
Photo 6 - Des étais tirants-poussants pour le montage d'éléments de mur de grande hauteur

du mur. Les éléments de mur préfabriqués et la structure de soutènement du sol empêcheront également le retrait sur toute la hauteur du béton coulé. Ce retrait empêché génère des contraintes de traction dans le béton pouvant entraîner des fissures verticales compromettant l'étanchéité. Le risque de telles fissures est minimisé en limitant la longueur de la phase de coulée de béton à 9 m. Les treillis d'armature installés sur toute la hauteur et la longueur contre le mur de soutènement aident à absorber ces contraintes de traction. Pour réduire au minimum l'ouverture des fissures, il est conseillé

de remplir le mur avec du béton renforcé de fibres de polypropylène [2].

Comme pour les prémurs, le fabricant des éléments de mur mono-paroi spécifie la pression maximale du béton et/ou la vitesse de coulage pendant le bétonnage. Ces deux facteurs sont importants dans le dimensionnement des éléments muraux et des étais tirants-poussants. Nous approfondirons ce sujet dans un prochain numéro de BETON. La hauteur du mur influence évidemment le nombre d'étais et leur capacité. Pour les murs inférieurs à 3,5 m, deux rangées



worden tegen de grondkering helpen om deze trekspanningen op te nemen. Om de scheuopening tot een minimum te herleiden is het raadzaam om de wand op te vullen met beton versterkt met polypropyleenvezels [2].

Net zoals bij dubbele wanden verklaart de fabrikant van de enkelzijdige wandelementen de maximale speciedruk en/of de stortsnelheid tijdens het storten van het beton. Beide zijn

belangrijke factoren bij de dimensionering van de wandelementen en de druk- en trekschoren. In een volgende uitgave van BETON gaan we hier dieper op in. De hoogte van de wand heeft uiteraard invloed op het aantal schoren en de capaciteit ervan. Bij wanden lager dan 3,5 m volstaan doorgaans twee schoorrijen, bij hogere wanden zijn er drie nodig om het beton veilig te kunnen storten (Foto 6).

Vooraleer de wandelementen geplaatst worden, moeten houten geleidingsbalken vastgeschroefd worden in de vloerplaat. Deze zorgen ervoor dat de wandelementen op de juiste plaats komen te staan. Tijdens het betonneren vangen ze tevens de horizontale speciedruk op onder aan de voet van de wand. De horizontale betonspeciedruk resulteert in een krachtswerking in en op de schoren, die door de scharnierende verankeringspunten van de druk- en trekschoren in de wandelementen en de vloerplaat (Fig. 2) een kantelmoment veroorzaakt, waardoor de wandelementen de neiging hebben om omhoog te komen. Dit kan resulteren in betonlekkages en scheefstand van de wandelementen en moet dus vermeden worden. Tussen de geleidingsbalken worden daarom L-ijzers vastgeschroefd in de wandelementen en in de vloerplaat (Foto 7). In de wandelementen worden hiervoor de nodige schroefhulzen voorzien. [BHE] ■

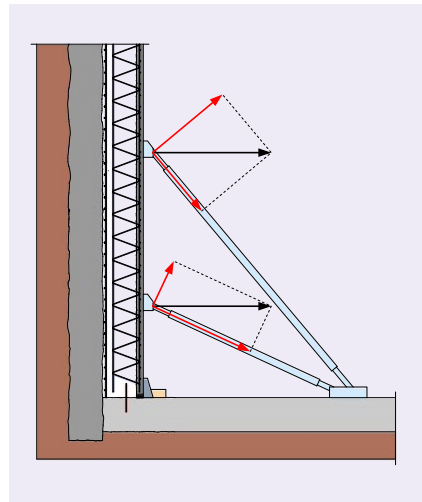


Fig. 2 - Krachtswerking schoren
Fig. 2 - Action de force dans et sur les étais

Foto 7 - Houten geleidingsbalken en L-ijzers onderaan de wand
Photo 7 - Guides en bois et fers en L au bas du mur

Referenties

- [1] Positionspapier zur Anwendung der WU-Richtlinie, Syspro, 29/6/2018.
- [2] Uniwall geoptimaliseerd dankzij meetcampagnes, Buildwise, 2022.

d'étais suffisent généralement, tandis que pour les murs plus hauts, trois sont nécessaires pour couler le béton en toute sécurité (Photo 6).

Avant l'installation des éléments de mur, des guides en bois doivent être vissés dans la dalle de plancher. Ils assurent le positionnement correct des éléments de mur. Pendant le bétonnage, ils absorbent également la pression horizontale du béton à la base du mur. La pression horizontale du béton entraîne une action de force dans et sur les étais provoquant un moment de basculement à travers les points d'ancrage articulés des étais tirants-poussants dans les éléments de mur et la dalle de plancher (Fig. 2), ce qui tend à soulever les éléments de

mur. Cela peut entraîner des fuites de béton et un mauvais alignement des éléments de mur et doit donc être évité. Des fers en L sont donc vissés entre les guides en bois dans les éléments de mur et dans la dalle de plancher (Photo 7). Les douilles nécessaires sont prévues à cet effet dans les éléments de mur. [BHE] ■

Références

- [1] Positionspapier zur Anwendung der WU-Richtlinie, Syspro, 29/6/2018.
- [2] Uniwall geoptimaliseerd dankzij meetcampagnes, Buildwise, 2022.