

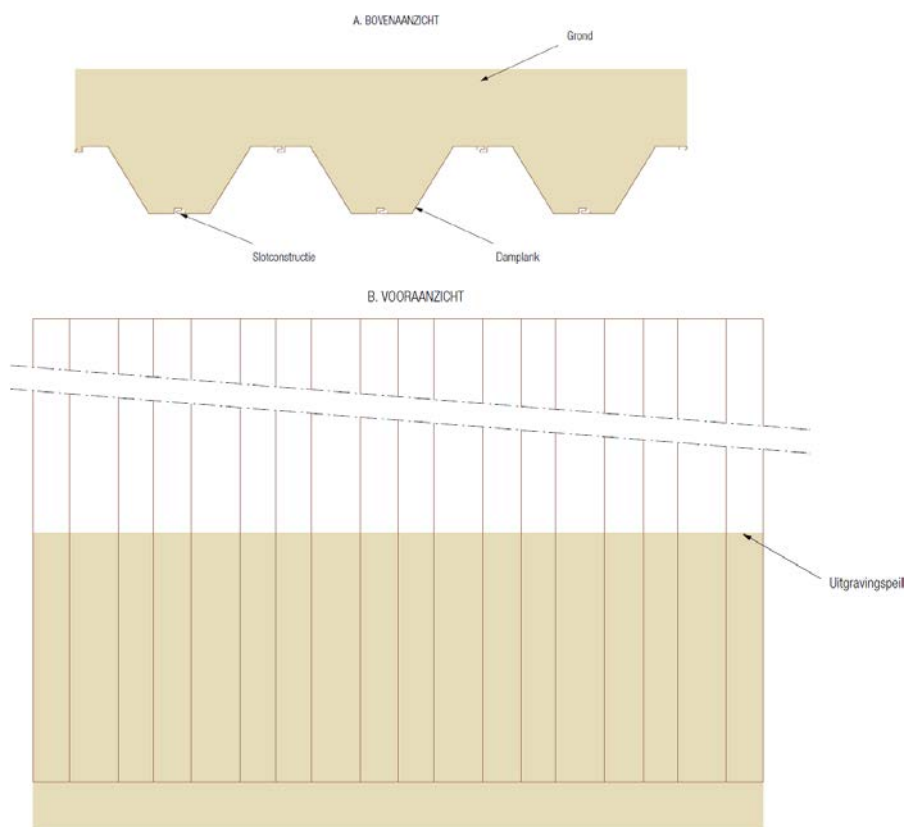
Infofiche 70.1 Uitvoering van stalen damwanden

Verschenen: juli 2014

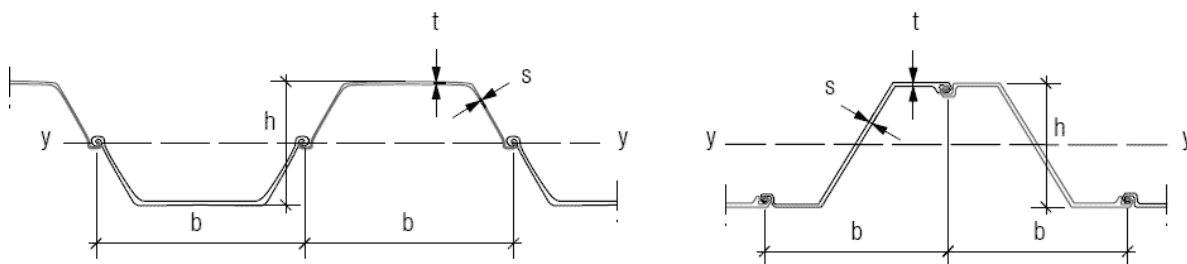
In deze Infofiche wordt de aandacht toegespitst op de uitvoering van stalen damwanden. Hiertoe wordt er eerst en vooral een korte typering en beschrijving gegeven van de funderingstechniek in kwestie. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op de hierbij gebruikte materialen en de karakteristieke afmetingen. Ten slotte wordt ook de nodige aandacht besteed aan het draagvermogen en de horizontale verplaatsing van de wanden, het toepassingsgebied ervan, de bijzondere aandachtspunten die ermee gepaard gaan, de mogelijke varianten en de kwaliteitszorg.

1. Typering van het systeem

Een stalen damwand is opgebouwd uit een aantal in de grond gebrachte geprofileerde stalen damplanken (U- of Z-profielen) die aan elkaar gekoppeld worden met behulp van een slotconstructie, zodanig dat er een aaneengesloten constructie gevormd wordt (zie afbeeldingen [1](#) en [2](#)).



1 | Schematische voorstelling van een uit Z-profielen opgebouwde damwand (met inbegrip van de slotconstructie).



y = neutrale lijn van de damwand

h = wandhoogte

b = breedte

t = dikte t

s = dikte s

2 | Bovenaanzicht van een uit U-profielen opgebouwde damwand (links) en van een uit Z-profielen opgebouwde damwand (rechts).

De functie van dergelijke damwanden kan tijdelijk of definitief zijn.

Voor meer informatie met betrekking tot de uitvoering ervan, kan men terecht in de norm NBN EN 12063 [7].

2. Uitvoering: algemene beschrijving

Alvorens men overgaat tot de installatie van een damwand kan het noodzakelijk zijn om een geleidingsframe te installeren.

Bij de uitvoering van een damwand kan men de volgende fasen onderscheiden:

- eerst en vooral worden de verschillende damplanken achtereenvolgens in de grond gebracht door intrillen, heien of statisch indrukken
- vervolgens wordt de grond uitgegraven tot het uiteindelijke uitgravingspeil of tot het installatieniveau van de eventuele horizontale ondersteuning (ankers, trekpalen of stempels), waarna deze laatste ook aangebracht worden
- ten slotte wordt de grond verder uitgegraven tot het uiteindelijke uitgravingspeil of tot het installatieniveau van de eventuele bijkomende horizontale ondersteuning.

Het uittrekken van de damwanden is mogelijk, maar dient wel voor ieder afzonderlijk geval voorafgaandelijk geëvalueerd te worden.

3. Materialen

Damwanden zijn meestal opgebouwd uit stalen damplanken die zich van elkaar onderscheiden door de volgende parameters [3, 5]:

- het gebruikte staaltype: warm of koud gewalst staal

- de staalkwaliteit: voor warm gewalst staal wordt er gewoonlijk gebruikgemaakt van de staalkwaliteiten S240 tot S430, voor koud gewalst staal doet men daarentegen doorgaans een beroep op de staalkwaliteiten S235 tot S355
- de profielvorm van de damplanken: Z- of U-vormig (zie [afbeelding 2](#))
- het gebruikte type slotconstructie
- de aangebrachte oppervlaktebescherming (een corrosiewerende coating, een aluminium- of zinklaagje ...)
- de aangewende slotvulling (smeermiddelen, middelen ter bevordering van de waterdichtheid van de wand ...).

4. Karakteristieke afmetingen

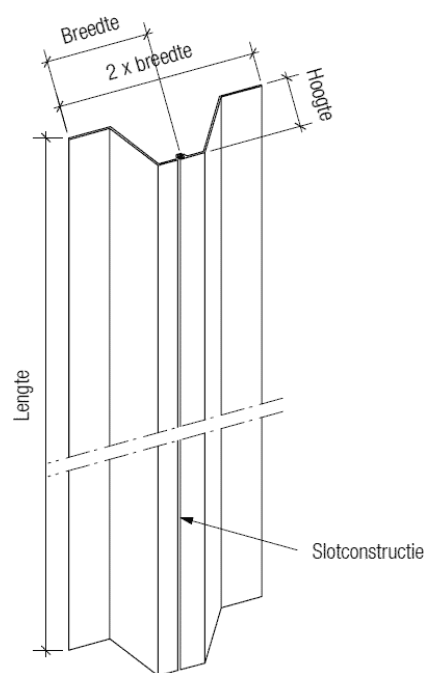
De breedte b van de damplanken is doorgaans begrepen tussen 0,40 en 0,80 m (zie [afbeelding 2](#)). De wandhoogte h schommelt in de regel tussen 0,1 en 0,5 m (zie [afbeelding 2](#)), terwijl de lengte ervan gewoonlijk beperkt is tot < 30 m (zie [afbeelding 3](#)).

De toelaatbare afwijkingen op de vorm en de afmetingen van de damplanken zijn vastgelegd in de normen NBN EN 10248-2 [4] en NBN EN 10249-2 [6].

5. Draagvermogen

Tenzij de eindlaag zeer weerstandbiedend is (bv. rots), wordt het grondmechanische draagvermogen van op druk of trek belaste damwanden voornamelijk bepaald door de wrijvingsweerstand van de damplanken [10]. Bij

de beoordeling van de effectieve verticale belasting die door de damplank opgenomen kan worden, moet ook rekening gehouden worden met de verticale component van de inwerkende gronddrukken en de eventuele schuine ankers of trekpalen. Ook de vormfactor en de invloed van de gebeurlijke uitgravingen dient hierbij in rekening gebracht te worden.



3 | Schematische voorstelling van een dubbele damplank met een Z-profiel en de slotconstructie ervan.

6. Horizontale verplaatsing

Damwanden vertonen een middelmatige buigstijfheid (EI). De horizontale verplaatsingen zijn bijgevolg niet verwaarloosbaar, zelfs niet indien de toepassing van een horizontale ondersteuning voorzien is. Het ontwerp dient hiermee rekening te houden.

7. Toepassingsgebied

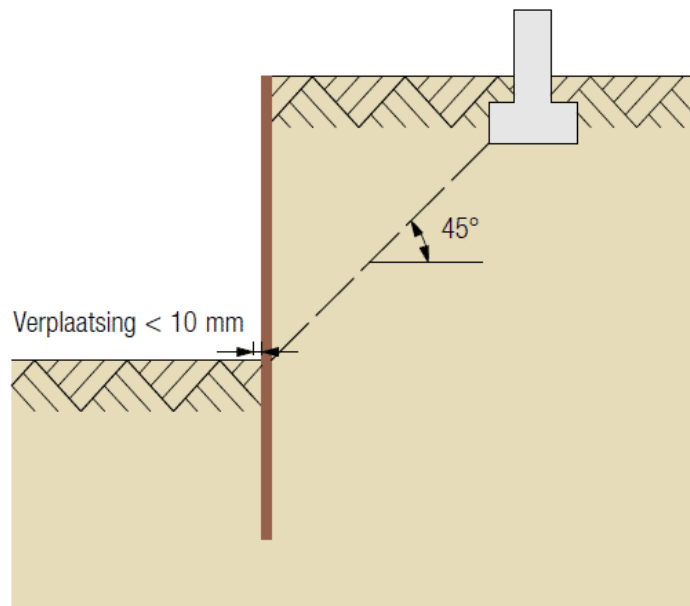
Damwanden kunnen een grondkerende, waterremmende en/of beperkt dragende functie hebben en kunnen zowel tijdelijk (bv. een bouwput) als definitief (bv. ondergrondse parkings, kaaimuren, landhoofden, geluidswanden, oeverversterkingen) zijn.

In weinig weerstandbiedende, weinig compacte, of weinig cohesieve gronden verloopt het inbrengen van de damplanken in het algemeen zeer vlot. In vaste gronden (bv. tertiaire klei), dichtgepakte zanden, grind of gronden waarin harde obstakels aanwezig zijn (stenen, funderingsresten en dergelijke) kan het inbrengen daarentegen met een aantal moeilijkheden gepaard gaan. In voorkomend geval kan het noodzakelijk zijn om bijzondere maatregelen te treffen (zie [§ 8](#)).

Het intrillen of heien van de damplanken mag enkel gebeuren op een toereikende afstand van de bestaande constructies.

Er is geen voorafgaandelijke verlaging van het grondwaterpeil vereist.

Autostabiele damwanden (zonder ankers, stempels of trekpalen) mogen enkel gebruikt worden indien er geen strenge eisen gesteld worden met betrekking tot de horizontale verplaatsing van de wand en/of indien de uitgravingsdiepte beperkt is. Het is in geen geval toegelaten om dergelijke wanden toe te passen binnen de invloedszone van ondiepe funderingen of zettingsgevoelige leidingen (zie [afbeelding 4](#)).



Het statisch indrukken van de damplanken kan een oplossing zijn wanneer er een groot risico op omgevingshinder bestaat.

4 | Schematische voorstelling van een autostabiele damwand.

8. Bijzondere aandachtspunten

8.1. Aandachtspunten bij de berekening

Het horizontale evenwicht van de wand en de buigmomenten in de damplanken moeten tijdens de verschillende uitvoeringsfasen nagerekend worden.

Indien de damplanken geheel of ingetrild worden, dient men de grootte van de installatiekracht te berekenen. De vereiste installatiekracht is afhankelijk van de schacht-, de punt- en de slotweerstand. Er moet tevens geverifieerd worden of de damplank in staat is om de installatiekracht op te nemen.

Bij permanente toepassingen dient men voldoende rekening te houden met de duurzaamheid ervan [2, 7].

Bij gebruik van damplanken met een U-profiel (waarbij de slotconstructies zich in de neutrale lijn bevinden) dienen er, afhankelijk van de afstempeling of verankering, specifieke reductiefactoren toegepast te worden op het weerstands- en het traagheidsmoment.

In de literatuur worden er verschillende methoden aangereikt om de heil- of intrilbaarheid van de damplanken in te schatten [8, 9, 11].

8.2. Aandachtspunten voor de uitvoering

De damplanken kunnen zowel met laagfrequente als met hoogfrequente trillingen in de grond gebracht worden. Hoogfrequente trillingen (> 30 Hz) leiden in het algemeen tot lagere trillingsniveaus in de omgeving. Er werden dan ook hoogfrequente trilblokken met variabele excentrische massa's ontwikkeld om de belangrijke trillingshinder die zou kunnen ontstaan bij de overgang naar de lage frequenties (bv. bij het opstarten of stoppen) te vermijden.

Losgepakte zanden kunnen aanleiding geven tot verdichting of liquefactie. In voorkomend geval dienen de installatiezettingen geëvalueerd te worden.

In dichtgepakte zanden of grind kunnen er bijkomende maatregelen getroffen worden om de installatie van de damplanken te vergemakkelijken [9]:

- bij spuiten wordt er water onder lage druk (4 tot 8 bar) en tegen een hoog debiet (> 400 l/min) aan de voet van de damplank ingebracht teneinde de schuifweerstand van de grond te reduceren. Deze manier van werken kan echter wel aanleiding geven tot een ontspanning van de grond naast de damplank, wat het risico op zettingen in de omgeving verhoogt
- indien het water (of de water-bentoniet-specie) ingebracht wordt onder hoge druk (100 tot 250 bar) en tegen een laag debiet (100 l/min), spreekt men van fluïderen. Dit procedé heeft tot doel om de grond aan de voet van de damplank te versnijden.

Bij damplanken met een waterremmende functie mag er niet gespoten of gefluïdeerd worden over de laatste 1,5 m.

De installatie van de damplanken kan eveneens vereenvoudigd worden door low of medium pressure jetting (< 40 bar en 120-250 l/min per jet of pijp) of very high pressure jetting (250 tot 500 bar en 30-60 l/min per jet of pijp) [9].

Een andere bruikbare techniek is het voorboren. Hierbij wordt de grond vóór het inbrengen van de damplanken en zonder grondverwijdering losgewoeld door middel van boringen met een avegaar. Indien er toch grond verwijderd wordt, dient men na te gaan of het nodig is om het boorgat op te vullen met een bentoniet-cementwatermengsel om het risico op grondontspanning te beperken.

Indien de damplanken geheid of ingetrild worden op een afstand van minder dan 20 m van trillingsgevoelige gebouwen, installaties of leidingen, dient het bestek aan te geven of er trillingsmetingen uitgevoerd dienen te worden [1].

Bij waterremmende damwanden kunnen de sloten desgevallend behandeld worden (bv. met een voegvulling) om de waterdichtheid ervan te verhogen.

Indien er een verhoogd risico bestaat dat de damplanken uit het slot lopen (dit verschijnsel wordt ook aangeduid als deformatie), kan er gebruikgemaakt worden van een makelaarsstelling of kan er gestaffeld geheid/ingetrild worden. Het uit het slot lopen van de damplanken kan gecontroleerd worden met behulp van mechanische of elektrische slotverklikkers.

Indien de damplanken uitgetrokken worden, moet dit gebeuren door hoogfrequent trillen. Dit procedé kan echter wel aanleiding geven tot het ontstaan van holtes en zettingen (zie [afbeelding 5](#)). Wanneer het risico op zettingsproblemen te groot is, dient men het uittrekken van de damplanken achterwege te laten.

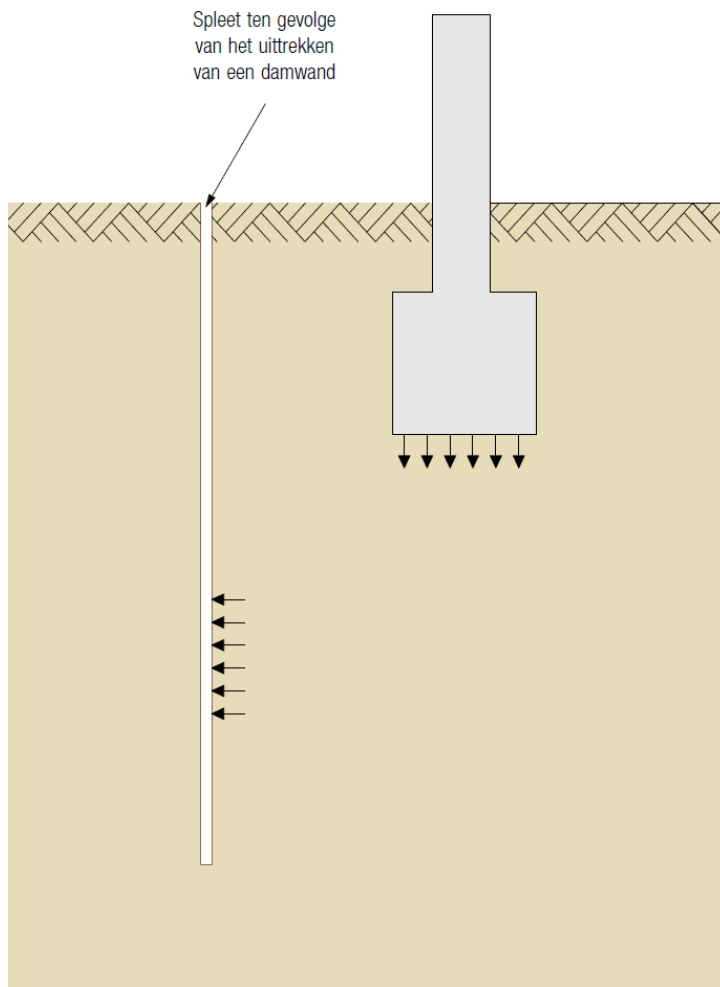
De horizontale verplaatsingen moeten beperkt worden om omgevingshinder tegen te gaan en om het vlot uittrekken van de eventuele tijdelijke wanden toe te laten.

Het risico op moeilijkheden bij het uittrekken is groter bij geheide damplanken (zeker in kleibodems) en damplanken met een U-profiel dan bij ingetrilde damplanken en damplanken met een Z-profiel.

De reactiekrachten van de stempels, ankers of trekpalen worden aan de damplanken overgedragen via gordingen of ankerplaten.

Bij het hergebruik van damplanken dient de integriteit ervan gecontroleerd te worden. De dimensionale afwijkingen van de damplanken mogen de toleranties niet overschrijden en naargelang van de toepassing kan het noodzakelijk zijn om de eventuele gaten op te vullen.

Ten slotte dient men ook de nodige aandacht te besteden aan de lasbaarheid van de damplanken en de aansluitingen in de hoeken.



5 | Schematische voorstelling van de mogelijke zettingsproblemen, veroorzaakt door het uittrekken van een damwand.

9. Varianten

Naast de hiervoor besproken normale damwanden zijn er nog een groot aantal varianten beschikbaar die voornamelijk tot doel hebben om het weerstandsmoment of het verticale draagvermogen te vergroten, om de waterdichtheid te verbeteren of om de installatie trillingsarm te kunnen uitvoeren. Het gaat hier met name om:

- combiwanden: elke twee of meer (enkele) stalen damplanken worden afgewisseld met een staalprofiel met grotere stijfheid (bv. buispalen of H-profielen)
- damwanden die geïnstalleerd worden in een cement-bentonietwand, een diepwand of een 'soil mix'-wand
- koffer- of kistdammen: het gaat hier om twee evenwijdige damwandrijen die onderling verankerd worden en waarbij de tussenruimte opgevuld wordt met grond of een andere vulmassa. Het gewicht van deze opvulling geeft de kofferdam zijn grondkerende functie
- cellenwanden: het gaat hier om kistdammen die opgebouwd zijn uit ronde of gedeeltelijk ronde cellen, die op hun beurt samengesteld zijn uit speciale, platte damwanden
- damwanden die opgebouwd zijn uit geprofileerde damplanken uit hout, kunststof of voorgespannen beton.

10. Kwaliteitszorg

De toleranties op de positionering van damwanden (zie [afbeelding 6](#)) zijn opgenomen in de norm NBN EN 12063 [7].

De maximale afwijking op de horizontale positie van de damplanken (ter hoogte van het maaiveld) loodrecht op de wand bedraagt 75 mm op land en 100 mm in vrij water.

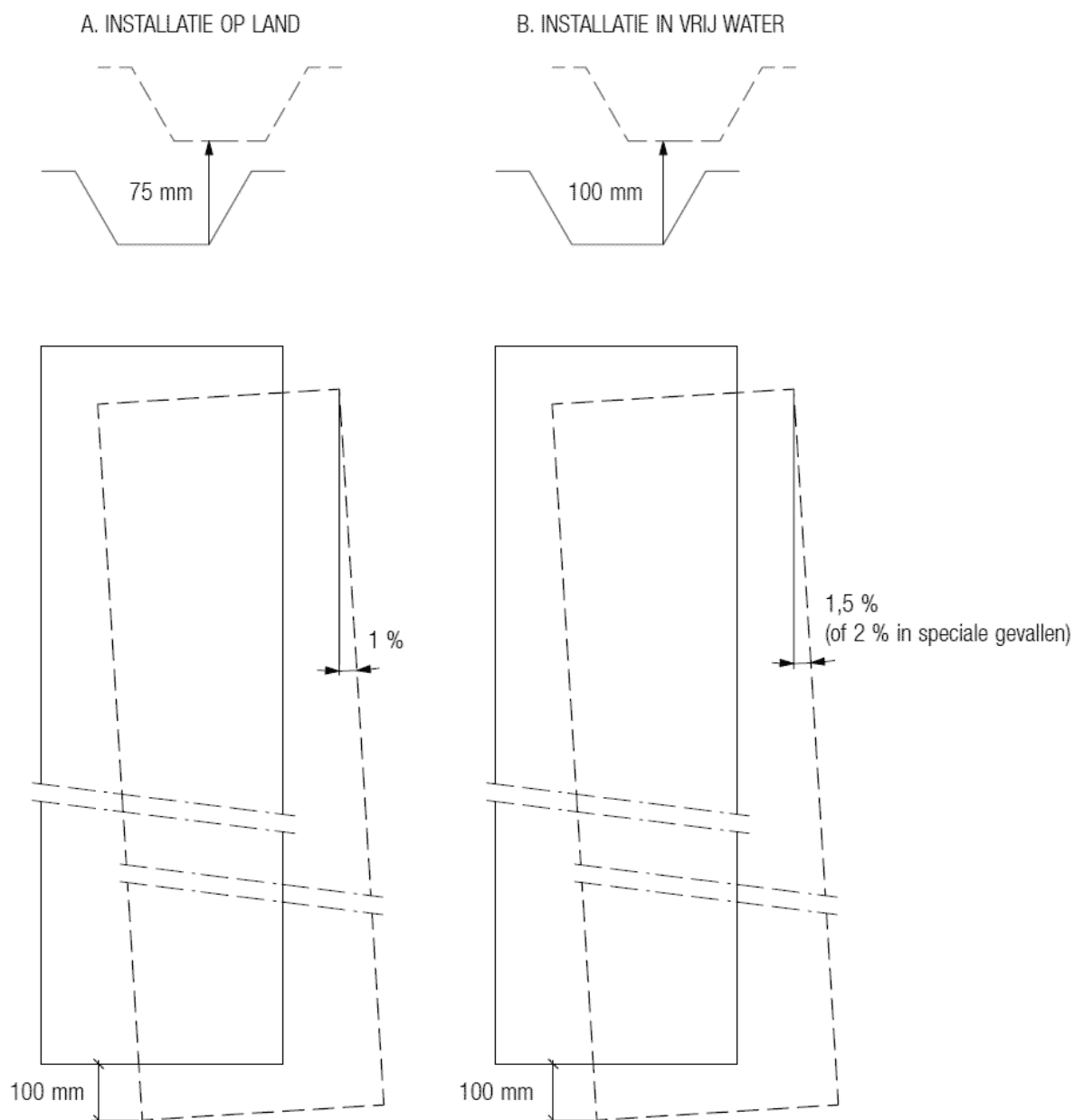
De maximale afwijking op de verticale positie van de damplanken bedraagt 100 mm (ter hoogte van de onderkant van de profielen).

De maximale afwijking op de helling van de damplanken bedraagt 1 % op land en 1,5 % in vrij water. In het geval van moeilijke gronden kunnen de toleranties ruimer zijn (2 %), voor zover er geen strikte eisen (bv. met betrekking tot de waterdichtheid) opgelegd werden en men mag uitgaan van de veronderstelling dat het uit het slot lopen van de damplanken geen problemen veroorzaakt bij het uitgraven.

Desgewenst kunnen er in het bestek strengere toleranties opgenomen worden (bv. uit esthetische overwegingen of om ruimte te besparen). In voorkomend geval zal de uitvoerder tijdens de installatie bijkomende aandacht moeten besteden aan de nauwkeurigheid van de installatie.

In het bestek moeten de toleranties niet alleen in aanmerking genomen worden bij de bepaling van de correcte inplanting van de ondergrondse constructies, maar ook bij de bepaling van de eventuele meerkosten (bv. door een eventueel meerverbruik van beton) die ermee gepaard gaan.

De hiervoor besproken toleranties kunnen soms moeilijk te respecteren zijn indien er geen geleidingsframe aangebracht wordt.



6 | Schematische voorstelling van de toleranties op de positionering van damplanken.

11. Link naar de [bouwproductendatabank](#) Techcom

Literatuurlijst

1. **Bureau voor Normalisatie**
NBN B 03-003 Vervormingen van draagsystemen. Vervormingsgrenswaarden. Gebouwen. Brussel, NBN, 2003.
2. **Bureau voor Normalisatie**
NBN EN 1993-5 Eurocode 3. Ontwerp en berekening van staalconstructies. Deel 5: palen en damwanden (+ AC:2009). Brussel, NBN, 2007.

3. **Bureau voor Normalisatie**
NBN EN 10248-1 Warmgewalste damwandprofielen van ongelegeerde staalsoorten. Deel 1: technische leveringsvoorwaarden. Brussel, NBN, 1995.
4. **Bureau voor Normalisatie**
NBN EN 10248-2 Warmgewalste damwandprofielen van ongelegeerde staalsoorten. Deel 2: toleranties op vorm en afmetingen. Brussel, NBN, 1995.
5. **Bureau voor Normalisatie**
NBN EN 10249-1 Koudgevormde damwandprofielen van ongelegeerde staalsoorten. Deel 1: technische leveringsvoorwaarden. Brussel, NBN, 1995.
6. **Bureau voor Normalisatie**
NBN EN 10249-2 Koudgevormde damwandprofielen van ongelegeerde staalsoorten. Deel 2: toleranties op vorm en afmetingen. Brussel, NBN, 1995.
7. **Bureau voor Normalisatie**
NBN EN 12063 Uitvoering van bijzonder grondwerk. Damwanden. Brussel, NBN, 1999.
8. **Goble G.G. en Rausche F.**
Wave Equation Analysis of Pile Driving. WEAP Program. Washington D.C., U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Offices of Research and Development (<http://www.pile.com/reference/DeptOfTrans/waveEquationAnalysis.pdf>), 1981.
9. **SBRCURnet** (<http://www.sbrcurnet.nl>)
Damwandconstructies. Rotterdam, SBRCURnet, CUR-publicatie nr. 166, 2012.
10. **Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf**
Richtlijnen voor de toepassing van de Eurocode 7 in België. Deel 1: het grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Brussel, WTCB, [WTCB-Rapport nr. 12](#), 2009.
11. **Whenham V.**
Power transfer and vibrator-pile-soil interactions within the framework of vibratory pile driving. Louvain-La-Neuve, Université catholique de Louvain (UCL), Doctoraatsthesis (<http://dial.academielouvain.be/handle/boreal:75975>), 2011.

N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, WTCB

G. Van Lysebetten, ir., onderzoeker, afdeling Geotechniek, WTCB

Deze Infofiche werd opgesteld in de schoot van de werkgroep Beschoeiingen, met de financiële steun van het NBN en de FOD Economie.