

Dossier 10838

ISONIQ DAKSTAND XL ELEMENTEN

Rapport 10838-R1-0

Berekeningsrapport systeem 2024

Opdrachtgever: Isoniq B.V.

Auteurs: ir. G.W.J. van Drie
ir. S.A.J.B. van Kuijk

Datum: 03-04-2025



INHOUD

1	Inleiding.....	3
1.1	Opdracht.....	3
1.2	Doel van de opdracht.....	3
1.3	Werkwijze.....	3
2	Productomschrijving	4
2.1	Algemeen.....	4
2.2	Opbouw van de Dakstand XL elementen	5
3	Verankeringsprincipe Isoniq Dakstand XL element	6
4	Uitgangspunten sterkteberekening.....	8
4.1	Sterkte-eis.....	8
4.2	Windbelasting.....	8
4.3	Doorvalbeveiliging.....	11
4.4	Waterretentie dak.....	11
5	Controle sterkte van de houten balusterconstructie	11
6	Krachten op de verankering.....	13
6.1	Algemeen.....	13
6.2	Isoniq vloeranker	13
6.3	Isoniq wandankers	14
6.4	Paslode Connector Screws 5×40 mm	15
6.5	Fischer FBS II 6×40/5 US	17
6.6	Fischer DuoPower 8×65 + schroef 6×80 mm	18
6.7	Hilti montage aan staalprofielen	18
6.8	Fischer houtschroef FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm.....	20
7	Montagesystemen	21
7.1	Algemeen.....	21
7.2	Systeem A; op en aan een schilvloer	21
7.3	Systeem B; op en aan een kanaalplaatvloer	23
7.4	Systeem C; alleen aan de zijkant van een betonwand.....	24
7.5	Systeem D; op een kanaalplaatvloer en aan de zijkant van een betonwand.....	25
7.6	Systeem E; op een kanaalplaatvloer en aan de zijkant van een kalkzandsteenwand.....	26
7.7	Systeem F; alleen aan de zijkant van een staalprofiel.....	27
7.8	Systeem G; montage op en aan de zijkant van een staalprofiel	28
7.9	Systeem H; op en aan massieve vloeren en wanden	29

8	Stijfheid van de dakstand XL elementen	30
8.1	Doorbuigingseis	30
8.2	Doorbuigingsberekening	30
8.3	Toelichting $R_{veer,1}$	31
8.4	Toepassing veerstijfheid per montagesysteem	31

Bijlagen:

- 1. Hageman 10838 Notitie 24-11-2021 spouwankerafstand tot dakrand**
- 2. GB tekening van Isoniq Vloeranker**
- 3. GB tekening van Isoniq Wandanker**
- 4. Rekenblad "Beoordeling sterkte en stijfheid Dakstand XL systeem 2024"**
- 5. Hageman Notitie 10838-N25_2-0 Berekening sterkte Isoniq Vloeranker**
- 6. Hageman Notitie 10838-N25_1-0 Berekening sterkte Isoniq Wandanker**
- 7. Paslode Connector screws; ETA-09/0273**
- 8. Hageman Notitie 10838-N25_4-0; Berekening en toepassing van Paslode houtschroeven**
- 9. ETA-15/0352 Fischer FBS II6x40/5 US betonschroeven**
- 10. ETA-18/0242 Fischer FBS II6x40/5 US in kanaalplaatvloeren**
- 11. Fischer berekening montage vloeranker op schilvloer**
- 12. Fischer berekening montage vloeranker op kanaalplaatvloer**
- 13.a Fischer berekening montage 2 wandankers aan betonnen vloer met 4 betonschroeven in C20/25**
- b Fischer berekening montage 2 wandankers aan betonnen vloer met 2 betonschroeven in C40/50**
- 14. Fischer berekening DuoPower**
- 15. Isoniq overzicht constructieve uitgangspunten systeem A t/m H**
- 16. ETA-10/0182 Hilti zelfborende schroefverbinding op staal**
- 17. Fischer berekening FPF II WTP BC 6x100 mm houtschroef**
- 18. Hageman Notitie 10838-N7-0 veerstijfheid verbindingen**
- 19. Hageman Notitie 10838-N25_3-0 Berekening en toepassing van Fischer betonschroeven**

1 Inleiding

1.1 Opdracht

In opdracht van Isoniq heeft Adviesbureau Hageman de systeemwijzigingen van de gesteunde dakrandelementen beoordeeld ten opzichte van het huidige systeem en ten opzichte van de van toepassing zijnde constructieve eisen. Deze gesteunde dakrandelementen brengt Isoniq op de markt onder de naam Dakstand XL elementen. Het huidige systeem wordt Dakstand XL 2019 genoemd en het gewijzigde systeem wordt Dakstand XL 2024 genoemd.

De te beoordelen systeemwijzigingen betreffen:

- Aangepaste verbinding van de houten balusters aan de bovenzijde van de vloer door middel van een nieuw Vloeranker;
- Nieuw ontwikkelde hoekankers, 'Wandankers' voor montage tegen de dikt kant van de vloer en tegen wanden.

1.2 Doel van de opdracht

Het doel van de opdracht is:

- Het beoordelen van de algemene constructieve aspecten van de dakrandelementen;
- Het berekenen van de vernieuwde verankering op sterkte;
- Het beoordelen van de bevestigingen op sterkte per toepassings-systeem;
- Het beoordelen van de stijfheid van de gecombineerde verankeringen en bevestigingen;
- Het maken van een rekensheet ten behoeve van de beoordeling van sterkte en stijfheid.

1.3 Werkwijze

Dit rapport is door Adviesbureau Hageman opgesteld in nauwe samenwerking met de heren H. Coenen en M. van Veen van Isoniq.

Het systeem 2024 is door Isoniq en Hageman ontwikkeld in overleg met de leveranciers van onderdelen.

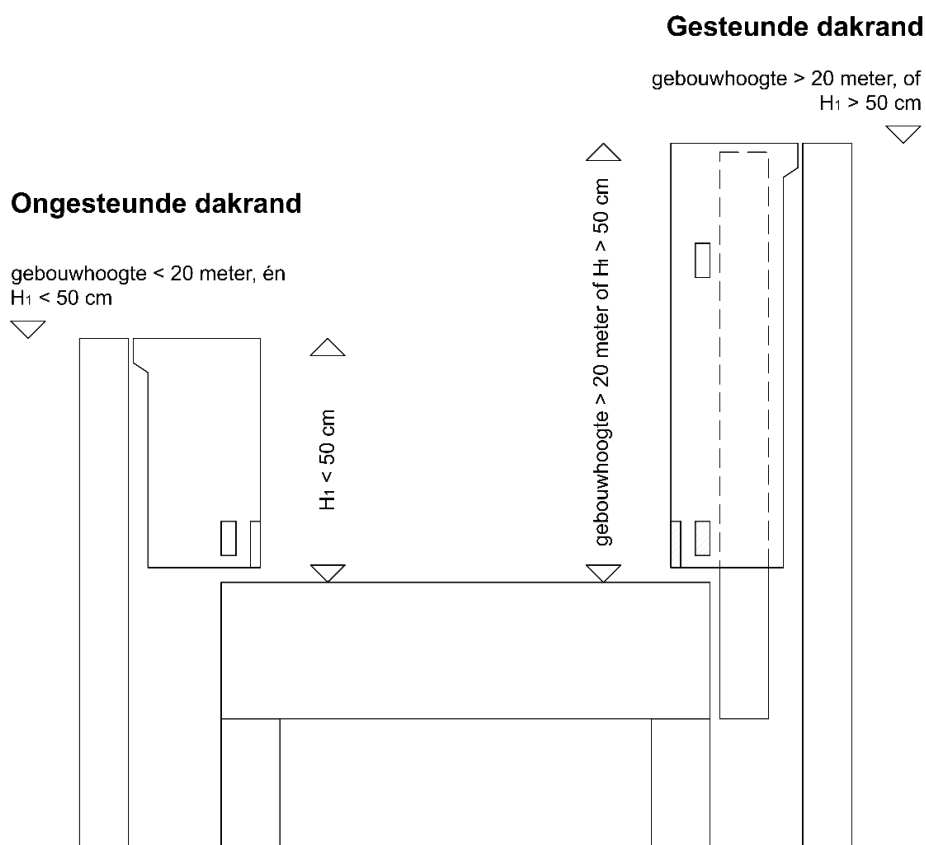
2 Productomschrijving

2.1 Algemeen

Het Isoniq Dakstand product betreft een geprefabriceerd dakrandelement met isolerende eigenschappen. De Isoniq Dakstand elementen zijn dakrandelementen waarop de dakbedekking kan aansluiten zodat het dak snel waterdicht kan worden gemaakt.

De Dakstanden worden door Isoniq projectmatig gemaakt, op basis van de gewenste detaillering en hoogte/breedte.

Isoniq maakt onderscheid in ongesteunde en gesteunde Dakstanden (figuur 1). Tot een gebouwhoogte van 20 m en een dakopstand met een hoogte van $H_1 < 50$ cm, kunnen ongesteunde Dakstanden toegepast worden. Bij gebouwen hoger dan 20 m of dakrandopstanden hoger dan 0,5 m, kunnen gesteunde Dakstanden worden toegepast, deze noemt Isoniq Dakstand XL elementen (zie bijlage 1 voor een toelichting op deze verdeling).



figuur 1 Schematische weergaven van ongesteunde dakrand (links) en gesteunde dakrand (rechts).

Er zijn drie soorten basisprincipes bij de uitwerking van de elementen:

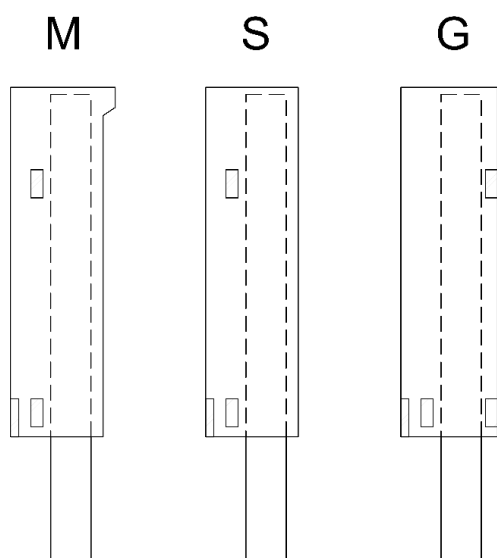
- Dakstand M : aansluiting op gevelmetselwerk
- Dakstand S : aansluiting op gevelisolatiesysteem
- Dakstand G : aansluiting op gevelbekledingssysteem

Van de genoemde basisprincipes zijn de constructieve uitgangspunten gelijk. In het vervolg van dit rapport wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de basisprincipes en worden de gesteunde dakranden Dakstand XL elementen genoemd.

2.2 Opbouw van de Dakstand XL elementen

Het dakrandelement bestaat hoofdzakelijk uit EPS100 SE, dit betreft een vormstuk met een breedte-maat variërend van 195 tot 395 mm, en een hoogtemaat van maximaal 1200 mm en een lengtemaat van maximaal 2000 mm. Ieder element wordt project specifiek ontworpen.

In de Dakstand XL elementen worden (horizontale en verticale) houten regels en (verticale) houten balusters opgenomen voor het opnemen van de belastingen op de dakranden. Het aantal en de positie van de houten regels varieert per model Dakstand (M, S of G), zie figuur 2.

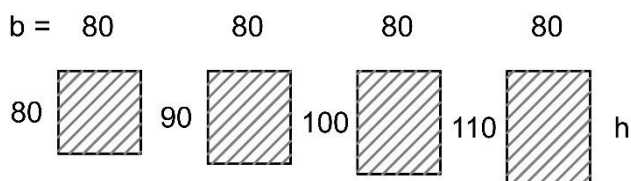


figuur 2 Schematische weergave dakstanden M, S en G.

De horizontale en de verticale latten worden met schroeven verbonden met de balusters. De onderdelen van het houtenframe zijn dus mechanisch verbonden. De balusters worden toegepast met hart-op-hartafstanden van 500 mm of 665 mm. In de standaard elementen van 2 meter lang zijn dus 3 of 4 balusters aanwezig. De ruimte voor de houten regels en de balusters worden passend uitgesneden uit het EPS vormstuk. Voor de sterkteklasse van het hout is uitgegaan van standaard constructiehout C24.

De balustermaten zijn $b \times h$ (figuur 3):

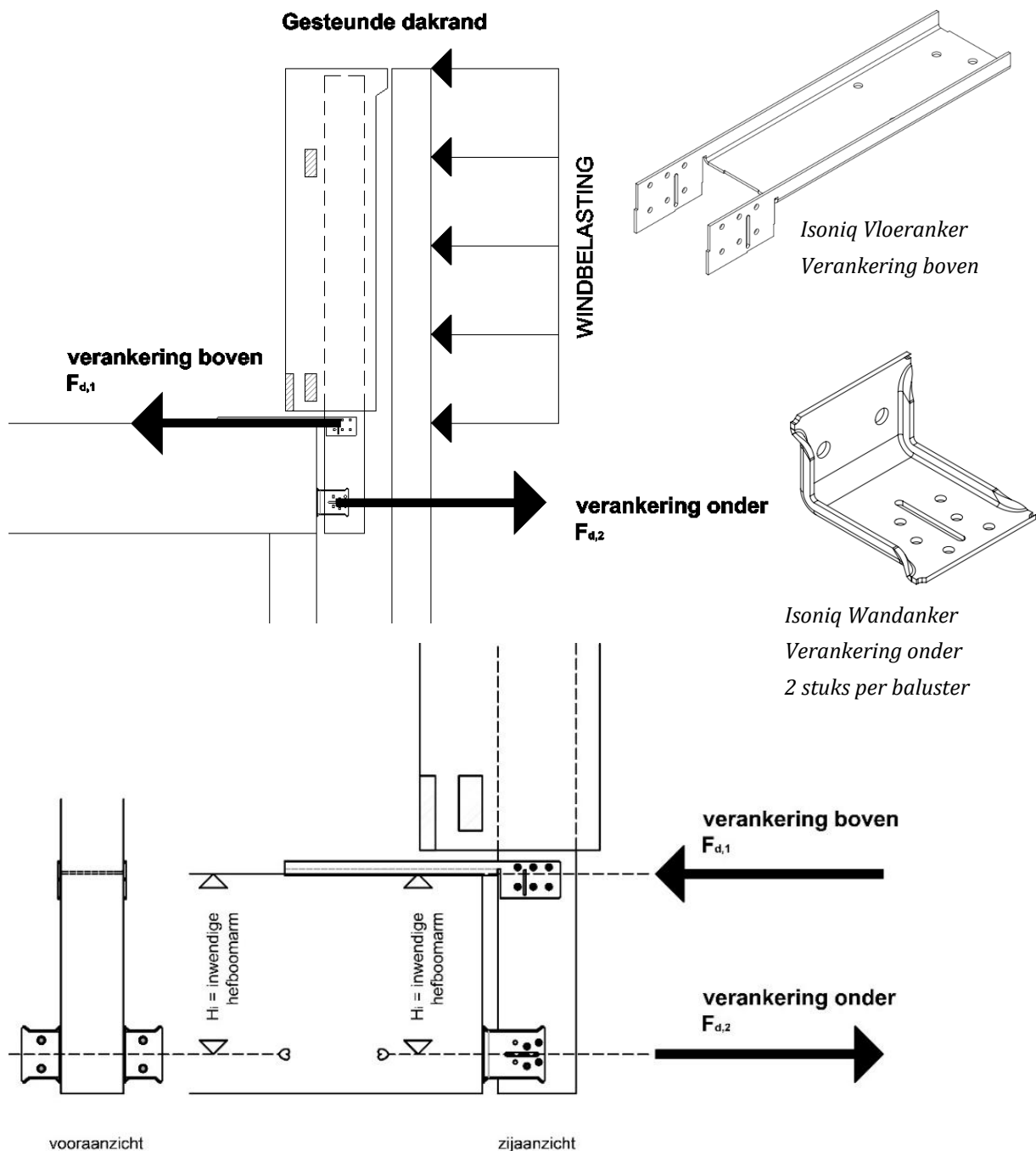
- $80 \times 80 \text{ mm}^2$
- $80 \times 90 \text{ mm}^2$
- $80 \times 100 \text{ mm}^2$
- $80 \times 110 \text{ mm}^2$



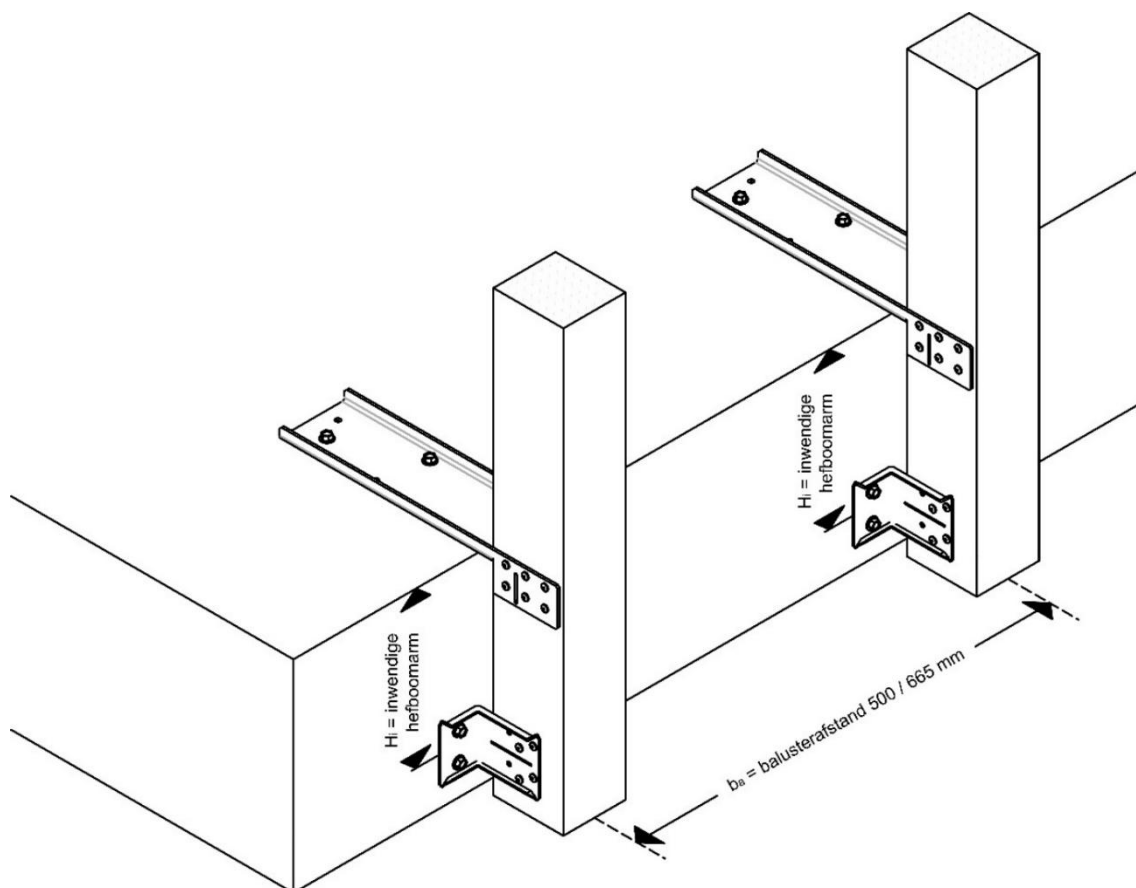
figuur 3 Doorsnedeafmetingen houten balusters.

3 Verankeringsprincipe Isoniq Dakstand XL element

De balusters worden met Isoniq Vloerankers (zie bijlage 2) bevestigd op de vloerrand en met 2 stuks Isoniq wandankers met dubbele ril (zie bijlage 3) tegen de diktekant van de vloer. Voor het leveren van een momentkoppel om de windbelasting te weerstaan, is de verticale afstand tussen de ankers van belang. De afstand vanaf de bovenzijde van de vloer tot het hart van de wandankers is gedefinieerd als de inwendige hefboomsarm. In de het rekenblad "Beoordeling sterkte en stijfheid Dakstand XL systeem 2024" (zie bijlage 4) is deze aangeduid als H_i , zie figuur 4 en figuur 5.



figuur 4 Schematische weergave van bevestiging Dakstand aan vloerrand en belastingen op elementen.



figuur 5 3D weergave van bevestiging balusters aan vloerrand.

Het schema in figuur 4 is bedoeld voor het berekenen van de krachten op de Vloerankers en de Wandankers. Voor een constructieve onderbouwing van de Vloerankers en de Wandankers wordt verwezen naar respectievelijk paragrafen 6.2 en 6.3 van voorliggend rapport.

4 Uitgangspunten sterkteberekening

4.1 Sterkte-eis

Volgens NEN-EN 1990 moet de rekenwaarde van de belasting kleiner zijn dan of gelijk zijn aan de weerstand van de constructie. Dit is weergegeven met de volgende formule:

$$F_d = \gamma_F F_{rep} \leq R_d = R_{rep} / \gamma_M$$

Hierin is:

- F_d = rekenwaarde van de belasting
- γ_q = de belastingfactor voor veranderlijke belasting
- F_{rep} = representatieve waarde van de belasting
- R_d = weerstand van de constructie
- R_{rep} = representatieve waarde van de sterkte van de constructie
- γ_M = de materiaalfactor overeenkomstig de van toepassing zijnde Eurocode

Standaard wordt bij Dakstanden voor woon- en kantoorgebouwen uitgegaan van gevolgklasse CC2. De belastingfactor voor de windbelasting is dan $\gamma_q = 1,5$. Bij gevolgklasse CC1 wordt $\gamma_q = 1,35$ aangehouden en bij gevolgklasse CC3 $\gamma_q = 1,65$.

4.2 Windbelasting

De windbelasting op gevels en gevelonderdelen wordt bepaald overeenkomstig het voorschrift NEN-EN 1991-1-4. De winddruk is gelijk aan $w_e = q_p \times c_{p,net}$.

De gesteunde dakrand Isoniq Dakstand XL wordt voor het bepalen van de windbelasting beschouwd als borstwering. De nettodrukcoëfficiënten voor een borstwering zijn gegeven in Tabel NB.20 in 7.4.1 van NEN-EN 1991-1-4/NB, waarin de borstwering in zones is verdeeld.

Dakstanden worden standaard berekend met een nettodrukcoëfficiënt, $c_{p,net} = 1,8$. Deze waarde is gelijk aan de drukcoëfficiënt voor zone B met omgezette einden.

Voor zone A is een hogere drukcoëfficiënt van toepassing. Deze zone bevindt zich binnen $0,3 \times$ de borstweringshoogte vanaf de gebouwhoek. Dat komt overeen met een breedte van $0,36$ m bij een borstweringshoogte van $1,2$ m. In voorliggend rapport is ervan uitgegaan dat de haaks aansluitende borstweringselementen voor extra steun zullen zorgen. Dat kan bijvoorbeeld door koppeling van de elementen met dekplaten. De extra windbelasting in zone A wordt daarom niet verwerkt in de berekening van de Dakstand-balusters.

In het bijzondere geval dat de Dakstanden aan een eind niet zijn omgezet en ook niet aanluiten op een hoger gebouw, wordt gerekend met hogere drukcoëfficiënten in de zones A en B (A: 3,4 en B: 2,1).

De stuwdruk q_p wordt ontleend aan tabel NB.5 uit NEN-EN 1991-1-4 NB. De stuwdruk wordt bepaald op basis van de gebouwhoogte en het windgebied (I, II of III). Standaard wordt daarbij uitgegaan van terreincategorie 'onbebouwd gebied'. Op verzoek kan de berekening ook uitgevoerd worden voor "kust" of "bebouwd" gebied.

Een baluster wordt door wind belast met een karakteristieke waarde van de windlast q_k (lijnlast):

$$q_k = q_p \times c_{p,net} \times b_a \text{ [kN/m]}$$

Hieruit volgt de rekenwaarde van de windlast van $q_{Ed} = \gamma_q q_k$

- q_k = karakteristieke waarde windlast
- q_p = stuwdrukwaarde conform NEN-EN 1991-1-4 NB
- $c_{p,net}$ = nettodrukcoëfficiënt = 1,8
- b_a = hart-op-hartafstand baluster 500 mm of 665 mm
- q_{Ed} = rekenwaarde van de windlast
- γ_q = belastingsfactor = 1,5 (CC2)

Door de bevestigingswijze treedt het grootste buigende moment in de baluster op ter plaatse van de bovenzijde van de dakvloerconstructie.

De grootte van de windbelasting op de dakstand is afhankelijk van de hoogte van de dakrand. Deze wordt gemeten van de bovenzijde van de dakvloer tot aan de bovenzijde van de dakrandafwerking, dus inclusief een muurafdekker. Wanneer de dakrandafwerking aan de gevelzijde een overstek heeft én dit overstek is groter dan 100 mm, dan wordt de maat van het overstek opgeteld bij de hoogte van de dakrand.

Overstek dakrandafwerking ≤ 100 mm (zie figuur 6):

$$h_{dakrand} = \text{peilmaat bovenzijde dakrandafwerking} - \text{peilmaat bovenkant vloer}$$

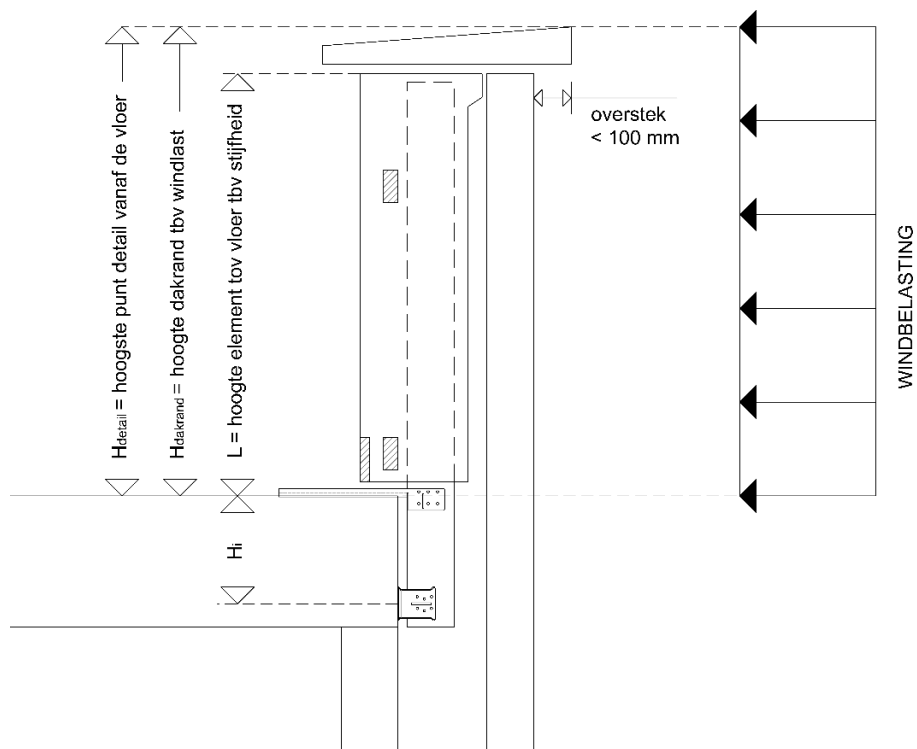
Overstek dakrandafwerking > 100 mm (zie figuur 7):

$$h_{dakrand} = (\text{peilmaat bovenzijde dakrandafwerking} - \text{peilmaat bovenkant vloer}) + \text{overstek}$$

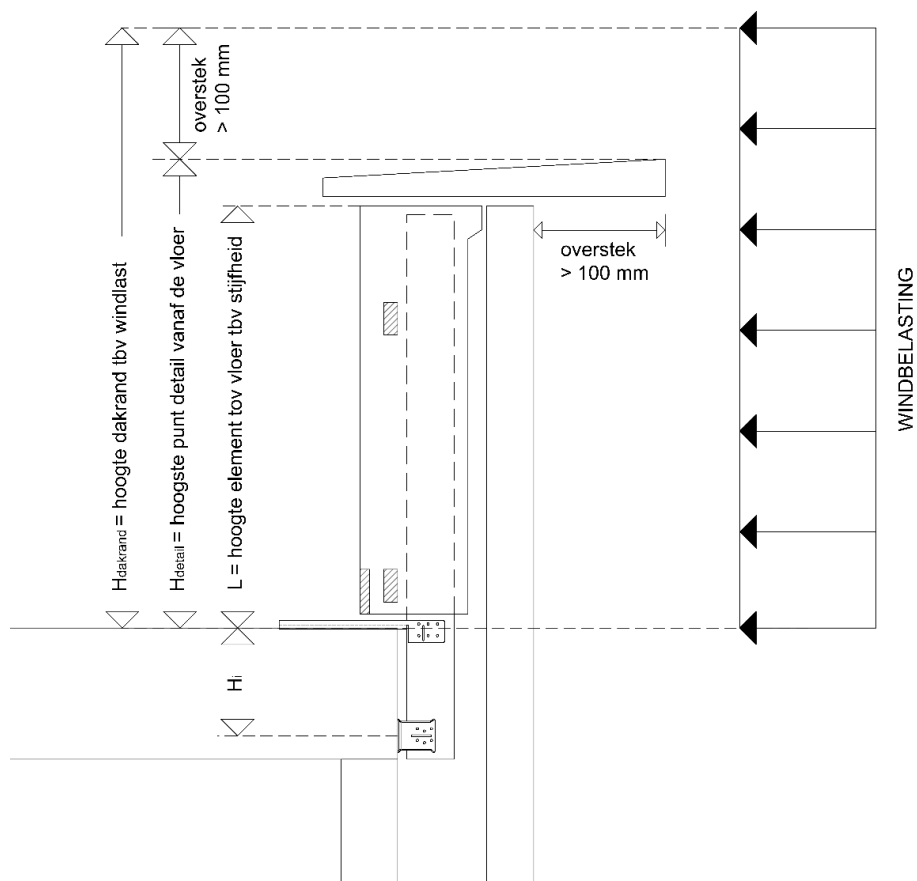
Door wind wordt in een baluster de volgende rekenwaarde bepaald:

$$M_{d,wind} = \frac{1}{2} q_{Ed} h_{dakrand}^2 \quad [\text{kNm}]$$

Bovenstaande is verwerkt in het rekenblad bij onderdeel "Belastingsituatie", zie bijlage 4.



figuur 6 Doorsnede Dakstand met overstek van dakrandafwerking $< 100 \text{ mm}$.



figuur 7 Doorsnede Dakstand met overstek van dakrandafwerking $> 100 \text{ mm}$.

4.3 Doorvalbeveiliging

Om te voorkomen dat mensen van de rand van een vloer (verdieping), trap of hellingbaan vallen, stelt het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) regels voor vloerafscheidingen. De Dakstand kan in principe een dergelijke vloerafscheiding vormen, maar zal veelal te laag zijn. Voor de vloerafscheiding is over het algemeen een minimale hoogte van 1,2 m vereist vanaf de afgewerkte vloer. Dit houdt in dat de Dakstand over het algemeen onvoldoende hoog is om als vloerafscheiding te voldoen.

De horizontale belasting op een afscheiding bij een hoogteverschil is voorgeschreven in Tabel NB.A.1 in NEN-EN 1991-1-1. Deze belasting is indien van toepassing niet maatgevend ten opzichte van de windbelasting.

Indien van toepassing wordt de capaciteit van de balusters getoetst met de horizontale belasting volgens Tabel NB.A.1.

4.4 Waterretentie dak

Op het dak kan algemeen water blijven staan, maar bij een waterretentie dak is deze waterhoogte veel groter en is het water nagenoeg permanent aanwezig. Afhankelijk van het type retentie dak, kan dit water als belasting tegen de dakzijde van de Dakstand staan. Uit berekeningen blijkt dat deze waterdruk tot een waterhoogte van 0,20 m geen invloed heeft op de benodigde constructie van de Dakstanden.

Als de waterhoogte op het dak tegen de Dakstand groter kan zijn dan 0,20 m, wordt de capaciteit van de balusters getoetst op deze horizontale waterdruk.

5 Controle sterkte van de houten balusterconstructie

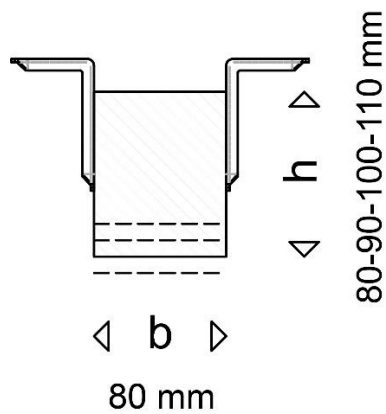
De sterkte van de houten balusters wordt bepaald met NEN-EN 1995-1-1 NB.

Toegepast C24 constructiehout.

Windbelasting valt volgens art. 2.3.12 in korte duurbelasting.

Omdat het hout zich bevindt in een droog milieu (klimaatklasse 1) in combinatie met bovenstaande wordt de modificatiefactor $k_{\text{mod}} = 0,8$ aangehouden (tabel NB.1 NEN-EN 1995-1-1 NB).

Als materiaalfactor wordt $\gamma_M = 1,3$ aangehouden (tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1). Voor massief hout met een rechthoekige doorsnede mag de buigsterkte worden verhoogd vormfactor k_h volgens formule 3.1 uit NEN-EN 1995-1-1. Dit is de minimale waarde van $(150/h)^{0,2}$ en 1,3, waarbij h = doorsnedehoogte baluster, zie figuur 8.



figuur 8 Doorsnedehoogte maten balusters.

De rekenwaarde van de buigsterkte van naaldhout bedraagt:

$$f_{m;d} = f_{mk} k_h k_{mod} / \gamma_M \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$f_{mk} = \text{karakteristieke buigsterkte hout} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$k_h = \text{vormfactor}$$

$$k_{mod} = \text{modificatiefactor} = 0,8$$

$$\gamma_M = \text{materiaalfactor} = 1,3$$

De rekenwaarde van de buigspanning in een baluster bedraagt:

$$\sigma_{md} = M_{d,wind} / W$$

$$M_{d,wind} = \text{windbelasting, zie hoofdstuk 4.2}$$

$$W = \text{weerstandsmoment baluster} = 1/6 b h^2 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Er moet voldaan worden aan de voorwaarde $\sigma_{md} / f_{m;d} \leq 1$.

Bovenstaande is verwerkt in het rekenblad bij onderdeel "Houteigenschappen (NEN-EN 1995-1-1 2011)", zie bijlage 4.

6 Krachten op de verankering

6.1 Algemeen

Het inklemmingsmoment wordt per baluster opgenomen door het op twee plaatsen vastzetten van het baluster aan het desbetreffende constructieonderdeel. Dit constructieonderdeel verschilt per montage-systeem (zie hoofdstuk 7).

In de basis betreft dit een Isoniq vloeranker (zie paragraaf 6.2) op de vloer (figuur 10) en 2 Isoniq wandankers (figuur 11) aan de dikt kant van de vloer (zie paragraaf 6.3).

Wanneer er geen mogelijkheid is om een vloeranker toe te passen, kunnen er 2 Isoniq wandankers hoog en 2 Isoniq wandankers laag aan het baluster worden gemonteerd (zie figuur 14).

De kracht op de bovenste verankering wordt uitgedrukt als $F_{d,1}$ en de kracht op de onderste verankering als $F_{d,2}$. De waarde voor trek en druk op het anker is gelijk genomen. Winddruk en windzuiging wordt dus gelijkgesteld.

De rekenwaarde op het onderste anker $F_{d,2} = M_{d,wind} / H_i$

$M_{d,wind}$ = windbelasting, zie paragraaf 4.2

H_i = inwendige hefboomsarm (zie figuur 4 t/m figuur 7).

De weerstand $R_{d,2}$ van het onderste anker verschilt per montage systeem, zie hoofdstuk 7.

Er moet voldaan worden aan de voorwaarde $F_{d,2} / R_{d,2} \leq 1$.

De rekenwaarde op het bovenste anker $F_{d,1} = F_{d,2} + q_{Ed} H_{dakrand}$

q_{Ed} = rekenwaarde van de windlast = $\gamma_q \times q_k$

γ_q = belastingsfactor = 1,5, zie hoofdstuk 4.1

q_k = karakteristieke waarde windlast, zie hoofdstuk 4.2

$H_{dakrand}$ = hoogte windbelasting dakrand (zie figuur 6 en figuur 7).

De weerstand $R_{d,1}$ van het bovenste anker verschilt per montage systeem, zie hoofdstuk 7.

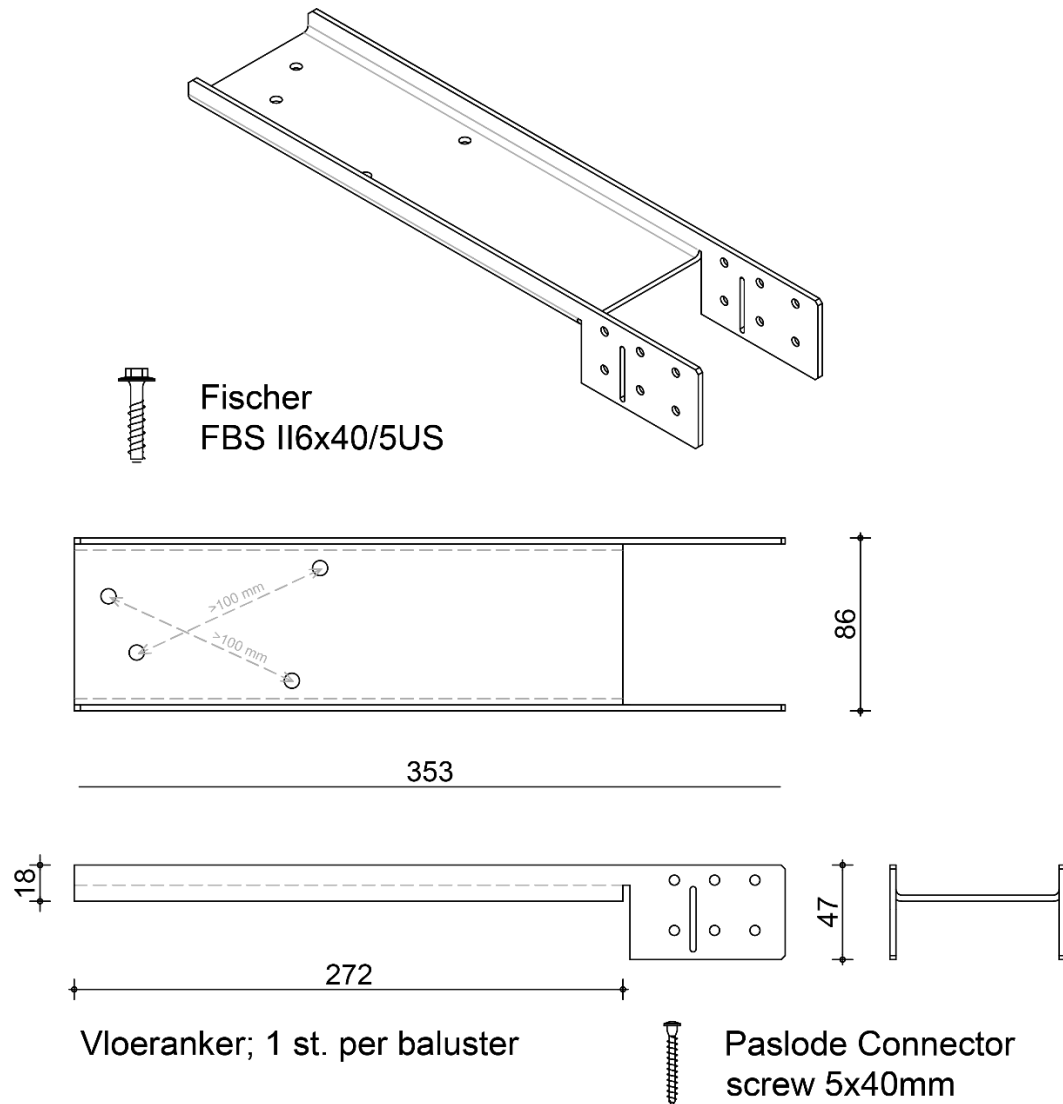
Er moet voldaan worden aan de voorwaarde $F_{d,1} / R_{d,1} \leq 1$.

6.2 Isoniq vloeranker

Voor het Dakstand XL 2024 systeem is een vloeranker ontwikkeld met als doel de horizontale kracht uit het baluster zo direct mogelijk af te dragen middels een schuifkracht op de vloer. Daarnaast is het uitgangspunt om te komen tot één type vloeranker, welke geschikt is voor deze constructieve toepassing. De rekenwaarde voor de maximale toelaatbare belasting op dit vloeranker is bepaald op $F_{d,1,max} = 8,60$ kN.

Het systeem van het vloeranker bestaat uit:

- Isoniq vloeranker zie figuur 9 $R_{d,1} = 8,60 \text{ kN}$ (zie bijlagen 2 en 5)
- schroefverbinding vloeranker aan houten baluster
- verbinding vloeranker op de betonvloer



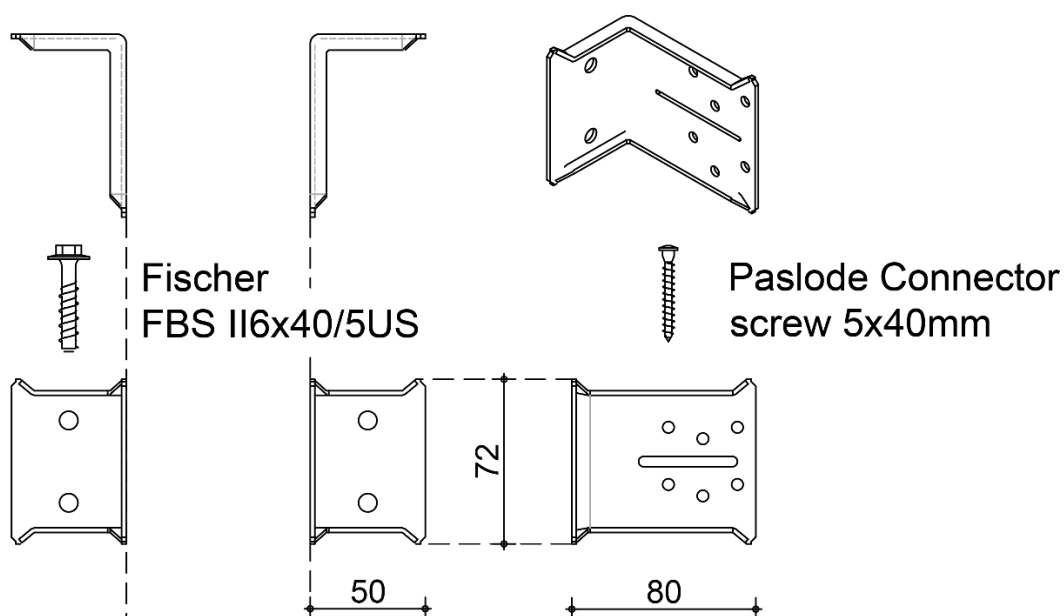
figuur 9 Schematische weergaven van het vloeranker.

6.3 Isoniq wandankers

Voor het Dakstand XL 2024 systeem is een wandanker ontwikkeld met als doel de houten balusters te monteren aan de diktekant van de vloer. De rekenwaarde voor de maximale toelaatbare belasting op 2 stuks wandankers is bepaald op $F_{d,2,max} = 6,14 \text{ kN}$.

Het systeem van de wandankers bestaat uit:

- Isoniq wandanker, 2 stuks per baluster (figuur 10) $R_{d,1} = 6,14 \text{ kN}$ (zie bijlagen 3 en 6)
- schroefverbinding wandankers aan baluster
- verbinding wandankers aan de betonvloer / betonwand / kalkzandsteenwand / houten wand.



Wandanker; 2 st. per baluster

figuur 10 Schematische weergave wandankers.

6.4 Paslode Connector Screws 5×40 mm

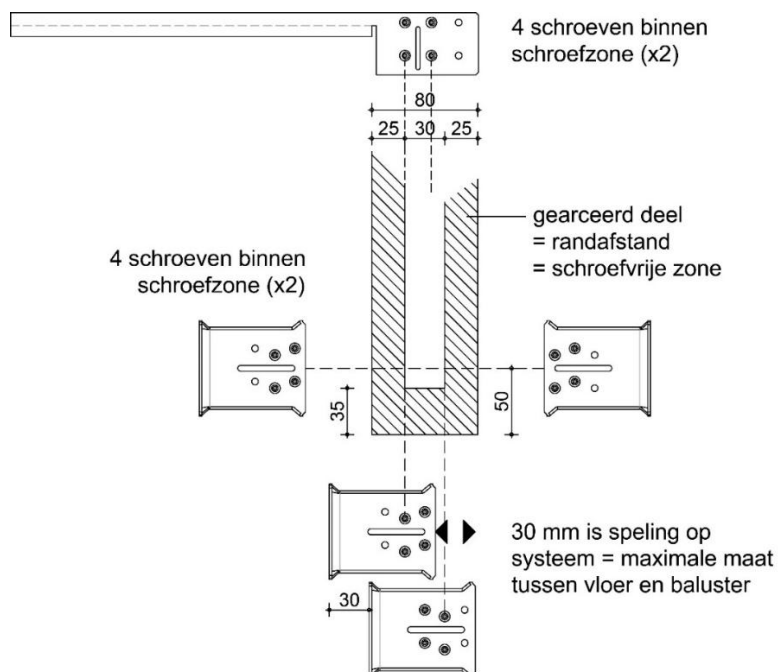
Voor de schroefverbinding van de Isoniq vloerankers en de Isoniq wandankers aan de balusters zijn de Paslode connector screws 5×40 mm geselecteerd. In de nieuwe wand- en vloerankers is een gatenpatroon gemaakt welke qua diameter en onderlinge afstand van de gaten afgestemd is op deze houtschroeven.

De toepassing van de Paslode connector screws is gebaseerd op de ETA-09/0273, zie bijlage 7 en 8. Uit deze bijlagen volgt dat de rekenwaarde van de afschuifcapaciteit per schroef gelijk is aan 1,57 kN. Door de positionering van de schroeven en de geometrie van vloeranker / wandanker is de capaciteit van de verankering niet gelijk aan de opgetelde capaciteit van alle schroeven, zie bijlage 8.

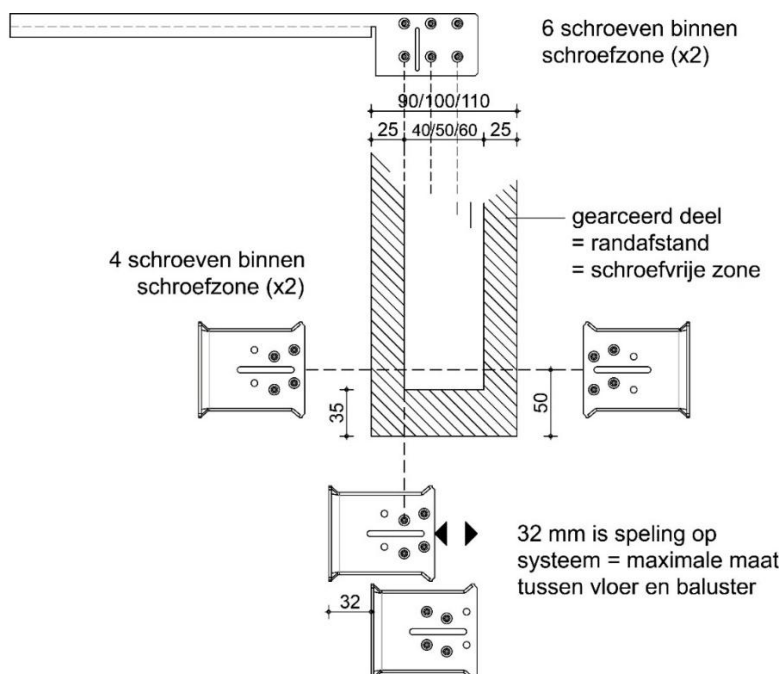
De schroefverbinding van het vloeranker en de wandankers wordt gemaakt met Paslode Connector screws 5×40 mm., zie figuur 11 en figuur 12. In tabel 1 en tabel 2 is de capaciteit van de schroefverbindingen en het vloeranker en de wandankers opgenomen.

tabel 1 Capaciteit schroefverbinding en vloeranker.

balustermaat	Aantal schroeven 5×40 per vloeranker	$R_{1, screws}$	R_{d1}
80×(70) 80 mm	2×4 = 8 stuks	7,00 kN	7,00 kN
80×90 mm	2×6 = 12 stuks	11,10 kN	8,60 kN
80×100 mm	2×6 = 12 stuks	11,10 kN	8,60 kN
80×110 mm	2×6 = 12 stuks	11,10 kN	8,60 kN



figuur 11 Schroefverbinding met Paslode connector schroeven.



figuur 12 Schroefverbinding met Paslode connector schroeven.

tabel 2 Capaciteit schroefverbinding en wandankers.

balustermaat	Aantal wand-ankers	Aantal schroeven 5x40 per wandanker	$R_{2, screws}$	R_{d2}
80x80 mm	2 stuks	2x4 = 8 stuks	6,28 kN	6,14 kN
80x90 mm	2 stuks	2x4 = 8 stuks	6,28 kN	6,14 kN
80x100 mm	2 stuks	2x4 = 8 stuks	6,28 kN	6,14 kN
80x110 mm	2 stuks	2x4 = 8 stuks	6,28 kN	6,14 kN

6.5 Fischer FBS II6x40/5 US

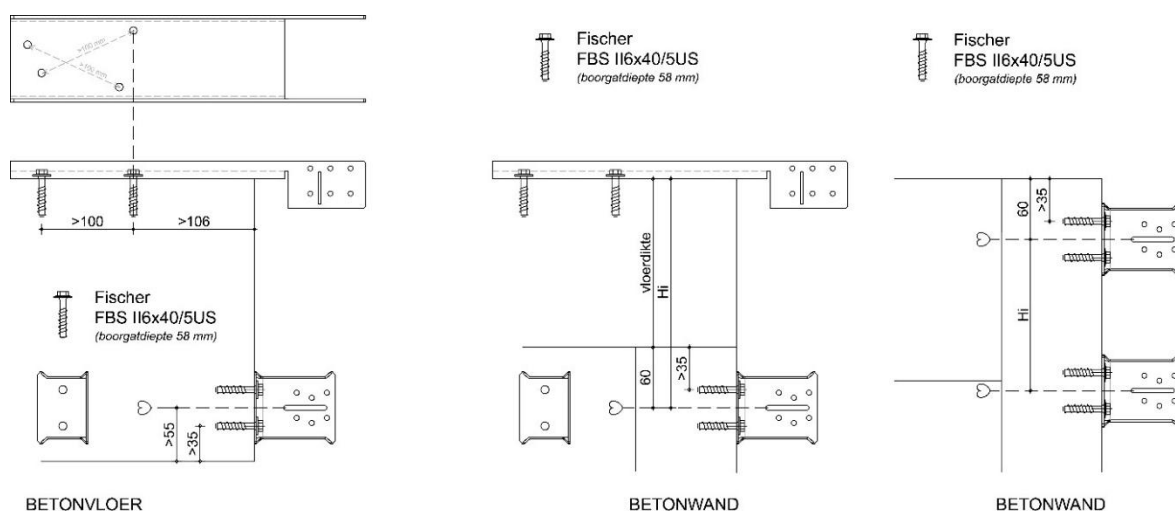
Voor de schroefverbinding van de Isoniq vloerankers en de Isoniq wandankers aan de betonnen vloer- en wandconstructies zijn de Fischer FBS II6x40/5 US betonschroeven geselecteerd. De toepassing van de Fischer FBS II6x40/5 US betonschroeven is gebaseerd op ETA-15/0352 en ETA-18/0242, zie bijlagen 9 en 10. In figuur 13 zijn de bevestigingen van de vloerankers en wandankers met betonschroeven weergegeven.

Daarnaast zijn de verschillende toepassingen rekenkundig beoordeeld, zie bijlagen 11, 12, 13a en 13b en 18. De resultaten voor drie toepassingen zijn opgenomen in tabel 3.

tabel 3 Capaciteit betonschroeven voor verschillende toepassingen.

Vloeranker	aantal FBS	type kracht	Capaciteit	Bijlage
op schilvloer	2 stuks	afschuifkracht	8,67 kN	11
op kanaalplaatvloer	2 stuks	afschuifkracht	7,34 kN	12
Wandankers 2 st.	aantal FBS	type kracht	Capaciteit	Bijlage
aan beton vloer / wand	2x2 stuks	trekkracht	6,14 kN*	13

* 9,21/1,5 = 6.14 kN, reductie toegepast i.v.m. wrikkracht, zie bijlage 6.



figuur 13 Bevestiging met betonschroeven.

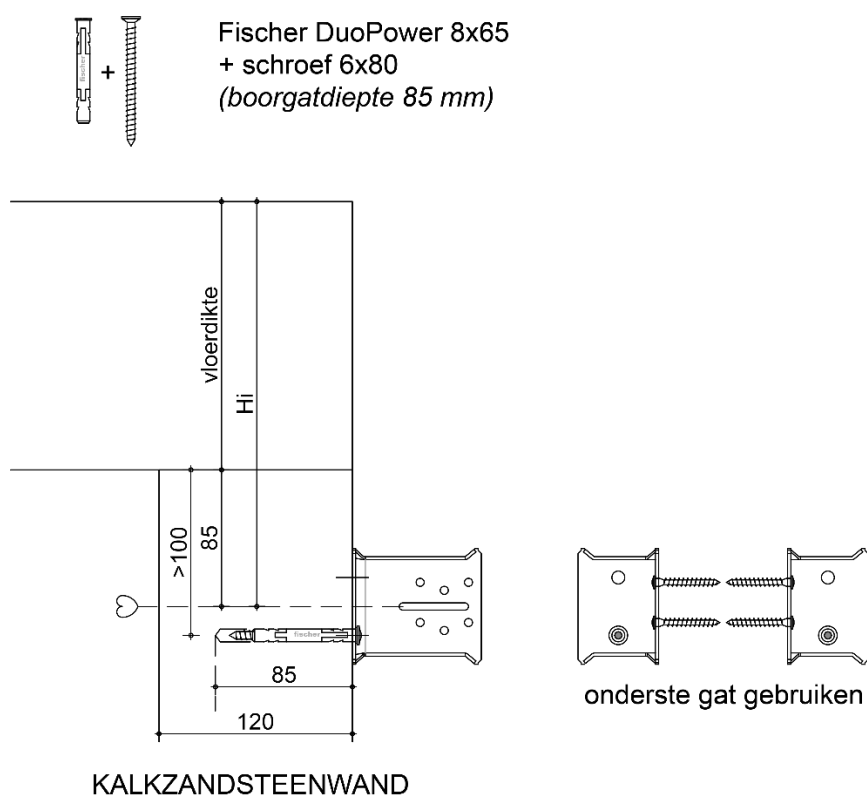
6.6 Fischer DuoPower 8×65 + schroef 6×80 mm

Voor de verbinding van de Isoniq wandankers aan kalkzandsteenwandconstructies zijn de Fischer DuoPower 8×65 + schroef 6×80 mm geselecteerd. De toepassing van de Fischer DuoPower 8×65 + schroef 6×80 mm is gebaseerd op de tabel van DuoPower met belastingwaardes in “*Volle kalkzandsteen ≥ KS12*”, zie bijlage 14. In tabel 4 is de capaciteit van de verbinding opgenomen. In figuur 14 is de verbinding schematisch weergegeven.

tabel 4 Capaciteit verbinding met DuoPower 8×65 + schroef 6×80 mm.

Wandankers 2 st.	aantal DuoPower	type kracht	Capaciteit	Bijlage
aan kalkzandsteen wand	2×1 stuks	trekkracht	4,5 kN**	14

** geringe benutting van GB wandanker, dus géén reductie toegepast i.v.m. wrikkracht, zie bijlage 6.



figuur 14 Bevestiging met DuoPower 8×65 + schroef 6×80 mm.

6.7 Hilti montage aan staalprofielen

Voor de verbinding van de vloerankers en de wandankers aan staalprofielen is opdracht van Isoniq door Hilti een advies opgesteld, zie bijlage . De bevestiging aan staalprofielen kan worden uitgevoerd met zelf-borende schroeven van het type S-MD 05 Z, zie tabel 5 en figuur 15.

tabel 5 Capaciteit van de 2 schroeven van type S-MD 05 Z.

Vloeranker	aantal	type kracht	Capaciteit	Bijlage
Op staalprofiel	2 stuks	afschuifkracht	11,4 kN	16
Wandankers 2 st.	aantal	type kracht	Capaciteit	Bijlage
Aan staalprofiel	2×2 stuks	trekkracht	9,6 kN*	16

* 14,4/1,5 = 6.14 kN, reductie toegepast i.v.m. wrikkracht, zie bijlage 6.

Page 36 of ETA-10/0182, issued on 17 August 2010
English translation by Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Materials

Fastener: carbon steel
case hardened and galvanized

Washer: none

Component I: S280GD or S320GD - EN 10346

Component II: S235 - EN 10025-1
S280GD or S320GD - EN 10346

Drilling capacity $\Sigma t \leq 12,00$ mm

Timber substructures

no performance determined

$t_{0,8}$ [mm]	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	> 6,0	—	—
$M_{tension}$	5 Nm							
0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
0,55	—	—	—	—	—	—	—	—
0,63	—	—	2,70 abcd	2,70 abcd	2,70 abcd	2,70 abcd	—	—
0,75	—	—	3,40 abcd	3,40 abcd	3,40 abcd	3,40 abcd	—	—
0,88	—	—	4,20 ac	4,20 ac	4,20 ac	4,20 ac	—	—
1,00	—	—	4,90 ac	4,90 ac	4,90 ac	4,90 ac	—	—
1,13	—	—	5,70 ac	5,70 ac	5,70 ac	5,70 ac	—	—
1,25	—	—	6,50 —	6,50 —	6,50 —	6,50 —	—	—
1,50	—	—	7,60 —	7,60 —	7,60 —	7,60 —	—	—
1,75	—	—	7,60 —	7,60 —	7,60 —	7,60 —	—	—
2,00	—	—	7,60 —	7,60 —	7,60 —	7,60 —	—	—
$N_{tension}$	5 Nm							
0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
0,55	—	—	—	—	—	—	—	—
0,63	—	—	1,50 abcd	1,50 abcd	1,50 abcd	1,50 abcd	—	—
0,75	—	—	1,80 abcd	1,80 abcd	1,80 abcd	1,80 abcd	—	—
0,88	—	—	2,10 ac	2,10 ac	2,10 ac	2,10 ac	—	—
1,00	—	—	2,40 ac	2,40 ac	2,40 ac	2,40 ac	—	—
1,13	—	—	2,70 ac	2,70 ac	2,70 ac	2,70 ac	—	—
1,25	—	—	3,00 —	3,00 —	3,00 —	3,00 —	—	—
1,50	—	—	3,60 —	3,60 —	3,60 —	3,60 —	—	—
1,75	—	—	3,60 —	3,60 —	3,60 —	3,60 —	—	—
2,00	—	—	4,80 —	4,80 —	4,80 —	4,80 —	—	—

afschuif kracht $V_{r,k} = 7.60 / 1.33 = 5.7$ kN als rekenwaarde
trekkracht $N_{r,k} = 4.8 / 1.33 = 3.6$ kN als rekenwaarde

Self drilling screw

S-MD 05 Z 5,5 x L
with hexagon head

Annex 27

of European technical approval

ETA-10/0182

Deutsches Institut für Bautechnik

figuur 15 Afschuifkracht en trekkracht schroef van het type S-MD 05 Z (bron: bijlage 16)

6.8 Fischer houtschroef FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm

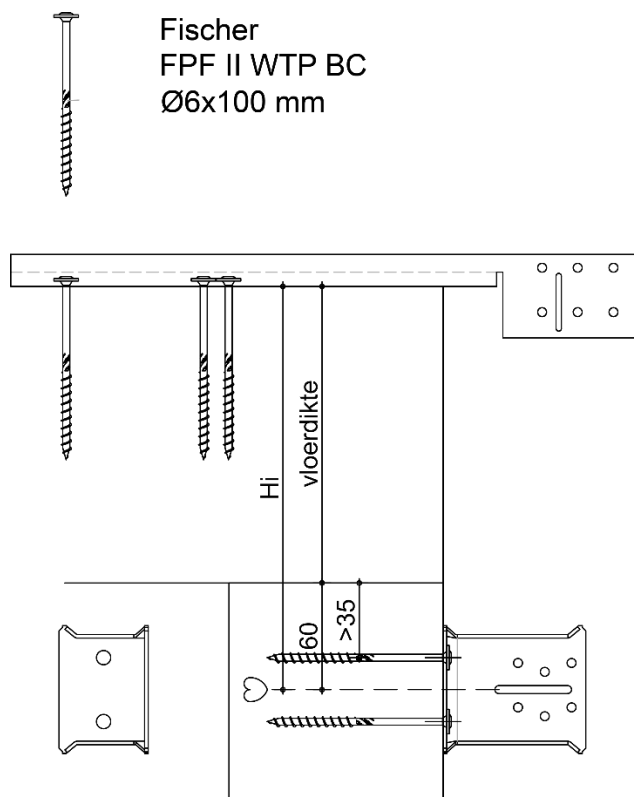
Voor de schroefverbinding van de Isoniq vloerankers en de Isoniq wandankers aan de houten vloer- en wandconstructies zijn de Fischer FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm houtschroeven geselecteerd. Voor een technische onderbouwing wordt verwezen naar bijlage 17.

Daarnaast zijn de verschillende toepassingen rekenkundig beoordeeld. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in tabel 6. In figuur 16 is de verbinding schematisch weergegeven.

tabel 6 Capaciteit houtschroeven FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm

Vloeranker	aantal FPF	type kracht	Capaciteit	Bijlage
op massieve houten vloer	3 stuks	afschuifkracht	7,80 kN	17
Wandankers 2 st.	aantal FBS	type kracht	Capaciteit	Bijlage
Aan massieve houten vloer / wand	2x1 stuks	trekkracht	5,40 kN*	17

* $8,1/1,5 = 5,4$ kN, reductie toegepast i.v.m. wrikkracht, zie bijlage 6.



figuur 16 Verbinding met houtschroeven.

7 Montagesystemen

7.1 Algemeen

De Isoniq Dakstand XL elementen kunnen gemonteerd worden op verschillende soorten dakvloeren, zoals een schilvloer, kanaalplaat vloer of een massieve (houten) vloer. Daarnaast kunnen de balusters van de Dakstand XL elementen aan verschillende ondergronden gemonteerd worden, zoals bijvoorbeeld tegen de zijkant van een schilvloer, kanaalplaatvloer, betonwand, kalkzandsteenwand, houten wand of een stalen ligger. Op basis van de verschillende type vloeren en wanden zijn er 8 verschillende montagesystemen gedefinieerd, systeem A t/m H, zie tabel 7 en bijlage 15.

tabel 7 Overzicht verschillende montagesystemen.

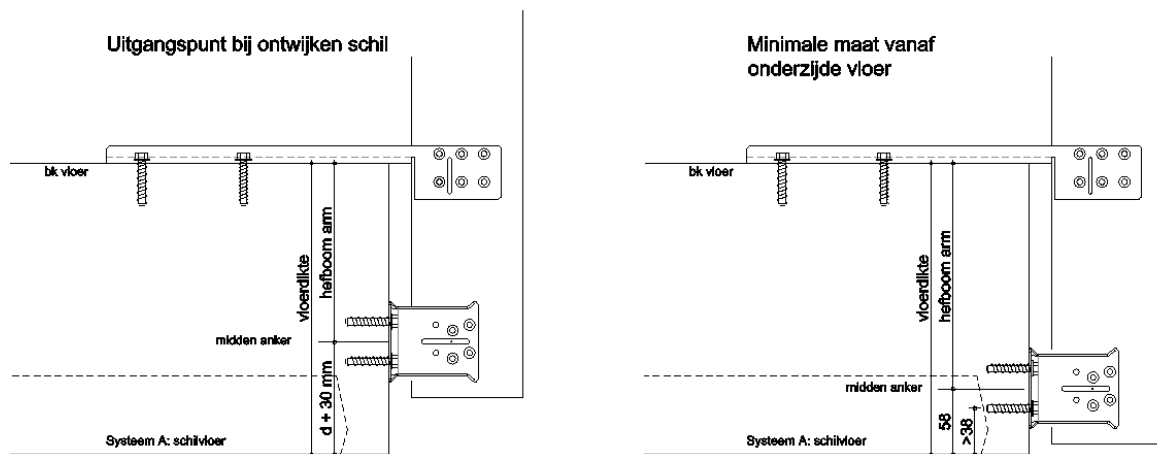
Systeem.	Bovenste verbinding $R_{d,1}$	Onderste verbinding $R_{d,2}$
A	Vloeranker op schilvloer	2 wandankers aan schilvloer
B	Vloeranker op kanaalplaatvloer	2 wandankers aan kanaalplaatvloer
C	2 wandankers aan betonwand	2 wandankers aan betonwand
D	Vloeranker op kanaalplaatvloer	2 wandankers aan betonwand
E	Vloeranker op kanaalplaatvloer	2 wandankers aan kalkzandsteenwand
F	2 wandankers aan staalprofiel	2 wandankers aan staalprofiel
G	Vloeranker op staalprofiel	2 wandankers aan staalprofiel
H	Vloeranker op houten vloer	2 wandankers aan houten wand

In hoofdstuk 6 zijn de krachten van de verschillende ankers en van de verschillende bevestigingsonderdelen toegelicht. De montagesystemen combineren deze waarden en de maatgevende waarde w dient gebruikt te worden in de rekenmodellen. Deze maatgevende waarden worden per systeem weergegeven en toegelicht in paragraaf 7.2 t/m 7.9.

7.2 Systeem A; op en aan een schilvloer

Systeem A betreft een bevestiging op een dakconstructie bestaande uit een schilvloer¹ (figuur 17). De vloerankers worden met betonschroeven op de betonnen vloer gemonteerd en de wandankers worden aan de diktekant van de betonnen vloer gemonteerd. In tabel 8 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem A gegeven.

¹ De schilvloer wordt beschouwd als een homogene massa. In het ontwerp dient de prefab schil terugliggend van de gestorte vloerrand ontworpen te worden. Bij deze situatie is de maximale hefboomsarm te realiseren ($H_i = \text{vloerdikte} - 58 \text{ mm}$). Daar waar de schil van de schilvloer zich als oneffen rand manifesteert aan de zijkant van de vloer is het praktischer om de wandankers boven de schil te ontwerpen. In deze situatie bepaalt de dikte van de vloer in combinatie met de dikte van de schil de maximale hefboomarm ($H_i = \text{vloerdikte} - \text{dikte schil} - 30 \text{ mm}$).



figuur 17 Montagesysteem A.

tabel 8 Capaciteit verankering montagesysteem A.

balustermaat	onderdeel	R _d	maatgevend
80×70 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,00 kN
80×80 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	8,67 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	7,00 kN	
80×90 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 8,60 kN
80×100 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	8,67 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	11,1 kN	
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×80 mm	2×2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×100 mm	2×2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.3 Systeem B; op en aan een kanaalplaatvloer

Systeem B betreft een dakconstructie voorzien van kanaalplaten (figuur 18). De vloerankers worden met betonschroeven op de kanaalplaatvloer gemonteerd en de wandankers worden aan de zijkant van de kanaalplaatvloer gemonteerd. In tabel 9 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem B gegeven.

MAXIMALE HEFBOOMARM BIJ GANGBARE KANAALPLAATVLOERHOOGTEN
fabrikanten getoetst: VBI / Dycore / Waardo



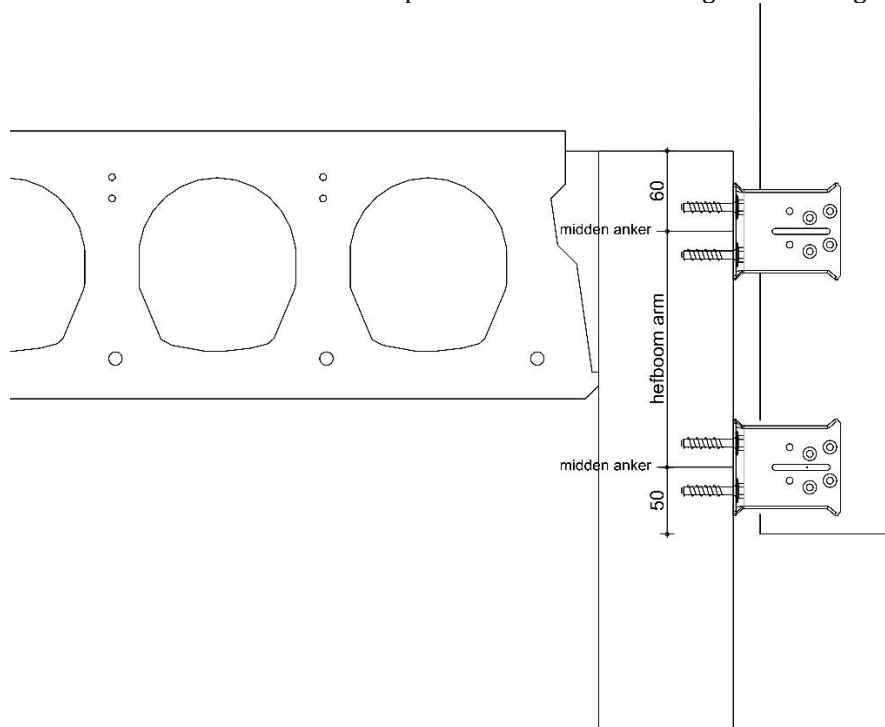
figuur 18 Montagesysteem B.

tabel 9 Capaciteit verankering montagesysteem B.

Capaciteit verankering montagestelsel 2:			
balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,00 kN
80×80 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	7,34 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	7,00 kN	
80×90 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,34 kN
80×100 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	7,34 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	11,1 kN	
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×80 mm	2x2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×100 mm	2x2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.4 Systeem C; alleen aan de zijkant van een betonwand

Systeem C betreft de constructie waarbij een prefab betonwand voor de vloer langs loopt (figuur 19). De dakstanden worden gesteld op de betonwand en constructief gemonteerd tegen de zijkant van de betonwand. De balusters worden hierbij met 2×2 wandankers aan de wand gemonteerd en niet met een vloeranker. In tabel 10 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem C gegeven.



figuur 19 Montagesysteem C.

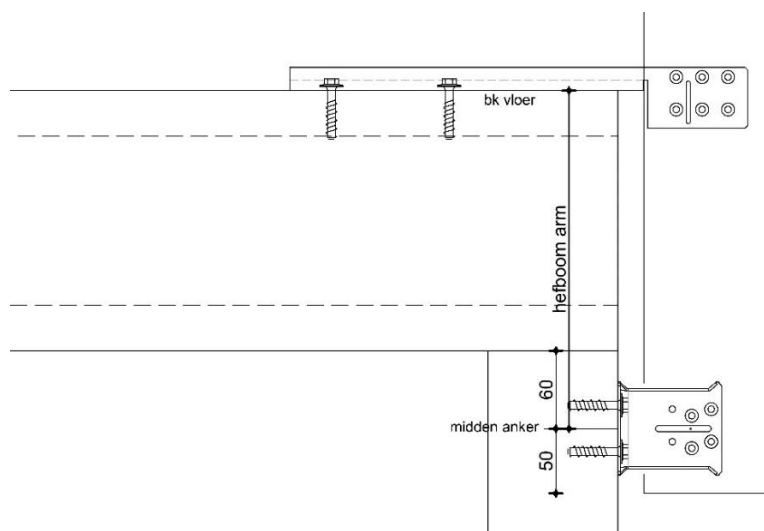
tabel 10 Capaciteit verankering montagesysteem C.

balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	$R_{d,1} = 6,14 \text{ kN}$ $R_{d,2} = 6,14 \text{ kN}$
80×80 mm	2×2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	$R_{d,1} = 6,14 \text{ kN}$ $R_{d,2} = 6,14 \text{ kN}$
80×100 mm	2×2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.5 Systeem D; op een kanaalplaatvloer en aan de zijkant van een betonwand

Systeem D betreft een dakconstructie voorzien van een kanaalplaatvloer. Ter plaatse van de kopse kant van de kanaalplaatvloer kunnen de wandankers niet gemonteerd worden aan de kanaalplaatvloer. Hierbij worden de balusters gemonteerd aan de dragende betonwand (figuur 20).

De vloerankers worden met betonschroeven op de kanaalplaatvloer gemonteerd en de wandankers worden aan de zijkant van de betonwand gemonteerd. In tabel 11 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem D gegeven.



figuur 20 Montagesysteem D.

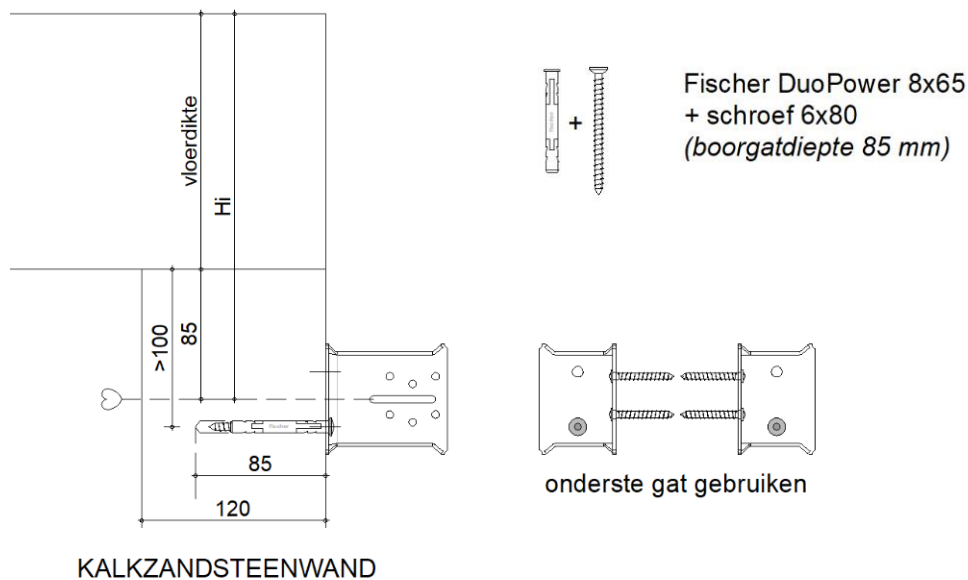
tabel 11 Capaciteit verankering montagesysteem D.

balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,00 kN
80×80 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	7,34 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	7,00 kN	
80×90 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,34 kN
80×100 mm	2 stuks FBS II6x40/5 betonschroef	7,34 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	11,1 kN	
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×80 mm	2×2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×100 mm	2×2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	6,14 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.6 Systeem E; op een kanaalplaatvloer en aan de zijkant van een kalkzandsteenwand

Systeem E betreft een dakconstructie voorzien van een kanaalplaatvloer. Ter plaatse van kopse kant van de kanaalplaatvloer kunnen de wandankers niet gemonteerd worden aan de kanaalplaatvloer. Hierbij worden de balusters gemonteerd aan de dragende kalkzandsteenwand met een minimale dikte van 120 mm (figuur 21).

De vloerankers worden met betonschroeven op de kanaalplaatvloer gemonteerd en de wandankers worden aan de zijkant van de kalkzandsteenwand gemonteerd. In tabel 12 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem E gegeven.



figuur 21 Montagesysteem E.

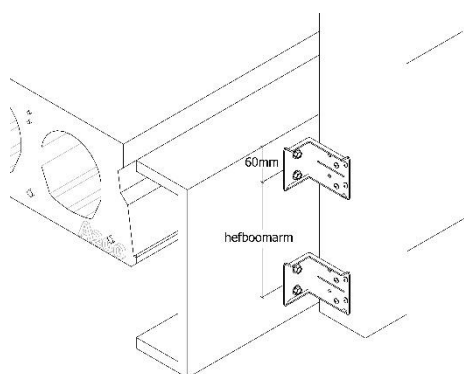
tabel 12 Capaciteit verankering montagesysteem E.

Capaciteit verankeringsmontagesysteem L:			
balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,00 kN
80×80 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	7,34 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	7,00 kN	
80×90 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,34 kN
80×100 mm	2 stuks FBS II6×40/5 betonschroeven	7,34 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	11,1 kN	
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 4,50 kN
80×80 mm	Fischer DuoPower 8×65 + schroef 6x80 mm; 2st	4,50 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 4,50 kN
80×100 mm	Fischer DuoPower 8×65 + schroef 6x80 mm; 2st.	4,50 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.7 Systeem F; alleen aan de zijkant van een staalprofiel

Systeem F betreft de constructie waarbij een stalen ligger, zoals een UNP profiel, voor de vloer langs loopt. De dakstanden worden gesteld op de ligger en constructief gemonteerd aan de zijkant van de ligger (figuur 22). De balusters worden hierbij met 2×2 wandankers aan het staalprofiel gemonteerd; niet met een vloeranker.

In tabel 13 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem F gegeven. De hoofdconstructeur dient te bepalen of de krachten uit het dakrandstelsel kunnen worden opgenomen door het betreffende staalprofiel.



F UNP staal
/ UNP staal

figuur 22 3D weergaven van montagesysteem F.

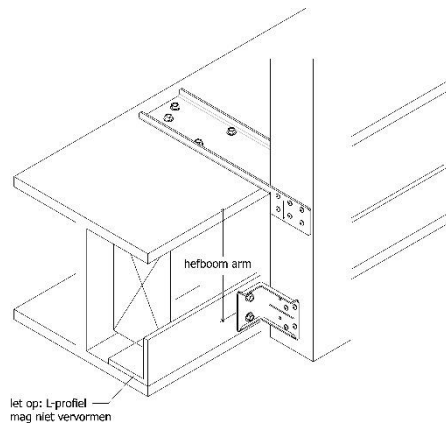
tabel 13 Capaciteit verankering montagesysteem F.

balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	$R_{d,1} = 6,14 \text{ kN}$ $R_{d,2} = 6,14 \text{ kN}$
80×80 mm	4 st. HILTI zelfborend S-MD 05Z	6,14 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	$R_{d,1} = 6,14 \text{ kN}$ $R_{d,2} = 6,14 \text{ kN}$
80×100 mm	4 st. HILTI zelfborend S-MD 05Z	9,60 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.8 Systeem G; montage op en aan de zijkant van een staalprofiel

Systeem G betreft de constructie waarbij een stalen ligger, zoals een HE-A profiel, voor de vloer langs loopt. De dakstanden worden gemonteerd bovenop de ligger met een vloeranker en gemonteerd met 2 wandankers tegen de zijkant van de ligger (figuur 23).

In tabel 14 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem G gegeven. De hoofdconstructeur dient te bepalen of de krachten uit het dakrandstelsel opgevangen kan worden door het betreffende staalprofiel.



G HE-A staal / L-staal

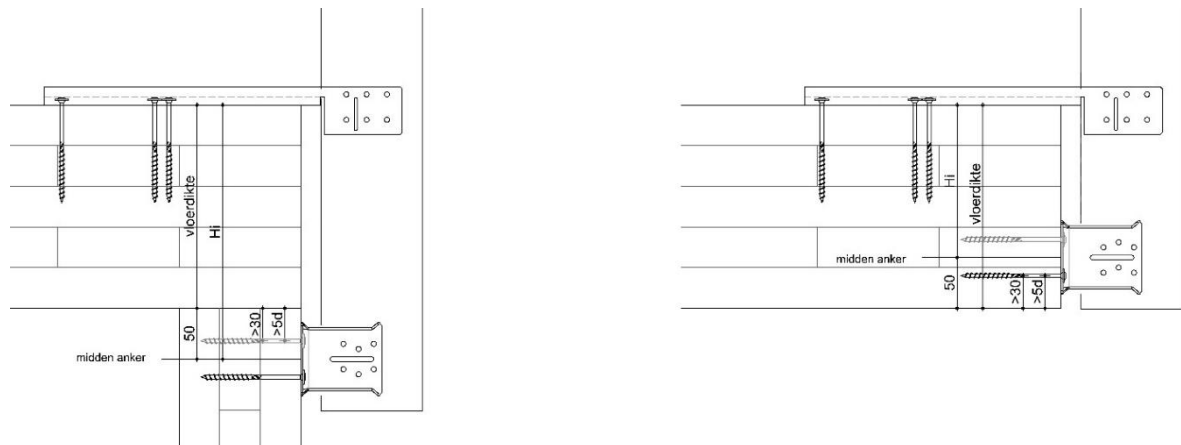
figuur 23 3D weergave van montagesysteem G.

tabel 14 Capaciteit verankering montagesysteem G.

balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,00 kN
80×80 mm	2 st. HILTI zelfborend S-MD 05Z	11,40 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	7,00 kN	
80×90 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 8,60 kN
80×100 mm	2 st. HILTI zelfborend S-MD 05Z	8,60 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	11,1 kN	
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×80 mm	4 st. HILTI zelfborend S-MD 05Z	9,60 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 6,14 kN
80×100 mm	4 st. HILTI zelfborend S-MD 05Z	9,60 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

7.9 Systeem H; op en aan massieve vloeren en wanden

Systeem H betreft een dakconstructie en wandconstructie voorzien van massieve houten wanden en vloeren, bijvoorbeeld CLT vloeren. De vloerankers worden met houtschroeven op de vloer gemonteerd en de wandankers worden aan de zijkant van de houten wanden gemonteerd met houtschroeven (figuur 24). In tabel 15 is de capaciteit van de verankering voor montagesysteem H gegeven.



figuur 24 Montagesysteem H.

tabel 15 Capaciteit verankering montagesysteem H.

balustermaat	onderdeel	R	maatgevend
80×70 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,00 kN
80×80 mm	3 stuks Fischer FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm	7,80 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	7,00 kN	
80×90 mm	Isoniq vloeranker	8,60 kN	R _{d,1} = 7,80 kN
80×100 mm	3 stuks Fischer FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm	7,80 kN	
80×110 mm	12 stuks Paslode connector screw	11,1 kN	
80×70 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 5,40 kN
80×80 mm	2x1 stuks Fischer FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm	5,4 kN	
	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	
80×90 mm	Isoniq wandankers 2 stuks	6,14 kN	R _{d,2} = 5,40 kN
80×100 mm	2x1 stuks Fischer FPF II WTP BC Ø6,0×100 mm	5,40 kN	
80×110 mm	8 stuks Paslode connector screw	6,28 kN	

8 Stijfheid van de dakstand XL elementen

8.1 Doorbuigingseis

De balusterconstructie moet een stijfheid hebben zodanig dat de doorbuiging $\delta_{\text{toelaatbaar}}$ door wind kleiner is dan of gelijk is aan $1/250$ van de uitkraging.

Bij vloeren die scheurgevoelige scheidingswanden dragen, de som van de vervorming w_2 en w_3 bij de frequente belastingscombinatie (uitdrukking 6.15b) volgens NEN-EN 1990 NB niet groter is dan $1/500$ deel van l_{rep} . De lengte l_{rep} is gelijk aan de overspanning of tweemaal de lengte van een uitkraging. Voor een uitkraging geldt daarom $2l_{\text{rep}}/500 = 1/250 l_{\text{rep}}$.

Voor vloeren en liggers, die scheidingswanden dragen, wordt aanbevolen de bijkomende doorbuiging te beperken tot ten hoogste 15 mm. Bij uitkragingen gelden de voorgaande overwegingen in nog sterkere mate, hiervoor wordt aanbevolen de doorbuiging te beperken tot ten hoogste 10 mm. Bij scheidingswanden van metselwerk die gevoelig zijn voor scheurvorming wordt aanbevolen strengere eisen te hanteren. Hiervoor wordt verwezen naar CUR-Aanbeveling 82 Beheersing van scheurvorming in metselwerk.

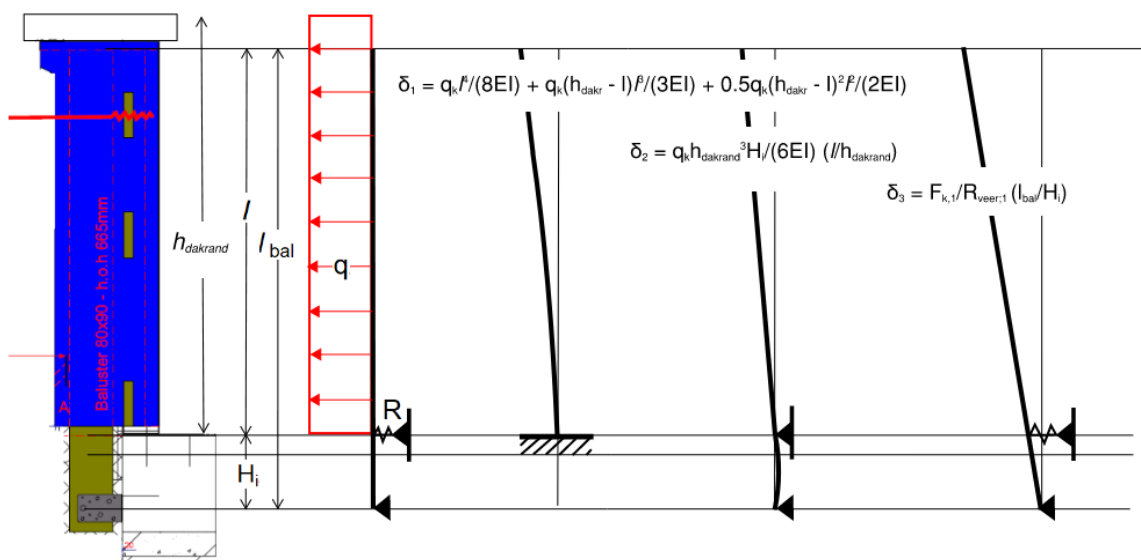
8.2 Doorbuigingsberekening

De doorbuiging van de houten balusters is een optelsom van (figuur 25):

- Doorbuiging balusters	$\delta_1 = q_k (l^4/(8EI) + (h_{\text{dakr}} - l)^3/(3EI) + 0,5(h_{\text{dakr}} - l)^2 l^2/(2EI))$
- Kwispeleffect	$\delta_2 = q_k (h_{\text{dakr}})^3 H_i/(6EI) (l/h_{\text{dakr}})$
- Veer bevestiging	$\delta_3 = F_{k,1}/R_{\text{veer},1} (l_{\text{bal}}/H_i)$
- $\delta_{\text{optredend}}$	$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3$
- $\delta_{\text{toelaatbaar}}$	$l_{\text{bal}} / 250$
- $\delta_{\text{optredend}} / \delta_{\text{toelaatbaar}}$	$\leq 1,0$

Waarin:

q_k	= karakteristieke waarde windlast
h_{dakr}	= hoogte windbelasting dakrand
l	= hoogte dakrand
H_i	= inwendige hefboomsarm
l_{bal}	= $l + H_i$
E	= E-modulus hout C24
I	= traagheidsmoment baluster
$F_{k,1}$	= belasting bovenste anker
$R_{\text{veer},1}$	= veerstijfheid van de verbinding



figuur 25 Mechanisch schema doorbuiging baluster.

8.3 Toelichting $R_{veer,1}$

De veerstijfheid $R_{veer,1}$ van de verbindingen zijn proefondervindelijk getest door Adviesbureau Hageman in samenwerking met de TU Eindhoven (zie bijlage 18). Voor de balusters 80×70/80 mm met bijbehorende schroefconfiguratie is met proeven een veerstijfheid vastgesteld op 11000 N/mm (tabel 16). Voor de balusters 80×90/100/110 mm met bijbehorende schroefconfiguratie is een veerstijfheid vastgesteld op 14500 N/mm.

Deze veerstijfheid wordt behaald door de volgende verbindingen tussen wandanker / vloeranker en baluster:

tabel 16 Veerstijfheden verbindingen.

baluster	vloeranker	wandanker	veerstijfheid
80×70/80 mm	2×4 = 8 schroeven	2×4 = 8 schroeven	11000 N/mm
80×90/100/110 mm	2×6 = 12 schroeven	2×4 = 8 schroeven	14500 N/mm

8.4 Toepassing veerstijfheid per montagesysteem

In het algemeen worden voor de balusters 80×70/80 mm een veerstijfheid van 11000 N/mm toegepast, en voor de balusters 80×90/100/110 een veerstijfheid 14500 N/mm. De in tabel 17 aangegeven veerstijfheid is leidend.

Bij montagesystemen C en F worden geen vloerankers toegepast maar alleen de wandankers, bij deze 2 montage systemen wordt een veerstijfheid aangehouden van 11000 N/mm.

tabel 17 Veerstijfheid per montagesysteem.

Systeem	bovenste	onderste	baluster	veerstijfheid
A	schilvloer	schilvloer	80x70/80	11000
			80x90/100/110	14500
B	kanaalplaatvloer	kanaalplaatvloer	80x70/80	11000
			80x90/100/110	14500
C	betonwand	betonwand	80x70/80	11000
			80x90/100/110	11000
D	kanaalplaatvloer	betonwand	80x70/80	11000
			80x90/100/110	14500
E	kanaalplaatvloer	kalkzandsteen	80x70/80	11000
			80x90/100/110	14500
F	staalprofiel	staalprofiel	80x70/80	11000
			80x90/100/110	11000
G	staalprofiel	staalprofiel	80x70/80	11000
			80x90/100/110	14500
H	hout	hout	80x70/80	11000
			80x90/100/110	14500

De vervorming optredend in de ondergrond in de vorm van kalkzandsteen, staalprofielen of hout, in de systemen E t/m H, zijn niet beproefd. De vervorming van de 'ondergrond' heeft ook invloed op de totale vervorming van de baluster. Deze extra vervormingen worden niet verwerkt in de berekening van de Dakstanden, zie bijlage 4.