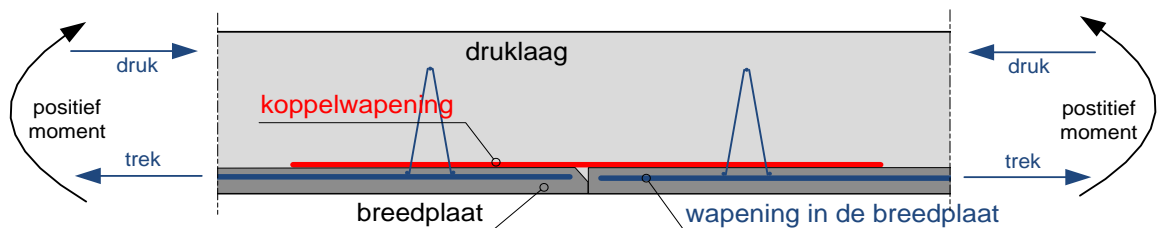


Stappenplan beoordeling bestaande gebouwen met breedplaatvloeren

1 Inleiding

Op 27 mei 2017 is een deel van de in aanbouw zijnde parkeergarage van Eindhoven Airport ingestort. Uit onderzoek naar de oorzaak van die instorting blijkt dat vloeren die zijn uitgevoerd met breedplaten in bepaalde gevallen onvoldoende veilig kunnen zijn. Verslagen van de diverse onderzoeken, waarin deze conclusie wordt onderbouwd, zijn opgenomen in [1], [2] en [3]. De vloer van de parkeergarage had ter plaatse van de naad tussen twee breedplaten, in het geval van een significant positief moment, onvoldoende weerstand om het effect van de belasting te kunnen weerstaan, zie het in figuur 1 geschetste kritische vloerdetail. De oorzaak van onvoldoende weerstand is mede het gevolg van het niet toetsen van de krachtoverdracht tussen de koppelwapening op de breedplaat en de wapening in de breedplaat. De weerstand hiertegen wordt mede bepaald door de eigenschappen van het aansluitvlak van de druklaag op de breedplaat. Deze krachtoverdracht is bij meer soortgelijke breedplaatvloeren niet getoetst. Uit deze bevindingen is de vraag ontstaan of de constructies van bestaande bouwwerken met breedplaatvloeren in een gelijksoortige toepassing bij een significant positief moment, eventueel in combinatie met een dwarskracht, wel voldoende veilig zijn. Daarnaast is het zo dat in Nederland breedplaatvloeren al jarenlang in soortgelijke toepassingen zijn gebruikt en dat daarbij, zover bekend, geen gelijksoortige constructieve problemen zijn opgetreden.



figuur 1 Kritisch vloerdetail over de aansluiting ter plaatse van de langsnaden van een breedplaatvloer met de effecten van een positief buigend moment

Voor het beoordelen van de constructieve veiligheid van bestaande constructies zijn in het Bouwbesluit eisen opgenomen, die verwijzen naar NEN 8700 'Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen'. Gelijk aan het ontwerpen van nieuwe constructies, is het uitgangspunt bij het beoordelen van bestaande constructies dat slechts een zeer kleine kans op bezwijken wordt toegestaan.

Als constructies worden versterkt, moet de constructie ten minste voldoen aan het veiligheidsniveau dat in NEN 8700 is beschreven voor de verbouwsituatie.

Om te kunnen bepalen of de constructies van bestaande breedplaatvloeren bij de specifieke toepassing voldoende veilig zijn, is door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties aan Adviesbureau Hageman opdracht verstrekt om te komen tot rekenregels voor het beoordelen van deze constructies. Meer specifiek betreft het bestaande breedplaatvloerconstructies waarbij in de richting haaks op de naden tussen twee breedplaten sprake is van een primaire krachtoverdracht die ter plaatse van de doorsnede bij de naad resulteert in een significant positief moment, eventueel in combinatie met een dwarskracht, en die geborgd wordt door koppelwapening die op de breedplaten is aangebracht, en die zijn krachten over moet dragen op in de breedplaten opgenomen wapening.

Een primaire krachtoverdracht is een krachtoverdracht die noodzakelijk is voor het bereiken van een evenwichtssituatie. Dit resulteert in een combinatie van moment en dwarskracht in de beschouwde doorsneden.

Voor het opstellen van rekenregels voor de beoordeling van de constructies was aanvullend onderzoek nodig. Dit onderzoek is gezamenlijk met TNO uitgevoerd. Omdat dit onderzoek relatief veel tijd zou vergen, zijn op relatief korte termijn na het bekend worden van de oorzaak van de schade in Eindhoven, in overleg met de Klankbordgroep breedplaatvloeren van het ministerie¹, een Informatiedocument met stappenplan [4] en een Toelichting op het informatiedocument [5] door het ministerie uitgebracht. Op basis van deze documenten kon door eigenaren en constructeurs een eerste risicobeoordeling worden uitgevoerd. Met het beschikbaar zijn van de rekenregels in dit document is het nut van het toepassen van het stappenplan dat in 2017 in [4] en [5] is beschreven, komen te vervallen.

De opgestelde rekenregels zijn het resultaat van onderzoek dat in [6] is beschreven. Dat rapport bevat een overzicht van beschikbare publicaties, een samenvatting van beschikbare experimenten en achtergronden van de opgestelde rekenregels. Ook beschrijft het rapport een stappenplan dat als leidraad kan worden gebruikt bij de beoordeling van breedplaatvloeren in bestaande bouwwerken. Dit stappenplan is hierna in hoofdstuk 2 overgenomen. In hoofdstuk 3 zijn enkele aanvullende constructieve aspecten toegelicht.

In hoofdstuk 4 is ingegaan op verschillen tussen het nieuwe stappenplan en het stappenplan 2017 dat in [4] is beschreven. Op basis van deze verschillen moet geconcludeerd worden dat vloeren die met het stappenplan 2017 reeds beoordeeld zijn en waarbij geconcludeerd is dat er vooralsnog geen maatregelen noodzakelijk zijn, er geen toename van de belasting mag zijn of dat urgent maatregelen getroffen moeten worden, nu alle nogmaals beoordeeld moeten worden.

Nadrukkelijk wordt gesteld dat de voorliggende rekenregels uitsluitend bedoeld zijn voor het beoordelen van bestaande constructies en niet geschikt zijn voor het ontwerpen van nieuwe constructies. Voor het ontwerpen van nieuwe constructies wordt verwezen naar de normen voor nieuwbouw, VARCE 12 (<https://www.cementonline.nl/varce-12-detailering-aansluitvlak>)

¹ In de klankbordgroep Breedplaatvloeren van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties zijn naast de onderzoekers van TNO en Hageman de volgende organisaties vertegenwoordigd: COBC, TU-Delft, Het Betonhuis, het Rijksvastgoedbedrijf, VNconstructeurs en Bouwend Nederland

[breedplaatvloeren](#)) en aanvullende regels die ten tijde van het opstellen van deze notitie nog in ontwikkeling zijn.

2 Stappenplan, bepalingmethoden en rekenregels

Op basis van het beschouwen van de ontwikkeling in de tijd van het toepassen van breedplaatvloeren als een constructie met in twee richtingen een primaire krachtsafdracht, het toepassen van 'moderne' betonmengsels, het achterwege laten van het opruwen van de breedplaatvloeren en het gebouwtype waarin deze constructies worden toegepast, wordt met name geadviseerd bestaande breedplaatvloerconstructies in utiliteitsgebouwen die zijn opgeleverd na 1999 te beoordelen. Voorbeelden van utiliteitsgebouwen zijn kantoren, ziekenhuizen, schoolgebouwen en parkeergarages.

Gelijk aan de aanpak bij de eerste risico beoordeling eind 2017 wordt ook nu een stappenplan geïntroduceerd. Dit stappenplan is geschetst in figuur 3. Het stappenplan is een leidraad voor een gestructureerde manier om de beoordeling van bestaande breedplaatvloerconstructies volgens de aanbeveling uit te voeren. Het toetsen van deze constructies volgens een andere procedure, maar met in achtname van de bepalingmethoden en rekenregels beschreven in respectievelijk stap 5 en stap 6, is zeker toegestaan.

De opzet van het stappenplan is zo dat de inspanning die benodigd is om relevante informatie te verzamelen gefaseerd is en dat tussen de verschillende fasen beoordelingspunten zijn ingevoegd om na te gaan of een vervolg van het onderzoek noodzakelijk is. Tot en met de eerste toets kunnen de werkzaamheden worden uitgevoerd door een bouwtechnisch adviseur. Bij het verder doorlopen van het stappenplan is het noodzakelijk dat een constructeur wordt ingeschakeld.

Hierna wordt een toelichting gegeven bij het stappenplan.

Stap 1 - Verzamelen van eerste informatie

Om inzicht te krijgen in de constructieve opzet, het type vloer dat is toegepast en te kunnen beoordelen of in de vloer het kritische vloerdetail aanwezig kan zijn, moet eerst relevante informatie worden verzameld.

De meeste relevante informatie zal zijn opgenomen op tekeningen van de vloerconstructie. Informatie over de constructieve opzet, het bouwjaar van het gebouw en over het eventueel aanwezig zijn van breedplaatvloeren in het gebouw kan worden ontleend aan de tekeningen van de constructie die door de constructeur zijn vervaardigd. Het verdient aanbeveling om de conclusies op basis van de tekeningen te verifiëren middels een observatie in het gebouw. Het is namelijk mogelijk dat in een late fase van het ontwerp alsnog gekozen is voor een ander vloersysteem dan bijvoorbeeld op de besteks- of DO-tekeningen is getekend.

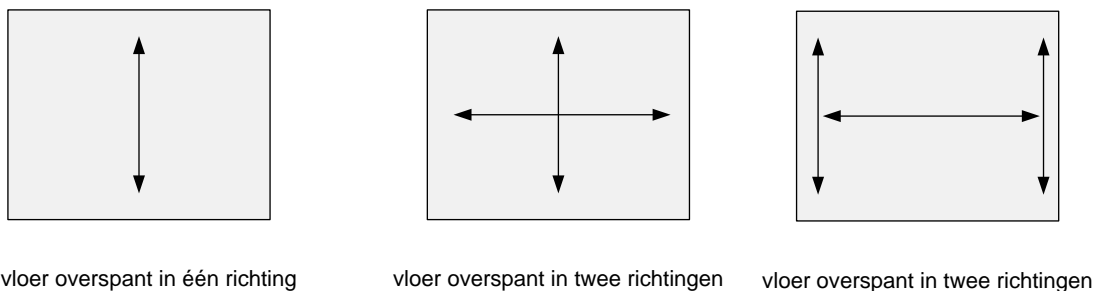
Als de tekeningen niet in het bezit zijn van de eigenaar van het gebouw, kunnen zij mogelijk worden gevonden in het archief van de gemeentelijke dienst van Bouw- en Woningtoezicht, bij de aannemer of de constructeur.

Of breedplaatvloeren zijn toegepast en de wijze waarop, kan ook worden bepaald door een observatie in het gebouw uit te voeren. Bij het gebruik van breedplaatvloeren zijn aan de onderzijde van de vloer vaak naden zichtbaar met een hart-op-hart-afstand van 2,4 meter of meer. Bij een hart-op-

hart-afstand tussen de naden van 1,2 meter is er in het algemeen sprake van een kanaalplaatvloer. Als de onderzijde van de constructieve vloer duidelijk zichtbaar is (de vloer aan de onderzijde dus niet is voorzien van stucwerk of een andere afwerking) en er geen naden zichtbaar zijn, dan is de vloer geheel ter plaatse gestort.

Het kritische vloerdetail komt voor daar waar in breedplaatvloeren ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten sprake is van een primaire krachtsoverdracht. Dit kan het geval zijn bij breedplaatvloeren die in twee richtingen de belasting afdragen of bij vloeren die in één richting dragen en waarbij de overspanning groter is dan de lengte van de toegepaste breedplaat zodat er aan het kopse einde van de breedplaat krachten in de breedplaatvloer overgedragen moeten worden.

Of er sprake is van vloerconstructies die door de constructeur zijn beoogd in twee richtingen af te dragen kan worden ontleend aan op constructietekeningen van de vloeren aangegeven overspanningsrichtingen, zie figuur 2. Bij twijfel over dit aspect wordt geadviseerd advies in te winnen bij een constructeur.



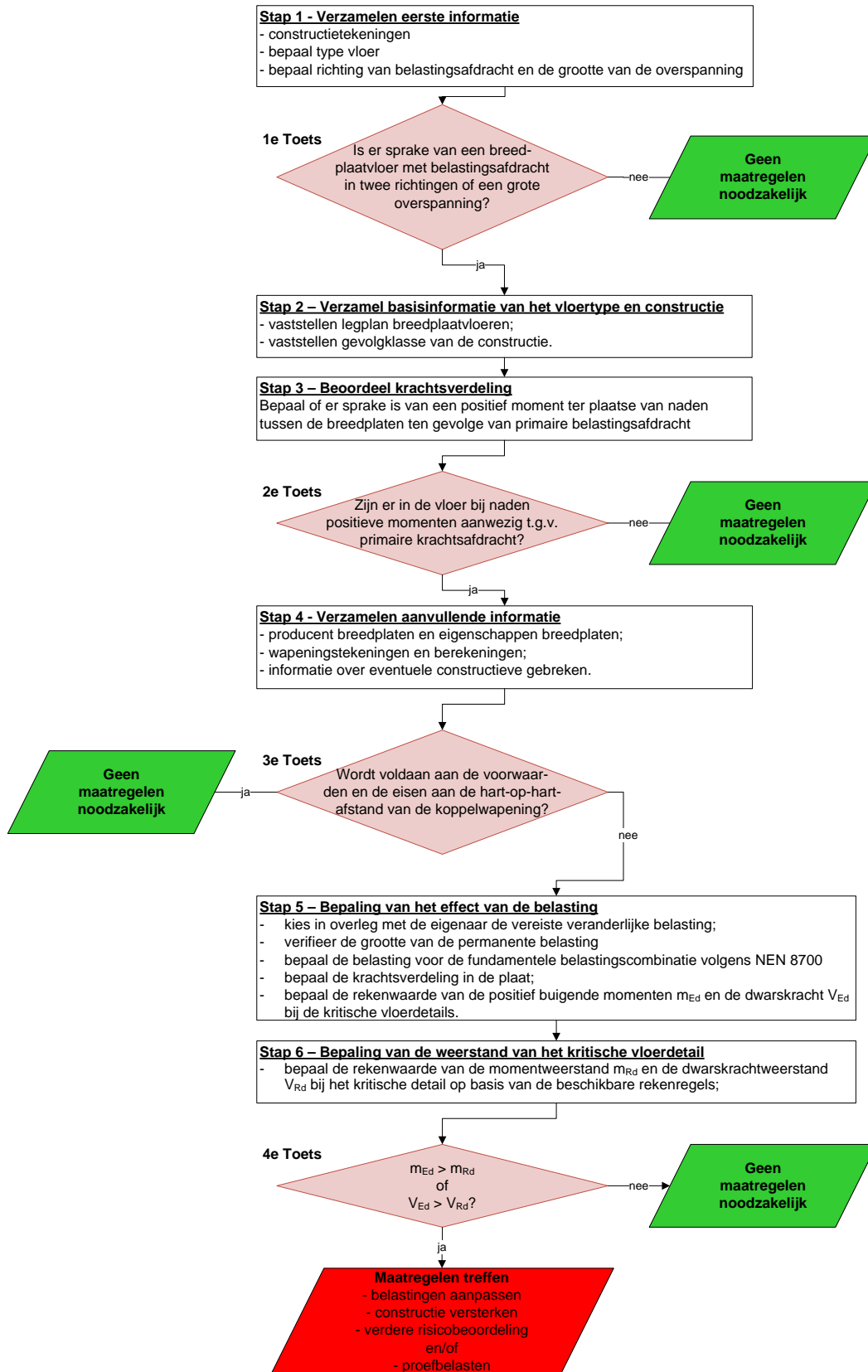
figuur 2 Indicatie van overspanningsrichting van een vloer op constructietekening

Verwacht mag worden dat bij breedplaatvloeren die in één richting overspannen en waarbij de overspanning korter is dan 10 meter, de toegepaste breedplaten voldoende lang zijn. Bij deze vloeren zal geen naad aanwezig zijn waarover een primaire krachtsafdracht plaatsvindt.

1e Toets

De eerste toets is bedoeld om na te gaan of de beschouwde vloer een breedplaatvloer betreft waarin ter plaatse van de naden tussen de breedplaten een primaire krachtsafdracht aanwezig kan zijn. Dit kan het geval zijn bij breedplaatvloeren die zijn ontworpen is om in twee richtingen af te dragen of waarbij de overspanning groter is dan 10 meter.

Deze toets wordt gebruikt om vloeren van een ander type en breedplaatvloeren waarbij evident geen sprake is van een belastingsafdracht ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten uit te sluiten



figuur 3 Stappenplan voor het onderzoek naar constructieve veiligheid van breedplaatvloeren

Stap 2 - Verzamelen van basisinformatie van de breedplaatvloer en de constructie

Nadat duidelijk is dat de vloer ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten mogelijk krachten moet overdragen, moet dit meer gedetailleerd worden beschouwd. Hierbij moet worden nagegaan of de beschouwde primaire krachtsafdracht leidt tot positieve momenten ter plaatse van naden tussen twee breedplaten.

Met de primaire krachtsafdracht wordt bedoeld dat de grootte van de momentensom in de beschouwde richting niet kan worden verkleind door een herverdeling van de belastingsafdracht zodat de momentensom in de andere richting zal toenemen. Het kunnen weerstaan van de momentensom in de beschouwde richting is dus van essentieel belang voor het kunnen verkrijgen van een evenwichtssituatie.

Om te kunnen nagaan of er bij de naden sprake is van positieve momenten is het noodzakelijk dat de locaties van de naden tussen de breedplaten bekend zijn. Deze locaties kunnen worden afgeleid uit het zogenaamde legplan. Dit is een tekening van de plattegrond van de vloer waarop de indeling van de breedplaten is weergegeven. Als deze tekening niet beschikbaar is, kan het legplan worden bepaald door het uitvoeren van een observatie ter plaatse.

Bij het beoordelen van constructies wordt onderscheid gemaakt tussen constructies waarbij het bezwijken relatief geringe gevolgen heeft en constructies waarbij het bezwijken grote gevolgen heeft. Voor dit onderscheid worden constructies ingedeeld in gevolgklassen, CC1, CC2 en CC3. Deze indeling dient te worden gedaan op basis van de aanwijzingen in bijlage A van NEN 8700. Bij het toenemen van het nummer neemt nemen de gevolgen van het bezwijken van de constructie toe.

Het is toegestaan om bij constructies die moeten zijn ingedeeld in een hoge gevolgklasse, bij het beschouwen van een enkel constructie-element, wanneer de gevolgen bij het bezwijken van dit element beperkt zijn, het betreffende element in een lagere gevolgklasse in te delen. Dit is bijvoorbeeld gangbaar bij het toetsen van gevelementen die geen verticale belasting dragen. Voor de hier beschouwde breedplaatvloeren wordt een verlaging van de gevolgklasse niet aanbevolen. Dit omdat het mogelijk is dat na het bezwijken van een enkele vloer, ten gevolge van de impact van deze vloer op de onderliggende vloer, de onderliggende vloer niet acceptabele schade oploopt.

Gebouwen die zijn vergund voor april 2012 zijn ontworpen op basis van een andere veiligheidsbeoordeling dan die nu, bij het ontwerp volgens NEN-EN 1990 of beoordeling volgens NEN 8700 wordt gebruikt. Constructies ontworpen volgens de TGB 1990 (NEN 6702) zijn wel ingedeeld in veiligheidsklassen, de indeling hiervan wijkt echter af van de indeling die nu in NEN 8700 wordt gebruikt. In dat kader wordt er op gewezen dat constructies die ontworpen zijn voor veiligheidsklasse 3 van NEN 6702 ingedeeld kunnen worden in CC2 of CC3. In het laatste geval is de marge tussen de tijdens het ontwerp aan gehouden rekenwaarde van de belastingen en de nu, bij de beoordeling aan te houden rekenwaarde van de belastingen beperkt.

Stap 3 – Beoordeel krachtsverdeling

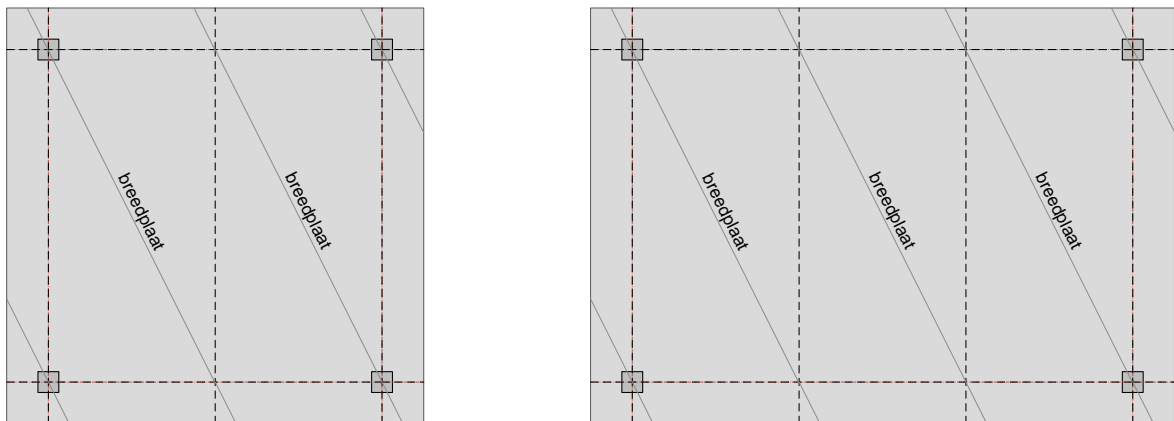
Nagegaan moet worden of er in de breedplaatvloeren, ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten sprake is van een positief moment dat veroorzaakt wordt door de primaire krachtsafdracht.

In het geval de afzonderlijke breedplaten aan beide uiteinden direct dragen op dragende wanden of betonnen liggers zal geen sprake zijn van positieve momenten ter plaatse van langsnaden ten

gevolge van de primaire krachtsafdracht. In alle andere gevallen, bijvoorbeeld wanneer de breedplaten afdragen op kolommen, eventueel via verstijfde vloerstroken of stalen liggers, moet een constructeur bepalen of er sprake is van positieve momenten ter plaatse van naden.

Voorbeelden van breedplaatvloeren waarbij een positief moment, in het algemeen in combinatie met een dwarskracht, bij een naad tussen twee breedplaten kan optreden, zijn:

- Puntvormig ondersteunde vloeren waarbij sprake is van een primaire krachtsafdracht in twee richtingen (figuur 4);
- Lijnvormig ondersteunde vloeren met een naad tussen twee breedplaten die evenwijdig aan de lijnvormige ondersteuning loopt;
- Speciale situaties, bijvoorbeeld in de buurt van een grote sparring in de vloer.



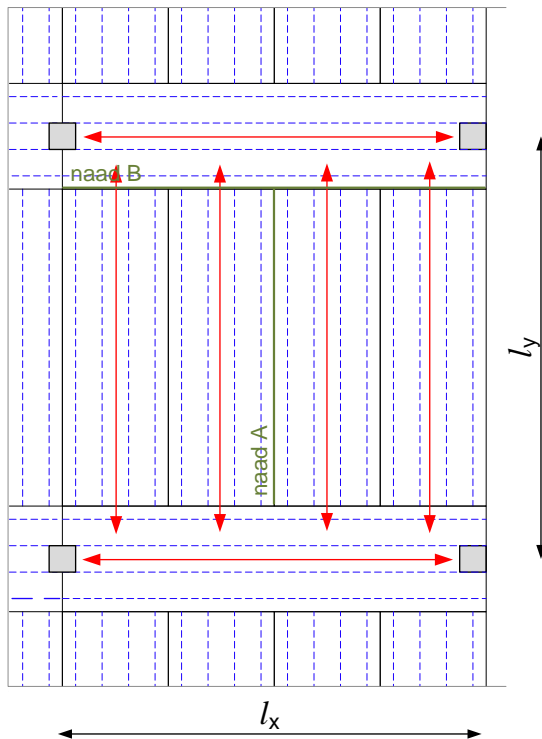
figuur 4 Puntvormig ondersteunde vloeren waarbij een significant positief moment bij een plaatnaad kan optreden. De stippellijnen geven de naden weer tussen de afzonderlijke breedplaten.

Bepalend of er sprake is van een kritisch detail is vervolgens de situatie waarbij de momentweerstand ter plaatse van de naad tussen de breedplaatvloeren wordt ontleend aan koppelwapening die op de breedplaten is aangebracht en die vervolgens zijn kracht afdraagt aan in de breedplaat opgenomen wapening. Dit is vaak het geval bij relatief korte koppelwapening.

Van een kritisch vloerdetail is bijvoorbeeld geen sprake in situaties bij een trapgat waarbij de op de breedplaat aangebrachte wapening op zichzelf voldoende weerstand geeft en niet hoeft te zijn 'gelast' aan wapening in de breedplaat en situaties waarbij in een breedplaatvloer een verzwaarde strook wordt gecreëerd doordat op de breedplaten een strook met doorgaande wapeningsstaven is aangebracht.

Tot slot wordt gewezen op het volgende. Op basis van de normen verdient het de voorkeur om de krachtsverdeling in een vloer te bepalen conform de lineaire-elasticiteitstheorie. Er zijn echter vloeren ontworpen op basis van een evenwichtssysteem volgens het kinderbint-moerbint principe, zie figuur 5. De breedplaatvloer wordt daarbij gezien als een verzameling balken die de belasting maar in één richting – evenwijdig aan de langsnaden van de breedplaten - afdragen. Deze benadering komt regelmatig voor bij strokenvloeren. Dit zijn vloeren waarbij in één richting een vloerstrook, die over de kolommen doorloopt, dikker is uitgevoerd dan de overige delen van de vloer. In figuur 5 is dit bijvoorbeeld de strook die in de richting van l_x overspant. Als de krachtsverdeling op deze

wijze is bepaald, dan vindt er tussen de langsnaden van de breedplaten die in de richting van l_y overspannen, naad A, geen primaire krachtsoverdracht plaats. Bij naad B, de naad tussen het kopse einde van de breedplaten en de langsnaad van de strook, is wel sprake van een primaire krachtoverdracht. Daar moet de weerstand tegen zowel het moment en als de dwarskracht worden getoetst. De grootte van het positieve moment bij naad B zal vaak beperkt zijn. Dit laatste hoeft niet het geval te zijn bij eindvelden, daar kan het moment bij naad B van een significante grootte zijn. Aanvullend wordt opgemerkt dat de overige wapening in de breedplaatvloer voldoende moet zijn zodat de uit deze schematisering volgende momenten en dwarskrachten door de constructie kunnen worden weerstaan.



figuur 5 Breedplaatvloer met krachtsverdeling op basis van kinderbint-moerbint principe

2e Toets

De tweede toets is bedoeld om meer precies na te gaan of het kritische vloerdetail, zoals beschreven in dit rapport, in de beschouwde vloerconstructie aanwezig is. De definitie voor een dergelijke constructie is beschreven in hoofdstuk 1 van dit rapport: ‘Een bestaande breedplaatvloerconstructie waarbij in de richting haaks op de voegen tussen twee breedplaten sprake is van een primaire krachtoverdracht, die geborgd wordt door koppelwapening die op de breedplaten is aangebracht en die zijn krachten over moet dragen op in de breedplaten opgenomen wapening’.

Stap 4 – Verzamelen van aanvullende informatie

Als er sprake is van een vloer met het kritische detail dan is het noodzakelijk om meer informatie te verzamelen. Dit kan via de constructeur van het beschouwde werk, de producent van de toegepaste breedplaatvloeren en/of de aannemer. Een deel van de informatie van diverse producenten is vindbaar via: <https://betonhuis.nl/constructief-prefab/breedplaat-zelfverdichtend-beton>

Bronnen voor aanvullende informatie zijn bijvoorbeeld de wapeningstekeningen, de berekening van de constructie, specifieke informatie over de breedplaten zoals of de bovenzijde van de breedplaten is bewerkt, de sterkte van het beton, de toegepaste betonsoort en of de breedplaten gewapend zijn met betonstaal of dat ze voorgespannen zijn. Let op, deze zaken kunnen in de praktijk anders zijn dan in de berekening is aangehouden of op tekeningen is weergegeven. De betonsterkte van de breedplaten is bijvoorbeeld regelmatig hoger dan in de berekening is aangehouden om de productie van de breedplaten te vereenvoudigen.

Bij de aannemer kan mogelijk informatie worden verkregen over het uitvoeringsproces en of zich daarbij afwijkende situaties of omstandigheden hebben voorgedaan. Relevante informatie is bijvoorbeeld de wijze waarop de verschillende vloeren tijdelijke zijn ondersteund tijdens de uitvoering en of er sprake is geweest van exceptionele weercondities.

Tot slot moet ook bij de eigenaar worden nagegaan of en hoe er eventuele aanpassingen van de constructie, verbouwingen, wijzigingen van functie hebben plaatsgevonden.

Aanbevolen wordt de beschikbaar gekomen informatie van de breedplaatvloeren zodanig te archiveren, dat dit in de toekomst weer eenvoudig beschikbaar kan zijn. Zo blijft ook in de toekomst duidelijk hoe met het onderhavige probleem is omgegaan en tot welke consequenties dit eventueel heeft geleid.

Er wordt dringend geadviseerd om bij constructies middels een observatie ter plaatse de juistheid van de ontvangen informatie nader te beoordelen. Hierbij kan tevens worden gekeken of het feitelijke gebruik van de constructie overeenkomt met de uitgangspunten die in de berekening van de constructie zijn gehanteerd en of er eventueel sprake is van overmatige delaminatie, grote vervormingen of niet verklaarbare scheurvorming. Ook kan daarbij worden nagegaan of er verschillende gegevens van dezelfde constructie beschikbaar zijn en welke dan de juiste zijn.

Het verdient ook aanbeveling om de aanwezige permanente belasting, veroorzaakt door het eigen gewicht van de constructie, de afwerking van de vloer, het plafond, aanwezige installaties en eventuele scheidingswanden te verifiëren. Scheidingswanden die in het reguliere gebruik van de constructie niet verplaatst kunnen worden, moeten beschouwd worden als permanente last. Scheidingswanden die tijdens het reguliere gebruik wel verplaats kunnen worden, moeten zijn beschouwd als een veranderlijke last.

Er is sprake van overmatige delaminatie als de gemiddelde breedte van het gedelamineerde oppervlak, gemeten in de richting loodrecht op de naad, bij een breedplaat meer bedraagt dan 10 centimeter.

3e Toets

Bij de derde toets wordt nagegaan of op basis van relatief eenvoudige criteria kan worden geconcludeerd dat het risico bij de beschouwde constructie voldoende klein is, zodat geen maatregelen noodzakelijk zijn. Dit is mogelijk als voldaan wordt aan de volgende vier voorwaarden:

- de vloer is een statisch onbepaalde vloerconstructie;
- de constructie is ingedeeld in CC1 of CC2;

- de breedplaten in de vloerconstructie zijn niet voorgespannen;
- de breedplaten en koppelwapening in de vloerconstructie zijn overeenkomstig de normen geproduceerd en aangebracht.

Als niet aan al deze vier voorwaarden wordt voldaan, mag een toets op de hoeveelheid koppelwapening alleen, niet leiden tot een conclusie dat geen maatregelen noodzakelijk zijn, en dienen de onderzoekwerkzaamheden te worden voortgezet met stap 5.

De voorwaarde dat de constructie statisch onbepaald moet zijn, komt voort uit het voorkomen van een bros bezwijken zonder enige vorm van waarschuwing. Bij een statisch onbepaalde constructie zal, mits ook ter plaatse van de negatieve momenten met de invloeden van het in twee richtingen dragen bij de dimensionering en detaillering voldoende rekening is gehouden, ten minste enige waarschuwing plaatsvinden. Het verdient dan ook aanbeveling het ontwerp te beoordelen op de wijze waarop de weerstand tegen negatieve momenten is verzorgd.

Bij het gebruik van voorgespannen breedplaten is het aanbrengen van tralieliggers over de gehele lengte van de plaat niet voorgeschreven. Ook bij dit type platen moeten daarom de onderzoekwerkzaamheden, als er sprake is van primaire krachtsafdracht over de naden waarbij tralieliggers ontbreken, worden voortgezet.

Als de gewapende breedplaten en de koppelwapening overeenkomstig de normen zijn geproduceerd en aangebracht, dan voldoet de lengte van de koppelstaven die over de naad zijn aangebracht aan:

- $\varnothing 8 \geq 1000 \text{ mm}$
- $\varnothing 10 \geq 1150 \text{ mm}$

en is in de breedplaat op maximaal een afstand van 400 mm van de langsnaad een tralieligger aanwezig. Bij kopnaden is de afstand tussen het einde van de plaat en het begin van de tralieligger beperkt tot 250 mm.

Als aan de vier voorwaarden wordt voldaan, mag van een verdere toets worden afgezien als de hart-op-hart-afstand tussen de koppelstaven groter is dan of gelijk is aan de in tabel 1 gegeven waarden.

tabel 1 Ondergrenswaarden voor hart-op-hart-afstand $\varnothing 8$ en $\varnothing 10$ koppelwapening

		massieve vloer		vloer met gewichtsbesparende elementen	
		$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$
grenswaarde hart-op-hart-afstand koppelwapeningsstaven		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Traditioneel beton	Glad	130	170	135	185
	Ruw	95	115	100	130
ZVB	Glad	140	185	150	200
	Ruw	105	130	110	140

Stap 5 – Bepaling van het effect van de belasting

Als de belastingen bekend zijn, moet de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700 worden bepaald. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de partiële factoren bij afkeuren. De veranderlijke belasting kan beperkt verder worden gereduceerd als rekening wordt gehouden met de voorgeschreven minimale referentieperiode, gelijk aan 1 jaar voor constructies in CC1a en 15 jaar in de andere gevallen, en de combinatiefactor ψ_0 die voor de betreffende veranderlijke belasting is voorgeschreven in bijlage A van NEN 8700. De grootte van de reductie kan bepaald worden volgens A.1.1(2) van de NB bij NEN-EN 1990. Voor een kantoorfunctie ($\psi_0 = 0,5$) is deze reductiefactor 0,93.

De krachtsverdeling kan worden bepaald op basis van de lineaire elasticiteitstheorie. De bepalingmethode van eindige elementenprogramma's is in het algemeen gebaseerd op deze theorie. Ook kan gebruik gemaakt worden van tabellen. Ook deze zijn in het algemeen gebaseerd op de lineaire elasticiteitstheorie. Bij het bepalen van de krachtsverdeling dienen de aansluitingen van de vloer met andere constructieve elementen middels de juiste randvoorwaarden voor het beschouwde model te zijn beschouwd. Een voorbeeld van tabellen die kunnen worden gebruikt zijn de tabellen 19 tot en met tabel 26 in NEN 6720 (VBC 1995).

Herverdeling van de krachtsverdeling waarbij de grootte van de positieve momenten wordt beperkt door de steunpuntmomenten hoger aan te nemen dan uit een lineaire berekening volgt, is niet toegestaan. De reden hiervoor is dat de vervormingscapaciteit van het kritische detail beperkt kan zijn. Analyses waarbij een bepaalde mate van deze herverdeling wordt toegepast, kunnen daarom leiden tot een niet reële krachtsverdeling in de beschouwde vloer.

Een uitzonderlijke situatie waarbij gebruik kan worden gemaakt van enige herverdeling van momenten in dwarsrichting, is beschreven in paragraaf 8.3.5 van het achtergrondrapport [6]. Daar wordt door de specifieke indeling van de breedplaten de toename van de kromming in het kritische detail ter plaatse van een langsnaad, beperkt door de aanwezige doorgaande breedplaten in de andere richting.

Als alternatief is het bepalen van een krachtsverdeling op basis van een kinderbint-moerbint principe toegestaan, als daarbij op een correcte wijze rekening is gehouden met de invloed van de randvoorwaarden voor het betreffende vloerveld.

Voor het bepalen van de maatgevende momenten ter plaatse van de naden tussen de breedplaten moet rekening zijn gehouden met het voorgeschreven verschuiven van de momentenlijn om het effect van een eventuele dwarskracht in rekening te brengen. De resultaten van eindige elementenprogramma's mogen worden gemiddeld over de breedte van de middenstroken en de breedte van kolomstroken. Voor de definitie van midden- en kolomstroken wordt verwezen naar artikel 7.1.5.2 van NEN 6720.

Stap 6 – Bepaling van de weerstand van het kritische vloerdetail

De rekenwaarde van de momentweerstand van een breedplaatvloer ter plaatse van de langsnaad tussen twee breedplaten in het geval van positieve buiging moet bepaald worden volgens de uitgangspunten van artikel 6.1 van NEN-EN 1992-1-1 waarbij de grootte van de trekkracht in de koppelwapening wordt begrenst door:

- I. de rekenwaarde van de vloeigrens: $f_{yd} A_{s,kop}$
- II. de rekenwaarde van de capaciteit van het aansluitvlak om de trekkracht in de koppelwapening over te dragen aan de wapening in de breedplaat, hiervoor mag de grootste waarde van de volgende twee modellen worden gehanteerd:
 - a. een model dat de schuifsterkte van het aansluitvlak beschrijft;
 - b. een model dat de uittrekweerstand van de aanwezige tralieliggers beschrijft.

De beschreven rekenmethoden zijn uitsluitend toepasbaar in het geval er het aansluitvlak doorkruisende wapening aanwezig is op een positie van ten minste 100 mm voor het einde van de koppelwapening en de diepte van de onderzijde van de eventuele tralieligger in de breedplaat ten minste gelijk is aan 15 mm.

ad a) De maximale trekkracht in de koppelwapening gebaseerd op de schuifsterkte van het aansluitvlak volgt uit:

$$F_{R,kop,a,d} = v_{Rd,i} A_{eff}$$

waarin:

$F_{R,kop,a,d}$ is de maximale trekkracht in de koppelwapening gebaseerd op de schuifsterkte van het aansluitvlak per breedte b ;

$$v_{Rd,i} = k_1 \left[c_{v1} \frac{\sqrt{f_{ck}}}{\gamma_C} + \rho f_{yd} \mu_v \sin \alpha \right]$$

is de schuifsterkte van het effectieve aansluitvlak in MPa

$$A_{eff} = b l_{eff}$$

bij aanwezigheid van gewichtsbesparende elementen moet het deel van het oppervlak dat hierdoor niet effectief kan zijn, op A_{eff} in mindering zijn gebracht;

$$k_1 = 1,1 \quad \text{voor zelfverdichtend beton}$$

$$= 1,2 \quad \text{voor traditioneel beton;}$$

c_{v1} is een factor afhankelijk van het wel of niet bewerkt zijn van het oppervlak van de breedplaat, volgens tabel 2;

f_{ck} is de kleinste waarde van de karakteristieke betondruksterkte van de breedplaat en de druklaag, in MPa;

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\rho = A_s / A_{eff}$$

A_s is het oppervlak van de doorsnede van de aansluitvlak doorkruisende wapening;

f_{yd} is de rekenwaarde van de vloeigrens van de aansluitvlak doorkruisende wapening, in MPa

μ_v is een factor afhankelijk van de ruwheid, volgens tabel 2;

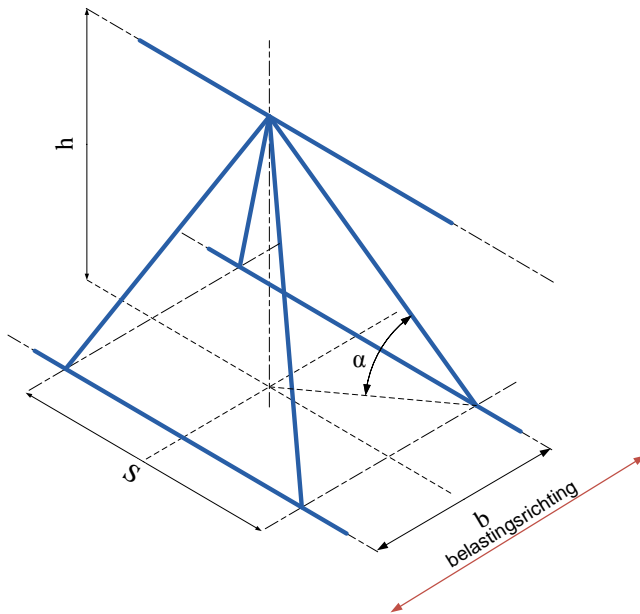
α is de kleinste hoek tussen de beschouwde aansluitvlak doorkruisende wapening en het vlak van het aansluitvlak, figuur 6,
 $\geq 45^\circ$
 $\leq 135^\circ$

b is de breedte van de beschouwde doorsnede;

l_{eff} is de grootste lengte van de aanwezige koppelwapening vanaf het hart van de eerste tralieligger of andere aansluitvlak doorkruisende wapening, gezien vanaf de naad, zie figuur 8.

tabel 2 Coëfficiënten voor de oppervlakte

Oppervlakte ruwheid	c_{v1}	μ_v
ruw (bewerkt)	0,15	0,7
glad (niet bewerkt)	0,075	0,6



figuur 6 Hoek α bij een tralieligger

ad b) De maximale trekkracht in de koppelwapening gebaseerd op het uittrekken van de tralieligger volgt uit:

$$F_{R,kop,b,d} = 2 f_{ctd,breedplaat} \text{diepte}^{1,5} k_2 k_3$$

waarin:

$F_{R,kop,b,d}$ is de maximale trekkracht in de koppelwapening gebaseerd op het uittrekken van de tralieligger, in kN/m;

$f_{ctd,breedplaat}$ is de rekenwaarde van de treksterkte van het beton van de breedplaat, in MPa;

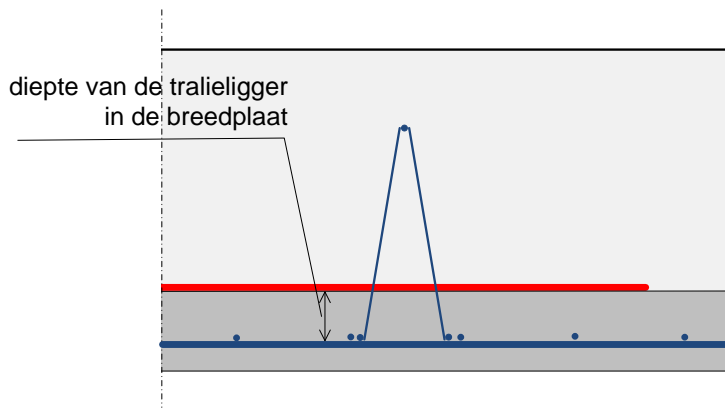
diepte is de diepte van de onderzijde van de tralieligger in de breedplaat in mm, zie figuur 7;

$$k_2 = \frac{l_{eff}}{600} \leq 1,0$$

$$k_3 = \frac{56 - \emptyset_{koppel}}{40} \geq 0,9 \text{ en } \leq 1,1$$

l_{eff} is de grootste lengte van de aanwezige koppelwapening vanaf het hart van de eerste tralieligger of andere aansluitvlak doorkruisende wapening, in mm, zie figuur 8;

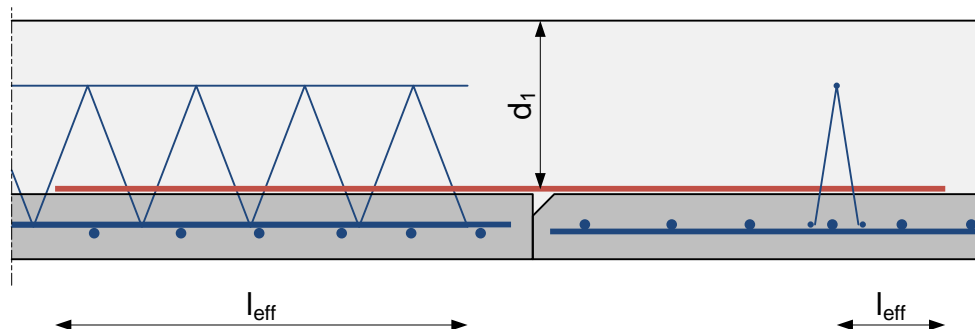
\emptyset_{koppel} is de diameter van de koppelwapening die bepalend is voor l_{eff} , in mm.



figuur 7 Diepte van de tralieligger

De diepte van de tralieligger mag zijn bepaald uit de dikte de breedplaat minus de som van de toegepaste dekking aan de onderzijde van de breedplaat en de dikte van de wapening in de breedplaat waarop de tralieliggers zijn geplaatst.

In het geval de naad van de breedplaat zich aan de kopse zijde van de breedplaat bevindt, moet de verankering van de koppelwapening daar worden getoetst zoals beschreven in paragraaf 3.3 van dit rapport. Daarbij is aangegeven dat aangenomen moet worden dat het deel van het aansluitvlak dat een bijdrage levert aan de betonweerstand wordt gevormd door de breedte van de plaat en de afstand tussen het begin van de tralieliggers en het einde van de koppelstaven, zie figuur 8.



figuur 8 Effectief oppervlak bij een aansluiting bij de kopse zijde van de breedplaat

De rekenwaarde van de dwarskrachtweerstand van een breedplaatvloer ter plaatse van een naad tussen twee breedplaten moet worden getoetst volgens NEN-EN 1992-1-1, artikel 6.2.2. of 6.2.3, uitgaande van de geometrie ter plaatse van de naad. De effectieve hoogte van de doorsnede moet daarbij dus betrokken zijn op de koppelwapening die in de druklaag is aangebracht, zie d_1 in figuur 8, en de eigenschappen van het beton zijn de eigenschappen van het beton dat in de druklaag is toegepast. Aanvullend wordt opgemerkt dat voor het toetsen van de dwarskrachtcapaciteit van breedplaatvloeren ter plaatse van de naad tussen twee breedplaten in CUR-Aanbeveling 99 Strokvloeren aanvullende rekenregels zijn opgenomen. Zie verder ook paragraaf 3.2 van deze notitie.

4e Toets

Bij deze toets wordt voor alle te beschouwen locaties nagegaan of de rekenwaarde van het effect van de belasting, uitgedrukt in een moment m_{Ed} en een dwarskracht V_{Ed} kleiner is dan of gelijk is aan de rekenwaarde van de weerstand van de doorsneden, uitgedrukt in m_{Rd} en V_{Rd} .

Als hieraan wordt voldaan, zijn geen maatregelen noodzakelijk. De constructie voldoet aan de eisen van NEN 8700 voor bestaande bouw.

Maatregelen treffen

Indien niet aan de vierde toets wordt voldaan, dienen maatregelen te worden genomen. Deze maatregelen kunnen bestaan uit:

- het aanpassen van de belastingen of
- het versterken van de constructie

De urgentie van de maatregelen moet worden vastgesteld door de constructeur en met de eigenaar worden besproken. De urgentie is afhankelijk van de mate waarin de constructie niet aan de geldende eisen voldoet. Bij het bepalen van de urgentie kan ook rekening worden met de mate van delaminatie die tijdens observaties is aangetroffen en de kans dat nog uit te voeren onderzoek naar de capaciteit van het kritische vloerdetail bij koppelstaven met kleine diameters en korte lengten tot gunstigere inzichten zal leiden.

Het aanpassen van de belasting is mogelijk als de ontwerpwaarde van de belasting hoger is dan het niveau dat in NEN 8701 is voorgeschreven voor de betreffende functie. Wel dient dan duidelijk zijn vastgelegd dat de toelaatbare belasting tot een lagere waarde dan de ontwerpwaarde is gereduceerd. Het verlagen tot een belastingsniveau lager dan in NEN 8701 is beschreven, is uitsluitend toegestaan als dat gepaard gaat met beheersmaatregelen. Met die combinatie kan ook dan aan de eisen van het Bouwbesluit zijn voldaan.

Eventueel kan in combinatie met een tijdelijk verlagen van de belasting als alternatief een risico-analyse worden uitgewerkt waarbij overeenkomstig hoofdstuk 8 van het achtergrondrapport [6] wordt nagegaan hoe de constructie zich gedraagt bij het falen van het kritische detail en in welke mate er nog een tweede mogelijkheid is van belastingsafdracht. Het doel van deze risico-analyse is om op basis van gelijkwaardigheid aan te tonen dat aan het in het Bouwbesluit beschreven veiligheidsniveau wordt voldaan. Als dat lukt is, als de vloer overeenkomstig de eventuele aanwijzingen die volgen uit de risico-analyse wordt gebruikt, geen versterking van de vloer noodzakelijk.

Een tweede alternatief is het uitvoeren van een proefbelasting op basis van de uitgangspunten van NEN 8700. Een toelichting over de wijze waarop dit moet worden uitgevoerd, is opgenomen in bijlage G van het achtergrondrapport [6].

3 Enkele andere aspecten bij de constructieve beoordeling

3.1 Inleiding

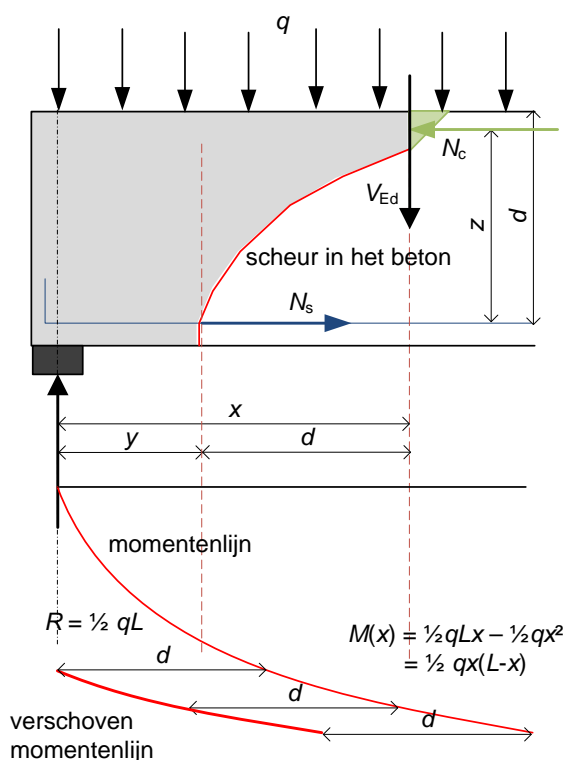
In het onderzoek dat in [6] is beschreven is de focus vooral gericht op de situatie waarbij de langsnad tussen twee breedplaten gelegen is nabij de plaats waar de buigende momenten maximaal zijn. De dwarskracht in de beschouwde doorsnede is dan verwaarloosbaar klein. Vaak zijn langsnaden echter te vinden op posities waar sprake is van een combinatie van moment en dwarskracht. In paragraaf 3.2 wordt ingegaan op de invloed van de dwarskracht op de toets van de momentweerstand ter plaatse van de naad en de wijze waarop de dwarskrachtweerstand bij de naad tussen de breedplaten moet zijn bepaald.

Ook is aangenomen dat positieve momenten optreden bij langsnaden tussen twee breedplaten. Het is echter mogelijk dat ook aan de kopse zijde van de breedplaat sprake is van een positief moment. Een kopse zijde van een breedplaat kan aansluiten op de kopse zijde van de aansluitende breedplaat maar ook op de langs zijde van een aansluitende breedplaat. Het bepalen van de momentweerstand ter plaatse van een kopnaad is beschreven in paragraaf 3.3

Tot slot is in paragraaf 3.4 ingegaan op de situatie in het geval van brand.

3.2 Invloed van dwarskracht

Om de invloed van de dwarskracht op de krachtsoverdracht in het aansluitvlak te beschouwen, kan gebruik worden gemaakt van de bekende theorie waarbij de evenwichtssituatie na het ontstaan van een diagonale scheur in de ligger wordt beschouwd, zie figuur 9.



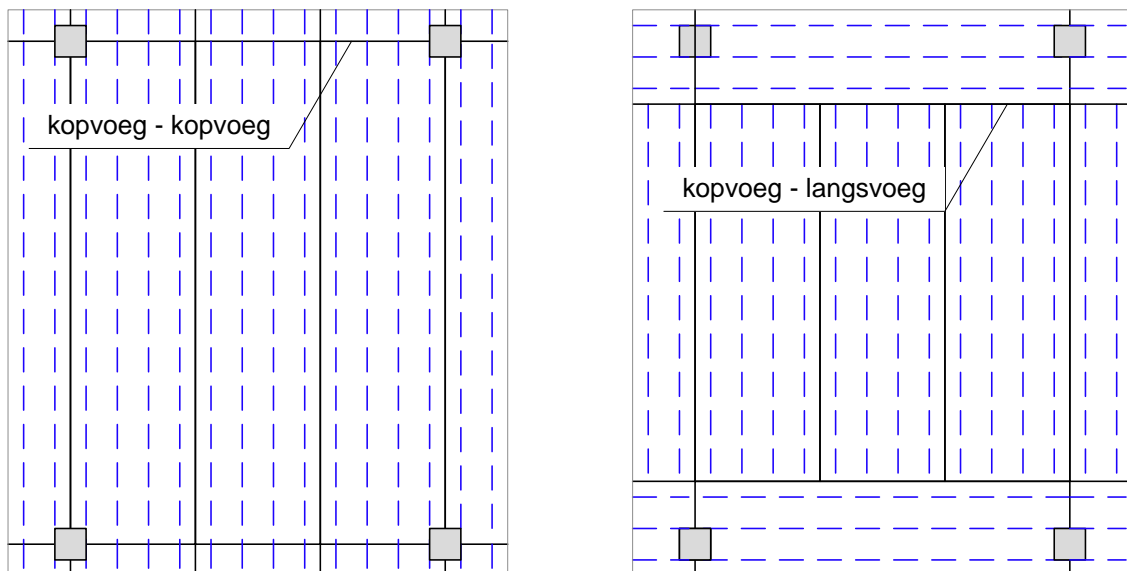
figuur 9 Achtergronden verschoven momentenlijn

Hieruit volgt dat de kracht in de wapening op een afstand y vanaf de oplegging, bepaald wordt door het moment dat wordt bepaald op een afstand x vanaf de oplegging. Uitgaande van een scheur onder circa 45° is de afstand tussen beide posities gelijk aan d . De momentenlijn dient, als geen dwarskrachtwapening is toegepast, over een afstand d te zijn verschoven.

De schuifspanningen ten gevolge van de dwarskracht bevinden zich, als geen dwarskrachtwapening is toegepast, vooral in de drukzone en middels aggregate interlock in de scheur en hebben geen directe invloed op de grootte van de kracht in de koppelwapening. Hieruit kan worden afgeleid dat de invloed van de dwarskracht op de krachten en spanningen in het aansluitvlak tussen de koppelwapening en de wapening in de breedplaat voldoende wordt beschouwd als rekening wordt gehouden met de voorgeschreven verschuiving van de momentenlijn. Evident dient de doorsnede ter plaatse van de naad, rekening houdend met de gereduceerde nuttige hoogte te worden getoetst op de weerstand tegen dwarskracht.

3.3 Kopvoegen

Zoals gesteld kan er bij kopvoegen sprake zijn van verschillende configuraties, zie figuur 10. Dit heeft vooral invloed op de positie en oriëntatie van de tralieliggers in de breedplaten en bij de voeg. Bij een naad met twee kopse einden van een breedplaat lopen aan beide zijde van de naad de tralieliggers door tot het einde van de plaat, of in ieder geval tot nabij het einde van de plaat. Bij een naad waarbij een kopseinde aansluit op een langszijde van een andere breedplaat is er aan één zijde van de naad sprake van een tralieligger die doorloopt tot de naad en kan aan de andere zijde de tralie, geplaatst parallel aan de naad, op een relatief grote afstand van de naad aanwezig zijn.



figuur 10 Breedplaat indelingen met verschillende aansluitingsconfiguraties

Voor het toetsen van momentweerstand van ter plaatse van een naad moet aan beide zijde van de naad, de verankering van de koppelwapening en de overdracht van de kracht in de koppelwapening aan de in de breedplaten opgenomen wapening worden gecontroleerd. Als de beschouwde zijde een langснаad betreft, moeten hiervoor de regels zoals beschreven in hoofdstuk 2 worden gehanteerd.

Voor het toetsen van de kopse zijde van de breedplaat moet de verankering als volgt worden getoetst:

de verankeringslengte van de koppelwapeningstaven moet voldoen aan:

$$l_{b,kop} = 1,2 l_{b,rqd} + 150 \text{ mm}$$

- waarin:

$l_{b,rqd}$ is de verankeringslengte volgens 8.4.3 van NEN-EN 1992-1-1

- het aansluitvlak tussen de druklaag en de breedplaat moet worden getoetst volgens 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1, waarbij:

$$\circ v_{Edi} = \frac{F_{s,koppel,d}}{A_{eff}}$$

waarin:

$F_{s,koppel,d}$ is de rekenwaarde van de trekkracht in de koppelwapening;

$$A_{eff} = b l_{eff}$$

verminderd met het oppervlak van eventueel aanwezige gewichtsbesparende elementen;

b is de breedte van de beschouwde doorsnede;

l_{eff} is de lengte van de koppelwapening gemeten vanaf de naad verminderd met de afstand van het einde van de breedplaat tot het begin van de tralieligger, zie figuur 8.

o A_s wordt bepaald door de doorsneden van alle diagonalen van de tralieliggers en andere het aansluitvlak doorkruisende wapening die zich in het beschouwde oppervlak bevinden;

o de hoek α moet liggen tussen 45° en 135° , zie figuur 6.

- de verankeringslengte van de wapeningsstaven die zijn opgenomen in de breedplaat moet voldoen aan de eisen in 8.4.3 van NEN-EN 1992-1-1

In afwijking van het gestelde in 6.2.5 is de grootte van de hoek α aangepast. Opgemerkt moet worden dat de term $\cos \alpha$ in vergelijking 6.25 van het betreffende artikel bij een hoek groter dan 90° negatief wordt. Indien de wapening door het aansluitvlak uitsluitend bestaat uit diagonale uit symmetrische tralieliggers, dan kan vergelijking 6.25 worden herschreven als:

$$v_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \rho f_{yd} \sin \alpha \leq 0,5 v f_{cd}$$

De variabelen en factoren in bovenstaande vergelijking moeten zijn bepaald zoals in 6.2.5 van NEN-EN 1992-1-1 is beschreven.

3.4 Omstandigheden bij de belastingsituatie brand

In het geval van brand moet de constructie van het brandcompartiment waar de brand woedt, weerstand blijven bieden om het voldoende lang mogelijk te maken om het gebouw veilig te kunnen verlaten en de brandweer de mogelijkheid te geven de brand te bestrijden. Daartoe wordt bij gewapende betonconstructies een voldoende grote betondekking op de wapening toegepast. Het beton beschermt dan de wapening tegen een te snelle toename van de temperatuur ten gevolge waarvan de sterkte van het wapeningsstaal afneemt. Op deze wijze wordt vaak aan de gestelde eisen voldaan zonder dat er een herverdeling van veldmoment naar steunpuntsmoment(en) nodig is. In de

situaties waar dit het geval is, is bij het beschouwen van bestaande breedplaatvloerconstructies geen extra toets nodig, behoudens een eventuele controle of de constructie is gebouwd zoals hij ontworpen is.

In enkele gevallen is er een andere benadering gekozen. Bij deze benadering, die alleen kan worden toegepast bij statisch onbepaalde constructies, wordt geaccepteerd dat door een temperatuursverhoging in de wapening de momentweerstand in het midden van de overspanning gereduceerd wordt. Vervolgens wordt aangenomen dat de doorsnede met het gereduceerde moment wel over voldoende vervormingscapaciteit bezit zodat extra momentweerstand bij de steunpunten geactiveerd kan worden. Voor de situaties waarbij voor deze benadering is gekozen, moet aannemelijk worden gemaakt dat de hiervoor benodigde vervormingscapaciteit in het veld, ondanks de aanwezigheid van het kritische detail, aanwezig is. Is dat niet het geval, dan moeten passende maatregelen genomen worden voor het garanderen van de weerstand bij brand. Dit kan zijn versterken van het kritische detail, op een wijze die voldoende bestand is tegen de effecten van brand, of andere brandwerende maatregelen.

4 Vergelijking met het Stappenplan 2017

In [4] is het stappenplan 2017 beschreven. Op basis van dat stappenplan zijn in 2017 en 2018 bestaande breedplaatvloerconstructies beoordeeld.

Het stappenplan 2017 was bedoeld om op basis van de kennis die op dat moment beschikbaar was een onderscheid te maken tussen constructies met een hoog risico op bezwijken op een wijze gelijk aan de situatie bij de parkeergarage van Eindhoven Airport en constructies waarbij dit risico lager werd ingeschat. Inmiddels is, zoals in [6] is beschreven, meer informatie over het gedrag van dit type constructies bekend en kan het risico beter onderbouwd worden beschreven.

In het stappenplan 2017 is gefocust op het risico bij het gebruik van breedplaten vervaardigd van zelfverdichtend beton die aan de bovenzijde niet zijn bewerkt/opgeruwd. Deze beperking van de risicogroep was gebaseerd op het type breedplaat dat bij de bouw van de parkeergarage was gebruikt in combinatie met het feit dat bij andere soortgelijke constructies er geen constructieve schades bekend zijn. Uit het uitgevoerde onderzoek is gebleken dat deze beperking van de risicogroep niet kan worden gehandhaafd. Ook bij het gebruik van breedplaten van traditioneel beton en/of met een bewerkt oppervlak kan een onvoldoende weerstand ter plaatse van het kritische vloerdetail aanwezig zijn. Wel is het zo dat dit type breedplaten tot een beter resultaat kan leiden, echter het gebruik daarvan leidt niet impliciet tot een voldoende weerstand.

In het stappenplan 2017 is bij een verdere beoordeling gekeken naar de grootte van de gemiddelde schuifspanning in het aansluitvlak bij de fundamentele belastingscombinatie volgens NEN 8700. Deze was begrensd tot 0,40 MPa. De grenswaarde voor de schuifspanning was afgeleid uit de trekkracht in de koppelwapening bij de experimenten die ten behoeve van het onderzoek naar de oorzaak van het incident bij de parkeergarage is uitgevoerd [2]. In het nieuwe stappenplan is de weerstand van het aansluitvlak beschreven middels twee bezwijkmechanismen, waarvan het bezwijkniveau mede uit het extra uitgevoerde experimentele onderzoek is afgeleid. Dit betekent echter niet dat de resultaten van eerder uitgevoerde beoordeling niet meer bruikbaar zijn. De informatie die daarbij is gevonden is namelijk nog steeds noodzakelijk bij het doorlopen van het nieuwe stappenplan.

Het domein van de verzameling van gebouwen die met name beoordeeld moeten worden is nog steeds gelijk. Het betreft constructies die na 1999 zijn opgeleverd. Bij het stappenplan 2017 is gesteld dat woningen en woongebouwen buiten het domein vallen, bij het nu voorgestelde stappenplan is dit verwoord door te wijzen op de categorie utiliteitsgebouwen.

5 Delen van ervaringen met de beoordeling

Gelet op de wijze waarop de notitie 5-10-2017 [4] in de maatschappij is ontvangen, het gegeven dat met het voorliggende stappenplan ook breedplaatvloeren met breedplaten van traditioneel beton beoordeeld moeten worden en het niveau van de capaciteit van de constructie dat resulteert uit de in het stappenplan beschreven rekenregels, zijn de onderzoekers en leden van de klankbordgroep zich bewust dat de beoordelingen van breedplaatvloeren in bestaande constructies een forse impact zal hebben.

Er bestaat bij de onderzoekers en binnen de klankbordgroep geen volledig inzicht in de aantallen gebouwen en de hoeveelheid vierkante meters vloeroppervlak waarop de rekenregels in dit rapport betrekking hebben. Aannemelijk is dat bij een significant deel van deze vloeren maatregelen, zoals het aanbrengen van versterkingen en/of het reduceren van de belasting, getroffen moeten worden.

De onderzoekers pleiten er voor dat de klankbordgroep vooralsnog blijft voort bestaan. In de komende periode kunnen dan, binnen de klankbordgroep de ervaringen met het toepassen van het stappenplan en de rekenregels dan worden gedeeld en geëvalueerd.

Rijswijk, 20 mei 2019
prof.ir. Simon N.M. Wijte

Referenties

- [1] TNO, “Onderzoek naar de technische oorzaak van de gedeeltelijke instorting van de in aanbouw zijnde parkeergarage P1 Eindhoven Airport, 2017 R11127,” Delft, 22-9-2017.
- [2] Adviesbureau Hageman, “Rapport 9663-1-0, Bezwijken parkeergarage Eindhoven Airport, Analyse naar de oorzaak,” Rijswijk, 25-9-2017.
- [3] Onderzoeksraad voor Veiligheid, “Bouwen aan constructieve veiligheid – Lessen uit instorting parkeergebouw Eindhoven Airport,” Den Haag, 2018.
- [4] Adviesbureau Hageman, “Onderzoek constructieve veiligheid breedplaatvloeren in bestaande bouwwerken opgeleverd na 1999 - Notitie 5-10-2017,” Rijswijk, 2017.
- [5] Adviesbureau Hageman, “Toelichting op informatiedocument beoordeling constructieve veiligheid breedplaatvloere - Notitie 21-12-2017,” Rijswijk, 2017.
- [6] Adviesbureau Hageman, “Rapport 9780-1-0, Voorstellen voor en achtergronden bij rekenregels voor beoordeling van bestaande bouw,” Rijswijk, 20-5-2019.