

Memo robuustheid revisie A

Versie geschiedenis:

Revisie	datum	Omschrijving/wijziging
0	23-04-2019	definitief
A	15-05-2019	omschrijving controles toegevoegd

Uitgangspunt Robuustheid

NEN-EN 1991-1-7 geeft de in rekening te brengen buitengewone belastingen zoals stoot- en explosiebelastingen. Voorts voorziet deze norm in strategieën voor de bescherming van gebouwen tegen buitengewone belastingen in bijlage A.4. De toe te passen maatregelen variëren per gevolgklasse. zie ook *Tabel 1 Overzicht klassen robuustheid*. Dit bouwwerk wordt t.b.v. robuustheid ingedeeld in **CC2b**

Gevolgklasse CC2b (risicogroep hoog)

Op voorwaarde dat een gebouw is ontworpen, berekend en gebouwd overeenkomstig de regels opgenomen in NEN-EN 1990 t/m NEN-EN 1999 voor voldoende stabiliteit bij normaal gebruik, zijn de verdere specifieke beschouwing voor buitengewone belastingen door onbekende oorzaken noodzakelijk:

- effectieve horizontale trekbanden
- verticale trekbanden in alle dragende kolommen en wanden

of

- tweede draagweg

Het gebouw dient te zijn gecontroleerd of bij de denkbeeldige verwijdering van iedere dragende kolom en iedere ligger die een kolom ondersteunt, of een willekeurig deel van een dragende wand zoals gedefinieerd in NEN-EN 1991-1-7, art. A.7 de stabiliteit van het gebouw is verzekerd en of lokale schade een bepaalde grens niet overschrijdt. De aanbevolen waarde is de kleinste waarde van 15 % van de vloeroppervlakte of 100 m², in elke bouwlaag van twee aangrenzende bouwlagen. Indien deze grens wordt overschreden dienen dergelijke kolommen of wanden te worden beschouwd als een kritisch element.

De toegepaste strategie volgt hierna.

gebruiksdoel ⁽⁷⁾	aantal bouwlagen ⁽⁶⁾				
	1	2	3	4	5
landbouwbedrijfsgebouwen	CC1 ⁽¹⁾				
tuinbouwkassen	CC1 ⁽¹⁾				
industriegebouwen	CC1 ⁽¹⁾		CC2b		
	CC2a		CC2b		
	CC3 ⁽²⁾				
eengezinswoningen ⁽³⁾	CC1			CC2a	
woongebouw	CC2a				CC2b
hotels	CC2a				CC2b
kantoorgebouwen	CC2a				CC2b
onderwijsgebouwen	CC2a	CC2b			
	CC3 ⁽⁴⁾				
winkels	CC2a		CC2b		
parkeergarage	CC2a		CC2b		
gebouwen met verminderd zelfredzame personen					
ziekenhuis	CC2b			CC3 ⁽⁵⁾	
celgebouw	CC3 ⁽⁵⁾				
verpleegtehuis				CC3 ⁽⁵⁾	
verkeerstorens van internationale luchthavens	CC3				
publieksfunctie					
stadions	CC3 ⁽⁴⁾				
concertzalen	CC3 ⁽⁴⁾				
tribunes	CC3 ⁽⁴⁾				

gebouwen >70m boven het aangrenzende maaiveld
openbaar gebouw met vloeroppervlakte
< 2000m² per verdieping
≥ 2000m² per verdieping

CC3
CC2a
CC2b

- ⁽¹⁾ Uitsluitend voor productiedoeleinden, waarbij het aantal personen beperkt is
- ⁽²⁾ gevaarlijke stoffen en/of processen waarvoor een omgevingsvergunning voor het milieu noodzakelijk is
- ⁽³⁾ grondgebonden woning niet gelegen in woongebouw
- ⁽⁴⁾ in het geval van bezwijken lopen > 500 personen gelijktijdig gevaar
- ⁽⁵⁾ Op grond van CC3 moet een risicoanalyse worden uitgevoerd, de resultaten hiervan kunnen ertoe leiden dat lagere veiligheidsfactoren toegepast kunnen worden dan
- ⁽⁶⁾ Bij de bepaling van het aantal bouwlagen mogen kelderverdiepingen buiten beschouwing worden gelaten, mits deze verdiepingen voldoen aan de eisen van gevolgklasse CC2b.
- ⁽⁷⁾ Bij gebouwen met meer dan één gebruiksdoel behoort de strengste gevolgklasse te worden aangehouden.

Tabel 1 Overzicht klassen robuustheid

Toegepaste strategie voor robuustheid

Bestaande gebouw

Het bestaande gebouw is in het jaar 2000 berekend volgens de toen geldende voorschriften. Dat geldt ook voor de wapening ten behoeve van de samenhang. Zie het overzicht op blad 7.

- De kanaalplaatvloer is voor de samenhang met sleuf- en kopsparingen en wapening onderling en aan de gevelelementen en wanden gekoppeld. De vloer is ook aan de betonliggers gekoppeld.
- De gevelelementen en betonliggers zijn met trekbanden in een sleuf van de kanaalplaatvloer gekoppeld. De gevelelementen zijn in verband gemonteerd, zie Figuur 3.
- De gevelelementen, betonwanden en kolommen zijn met stekken onderling en aan de fundering en vloer bevestigd.

Zie de details voor de samenhang van het bestaande gebouw, blad 9.

In het grootste gedeelte van het bestaande gebouw blijft de constructie ongewijzigd.

Bij de entree tussen as 13 en 5 zijn liggers in de verdiepingen aanwezig die 7,2m overspannen. Deze liggers krijgen in verhouding veel extra belasting. Er is onderzocht of de liggers voldoen met de extra belasting. Een aantal liggers zal op buiging moeten worden versterkt. De bestaande wapeningstekening zal daarvoor worden gecontroleerd en daarnaast ook voor dwarskracht. De liggers kunnen als het nodig is versterkt worden met bijvoorbeeld lijmwapening of staalprofielen. De versterking zal indien mogelijk gebeuren volgens NEN-EN 1990 op nieuwbouwniveau. De onderliggende constructie wordt ook op de extra belasting gecontroleerd. Zie het overzicht op blad 7.

Van een aantal gevelelementen wordt de borstwering onder de raamsparing verwijderd. De elementen worden daarop gecontroleerd. De elementen zijn voorzien van doorgaande wapening langs randen en sparingen. Er wordt onderzocht of deze wapening in staat is de gewijzigde krachtsverdeling op te nemen. De gevelelementen kunnen als het nodig is versterkt worden met bijvoorbeeld lijmwapening of staalprofielen. De gevelelementen zijn op zich robuust gewapend om gedeeltelijk wegvallen van een element op te vangen en te voorkomen dat de vastgestelde grens wordt overschreden, zie Figuur 4.

Nieuwe opbouw boven bestaand.

Dit gedeelte wordt ontworpen volgens bijlage A van NEN-EN 1991-1-7.

- De kanaalplaatvloer wordt voor de sterkte en samenhang met sleuf- en kopsparingen en wapening onderling en aan de stalen liggers en betonwanden gekoppeld.
- De stalen liggers en betonwanden worden over de gehele opbouw doorgekoppeld.
- De kolommen worden verticaal aan de liggers bevestigd zodat de verbinding de belasting op trek kan opnemen. De kolommen worden aan de bestaande constructie bevestigd. De betonwanden worden met stekken onderling en aan de bestaande constructie bevestigd.

De constructie van de optopping bestaat uit kanaalplaatvloeren en de staalconstructie van SFB-liggers en kolommen met stabiliteitsverbanden en -wanden van beton. De vloer wordt robuust bevestigd aan de liggers en wanden. De SFB-liggers worden robuust uitgevoerd en berekend met

voldoende rotatiecapaciteit. De overspanning van de liggers is klein, de hoogte van de liggers is afgestemd op de vloerhoogte waardoor de liggers niet volledig worden uitgenut. De doorkoppeling van de liggers wordt berekend op trekkracht uit het bezwijken van een kolom en de delingen zullen op een positie worden aangebracht waar de belasting onder alle omstandigheden gering is. De kolommen worden robuust aan de liggers en bestaande constructie bevestigd. Zie de principedetails op blad 11. Voor de positie van de details zie Figuur 2

Bij het verwijderen van een kolom zullen de doorgaande liggers de belasting gaan dragen en vervormen waardoor grote vervormingen optreden er trekkrachten ontstaan. De trekkrachten worden door de koppelingen aan de vloer overgebracht naar het resterende deel van de constructie. Als het een hoekkolom betreft kan door de rotatiecapaciteit van de staalconstructie de constructie beheerst bezwijken zonder optreden van plotselinge breuk. De belasting komt beheerst op de onderliggende vloer terecht die daardoor in staat is de belasting te dragen. Hiermee kan de lokale schade worden begrenst. Aanvullend kan een element met een hogere veiligheid worden berekend.

Uitbreiding aansluitend aan bestaand.

Dit gedeelte wordt ontworpen volgens bijlage A van NEN-EN 1991-1-7.

- De bekistingsplaatvloer wordt met wapening aan de betonwanden gekoppeld.
- De wanden worden voorzien van wapening voor de samenhang in horizontale en verticale richting.
- De uitkragende balkons worden robuust bevestigd waardoor voortschrijdende instorting wordt voorkomen

Deze uitbreiding voorziet in de eigen stabiliteit.

Ter informatie: NEN 8700 bijlage F.2 Uitgangspunten Gewijzigd gebruik

Indien sprake is van gewijzigd gebruik geldt voor de toetsing het nieuwbouwniveau als streefniveau, geheel in lijn met het gestelde in F.0. Wordt dat niveau gehaald, dan is uiteraard geen verdere actie nodig.

Wordt volgens de toetsing niet aan de nieuwbouweisen voldaan en leidt het alsnog moeten voldoen aan het nieuwbouwniveau tot disproportionele kosten, dan vindt toetsing plaats tegen het indertijd vergunde betrouwbaarheidsniveau (voor de gewijzigde situatie), indien dat bekend is en nog van toepassing. Ten opzichte van het rehtens vergunde gebruik mag dan in beginsel geen verzwaring van de belastingen hebben plaatsgevonden die leidt tot overschrijding van het eertijds van toepassing zijnde betrouwbaarheidsniveau. Bij de toetsing of dat eertijds van toepassing zijnde betrouwbaarheidsniveau niet is overschreden mag rekening zijn gehouden met een nauwkeurigere beoordeling van de betrouwbaarheid als destijds genormeerd.

Blijkt bij deze toetsing dat ook niet, of eventueel slechts tegen disproportionele kosten, aan het indertijd vergunde rehtens verkregen betrouwbaarheidsniveau kan worden voldaan, dan zijn de volgende twee situaties te onderscheiden. De uitgangspunten voor die beide situaties zijn wettelijk vastgelegd.

Indien bij het nieuwe gebruik aan het afkeurniveau kan worden voldaan zonder aanpassingen (verbouw), dan is wettelijk geen verdere actie terzake nodig en is het afkeurniveau voldoende (tenzij uiteraard het bevoegd gezag ingrijpt op grond van artikel 13 van de Woningwet).

Indien verbouwing nodig is (bijvoorbeeld omdat het afkeurniveau niet wordt gehaald), dan is voor die verbouwing het renovatieniveau (verbouwniveau) het minimumniveau.

Controles tijdens het ontwerp, de berekening en de uitvoering voor RC2 (CC2)

Controle tijdens het ontwerp van de constructie:

Bij de afsluiting van iedere fase vanaf het voorontwerp tot en met het uitvoeringsgereed ontwerp volgens de DNR-STB worden de berekeningen en tekeningen door het interne projectteam, waaronder de raadgevend ingenieur en de projectleider, op hoofdlijnen beoordeeld. Er wordt een lijst met risicopunten opgesteld die we tijdens de verdere ontwikkeling van de berekeningen en tekeningen monitoren.

Controle tijdens de uitvoering:

Berekeningen en tekeningen van derden worden door ons beoordeeld met een selecte risico gestuurde steekproef volgens de DNR-STB taakbeschrijving. Bij deze beoordeling beschouwen we de door ons vastgestelde risicopunten.

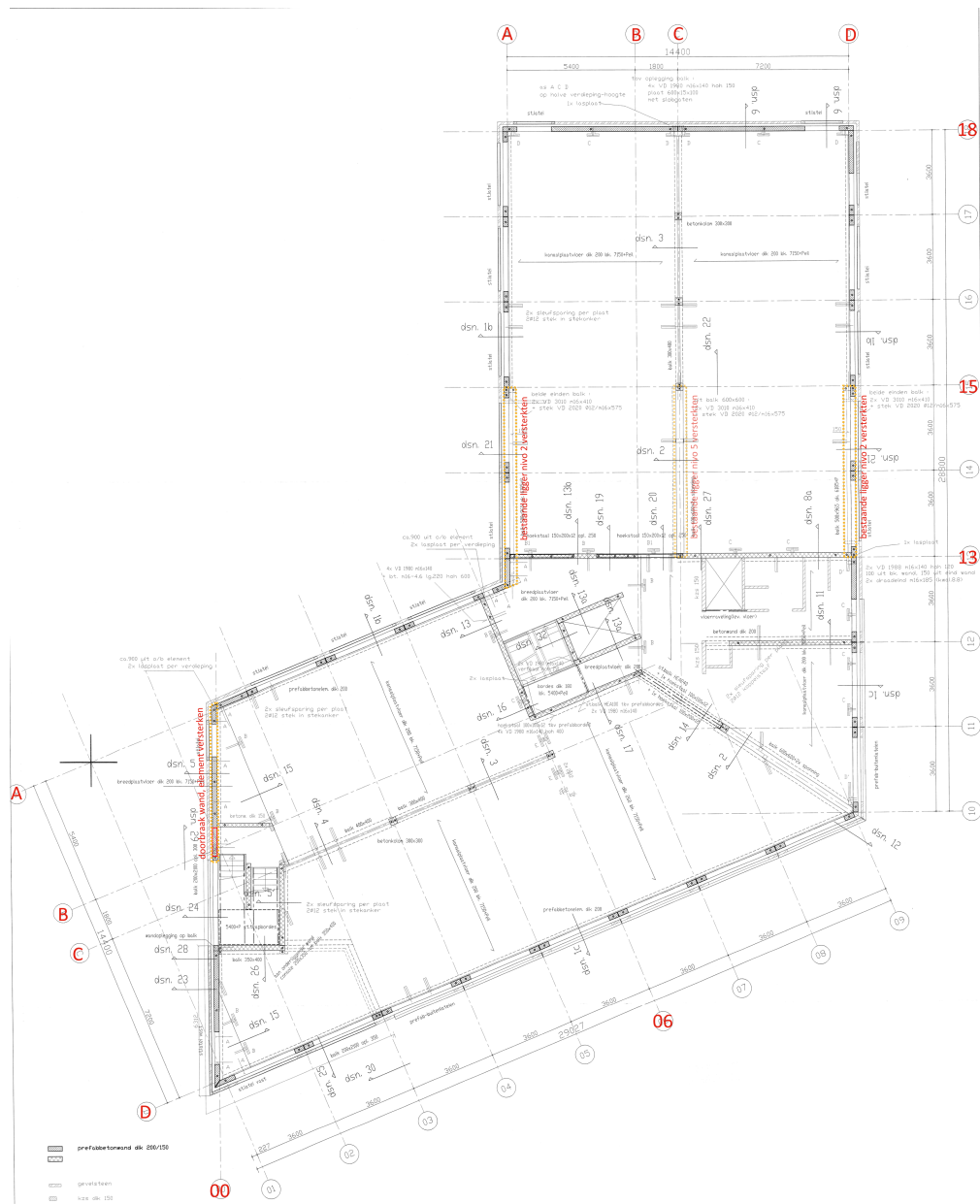
De opdrachtgever is verantwoordelijk voor het inschakelen van deskundig toezicht tijdens de bouw. Hieronder valt ook constructief toezicht. Wij zullen als constructief adviseur de opdrachtgever advies geven over deskundig toezicht wat nodig is om het bouwproces te beoordelen.

Wij bezoeken als constructief adviseur incidenteel het werk voor inspectie. Dat gebeurt steekproefsgewijs en risico gestuurd volgens DNR-STB taakbeschrijving. Wij beoordelen hierbij in ieder geval de onderdelen die wij bij het ontwerp als risicopunt hebben benoemd. Wij rapporteren de bevindingen aan de opdrachtgever en als het nodig is geven wij advies voor het treffen van maatregelen. Wij geven daarnaast instructie aan het toezichthoudend personeel.

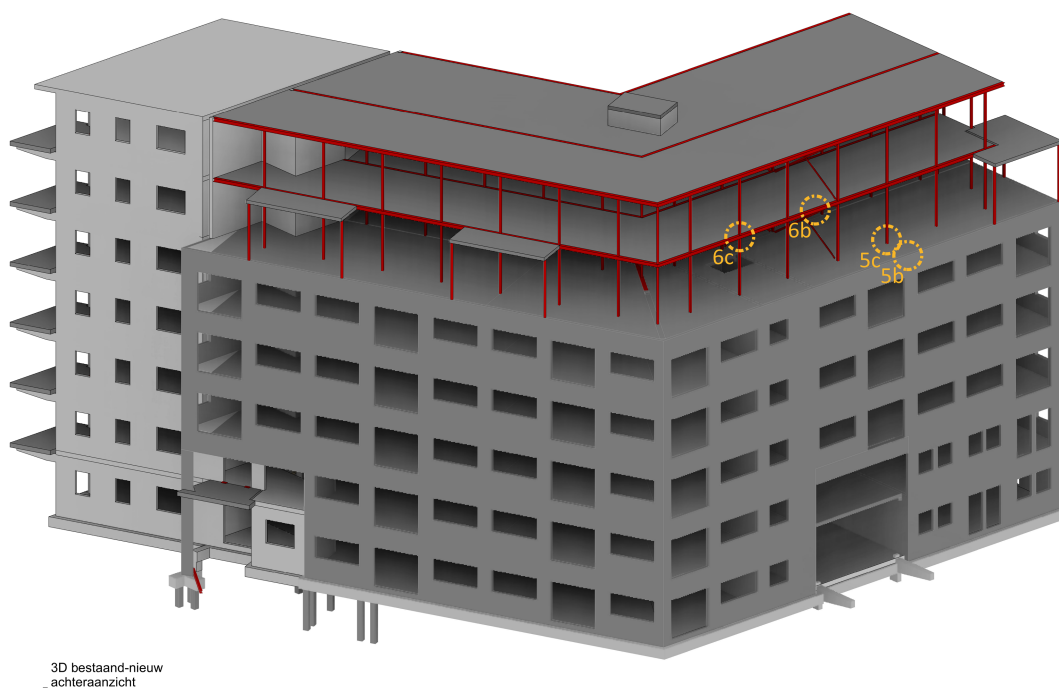
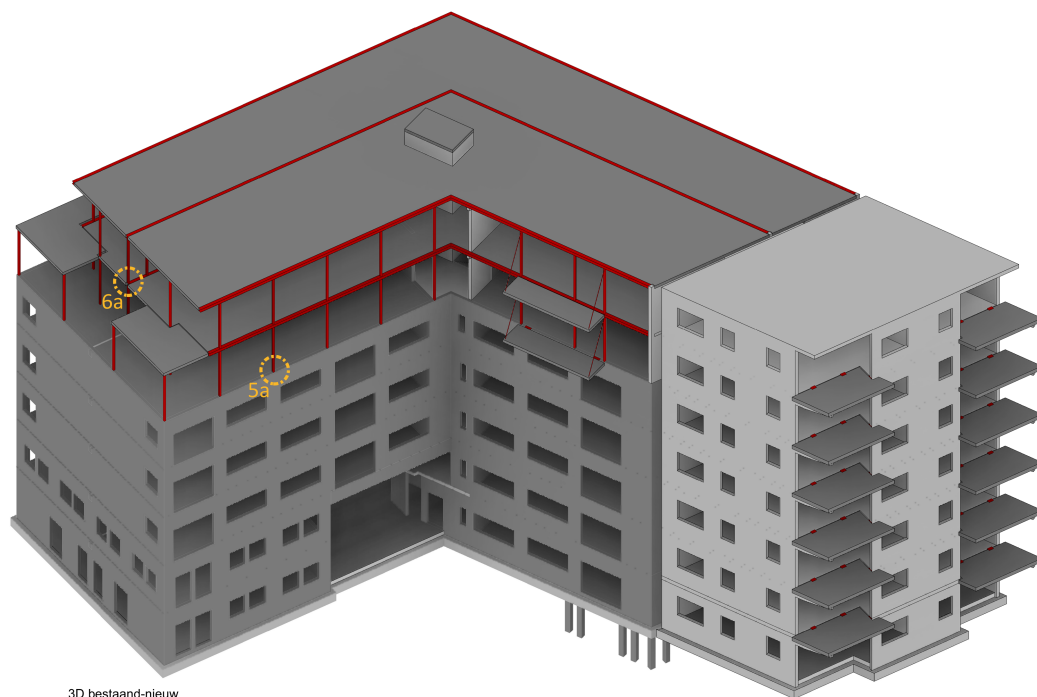
In de praktijk schiet het constructief toezicht regelmatig ernstig tekort. Wij vinden dat ontoelaatbaar omdat de veiligheid kan worden geschaad. Extra constructief toezicht is wenselijk omdat er veel partijen bij de bouw zijn betrokken en de kennis afneemt. Helaas wordt hier door opdrachtgevers vaak niet de noodzaak van ingezien of wordt hier (onterecht) op bezuinigd.

Wij zouden het toejuichen als de wetgever hier werk van gaat maken en dit door middel van wetgeving zou regelen. Dat zal de constructieve veiligheid op de bouw zeker ten goed komen.

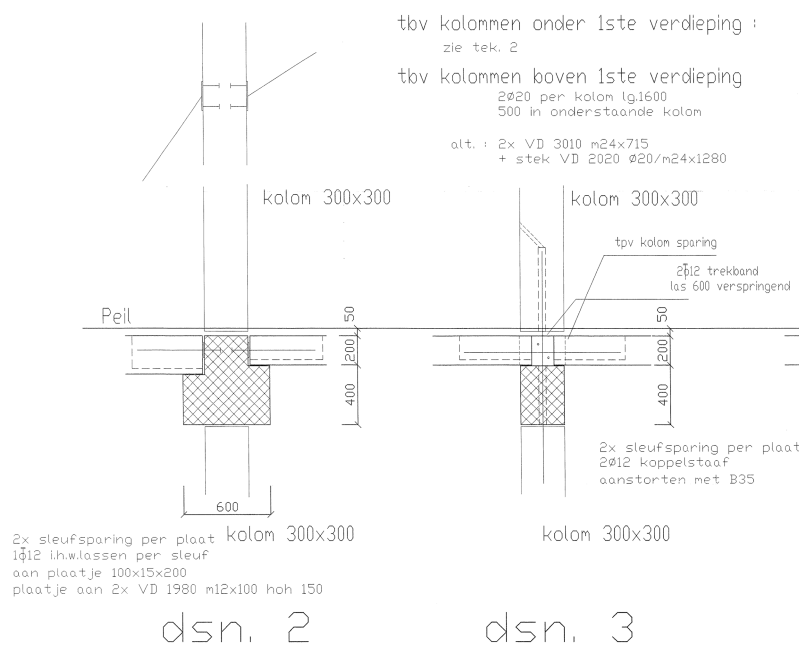
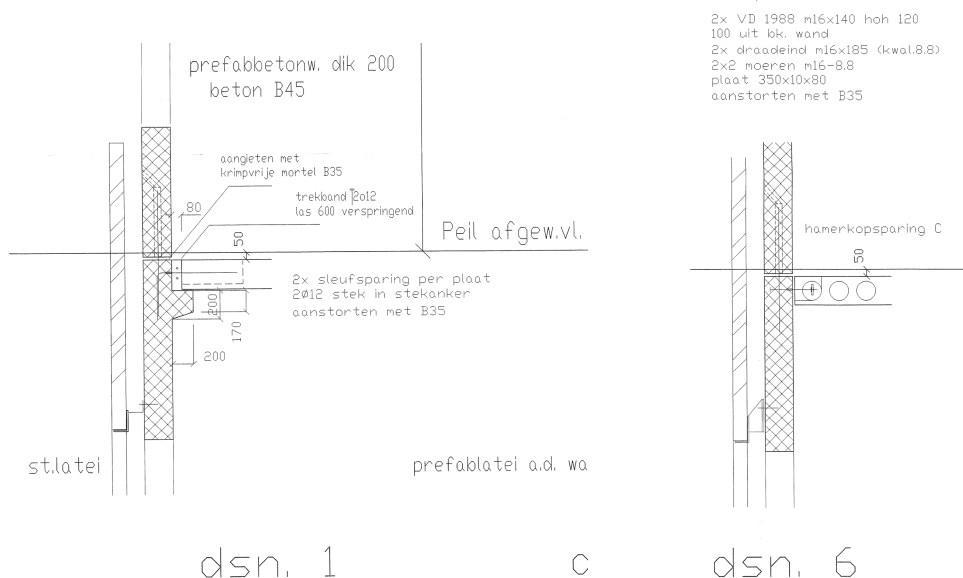
Figuur 1 Overzicht bestaande vloer



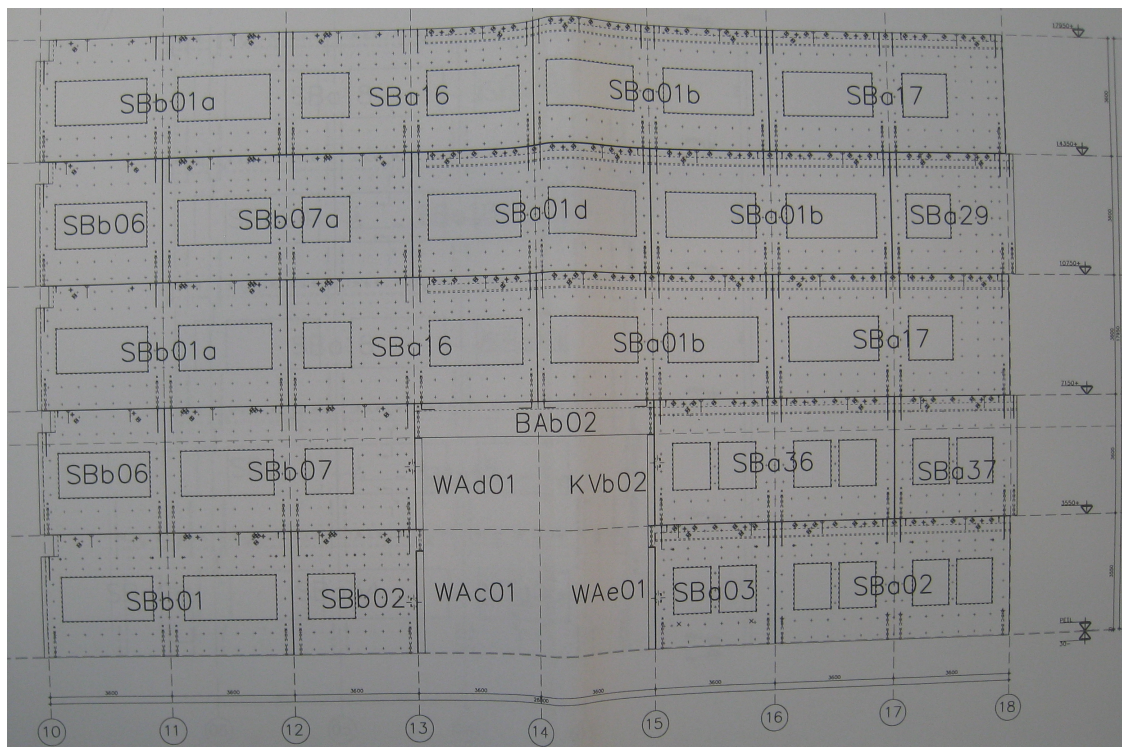
Figuur 2 Overzicht nieuwe constructie met positie details



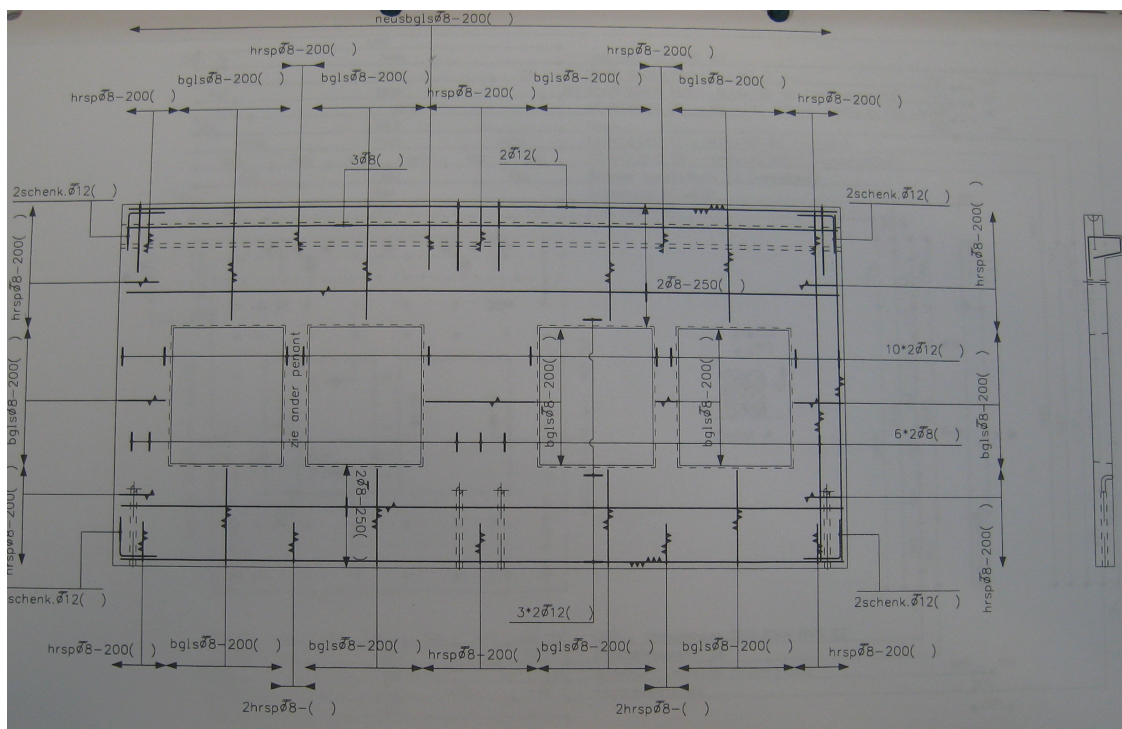
Details samenhang bestaande gebouw.



Figuur 3 de gevelelementen zijn in verband gemonteerd



Figuur 4 voorbeeld wapening bestand gevelement



Principedetails robuustheid nieuwe opbouw boven bestaand.

