

## Onderzoek naar de toepassings mogelijkheden van het Hoesch TRP 200 profiel in Nederland

**Citation for published version (APA):**

Ham, M. (1996). *Onderzoek naar de toepassings mogelijkheden van het Hoesch TRP 200 profiel in Nederland*. Technische Universiteit Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1996

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

**Onderzoek naar de toepassings mogelijkheden  
van het Hoesch TRP 200 profiel  
in Nederland.**

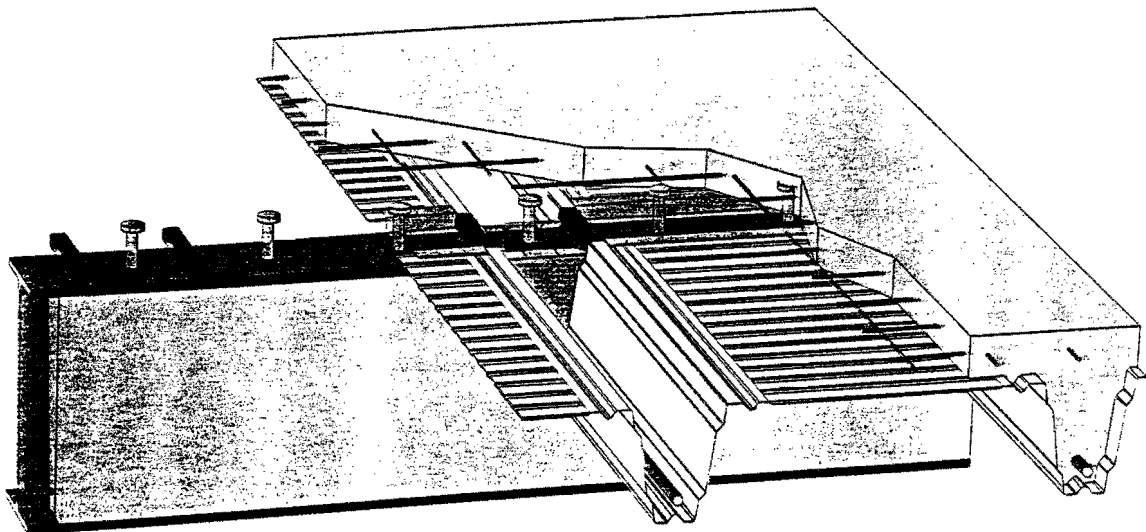
## **Inhoud**

<b>Inleiding</b>	3
<b>Hoofdstuk 1</b>	5
Analyse van de specifieke Nederlandse voorschriften en eisen voor het Hoesch TRP 200 profiel toegepast als geïntegreerde vloerplaat in een parkeergarage.	
1.1. Konstruktieve veiligheid. Belastingen volgens de Nederlandse Normen	5
1.2. Nederlandse voorschriften met betrekking tot de ter plaatse gestorte betonvloer.	6
1.3. Brandveiligheid	8
1.4. Uitvoering	11
<b>Hoofdstuk 2</b>	
De concretisering van de technische voorwaarden naar verkoop ondersteunende activiteiten.	
2.1. Vaststellen structuur vraag klant naar order.	12
2.2. structuur mogelijk traject voor de technische realisatie.	12
2.3. Rol TUE in het verdere proces.	13
<b>Conclusies</b>	14
<b>Literatuur</b>	15

## Inleiding

Door Hoesch Siegerlandwerke (HSW) in Siegen, Duitsland, wordt onder de naam Hoesch "Additiv Decke" een in twee richtingen geprofileerde staalplaat TRP 200 geproduceerd voor toepassing als vloerplaat in parkeergarages.

Het produkt "Additiv Decke" of in het Nederlands "geïntegreerde vloerplaat" wordt gekenmerkt door een geprofileerde staalplaat bestaande uit één golf met een hoogte van 205 mm en een hart op hart afstand van 750 mm. De toegepaste materiaal diktes zijn 1.00 - 1.25 en 1.50 mm. De geprofileerde staalplaat wordt als éénvelds ligger opgelegd op aangelaste stalen opleg elementen met afmetingen van 25 x 35 mm tussen de hoofd-draagbalken. De openingen tussen TRP 200 profiel en de hoofd-draagbalken worden afgesloten. Op het TRP 200 profiel wordt beton gestort.(fig 1)



Figuur 1 : de geïntegreerde vloerplaat.

Het principe van de geïntegreerde vloer berust op het ontlenen van draagkracht aan de **optelling** van de draagkrachtcapaciteit van de geprofileerde staalplaat en de draagkrachtcapaciteit van de ter plaatse gestorte betonvloer.

Kenmerken van de toepassing als vloerplaat in een parkeergarage zijn onder andere een vrije overspanning tot max 5.80 meter zonder stempels, ook tijdens het storten van de beton, een eenvoudige en snelle montage zonder maatafstemmingen, een gering eigen gewicht, en het feit dat de vloerplaat dient als bekisting en als afgewerkt plafond.

De Nederlandse vertegenwoordiger van HSW, Hoesch Bouwsystemen Nederland (HBN) wil dit produkt ook in Nederland toepassen en heeft daartoe de faculteit Bouwkunde van Technische Universiteit Eindhoven opdracht gegeven een vooronderzoek naar de mogelijkheden en voorwaarden in te stellen. Dit vooronderzoek moet duidelijkheid geven over enerzijds de verschillen in regelgeving tussen Duitsland en Nederland met betrekking tot toepassing van het TRP 200 profiel in parkeergarages en anderzijds dient het vooronderzoek inzicht te geven in de benodigde technische ondersteuning voor HBN. In de navolgende hoofdstukken zullen deze onderwerpen nader behandeld worden.

## Hoofdstuk 1

### Analyse van de specifieke Nederlandse voorschriften en eisen voor het Hoesch TRP 200 profiel toegepast als geïntegreerde vloerplaat in een parkeergarage.

In Nederland is algemeen van toepassing het Bouwbesluit [1] In het Bouwbesluit wordt verwezen naar diverse Nederlandse Normen en Richtlijnen. De voorschriften van het Bouwbesluit zijn gebaseerd op een viertal uitgangspunten : Veiligheid, Gezondheid, Bruikbaarheid en Energiezuinigheid. In dit verband (parkeergarage) kan worden gesteld dat in hoofdzaak het begrip Veiligheid van toepassing is. Aan de orde zijn de Konstruktieve veiligheid, Brandveiligheid en eisen betreffende de uitvoering.

#### 1.1. Konstruktieve veiligheid. Belastingen volgens de Nederlandse Normen.

De konstruktieve veiligheid heeft een direct verband met de weerstand van de geïntegreerde vloerplaat tegen de optredende belastingen zoals eigen gewicht en veranderlijke belasting. Bij toepassing van het TRP 200 profiel in parkeergarages is van toepassing de Nederlandse Norm NEN 6702 " Belastingen en vervormingen TGB 1990 ". [2] NEN 6702 kent een apart hoofdstuk 8.5 "Belastingen door voertuigen". In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen beladen voertuigen met een gewicht tot 25 kN (2.5 ton), beladen voertuigen met een gewicht van 25 tot 120 kN en beladen voertuigen met een gewicht van meer dan 120 kN.

In dit onderzoek wordt er van uitgegaan dat voor het TRP 200 profiel alleen de eerste categorie van toepassing is : personenauto's met een gewicht van max 25 kN (2.5 ton) De uitgangspunten voor de berekening zijn dan volgens de NEN 6702 :

$$P_{rep} = 2 \text{ kN/m}^2, \quad \Psi = 0,7, \quad F_{rep} = 10 \text{ kN}$$

$P_{rep}$  is de representatieve waarde voor de veranderlijke belasting (= personen auto).

$\Psi$  is een waarde die in combinatie met de referentie periode of levensduur van het gebouw een reductie factor geeft (NEN 6702, tabel 4). Voor het geval parkeergarage met een referentieperiode van 50 jaar is de reductiefactor = 1 dus géén reductie van de belasting.

$F_{rep}$  is een waarde voor de puntlast (= wieldruk) welke denkbeeldig op de meest ongunstige plaats moet worden geplaatst.

$F_{rep}$  wordt niet gecombineerd met de veranderlijke belasting  $P_{rep}$ .

De veranderlijke belasting moet vermenigvuldigd worden met een belasting factor van 1.5 zodat er sprake is van een rekenbelasting van 3.0 kN/m<sup>2</sup>. De belastingfactor voor de permanente belasting (= eigen gewicht) bedraagt 1.2. (NEN 6702 tabel 2 blz. 21) Tevens wordt vermeld dat een parkeergarage volgens NEN 6702 ingedeeld moet worden in veiligheidsklasse 3 met een referentie periode van 50 jaar. (Tabel 1 blz. 19)

De belasting zoals van toepassing in Duitsland bestaat uit een gelijkmatig verdeelde belasting van 3.5 kN/m<sup>2</sup>, puntlasten zijn volgens de Duitse berekenings methode niet aan de orde.

Globaal kan dus gesteld worden dat in Nederland de gelijkmatig verdeelde rekenbelasting iets kleiner is dan in Duitsland. In Nederland moet tevens op de ongunstigste plaats met een puntlast rekening gehouden worden.

In NEN 6702 worden ook eisen gesteld met betrekking tot de doorbuiging. Aangezien de geïntegreerde vloerplaat lineair geproduceerd wordt en er dus geen praktische mogelijkheid is het produkt "getoogd" toe te passen is voor de in de norm bedoelde bijkomende doorbuiging zowel het eigen gewicht als de veranderlijke belasting van toepassing.

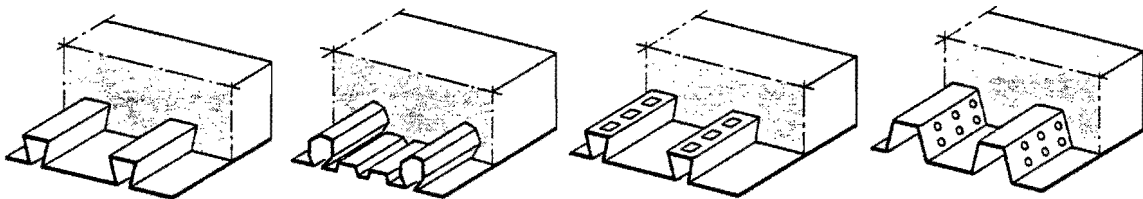
De eis met betrekking tot doorbuiging in de eindtoestand volgens de norm is een maximale doorbuiging van 1/250 van de overspanning (art. 10.4.1 blz. 69)

In de beschikbare Duitse dokumentatie worden geen eisen met betrekking tot de optredende doorbuiging gegeven. Gangbaar in Duitsland is een doorbuigings eis van 1/300.

## **1.2. Nederlandse voorschriften met betrekking tot de ter plaatse gestorte betonvloer.**

In Nederland is eind 1982 door het Staalbouwkundig Genootschap (SG) en het Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) de onderzoeksc commissie CUR C48/CS W5 "Staalplaat-betonvloeren" in gesteld. Deze commissie heeft een tweetal rapporten geproduceerd over staalplaat-beton vloeren : Rapport 7, deel 1 richtlijnen en rekenvoorbeelden [3] en rapport 8, deel 2 theorie [4].

Onder een staalplaat-betonvloer wordt verstaan een vloer, waarbij een buigstijve geprofileerde staalplaat tezamen met een daarop gestorte betonvloer, na verharding, in konstruktief opzicht één geheel vormt, de geprofileerde staalplaat functioneert als wapening voor de betonplaat. Enkele voorbeelden zijn gegeven in figuur 2.



Figuur 2 : Enkele voorbeelden van staalplaat betonvloeren.

Volgens de hiervoor gegeven definitie is het TRP 200 profiel dus géén staalplaat-betonvloer maar een verloren bekisting, immers er is geen sprake van samenwerking tussen de staalplaat en de beton. Zuiver formeel gesproken is de term verloren bekisting ook niet juist, immers er is sprake van een actief “dragende” bekisting.

Door de eerder genoemde commissie CUR C48/ CS W5 is een richtlijn opgesteld : de RSBV 1990 “richtlijnen voor het ontwerp en de vervaardiging van staalplaat-betonvloeren” [een onderdeel van 3]

Artikel 2 van deze richtlijn gaat over “Berekening van de staalplaat als bekisting”. Voor het TRP 200 profiel is dit artikel aan de orde.

In dit artikel worden eisen gesteld aan de minimale stijfheid van de geprofileerde staalplaat, deze stijfheid moet zodanig groot zijn dat er tijdens het storten van de beton geen “accumulatie” effect kan optreden. Tevens is er bepaald dat er gerekend moet worden met z.g. montage belasting. Tenslotte wordt er in dit artikel nog de eis gesteld dat de doorbuiging van de staalplaat in de bekistingsfase niet groter mag zijn dan  $L/180$ .

Globaal kan gesteld worden dat het TRP 200 profiel door zijn relatief grote hoogte en dienovereenkomstige grote stijfheid aan deze eisen ruimschoots zal voldoen.



### 1.3. Brandveiligheid

Het principe van de geïntegreerde vloerplaat berust op de gesommeerde draagkrachtcapaciteit van de geprofileerde staalplaat en de ter plaatse gestorte beton. In het geval van brand zal de geprofileerde staalplaat relatief snel opwarmen zoals weergegeven in fig 3. De draagkracht van de geprofileerde staalplaat zal evenredig afnemen en al vrij snel kan vervolgens de situatie worden bereikt waarin de combinatie van staal en beton niet meer in staat is de benodigde draagkrachtcapaciteit te leveren.

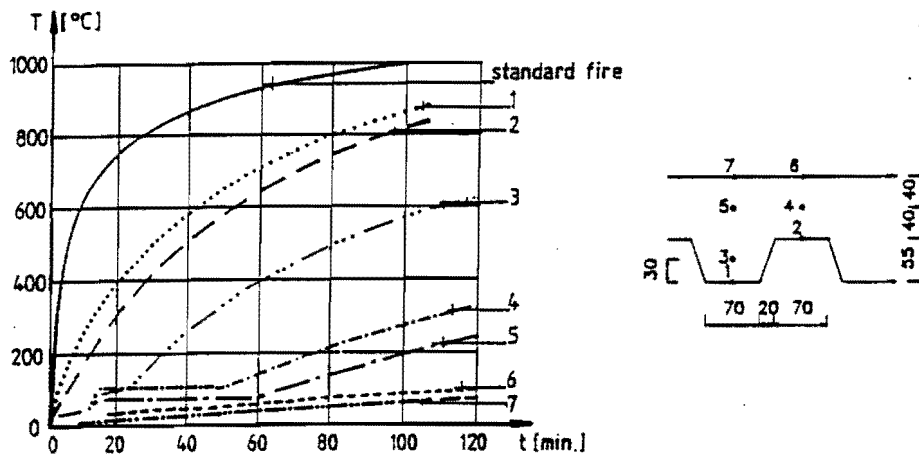


Fig. 3. Tijdens een brandproef gemeten temperaturen in een staalplaat-beton vloer. Voor de geïntegreerde vloerplaat is lijn 1 van toepassing, omdat dit de temperatuur aangeeft ter plaatse van de oppervlakte van de geprofileerde staalplaat.

Het blijkt dat na ca 30 minuten een temperatuur van ongeveer 500 °C is bereikt. Met het stijgen van de temperatuur neemt de sterkte van het staal af. Het verband tussen deze twee grootheden is gegeven in fig. 4. op de volgende pagina.

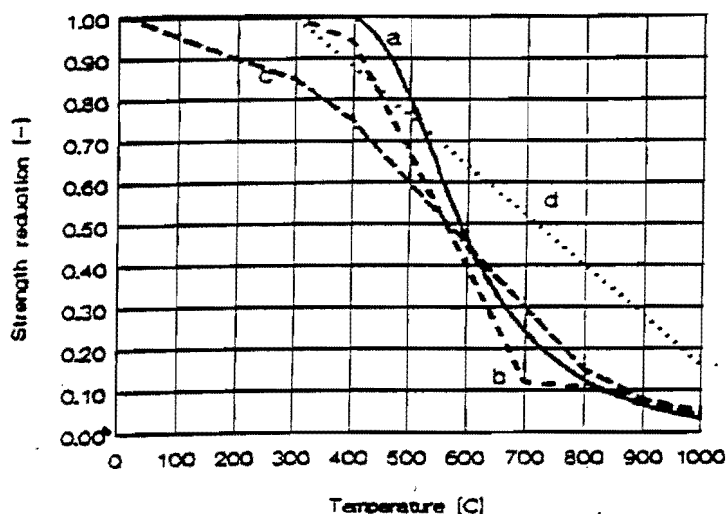


Fig. 4 Sterkte afname als functie van de temperatuur voor warmgewalste (a) en koudgewalste(b) wapening, grindbeton (c) en lichtbeton(d).

De figuren 3 en 4 zijn ontleend aan SG cursus Brandwerendheid staal- en staal-beton constructies [5].

Aangezien de geïntegreerde vloerplaat in dit geval fictief fungeert als koudgewalste wapening is kromme b van toepassing en kan gekonkludeerd worden dat bij een temperatuur van ca. 500 °C de sterkte reeds tot ca 70 % van de oorspronkelijke sterkte is gereduceerd. Gekonkludeerd kan dus worden dat aan de geïntegreerde vloerplaat volgens de geldende Nederlandse Normen en Richtlijnen slechts een zeer beperkte brandwerendheid kan worden toegekend, in ieder geval minder dan 20 minuten.

Volgens de huidige NPR 2443 [6] geldt volgens art. 5.5.3 in beginsel dat:

- a. de brandwerendheid van vloeren en daken inclusief een eventueel aangebracht plafond ten minste 60 minuten dient te zijn,
- b. de bijdrage tot brandvoortplanting van plafonds en van de onderzijde van vloeren en daken waaronder geen plafond is aangebracht dient te voldoen aan brandvoortplantingsklasse 2 (Het materiaal kan zwak bijdragen tot brandvoortplanting)
- c. het dak mag niet brandgevaarlijk zijn.

In artikel 5.5.3.4 echter wordt gesteld dat bij “open” garages voor vloeren en daken vrijstelling kan worden verleend voor bovengenoemde eisen indien de vloeren en daken zijn vervaardigd van staal en/of beton.

Onder een “open” parkeergarage wordt verstaan een parkeergarage of gedeelten daarvan waarbij een voldoende natuurlijke dwarsventilatie is gewaarborgd (NPR 2443 art 3.6).

Een parkeergarage wordt geacht “open” te zijn indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- ten minste twee tegenover elkaar staande wanden moeten buitenwanden zijn en voorzien zijn van niet-afsluitbare openingen.
- de tegenover elkaar staande buitenwanden, waarin niet-afsluitbare openingen voorkomen, mogen voor ten minste twee zijden van de garage niet meer dan 54 meter van elkaar verwijderd zijn,
- De laagste vloer van de garage mag nergens meer dan 1.3 meter onder het maaiveld zijn gelegen,
- Bovendien moet nog aan één van de twee volgende eisen zijn voldaan:
  1. alle niet-afsluitbare openingen in de buitenwanden dienen per compartiment te zamen 1/3 gedeelte of meer uit te maken van de totale oppervlakte van binnen en buitenwanden die het compartiment begrenzen.
  2. alle niet afsluitbare openingen in twee tegenover elkaar staande buitenwanden dienen per compartiment en voor elk van deze buitenwanden ten minste 2.5 % te bedragen van de bruto vloeroppervlakte van de garagevloer in het compartiment.

Wanneer er geen sprake is van een “open” garage zijn de eerder genoemde eisen van toepassing. In die gevallen zal de veldwapening zodanig gedimensioneerd moeten worden dat de alleen de beton de belastingen op kan nemen. Hetzelfde geldt ter plaatse van de opleggingen, speciale dwarskrachtwapening is in dergelijke gevallen noodzakelijk.

In dit rapport wordt er verder van uitgegaan dat de geïntegreerde vloerplaat wordt toegepast in een “open” parkeergarage.

#### **1.4. Uitvoering**

Voor wat betreft de uitvoering van een vloer met behulp van het TRP 200 profiel is grote overeenkomst aanwezig met de bestaande bouwpraktijk zoals bij geprofileerde staalplaat toegepast als dakplaat.

Opgemerkt dient te worden dat met name het gebruik van vangnetten zoals behandeld in het publikatie blad P 66 van de arbeidsinspectie aan de orde is.[7]

## Hoofdstuk 2

In hoofdstuk 1 zijn de algemene technische voorwaarden zoals in de diverse voorschriften vastgelegd, behandeld en gekwantificeerd.

In dit hoofdstuk worden de verschillende consequenties nader behandeld.

### 2.1. Vaststellen structuur vraag klant naar order.

Redelijkerwijze kan ervan worden uitgegaan dat de vraag van de klant verband houdt met het zoeken naar de beste oplossing in een gegeven situatie. Voor het geval geïntegreerde vloerplaat zijn de keuzes in principe beperkt, immers er bestaan 3 verschillende plaatdiktes, zodat er dus ook maar 3 verschillende optimale oplossingen bestaan.

Er kan van uitgegaan worden dat er in een eenvoudige dokumentatie per materiaal-dikte een maximale overspanning gegeven wordt. De variabele is dan de dikte van de ter plaatse gestorte betonvloer op de bovenflens van het TRP 200 profiel, omdat het niet zinvol is deze dikte groter te maken dan noodzakelijk, kan ervan uitgegaan worden dat de in Duitsland gehanteerde maat van 75 mm ook voor Nederland als standaard kan gelden.

In principe moet het dus mogelijk zijn dat de klant zijn keuze voor het profiel een bepaalde materiaaldikte maakt op basis van een eenvoudige dokumentatie.

Aanvullende aspecten over de uitvoering zoals bij voorbeeld opleggingen, bevestigingsmiddelen, wapening onder en boven, mogelijkheden variabele rastermaat, hulpstukken, bestelmethode e.d. kunnen vervolgens in een wat uitgebreidere dokumentatie behandeld worden.

### 2.2. Structuur mogelijk traject voor de technische realisatie.

Hiervoor is al gemeld dat er in principe slechts drie mogelijkheden bestaan, het ligt voor de hand voor wat betreft de berekening tevens te denken in slechts een drietal "standaard" berekeningen. Deze zouden kunnen bestaan uit drie verschillende berekeningen waarmin aangetoond wordt dat een bepaalde maximale overspanning bereikt kan worden, gevolgd door de conclusie dat de actuele overspanning kleiner of gelijk aan dit maximum is en dat dus de gekozen plaat voldoet.

Deze gehele berekening zou als "tekst-file" aangemaakt kunnen worden, met als enige variabele de projectnaam, actuele overspanning en overige gegevens, welke dus per geval ingegeven kunnen worden.

Globaal kan gesteld worden dat de berekening bestaat uit twee delen: de berekening van de staalplaat als bekisting en de berekening van de combinatie staalplaat met uitgeharde beton als drager van de gelijkmatig verdeelde belasting.

In deel 1 -de berekening van de staalplaat als bekisting- moet aangetoond worden dat de staalplaat de belasting van de "natte" beton kan dragen en dat er sprake is van voldoende stijfheid van de geprofileerde staalplaat e.e.a. volgens art 2 van de RSBV 1990 [3]

In deel 2 - de berekening van de combinatie staalplaat plus beton- moet worden aangetoond dat de combinatie bestand is tegen de belastingen.

In dit verband is het van belang de werkelijke bezijkwaarden -dus zonder belastingfactoren- te kennen zoals destijds door middel van onderzoek vastgesteld en op basis waarvan destijds een "Zulassung" is verleend.

Deze waarden zijn bruikbaar als "toetsingswaarden" volgens de huidige NEN 6702. De in de Duitse documentatie gebruikte waarden "zul Mf" en "zul A" (Toelaatbaar veldmoment en toelaatbare oplegkracht) zijn reeds voorzien van een belasting factor van 1.85.

Zie in dit verband ook pag 19 van "Gutachtliche Stellungnahme zum Bemessungskonzept der HOESCH ADDITIV-DECKE Prof Schmidt Universität Essen [8]

Vrijwel de gehele berekening kan op theoretische gronden gemaakt worden en bestaat uit slechts drie elementen veldmoment, dwarskracht en doorbuiging.

Alleen voor de puntlast van 10 kN tussen de twee ribben kan niet aangetoond worden dat de betonplaat van 75 mm dikte met een wapeningsnet van rond 5 om de 150 mm met betrekking tot de dwarskracht voldoet.

Om dit aan te tonen zou wordt een test schaal 1 op 1 geadviseerd.

### **2.3. Rol TUE in het verdere proces.**

Technische berekeningen worden normaliter uitgevoerd door adviesbureau's, de Technische Universiteit Eindhoven kan en wil de functie van "adviesbureau" niet vervullen.

Wel kan de TUE de kennis zoals vastgelegd in dit rapport aan medewerkers van een adviesbureau toelichten en eventueel nader verklaren en onderbouwen.

Voor de test van de 10 kN puntlast kan het laboratorium van de TUE wel een rol spelen.

**Konklusies :**

1. Voor een parkeergarage is het profiel TRP 200 als geïntegreerde vloerplaat in Nederland voor personen auto's met een beladen gewicht van maximaal 25 kN (2.5 ton) ten aanzien de belastingen volgens NEN 6702 zonder meer toepasbaar.
2. Het TRP 200 profiel wordt in de uitvoeringsfase beschouwd als een verloren bekisting. Door de relatief grote stijfheid voldoet het profiel aan de eisen zoals gesteld in de RSBV1990
3. Voor een "open" parkeergarage waarvan vloeren en daken bestaan uit staal en/of beton, worden aan die vloeren geen brandwerendheids eisen gesteld.
4. Voor wat betreft de uitvoering is het noodzakelijk dat voldoende veiligheids voorzieningen worden getroffen, zoals o.a. vangnetten.
5. Als (ontwerp) hulpmiddel kunnen tabellen en/of grafieken per materiaaldikte gemaakt worden, waar de maximale overspanning kan worden afgelezen (eventueel met variatie betondikte)
6. De controle berekening kan gestandaardiseerd worden per materiaaldikte, zonder de noodzaak tot het maken van een speciaal computerprogramma.
7. Het probleem puntlast moet nader onderzocht worden.

Eindhoven, juli 1996

vakgroep BPU  
ir. M.Ham

## Literatuur

- [ 1 ] Bundel Bouwvoorschriften (Bouwbesluit)  
Sdu Uitgeverij Koninginnegracht te Den Haag
- [ 2 ] NEN 6702 "Technische grondslagen voor bouwconstructies, Belastingen en Vervormingen". Nederlands Normalisatie-instituut te Delft
- [ 3 ] Staalplaat-betonvloeren deel 1: richtlijnen en rekenvoorbeelden.  
Staalbouwkundig Genootschap Rotterdam, Civieltechnisch centrum Uitvoering Research en Regelgeving Gouda.
- [ 4 ] Staalplaat-betonvloeren deel 2: theorie.  
Staalbouwkundig Genootschap Rotterdam, Civieltechnisch centrum Uitvoering Research en Regelgeving Gouda.
- [ 5 ] Cursus Staalbouwkundig Genootschap "Brandwerendheid Staal en Staal-beton constructies. Staalbouwkundig Genootschap Rotterdam.
- [ 6 ] NPR 2443 "Parkeergarages"(Nederlandse Praktijk Richtlijn)  
Nederlands Normalisatie-instituut te Delft
- [ 7 ] Aanwijzingen voor de constructie en het gebruik van vangnetten. P no. 66  
SDU postbus 20014, 2500 EA Den Haag
- [ 8 ] Gutachtliche Stellungnahme zum Bemessungskonzept der HOESCH ADDITIV-DECKE  
Prof. Dr-ing. Herbert Schmidt, Fachbereich Bauwesen,- Stahlbau,  
Universität Essen