



De belangrijkste conclusies en aanbevelingen zijn hieronder per dakvlak te lezen.

Conclusie/ Aanbeveling

Conclusie; zonnepanelen betondaken

Op basis van de uitgevoerde controleberekeningen blijken er mogelijkheden te zijn om op een gedeelte van het betondak zonnepanelen te plaatsen.

- De in de hoofdberekening aangehouden belastingen bieden voldoende reserve om het plaatsen van zonnepanelen met een maximale verdeelde belasting van 40 kg/m² toe te laten.
- In zones waar geen sneeuwophoping optreedt is een hogere belasting uit zonnepanelen toelaatbaar van 80 kg/m².
- In zones waar sneeuwophoping optreedt $\geq 100 \text{ kg/m}^2$ (zie oranje vlakken bijlage 1) is het niet toegestaan zonnepanelen te plaatsen.

Conclusie; zonnepanelen staaldaken

Op basis van de uitgevoerde controleberekeningen blijken er mogelijkheden te zijn om op een gedeelte van het staaldak zonnepanelen te plaatsen.

- De in de hoofdberekening aangehouden belastingen bieden voldoende reserve om het plaatsen van zonnepanelen met een maximale verdeelde belasting van 20 kg/m² toe te laten.
- Lokaal zijn hogere belastingen op de dakvlakken toelaatbaar
Dakvlak D, F, J en L; toelaatbare lijnlast, na verwijdering grind: 48 kg/m (bij $b=0,56 \text{ m}$, bij grotere spreiding, bijv. 1,0 m hogere lijnlast toelaatbaar 90 kg/m)
Dakvlak E en K; toelaatbare lijnlast, na verwijdering grind: 90 kg/m
Dakvlak G en H; Geen zonnepanelen, i.v.m. risico sneeuwophoping
Dakvlak CG en CH; staaldak, Toelaatbare lijnlast: 90 kg/m, h.o.h. 4,8 m

Een overzicht van de toelaatbare dakbelastingen is in bijlage 1 getoond

Indien bij de uitwerking van de zonnepanelen niet aan deze randvoorwaarden m.b.t. toelaatbare dakbelastingen voldaan kan worden zijn een aantal maatregelen mogelijk:

1. Plaatsing minder zonnepanelen met een grotere h.o.h. afstand.
2. Aanbrengen aanvullend staalframe onder zonnepanelen, dit staalframe kan worden toegepast t.b.v.
 - a. Drukverdeling belasting uit zonnepanelen over een grotere breedte, bijv. voor dakvlakken E en K
 - b. Koppeling zonnepanelen direct aan hoofdconstructie, waardoor geen ballastgewicht noodzakelijk is

Belangrijk aandachtspunt

- Een belangrijk aandachtspunt voor het plaatsen van de zonnepanelen is de brandveiligheid van de dakisolatie onder de zonnepanelen. Een zonnepaneel is een elektrische installatie, er kan dus kortsluiting optreden die tot brand leidt. Een brandveilige isolatie draagt niet bij de verdere verspreiding van brand. De brandveiligheid van de dakisolatie dient daarom onderzocht te worden.
- Ter plaatse van de dakrand dient rekening gehouden te worden met paneelvrije zones, i.v.m. veilig werken op hoogte.
- Ter plaatse van de dakranden dient tevens rekening gehouden te worden met een hogere belasting uit windzuiging op de panelen.

- Ter plaatse van zware objecten/installaties op het dak is het niet toegestaan zonnepanelen te plaatsen.
- Ter plaatse van zones met sneeuwophoping is het niet toegestaan zonnepanelen te plaatsen.
- Om sneeuwophoping tegen zonnepanelen te voorkomen zal de hoogte van deze panelen lager dan 300 mm moeten zijn.
- Op de staaldaken dient lokaal grind verwijderd te worden, tevens dienen eventueel aanwezige betontegel rond de zonnepanelen (0,5 m) verwijderd te worden
- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.

Constructie

Het gebouw is in 1994 gebouwd. Het gebouw bestaat uit een betonnen draagstructuur. Van dragende wanden en kolommen op een h.o.h. afstand van 4,8 m. De verdiepingsvloeren zijn uitgevoerd als in het werk gestorte betonvloeren ($h = 230 \text{ mm}$)

Het dak bestaat uit een betondak en een staaldak. Het in het werk gestorte betondak ($h = 180/220 \text{ mm}$) draagt zijn belasting af op de prefab betonwanden (h.o.h. 4,8 m). De stalen dakplaten (108/750, $t = 0,88 \text{ mm}$) overspannen over de stalen hoofdliggers (IPE400 + zeeg 100 mm). Deze liggers zijn aangebracht op een h.o.h. afstand van 4,8 m en hebben een overspanning van 9,8 m. Ter plaatse van de lichtstraten zijn secundaire liggers over de hoofdliggers aangebracht (UNP200 + UNP160). Deze liggers dragen de lichtstraten. Op het stalen dak is een grindlaag als ballast aangebracht. Uitzondering hierop vorm het hoger gelegen dakvlak, t.p.v. bouwdeelen CG en CH, hier is geen ballastgrind toegepast. Uit archieftekeningen blijkt dat op de verdiepingsvloeren een veranderlijke belasting gerekend is van 2,0, resp. 2,5 kN/m². Op de gehele dakvloer is een veranderlijke belasting van 1,0 kN/m² gerekend.

Analyse dakconstructie; t.b.v. plaatsing zonnepanelen

De analyse van de op de diverse dakvlakken toelaatbare belastingen is in de bijlagen 2 en 3 per bouwdeel uitgewerkt.

Bij de analyse is onderscheidt gemaakt tussen de betondaken en de staaldaken. In bijlage 1 is een overzicht toegevoegd met de toelaatbare dakbelastingen

Revisiebeheer

Versie	Datum	Wijziging t.o.v. vorige versie
0	16 juni 2020	Basisadvies

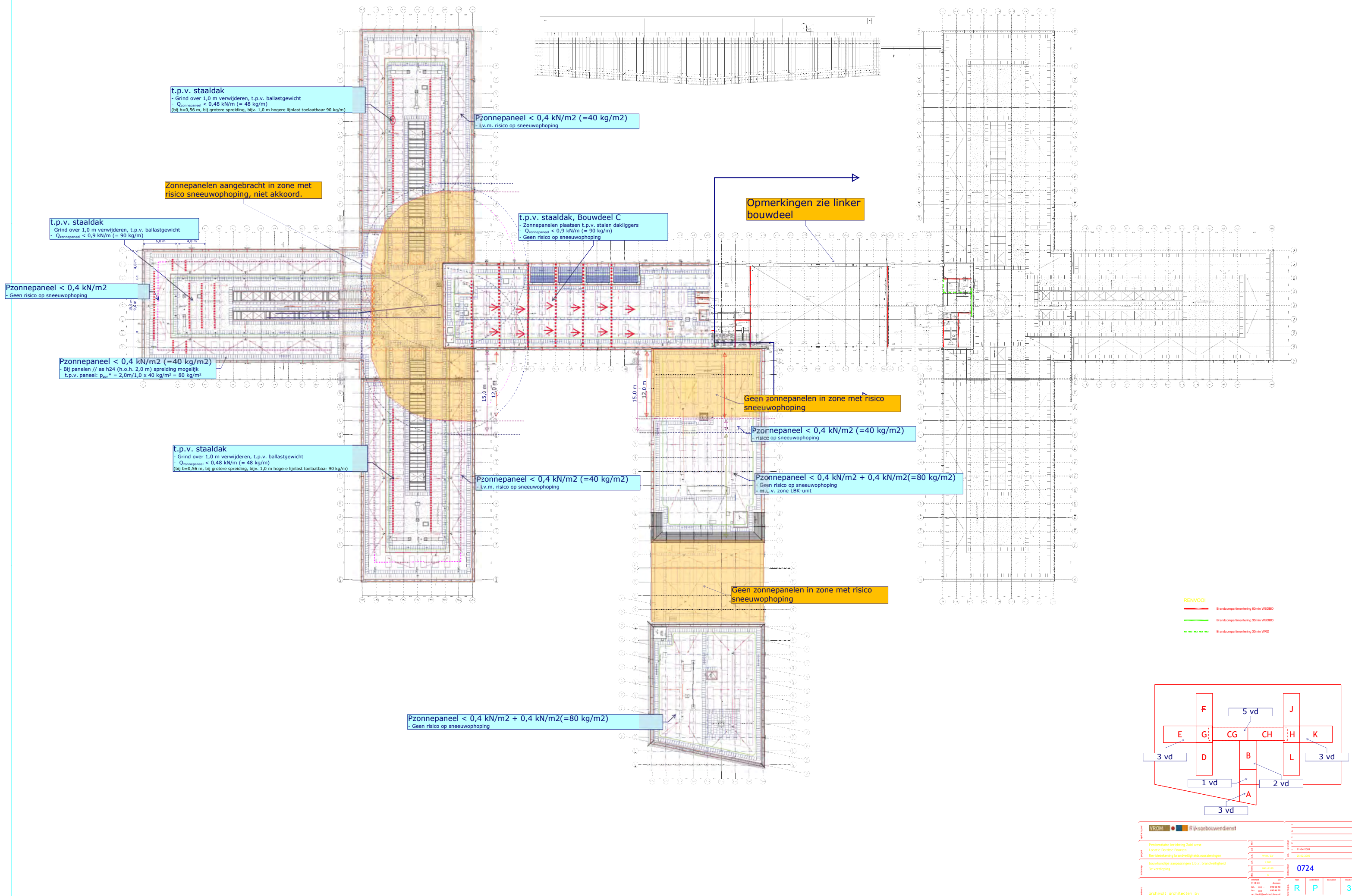
Bijlage 1; Overzicht toelaatbare dakbelastingen zonnepanelen

De op de diverse dakvlakken toelaatbare belastingen uit zonnepanelen worden op de volgende pagina's getoond.

Indien bij de uitwerking van de zonnepanelen niet aan deze randvoorwaarden m.b.t. toelaatbare dakbelastingen voldaan kan worden zijn een aantal maatregelen mogelijk:

3. Plaatsing minder zonnepanelen met een grotere h.o.h. afstand.
4. Aanbrengen aanvullend staalframe onder zonnepanelen, dit staalframe kan worden toegepast t.b.v.
 - a. Drukverdeling belasting uit zonnepanelen over een grotere breedte, bijv. voor dakvlakken E en K
 - b. Koppeling zonnepanelen direct aan hoofddraagconstructie, waardoor geen ballastgewicht noodzakelijk is

Het is niet toegestaan zonnepanelen te plaatsen in de zones waar het risico op sneeuwophoping aanwezig is. Deze zones zijn in de bijlage aangegeven middels een oranje kleur.



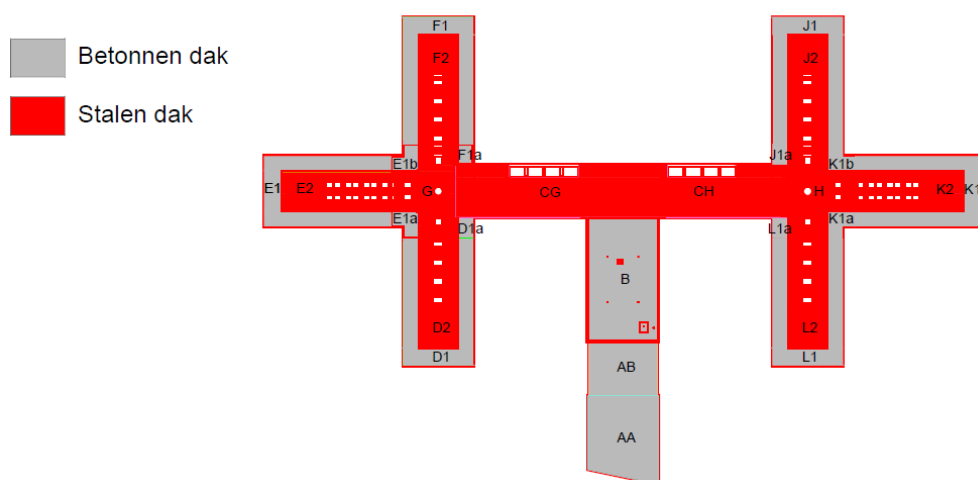
Bijlage 2; Analyse draagvermogen betondaken

Het dak van de PI Dordrecht bestaat uit een beton- en een staaldak.
In deze bijlage wordt het reservedraagvermogen van het betondak bepaald.
Het in het werk gestorte betondak ($h = 180/220$ mm) draagt zijn belasting ter plaatse van de cellenvleugel af op de prefab betonwanden (h.o.h. 4,8 m). Ter plaatse van de middenvleugel (vleugel A en B) wordt de belasting afgedragen op dragende kolommen (h.o.h. 4,8 m)

In deze bijlage wordt het reservedraagvermogen van het betondak bepaald. Deze controle geldt voor de betondaken in de volgende vleugels:

- Dakvlak A_1 ; betondak, $d \geq 200$ à 260 mm, ong. 11,0 m⁺P
- Dakvlak A_2 ; betondak, $d \geq 200$ à 255 mm, ong. 3,6 m⁺P
- Dakvlak B; betondak, $d \geq 200$ à 260 mm, ong. 7,1 m⁺P
- Dakvlak D; betondak, $d \geq 180$ à 220 mm, ong. 9,2 m⁺P
Tevens dakvlak F, J en L
- Dakvlak E; betondak, $d \geq 180$ à 220 mm, ong. 9,2 m⁺P
Tevens dakvlak K
- Dakvlak G; betondak, $d \geq 180$ à 220 mm, ong. 9,7 m⁺P
Tevens dakvlak H

In deze bijlage wordt op basis van de beschikbare archieftekeningen de mogelijkheid tot plaatsing van zonnepanelen op het dak bepaald.



Overzicht dakconstructie

Conclusie; zonnepanelen betondaken

Op basis van de uitgevoerde controleberekeningen blijken er mogelijkheden te zijn om op een gedeelte van het betondak zonnepanelen te plaatsen.

- De in de hoofdberekening aangehouden belastingen bieden voldoende reserve om het plaatsen van zonnepanelen met een maximale verdeelde belasting van 40 kg/m² toe te laten.
- In zones waar geen sneeuwophoping optreedt is een hogere belasting uit zonnepanelen toelaatbaar van 80 kg/m².

Een overzicht van de toelaatbare dakbelastingen is in bijlage 1 getoond

Vergelijking belastingen

In deze paragraaf zijn de uitgangspunten voor de belastingen per onderdeel weergegeven. De opgelegde vloerbelastingen zijn aangehouden volgens de Eurocode en het programma van eisen van de opdrachtgever.

G_k = karakteristieke waarde van de blijvende belasting

Q_k en q_k = karakteristieke waarde van de opgelegde belasting

Voor de controle van de dakconstructie is een vergelijking gemaakt tussen de oorspronkelijk rekenwaarden van de belasting (conform NEN6701) en de rekenwaarden conform NEN8700. In de betonconstructie blijkt een beperkte reserve aanwezig te zijn t.b.v. plaatsing van zonnepanelen.

Vergelijking belastingen (betondaken)

		g_k	q_k		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Dakbelastingen - betondak (aanname)		4,50		kN/m ²			
e.g. dakvloer = 0,18 m x 25 kN/m ² =		0,15					
Isolatie en dakafwerking		0,15					
Overig (installatie en leidingen)		0,15					
Veranderlijke belasting			1,00	kN/m ²			
Dakbelastingen - betondak (aanname)		4,80	1,00	kN/m ²	0	0,2	0
Veiligheidsfactoren		Y_G	Y_Q				
NEN6701		1,00	1,00	$P_{rep} =$	5,80	kN/m ²	
FC1		1,35		$P_{Ed} =$	6,48	kN/m ²	
FC2		1,20	1,50	$P_{Ed} =$	7,26	kN/m ²	
					7,26	kN/m ²	
CC2 - bestaand		Y_G	Y_Q				
NEN 8700; 2011		1,00	1,00	$P_{rep} =$	5,80	kN/m ²	
6.10a		1,20	1,30	$P_{Ed} =$	5,76	kN/m ²	
6.10b		1,15	1,30	$P_{Ed} =$	6,82	kN/m ²	
					6,82	kN/m ²	
$\Delta P_{Ed} =$		0,44	kN/m ²				
$\Delta P_{res} =$		0,38	kN/m ²	$\gamma_G =$	1,15		

Conclusie m.b.t. vergelijking belastingen (betondaken)

O.b.v. het vergelijk van de in de hoofdberekening aangehouden belastingen kunnen de volgende conclusies m.b.t. hoofdberekening getrokken worden:

- De in de hoofdberekening aangehouden belastingen bieden voldoende reserve om het plaatsen van zonnepanelen met een maximale verdeelde belasting van 40 kg/m² toe te laten.
- In zones waar geen sneeuwophoping optreedt is een hogere belasting uit zonnepanelen toelaatbaar van 80 kg/m².
- In de zones waar sneeuwophoping optreedt zal het reservedraagvermogen van het dak beperkt zijn en is het zonder verder onderzoek niet mogelijk zonnepanelen te plaatsen.
- In het in bijlage 1 getoonde overzicht zijn de op de betondaken toelaatbare belastingen weergegeven.

Belangrijk aandachtspunt

- Een belangrijk aandachtspunt voor het plaatsen van de zonnepanelen is de brandveiligheid van de dakisolatie onder de zonnepanelen. Een zonnepaneel is een elektrische installatie, er kan dus kortsluiting optreden die tot brand leidt. Een brandveilige isolatie draagt niet bij de verdere verspreiding van brand. De brandveiligheid van de dakisolatie dient daarom onderzocht te worden.
- Ter plaatse van de dakrand dient rekening gehouden te worden met paneelvrije zones, i.v.m. veilig werken op hoogte.
- Ter plaatse van de dakranden dient tevens rekening gehouden te worden met een hogere belasting uit windzuiging op de panelen.
- Ter plaatse van zones met sneeuwophoping is het niet toegestaan zonnepanelen te plaatsen. Om sneeuwophoping tegen zonnepanelen te voorkomen zal de hoogte van deze panelen lager dan 300 mm moeten zijn.
- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.

Bijlage 3: Analyse draagvermogen stalen daken

Het dak van de PI Dordrecht bestaat uit een beton- en een staaldak.

In deze bijlage wordt het draagvermogen van de diverse staaldaken bepaald.

Het staaldak draagt zijn belasting af op de stalen hoofddraagconstructie. De stalen dakliggers liggen op een h.o.h. afstand van 4,8 à 5,7 m.

Conclusie; zonnepanelen staaldaken

Op basis van de uitgevoerde controleberekeningen blijken er mogelijkheden te zijn om op een gedeelte van het staaldak zonnepanelen te plaatsen.

- De in de hoofdberekening aangehouden belastingen bieden voldoende reserve om het plaatsen van zonnepanelen met een maximale verdeelde belasting van 20 kg/m² toe te laten.
- Lokaal zijn hogere belastingen op de dakvlakken toelaatbaar
Dakvlak D, F, J en L; toelaatbare lijnlast, na verwijdering grind: 48 kg/m (bij b=0,56 m, bij grotere spreiding, bijv. 1,0 m hogere lijnlast toelaatbaar 90 kg/m)
Dakvlak E en K; toelaatbare lijnlast, na verwijdering grind: 90 kg/m
Dakvlak G en H; Geen zonnepanelen, i.v.m. risico sneeuwophoping
Dakvlak CG en CH; staaldak, Toelaatbare lijnlast: 90 kg/m, h.o.h. 4,8 m

Een overzicht van de toelaatbare dakbelastingen is in bijlage 1 getoond

Opmerkingen

- Op een deel van de stalen daken is een grindpakket aanwezig. Dit grindpakket zal ter plaatse van de zonnepanelen verwijderd moeten worden. Nagegaan zal moeten worden of dit zonder aanvullende voorzieningen mogelijk is m.b.t. de dakbedekking.
- Rondom de hoger gelegen dakdelen CG en CH is sprake van sneeuwophoping, zie bijlage 4

Analyse

In deze bijlage wordt het draagvermogen van het staaldak bepaald. Deze controle geldt voor de staaldaken in de volgende vleugels:

- Dakvlak D, F, J en L, staaldak, voorzien van grindpakket
Ballast niet gelijkmatig verdeeld, maar aangebracht t.p.v. slechts 2 dammen.
- Dakvlak E en K; staaldak voorzien van grindpakket.
Ballast gelijkmatig verdeeld over stalen dakplaat
- Dakvlak G en H; niet beschouwt i.v.m. risico sneeuwophoping
- Dakvlak CG en CH; staaldak, zonder grindpakket

Ten behoeve van de bepaling van de opneembare belasting uit zonnepanelen zijn de volgende controles uitgevoerd:

1. Bepaling reservedraagvermogen, o.b.v. een vergelijking van de rekenwaarde van de belastingen. De rekenwaarden zijn bepaald volgen NEN-EN1991-1, resp. NEN8700 (verbouw)
2. Bepaling draagvermogen stalen dakplaten

Bij de analyse is geen controle uitgevoerd met betrekking tot het reservedraagvermogen van de hoofddraagconstructie, Deze controle is niet uitgevoerd aangezien de belasting niet toe zal nemen ten opzichte van de huidige situatie, doordat:

- Ter plaatse van de daken met een grindpakket wordt dit pakket weggenomen ten behoeve van de plaatsing van de zonnepanelen, incl. ballast.
- Ter plaatse van het hoge dak (dakdeel CG en CH) neemt de rekenwaarde van de belasting op staalconstructie niet toe, doordat gerekend kan worden conform NEN8700

Voor bouwdeel G en H is geen aanvullende controle uitgevoerd, aangezien op deze dakvlakken sprake is van risico op sneeuwophoping

Vergelijking belastingen (staaldaken)

In de onderstaande tabellen is een controleberekening van de aanwezige dakliggers terug te vinden.

Deze liggers zijn tevens m.b.v. TS/Construct gecontroleerd. De uitvoer is aan het eind van deze bijlage toegevoegd.

Dakvloer (bestaand - aanname)	g_k	q_k		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Stalen dakplaten	0,15		kN/m ²			
Isolatie en dakbedekking	0,15					
Afwerklaag (grind)	0,80		kN/m ²			
Veranderlijke belasting		1,00	kN/m ²			
Dakvloer (bestaand - aanname)	1,10	1,00	kN/m ²	0	0,2	0

CC2 - NEN-EN 1991-1		Y_G	Y_Q			
6.10a	1,35	1,50	$P_{Ed} =$	2,82	kN/m ²	1,49 kN/m ²
6.10b	1,20	1,50				2,82 kN/m ²
	1,00	1,00	$P_{rep} =$	2,10	kN/m ²	

CC2 - NEN 8700 (verbouw)		Y_G	Y_Q			
6.10a	1,20	1,30	$P_{Ed}^* =$	2,57	kN/m ²	1,32 kN/m ²
6.10b	1,15	1,30				2,57 kN/m ²
	1,00	1,00	$P_{rep} =$	2,10	kN/m ²	

Vergelijk rekenwaarden NEN-EN 1991, t.o.v. NEN8700;

$$P_{rep,res} = (P_{Ed} - P_{Ed}^*) / 1,15 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Datum
24 juni 2020
Kenmerk
A-100162G01-C-01_0

Dakvloer (bestaand - aanname)	g_k	q_k		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Stalen dakplaten	0,15		kN/m ²			
Isolatie en dakbedekking	0,15					
Afwerklaag (n.v.t.)	0,00		kN/m ²			
Veranderlijke belasting		1,00	kN/m ²			
Dakvloer (bestaand - aanname)	0,30	1,00	kN/m ²	0	0,2	0

CC2 - NEN-EN 1991-1		Y_G	Y_Q			
6.10a	1,35	1,50	$P_{Ed} =$	1,86	kN/m ²	0,41 kN/m ²
6.10b	1,20	1,50				1,86 kN/m ²
	1,00	1,00	$P_{rep} =$	1,30	kN/m ²	

CC2 - NEN 8700 (verbouw)		Y_G	Y_Q			
6.10a	1,20	1,30	$P_{Ed}^* =$	1,65	kN/m ²	0,36 kN/m ²
6.10b	1,15	1,30				1,65 kN/m ²
	1,00	1,00	$P_{rep} =$	1,30	kN/m ²	

Vergelijk rekenwaarden NEN-EN 1991, t.o.v. NEN8700;						
$P_{rep,res} = (P_{Ed}-P_{Ed}^*)/1,15 =$				0,19	kN/m ²	

Conclusie m.b.t. vergelijking belastingen (staaldaken)

O.b.v. het vergelijk van de in de hoofdberekening aangehouden belastingen kunnen de volgende conclusies m.b.t. hoofdberekening getrokken worden:

- De in de hoofdberekening aangehouden belastingen bieden voldoende reserve om het plaatsen van zonnepanelen met een maximale verdeelde belasting van 19 kg/m² toe te laten.
- In de zones waar sneeuwophoping optreedt zal het reservedraagvermogen van het dak beperkt zijn en is het zonder verder onderzoek niet mogelijk zonnepanelen te plaatsen.

Belangrijk aandachtspunt

Zie voor belangrijke aandachtspunten de hoofdtekst, resp. bijlage 2.

Controleberekening Stalen dakplaten

In deze bijlage worde het draagvermogen van het staaldak bepaald. Deze controle geldt voor de staaldaken in de volgende vleugels:

- Dakvlak D, F, J en L, staaldak, voorzien van grindpakket
Ballast niet gelijkmatig verdeeld, maar aangebracht t.p.v. slechts 2 dammen.
Plaat type 153/840, $d=0,88$ mm, perfo 3, 2 veldsplaten, $l_{ov} = 5,7 - 4,8$ m
Plaat type 153/840, $d=0,75$ mm, perfo 3, 2 veldsplaten, $l_{ov} = 4,8$ m

Conclusie:

Toelaatbare lijnlast, na verwijdering grind: 48 kg/m
(bij $b=0,56$ m, bij grotere spreiding, bijv. 1,0 m hogere lijnlast toelaatbaar 90 kg/m)

- Dakvlak E en K; staaldak voorzien van grindpakket.
Ballast gelijkmatig verdeeld over stalen dakplaat.
Plaat type 153/840, $d=0,88$ mm, perfo 3, 2 veldsplaten, $l_{ov} = 5,7 - 4,8$ m
Plaat type 153/840, $d=0,75$ mm, perfo 3, 2 veldsplaten, $l_{ov} = 4,8$ m

Conclusie:

Toelaatbare lijnlast, na verwijdering grind: 90 kg/m

- Dakvlak G en H; niet beschouwt i.v.m. risico sneeuwophoping
- Dakvlak CG en CH; staaldak, zonder grindpakket
Plaat type onbekend, aanname 3-275-110, vergelijkbaar 100R/825, 2 veldsplaten, $l_{ov} = 4,8$ m.
Ten behoeve van bepaling belastbaarheid gebruik gemaakt van vergelijk belastingen.

Conclusie:

Toelaatbare lijnlast: 90 kg/m

Analyse zonnepanelen op staaldak

- Dakvlak D, F, J en L

- Huidige dakbelasting: $p_{\text{dak}} = [1,1 / 1,0]$ kN/m² (waarvan 0,8 kN/m² grindpakket)
- stalen dakplaten: 153/850, $t=0,88$, Perfo 3, 2 verldsplaten. $l_{\text{ov}} = 5,7/4,8$ m
resp. 153/850, $t=0,75$, Perfo 3, 2 veldsplaten. $l_{\text{ov}} = 4,8$ m
- Zonnepanelen h.o.h. ong. 2,0 m
- Belasting uit zonnepanelen slechts opgenomen door gedeelte stalen dakplaat (2 dammetjes)
- Ter plaatse van ballastgewicht aanwezige betonnen looptegels verwijderen

Toelaatbare belasting

$$p = [1,03/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2$$

Huidige belasting

$$p = [1,10/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2 \text{ (waarvan 0,8 kN/m}^2 \text{ grindpakket, 50 mm)}$$

Bepaling reserve t.b.v. ballastgewicht, na verwijdering grindpakket, Verschil NEN-EN 1991-1, t.o.v. NEN8700

$$p_{\text{res;rep}} = (1,03 - 0,30 \text{ kN/m}^2) \times (1,2/1,15) + 1,0 \text{ kN/m}^2 \times (1,5-1,35)/1,15 \\ = 0,73 + 0,12 \text{ kN/m}^2 = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

Conclusie, dakplaten $l_{\text{ov}} = 4,8$ m (Dakvlak):

Plaatsing zonnepanelen direct op dakplaten onder voorwaarde akkoord. Voorwaarden zijn;

- belasting gespreid op dakplaten afdragen.
- Grindlaag, + betontegels t.p.v. ballast zonnepanelen verwijderen over 1,0 m
- Toegestaan ballastgewicht na verwijdering grindpakket:

$$p_{\text{ballast}} = p_{\text{res}} \times 0,56 \text{ m} = 0,48 \text{ kN/m} (= 48 \text{ kg/m}), \text{ evenwijdig aan stamien V} \\ (\text{bij } b=0,56 \text{ m, bij grotere spreiding, bijv. 1,0 m hogere lijnlast toelaatbaar } 90 \text{ kg/m})$$

Overige aandachtspunten/aanbevelingen:

- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.
- Na verwijdering grindpakket, incl. betontegels, dient de dakbedekking gekoppeld te worden aan de dakplaten. om afwaaiing van de dakbedekking te voorkomen

Opmerking:

- Indien een hoger ballastgewicht noodzakelijk is, zijn aanpassingen noodzakelijk, zoals:
 - Verlengen frame zonnepanelen, t.b.v. spreiding belasting over grotere breedte ($>0,56$ m)
 - Plaatsing minder zonnepanelen, zodat gemiddelde ballast onder de 48 kg/m blijft.

Let op!

In zone rond dakvlak C bestaat het risico op sneeuwophoping
In deze zone geen zonnepanelen plaatsen

SAB 153R/840 P3L-S / P4L-B - CC2

Maximale permanente belasting en of windzuiging op het dak in kN/m² bij gegeven overspanning in m¹

Windzuigingstabel dak in kN/m² (dakvlak H)	Windgebied 1			Windgebied 2			Windgebied 3	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
Gebouwhoogte tot 9 meter	-1,40	-0,88	-0,69	-1,16	-0,74	-0,59	-0,61	-0,48
Gebouwhoogte tot 15 meter	-1,54	-1,04	-0,86	-1,29	-0,88	-0,72	-0,72	-0,59
Gebouwhoogte tot 30 meter	-1,75	-1,29	-1,11	-1,47	-1,08	-0,93	-0,89	-0,77

SAB 153R/840 P3L-S / P4L-B

Gevolgklasse CC2

Maximale **permanente belasting** in kN/m² bij 0,56 kN/m² sneeuw of 1,00 kN/m² over 10 m²

Doorbuiging L/250 - Oplegging 160 mm

5.5

5.5

Ø3

11

Ø3

Aantal velden	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m²)	Overspanning in m¹																			
			4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75
	0,75	9,89	2,79	2,28	1,75	1,34	1,00	0,72	0,49	0,31	0,15	0,01										
	0,88	11,61	3,54	2,77	2,17	1,69	1,30	0,98	0,72	0,50	0,32	0,17	0,04									
	1,00	13,19	4,09	3,23	2,55	2,01	1,58	1,22	0,93	0,69	0,48	0,31	0,16	0,04								
	1,13	14,91	4,78	3,81	3,04	2,42	1,93	1,53	1,19	0,92	0,68	0,49	0,32	0,18	0,05							
	1,25	16,49	5,41	4,33	3,47	2,80	2,25	1,80	1,43	1,12	0,87	0,65	0,46	0,31	0,17	0,05						
	1,50	19,79	6,74	5,43	4,40	3,58	2,92	2,38	1,93	1,56	1,25	0,99	0,77	0,58	0,41	0,27	0,15	0,04				
	0,75	9,89	1,62	1,40	1,20	1,03	0,87	0,73	0,61	0,49	0,39	0,30	0,23	0,18	0,14	0,10	0,08	0,02				
	0,88	11,61	2,86	2,53	2,24	1,98	1,75	1,54	1,36	1,19	1,04	0,91	0,80	0,71	0,64	0,58	0,43	0,22	0,03			
	1,00	13,19	3,96	3,53	3,16	2,82	2,53	2,26	2,02	1,81	1,62	1,45	1,30	1,18	1,08	0,88	0,63	0,40	0,19	0,01		
	1,13	14,91	4,67	4,18	3,75	3,38	3,04	2,74	2,47	2,22	2,00	1,81	1,65	1,51	1,39	1,16	0,88	0,63	0,40	0,20	0,01	
	1,25	16,49	5,32	4,78	4,30	3,88	3,51	3,18	2,88	2,61	2,36	2,15	1,96	1,80	1,67	1,42	1,11	0,84	0,59	0,37	0,17	
	1,50	19,79	6,67	6,02	5,45	4,94	4,49	4,09	3,73	3,40	3,11	2,85	2,62	2,42	2,25	1,95	1,60	1,28	0,99	0,73	0,50	0,29
	0,75	9,89	2,09	1,83	1,58	1,36	1,15	0,96	0,80	0,65	0,53	0,42	0,34	0,26	0,21	0,16	0,12					
	0,88	11,61	3,55	3,16	2,80	2,48	2,19	1,92	1,69	1,48	1,31	1,15	1,02	0,87	0,66	0,48	0,31	0,15	0,02			
	1,00	13,19	4,85	4,35	3,90	3,49	3,12	2,79	2,49	2,23	1,97	1,64	1,35	1,09	0,86	0,65	0,46	0,30	0,14	0,01		
	1,13	14,91	5,68	5,11	4,60	4,14	3,72	3,35	3,01	2,72	2,35	1,97	1,64	1,35	1,10	0,87	0,66	0,47	0,30	0,15	0,02	

Toelaatbare belasting

p = [1,03/0,56 (1,0)] kN/m²

Huidige belasting

p = [1,10/0,56 (1,0)] kN/m² (waarvan 0,8 kN/m² grindpakket, 50 mm)

Bepasling reserve t.b.v. ballastgewicht, na verwijdering grindpakket, o.b.v. NEN8700

P_{res;rep} = (1,03 - 0,30 kN/m²) x (1,2/1,15) + 1,0 kN/m² x (1,5-1,35)/1,15 = 0,73 + 0,12 kN/m² = 0,85 kN/m²

Conclusie, dakplaten l_{ov} = 4,8 m (Dakvlak):

Plaatsing zonnepanelen direct op dakplaten onder voorwaarde akkoord. Voorwaarden zijn:

- belasting gespreid op dakplaten afdragen.

- Grindlaag, + betontegels t.p.v. ballast zonnepanelen verwijderen over 1,0 m

- Toegestaan ballastgewicht na verwijdering grindpakket:

p_{ballast} = p_{res} x 0,56 m = 0,48 kN/m (= 48 kg/m)

(bij b=0,56 m, bij grotere spreiding, bijv. 1,0 m hogere lijnlast toelaatbaar 90 kg/m)

Overige aandachtspunten/aanbevelingen:

- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.

- Na verwijdering grindpakket, incl. betontegels, dient de dakbedekking gekoppeld te worden aan de dakplaten. om afwaaiing van de dakbedekking te voorkomen

▲▲▲▲	1,25	16,49	-8,26	-7,32	-6,53	-5,86	-5,29	-4,80	-4,37	-4,00	-3,67	-3,39	-3,13	-2,90	-2,70	-2,52	-2,35	-2,20	-2,07	-1,94	-1,83	-1,73
	1,50	19,79	-10,38	-9,20	-8,20	-7,36	-6,64	-6,03	-5,49	-5,02	-4,61	-4,25	-3,93	-3,65	-3,39	-3,16	-2,95	-2,77	-2,60	-2,44	-2,30	-2,17
	0,75	9,89	-3,23	-3,00	-2,79	-2,60	-2,43	-2,28	-2,14	-2,01	-1,90	-1,79	-1,69	-1,60	-1,52	-1,44	-1,37	-1,30	-1,23	-1,17	-1,12	-1,06
	0,88	11,61	-4,84	-4,46	-4,13	-3,83	-3,56	-3,31	-3,09	-2,88	-2,70	-2,53	-2,37	-2,22	-2,08	-1,96	-1,84	-1,73	-1,62	-1,53	-1,44	-1,36
	1,00	13,19	-6,55	-5,99	-5,50	-5,06	-4,66	-4,31	-3,98	-3,68	-3,41	-3,16	-2,93	-2,71	-2,52	-2,35	-2,20	-2,06	-1,93	-1,82	-1,71	-1,62
	1,13	14,91	-8,47	-7,68	-6,97	-6,34	-5,78	-5,26	-4,80	-4,39	-4,03	-3,72	-3,44	-3,19	-2,96	-2,76	-2,58	-2,42	-2,27	-2,13	-2,01	-1,90
	1,25	16,49	-10,17	-9,11	-8,16	-7,33	-6,61	-6,00	-5,46	-5,00	-4,59	-4,23	-3,91	-3,63	-3,37	-3,14	-2,94	-2,75	-2,58	-2,43	-2,29	-2,16
	1,50	19,79	-12,98	-11,50	-10,25	-9,20	-8,31	-7,53	-6,86	-6,28	-5,77	-5,32	-4,91	-4,56	-4,24	-3,95	-3,69	-3,46	-3,24	-3,05	-2,87	-2,71

sab profiel

3.3

Perfo profielplaten dak

189

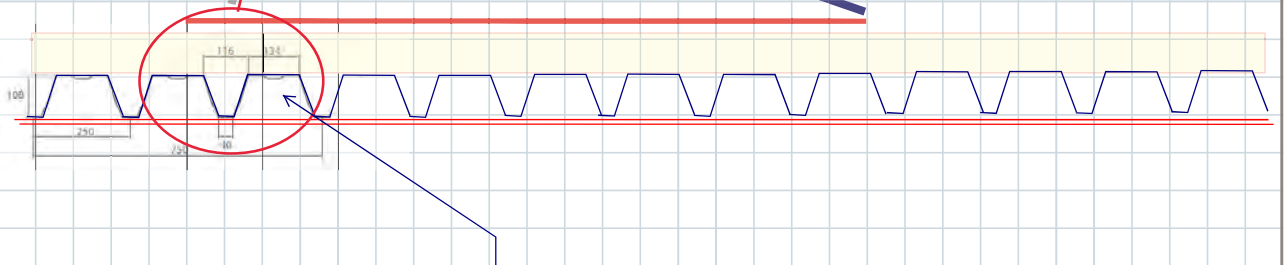
Schets spreiding belasting uit zonnepanelen over dakplaten
- Helling zonnepanelen haaks op overspanning dakplaten

Ballast
max. 48 kg/m

Grind (incl. betontegels)
t.p.v. zonnepanelen
(ballast) verwijderen

Overspanning
dakplaten

Zonnepaneel



Frame onder zonnepanelen, t.b.v. ballast
- Ballast gelijkmatig over dakplaten verdelen
- Grind + betontegels t.p.v. zonnepanelen verwijderen
over 1,0 m, toelaatbaar ballastgewicht 48 kg/m

Opmerking:

- Indien een hoger ballastgewicht noodzakelijk is, zijn aanpassingen noodzakelijk, zoals
- Verlengen frame zonnepanelen, t.b.v. spreiding belasting over grotere breedte (>0,56 m)
- Plaatsing minder zonnepanelen, zodat gemiddelde ballast onder de 48 kg/m blijft.

Analyse zonnepanelen op staaldak

- Dakvlak E en K

- Huidige dakbelasting: $p_{\text{dak}} = [1,1 / 1,0]$ kN/m² (waarvan 0,8 kN/m² grindpakket)
- stalen dakplaten: 153/850, $t=0,88$, Perfo 3, 2 verldsplaten. $l_{\text{ov}} = 5,7/4,8$ m
- Zonnepanelen h.o.h. ong. 2,0 m
- Belasting uit zonnepanelen gelijkmatig over stalen dakplaten verdeeld



Toelaatbare belasting

$$p = [1,19/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2$$

Huidige belasting

$$p = [1,10/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2 \text{ (waarvan 0,8 kN/m}^2 \text{ grindpakket, 50 mm)}$$

Conclusie, dakplaten $l_{\text{ov}} = 5,7$ m (Dakvlak):

Plaatsing zonnepanelen direct op dakplaten onder voorwaarde akkoord. Voorwaarden zijn;

- belasting gespreid op dakplaten afdragen.
- Grindlaag ($p_G=0,8$ kN/m²) t.p.v. ballast zonnepanelen verwijderen over 1,0 m
- Toegestaan ballastgewicht na verwijdering grindpakket:

$$p_{\text{ballast}} = (1,19 \text{ kN/m}^2 - 1,1 \text{ kN/m}^2 + 0,8 \text{ kN/m}^2) \times 1,0 \text{ m} = 0,9 \text{ kN/m} \text{ (=90 kg/m)}$$

Overige aandachtspunten/aanbevelingen:

- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.
- Na verwijdering grindpakket dient de dakbedekking gekoppeld te worden aan de dakplaten. om afwaaing van de dakbedekking te voorkomen

SAB 153R/840 P3L-S / P4L-B - CC2

Maximale permanente belasting en of windzuiging op het dak in kN/m² bij gegeven overspanning in m¹

Windzuigingstabel dak in kN/m² (dakvlak H)	Windgebied 1			Windgebied 2			Windgebied 3	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
Gebouwhoogte tot 9 meter	-1,40	-0,88	-0,69	-1,16	-0,74	-0,59	-0,61	-0,48
Gebouwhoogte tot 15 meter	-1,54	-1,04	-0,86	-1,29	-0,88	-0,72	-0,72	-0,59
Gebouwhoogte tot 30 meter	-1,75	-1,29	-1,11	-1,47	-1,08	-0,93	-0,89	-0,77

SAB 153R/840 P3L-S / P4L-B																						
Gevolgklasse CC2																						
Maximale permanente belasting in kN/m ²																						
bij 0,56 kN/m ² sneeuw of 1,00 kN/m ² over 10 m ²																						
Doorbuiging L/250 - Oplegging 160 mm																						
Aantal velden	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m ²)	Overspanning in m ¹																			
			4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75
	0,75	9,89	2,79	2,28	1,75	1,34	1,00	0,72	0,49	0,31	0,15	0,01										
	0,88	11,61	3,54	2,77	2,17	1,69	1,30	0,98	0,72	0,50	0,32	0,17	0,04									
	1,00	13,19	4,09	3,23	2,55	2,01	1,58	1,22	0,93	0,69	0,48	0,31	0,16	0,04								
	1,13	14,91	4,78	3,81	3,04	2,42	1,93	1,53	1,19	0,92	0,68	0,49	0,32	0,18	0,05							
	1,25	16,49	5,41	4,33	3,47	2,80	2,25	1,80	1,43	1,12	0,87	0,65	0,46	0,31	0,17	0,05						
	1,50	19,79	6,74	5,43	4,40	3,58	2,92	2,38	1,93	1,56	1,25	0,99	0,77	0,58	0,41	0,27	0,15	0,04				
	0,75	9,89	1,62	1,40	1,20	1,03	0,87	0,73	0,61	0,49	0,39	0,30	0,23	0,18	0,14	0,10	0,08	0,02				
	0,88	11,61	2,86	2,53	2,24	1,98	1,75	1,54	1,36	1,19	1,04	0,91	0,80	0,71	0,64	0,58	0,43	0,22	0,03			
	1,00	13,19	3,96	3,53	3,16	2,82	2,53	2,26	2,02	1,81	1,62	1,45	1,30	1,18	1,08	0,88	0,63	0,40	0,19	0,01		
	1,13	14,91	4,67	4,18	3,75	3,38	3,04	2,74	2,47	2,22	2,00	1,81	1,65	1,51	1,39	1,16	0,88	0,63	0,40	0,20	0,01	
	1,25	16,49	5,32	4,78	4,30	3,88	3,51	3,18	2,88	2,61	2,36	2,15	1,96	1,80	1,67	1,42	1,11	0,84	0,59	0,37	0,17	
	1,50	19,79	6,67	6,02	5,45	4,94	4,49	4,09	3,73	3,40	3,11	2,85	2,62	2,42	2,25	1,95	1,60	1,28	0,99	0,73	0,50	0,29
	0,75	9,89	2,09	1,83	1,58	1,36	1,15	0,96	0,80	0,65	0,53	0,42	0,34	0,26	0,21	0,16	0,12					
	0,88	11,61	3,55	3,16	2,80	2,48	2,19	1,92	1,69	1,48	1,31	1,15	1,02	0,87	0,66	0,48	0,31	0,15	0,02			
	1,00	13,19	4,85	4,35	3,90	3,49	3,12	2,79	2,49	2,23	1,97	1,64	1,35	1,09	0,86	0,65	0,46	0,30	0,14	0,01		
	1,13	14,91	5,68	5,11	4,60	4,14	3,72	3,35	3,01	2,72	2,35	1,97	1,64	1,35	1,10	0,87	0,66	0,47	0,30	0,15	0,02	
	1,25	16,49	6,44	5,81	5,25	4,74	4,28	3,87	3,50	3,17	2,70	2,28	1,92	1,60	1,31	1,06	0,84	0,63	0,45	0,29	0,14	
	1,50	19,79	8,03	7,28	6,60	5,99	5,44	4,95	4,51	4,01	3,43	2,93	2,49	2,11	1,77	1,48	1,21	0,97	0,76	0,57	0,39	0,24

SAB 153R/840 P3L-S / P4L-B Gevolgklasse CC2																						
Aantal velden	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m²)																				
			4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75

Toelaatbare belasting
 $p = [1,19/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2$

Huidige belasting
 $p = [1,10/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2$ (waarvan 0,8 kN/m² grindpakket, 50 mm)

Conclusie, dakplaten $l_{ov} = 5,7 \text{ m}$ (Dakvlak):
Plaatsing zonnepanelen direct op dakplaten onder voorwaarde akkoord. Voorwaarden zijn;
- belasting gespreid op dakplaten afdragen.
- Grindlaag ($p_G=0,8 \text{ kN/m}^2$) t.p.v. ballast zonnepanelen verwijderen over 1,0 m
- Toegestaan ballastgewicht na verwijdering grindpakket:
 $p_{ballast} = (1,19 \text{ kN/m}^2 - 1,1 \text{ kN/m}^2 + 0,8 \text{ kN/m}^2) \times 1,0 \text{ m} = 0,9 \text{ kN/m} (=90 \text{ kg/m})$

Overige aandachtspunten/aanbevelingen:
- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.
- Na verwijdering grindpakket dient de dakbedekking gekoppeld te worden aan de dakplaten. om afwaaiing van de dakbedekking te voorkomen

▲▲	0,75	9,89	-3,23	-3,00	-2,79	-2,60	-2,43	-2,28	-2,14	-2,01	-1,90	-1,79	-1,69	-1,60	-1,52	-1,44	-1,37	-1,30	-1,23	-1,17	-1,12	-1,06
	0,88	11,61	-4,84	-4,46	-4,13	-3,83	-3,56	-3,31	-3,09	-2,88	-2,70	-2,53	-2,37	-2,22	-2,08	-1,96	-1,84	-1,73	-1,62	-1,53	-1,44	-1,36
	1,00	13,19	-6,55	-5,99	-5,50	-5,06	-4,66	-4,31	-3,98	-3,68	-3,41	-3,16	-2,93	-2,71	-2,52	-2,35	-2,20	-2,06	-1,93	-1,82	-1,71	-1,62
	1,13	14,91	-8,47	-7,68	-6,97	-6,34	-5,78	-5,26	-4,80	-4,39	-4,03	-3,72	-3,44	-3,19	-2,96	-2,76	-2,58	-2,42	-2,27	-2,13	-2,01	-1,90
	1,25	16,49	-10,17	-9,11	-8,16	-7,33	-6,61	-6,00	-5,46	-5,00	-4,59	-4,23	-3,91	-3,63	-3,37	-3,14	-2,94	-2,75	-2,58	-2,43	-2,29	-2,16
▲▲▲	0,75	9,89	-3,23	-3,00	-2,79	-2,60	-2,43	-2,28	-2,14	-2,01	-1,90	-1,79	-1,69	-1,60	-1,52	-1,44	-1,37	-1,30	-1,23	-1,17	-1,12	-1,06
	0,88	11,61	-4,84	-4,46	-4,13	-3,83	-3,56	-3,31	-3,09	-2,88	-2,70	-2,53	-2,37	-2,22	-2,08	-1,96	-1,84	-1,73	-1,62	-1,53	-1,44	-1,36
	1,00	13,19	-6,55	-5,99	-5,50	-5,06	-4,66	-4,31	-3,98	-3,68	-3,41	-3,16	-2,93	-2,71	-2,52	-2,35	-2,20	-2,06	-1,93	-1,82	-1,71	-1,62
	1,13	14,91	-8,47	-7,68	-6,97	-6,34	-5,78	-5,26	-4,80	-4,39	-4,03	-3,72	-3,44	-3,19	-2,96	-2,76	-2,58	-2,42	-2,27	-2,13	-2,01	-1,90
	1,25	16,49	-10,17	-9,11	-8,16	-7,33	-6,61	-6,00	-5,46	-5,00	-4,59	-4,23	-3,91	-3,63	-3,37	-3,14	-2,94	-2,75	-2,58	-2,43	-2,29	-2,16

Datum: 15-01-2019

Project:

Projectnr.:

Paraaf: SBO

Schets spreiding belasting uit zonnepanelen over dakplaten
- Helling zonnepanelen evenwijdig aan op overspanning dakplaten

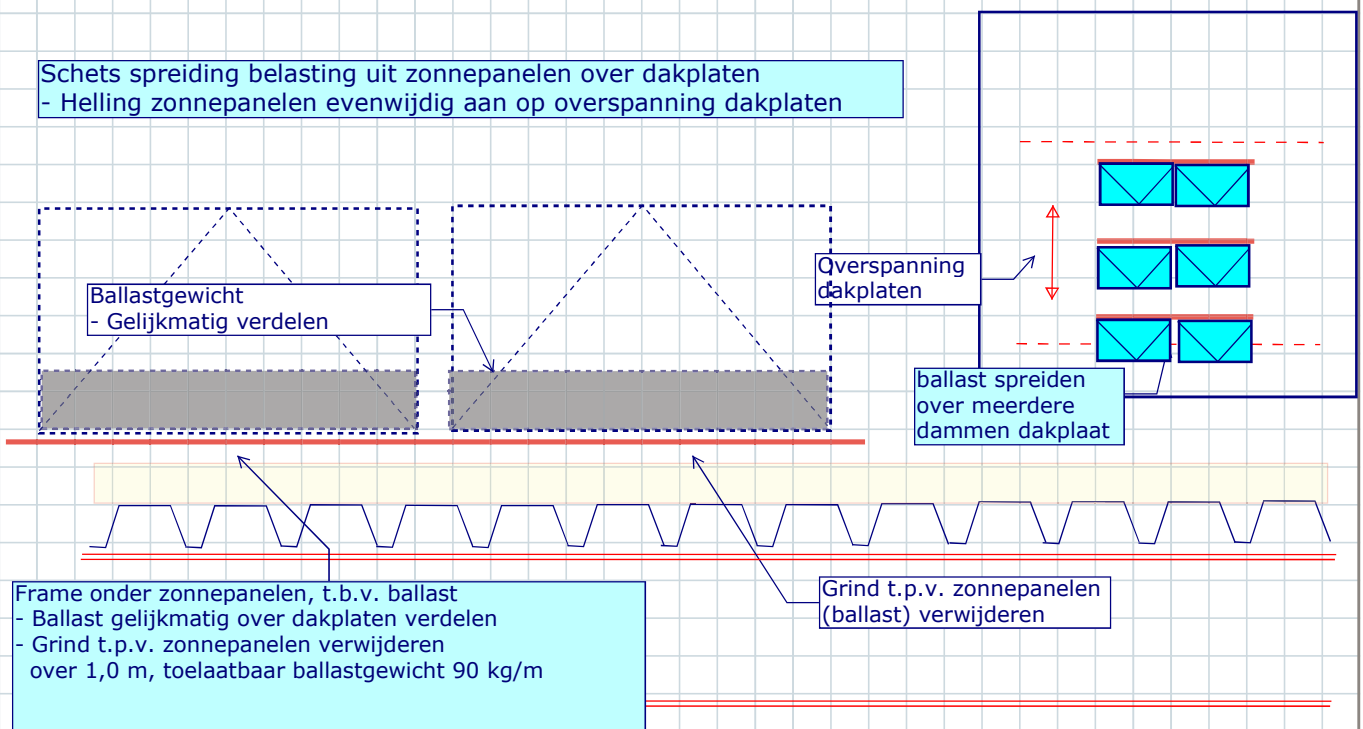
Ballastgewicht
- Gelijkmatic verdelen

Overspanning
dakplaten

ballast spreiden
over meerdere
dammen dakplaat

Frame onder zonnepanelen, t.b.v. ballast
- Ballast gelijkmatic over dakplaten verdelen
- Grind t.p.v. zonnepanelen verwijderen
over 1,0 m, toelaatbaar ballastgewicht 90 kg/m

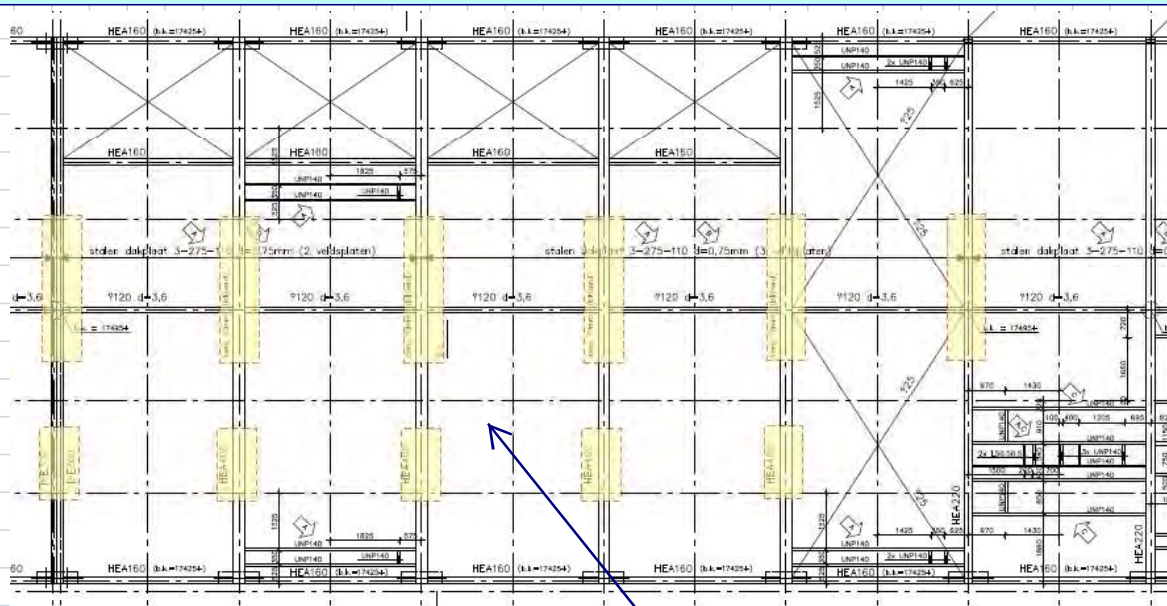
Grind t.p.v. zonnepanelen
(ballast) verwijderen



Analyse zonnepanelen op staaldak

- Dakvlak C

- Huidige dakbelasting: $p_{\text{dak}} = [0,3 / 1,0]$ kN/m² (Geen grindpakket, excl. staalconstructie)
- stalen dakplaten onbekend: conform tekeningen stalen dakplaat 3-275-110, $t=0,75$ mm, 3 veldsplaten
aanname: SAB 100/750, $t=0,75$, 2, resp. 3 veldsplaten. $l_{\text{ov}} = 4,8$ m
- Zonnepanelen geplaatst t.p.v stalen dakliggers
 - Belasting uit zonnepanelen leidt nauwelijks tot extra belasting op stalen dakplaten
 - maximale lijnlast uit zonnepanelen op stalen dakplaat 2,0 kN/m (= 200 kg/m), Niet maatgevend
- **Toegestaan ballastgewicht: $p_{\text{ballast}} = 0,9$ kN/m (=90 kg/m) Maatgevend**



Toelaatbare belasting

$$p = [0,3/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2$$

Huidige belasting

$$p = [0,3/0,56 (1,0)] \text{ kN/m}^2$$

Bepaling reserve t.b.v. ballastgewicht, o.b.v. NEN8700, zie vergelijking belastingen

$$P_{\text{res;rep}} = 0,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Totaal per stramien h.o.h. } 4,8 \text{ m } q_{\text{res}} = 4,8 \text{ m} \times p_{\text{res}} = 0,90 \text{ kN/m} (= 90 \text{ kg/m})$$

Conclusie, dakplaten $l_{\text{ov}} = 4,8$ m (Dakvlak):

Plaatsing zonnepanelen direct op dakplaten onder voorwaarde akkoord. Voorwaarden zijn;

- belasting gespreid op dakplaten afdragen.
- Toegestaan gewicht zonnepanelen, incl. ballast:
 $p_{\text{ballast}} = 0,90 \text{ kN/m} (= 90 \text{ kg/m})$

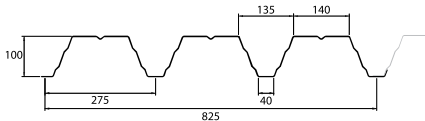
Overige aandachtspunten/aanbevelingen:

- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.

SAB 100R/825 - CC2

Maximale permanente belasting en of windzuiging op het dak in kN/m² bij gegeven overspanning in m¹

Windzuigingstabel dak in kN/m² (dakvlak H)	Windgebied 1			Windgebied 2			Windgebied 3	
	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Kust	Onbebouwd	Bebouwd	Onbebouwd	Bebouwd
Gebouwhoogte tot 9 meter	-1,40	-0,88	-0,69	-1,16	-0,74	-0,59	-0,61	-0,48
Gebouwhoogte tot 15 meter	-1,54	-1,04	-0,86	-1,29	-0,88	-0,72	-0,72	-0,59
Gebouwhoogte tot 30 meter	-1,75	-1,29	-1,11	-1,47	-1,08	-0,93	-0,89	-0,77

SAB 100R/825 Gevolgklasse CC2 Maximale permanente belasting in kN/m² bij 0,56 kN/m² sneeuw of 1,00 kN/m² over 10 m² Doorbuiging L/250 - Oplegging 120 mm																						
Aantal velden	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m²)	Overspanning in m¹																			
			3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75
▲	0,75	8,92	2,72	2,01	1,40	0,94	0,59	0,32	0,11													
	0,88	10,47	3,56	2,56	1,84	1,30	0,89	0,57	0,31	0,11												
	1,00	11,89	4,21	3,07	2,24	1,63	1,15	0,79	0,50	0,27	0,09											
	1,13	13,44	4,92	3,63	2,68	1,98	1,45	1,03	0,71	0,45	0,24	0,07										
	1,25	14,87	5,57	4,14	3,09	2,31	1,72	1,26	0,89	0,61	0,37	0,18	0,03									
▲▲	0,75	8,92	1,98	1,61	1,30	1,04	0,81	0,62	0,45	0,30	0,17	0,06										
	0,88	10,47	3,27	2,75	2,31	1,94	1,62	1,35	1,11	0,91	0,73	0,57	0,43	0,30	0,19	0,09	0,01					
	1,00	11,89	4,20	3,55	3,01	2,55	2,17	1,83	1,55	1,30	1,08	0,89	0,72	0,57	0,43	0,32	0,18	0,02				
	1,13	13,44	4,93	4,20	3,58	3,07	2,63	2,25	1,93	1,64	1,40	1,18	0,99	0,82	0,66	0,53	0,34	0,16				
	1,25	14,87	5,61	4,79	4,11	3,54	3,05	2,64	2,27	1,96	1,69	1,44	1,23	1,04	0,87	0,70	0,49	0,30	0,12			
▲▲▲	0,75	8,92	2,55	2,13	1,77	1,47	1,21	0,98	0,76	0,56	0,37	0,20	0,06									
	0,88	10,47	4,08	3,48	2,97	2,55	2,18	1,86	1,51	1,16	0,88	0,66	0,48	0,33	0,19	0,07						
	1,00	11,89	5,19	4,45	3,82	3,30	2,84	2,38	1,86	1,46	1,14	0,89	0,68	0,50	0,34	0,20	0,07					
	1,13	13,44	6,07	5,22	4,51	3,91	3,40	2,83	2,24	1,78	1,42	1,13	0,88	0,68	0,50	0,34	0,20	0,07				
	1,25	14,87	6,87	5,93	5,14	4,48	3,91	3,26	2,60	2,09	1,68	1,35	1,08	0,85	0,65	0,47	0,32	0,17	0,04			

Toelaatbare belasting
p = [0,3/0,56 (1,0)] kN/m²

Huidige belasting
p = [0,3/0,56 (1,0)] kN/m²

Bepaling reserve t.b.v. ballastgewicht, o.b.v. NEN8700, zie vergelijking belastingen
Pres,rep = 0,19 kN/m²
Totaal per stramien h.o.h. 4,8 m qres = 4,8 m x pres = 0,90 kN/m (= 90 kg/m)

Conclusie, dakplaten l_{ov} = 4,8 m (Dakvlak):
Plaatsing zonnepanelen direct op dakplaten onder voorwaarde akkoord. Voorwaarden zijn;
- belasting gespreid op dakplaten afdragen.
- Toegestaan gewicht zonnepanelen, incl. ballast:
p_{ballast} = 0,90 kN/m (= 90 kg/m)

Overige aandachtspunten/aanbevelingen:
- Naast de constructieve aspecten zullen alvorens overgegaan wordt tot plaatsing tevens de bouwkundige aspecten door een bouwkundig adviseur moeten worden beoordeeld. O.a. staat dakbedekking, druksterkte dakisolatie, etc.

▲▲▲▲	0,75	8,92	-2,67	-2,28	-1,96	-1,71	-1,50	-1,33	-1,19	-1,07	-0,96	-0,87	-0,79	-0,73	-0,67	-0,62	-0,57	-0,53	-0,49	-0,46	-0,43	-0,40
	0,88	10,47	-3,35	-2,85	-2,46	-2,14	-1,88	-1,67	-1,49	-1,33	-1,20	-1,09	-1,00	-0,91	-0,84	-0,77	-0,71	-0,66	-0,61	-0,57	-0,54	-0,50
	1,00	11,89	-4,03	-3,44	-2,96	-2,58	-2,27	-2,01	-1,79	-1,61	-1,45	-1,32	-1,20	-1,10	-1,01	-0,93	-0,86	-0,80	-0,74	-0,69	-0,65	-0,60
	1,13	13,44	-4,79	-4,08	-3,52	-3,07	-2,70	-2,39	-2,13	-1,91	-1,72	-1,56	-1,43	-1,30	-1,20	-1,10	-1,02	-0,95	-0,88	-0,82	-0,77	-0,72
	1,25	14,87	-5,52	-4,71	-4,06	-3,54	-3,11	-2,75	-2,46	-2,20	-1,99	-1,80	-1,64	-1,50	-1,38	-1,27	-1,18	-1,09	-1,01	-0,95	-0,88	-0,83

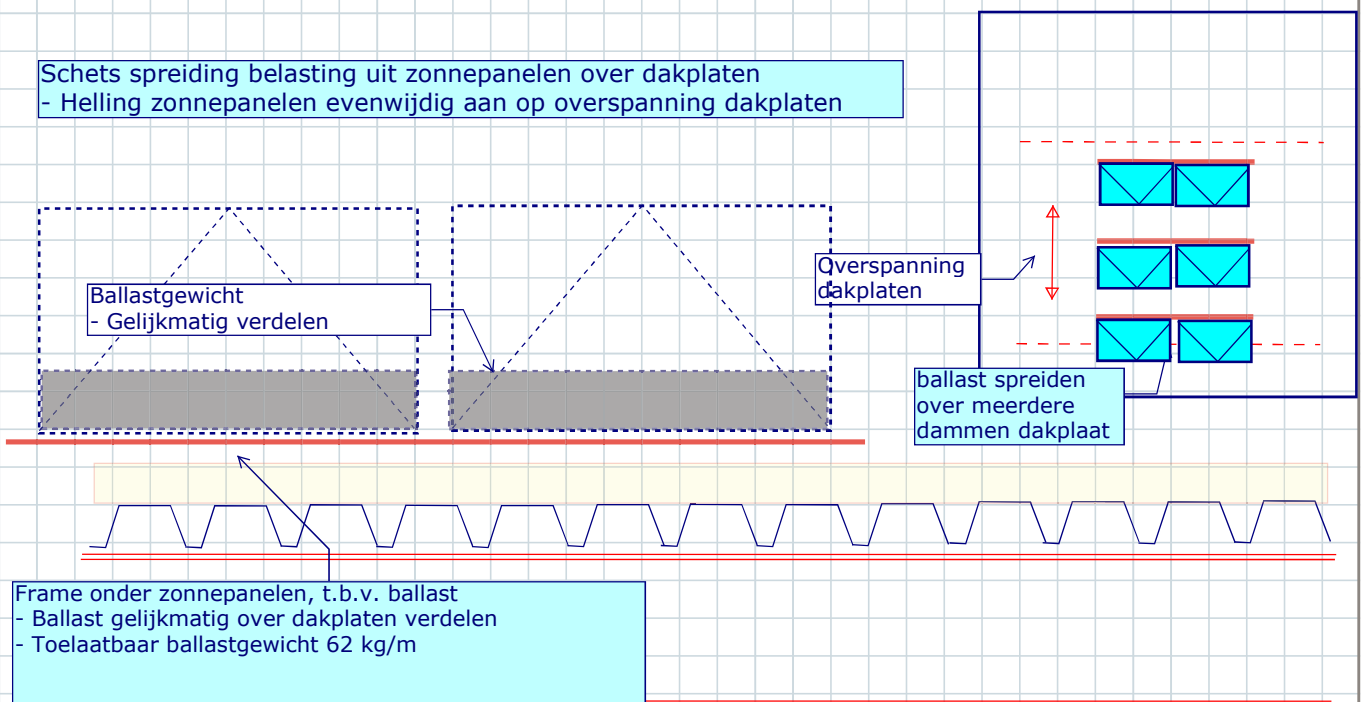
Schets spreiding belasting uit zonnepanelen over dakplaten
- Helling zonnepanelen evenwijdig aan op overspanning dakplaten

Ballastgewicht
- Gelijkmatic verdelen

Overspanning
dakplaten

ballast spreiden
over meerdere
dammen dakplaat

Frame onder zonnepanelen, t.b.v. ballast
- Ballast gelijkmatic over dakplaten verdelen
- Toelaatbaar ballastgewicht 62 kg/m



Bijlage 4: Overige belasting op dakvlak

Ten behoeve van de verdere uitwerking van de zonnepanelen op het dak zal tevens rekening gehouden moeten worden met de volgende belasting uitgangspunten.

Sneeuwbelasting

Conform NEN-EN-1991-1-4 geldt:

Karakteristieke waarde:

$$s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

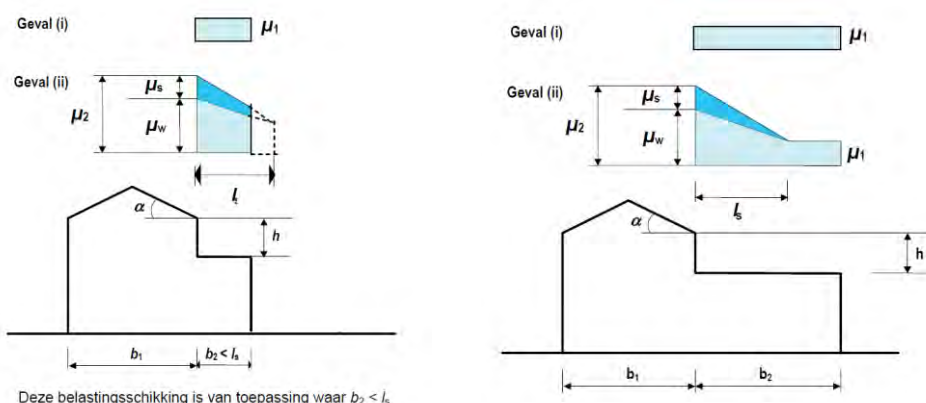
Sneeuwbelasting dak $\alpha = 0^\circ$ (geen ophoping):

$$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Ψ factoren bij sneeuwbelasting:

$$\Psi_0 = 0,0 \quad \Psi_1 = 0,2 \quad \Psi_2 = 0,0$$

Bij overgangen van dakniveaus kan op het lagere dak sneeuw ophopen. In de uitgangspunten wordt rekening gehouden met de hogere belasting door sneeuwophoping.



Sneeuwbelastingsvormcoëfficiënten voor daken grenzend aan hogere bouwwerken

Waarbij:

$$\mu_1 = 0,8 \text{ (indien lage dak een plat dak is)}$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

$$\mu_s = 0 \text{ voor } \alpha \leq 15^\circ$$

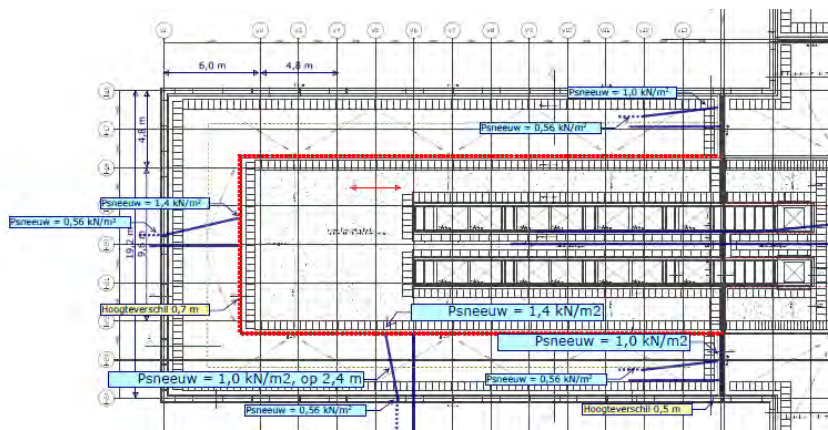
$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k$$

$$0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$$

Datum
24 juni 2020
Kenmerk
A-100162G01-C-01_0

Dakvlak D t/m-F, hoogteverschil staaldak (hoog) – betondak (lager)

- h = hoogteverschil = 0,7 m (0,5 m)
- $b_1 = 9,6$ m, $b_2 = 4,8$ m
- $\gamma h / s_k = 2,0 \times 0,7 / 0,70 = 2,0$ (1,4)
- l_s = stuiflengte = $2h = 1,4$ m $5,0 \leq l_s \leq 15,0$ m
- $\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k = 6,8 \leq 2,0$ (1,4) $0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$
- $s_{\max} = (\mu_s + \mu_w) \cdot s_k = 1,4$ kN/m² (1,0 kN/m²)
 $s = 1,0$ kN/m², op 2,4 m, $s = 0,56$ kN/m², op 5,0 m uit hoogteverschil



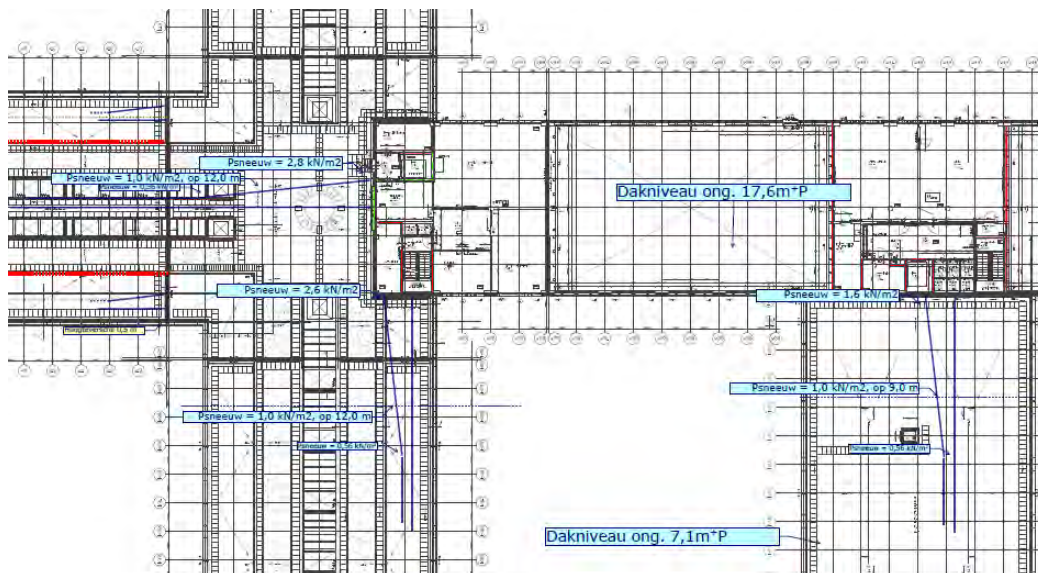
Principe sneeuwophoping rond dakvlak D t/m F

Dakvlakken naast dakvlak CG, resp. CH

- h = hoogteverschil = 7,5 m
- $b_1 = 90$ m (15), $b_2 = 48$ m (40)
- $\gamma h / s_k = 2,0 \times 7,5 / 0,70 = 21$
- l_s = stuiflengte = $2h = 15$ m $5,0 \leq l_s \leq 15,0$ m
- $\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k = 9,2$ (3,7) (≤ 21) $0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$
- $s_{max} = (\mu_s + \mu_w) \cdot s_k = 2,8$ kN/m² (2,6 kN/m²)
 $s = 1,0$ kN/m², op 12 m, $s = 0,56$ kN/m², op 15 m uit hoogteverschil
 (De waarden tussen (haakje) zijn de waarden // as V_i)

Dakvlak CG, t.o.v. dakvlak B

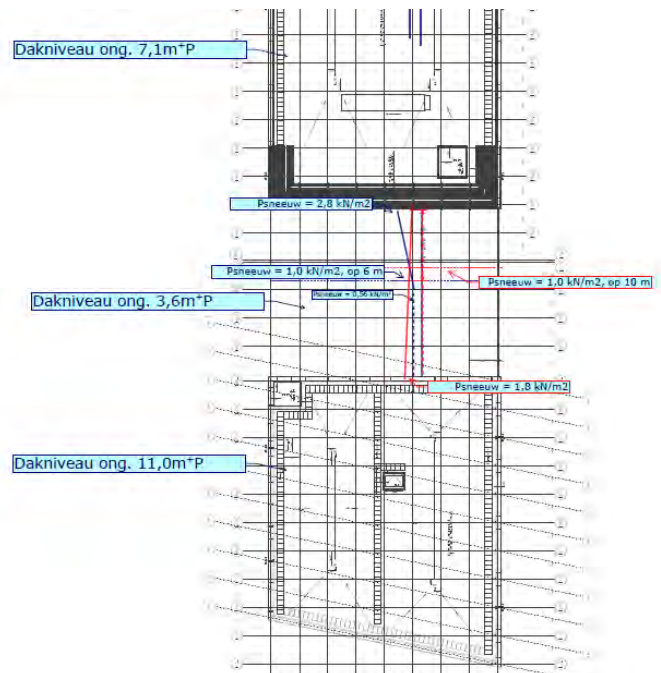
- h = hoogteverschil = 10,5 m
- $b_1 = 15$ m, $b_2 = 33$ m
- $\gamma h / s_k = 2,0 \times 10,5 / 0,70 = 30$
- l_s = stuiflengte = $2h = 21$ m $5,0 \leq l_s \leq 15,0$ m
- $\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k = 2,3$ ≤ 21 $0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$
- $s_{max} = (\mu_s + \mu_w) \cdot s_k = 1,6$ kN/m²
 $s = 1,0$ kN/m², op 9 m, $s = 0,56$ kN/m², op 15 m uit hoogteverschil



Principe sneeuwophoping rond dakvlak CG

Dakvlakken A2, t.o.v. dakvlak B (, resp. A1)

- h = hoogteverschil = 3,5 m (7,4 m)
- $b_1 = 33$ m (24 m), $b_2 = 15$ m
- $\gamma h / s_k = 2,0 \times 3,5 / 0,70 = 10$ (21)
- l_s = stuiflengte = $2h = 7,0$ m (15 m) $5,0 \leq l_s \leq 15,0$ m
- $\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k = 8,1$ (2,6) $0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$
- $s_{max} = (\mu_s + \mu_w) \cdot s_k = 2,8$ kN/m² (1,8 kN/m²)
 $s = 1,0$ kN/m², op 5,7 m (9,7 m)
 (De waarden tussen (haakje) zijn de waarden t.o.v. dakvlak A₁)



Principe sneeuwophoping rond dakvlak A₂

Datum
24 juni 2020
Kenmerk
A-100162G01-C-01_0

Windbelasting
Het gebouw bevindt zich in Dordrecht (windgebied II).

Locatie: Dordrecht

Windgebied: II: het resterende deel van de provincie Noord-Holland, het vasteland van de provincies Groningen en Friesland en de provincies Flevoland, Zuid-Holland en Zeeland

Terreincategorie: II - Onbebouwd gebied

Gebouwhoogte $z = 12,00$ m

Stuwdruk $q_p = 0,91$ kN/m²

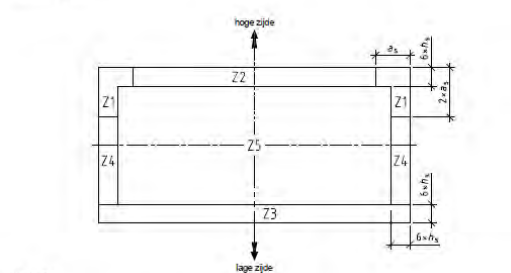
Gebouwhoogte $z = 18,00$ m

Stuwdruk $q_p = 1,03$ kN/m²

De Ψ factoren bij windbelasting zijn: $\Psi_0 = 0,0$ $\Psi_1 = 0,2$ $\Psi_2 = 0,0$

De ballast op de zonnepanelen zal bepaald moeten worden o.b.v. NEN7250. Waarbij de windzuiging op de buitenste paneelrijen hoger zal zijn dan op de overige panelen.

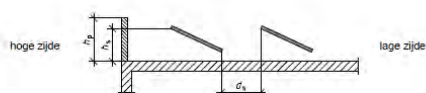
NEN 7250:2014



Legenda

h_p is de dakrandhoogte, die gelijk is aan de afstand tussen de bovenzijde van de dakrand en de bovenzijde van de dakbedekking, volgens figuur 12b), in mm;
 h_s is de afstand tussen de bovenzijde van het zonne-element aan de hoogste zijde en bovenzijde dakbedekking, volgens figuur 12b), in mm;
 d_s volgens formule (1).

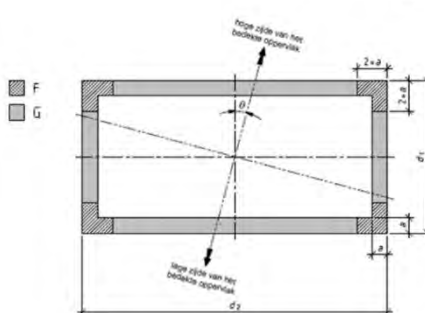
a) Zone-indeling



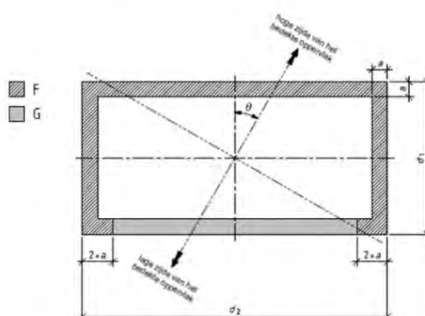
b) Definitie h_p , h_s en d_s

Figuur 11 — Belastingzones — Zone-indeling van het door zonne-energiesystemen bedekte oppervlak

NEN 7250:2014



a) Hoek dakvlak met belastingsvlak voor $-15^\circ \leq \theta \leq +15^\circ$

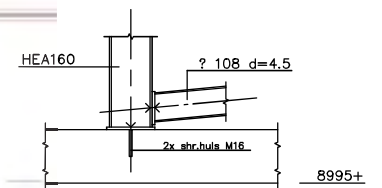
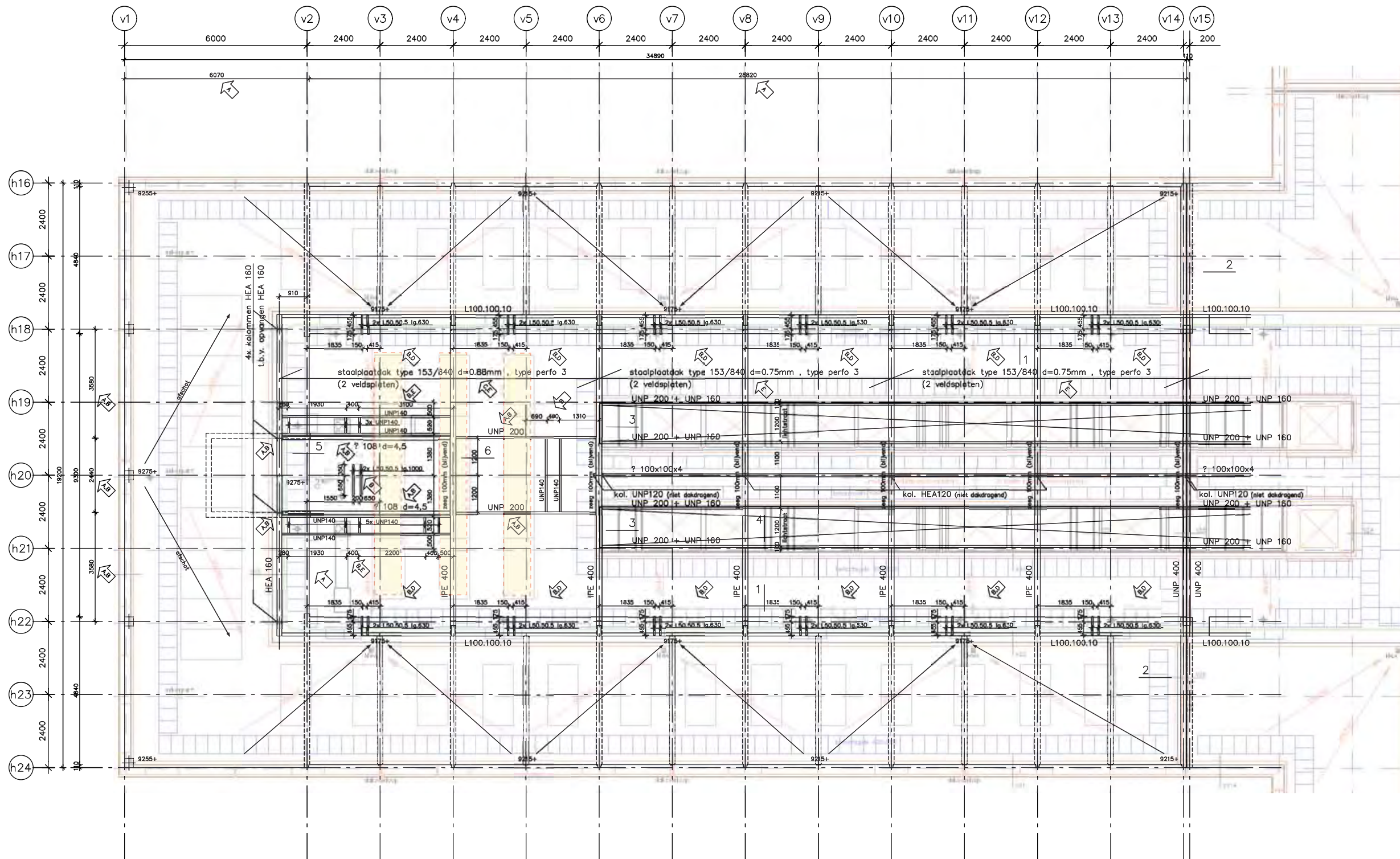


b) Hoek dakvlak met belastingsvlak voor $-45^\circ \leq \theta < -15^\circ$ en $+15^\circ < \theta \leq +45^\circ$

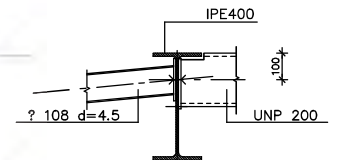
Principe dak-, resp belastingzones, conform NEN7250

Datum
24 juni 2020
Kenmerk
A-100162G01-C-01_0

Bijlage 5: Archieftekeningen en achtergrondinformatie
Op de volgende pagina's zijn de ten behoeve van de controle van het draagvermogen van het dak gehanteerde archieftekeningen en achtergrondinformatie toegevoegd.



Detail 5



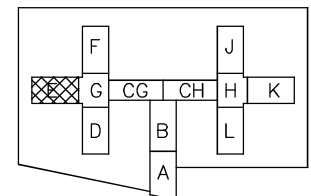
Detail 6

Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
gehele dak : 1kN/m²

ALLE SPARINGEN T/M ?250 (IN STAALPLAATDAK)
AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.1000 M.U.V.
SPARINGEN ?150 (BELUCHTING RIOLERING CELLEN)
DEZE AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.630

RIJKSGBOUWDIENST
Directie Projectmanagement

hierin behoort tekening
code | boundel | voor/naam | bladnr. | kenmerk |



F			
E	ravelingen en staalplaatdak	LH	10-01-95
D	ravelingen t.b.v. beluchting riolering cellen	LH	18-11-94
C	staalplaatdak	LH	15-11-94
B	voorzieningen t.b.v. sparingen	LH	07-11-94
A	maatvoering	LH	27-10-94
Wijziging	omschrijving	get	datum

Loon der Verenigde Houten 9
Postbus 480
3300 AA Dordrecht
telefoon 078-330770
telefax 078-140071

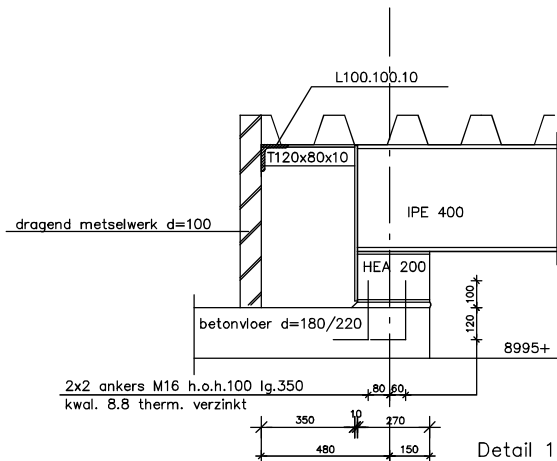
ACN constructeurs bv
roodgewend Ingenieursbureau voor bouwtechniek
lid ONRI

project P.I. Dordrecht
architect EGM architecten
omschrijving

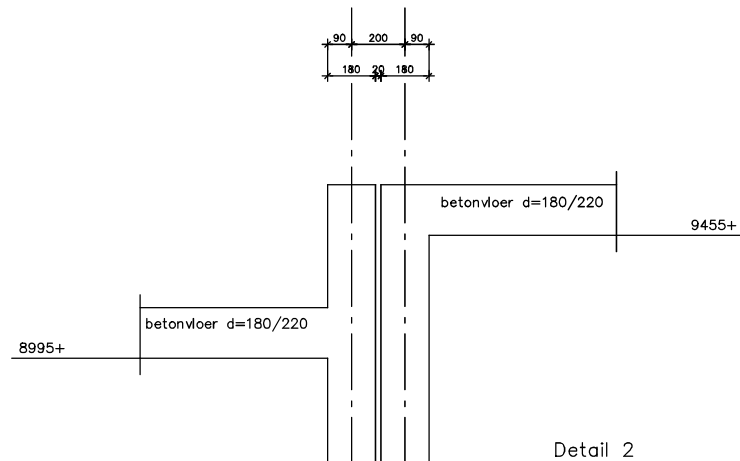
Plattegrond dak (bouwlaag 3)
DEEL E

datum 09-09-94
schaal 1:50/10
formaat 1189x841
tekening 9-L(2B)305

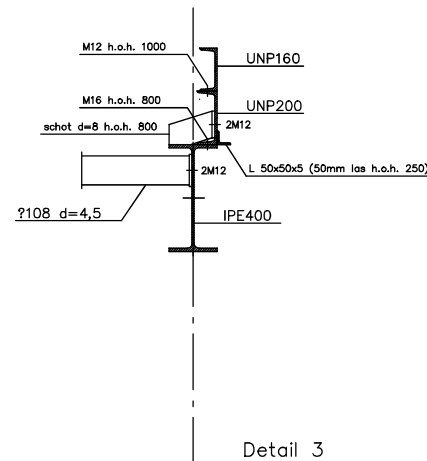
Formaat : 1189 x 841
G:\ACAD\93240\9-305.DWG



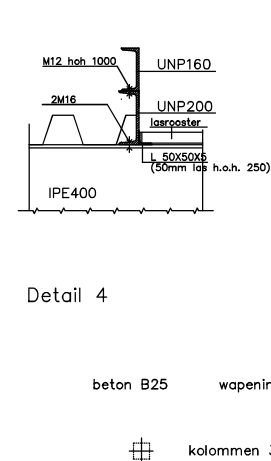
Detail 1



Detail 2



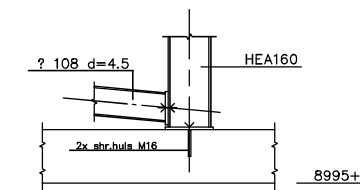
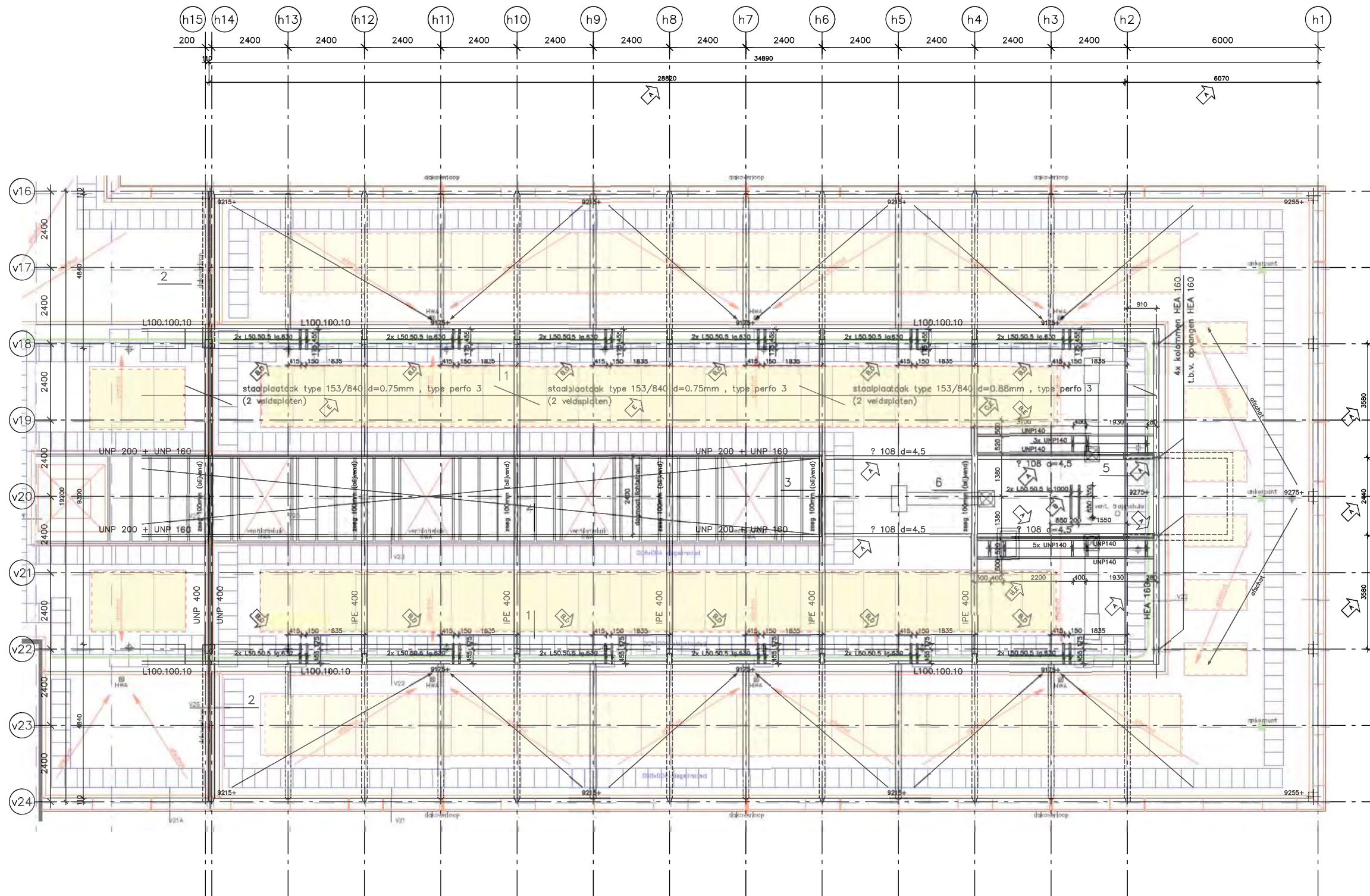
Detail 3



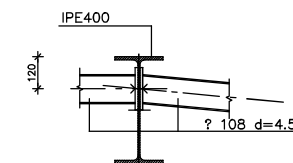
Detail 4

beton B25 wapening Feb 500

kolommen 300x300



Detail 5



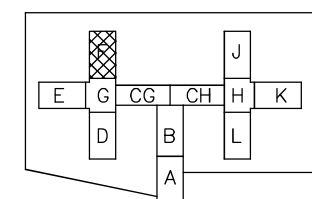
Detail 6

Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
gehele dak : 1kN/m²

ALLE SPARINGEN T/M ?250 (IN STAALPLAATDAK)
AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.1000 M.U.V.
SPARINGEN ?150 (BELUCHTING RIOLERING CELLEN)
DEZE AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.630

RIJKSGBOUWDIENST
Directie Projectmanagement

Hierin behoort tekening
code | boundel | vloer/ruimte | bladnr. | kenmerk |



F			
E	ravelingen en staalplaatdak	LH	10-01-95
D	ravelingen t.b.v. beluchting riolering cellen	LH	18-11-94
C	staalplaatdak	LH	15-11-94
B	voorzieningen t.b.v. sparingen	LH	07-11-94
A	maatvoering	LH	27-10-94
afmeting	omschrijving	get	datum

Loon der Verenigde Houten 9
Postbus 680
3300 AA Dordrecht
telefoon 078-330770
telefax 078-140071

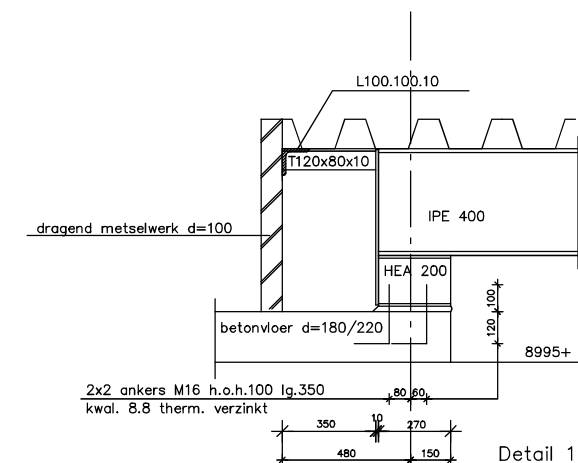
ACN constructeurs bv
raadgewend ingenieursbureau voor bouwtechniek
lid ONRI

project P.I. Dordrecht
architect EGM architecten
omschrijving

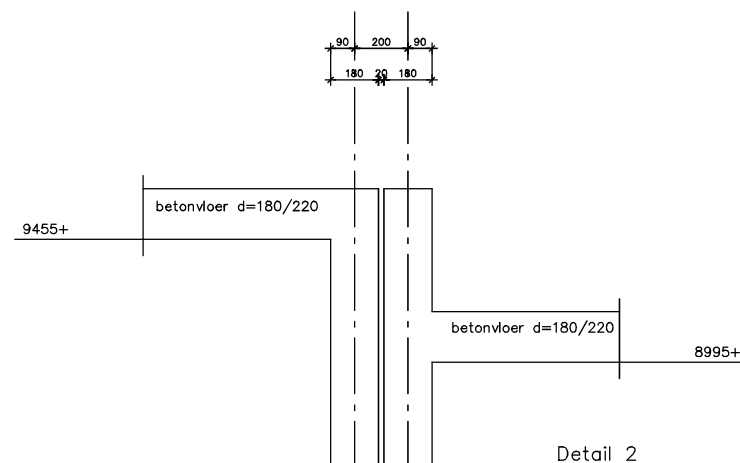
getekend 93240
Plattegrond dak (bouwlaag 3)
DEEL F

datum 09-09-94
schaal 1:50/10
formaat 1189x841
tekeningnr 9-L(2B)306

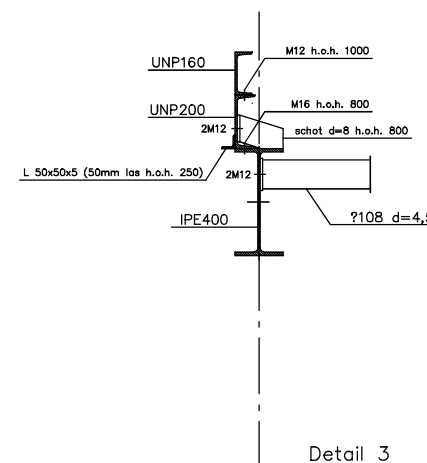
Formaat : 1189 x 841
C:\ACAD\93240\9-306.DWG



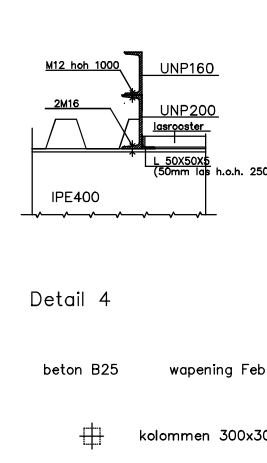
Detail 1



Detail 2



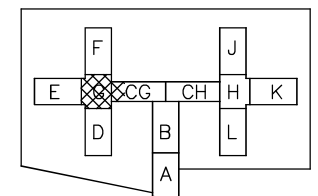
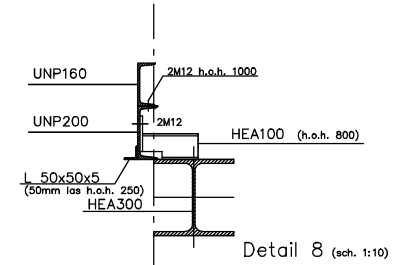
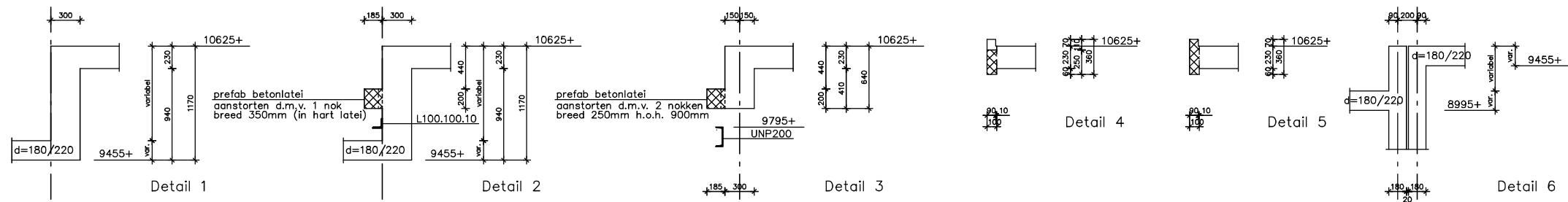
Detail 3



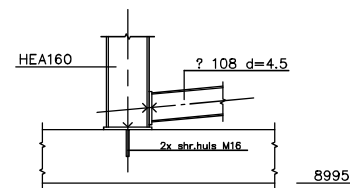
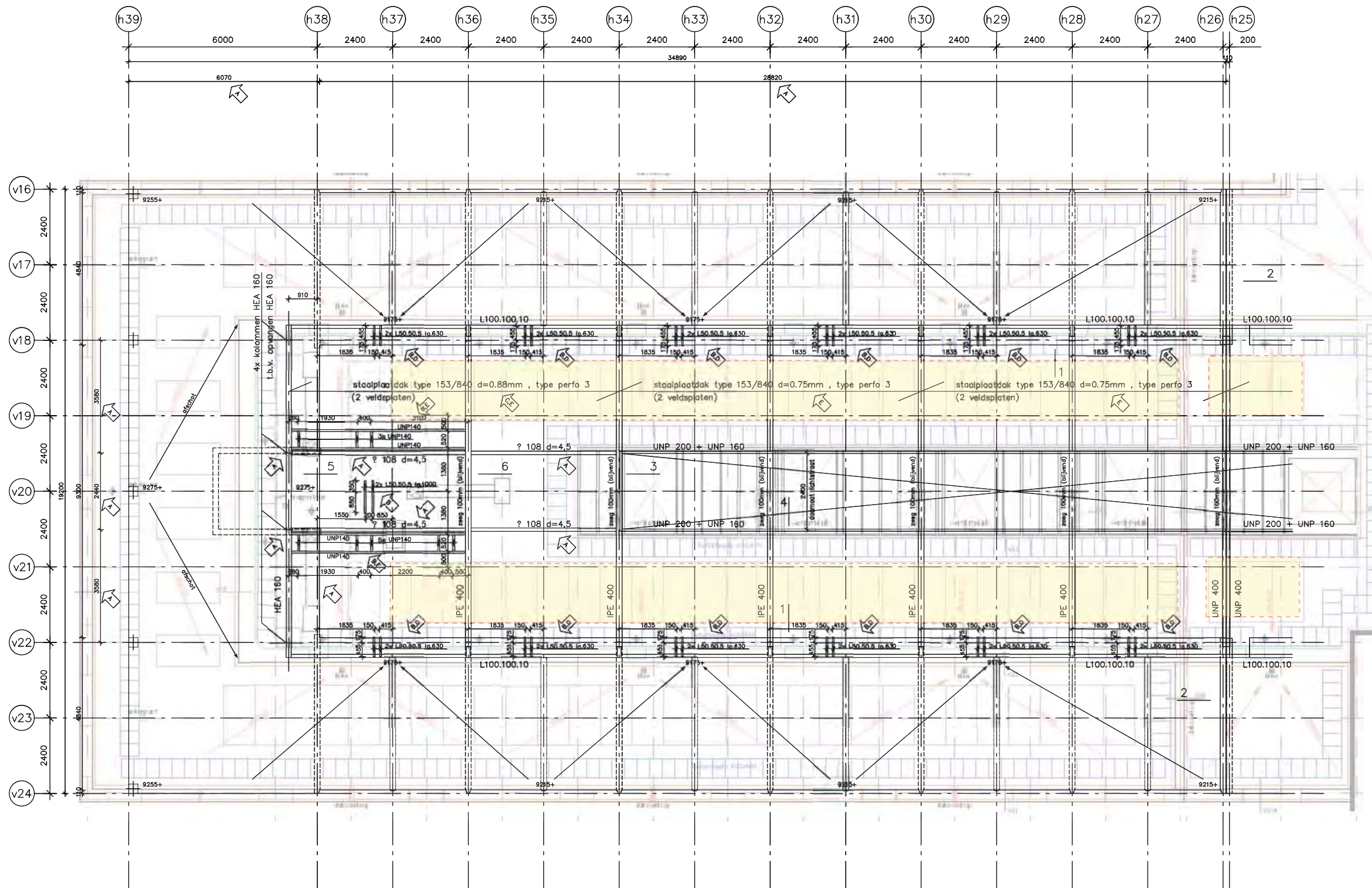
Detail 4

beton B25 wapening Feb 500

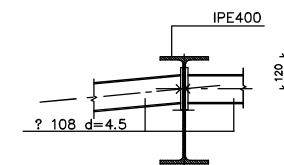
kolommen 300x300



09-09-94	1:50/20/10	1189x841	9-L(28)30
----------	------------	----------	-----------



Detail 5



Detail 6

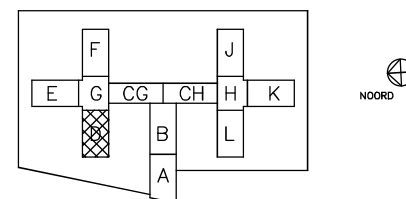
Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
gehele dak : 1kN/m2

ALLE SPARINGEN T/M ?250 (IN STAALPLAATDAK)
AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.1000 M.U.V.
SPARINGEN ?150 (BELUCHTING RIOLERING CELLEN)
DEZE AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.630

RIJKSGBOUWDIENST
Directie Projectmanagement

hierbij behoort
tekening
code | boundst | voor/naam | bladnr | kenmerk |

WIJZIGINGEN C , D en E GELDEN OOK
VOOR BOUWDELEN E , F , J , K en L



F			
E	ravelingen en staalplaatdak	LH	10-01-95
D	ravelingen t.b.v. beluchting riolering cellen	LH	18-11-94
C	staalplaatdak	LH	15-11-94
B	voorzieningen t.b.v. sparingen	LH	07-11-94
A	maatvoering	LH	27-10-94
wijziging	omschrijving	get	datum

Loon der Verenigde Naties 9
Postbus 488
3300 AA Dordrecht
telefoon 078-330770
telefax 078-140071

ACN constructeurs bv
raadgewend ingenieursbureau voor bouwtechniek
lid ONRI

project
P.I. Dordrecht
EGM architecten

projectnr
93240

Plattegrond dak (bouwlaag 3)
DEEL D

getekend
LH

datum
09-09-94

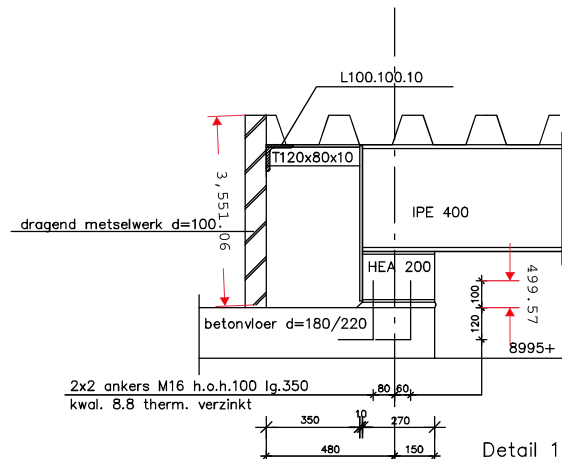
school
1:50/10

formaat
1189x841

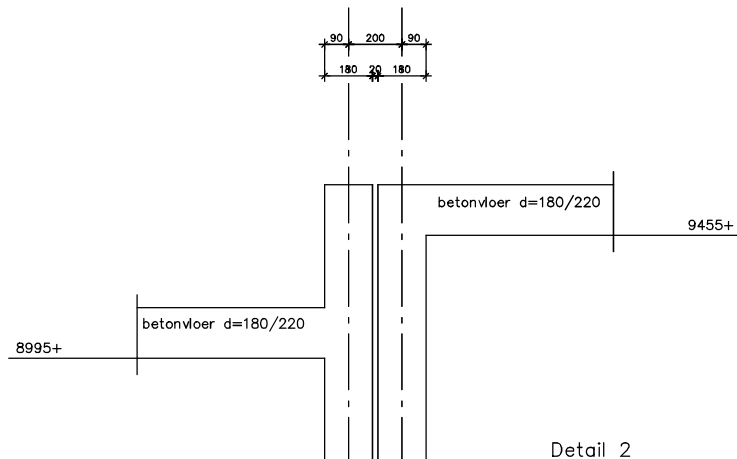
tekeningnr
9-L(2B)304

Formaat : 1189 x 841

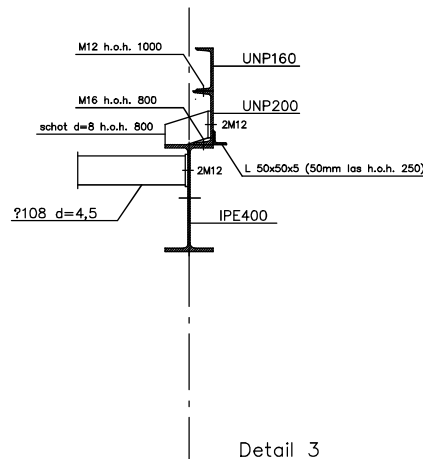
G:\ACAD\93240\9-304.DWG



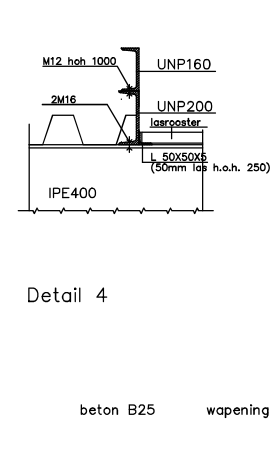
Detail 1



Detail 2



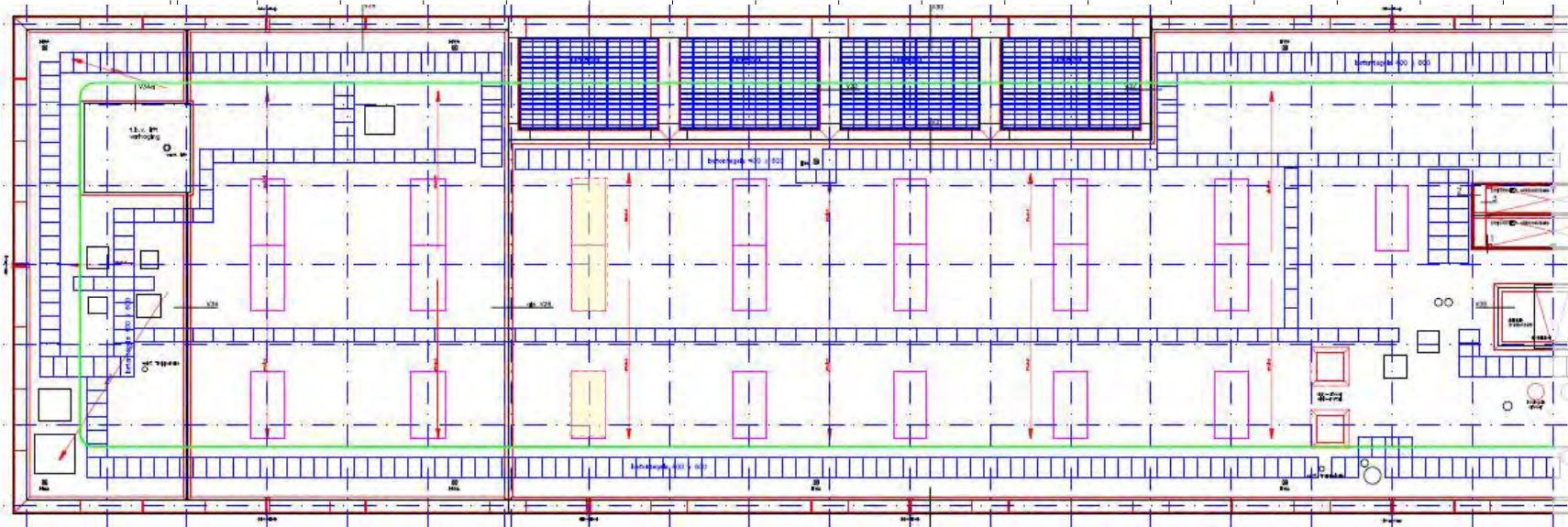
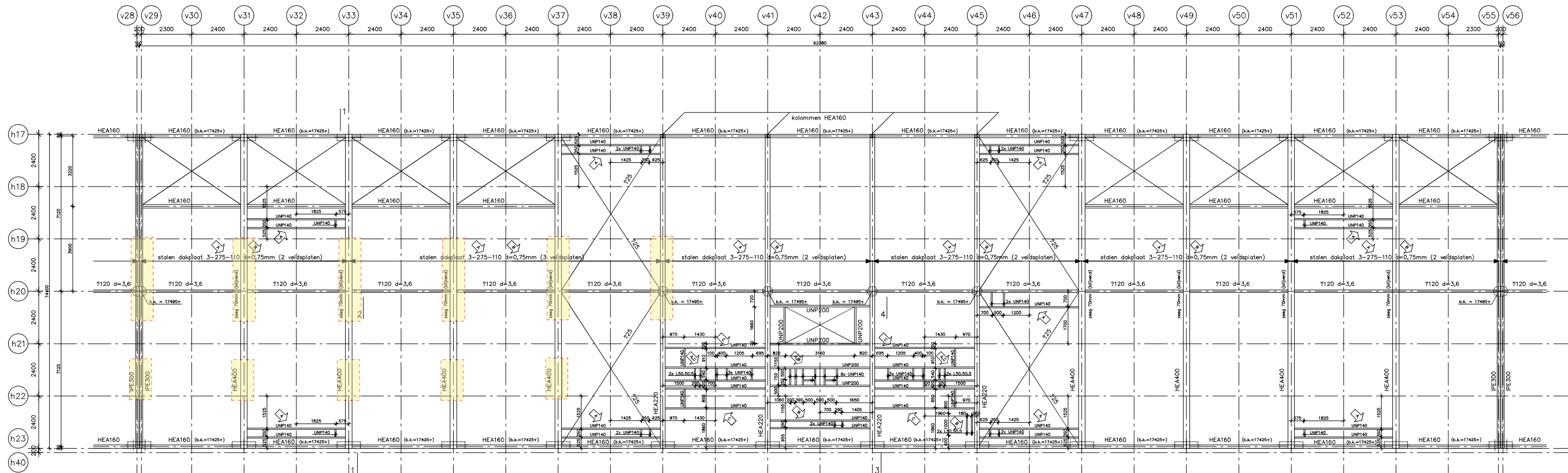
Detail 3



Detail 4

beton B25
wapening Feb 500

kolommen 300x300

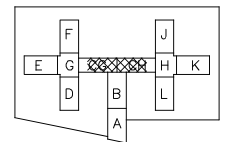


ALLE SPARINGEN < 2250 (IN STAALEN DAKPLAAT)
AFRAVELEN D.M.V. 2x L50.50.5 lg.1000



RIJSGEDIENT
Directie Projectmanagement

project 11.2 P.10
code 1 000001 v101/0001 0001 000001



Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
gehele dak : 1kN/m2

beton B25 wapening Feb 500

- kolommen 300x525
- kolommen 300x1070
- kolommen 1450
- kolommen 1450x315

Logo van de Rijksgedienst

ACN constructeurs bv

roelgerd tergeesthuis voor bouwtechniek

project P.I. Dordrecht project 93240

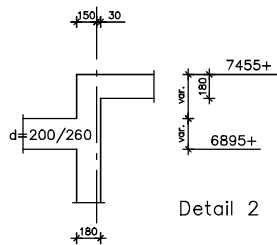
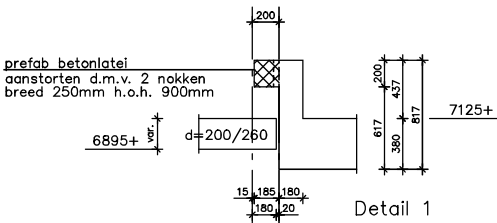
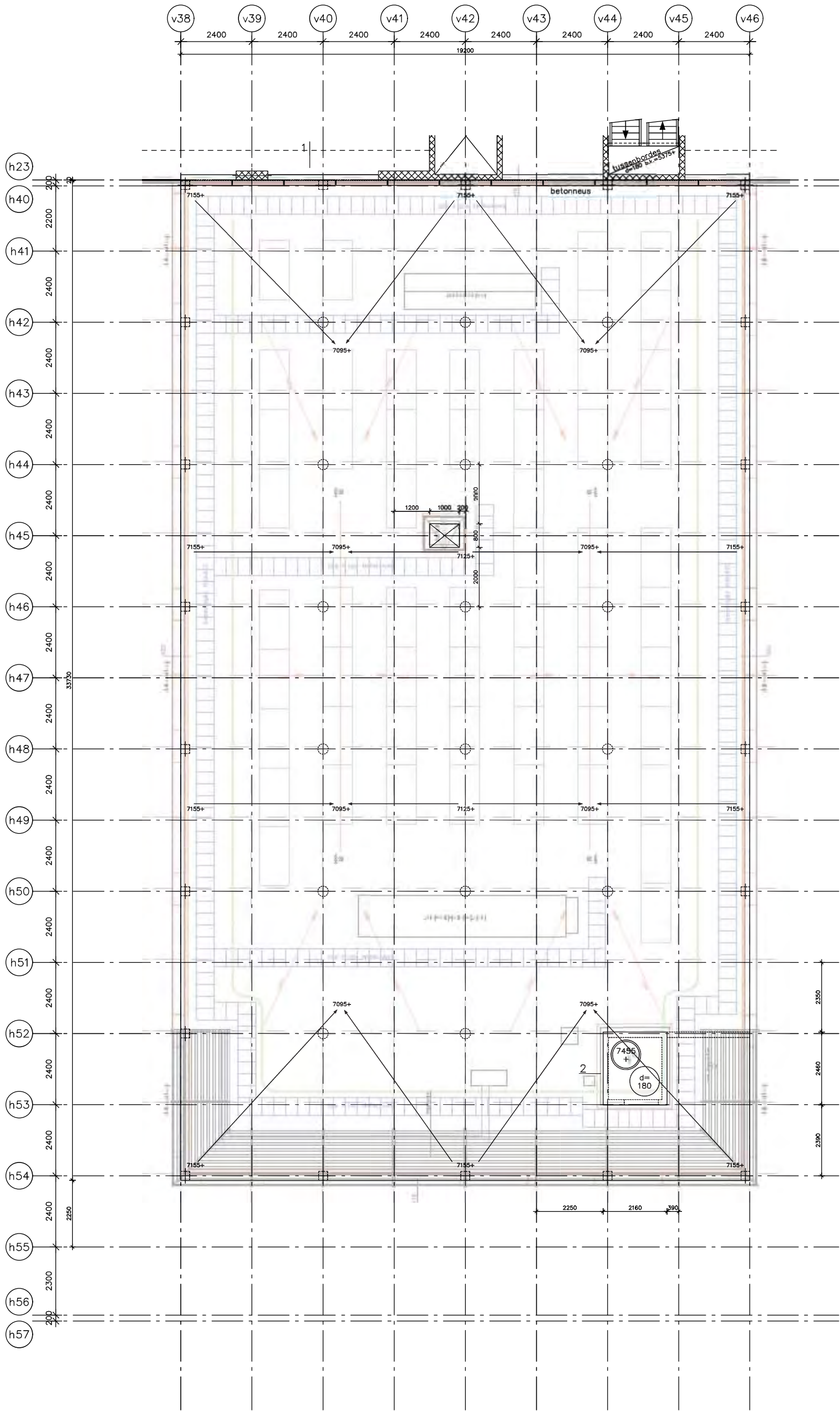
architect EGM architecten

ontwerp Plattegrond dak (bouwlaag 5) LH

DEEL CG-CH

datum 16-09-94 schied 1:50/20 formaat 1609x841 tekening 9-L(28)503

Schaal : 1:50 Formaat : 1609x841 c:\acn\p\93240\9-503.dwg



Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
gehele dak : 1kN/m2

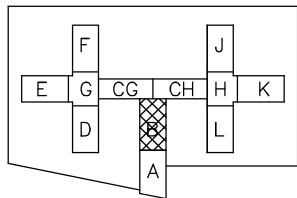
beton B25 wapening Feb 500

- kolommen 300x1070
- kolommen 300x300
- kolommen 7350

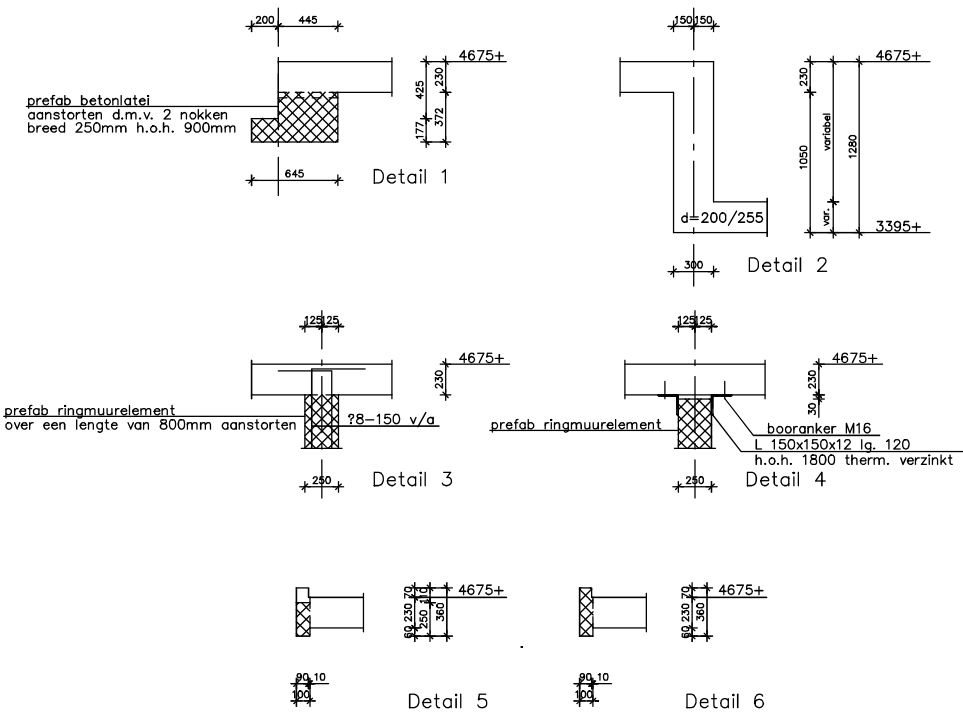
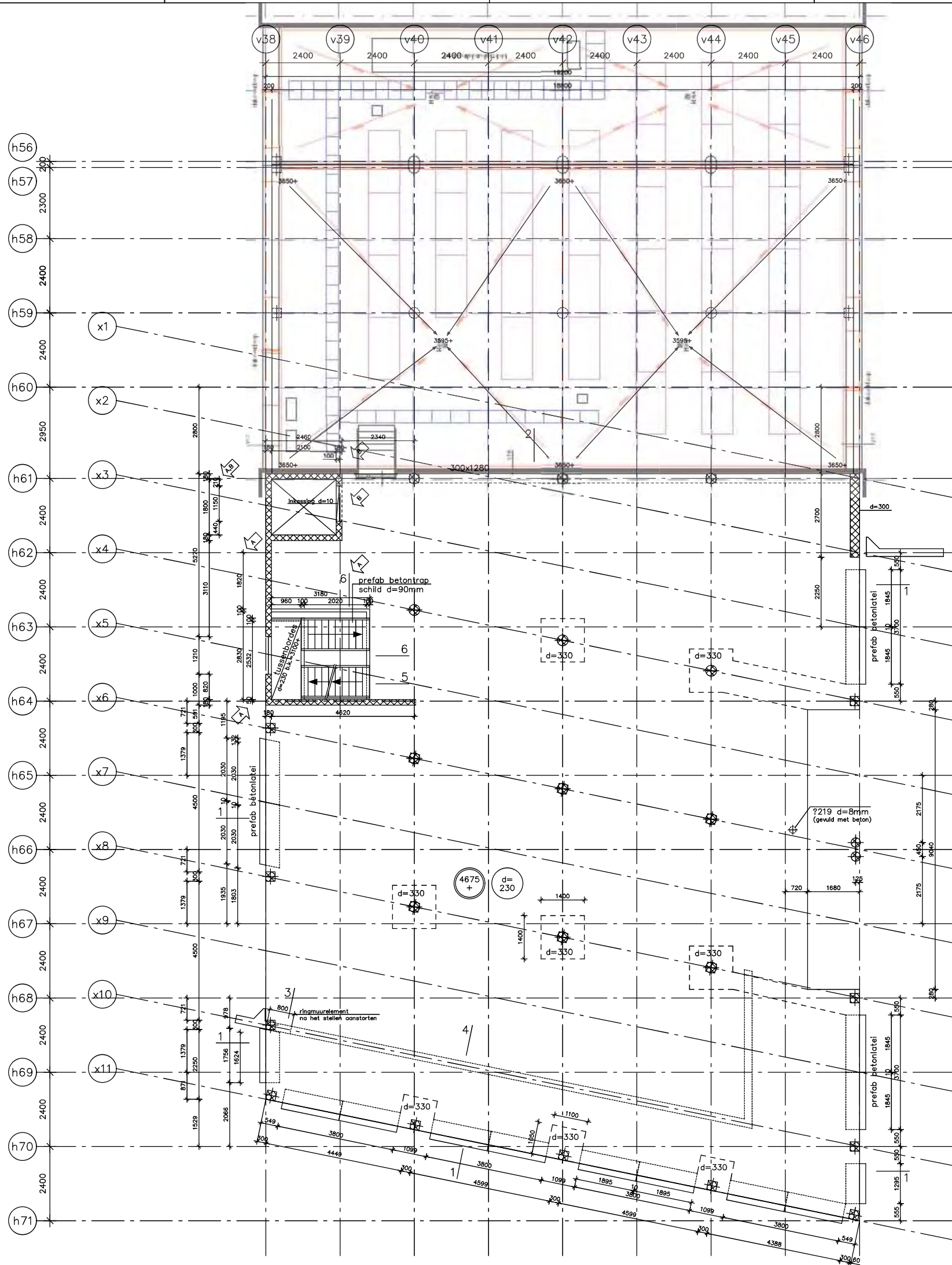
RIJKSGEBOUWDIENST
Directie Projectmanagement

Hierbij behoort tekening: proj.nr| 112 P.I.D.

code | bouwdeel | vloer/bouw | bladnr. | kenmerk |



F		
E		
D		
C		
B		
A		
afdeling	omschrijving	get
datum		
Leden der Verenigde Studios 9		
Postbus 488		
3300 AH Dordrecht		
telefoon 078-530770		
telefax 078-140071		
ACN constructeurs bv		
raadsgewend ingenieursbureau voor bouwtechniek		
id ONRI		
project	P.I. Dordrecht	projectnr 93240
architect	EGM architecten	
omschrijving		getekend
	Plattegrond dak (bouwlaag 2)	LH
	DEEL B	
datum	21-09-94	schied
	1:50/20	formaat
	841x1189	tekening
	9-L(28)202	



Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
t.p.v. archief : 10kN/m²
t.p.v. technische ruimten : 6kN/m²
t.p.v. overige ruimten : 2,5kN/m²

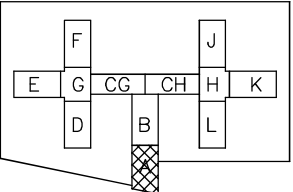
- beton B25 wapening Feb 500
- kolommen 300x300
 - kolommen ?350
 - kolommen ?300
 - kolommen 300x300
 - kolommen ?350
 - kolommen 300x240
 - kolommen ?350x265



RIJKSGEWANDIGHEIDSDIENST
Directie Projectmanagement

Hierbij behoort tekening

project 112 P.A.D.
code | boundel | voor/naam | bladnr. | kenmerk



NOORD

F		
E		
D		
C		
B	maatvoering	LH 07-10-94
A	maatvoering	LH 19-08-94
Wijziging	omschrijving	get. datum

Loon der Verenigde Naties 9
Postbus 688
3300 AA Dordrecht
telefoon 078-330770
telefax 078-140071

ACN constructeurs bv
raadgewend ingenieursbureau voor bouwtechniek
lid ONRI

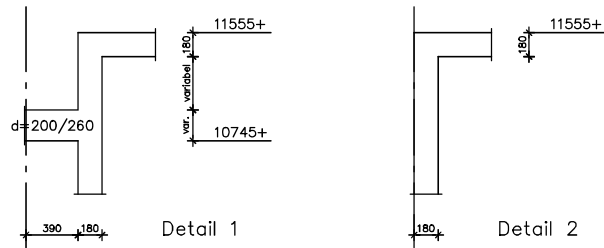
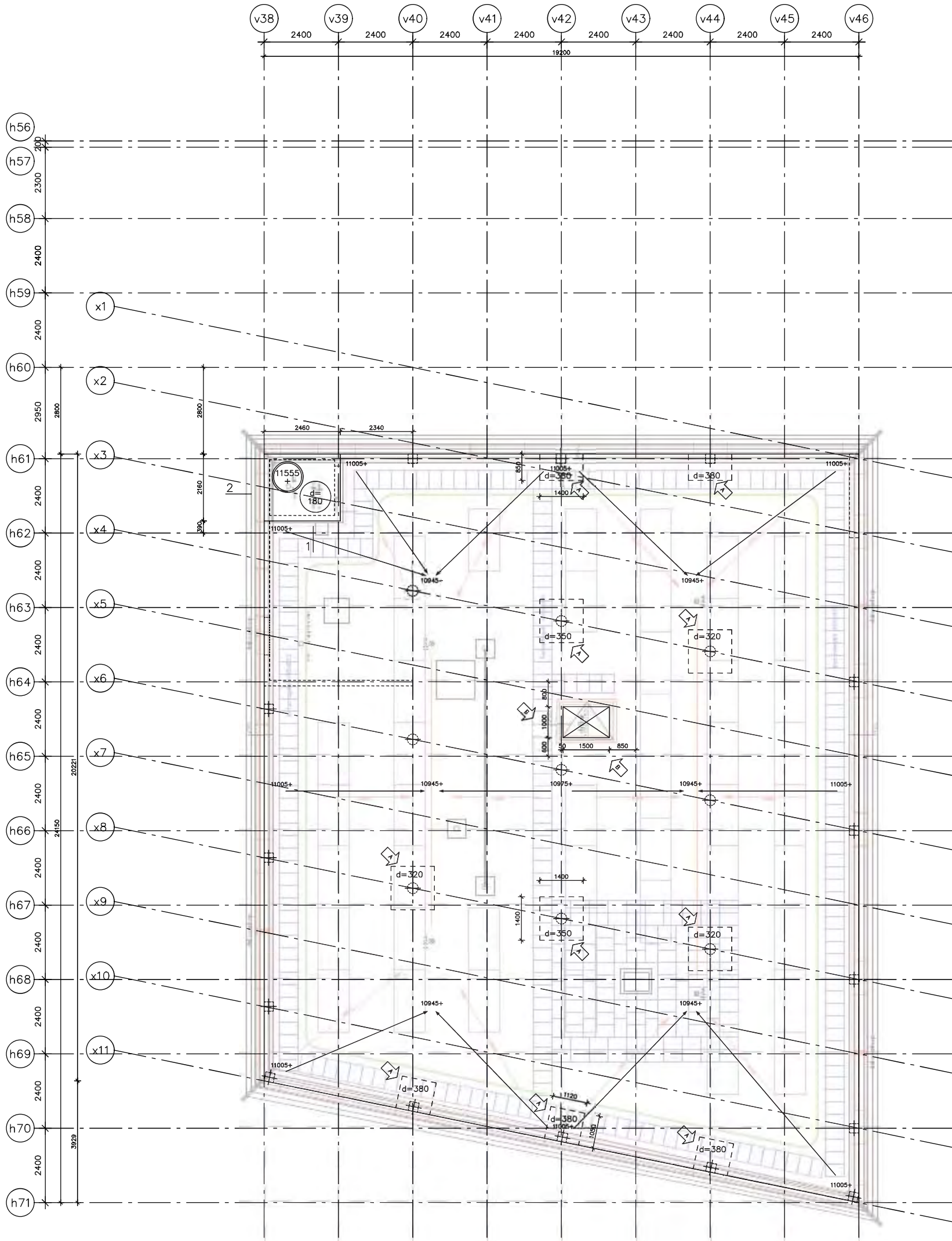
project
P.I. Dordrecht
EGM architecten

projectnr
93240

omschrijving	getekend
Plattegrond 1e verdieping (bouwlaag 1)	LH
DEEL A	
datum	28-06-94
schaal	1:50/20
formaat	1189x841
tekeningnr	9-L(2B)101

Formaat : 1189 x 841

C:\ACAD\93240\9-101.DWG



Aan te houden veranderlijke belasting (p rep)
op vloeren exclusief wanden en afwerking :
gehele dak : 1kN/m2

beton B25 wapening Feb 500

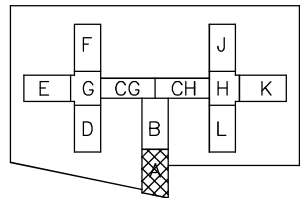
▣ kolommen 300x300

⊕ kolommen 350

O.K.-KOLOMPLATEN = 10625+

RIJKSGEBOUWDIENST
Directie Projectmanagement

Hierbij behoort tekening
code | bouwdet | vloer/bouw | bladnr | kenmerk |



F			
E			
D			
C			
B	maatvoering dakluik	LH	27-01-95
A	kolomplaten	LH	29-11-94
afgeleverd	omschrijving	get	datum

Loon der Verenigde Naties 9
Postbus 488
3300 AK Dordrecht
telefoon 078-330770
telefax 078-140071

ACN constructeurs bv

raadsgewend ingenieursbureau voor bouwtechniek lid ONRI

project P.I. Dordrecht projectnr 93240

architect EGM architecten

omschrijving DEEL A getekend LH

Plattegrond dak (bouwlaag 3)

datum 21-09-94 schaal 1:50/20 formaat 1189x841 tekening 9-L(2B)301

Formaat : 1189 x 841

C:\ACAD\93240\9-301.DWG