

Triops Advies BV
Wilhelminastraat 1a
Postbus 44
6850 AA Huissen
T 026-3886416
F 026-3886417
info@triopsadvies.nl

Plaatsing PV-panelen op daken Werkbedrijf Lucrato aan de Egerlaan 15 te Apeldoorn

Controle dakconstructie op belasting PV-panelen Gebouw West

opdrachtgever : Werkbedrijf Lucrato
contactpersoon de heer Henk Wrekenhorst
Egerlaan 15
7334 AD APELDOORN

Project : PV panelen op daken Lucrato te Apeldoorn | West
Projectnr. : 2019071BR002

Auteur(s) : ing. R.A. Giesen
Gecontroleerd : ing. R.A. Sünner

Datum : 21 juni 2019
Status : Definitief
Revisie : 0



INHOUDSOPGAVE**PAG**

Inleiding	3
Constructieve uitgangspunten	4
Overzichten	5
Beschrijving constructie en conclusie per dakvlak	8
Uitgangspunten, belastingaannee en vergelijking	A
Bepaling dakoppervlakken	B
Berekening benodigde noodoverstorten	C
Indicatieve berekeningen houten balklagen	D
Archiefstukken	E
Foto's	F

INLEIDING

Deze map bevat de resultaten van een archiefonderzoek, bezoek ter plaatse en beschouwingen van de constructie van de platte daken.

Gevraagd is om te onderzoeken of het dak geschikt is voor het plaatsen van PV-panelen.

Het blijkt niet mogelijk om dit d.m.v. berekeningen te onderbouwen, omdat niet alle benodigde gegevens beschikbaar zijn.

Door vergelijkingen te maken tussen de oorspronkelijke situatie en de toekomstige situatie is het toch mogelijk gebleken om aan te tonen dat de PV-panelen geplaatst kunnen worden. De dakvlakken moeten dan wel voorzien zijn van voldoende en adequate noodoverstorten. Dit is aangegeven op het overzicht op pagina C1. Uitgangspunt is dat er dan maximaal 80mm water op het dak kan blijven staan.

Hiermee is echter niet aangetoond dat het dak voldoet aan de voorschriften die gelden voor wateraccumulatie.

CONSTRUCTIEVE UITGANGSPUNTEN

Gevolgklasse en ontwerplevensduur

- Gebouwfunctie: B, Kantoorgebouw
- Gevolgklasse: CC2
- Ontwerplevensduur: 50 jaar

NB. Bij het berekenen van de minimaal benodigde hoeveelheid noodoverstorten is gebruik gemaakt van de restlevensduur van het gebouw; dit is voor de dakvlakken W2/W4/W7/W14: (ontwerplevensduur van 50 jaar) – (huidige ouderdom van het gebouw = 53 jaar) = 0 (-3) jaar, maar met een minimum referentieperiode van 15 jaar. En voor de dakvlakken W1/W3/W6/W11: is dit (ontwerplevensduur van 50 jaar) – (huidige ouderdom van het gebouw = 30 jaar) = 20 jaar.

Hierdoor zijn er voor alle dakvlakken minder noodoverstorten benodigd dan bij een berekening voor 50 jaar.

Dakbelastingen conform NEN-EN 1990



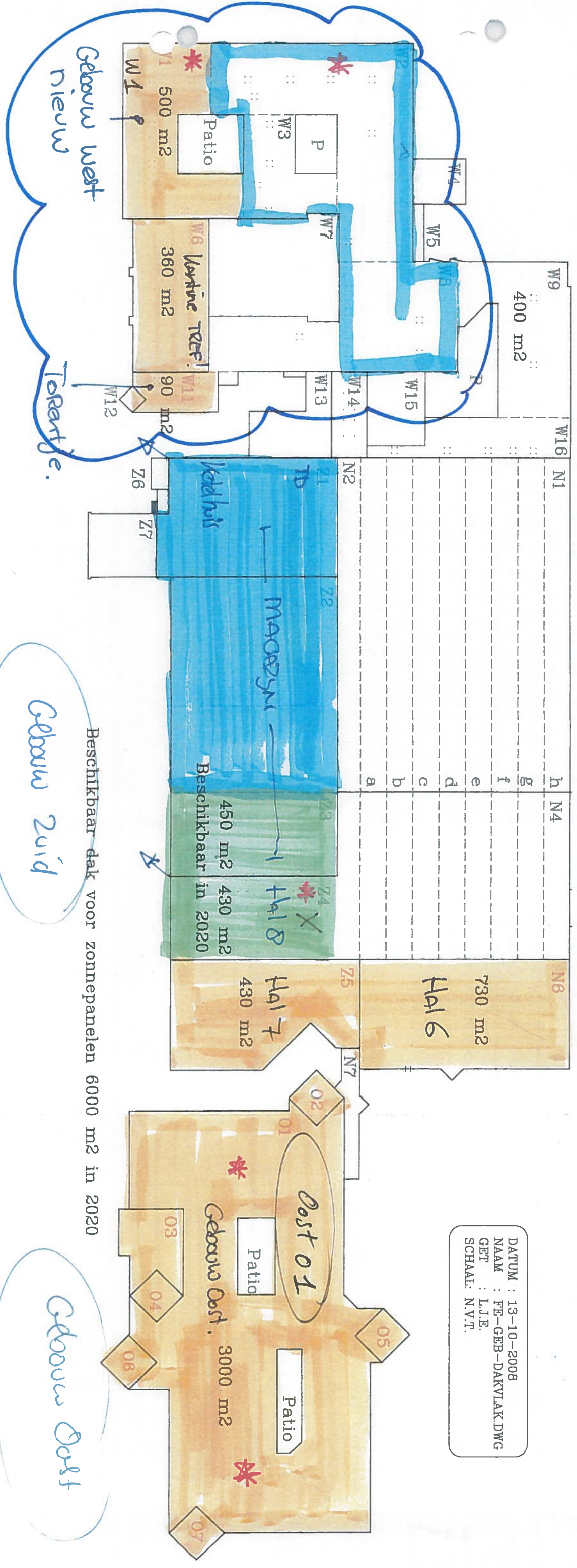
↓

Gebouw Noord

↓
Ingen 1

Ingen 3

↓



* Grind op het Dak verwijderd

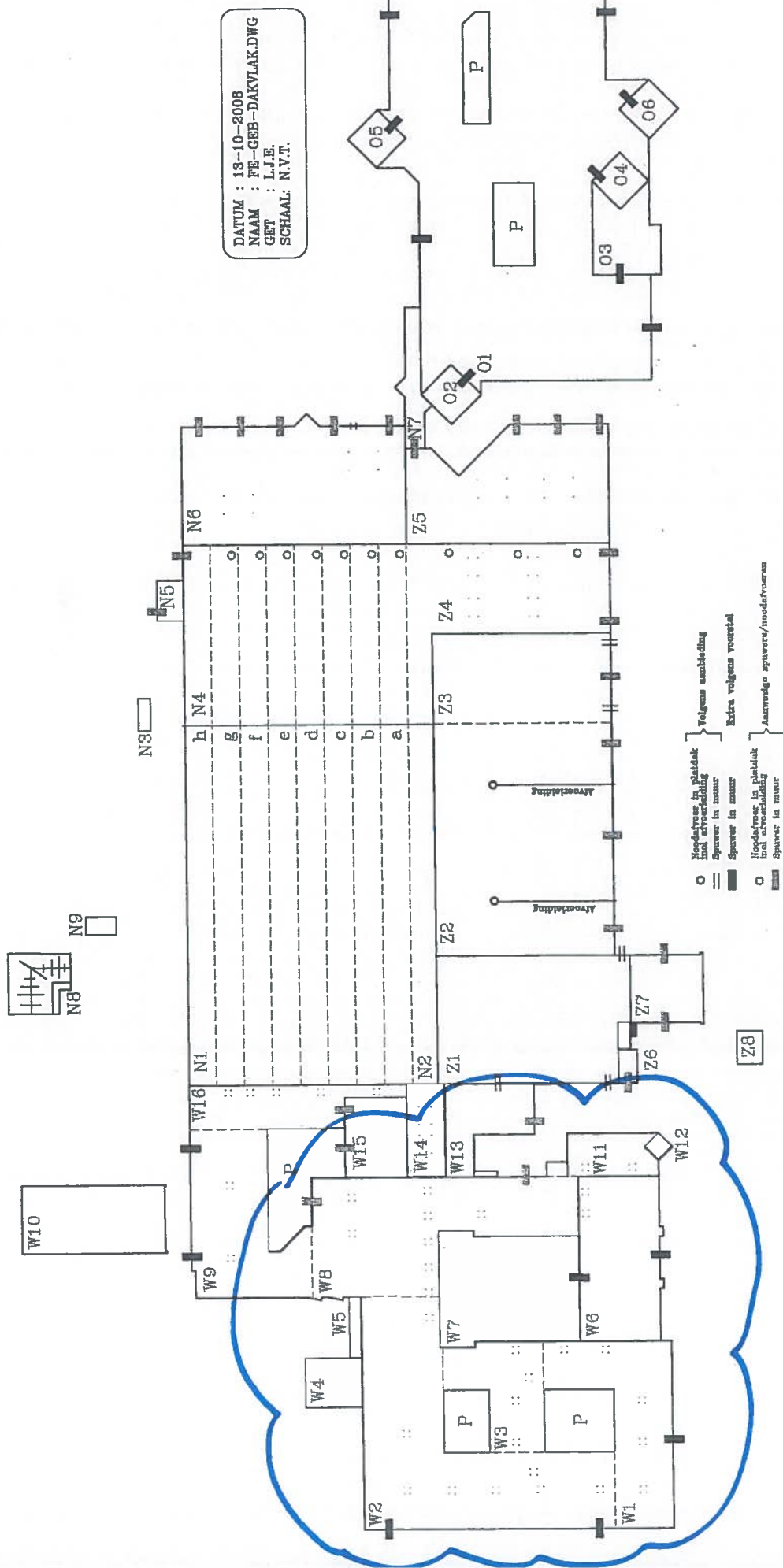
Gebouw west

Gebouw Zuid

Gebouw Oost

Beschikbaar dak voor zonnepanelen 6000 m² in 2020

DATUM : 13-10-2008
NAAM : FE-GEB-DAKVLAK.DWG
GET : L.J.E.
SCHAAL: N.V.T.



Gebouw West – dakvlakken W2/W4/W7/W14

Opbouw constructie:

Oorspronkelijk:

- Ballastlaag 30 mm grind; vlgs. tekening Beltman d.d. 17-5-66;
- Dakbedekking;
- Houtwolcementplaten 50 mm;
- Houten balklagen 80x200/500 (W2 deels / W7 deels), 80x230/600 (W7 deels) en 65x165/500 (W2 deels / W14);
- Stalen onderslagbalken HE160A (W2 deels / W14) en HE200A (W2 deels / W8 deels) en NEMAHO houten gelamineerde liggers → afmetingen onbekend (W7);
- Systeemplafond.

Huidig (m.u.v. W14 hier ligt nog wel grind, maar hier komen geen PV-panelen):

- Ballastlaag geen;
- Dakbedekking;
- Houtwolcementplaten 50 mm;
- Houten balklagen 80x200/500 (W2 deels / W7 deels), 80x230/600 (W7 deels) en 65x165/500 (W2 deels / W14);
- Stalen onderslagbalken HE160A (W2 deels / W14) en HE200A (W2 deels / W8 deels) en NEMAHO houten gelamineerde liggers → afmetingen onbekend (W7);
- Systeemplafond.

Toekomstig:

- PV-panelen;
- Ballastlaag geen;
- Dakbedekking;
- Houtwolcementplaten 50 mm;
- Houten balklagen 80x200/500 (W2 deels / W7 deels), 80x230/600 (W7 deels) en 65x165/500 (W2 deels / W14);
- Stalen onderslagbalken HE160A (W2 deels / W14) en HE200A (W2 deels / W8 deels) en NEMAHO houten gelamineerde liggers → afmetingen onbekend (W7);
- Systeemplafond.

Berekeningen:

- Er zijn geen berekeningen van de oorspronkelijke of huidige dakconstructie beschikbaar;
- Indicatieve steekproefsgewijze berekeningen hebben aangetoond dat de balklagen voldoen qua sterkte, maar niet qua doorbuigingseisen, zoals we die tegenwoordig zouden hanteren;
- Onbekend is hoe het afschot is geregeld (afschotisolatieplaten? / dakplaten op afschot? / onderliggende constructies op afschot?);
- Momenteel zijn er noodoverstorten aanwezig. Deze zijn praktisch gekozen. Hier zijn geen berekeningen voor gemaakt;
- Controleberekeningen op wateraccumulatie is door het ontbreken van gegevens niet mogelijk;
- Voor de verschillende dakvlakken hebben we bepaald hoeveel noodoverstorten minimaal aanwezig zouden moeten zijn, om aan de voorschriften te voldoen. Hiermee is niet aangetoond dat het dak voldoet aan de voorschriften die gelden voor wateraccumulatie. Zie pagina C1.

Beschouwingen:

- De huidige dakbelasting is ca. 88% van de oorspronkelijke belasting;
- De toekomstige dakbelasting is ca. 78% van de huidige belasting en ca. 89% van de oorspronkelijke belasting. Ervan uitgaande dat de combinatie van onderhoud en PV-panelen niet voor zal komen (bij onderhoud zijn er geen PV-panelen op betreffende dak aanwezig). Indien dit toch het geval mocht blijken te zijn, dan is er nog steeds een reductie t.o.v. de oorspronkelijke belasting van ca. 4% (ca. 96% van oorspronkelijke belasting).

Conclusie:

- Met de beschikbare informatie is het niet mogelijk om te berekenen of het bestaande dak voldoet aan de eisen volgens de voorschriften;
- Daarom is het ook niet mogelijk om te berekenen of er PV-panelen geplaatst kunnen worden;
- Gebaseerd op een vergelijking van de toekomstige belastingen met de oorspronkelijke belastingen, kunnen we concluderen dat de dakbelasting door het plaatsen van PV-panelen, niet groter zal worden dan oorspronkelijk aanwezig.
- PV-panelen van 25 kg/m² kunnen dan ook zonder aanpassingen op het dak geplaatst worden; mits voldoende noodafvoeren aanwezig!;
- De minimaal benodigde noodafvoeren voor alle dakvlakken zijn aangegeven in het overzicht op pagina C1. Hierbij wordt een drempel van 40 mm aangehouden en een hoogte van de doorvoeren van 70 mm (zie schematische tekeningen op de pagina's C3 t/m C5 voor een uitleg hierover).

Gebouw West – dakvlak W3

Opbouw constructie:

Oorspronkelijk:

- Ballastlaag 30 mm grind; volgens tekening Felua-Groep d.d. december 1987);
- Dakbedekking;
- Vapotherm 50 mm;
- Underlayment dik 19 mm;
- Houten balklagen 63x160/500;
- Stalen onderslagbalken IPE160;
- Systeemplafond.

Huidig:

- Ballastlaag geen;
- Dakbedekking;
- Vapotherm 50 mm;
- Underlayment dik 19 mm;
- Houten balklagen 63x160/500;
- Stalen onderslagbalken IPE160;
- Systeemplafond.

Toekomstig:

- PV-panelen;
- Ballastlaag geen;
- Dakbedekking;
- Vapotherm 50 mm;
- Underlayment dik 19 mm;
- Houten balklagen 63x160/500;
- Stalen onderslagbalken IPE160;
- Extra isolatie;
- Systeemplafond.

Berekeningen:

- Er zijn geen berekeningen van de oorspronkelijke of huidige dakconstructie beschikbaar;
- Indicatieve steekproefsgewijze berekeningen hebben aangetoond dat de balklagen voldoen qua sterkte, maar niet qua doorbuigingseisen, zoals we die tegenwoordig zouden hanteren;
- Onbekend is hoe het afschot is geregeld (afschotisolatieplaten? / dakplaten op afschot? / onderliggende constructies op afschot?);
- Momenteel zijn er noodoverstorten aanwezig. Deze zijn praktisch gekozen. Hier zijn geen berekeningen voor gemaakt;
- Controleberekeningen op wateraccumulatie is door het ontbreken van gegevens niet mogelijk;
- Voor de verschillende dakvlakken hebben we bepaald hoeveel noodoverstorten minimaal aanwezig zouden moeten zijn, om aan de voorschriften te voldoen. Hiermee is niet aangetoond dat het dak voldoet aan de voorschriften die gelden voor wateraccumulatie. Zie pagina C1.

Beschouwingen:

- De huidige dakbelasting is ca. 86% van de oorspronkelijke belasting;
- De toekomstige dakbelasting is ca. 76% van de huidige belasting en ca. 88% van de oorspronkelijke belasting. Ervan uitgaande dat de combinatie van onderhoud en PV-panelen niet voor zal komen (bij onderhoud zijn er geen PV-panelen op betreffende dak aanwezig). Indien dit toch het geval mocht blijken te zijn, dan is er nog steeds een reductie t.o.v. de oorspronkelijke belasting van ca. 4% (ca. 96% van oorspronkelijke belasting).

Conclusie:

- Met de beschikbare informatie is het niet mogelijk om te berekenen of het bestaande dak voldoet aan de eisen volgens de voorschriften;
- Daarom is het ook niet mogelijk om te berekenen of er PV-panelen geplaatst kunnen worden;
- Gebaseerd op een vergelijking van de toekomstige belastingen met de oorspronkelijke belastingen, kunnen we concluderen dat de dakbelasting door het plaatsen van PV-panelen, niet groter zal worden dan oorspronkelijk aanwezig.
- PV-panelen van 25 kg/m² kunnen dan ook zonder aanpassingen op het dak geplaatst worden; mits voldoende noodafvoeren aanwezig!;
- De minimaal benodigde noodafvoeren voor alle dakvlakken zijn aangegeven in het overzicht op pagina C1. Hierbij wordt een drempel van 40 mm aangehouden en een hoogte van de doorvoeren van 70 mm (zie schematische tekeningen op de pagina C8 voor een uitleg hierover).

Gebouw West – dakvlak W1/W6/W11**Opbouw constructie:***Oorspronkelijk:*

- Ballastlaag 30 mm grind; (vlgs. tekening Fons Harleman d.d. 12 april 1989 geen grind / volgens opdrachtgever is echter op dit dak ook grind verwijderd; voor vergelijking 30 mm grind aangehouden als op alle overige daken);
- Dakbedekking;
- Vapotherm 50 mm;
- Underlayment dik 19 mm;
- Houten balklagen → afmetingen en h.o.h.-afstanden onbekend;
- Systeemplafond.

Huidig:

- Ballastlaag geen;
- Dakbedekking;
- Vapotherm 50 mm;
- Underlayment dik 19 mm;
- Houten balklagen → afmetingen en h.o.h.-afstanden onbekend;
- Systeemplafond.

Toekomstig:

- PV-panelen;
- Ballastlaag geen;
- Dakbedekking;
- Vapotherm 50 mm;
- Underlayment dik 19 mm;
- Houten balklagen → afmetingen en h.o.h.-afstanden onbekend;
- Systeemplafond.

Berekeningen:

- Er zijn geen berekeningen van de oorspronkelijke of huidige dakconstructie beschikbaar;
- Er zijn geen gegevens bekend van de houten balklagen;
- Indicatieve steekproefsgewijze berekeningen hebben aangetoond dat de balklagen minimaal 71x171 mm² h.o.h. 600 mm zouden moeten zijn om te voldoen qua sterkte. Dan voldoet deze echter nog niet qua doorbuigingseisen, zoals we die tegenwoordig zouden hanteren;
- Onbekend is hoe het afschot is geregeld (afschotisolatieplaten? / dakplaten op afschot? / onderliggende constructies op afschot?);
- Momenteel zijn er noodoverstorten aanwezig. Deze zijn praktisch gekozen. Hier zijn geen berekeningen voor gemaakt;
- Controleberekeningen op wateraccumulatie is door het ontbreken van gegevens niet mogelijk;
- Voor de verschillende dakvlakken hebben we bepaald hoeveel noodoverstorten minimaal aanwezig zouden moeten zijn, om aan de voorschriften te voldoen. Hiermee is niet aangetoond dat het dak voldoet aan de voorschriften die gelden voor wateraccumulatie. Zie pagina C1.

Beschouwingen:

- De huidige dakbelasting is ca. 86% van de oorspronkelijke belasting;
- De toekomstige dakbelasting is ca. 76% van de huidige belasting en ca. 88% van de oorspronkelijke belasting. Ervan uitgaande dat de combinatie van onderhoud en PV-panelen niet voor zal komen (bij onderhoud zijn er geen PV-panelen op betreffende dak aanwezig). Indien dit toch het geval mocht blijken te zijn, dan is er nog steeds een reductie t.o.v. de oorspronkelijke belasting van ca. 4% (ca. 96% van oorspronkelijke belasting).

Conclusie:

- Met de beschikbare informatie is het niet mogelijk om te berekenen of het bestaande dak voldoet aan de eisen volgens de voorschriften;
- Daarom is het ook niet mogelijk om te berekenen of er PV-panelen geplaatst kunnen worden;
- Gebaseerd op een vergelijking van de toekomstige belastingen met de oorspronkelijke belastingen, kunnen we concluderen dat de dakbelasting door het plaatsen van PV-panelen, niet groter zal worden dan oorspronkelijk aanwezig.
- PV-panelen van 25 kg/m² kunnen dan ook zonder aanpassingen op het dak geplaatst worden; mits voldoende noodafvoeren aanwezig!;
- De minimaal benodigde noodafvoeren voor alle dakvlakken zijn aangegeven in het overzicht op pagina C1. Hierbij wordt een drempel van 40 mm aangehouden en een hoogte van de doorvoeren van 70 mm (zie schematische tekeningen op de pagina's C7 t/m C10 voor een uitleg hierover).

A1

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



J19071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W2_W4_W7_W14

Versie: 2.9.17 NDP NL:2011

printdatum : 17-06-2011

werk: **Lucrato te Apeldoorn**
 werknummer: **2019071**
 onderdeel: **Gebouw West - W2/W4/W7/W14**
 soort gebouwfunctie 5:
 soort gebouwfunctie 4:
 soort gebouwfunctie 3:
 soort gebouwfunctie 2:
 soort gebouwfunctie 1: **kantoor**

ontwerplevens- duurklasse	gevolgklasse	gebruiks- categorie
3	CC2	B
3	CC2	

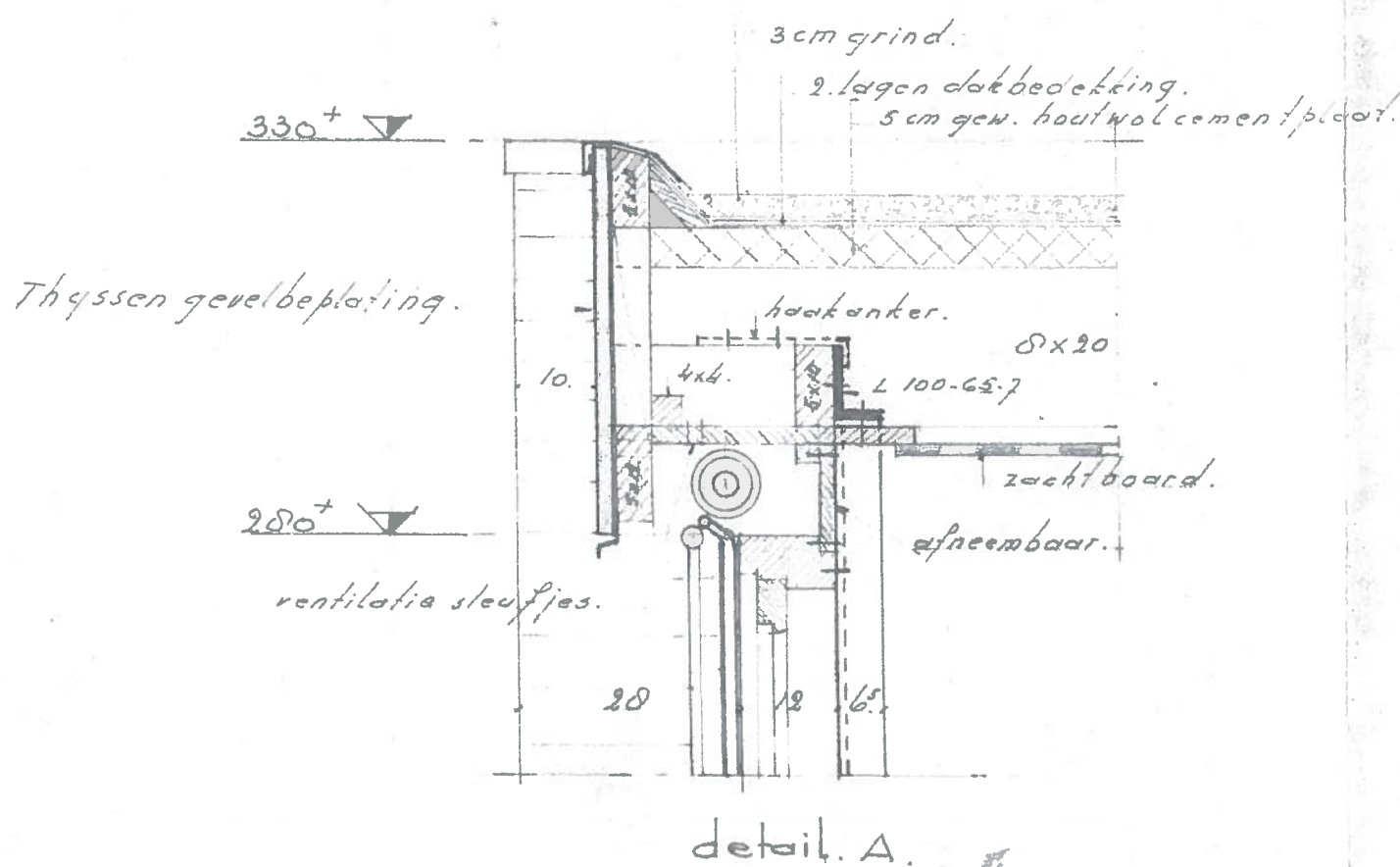
toegepaste norm = NEN 8700 verbouw (oorspr. omg.verg. t/m BB2003, wind niet dominar)
 gevolgklasse = CC2 (Consequence Class = gevolgklasse)
 ontwerplevensduurklasse = 3 => ontwerplevensduur = 50 jaar
 huidige ouderdom gebouw = jaar => restlevensduur = 50 jaar
 referentieperiode = 50 jaar
 correctiefactor $\xi = 0,89$ correctiefactor eigen gewicht voor formule 6.10.b
 Keuze voor 6.10b: combinatie met: 2 vloeren extreem in de gebouwfunctie A t/m G of H (NEN-EN 1991-1-1+C1/NB:2011)

omschrijving = CC2: middelmatige gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens
 toepassing = gebouwen en andere gewone constructies
 voorbeelden = woongebouwen, kantoorgebouwen, openbare gebouwen, industriegebouwen 3 of meer lagen
 betrouwbaarheidsklasse = RC2 (Reliability Class = betrouwbaarheidsklasse)
 betrouwbaarheidsfactor $\beta = 3,10$ (tabel B2 blz 37 NEN 8700 minimum referentieduur 15 jaar)
 K_{FF} -factor = 1 (tabel B3 blz 87 NEN-EN 1990)
 sneeuwbelasting op de grond (incl. f) $s_n = 0,70$ kN/m²

ψ -waarden voor gebouwen

gebruikscategorie =	A	B	C	D	E	F	G	H
factor combinatie-waarde van de veranderlijke belasting: ψ_0	0,4	0,5	0,4	0,4	1	0,7	0,7	0
factor frequent aanwezige veranderlijke belasting: ψ_1	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0
factor quasi-blijvende veranderlijke belasting: ψ_2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,8	0,6	0,3	0
correctiefactor voor levensduur F/F_{10} ψ_1	1	1	1	1	1	1	1	$\{1+(1-\psi_0)/9 \cdot \ln(t/t_{10})\}$ (niet voor wind-, sneeuw-, thermische belasting)

belastingfactoren γ (NEN 8700)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting	gelijktijdig optredende variabele belasting		
	ongunstig	gunstig		belangrijk	andere ongunstig	andere gunstig
formules van belastingcombinaties	$\gamma \cdot G_{k,j \text{ sup}}$	$\gamma \cdot G_{k,j \text{ inf}}$	γ	$\gamma \cdot Q_{k,i}$	γ	γ
tabel A1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50 $Q_{k,1}$	0	1,50 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,20	0,9		0	1,30 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,15	0,9	1,30 $Q_{k,1}$	0	1,30 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.11b (brand, schok, herstel)	1	1	1 A_d	1 $\psi_{1,i} Q_{k,i}$	1 $\psi_{2,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.12b (aardbeving)	1	1	1 A_{ak}	0	1 $\psi_{2,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand form. 6.14b	1	1	1 $Q_{k,1}$	0	1 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 frequente waarde formule 6.15b	1	1	1 $\psi_{1,1} Q_{k,1}$	0	1 $\psi_{2,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 quasi blijvend formule 6.16b	1	1	1 $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	0	1 $\psi_{2,i} Q_{k,i}$	0



W2/W4/W7/W14



werk : **Lucrato te Apeldoorn**
werkinummer : **2019071**
onderdeel : **Gebouw West - W2/W4/W7/W14**

1. belastingen

1.1 belastingaannamen vloeren e.d. kN/m²

			G [kN/m ²]	Q [kN/m ²]	ψ_0
	helling van vlak				
1	plat dak oorspronkelijk				H
	plat dak met balken en beschot		0,30		
	houtspaancementplaat	h/d = 50 mm	0,60		
	grind (los als balast)	h/d = 30 mm	0,50		
	plafond		0,25		
	H1 t/m H3: dakhelling $0 \leq \alpha < 20$ onderhoud of sneeuw	categorie: H	$\psi_1 = 1,00$	v.b. = 1,00	
	Totaal plat dak oorspronkelijk :		1,65	1,00	
2	plat dak huidig				H
	plat dak met balken en beschot		0,30		
	houtspaancementplaat	h/d = 50 mm	0,60		
	dakbedekking en isolatie		0,15		
	plafond		0,25		
	H1 t/m H3: dakhelling $0 \leq \alpha < 20$ onderhoud of sneeuw	categorie: H	$\psi_1 = 1,00$	v.b. = 1,00	
	Totaal plat dak huidig :		1,30	1,00	
3	plat dak toekomstig				H
	plat dak met balken en beschot		0,30		
	houtspaancementplaat	h/d = 50 mm	0,60		
	dakbedekking en isolatie / plafond		0,40		
	PV-panelen, incl constructie/bedrading/ballast		0,25		
	H1 t/m H3: dakhelling $0 \leq \alpha < 20$ onderhoud of sneeuw	categorie: H	$\psi_1 = 1,00$	v.b. = 0,56	
	Totaal plat dak toekomstig :		1,55	0,56	
4					
5					
6					

$\psi_1 =$

$\psi_1 =$

$\psi_1 =$

combinatie
onderhoud +
PV-panelen
niet van
toepassing

AL

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



3071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W2_W4_W7_W14

Versie: 2.9.17 NDP NL:2011

printdatum : 17-06-2011

1.4 Belastingsfactoren en belastingen (Eurocode 0 en 1))

gevolgklasse	$\gamma_{f,g}$		$\gamma_{f,q}$		
CC1 - CC2 - CC3	1,00		1,00		SLS: Serviceability Limit State
	gunstig	ongunstig	ongunstig	gunstig	
CC2	0,9	1,20	1,30	0	ULS(a): Ultimate Limit State (formule 6.10a)
CC2	0,9	1,15	1,30	0	ULS(b): Ultimate Limit State (formule 6.10b)

1.5 Belastingen		categorie	G _k	Q _k	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	P _d [kN/m ²]		stabielteit / opdrijven	
					combinatie- waarde vb tbv gelijktijdigheid in uiterste aanstoestand	frequent aanwezige vb tbv bijv. elast. vervorming schuifwijdte	quasi- blijvende vb tbv bijv. brand, kruip	ongunstig			
								6.10a	6.10b		
								1,20 G + 1,30 * Q _{comb}	1,15 G + 1,30 * Q _{extr}	1,15 G + 1,30 * Q _{comb}	0,90 G + 1,10 * Q _{extr}
1	plat dak oorspronkelijk	H	1,65	1,00				2,0	<u>3,2</u>	1,9	1,5
2	plat dak huidig	H	1,30	1,00				1,6	<u>2,8</u>	1,5	1,2
3	plat dak toekomstig	H	1,55	0,56				1,9	<u>2,5</u>	1,8	1,4
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											

100%
88%
78%
89%

215/288

$$1,15 \cdot 1,55 + 1,30 \cdot 1,0 = 3,08 \text{ kN/m}^2 \quad 3100 / (3,2 \times 100\%) = 96\%$$

AS

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



319071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W1_W3_W6_W11

Versie: 2.9.17 NDP NL:2011

printdatum : 17-06-2011

werk: **Lucrato te Apeldoorn**
 werknummer: **2019071**
 onderdeel: **Gebouw West - W1/W3/W6/W11**
 soort gebouwfunctie 5:
 soort gebouwfunctie 4:
 soort gebouwfunctie 3:
 soort gebouwfunctie 2:
 soort gebouwfunctie 1: **kantoor**

ontwerplevens- duurklasse	gevolgklasse	gebruiks- categorie
3	CC2	B
3	CC2	

maatgevend:

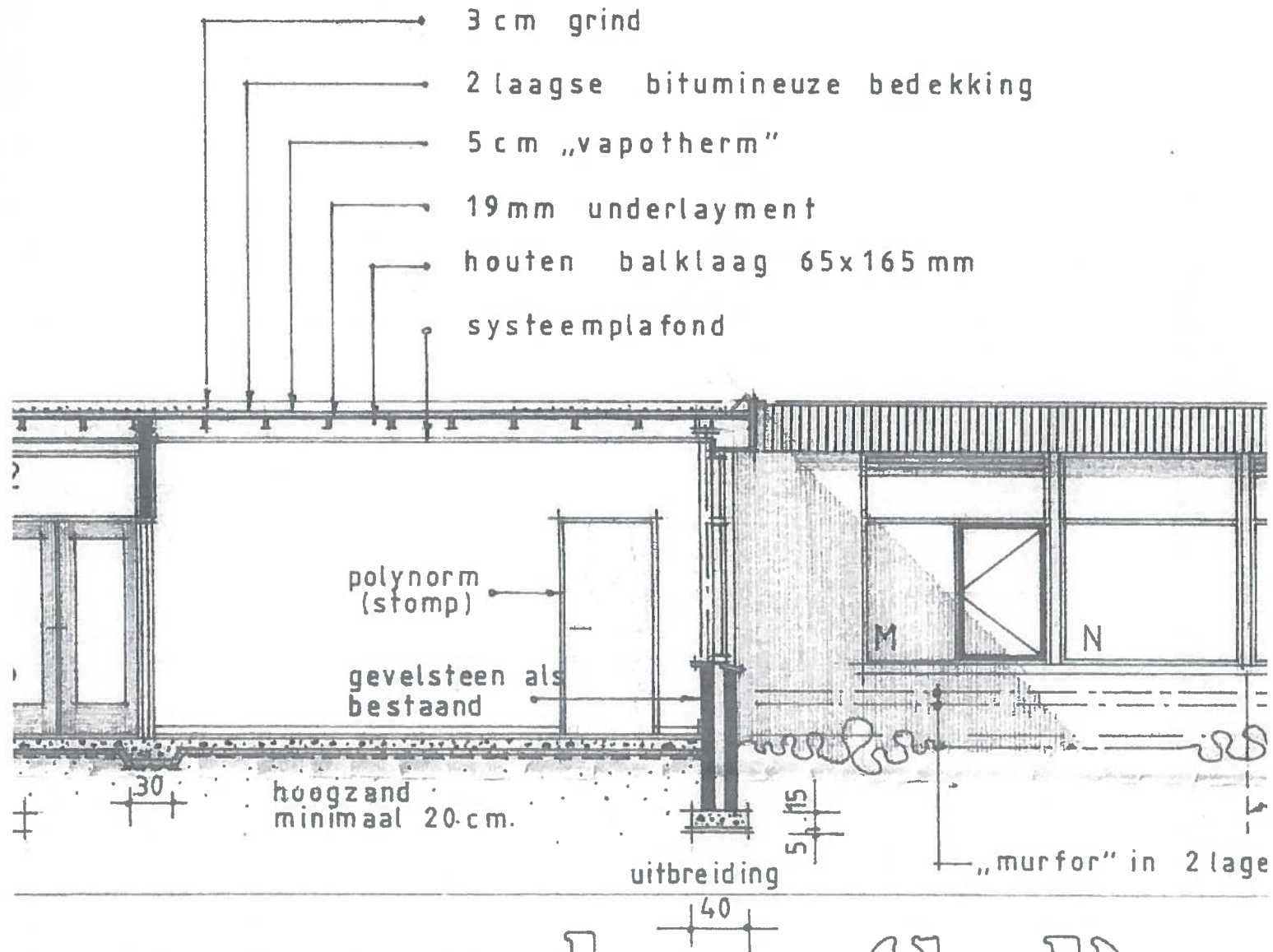
toegepaste norm = NEN 8700 verbouw (oorspr. omg.verg. t/m BB2003, wind niet dominar)
 gevolgklasse = CC2 (Consequence Class = gevolgklasse)
 ontwerplevensduurklasse = 3 => ontwerplevensduur = 50 jaar
 huidige ouderdom gebouw = jaar => restlevensduur = 50 jaar
 referentieperiode = 50 jaar
 correctiefactor $\xi = 0,89$ correctiefactor eigen gewicht voor formule 6.10.b
 Keuze voor 6.10b: combinatie met: 2 vloeren extreem in de gebouwfunctie A t/m G of H (NEN-EN 1991-1-1+C1/NB:2011)

omschrijving = CC2: middelmatige gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens
 toepassing = gebouwen en andere gewone constructies
 voorbeelden = woongebouwen, kantoorgebouwen, openbare gebouwen, industriegebouwen 3 of meer lagen
 betrouwbaarheidsklasse = RC2 (Reliability Class = betrouwbaarheidsklasse)
 betrouwbaarheidsfactor $\beta = 3,10$ (tabel B2 blz 37 NEN 8700 minimum referentieduur 15 jaar)
 K_{FF}-factor = 1 (tabel B3 blz 87 NEN-EN 1990)
 sneeuwbelasting op de grond (incl. f) $s_n = 0,70$ kN/m²

ψ -waarden voor gebouwen

gebruikscategorie =	A	B	C	D	E	F	G	H
factor combinatie-waarde van de veranderlijke belasting: $\psi_0 =$	0,4	0,5	0,4	0,4	1	0,7	0,7	0
factor frequent aanwezige veranderlijke belasting: $\psi_1 =$	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0
factor quasi-blijvende veranderlijke belasting: $\psi_2 =$	0,3	0,3	0,6	0,6	0,8	0,6	0,3	0
correctiefactor voor levensduur F/F_{10} $\psi_1 =$	1	1	1	1	1	1	1	$(1 + (1 - \psi_0) / 9 \cdot \ln(t/10))$ (niet voor wind-, sneeuw-, thermische belasting)

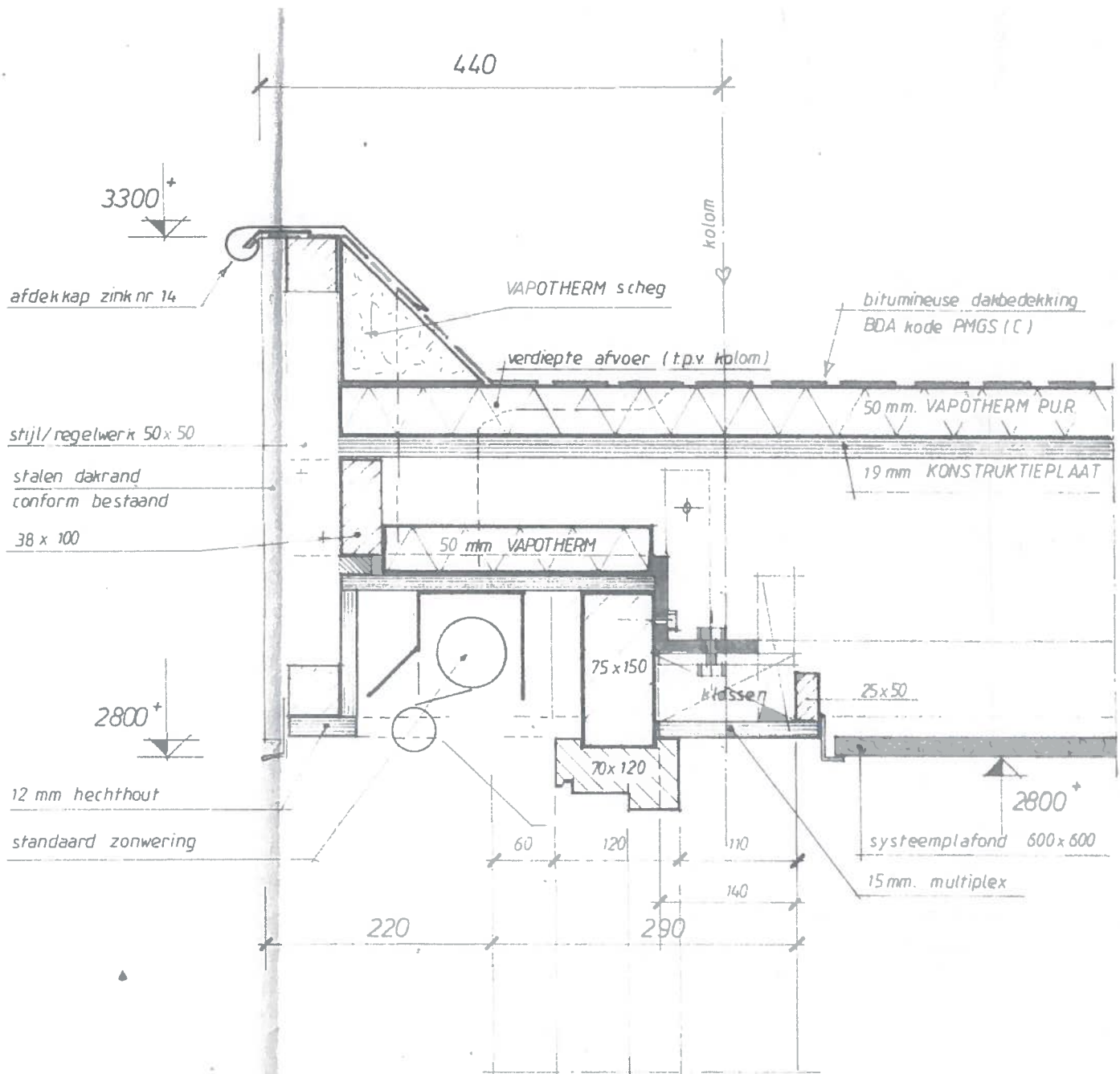
belastingfactoren γ (NEN 8700)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting	gelijktijdig optredende variabele belasting		
	ongunstig	gunstig		belangrijk	andere ongunstig	andere gunstig
formules van belastingcombinaties	$\gamma \cdot G_{k, sup}$	$\gamma \cdot G_{k, inf}$	γ	$\gamma \cdot Q_{k, l}$	γ	γ
tabel A1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50 $Q_{k, l}$	0	1,50 $\psi_{0, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,20	0,9		0	1,30 $\psi_{0, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,15	0,9	1,30 $Q_{k, l}$	0	1,30 $\psi_{0, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.11b (brand, schok, herstel)	1	1	1 A_d	1 $\psi_{1, l} Q_{k, l}$	1 $\psi_{2, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.12b (aardbeving)	1	1	1 A_{ak}	0	1 $\psi_{2, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand form. 6.14b	1	1	1 $Q_{k, l}$	0	1 $\psi_{0, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.4 frequente waarde formule 6.15b	1	1	1 $\psi_{1, l} Q_{k, l}$	0	1 $\psi_{2, l} Q_{k, l}$	0
tabel A1.4 quasi blijvend formule 6.16b	1	1	1 $\psi_{2, l} Q_{k, l}$	0	1 $\psi_{2, l} Q_{k, l}$	0



orsnede (C.D)

W3

A7



Dakranddetail 1:5

W1 / W6 / W11

1989.

A8

Triops Advies BV
Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



3071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W1_W3_W6_W11
Versie: 2.9.17 NDP NL:2011
printdatum : 17-06-2011

werk : **Lucrato te Apeldoorn**
werkinummer : **2019071**
onderdeel : **Gebouw West - W1/W3/W6/W11**

1. belastingen

1.1 belastingaannamen vloeren e.d. kN/m ²		helling van vlak		[kN/m ²]		[kN/m ²]	
1	plat dak oorspronkelijk						
	plat dak met balken en beschoot					0,30	
	Vapotherm 50 mm + underlayment 19 mm					0,35	
	grind (los als balast)			h/d = 30 mm		0,50	
	plafond					0,25	
	H1 t/m H3: dakhelling 0<=a<20 <u>onderhoud of sneeuw</u>	categorie: H		$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	1,00	
				Totaal plat dak oorspronkelijk :		1,40	1,00
2	plat dak huidig						
	plat dak met balken en beschoot					0,30	
	Vapotherm 50 mm + underlayment 19 mm					0,35	
	dakbedekking en isolatie					0,15	
	plafond					0,25	
	H1 t/m H3: dakhelling 0<=a<20 <u>onderhoud of sneeuw</u>	categorie: H		$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	1,00	
				Totaal plat dak huidig :		1,05	1,00
3	plat dak toekomstig						
	plat dak met balken en beschoot					0,30	
	Vapotherm 50 mm + underlayment 19 mm					0,35	
	dakbedekking en isolatie / plafond					0,40	
	PV-panelen, incl constructie/bedrading/balast					0,25	
	H1 t/m H3: dakhelling 0<=a<20 <u>onderhoud of sneeuw</u>	categorie: H		$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	0,56	
				Totaal plat dak toekomstig :		1,30	0,56
4							
5							
6							

combinatie
onderhoud
PV-panelen
niet van
toepassing

combinatie
onderhoud +
PV-panelen
niet van
toepassing

A9

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



3071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W1_W3_W6_W11

Versie: 2.9.17 NDP NL:2011

printdatum : 17-06-2011

1.4 Belastingsfactoren en belastingen (Eurocode 0 en 1))

gevolgklasse	$\gamma_{1,g}$		$\gamma_{1,q}$		
CC1 - CC2 - CC3	1,00		1,00		SLS: Serviceability Limit State
	gunstig	ongunstig	ongunstig	gunstig	
CC2	0,9	1,20	1,30	0	ULS(a): Ultimate Limit State (formule 6.10a)
CC2	0,9	1,15	1,30	0	ULS(b): Ultimate Limit State (formule 6.10b)

1.5	Belastingen	categorie	G_k	Q_k	ψ_0	ψ_1	ψ_2	P_d [kN/m ²]			
								ongunstig		stabiliteit / opdrijven	
								6.10a	6.10b		
								1,20 G +	1,15 G +	1,15 G +	0,90 G
					combinatie-waarde vb tbv gelijktijdigheid in uiterste toestand	frequent aanwezige vb tbv elast. vervorming, schaarwijdte	quasi-blijvende vb tbv bijv. brand, kruip	1,30 * Qcomb	1,30 * Qextr	1,30 * Qcomb	
1	plat dak oorspronkelijk	H	1,40	1,00				1,7	2,9	1,6	1,3
2	plat dak huidig	H	1,05	1,00				1,3	2,5	1,2	0,9
3	plat dak toekomstig	H	1,30	0,56				1,6	2,2	1,5	1,2
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											

100%
86%
76%
2,2/2,5 88%

$$1,15 \cdot 1,30 + 1,30 \cdot 1,0 = 2,80 \text{ kN/m}^2 \quad 2,80 / 2,9 \times 100\% = 96\%$$

Bepaling dakoppervlakken

afvoer dakvlak W2

lengte	13	aantal	1	totaal	13	m1
breedte	37,5	aantal	1	totaal	37,5	m1
oppervlak				488	m2	
lengte	30	aantal	1	totaal	30	m1
breedte	14	aantal	1	totaal	14	m1
oppervlak				420	m2	
netto oppervlak				908	m2	

afvoer dakvlak W7

lengte	20	aantal	1	totaal	20	m1
breedte	24	aantal	1	totaal	24	m1
oppervlak				480	m2	
netto oppervlak				480	m2	

afvoer dakvlak W8

lengte	22	aantal	1	totaal	22	m1
breedte	23	aantal	1	totaal	23	m1
oppervlak				506	m2	
lengte	10	aantal	1	totaal	10	m1
breedte	24	aantal	1	totaal	24	m1
oppervlak				240	m2	
netto oppervlak				746	m2	

Bepaling dakoppervlakken

afvoer dakvlak W1

lengte	13,5	aantal	1	totaal	13,5	m1
breedte	16	aantal	1	totaal	16	m1
oppervlak					216	m2
lengte	10	aantal	1	totaal	10	m1
breedte	10,5	aantal	1	totaal	10,5	m1
oppervlak					105	m2
lengte	9	aantal	1	totaal	9	m1
breedte	22,5	aantal	1	totaal	22,5	m1
oppervlak					203	m2
netto oppervlak					524	m2

afvoer dakvlak W3

lengte	10,25	aantal	1	totaal	10,25	m1
breedte	10	aantal	1	totaal	10	m1
oppervlak					103	m2
lengte	7,75	aantal	1	totaal	7,75	m1
breedte	17,5	aantal	1	totaal	17,5	m1
oppervlak					136	m2
lengte	1	aantal	1	totaal	1	m1
breedte	11,75	aantal	1	totaal	11,75	m1
oppervlak					12	m2
netto oppervlak					250	m2

afvoer dakvlak W6

lengte	28	aantal	1	totaal	28	m1
breedte	14	aantal	1	totaal	14	m1
oppervlak					392	m2
netto oppervlak					392	m2

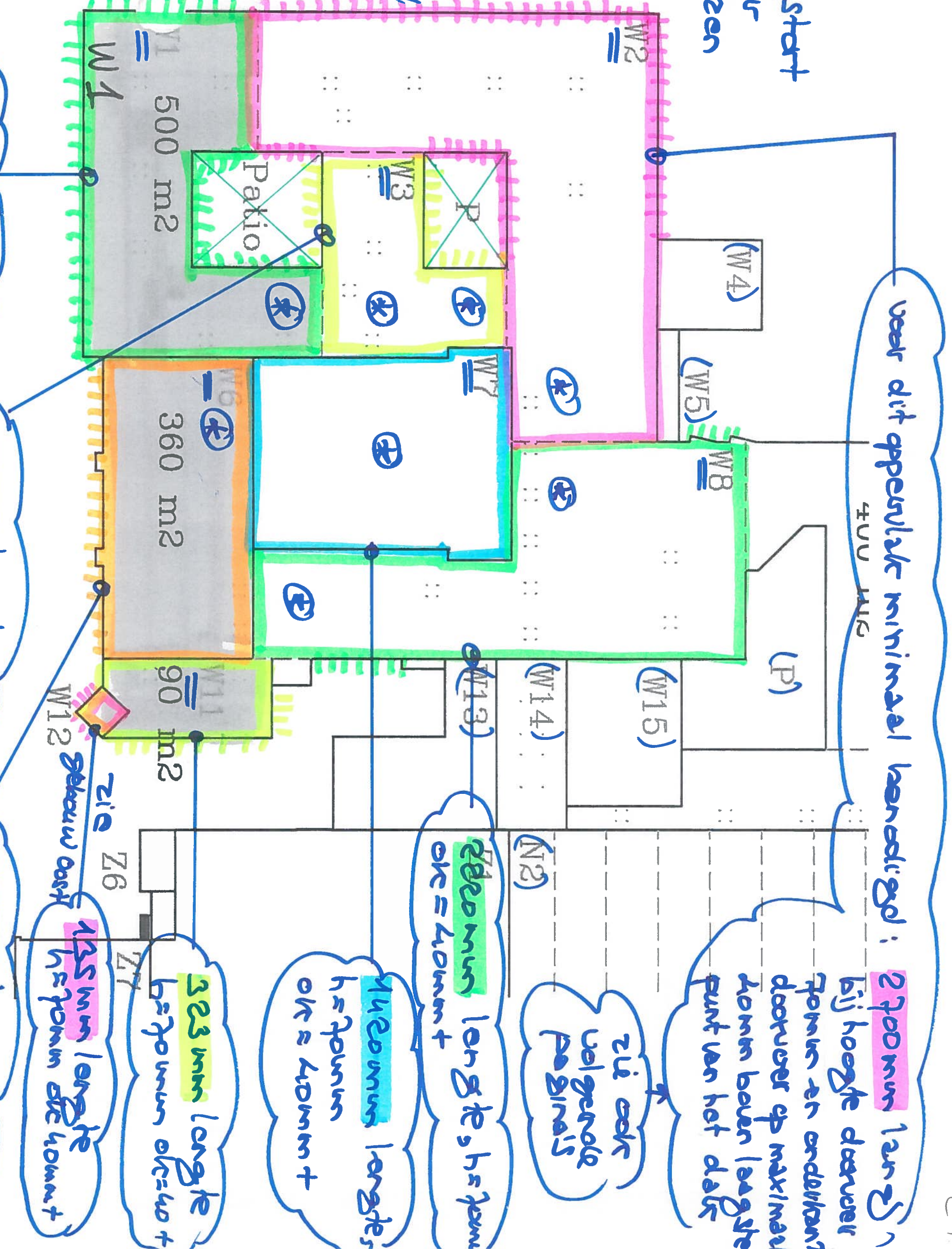
afvoer dakvlak W11

lengte	7,5	aantal	1	totaal	7,5	m1
breedte	14	aantal	1	totaal	14	m1
oppervlak					105	m2
netto oppervlak					105	m2

- als wasserstart nicht direct naar maaierveld kan lozen

23

- noodaverstaf
- lijnen door glasw heen
- later lozer op
- weveld, of
- noodaverstaf



voor dit openbare minimaal handtekening: 2700mm 1200mm

400 1112

bij hoogste doorvoer
Formule en orderkosten
doorvoer op maximaal
dromen boven laagste
punt van het dak

zu den
Volgende
Adressen

$2200m^3$ large, heavy
OK = 40m +

$h = \text{your}$
 $ok = \text{your} +$

3233 1029

三三三

心子一

$\frac{1}{2} \pi \pi \pi \pi$ large
 $\frac{1}{2} \pi \pi \pi \pi$ or $\pi \pi \pi \pi$

1610 mtr 1 an die
Kriegerdenkmal = 400 m +

C2

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



319071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W2_W4_W7_W14

Versie: 2.9.17 NDP NL:2011

printdatum : 18-06-2011

werk: **Lucrato te Apeldoorn**
 werknummer: **2019071**
 onderdeel: **Gebouw West - W2/W4/W7/W14**
 soort gebouwfunctie 5:
 soort gebouwfunctie 4:
 soort gebouwfunctie 3:
 soort gebouwfunctie 2:
 soort gebouwfunctie 1: **kantoor**

ontwerplevens- duurklasse	gevolgklasse	gebruiks- categorie
3	CC2	B
3	CC2	

maatgevend:

toegepaste norm = NEN 8700 verbouw (oorspr. omg.verg. t/m BB2003, wind niet dominerend)
 gevolgklasse = CC2 (Consequence Class = gevolgklasse)
 ontwerplevensduurklasse = 3 => ontwerplevensduur = 50 jaar
 huidige ouderdom gebouw = 53 jaar => restlevensduur = 0 jaar
 referentieperiode = 15 jaar
 correctiefactor $\xi = 0,89$ correctiefactor eigen gewicht voor formule 6.10.b
 Keuze voor 6.10b: combinatie met: 2 vloeren extreem in de gebouwfunctie A t/m G of H (NEN-EN 1991-1-1+C1/NB:2011)

omschrijving = CC2: middelmatige gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens
 toepassing = gebouwen en andere gewone constructies
 voorbeelden = woongebouwen, kantoorgebouwen, openbare gebouwen, industriegebouwen 3 of meer lagen
 betrouwbaarheidsklasse = RC2 (Reliability Class = betrouwbaarheidsklasse)
 betrouwbaarheidsfactor $\beta = 3,10$ (tabel B2 blz 37 NEN 8700 minimum referentieduur 15 jaar)
 K_F -factor = 1 (tabel B3 blz 87 NEN-EN 1990)
 sneeuwbelasting op de grond (incl. f) $s_n = 0,53$ kN/m²

ψ -waarden voor gebouwen

gebruikscategorie =	A	B	C	D	E	F	G	H	
factor combinatie-waarde van de veranderlijke belasting: ψ_0	0,4	0,5	0,4	0,4	1	0,7	0,7	0	(gelijktijdigheid belastingen t.b.v. uiterste grenstoestand)
factor frequent aanwezige veranderlijke belasting: ψ_1	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0	(blijv. schok, brand, noodherstel, scheurvrijdte)
factor quasi-blijvende veranderlijke belasting: ψ_2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,8	0,6	0,3	0	(ange termijn effect, blijv. kruip)
correctiefactor voor levensduur F/F_0 ψ_1	0,92	0,933	0,92	0,92	1	0,96	0,95987		$\{1 + (1 - \psi_0) / 9 \cdot \ln(t/t_0)\}$ (niet voor wind-, sneeuw-, thermische belasting)

belastingfactoren γ (NEN 8700)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting		gelijktijdig optredende variabele belasting		
	ongunstig	gunstig			belangrijk	andere ongunstig	andere gunstig
formules van belastingcombinaties	$\gamma \cdot G_{k,sup}$	$\gamma \cdot G_{k,inf}$	γ		$\gamma \cdot Q_{k,i}$	γ	γ
tabel A1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50	$Q_{k,1}$	0	1,50 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,20	0,9			0	1,30 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,15	0,9	1,30	$Q_{k,1}$	0	1,30 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.11b (brand,schok,herstel)	1	1	1	A_d	1 $\psi_{1,i} Q_{k,i}$	1 $\psi_{2,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.12b (aardbeving)	1	1	1	A_{ak}	1	1 $\psi_{2,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand form. 6.14b	1	1	1	$Q_{k,1}$	0	1 $\psi_{0,i} Q_{k,i}$	0
tabel A1.4 frequente waarde formule 6.15b	1	1	1	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	0	1 $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	0
tabel A1.4 quasi blijvend formule 6.16b	1	1	1	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	0	1 $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	0

C3



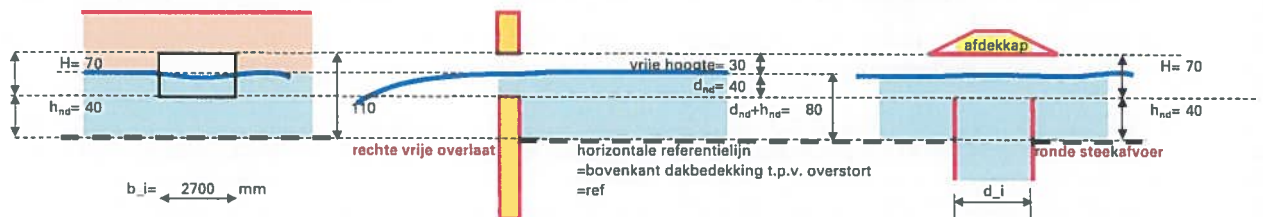
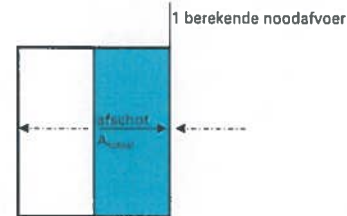
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaat b x h: 2700 mm x 70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W2
referentieperiode = 15 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaat
breedte noodafvoer b_i = 2700 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A_{totaal} n = 1 stuk
 Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A_{potaal} = 908 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer $A_{\text{t noodafvoer}}$ = 908 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	A	i_r	=	908	0,04	10^{-3}	=	0,037	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	2,5	$d_i^{5/2}$	=	2,5	$2,7^{5/2}$		=	29,947	m ³ /s
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left(\frac{Q_h}{b_i} \right)^{2/3}$	=	$0,7 \left(\frac{0,037}{2,7} \right)^{2/3}$				=	0,040	m
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{hw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$	=	40,0	+	40		=	80,0	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10^{-3} m/s

Ch



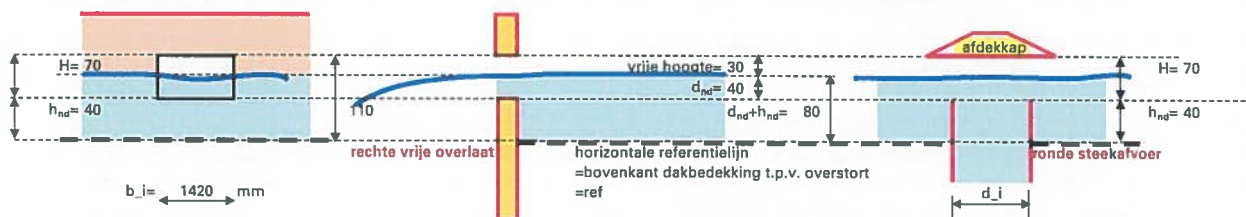
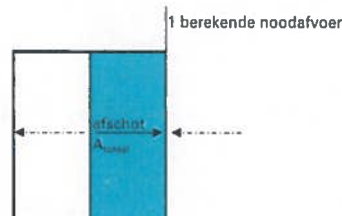
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaet b x h:1420 mm x70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W7
referentieperiode = 15 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaet
breedte noodafvoer b_i = 1420 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A_{totaal} n = 1 stuk
 Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A_{totaal} = 480 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer A_1 noodafvoer = 480 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	A	i_r	=	480	0,04	10^{-3}	=	0,019	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	2,5	$d_i^{5/2}$	=	2,5	1,42	$5/2$	=	6,007	m ³ /s
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left(\frac{Q_h}{b_i} \right)^{2/3}$	=	$0,7 \left(\frac{0,019}{1,42} \right)^{2/3}$	=	0,040		=	0,040	m
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{hw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$	=	40,1 + 40	=	80,1		=	80,1	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10^{-3} m/s

CS



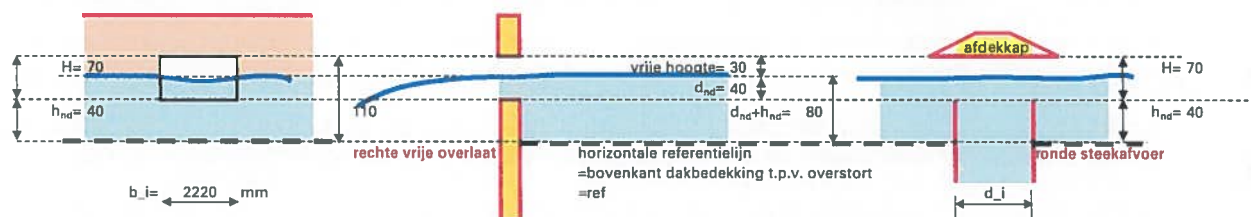
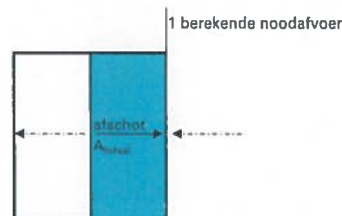
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaat b x h: 2220 mm x 70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W8
referentieperiode = 15 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaat
breedte noodafvoer b_i = 2220 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A_{totaal} n = 1 stuk
 Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A_{totaal} = 746 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer $A_{\text{1 noodafvoer}}$ = 746 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	A	i_r	=	746	0,04	10^{-3}	=	0,030	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	2,5	$d_i^{5/2}$	=	2,5	$2,22^{5/2}$		=	18,358	m ³ /s
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left(\frac{Q_h}{b_i} \right)^{2/3}$	=	$0,7 \left(\frac{0,030}{2,22} \right)^{2/3}$				=	0,040	m
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{nw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$	=	40,0	+	40		=	80,0	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10^{-3} m/s

cb

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie tot 01/04/2020 verleend door:



J19071_Ber001GewBerEC_NL_Gebouw West_W1_W3_W6_W11

Versie: 2.9.17 NDP NL:2011

printdatum : 18-06-jjj

werk: **Lucrato te Apeldoorn**
 werknummer: **2019071**
 onderdeel: **Gebouw West - W1/W3/W6/W11**
 soort gebouwfunctie 5:
 soort gebouwfunctie 4:
 soort gebouwfunctie 3:
 soort gebouwfunctie 2:
 soort gebouwfunctie 1: **kantoor**

ontwerplevens- duurklasse	gevolgklasse	gebruiks- categorie
3	CC2	B
3	CC2	

maatgevend:

toegepaste norm = NEN 8700 verbouw (oorspr. omg.verg. t/m BB2003, wind niet dominar)
 gevolgklasse = CC2 (Consequence Class = gevolgklasse)
 ontwerplevensduurklasse = 3 => ontwerplevensduur = 50 jaar
 huidige ouderdom gebouw = 30 jaar => restlevensduur = 20 jaar
 referentieperiode = 20 jaar
 correctiefactor $\xi = 0,89$ correctiefactor eigen gewicht voor formule 6.10.b
 Keuze voor 6.10b: combinatie met: 2 vloeren extreem in de gebouwfunctie A t/m G of H (NEN-EN 1991-1-1+C1/NB:2011)

omschrijving = CC2: middelmatige gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens
 toepassing = gebouwen en andere gewone constructies
 voorbeelden = woongebouwen, kantoorgebouwen, openbare gebouwen, industriegebouwen 3 of meer lagen
 betrouwbaarheidsklasse = RC2 (Reliability Class = betrouwbaarheidsklasse)
 betrouwbaarheidsfactor $\beta = 3,10$ (tabel B2 blz 37 NEN 8700 minimum referentieperiode 15 jaar)
 K_{FF}-factor = 1 (tabel B3 blz 87 NEN-EN 1990)
 sneeuwbelasting op de grond (incl. f) $s_n = 0,57$ kN/m²

ψ -waarden voor gebouwen

gebruikscategorie =	A	B	C	D	E	F	G	H	
factor combinatie-waarde van de veranderlijke belasting: $\psi_0 =$	0,4	0,5	0,4	0,4	1	0,7	0,7	0	(gelijktijdigheid belastingen t.b.v. uiterste grenstoestand)
factor frequent aanwezige veranderlijke belasting: $\psi_1 =$	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0	(blijv. schok, brand, noodherstel, scheurwijdte)
factor quasi-blijvende veranderlijke belasting: $\psi_2 =$	0,3	0,3	0,6	0,6	0,8	0,6	0,3	0	(ange leemijn effect, blijv. knip)
correctiefactor voor levensduur F/F_d $\psi_1 =$	0,939	0,949	0,939	0,939	1	0,969	0,96946	$\{1 + (1 - \psi_0) / 9 \cdot \ln(t/t_0)\}$	(niet voor wind-, sneeuw-, thermische belasting)

belastingfactoren γ (NEN 8700)	blijvende belasting		overheersend variabele belasting	gelijktijdig optredende variabele belasting		
	ongunstig	gunstig		belangrijk	andere ongunstig	andere gunstig
formules van belastingcombinaties	$\gamma \cdot G_{k, sup}$	$\gamma \cdot G_{k, inf}$	γ	$\gamma \cdot Q_{k, i}$	γ	γ
tabel A1.2(A) (EQU) (groep A) formule 6.10	1,10	0,9	1,50 $Q_{k, 1}$	0	1,50 $\psi_{0, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10a	1,20	0,9		0	1,30 $\psi_{0, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) formule 6.10b	1,15	0,9	1,30 $Q_{k, 1}$	0	1,30 $\psi_{0, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.11b (brand, schok, herstel)	1	1	1 A_d	1 $\psi_{1, i} Q_{k, i}$	1 $\psi_{2, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.12b (aardbeving)	1	1	1 A_{ak}	0	1 $\psi_{2, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand form. 6.14b	1	1	1 $Q_{k, 1}$	0	1 $\psi_{0, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.4 frequente waarde formule 6.15b	1	1	1 $\psi_{1, i} Q_{k, i}$	0	1 $\psi_{2, i} Q_{k, i}$	0
tabel A1.4 quasi blijvend formule 6.16b	1	1	1 $\psi_{2, i} Q_{k, i}$	0	1 $\psi_{2, i} Q_{k, i}$	0

C7



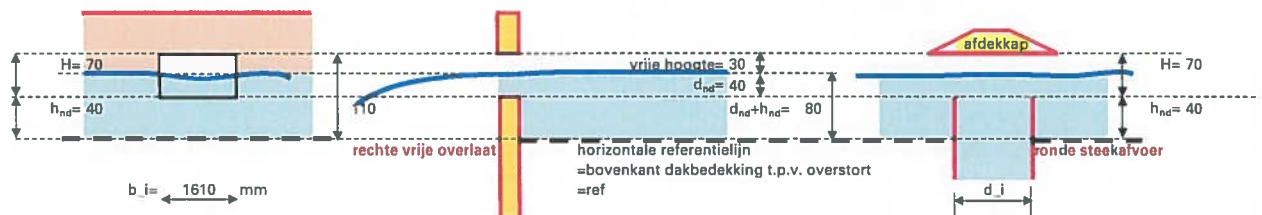
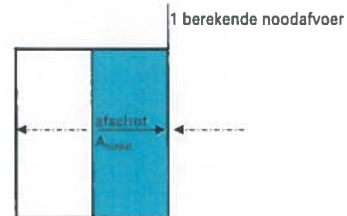
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaat b x h: 1610 mm x 70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W1
referentieperiode = 20 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaat
breedte noodafvoer b_i = 1610 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A_{totaal} n = 1 stuk
 Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A_{totaal} = 524 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer A_1 noodafvoer = 524 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	A	i_r	=	524	0,04	10^{-3}	=	0,022	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	2,5	$d_i^{5/2}$	=	2,5	$1,61^{5/2}$		=	8,223	m ³ /s
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left(\frac{Q_h}{b_i} \right)^{2/3}$		=	$0,7 \left(\frac{0,022}{1,61} \right)^{2/3}$			=	0,040	m
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{hw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$		=	40,0	+	40	=	80,0	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10⁻³m/s



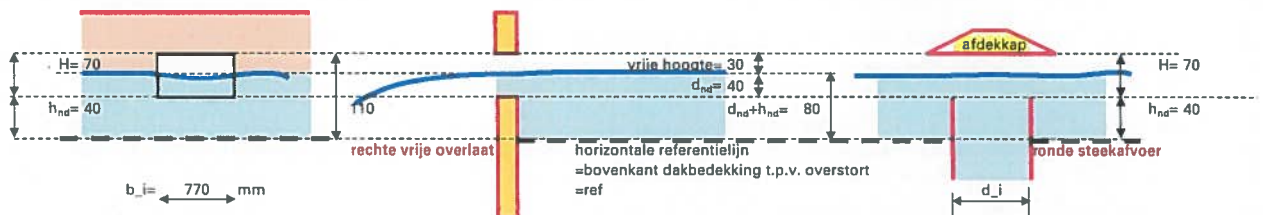
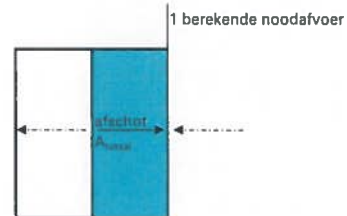
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaat b x h: 770 mm x 70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W3
referentieperiode = 20 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaat
breedte noodafvoer b_i = 770 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A_{totaal} n = 1 stuk
 Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A_{totaal} = 250 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer A_1 noodafvoer = 250 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	$A \cdot i_r$	=	250	0,04	10^{-3}	=	0,010	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	$2,5 \cdot d_i^{5/2}$	=	2,5	$0,77^{5/2}$	=	1,301	m ³ /s	
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left[\frac{Q_h}{b_i} \right]^{2/3}$	=	0,7	$\left[\frac{0,010}{0,77} \right]^{2/3}$	=	0,040	m	
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{hw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$	=	39,9	+	40	=	79,9	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10⁻³ m/s

09



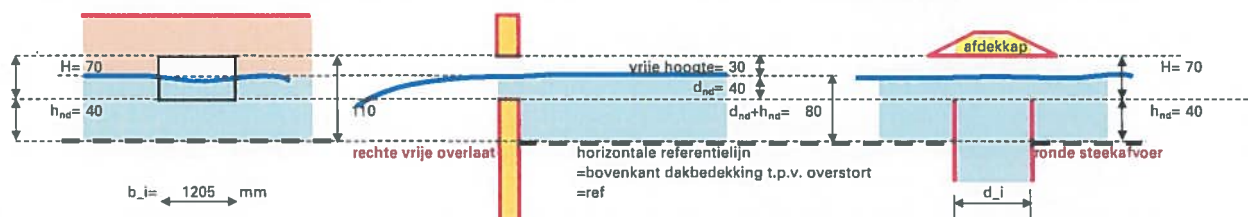
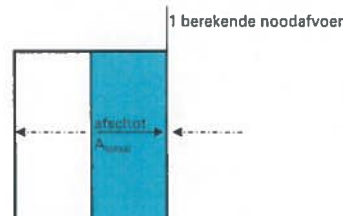
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaat b x h: 1205 mm x 70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W6
referentieperiode = 20 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaat
breedte noodafvoer b_{-i} = 1205 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A_{totaal} n = 1 stuk
 Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A_{totaal} = 392 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer A_1 noodafvoer = 392 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	A	i_r	=	392	0,04	10^{-3}	=	0,016	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	2,5	$d_i^{5/2}$	=	2,5	$1,205^{5/2}$		=	3,985	m ³ /s
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left(\frac{Q_h}{b_i} \right)^{2/3}$		=	$0,7 \left(\frac{0,016}{1,205} \right)^{2/3}$			=	0,040	m
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{hw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$		=	40,0	+	40	=	80,0	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10^{-3} m/s

C10



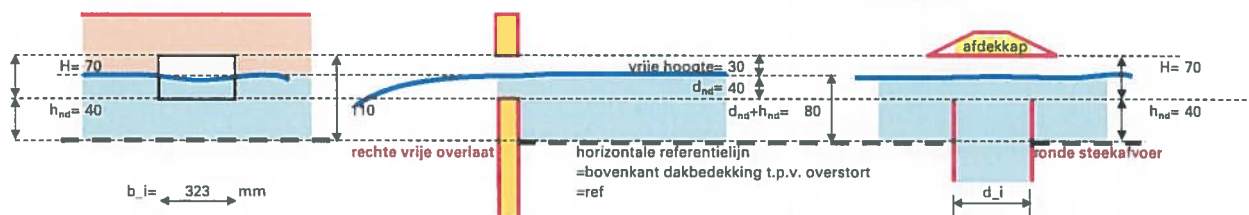
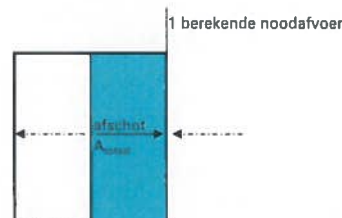
Belasting door regenwater

berekening noodoverstorten volgens hoofdstuk 7 NEN-EN 1991-1-3 sneeuw

rechte vrije overlaat b x h: 323 mm x 70 mm
onderkant op 40 mm boven laatste punt dakbedekking (ref.)

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlakken W11
referentieperiode = 20 jaar

vorm van de noodafvoer = rechte vrije overlaat
breedte noodafvoer b_i = 323 mm
hoogte (rechthoekige) noodafvoer H = 70 mm
hoogte boven dakbedekking h_{nd} = 40 mm
aantal noodafvoeren dat afvoert op A₁^{totaal} n = 1 stuk
Σ dakoppervlak naar één noodafvoer A₁^{totaal} = 105 m²
maximaal afwaterend op één noodafvoer A₁^{noodafvoer} = 105 m²



debiet (7.2) en (7.3)	Q_h	=	A	i_r	=	105	0,04	10^{-3}	=	0,004	m ³ /s
maximum (7.6)	$Q_{h,u}$	=	2,5	$d_i^{5/2}$	=	2,5	$0,323^{5/2}$		=	0,148	m ³ /s
waterhoogte boven noodafvoer (7.4) of (7.7)	$d_{nd,i}$	=	$0,7 \left(\frac{Q_h}{b_i} \right)^{2/3}$	=	$0,7 \left(\frac{0,004}{0,323} \right)^{2/3}$				=	0,040	m
waterhoogte, t.o.v horizontale referentielijn (7.8)	d_{hw}	=	$d_{nd} + h_{nd}$	=	40,0	+	40		=	80,0	mm

unitycheck: minimum vrije hoogte / werkelijke vrije hoog = 30 / 30 = 1,00

opmerking

De belasting op het dak t.o.v. de horizontale referentielijn is : 0,8 kN/m²

volumieke massa water γ_w = 10 kN/m³
regenintensiteit ; zie ook (7.2) i_r = 0,04 10⁻³m/s



balklaag in een plat dak
berekening volgens eurocode 5

80 mm x 200 mm - 500 mm
 naaldhout C18

werk = Lucrato te Apeldoorn
 werknummer = 2019071
 onderdeel = Gebouw West - Dakvlak W2

norm NEN 8700 verbouw (t/m BB2003, wind niet maatgevend) ontwerplevensduur = 50 jaar
 ontwerplevensduur klasse = 3
 gevolgklasse = CC2
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$
 de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken

$\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -
 $\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -
 $\psi_2 =$ (kruip) = 0 -
 $\psi_1 = 1 + (1 - 0) / 9 \cdot \ln(50 / 50) = 1,00$ -

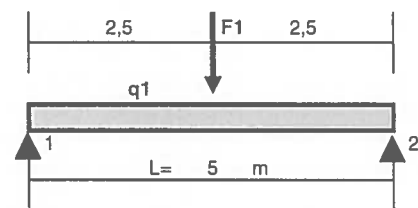
overige invoergegevens:

liggerlengte (theoretische overspanning) L = 5 m
 te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = 0,5 m
 opleglengte t.p.v. ondersteuning b_r = 30 mm
 dikte beplanking t = 50 mm
 elasticiteitsmodulus beplanking E_{o,mean,k} = 5000 N/mm²

belastingen

eigen gewicht van de dakconstructie G_{k,j} = 1,22 kN/m²
 personen Q_{k1} = 0,56 kN/m²
 regen 0,06 m * 10 kN/m³ = Q_{k1} = 0,60 kN/m²
 sneeuw 1,00 0,80 0,70 = Q_{k1} = 0,56 kN/m²
 puntlast F = 2 kN

toepassing : gebouwen en andere gewone constructies
 belasting- formule 6.10.a formule 6.10.b
 factoren $\gamma_{G,j} = 1,20$ - $\xi \gamma_{G,j} = 1,15$ -
 $\gamma_{Q,1} = 1,30$ - $\gamma_{Q,1} = 1,30$ -
 $\gamma_{Q,i} = 1,30$ - $\gamma_{Q,i} = 1,30$ -



berekening eigen gewicht dakconstructie G_{k,j} in kN/m²

	d(m)	γ		
beplanking t	0,05	*	0,0	kN/m ³ = 0,00
plafond	0,0125	*	9,0	kN/m ³ = 0,11
dakbedekking	1	*	0,1	kN/m ³ = 0,10
	b(m)	h(m)	γ	/ hoh(m)
balken	0,08	0,2	5,0	/ 0,5 = 0,16
hwc	1	0,05	12,0	/ 1 = 0,60

PV-panelen = 0,25
 totaal G_{k,j} = 1,22

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 * L
 toegepaste zeeg = 0 mm

U_{eind} <= 5000 / 250 = 20,0 mm
 U_{bij} <= 5000 / 333,3 = 15,0 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren Gebouw West - Dakvlak W2

sterkteklasse = naaldhout C18
 materiaal = gezaagd hout
 houtbreedte b = 80 mm
 houthoogte h = 200 mm
 klimaatklasse = 1
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort
 factor voor volume-effect s = 0,12 bij LVL
 materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -
 hoogtefactor treksterkte; breedte k_h = 1,13 -
 hoogtefactor buigsterkte; hoogte k_h = 1,00 -
 modificatiefactor sterkte k_{mod} = 0,90 kort
 modificatiefactor treksterkte k_{mod} = 0,80 kort
 modificatiefactor vervorming k_{def} = 0,60 -

M _{Ed}	3,42
u.c.	0,51

V _{Ed}	4,25
u.c.	0,17

U _{eind}	21,7	20,2
u.c.	1,08	1,01

U _{bij}	11,3	9,8
u.c.	0,75	0,65

D2



materiaal- en profielgegevens Gebouw West - Dakvlak W2

				$f_{x;d}=$	c	k_n of k_i^{**}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M		kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m;d}$	1	1,00	0,90	18	/	1,30	=	12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	10	N/mm ²	$f_{t,0;d}$	1	1,00	1,13	0,90	10	1,30	=	7,85 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90;d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	=	0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0;d}$	1		0,90	18	/	1,30	=	12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90;d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	=	1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v;d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	=	2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean;d}$	1		1,00	9000	/	1,00	=	9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u;d}$	1		0,90	9000	/	1,30	=	6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	=	560 N/mm ²
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean;d}$	1		1,00	300	/	1,00	=	300 N/mm ²
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean;d}$	1		1,00	300	/	1,00	=	300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05;d}$	1		1,00	6000	/	1,00	=	6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y=$	1	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	80	200 ³	=	5333	10 ⁴ mm ⁴	
traagheidsmoment	$I_z=$	1	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	200	80 ³	=	853	10 ⁴ mm ⁴	
weerstandsmoment	$W_y=$	1	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	80	200 ²	=	533	10 ³ mm ³	
weerstandsmoment	$W_z=$	1	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	200	80 ²	=	213	10 ³ mm ³	
oppervlak	$A=$	1	$\cdot bh$	=	1		80	200	=	160	10 ² mm ²	
traagheidsstraal	$i_y= \sqrt{ (I_y / A) }$			=	$\sqrt{ ($	5333	/	160	)	=	57,7 mm	
traagheidsstraal	$i_z= \sqrt{ (I_z / A) }$			=	$\sqrt{ ($	853	/	160	)	=	23,1 mm	

berekening belastingen Gebouw West - Dakvlak W2

q1	permanente belasting	G _{k,j} =	0,500	*	1,22			=	0,61	kN/m'			
	opgelegde belasting	Q _{k1} =	0,500	*	0,60	maatgevende belasting t.g.v.:	regen	=	0,30	kN/m'			
F1	spreiding puntlast	l=	0,05 ³ / 12 =	1E-05	m ⁴ =	1041,7	10 ⁴ mm ⁴	El=	5000	1E-05 10 ⁶ =	52083	kNm ²	
	k _r = >0,33 en <= 1,0	k _r =	0,37	+	0,8	0,500	-	52083	/	50000	=	0,33	-
	opgelegde belasting	F _k =	0,33	*	2,00			=	0,66	kN			

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,61	=	0,61	kN/m'						
Q_{k1}	(u_{elas})	=	0,30	=	0,30	kN/m'						
$k_{del} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1})$	(u_{kruip})	=	0,60	(	0,61	+	0,00	0,30	)	=	0,37	kN/m'
$F_k = k_r * F$	(u_{elas})	=		=	0,66	kN						

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting												
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,61	+	1,30	0	0,30					
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,61	+	1,30	0,30		regen				
eigen gewicht + puntlast in het midden												
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,61	=	0,73	kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	0,66	=	0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,61	=	0,70	kN/m'	$F_d =$	1,30	0,66		=	0,86 kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging												
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,61	=	0,73	kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	2,00	=	0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,61	=	0,70	kN/m'	$F_d =$	1,30	2,00		=	2,60 kN
$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,30	0,00	0,30	t.b.v. berekening reductie dwarskracht						=	0,00 kN
$\gamma_{Q,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,30	0,30		t.b.v. berekening reductie dwarskracht						=	0,39 kN

D3



resultaten mechanica berekeningen Gebouw West - Dakvlak W2

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,61	5,000	=	1,53	kN
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,30	5,000	=	0,75	kN
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,37	5,000	=	0,92	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,73	5,000	=	1,83	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,09	5,000	=	2,73	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,73	5,000	+	0,00	(5,000 - 0,2) / 5,000	=	1,83	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,70	5,000	+	2,60	(5,000 - 0,2) / 5,000	=	4,25	kN
									$R_{Ed} =$ 4,25 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,83	-	(0,5 0,030 + 0,2) * 0,00	=	1,83	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,73	-	(0,5 0,030 + 0,2) * 0,39	=	2,65	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,83	=	1,83	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,25	=	4,25	kN
					$V_{Ed} =$ 4,25 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,73	5,000 ²	=	2,29	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,09	5,000 ²	=	3,42	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,73	5,000 ²	+	0,25	0	0,86	5,000	=	2,29	kNm	
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,70	5,000 ²	+	0,25	0,86	5,000		=	3,27	kNm	
											$M_{Ed,y} =$	3,42	kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,61	5000 ⁴ / (384 9000 5333 10 ⁴)	=	10,4	mm
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	0,30	5000 ⁴ / (384 9000 5333 10 ⁴)	=	5,1	mm
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,37	5000 ⁴ / (384 9000 5333 10 ⁴)	=	6,2	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		660	5000 ³ / (48 9000 5333 10 ⁴)	=	3,6	mm

alternatieve berekening kruip:

	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$										
met q-belasting	=	0,6	*	(10,4	+	0	*	5,1	q-last	)	=	6,2 mm
met puntlast	=	0,6	*	(10,4	+	0	*	3,6	F-last	)	=	6,2 mm

toetsingen uiterste grenstoestand

Gebouw West - Dakvlak W2

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 3,42 \text{ kNm} \quad W_y = 533 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 12,5 \text{ N/mm}^2 \quad b = 80 \text{ mm} \quad h = 200 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{3,42 \cdot 10^6}{533 \cdot 10^3} = 6,4 \text{ N/mm}^2$$

$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{6,4}{12,5} = 0,51$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_r = 30 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,35 \text{ N/mm}^2$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = R_{Ed} = 4,25 \text{ kN}$$

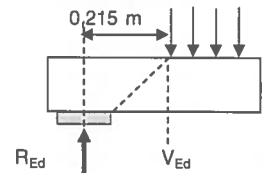
gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 4,25 \text{ kN}$$

$$\text{met } V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 30 + 200) \cdot 0,030 = 0,215 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 4,25}{2 \cdot 80 \cdot 200} = 0,40 \text{ N/mm}^2$$

$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,40}{2,35} = 0,17$$



toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

Gebouw West - Dakvlak W2

combinatie

$$= \begin{matrix} \text{eg + q} & \text{eg + F} \end{matrix}$$

veld

$$= \begin{matrix} u_{1,2} & u_{1,2} \end{matrix}$$

$$u_{on} = G_{k,j}$$

$$= 10,36 \quad 10,36$$

$$u_{elastisch} = Q_{k,1} \quad \text{resp. } k_r \cdot F$$

$$= 5,09 \quad 3,58$$

$$u_{kruip} = k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$$

$$= 6,22 \quad 6,22$$

$$u_{zeeg} = \text{volgens opgave}$$

$$= 0,00 \quad 0,00$$

$$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$$

$$= 21,67 \quad 20,16$$

$$u_{eind, toe} \leq \frac{5000}{250} = 20,00 \text{ mm}$$

$$= 20,00 \quad 20,00$$

$$u.c. = u_{eind} / u_{toelaatbaar}$$

$$= 1,08 \quad 1,01$$

$$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$$

$$= 11,30 \quad 9,80$$

$$u_{bij, toe} \leq \frac{5000}{333,3} = 15,00 \text{ mm}$$

$$= 15,00 \quad 15,00$$

$$u.c. = u_{bij} / u_{toelaatbaar}$$

$$= 0,75 \quad 0,65$$

opmerking

DS



balklaag in een plat dak
berekening volgens eurocode 5

65 mm x 165 mm - 500 mm
 naaldhout C18

werk = Lucrato te Apeldoorn
 werknummer = 2019071
 onderdeel = Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

norm NEN 8700 verbouw (t/m BB2003, wind niet maatgevend)
 ontwerp levensduur klasse = 3
 gevolgklasse = CC2
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$

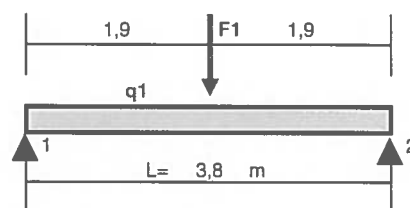
ontwerp levensduur = 50 jaar
 toepassing : gebouwen en andere gewone constructies
 belasting- formule 6.10.a formule 6.10.b
 factoren $\gamma_{G,j} = 1,20$ - $\xi \gamma_{G,j} = 1,15$ -
 $\gamma_{Q,1} = 1,30$ - $\gamma_{Q,1} = 1,30$ -
 $\gamma_{Q,i} = 1,30$ - $\gamma_{Q,i} = 1,30$ -

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken
 $\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -
 $\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -
 $\psi_2 =$ (kruip) = 0 -
 $\psi_1 = 1 + (1 - 0) / 9 \cdot \ln(50 / 50) = 1,00$ -

overige invoergegevens:

liggerlengte (theoretische overspanning) L = 3,8 m
 te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = 0,5 m
 opleglengte t.p.v. ondersteuning b = 30 mm
 dikte beplanking t = 50 mm
 elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} = 5000$ N/mm²
belastingen
 eigen gewicht van de dakconstructie $G_{k,j} = 1,17$ kN/m²
 personen $Q_{k1} = 0,56$ kN/m²
 regen 0,06 m * 10 kN/m³ = $Q_{k1} = 0,60$ kN/m²
 sneeuw 1,00 0,80 0,70 = $Q_{k1} = 0,56$ kN/m²
 puntlast F = 2 kN



berekening eigen gewicht dakconstructie $G_{k,j}$				in	kN/m ²
	d(m)	γ			
beplanking t	0,05	*	0,0 kN/m ³	=	0,00
plafond	0,0125	*	9,0 kN/m ³	=	0,11
dakbedekking	1	*	0,1 kN/m ³	=	0,10
	b(m)	h(m)	γ	/	hoh(m)
balken	0,065	0,165	5,0	/	0,5
hwc	1	0,05	12,0	/	1

PV-panelen		totaal $G_{k,j}$		
u_{eind}	<= 3800 / 250	=	15,2	mm
u_{bij}	<= 3800 / 333,3	=	11,4	mm
			0,25	
			1,17	

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 * L
 toegepaste zeeg = 0 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

sterkteklasse = naaldhout C18
 materiaal = gezaagd hout
 houtbreedte b = 65 mm
 houthoogte h = 165 mm
 klimaatklasse = 1
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort
 factor voor volume-effect s = 0,12 bij LVL

materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -
 hoogtefactor treksterkte; breedte $k_h = 1,18$ -
 hoogtefactor buigsterkte; hoogte $k_h = 1,00$ -
 modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort
 modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort
 modificatiefactor vervorming $k_{del} = 0,60$ -

resultaten

M_{Ed}	2,03
u.c.	0,55

V_{Ed}	3,77
u.c.	0,22

u_{eind}	15,3	15,0
u.c.	1,01	0,99

u_{bij}	8,1	7,8
u.c.	0,71	0,68

DB



materiaal- en profielgegevens Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

			$f_{x,d}$	c	k_h of k_{f1}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	18	/	1,30 = 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	10	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,18	0,90	10	/ 1,30 = 8,18 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,80	0,4	/	1,30 = 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	/	1,30 = 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	/	1,30 = 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	/	1,30 = 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00 = 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	/	1,30 = 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00 = 560 N/mm ²
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00 = 300 N/mm ²
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00 = 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00 = 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	I_y	1	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$		1	$\frac{1}{12}$	65	165 ³		= 2433 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	I_z	1	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$		1	$\frac{1}{12}$	165	65 ³		= 378 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	W_y	1	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$		1	$\frac{1}{6}$	65	165 ²		= 295 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	W_z	1	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$		1	$\frac{1}{6}$	165	65 ²		= 116 10 ³ mm ³
oppervlak	A	1	$\cdot bh$		1		65	165		= 107 10 ² mm ²
traagheidsstraal	i_y	$\sqrt{I_y / A}$			$\sqrt{}$	(	2433	/	107	) = 47,6 mm
traagheidsstraal	i_z	$\sqrt{I_z / A}$			$\sqrt{}$	(	378	/	107	) = 18,8 mm

berekening belastingen Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

q1	permanente belasting	$G_{k,j}$	0,500	*	1,17					= 0,58 kN/m'
	opgelegde belasting	Q_{k1}	0,500	*	0,60	maatgevende belasting t.g.v.:	regen			= 0,30 kN/m'
F1	spreiding puntlast	l	$0,05^3 / 12$	=	1E-05 m ⁴	$= 1041,7 \cdot 10^4$	mm ⁴	El	$= 5000 \cdot 1E-05 \cdot 10^6$	= 52083 kNm ²
	$k_r > 0,33$ en $\leq 1,0$	k_r	0,37	+	0,8	0,500	-	52083	/	50000 = 0,33 -
	opgelegde belasting	F_k	0,33	*	2,00					= 0,66 kN

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,58							= 0,58 kN/m'
Q_{k1}	(u_{elas})	=	0,30							= 0,30 kN/m'
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	(u_{kruip})	=	0,60	(	0,58	+	0,00	0,30	)	= 0,35 kN/m'
$F_k = k_r \cdot F$	(u_{elas})	=								= 0,66 kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting										
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	q_d	1,20	0,58	+	1,30	0	0,30			= 0,70 kN/m'
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	q_d	1,15	0,58	+	1,30	0,30		regen		= 1,06 kN/m'
eigen gewicht + puntlast in het midden										
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	q_d	1,20	0,58	=	0,70 kN/m'	F_d	1,30	0,00	0,66	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	q_d	1,15	0,58	=	0,67 kN/m'	F_d	1,30	0,66		= 0,86 kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging										
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	q_d	1,20	0,58	=	0,70 kN/m'	F_d	1,30	0,00	2,00	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	q_d	1,15	0,58	=	0,67 kN/m'	F_d	1,30	2,00		= 2,60 kN
$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	q_d	1,30	0,00	0,30	t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,00 kN
$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	q_d	1,30	0,30		t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,39 kN

resultaten mechanica berekeningen

Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

reacties

karakteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,58	3,800	=	1,11	kN
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,30	3,800	=	0,57	kN
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,35	3,800	=	0,67	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,70	3,800	=	1,33	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,06	3,800	=	2,02	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,70	3,800	+	0,00	(3,800 - 0,165) / 3,800	=	1,33	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,67	3,800	+	2,60	(3,800 - 0,165) / 3,800	=	3,77	kN
									$R_{Ed} =$ 3,77 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,33	-	(0,5 0,030 + 0,165) *	0,00	=	1,33	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,02	-	(0,5 0,030 + 0,165) *	0,39	=	1,95	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,33	=	1,33	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	3,77	=	3,77	kN
					$V_{Ed} =$ 3,77 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,70	3,800 ²	=	1,27	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,06	3,800 ²	=	1,92	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d=$	0,125	0,70	3,800 ²	+	0,25	0	0,86	3,800	=	1,27	kNm	
$\xi\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d=$	0,125	0,67	3,800 ²	+	0,25	0,86	3,800		=	2,03	kNm	
											$M_{Ed,y}=$	2,03	kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,58	3800 ⁴ / (384 9000 2433 10 ⁴)	=	7,3	mm
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	0,30	3800 ⁴ / (384 9000 2433 10 ⁴)	=	3,7	mm
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,35	3800 ⁴ / (384 9000 2433 10 ⁴)	=	4,4	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		660	3800 ³ / (48 9000 2433 10 ⁴)	=	3,4	mm

alternatieve berekening kruip:

alternatieve berekening kruip:	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$											
met q-belasting	=	0,6	*	(7,3	+	0	*	3,7	q-last	)	=	4,4	mm
met puntlast	=	0,6	*	(7,3	+	0	*	3,4	F-last	)	=	4,4	mm

toetsingen uiterste grenstoestand

Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 2,03 \text{ kNm} \quad W_y = 295 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 12,5 \text{ N/mm}^2 \quad b = 65 \text{ mm} \\ h = 165 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{2,03 \cdot 10^6}{295} = 6,9 \text{ N/mm}^2$$

6,11 unity-check $= \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{6,9}{12,5} = 0,55$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_r = 30 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,35 \text{ N/mm}^2 \quad b = 65 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = R_{Ed} = 3,77 \text{ kN} \quad h = 165 \text{ mm}$$

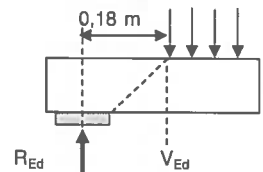
gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 3,77 \text{ kN}$$

met $V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 30 + 165) \cdot 0,030 = 0,180 q_d$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 3,77}{2 \cdot 65 \cdot 165} = 0,53 \text{ N/mm}^2$$

6,13 unity-check $= \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,53}{2,35} = 0,22$



toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

Gebouw West - Dakvlak W2/W7/W14

combinatie

$$= \begin{matrix} \text{eg + q} & \text{eg + F} \end{matrix}$$

veld

$$= \begin{matrix} u_{1,2} & u_{1,2} \end{matrix}$$

$$u_{on} = G_{k,j} \quad \text{resp. } k_r \cdot F$$

$$= \begin{matrix} 7,25 & 7,25 \end{matrix}$$

$$u_{elastisch} = Q_{k,1}$$

$$= \begin{matrix} 3,72 & 3,45 \end{matrix}$$

$$u_{kruip} = k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$$

$$= \begin{matrix} 4,35 & 4,35 \end{matrix}$$

$$u_{zeeg} = \text{volgens opgave}$$

$$= \begin{matrix} 0,00 & 0,00 \end{matrix}$$

$$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$$

$$= \begin{matrix} 15,32 & 15,05 \end{matrix}$$

$$u_{eind, toe} \leq \frac{3800}{250} = 15,20 \text{ mm}$$

$$= \begin{matrix} 15,20 & 15,20 \end{matrix}$$

$$u.c. = u_{eind} / u_{toelaatbaar}$$

$$= \begin{matrix} 1,01 & 0,99 \end{matrix}$$

$$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$$

$$= \begin{matrix} 8,07 & 7,80 \end{matrix}$$

$$u_{bij, toe} \leq \frac{3800}{333,3} = 11,40 \text{ mm}$$

$$= \begin{matrix} 11,40 & 11,40 \end{matrix}$$

$$u.c. = u_{bij} / u_{toelaatbaar}$$

$$= \begin{matrix} 0,71 & 0,68 \end{matrix}$$

opmerking

balklaag in een plat dak berekening volgens eurocode 5

80 mm x 230 mm - 600 mm
naaldhout C18

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlak W7

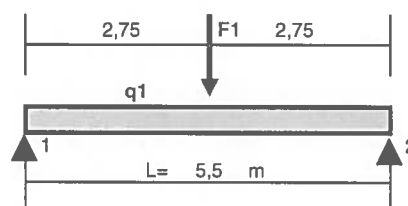
norm NEN 8700 verbouw (t/m BB2003, wind niet maatgevend) ontwerp levensduur = 50 jaar
ontwerp levensduur klasse = 3
gevolgklasse = CC2
correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$
toepassing : gebouwen en andere gewone constructies
belasting- formule 6.10.a formule 6.10.b
factoren $\gamma_{G,j} = 1,20$ - $\xi \gamma_{G,j} = 1,15$ -
 $\gamma_{Q,1} = 1,30$ - $\gamma_{Q,1} = 1,30$ -
 $\gamma_{Q,i} = 1,30$ - $\gamma_{Q,i} = 1,30$ -

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken
 $\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -
 $\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -
 $\psi_2 =$ (kruip) = 0 -
 $\psi_1 = 1 + (1 - 0) / 9 \ln(50 / 50) = 1,00$ -

overige invoergegevens:

liggerlengte (theoretische overspanning) L = 5,5 m
te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = 0,6 m
opleglengte t.p.v. ondersteuning $b_r = 30$ mm
dikte beplanking t = 50 mm
elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} = 5000$ N/mm²
belastingen
eigen gewicht van de dakconstructie $G_{k,j} = 1,22$ kN/m²
personen $Q_{k1} = 0,56$ kN/m²
regen $0,06$ m * 10 kN/m³ = $Q_{k1} = 0,60$ kN/m²
sneeuw $1,00$ $0,80$ $0,70$ = $Q_{k1} = 0,56$ kN/m²
puntlast F = 2 kN



berekening eigen gewicht dakconstructie $G_{k,j}$ in kN/m²

	d(m)		γ		
beplanking t	0,05	*	0,0	kN/m ³	= 0,00
plafond	0,0125	*	9,0	kN/m ³	= 0,11
dakbedekking	1	*	0,1	kN/m ³	= 0,10
	b(m)	h(m)	γ	/	hoh(m)
balken	0,08	0,23	5,0	/	0,6
hwc	1	0,05	12,0	/	1

PV-panelen = 0,25
totaal $G_{k,j} = 1,22$

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 * L
toegepaste zeeg = 0 mm

$u_{eind} < = 5500 / 250 = 22,0$ mm
 $u_{bij} < = 5500 / 333,3 = 16,5$ mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

Gebouw West - Dakvlak W7

sterkteklasse = naaldhout C18
materiaal = gezaagd hout
houtbreedte b = 80 mm
houthoogte h = 230 mm
klimaatklasse = 1
belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort
factor voor volume-effect s = 0,12 bij LVL

materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -
hoogtefactor treksterkte; breedte $k_h = 1,13$ -
hoogtefactor buigsterkte; hoogte $k_h = 1,00$ -
modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort
modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort
modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$ -

M_{Ed}	4,94
u.c.	0,56

V_{Ed}	4,80
u.c.	0,17

u_{eind}	24,9	22,2
u.c.	1,13	1,01

u_{bij}	13,0	10,3
u.c.	0,79	0,62

010



materiaal- en profielgegevens Gebouw West - Dakvlak W7

			$f_{x;d}$	c	k_h of k_i^{**}	k_{mod}	$f_{x;rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18 N/mm ²	$f_{m;d}$	1	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	10 N/mm ²	$f_{t,0;d}$	1	1,00	1,13	0,90	10	1,30	= 7,85 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4 N/mm ²	$f_{t,90;d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18 N/mm ²	$f_{c,0;d}$	1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2 N/mm ²	$f_{c,90;d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4 N/mm ²	$f_{v;d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000 N/mm ²	$E_{0,mean;d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560 N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean;d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean;d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000 N/mm ²	$E_{0,05;d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$			=	1	$\frac{1}{12}$	80	230 ³		= 8111 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$			=	1	$\frac{1}{12}$	230	80 ³		= 981 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$			=	1	$\frac{1}{6}$	80	230 ²		= 705 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$			=	1	$\frac{1}{6}$	230	80 ²		= 245 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$			=	1		80	230		= 184 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$			=	$\sqrt{\quad}$	(	8111	/	184	) = 66,4 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$			=	$\sqrt{\quad}$	(	981	/	184	) = 23,1 mm

berekening belastingen Gebouw West - Dakvlak W7

q1	permanente belasting	$G_{k,j} = 0,600$	*	1,22						= 0,73 kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k,1} = 0,600$	*	0,60	maatgevende belasting t.g.v.:	regen				= 0,36 kN/m'
F1	spreiding puntlast	$l = 0,05^3 / 12 = 1E-05$	m ⁴	=	1041,7	10 ⁴ mm ⁴	El=	5000	1E-05 10 ⁶ =	52083 kNm ²
	$k_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$k_r = 0,37$	+	0,8	0,600	-	52083	/	50000	= 0,33 -
	opgelegde belasting	$F_k = 0,33$	*	2,00						= 0,66 kN

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,73							= 0,73 kN/m'
$Q_{k,1}$	(u_{elas})	=	0,36							= 0,36 kN/m'
$k_{del} * (G_{k,j} + \psi_{2,0} Q_{k,1})$	(u_{kruip})	=	0,60	(	0,73	+	0,00	0,36	)	= 0,44 kN/m'
$F_k = k_r * F$	(u_{elas})	=								= 0,66 kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting										
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,73	+	1,30	0	0,36			= 0,88 kN/m'
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,73	+	1,30	0,36		regen		= 1,31 kN/m'
eigen gewicht + puntlast in het midden										
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,73	=	0,88 kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	0,66	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,73	=	0,84 kN/m'	$F_d =$	1,30	0,66		= 0,86 kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging										
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,73	=	0,88 kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	2,00	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,73	=	0,84 kN/m'	$F_d =$	1,30	2,00		= 2,60 kN
$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,30	0,00	0,36	t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,00 kN
$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,30	0,36		t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,47 kN



resultaten mechanica berekeningen

Gebouw West - Dakvlak W7

reacties

karakteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,73	5,500	=	2,01	kN
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,36	5,500	=	0,99	kN
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,44	5,500	=	1,20	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,88	5,500	=	2,41	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,31	5,500	=	3,59	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,88	5,500	+	0,00	(5,500 - 0,23) / 5,500	=	2,41	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,84	5,500	+	2,60	(5,500 - 0,23) / 5,500	=	4,80	kN
									$R_{Ed} =$ 4,80 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,41	-	(0,5 0,030 + 0,23) * 0,00	=	2,41	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	3,59	-	(0,5 0,030 + 0,23) * 0,47	=	3,48	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,41	=	2,41	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,80	=	4,80	kN
					$V_{Ed} =$ 4,80 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,88	5,500 ²	=	3,31	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,31	5,500 ²	=	4,94	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j}G_{k,j} + \gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,88	5,500 ²	+	0,25	0	0,86	5,500	=	3,31	kNm	
$\xi \gamma_{G,j}G_{k,j} + \gamma_{Q,1}Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,84	5,500 ²	+	0,25	0,86	5,500	=	4,35	kNm		
											$M_{Ed,y} =$	4.94	kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,73	5500 ⁴ / (384 9000 8111 10 ⁴)	=	11,9	mm
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	0,36	5500 ⁴ / (384 9000 8111 10 ⁴)	=	5,9	mm
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,44	5500 ⁴ / (384 9000 8111 10 ⁴)	=	7,1	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$	660		5500 ³ / (48 9000 8111 10 ⁴)	=	3,1	mm

alternatieve berekening kruip:

alternatieve berekening kruip:	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$												
met q-belasting	=	0,6	*	(	11,9	+	0	*	5,9	q-last	)	=	7,1	mm
met puntlast	=	0,6	*	(	11,9	+	0	*	3,1	F-last	)	=	7,1	mm

Gebouw West - Dakvlak W7

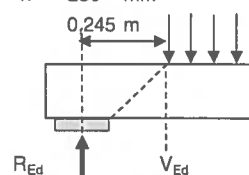
$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \sigma_{m,yd} \quad / \quad f_{m,yd} \quad = \quad 7,0 \quad / \quad 12,5 \quad = \quad 0,56$$

0,245 m

$$\text{met } V_{red} = (0,5 b_r + h) * q_d = (0,5 \cdot 0,030 + 0,23) * q_d = 0,245 q_d$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2bh} = \frac{3 \cdot 4,80}{2 \cdot 80} \cdot \frac{1000}{230} = 0,39 \text{ N/mm}^2$$

$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \tau_d \quad / \quad f_{vd} \quad = \quad 0,39 \quad / \quad 2,35 \quad = \quad \boxed{0,17}$$



Gebouw West - Dakvlak W7

combinatie

veld

$$U_{pn} = G_{k,i}$$

$$U_{\text{elastisch}} = Q_{k1} \quad \text{resp. } k_r \cdot F$$

$$U_{\text{kruip}} = k_{\text{def}}^* (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1})$$

U_{Zeeq} = volgens opgave

$$U_{\text{eind}} = U_{\text{on}} + U_{\text{kruip}} + U_{\text{elastisch}} - U_{\text{zeeg}}$$

$$u_{\text{eind, toe}} \leq \frac{5500}{250} = 22,00 \text{ mm}$$

$$U.C. = U_{\text{eind}} / U_{\text{toelaatbaar}}$$

$$U_{bij} = U_{kruip} + U_{elastisch}$$

$$U_{bij, toe} \leq 5500 \quad /$$

$$U.C. = u_{bij} / u_{\text{toelaatbaar}}$$

$$= \begin{bmatrix} eq + q & eq + F \end{bmatrix}$$

$$= \frac{u_{1,2}}{u_{1,2}}$$

$$= 11,91 \quad 11,91$$

$$= 5,88 \quad 3,13$$

$$= 7,14 \quad 7,14$$

= 0,00 0,00

$$= 24,93 - 22,18$$

$$= 22,00 \quad 22,00$$

=	1,13	1,01
---	------	------

$$= \frac{13,02}{10,28}$$

$$= 16,50 \quad 16,50$$

$$= \begin{bmatrix} 0,79 & 0,62 \end{bmatrix}$$

opmerking

Triops Advies BV

Huissen

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-4-jij



H dak EC_NL

Versie : 4.9.10 ; NDP : NL

printdatum : 17-06-jij

balklaag in een plat dak berekening volgens eurocode 5

63 mm x 160 mm - 600 mm

naaldhout C18

werk = Lucrato te Apeldoorn
werknummer = 2019071
onderdeel = Gebouw West - Dakvlak W3

norm NEN 8700 verbouw (t/m BB2003, wind niet maatgevend)

ontwerplevensduur klasse = 3
gevolgklasse = CC2
correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken

$\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -

$\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -

$\psi_2 =$ (kruip) = 0 -

$\psi_t = 1 + (1 - 0) / 9 \cdot \ln(50 / 50) = 1,00$ -

overige invoegegevens:

liggerlengte (theoretische overspanning) L = 3,75 m

te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = 0,6 m

opleglengte t.p.v. ondersteuning $b_t = 30$ mm

dikte beplanking t = 19 mm

elasticiteitsmodulus beplanking $E_{o,mean,k} = 5000$ N/mm²

belastingen

eigen gewicht van de dakconstructie $G_{k,j} = 0,91$ kN/m²

personen $Q_{k1} = 0,56$ kN/m²

regen 0,06 m * 10 kN/m³ = $Q_{k1} = 0,60$ kN/m²

sneeuw 1,00 0,80 0,70 = $Q_{k1} = 0,56$ kN/m²

puntlast F = 2 kN

ontwerplevensduur = 50 jaar

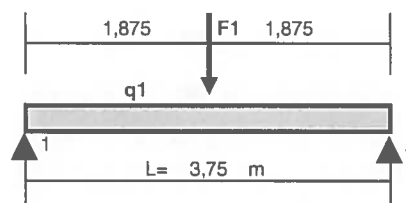
toepassing : gebouwen en andere gewone constructies

belasting- formule 6.10.a formule 6.10.b

factoren $\gamma_{G,j} = 1,20$ - $\xi \gamma_{G,j} = 1,15$ -

$\gamma_{Q,1} = 1,30$ - $\gamma_{Q,1} = 1,30$ -

$\gamma_{Q,i} = 1,30$ - $\gamma_{Q,i} = 1,30$ -



berekening eigen gewicht dakconstructie $G_{k,j}$ in kN/m²

	d(m)	γ		
beplanking t	0,019	*	10,0 kN/m ³	= 0,19
plafond	0,0125	*	9,0 kN/m ³	= 0,11
dakbedekking	1	*	0,1 kN/m ³	= 0,10
	b(m)	h(m)	γ	/ hoh(m)
balken	0,063	0,16	5,0	/ 0,6 = 0,08
Vapoth	1	0,05	3,5	/ 1 = 0,18

PV-panelen

totaal $G_{k,j} = 0,25$

$u_{eind} < = 3750$ / 250 = 15,0 mm

$u_{bij} < = 3750$ / 333,3 = 11,3 mm

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L

toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 * L

toegepaste zeeg = 0 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

Gebouw West - Dakvlak W3

sterkteklasse = naaldhout C18

materiaal = gezaagd hout

houtbreedte b = 63 mm

houthoogte h = 160 mm

klimaatklasse = 1

belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort

factor voor volume-effect s = 0,12 bij LVL

materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -

hoogtefactor treksterkte;breedte $k_h = 1,19$ -

hoogtefactor buigsterkte;hoogte $k_h = 1,00$ -

modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort

modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort

modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$ -

resultaten

M_{Ed}	3,04
u.c.	0,91

V_{Ed}	3,67
u.c.	0,23

u_{eind}	16,4	20,6
u.c.	1,10	1,38

u_{bij}	9,2	13,4
u.c.	0,81	1,19



materiaal- en profielgegevens

Gebouw West - Dakvlak W3

			$f_{x;d}=$	c	k_h of k_1	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M		kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	10	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,19	0,90	10	/	1,30 = 8,23 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y=$	1	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	63	160 ³	=	2150	10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z=$	1	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	160	63 ³	=	333	10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y=$	1	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	63	160 ²	=	269	10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z=$	1	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	160	63 ²	=	106	10 ³ mm ³
oppervlak	$A=$	1	$\cdot bh$	=	1		63	160	=	101	10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y= \sqrt{I_y / A}$			=	$\sqrt{}$	(	2150	/	101	)	= 46,2 mm
traagheidsstraal	$i_z= \sqrt{I_z / A}$			=	$\sqrt{}$	(	333	/	101	)	= 18,2 mm

berekening belastingen

Gebouw West - Dakvlak W3

q1	permanente belasting	G _{k,j} =	0,600	*	0,91		=	0,55	kN/m'
	opgelegde belasting	Q _{k1} =	0,600	*	0,60	maatgevende belasting t.g.v.: regen	=	0,36	kN/m'
F1	spreiding puntlast	l=	0,019 ³ / 12 =	6E-07	m ⁴ =	57,158 10 ⁴ mm ⁴	El=	5000 6E-07 10 ⁶ =	2857,9 kNm ²
	k _r = >0,33 en <= 1,0	k _r =	0,37	+	0,8	0,600 - 2857,9 / 50000	=	0,79	-
	opgelegde belasting	F _k =	0,79	*	2,00		=	1,59	kN

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,55	=	0,55	kN/m'						
Q_{k1}	(u_{elas})	=	0,36	=	0,36	kN/m'						
$k_{del} * (G_{k1} + \psi_2 Q_{k,1})$	(u_{kruip})	=	0,60	(	0,55	+	0,00	0,36	)	=	0,33	kN/m'
$F_k = k_r * F$	(u_{elas})	=		=	1,59	kN						

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,55	+	1,30	0	0,36	=	0,66	kN/m'
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,55	+	1,30	0,36	regen	=	1,10	kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,55	=	0,66	kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	1,59	=	0,00	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,55	=	0,63	kN/m'	$F_d =$	1,30	1,59	=	2,06	kN	

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,55	=	0,66	kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	2,00	=	0,00	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,55	=	0,63	kN/m'	$F_d =$	1,30	2,00		=	2,60	kN

$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,30	0,00	0,36	t.b.v. berekening reductie dwarskracht	=	0,00	kN
$\gamma_{Q,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,30	0,36		t.b.v. berekening reductie dwarskracht	=	0,47	kN

015



resultaten mechanaberekeningen

Gebouw West - Dakvlak W3

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,55	3,750	=	1,03	kN
$\psi_1 \cdot Q_{k1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,36	3,750	=	0,68	kN
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,33	3,750	=	0,62	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,66	3,750	=	1,23	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,10	3,750	=	2,06	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,66	3,750	+	0,00	(3,750 - 0,16) / 3,750	=	1,23	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,63	3,750	+	2,60	(3,750 - 0,16) / 3,750	=	3,67	kN
									$R_{Ed} =$ 3,67 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,23	-	(0,5 0,030 + 0,16) *	0,00	=	1,23	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,06	-	(0,5 0,030 + 0,16) *	0,47	=	1,97	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,23	=	1,23	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	3,67	=	3,67	kN
					$V_{Ed} =$ 3,67 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,66	3,750 ²	=	1,15	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,10	3,750 ²	=	1,93	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,66	3,750 ²	+	0,25	0	2,06	3,750	=	1,15	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,63	3,750 ²	+	0,25	2,06	3,750	=	3,04	kNm	
											$M_{Ed,y} =$	3,04 kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,55	3750 ⁴ /	(384 9000 2150 10 ⁴)	=	7,3	mm
$\psi_1 \cdot Q_{k1}$	$u_{1,2} =$	5	0,36	3750 ⁴ /	(384 9000 2150 10 ⁴)	=	4,8	mm
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,33	3750 ⁴ /	(384 9000 2150 10 ⁴)	=	4,4	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		1586	3750 ³ /	(48 9000 2150 10 ⁴)	=	9,0	mm

alternatieve berekening kruip: = $k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$

met q-belasting	=	0,6	*	(7,3 + 0 * 4,8 q-last)	=	4,4	mm
met puntlast	=	0,6	*	(7,3 + 0 * 9,0 F-last)	=	4,4	mm

toetsingen uiterste grenstoestand

Gebouw West - Dakvlak W3

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$M_{Ed,y} = 3,04 \text{ kNm}$ $W_{y=} = 269 \text{ cm}^3$ $f_{m,y,d} = 12,5 \text{ N/mm}^2$ $b = 63 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = M_{Ed,y} / W_y = 3,04 \cdot 10^6 / 269 \cdot 10^3 = 11,3 \text{ N/mm}^2$$

$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \sigma_{m,y,d} \quad / \quad f_{m,y,d} \quad = \quad 11,3 \quad / \quad 12,5 \quad = \quad 0,91$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_f = 30 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,35 \text{ N/mm}^2 \quad b = 63 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

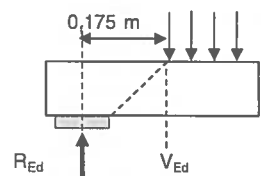
$$V = R_{Ed} = 3,67 \text{ kN} \quad h = 160 \text{ mm}$$

gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 3,67 \text{ kN}$$

$$\text{met } V_{\text{red}} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,030 + 0,16) \cdot q_d = 0,175 q_d$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2bh} = \frac{3}{2} \cdot \frac{3,67}{63} \cdot \frac{1000}{160} = 0,55 \text{ N/mm}^2$$



$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \tau_d \quad / \quad f_{v,d} \quad = \quad 0,55 \quad / \quad 2,35 \quad = \quad \boxed{0,23} \quad -$$

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

Gebouw West - Dakvlak W3

combinatie

$$= \begin{array}{|c|c|} \hline eg + q & eg + F \\ \hline \end{array}$$

veld

$$= \begin{matrix} & u_{1,2} & u_{1,2} \end{matrix}$$

$$U_{on} = G_{k,j}$$

$$= 7,28 \quad 7,28$$

$$U_{\text{elastisch}} = Q_{k1} \quad \text{resp. } k_r \cdot F$$

$$= 4,79 \quad 9,00$$

$$U_{kruip} = k_{def}^* (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,i})$$

$$= 4,37 \quad 4,37$$

U_{zorg} = volgens opgave

=	0,00	0,00
---	------	------

$$U_{\text{eind}} = U_{\text{on}} + U_{\text{kruip}} + U_{\text{elastisch}} - U_{\text{zeeg}}$$

$$= 16,43 \quad 20,64$$

$$U_{\text{eind, toe}} \leq 3750 / 250 = 15,00 \text{ mm}$$

$$= 15,00 \quad 15,00$$

$$U.C. = U_{\text{eind}} / U_{\text{toelaatbaar}}$$

=	1,10	1,38
---	------	------

$$U_{bij} = U_{kruip} + U_{elastisch}$$

$$= \begin{array}{cc} & 9,16 & 13,37 \end{array}$$

$$U_{bij, toe} \leq 3750 / 333,3 = 11,25 \text{ mm}$$

$$= 11,25 \quad 11,25$$

$$U.C. = U_{bij} / U_{toelaatbaar}$$

=	0,81	1,19
---	------	------

opmerking

balklaag in een plat dak berekening volgens eurocode 5

71 mm x 171 mm - 600 mm

naaldhout C18

werk = Lucrato te Apeldoorn
 werknummer = 2019071
 onderdeel = Gebouw West - Dakvlak W6

norm NEN 8700 verbouw (t/m BB2003, wind niet maatgevend)

ontwerplevensduur klasse = 3
 gevolgklasse = CC2
 correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie H: daken

$\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -

$\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -

$\psi_2 =$ (kruip) = 0 -

$\psi_t = 1 + (1 - 0) / 9 \cdot \ln(50 / 50) = 1,00$ -

overige invoegegevens:

liggerlengte (theoretische overspanning) L = 4,5 m

te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = 0,6 m

opleglengte t.p.v. ondersteuning b_t = 30 mm

dikte beplanking t = 19 mm

elasticiteitsmodulus beplanking E_{o,mean,k} = 5000 N/mm²

belastingen

eigen gewicht van de dakconstructie G_{k,j} = 0,93 kN/m²

personen Q_{k1} = 0,56 kN/m²

regen 0,06 m * 10 kN/m³ = Q_{k1} = 0,60 kN/m²

sneeuw 1,00 0,80 0,70 = Q_{k1} = 0,56 kN/m²

puntlast F = 2 kN

ontwerplevensduur = 50 jaar

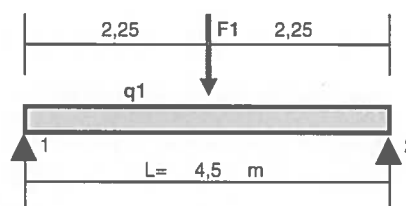
toepassing : gebouwen en andere gewone constructies

belasting- formule 6.10.a formule 6.10.b

factoren $\gamma_{G,j} = 1,20$ - $\xi \gamma_{G,j} = 1,15$ -

$\gamma_{Q,1} = 1,30$ - $\gamma_{Q,1} = 1,30$ -

$\gamma_{Q,i} = 1,30$ - $\gamma_{Q,i} = 1,30$ -



berekening eigen gewicht dakconstructie G_{k,j} in kN/m²

	d(m)	γ		
beplanking t	0,019	*	10,0 kN/m ³	= 0,19
plafond	0,0125	*	9,0 kN/m ³	= 0,11
dakbedekking	1	*	0,1 kN/m ³	= 0,10

	b(m)	h(m)	γ	/	hoh(m)		
balken	0,071	0,171	5,0	/	0,6	=	0,10
Vapothek	1	0,05	3,5	/	1	=	0,18

PV-panelen = 0,25

totaal G_{k,j} = 0,93

U_{eind} <= 4500 / 250 = 18,0 mm

U_{bij} <= 4500 / 333,3 = 13,5 mm

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L

toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 * L

toegepaste zeeg = 0 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

Gebouw West - Dakvlak W3

sterkteklasse = naaldhout C18

materiaal = gezaagd hout

houtbreedte b = 71 mm

houthoogte h = 171 mm

klimaatklasse = 1

belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort

factor voor volume-effect s = 0,12 bij LVL

materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -

hoogtefactor treksterkte; breedte k_h = 1,16 -

hoogtefactor buigsterkte; hoogte k_h = 1,00 -

modificatiefactor sterkte k_{mod} = 0,90 kort

modificatiefactor treksterkte k_{mod} = 0,80 kort

modificatiefactor vervorming k_{def} = 0,60 -

M _{Ed}	3,94
u.c.	0,91

V _{Ed}	3,94
u.c.	0,21

U _{eind}	25,1	29,2
u.c.	1,39	1,62

U _{bij}	13,9	18,0
u.c.	1,03	1,33

MO



materiaal- en profielgegevens Gebouw West - Dakvlak W3

			$f_{x,d}$	c	k_h of k_{f1}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$ 18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$ 10	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,16	0,90	10	1,30	= 8,04 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$ 0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$ 18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$ 2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$ 3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ 9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k 320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k 560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k}$ 300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k}$ 300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ 6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$			= 1	$\frac{1}{12}$	71	171^3			= 2958 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$			= 1	$\frac{1}{12}$	171	71^3			= 510 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$			= 1	$\frac{1}{6}$	71	171^2			= 346 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$			= 1	$\frac{1}{6}$	171	71^2			= 144 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$			= 1		71	171			= 121 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$			= $\sqrt{\quad}$	(	2958	/	121	)	= 49,4 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$			= $\sqrt{\quad}$	(	510	/	121	)	= 20,5 mm

berekening belastingen Gebouw West - Dakvlak W3

q1	permanente belasting	$G_{k,j} = 0,600$	*	0,93						= 0,56 kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k1} = 0,600$	*	0,60	maatgevende belasting t.g.v.:	regen				= 0,36 kN/m'
F1	spreiding puntlast	$l = 0,019^3 / 12 = 6E-07$	m ⁴	= 57,158	10 ⁴ mm ⁴	El = 5000	6E-07	10 ⁶	= 2857,9	kNm ²
	$k_r > 0,33$ en $\leq 1,0$	$k_r = 0,37$	+	0,8	0,600	-	2857,9	/	50000	= 0,79 -
	opgelegde belasting	$F_k = 0,79$	*	2,00						= 1,59 kN

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{0n})	=	0,56						= 0,56 kN/m'	
Q_{k1}	(u_{elas})	=	0,36						= 0,36 kN/m'	
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	(u_{kruip})	=	0,60	(	0,56	+	0,00	0,36	)	= 0,33 kN/m'
$F_k = k_r \cdot F$	(u_{elas})	=							= 1,59 kN	

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting										
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,56	+	1,30	0	0,36			= 0,67 kN/m'
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,56	+	1,30	0,36		regen		= 1,11 kN/m'
eigen gewicht + puntlast in het midden										
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,56	=	0,67 kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	1,59	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,56	=	0,64 kN/m'	$F_d =$	1,30	1,59		= 2,06 kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging										
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,20	0,56	=	0,67 kN/m'	$F_d =$	1,30	0,00	2,00	= 0,00 kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,15	0,56	=	0,64 kN/m'	$F_d =$	1,30	2,00		= 2,60 kN
$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,30	0,00	0,36	t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,00 kN
$\gamma_{Q,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,30	0,36		t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,47 kN



resultaten mechanica berekeningen

Gebouw West - Dakvlak W3

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,56	4,500	=	1,25	kN
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,36	4,500	=	0,81	kN
$k_{del} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,33	4,500	=	0,75	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,67	4,500	=	1,50	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,11	4,500	=	2,49	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,67	4,500	+	0,00	(4,500 - 0,171) / 4,500	=	1,50	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,64	4,500	+	2,60	(4,500 - 0,171) / 4,500	=	3,94	kN
									$R_{Ed} =$ 3,94 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,50	-	(0,5 0,030 + 0,171) *	0,00	=	1,50	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,49	-	(0,5 0,030 + 0,171) *	0,47	=	2,41	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,50	=	1,50	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	3,94	=	3,94	kN
					$V_{Ed} =$ 3,94 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,67	4,500 ²	=	1,69	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,11	4,500 ²	=	2,81	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

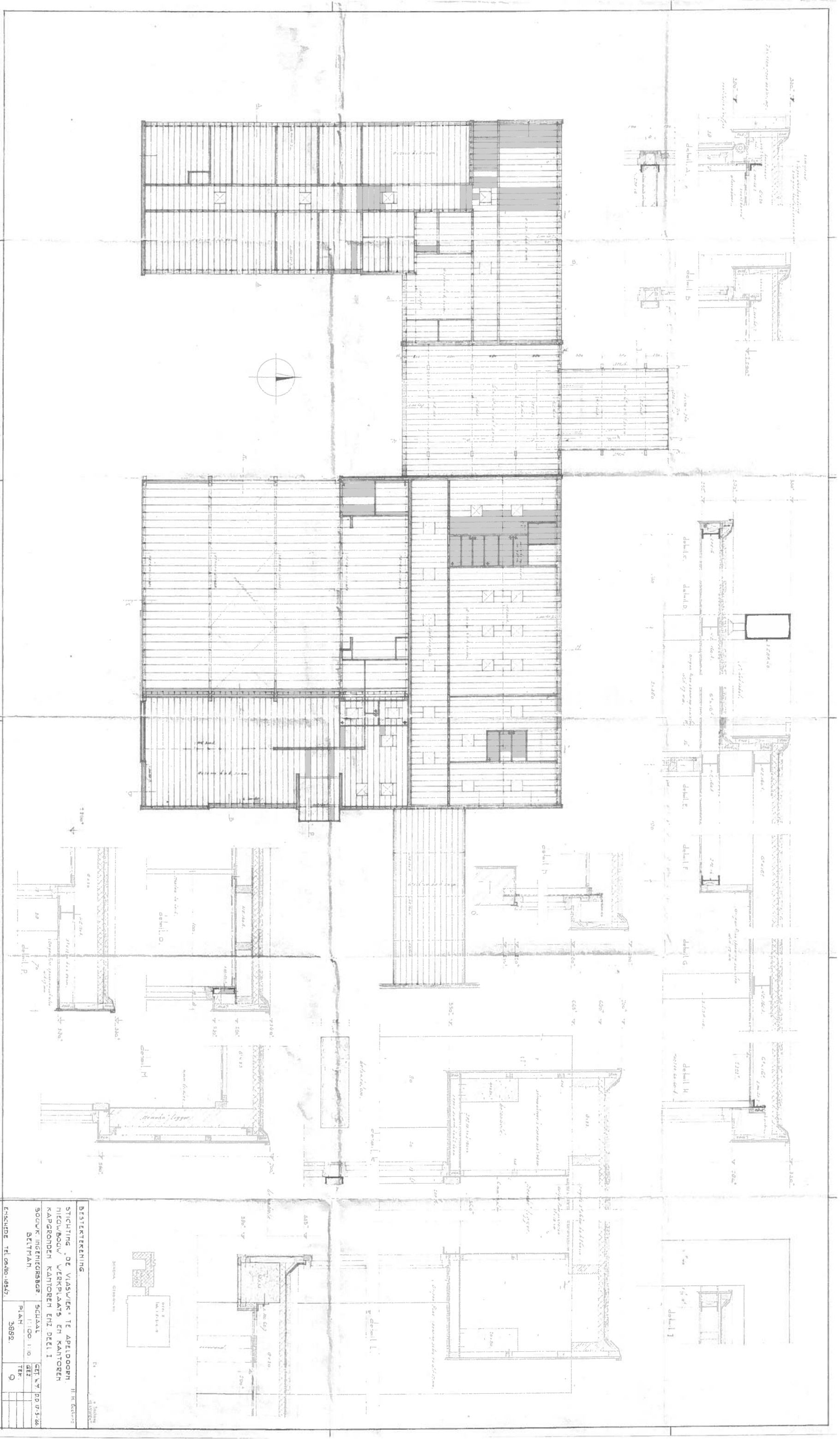
$\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d=$	0,125	0,67	4,500 ²	+	0,25	0	2,06	4,500	=	1,69	kNm
$\xi\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d=$	0,125	0,64	4,500 ²	+	0,25	2,06	4,500		=	3,94	kNm
											$M_{Ed,y} =$	3,94 kNm

vervormingen

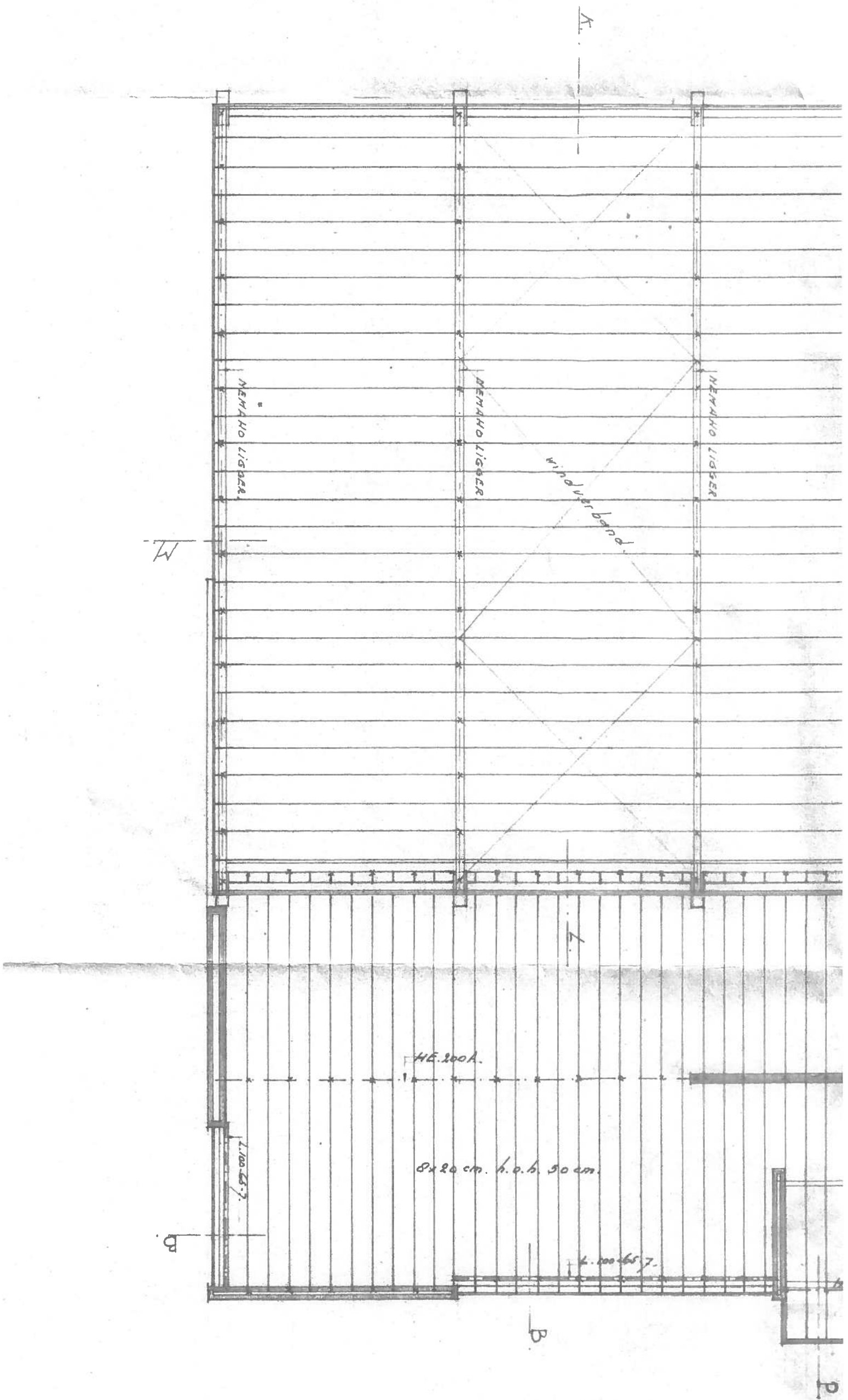
$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,56	4500 ⁴ /	(384 9000 2958 10 ⁴)	=	11,2	mm
$\psi_1 \cdot Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	0,36	4500 ⁴ /	(384 9000 2958 10 ⁴)	=	7,2	mm
$k_{del} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,33	4500 ⁴ /	(384 9000 2958 10 ⁴)	=	6,7	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		1586	4500 ³ /	(48 9000 2958 10 ⁴)	=	11,3	mm

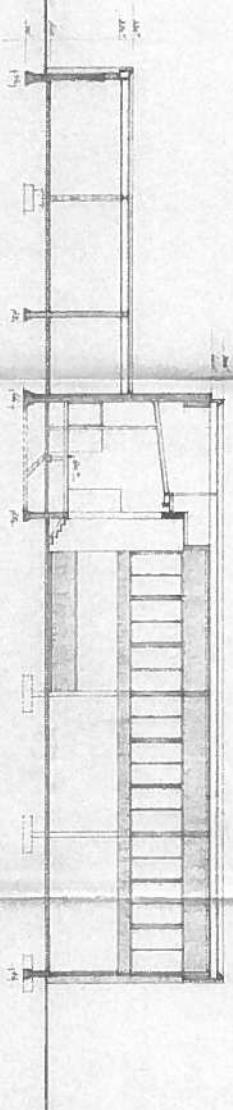
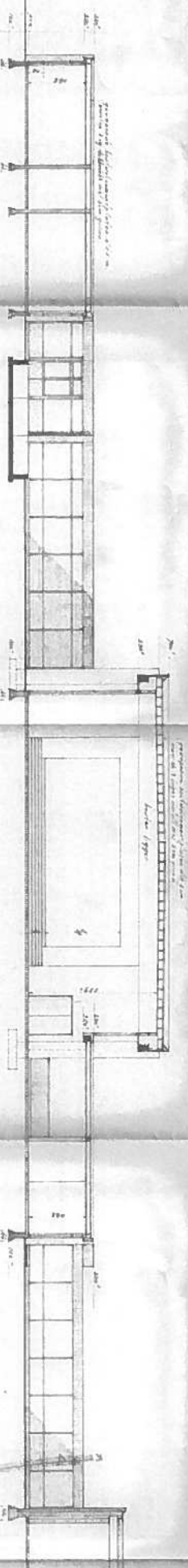
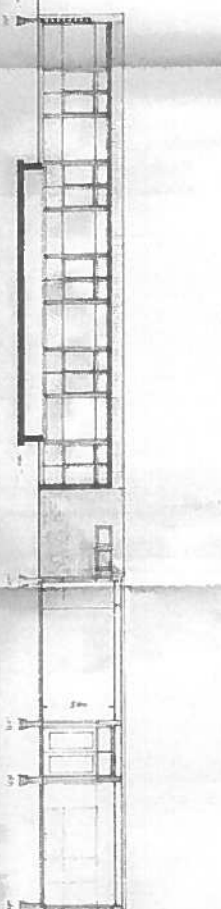
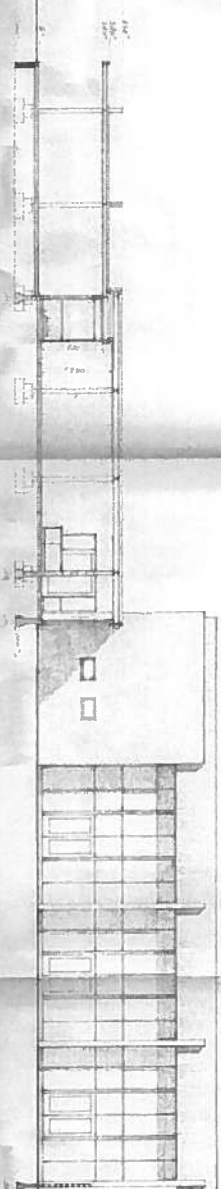
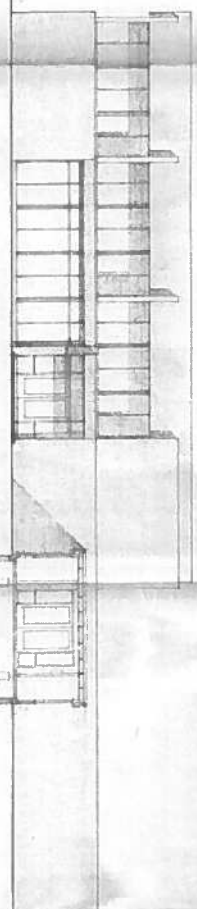
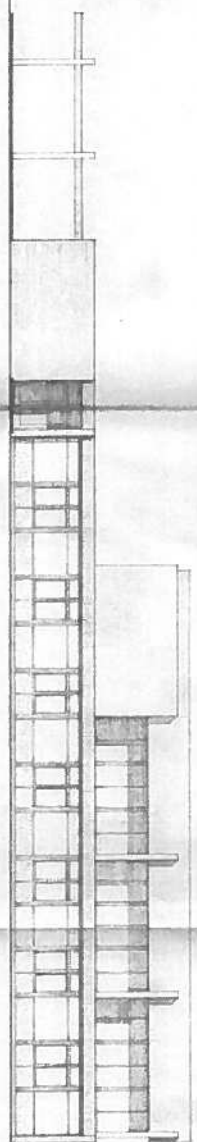
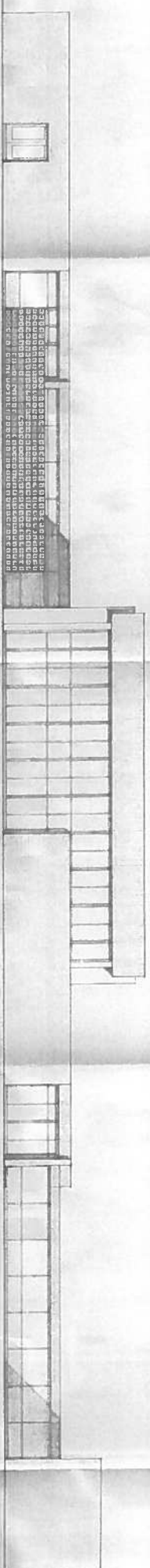
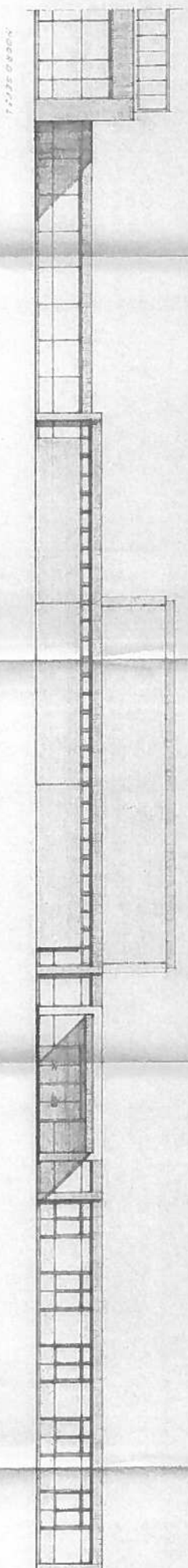
alternatieve berekening kruip: = $k_{del} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$

met q-belasting	=	0,6	*	(11,2 + 0 * 7,2 q-last)	=	6,7	mm
met puntlast	=	0,6	*	(11,2 + 0 * 11,3 F-last)	=	6,7	mm

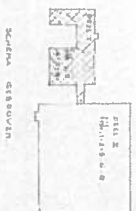


BESTEKERING			
STICHTING „DE VLAASWIJK“ TE APELDOORN			
NIEUWBOUW/ WERKPLAATS EN KANTOREN			
KAPRONDEN KANTOREN ENZ. DEEL I			
BOUWK INGENIEURSBUREAU			
SCHAAL			
PLAN 1:100 1:10			
T.E.R.			
DELTMAH			
ENKELDE TEL. 0440-10947			

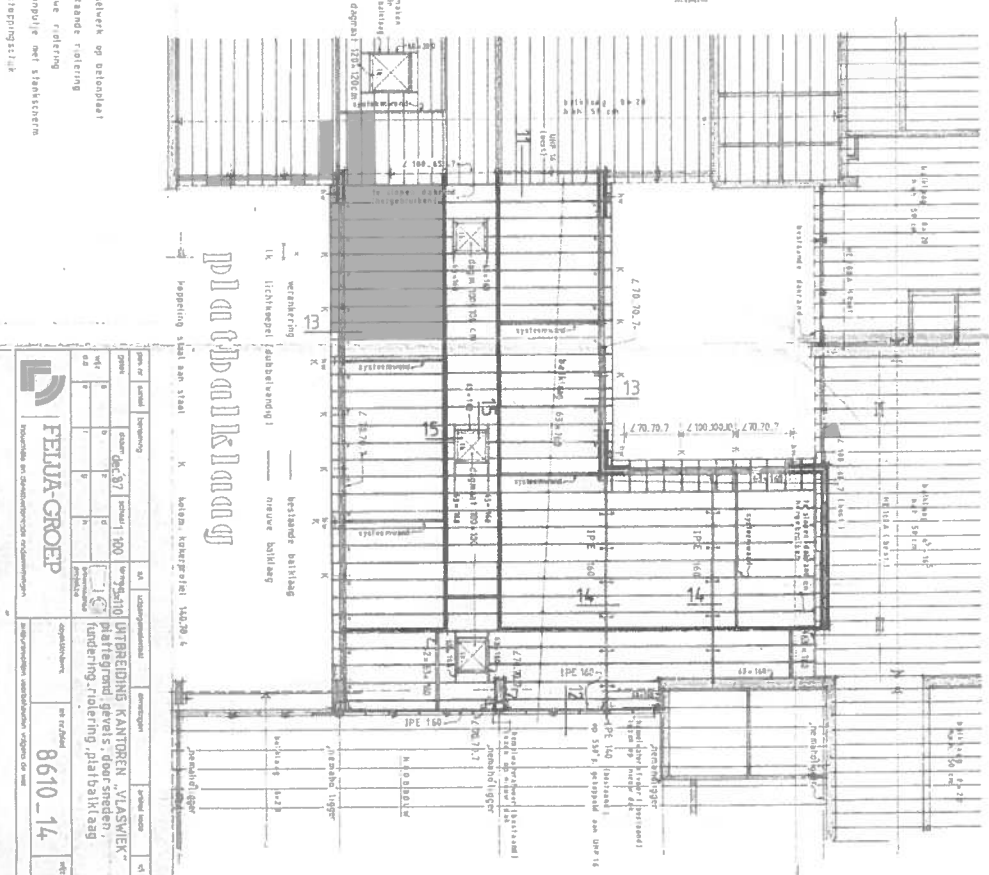
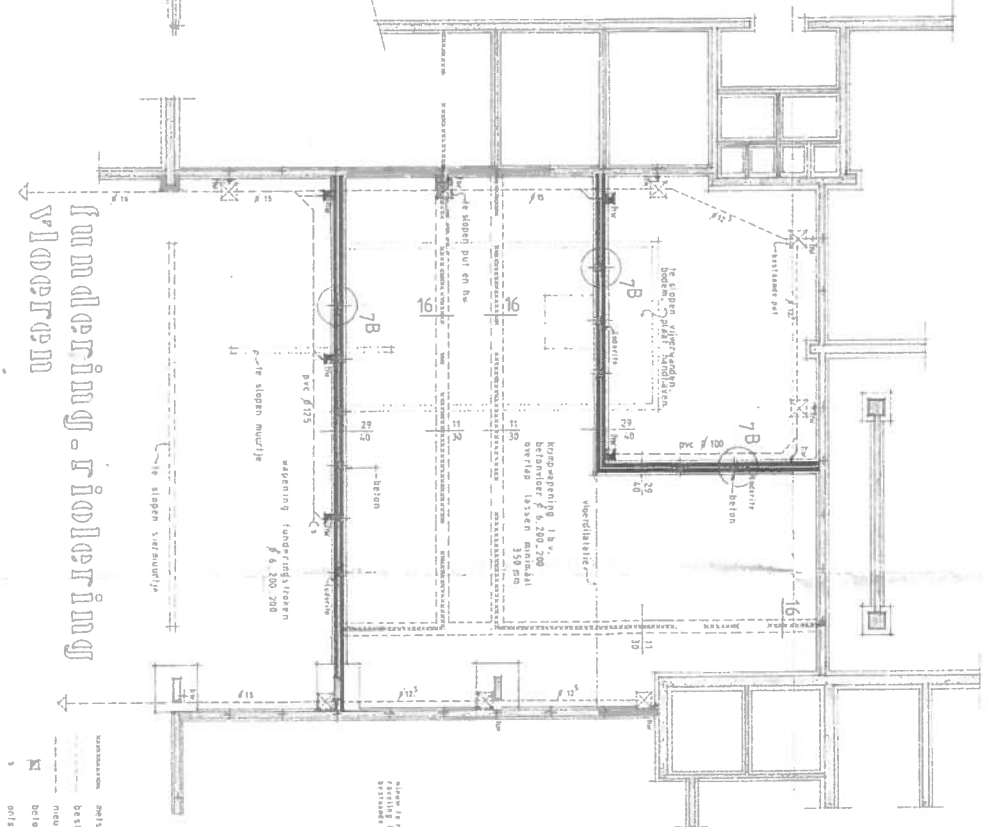
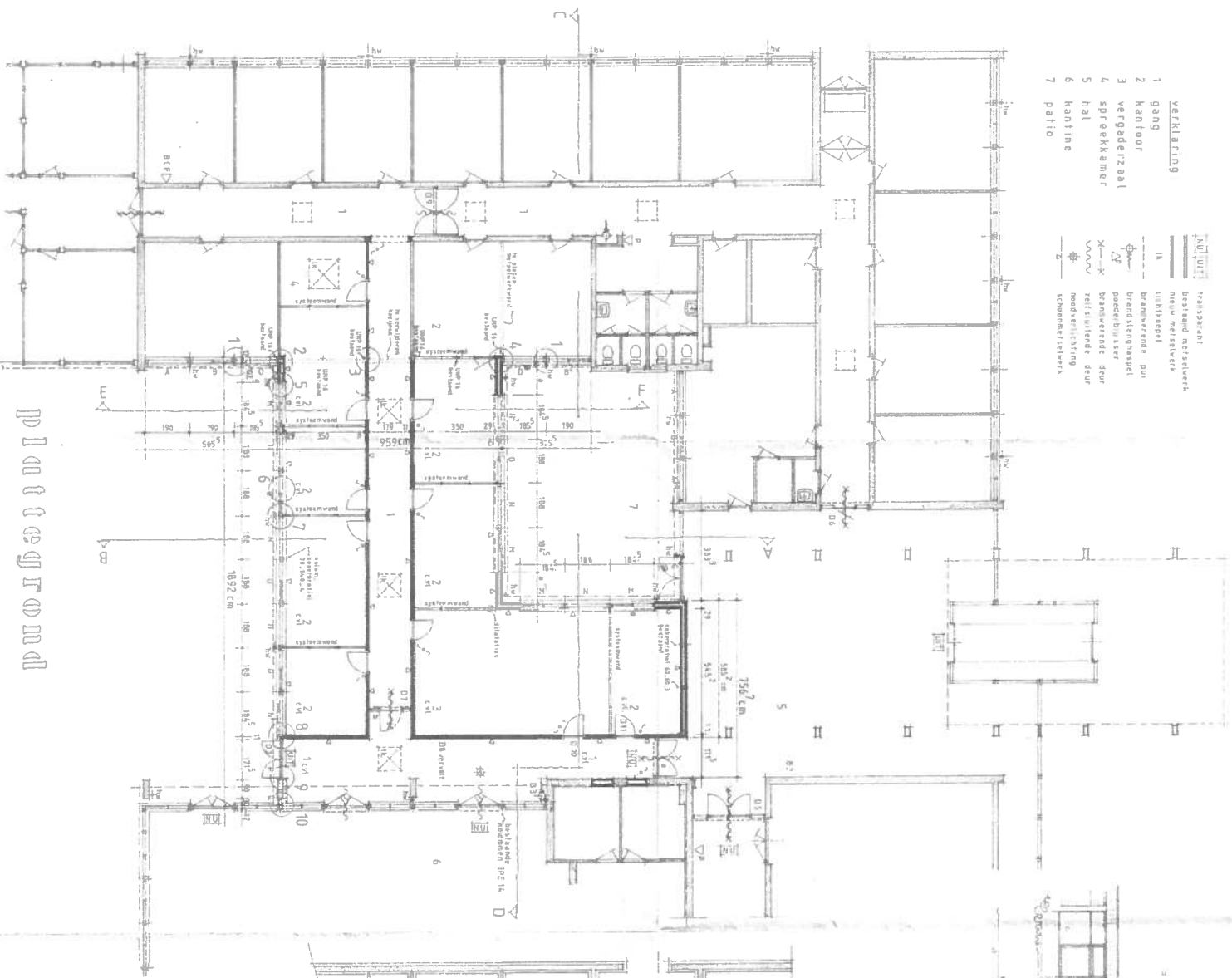
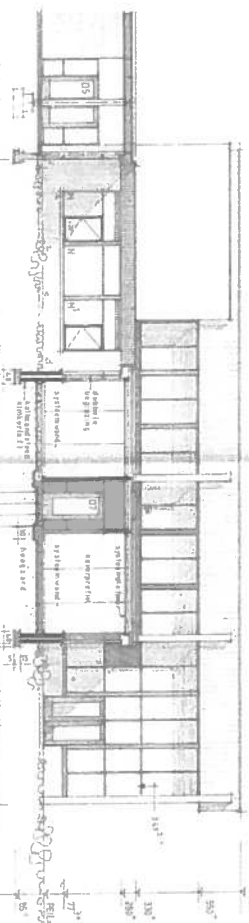
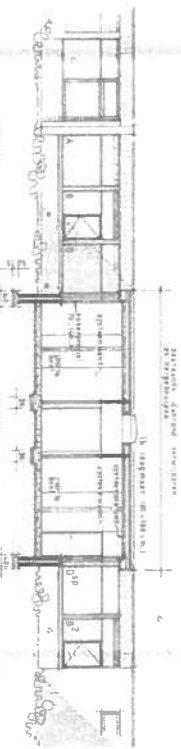
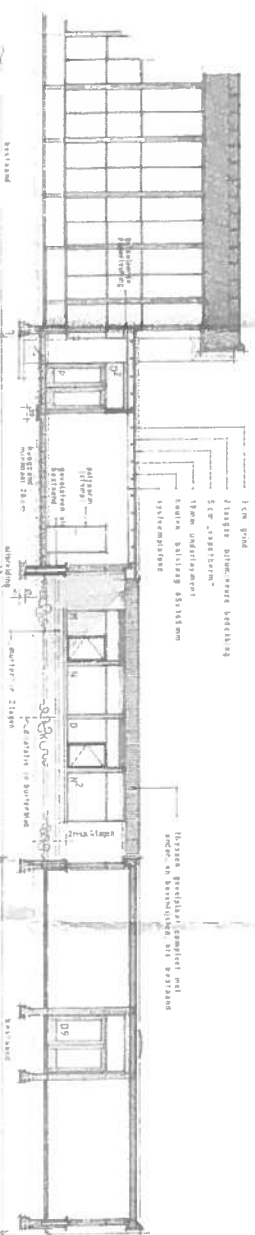
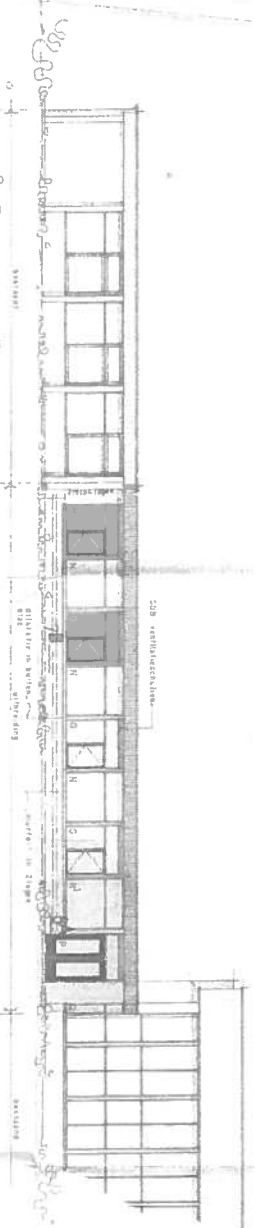




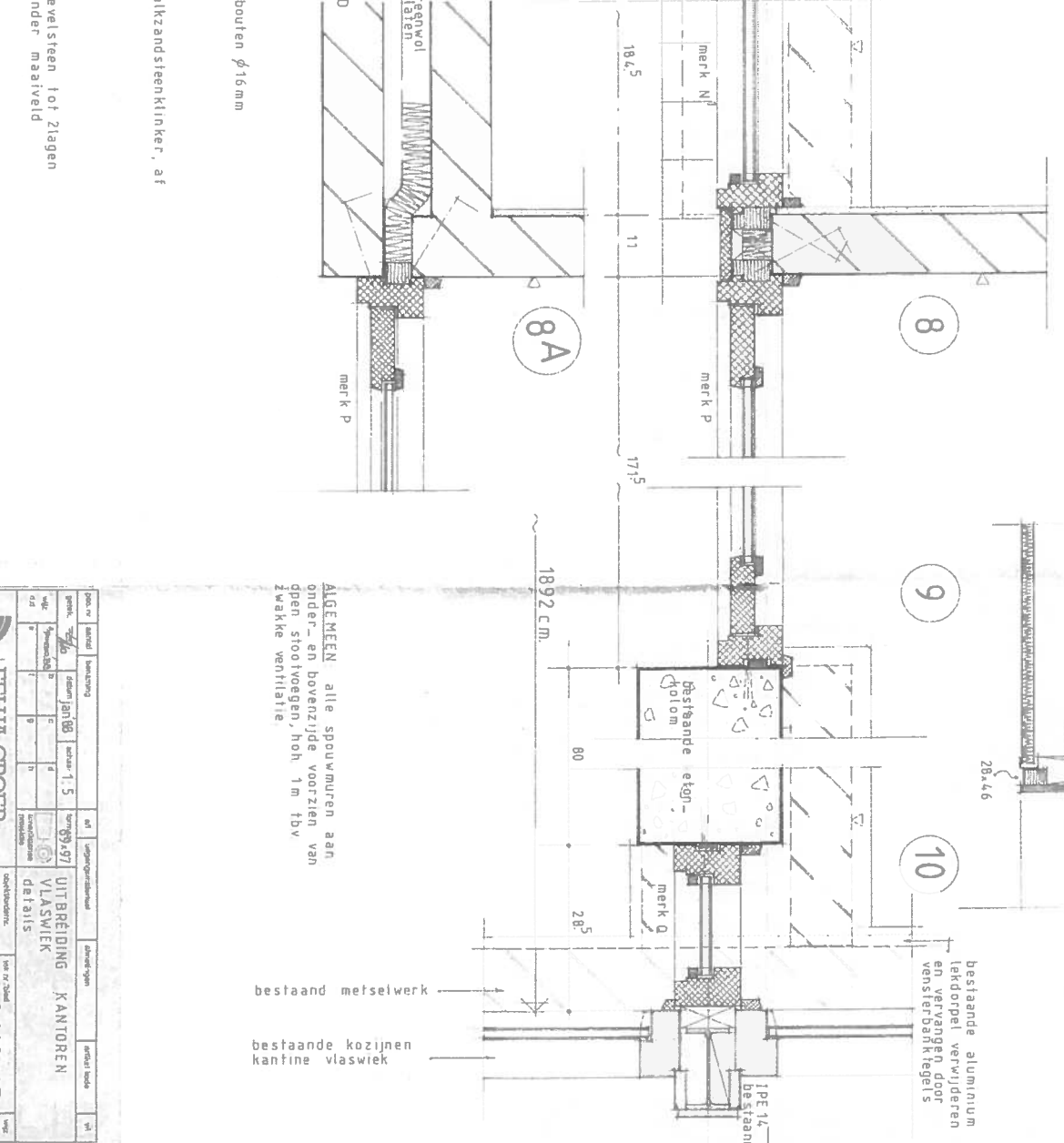
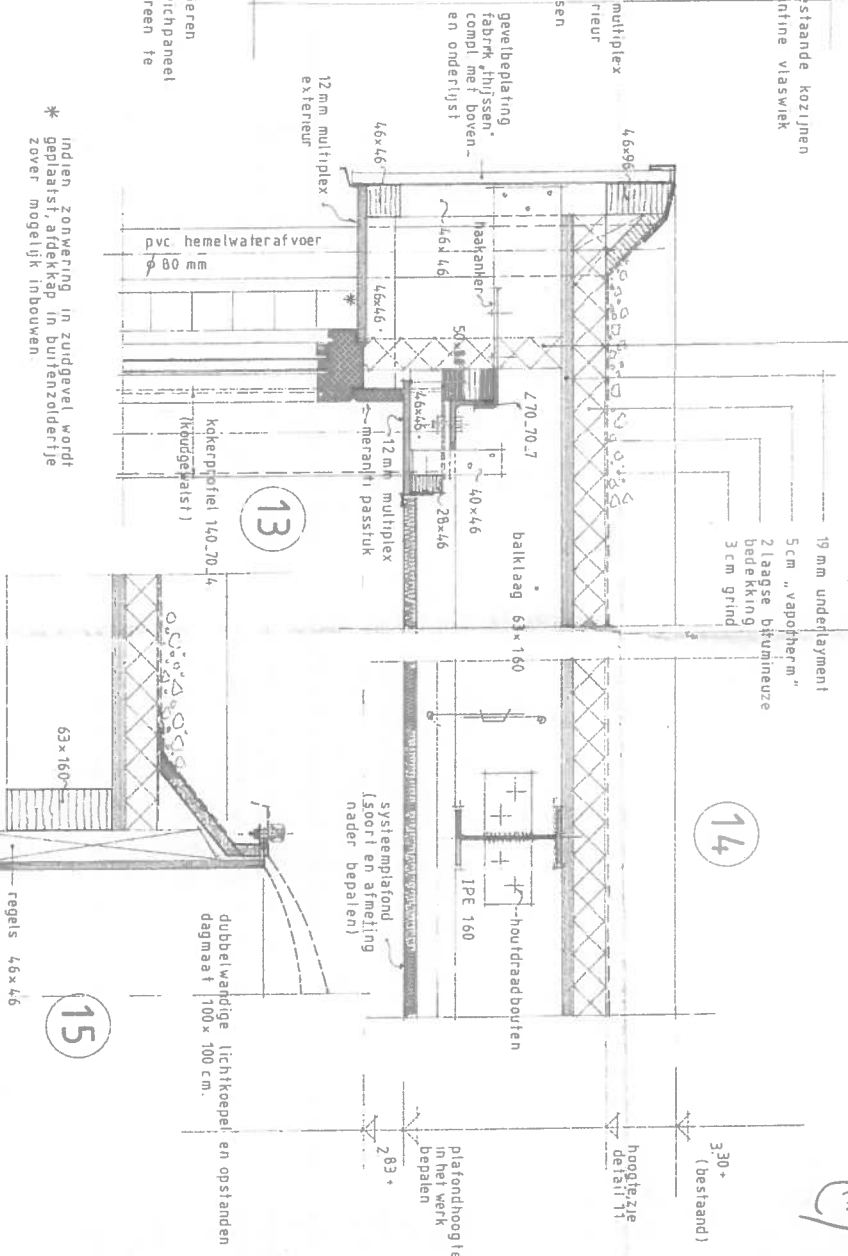
Verbinding
— metaleer
— gewapend beton
— stempelen



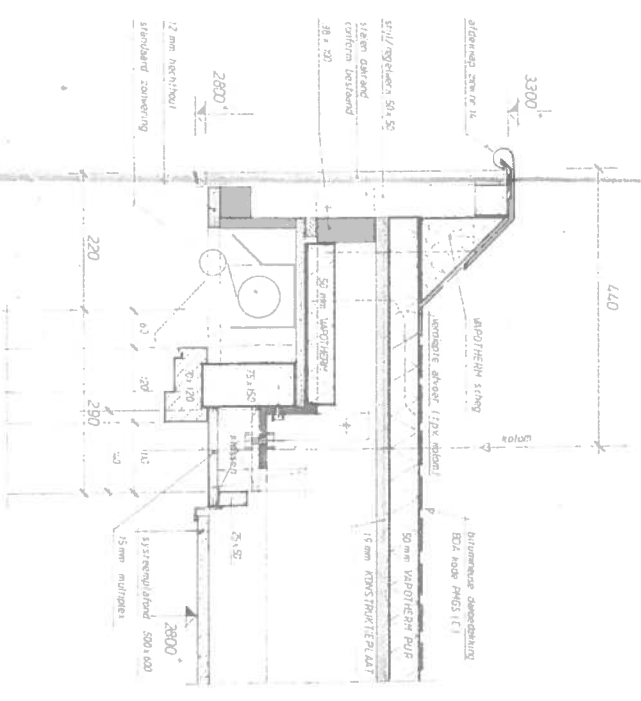
BESCHRIJVING.			
STICHTING DE VLAGWERK TE APPELDOORN			
RECHTBODI, VERBODI EN KANTOREN			
GEVELS EN DOORSHEDEN KANTOREN			
BOUW. INGENIEURSBUREAU			
BELTMAH			
PLAN			
30992			
TUSCHENDE, TEL. 30-1022			



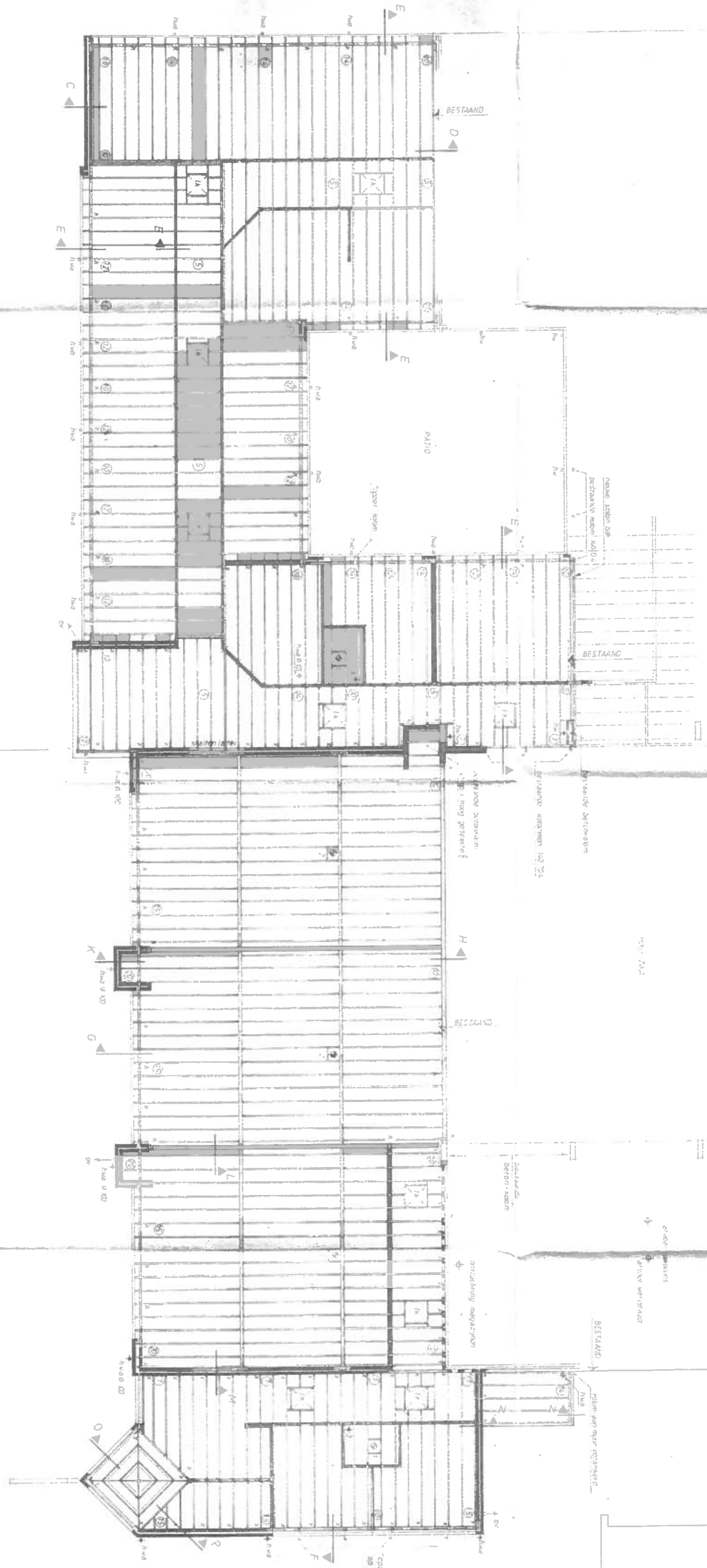
		name of vessel country		SA subcategory/size		description		value added	
owner date of reg.	amount in g	metal in g	100	999,99 999,99 999,99	999,99 999,99 999,99	999,99 999,99 999,99	999,99 999,99 999,99	999,99 999,99 999,99	999,99 999,99 999,99
FELJA-CROEP									
8610 - 14									



28



Dakranddetail 1.5



2^o fase 1^o fase

- Renvooi
- 1 centrale d'aspiratie
 - 2 d'aspiratie
 - 3 d'aspiratie
 - 4 d'aspiratie
 - 5 d'aspiratie
 - 6 d'aspiratie
 - 7 d'aspiratie
 - 8 d'aspiratie
 - 9 d'aspiratie
 - 10 d'aspiratie
 - 11 d'aspiratie
 - 12 d'aspiratie
 - 13 d'aspiratie
 - 14 d'aspiratie
 - 15 d'aspiratie
 - 16 d'aspiratie
 - 17 d'aspiratie
 - 18 d'aspiratie
 - 19 d'aspiratie
 - 20 d'aspiratie
 - 21 d'aspiratie
 - 22 d'aspiratie
 - 23 d'aspiratie
 - 24 d'aspiratie
 - 25 d'aspiratie
 - 26 d'aspiratie
 - 27 d'aspiratie
 - 28 d'aspiratie
 - 29 d'aspiratie
 - 30 d'aspiratie
 - 31 d'aspiratie
 - 32 d'aspiratie
 - 33 d'aspiratie
 - 34 d'aspiratie
 - 35 d'aspiratie
 - 36 d'aspiratie
 - 37 d'aspiratie
 - 38 d'aspiratie
 - 39 d'aspiratie
 - 40 d'aspiratie
 - 41 d'aspiratie
 - 42 d'aspiratie
 - 43 d'aspiratie
 - 44 d'aspiratie
 - 45 d'aspiratie
 - 46 d'aspiratie
 - 47 d'aspiratie
 - 48 d'aspiratie
 - 49 d'aspiratie
 - 50 d'aspiratie
 - 51 d'aspiratie
 - 52 d'aspiratie
 - 53 d'aspiratie
 - 54 d'aspiratie
 - 55 d'aspiratie
 - 56 d'aspiratie
 - 57 d'aspiratie
 - 58 d'aspiratie
 - 59 d'aspiratie
 - 60 d'aspiratie
 - 61 d'aspiratie
 - 62 d'aspiratie
 - 63 d'aspiratie
 - 64 d'aspiratie
 - 65 d'aspiratie
 - 66 d'aspiratie
 - 67 d'aspiratie
 - 68 d'aspiratie
 - 69 d'aspiratie
 - 70 d'aspiratie
 - 71 d'aspiratie
 - 72 d'aspiratie
 - 73 d'aspiratie
 - 74 d'aspiratie
 - 75 d'aspiratie
 - 76 d'aspiratie
 - 77 d'aspiratie
 - 78 d'aspiratie
 - 79 d'aspiratie
 - 80 d'aspiratie
 - 81 d'aspiratie
 - 82 d'aspiratie
 - 83 d'aspiratie
 - 84 d'aspiratie
 - 85 d'aspiratie
 - 86 d'aspiratie
 - 87 d'aspiratie
 - 88 d'aspiratie
 - 89 d'aspiratie
 - 90 d'aspiratie
 - 91 d'aspiratie
 - 92 d'aspiratie
 - 93 d'aspiratie
 - 94 d'aspiratie
 - 95 d'aspiratie
 - 96 d'aspiratie
 - 97 d'aspiratie
 - 98 d'aspiratie
 - 99 d'aspiratie
 - 100 d'aspiratie



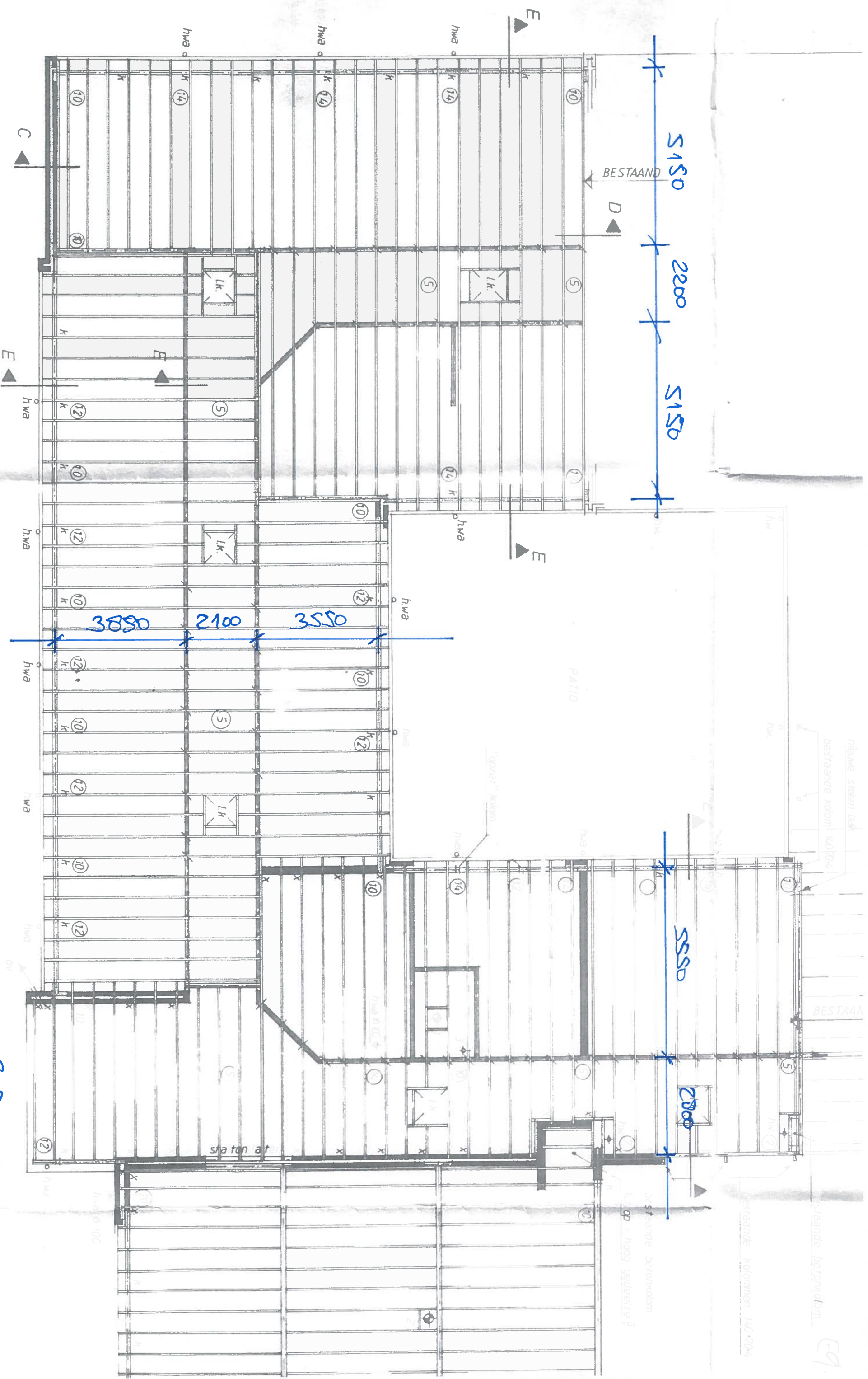
fons harteman
architectenburo

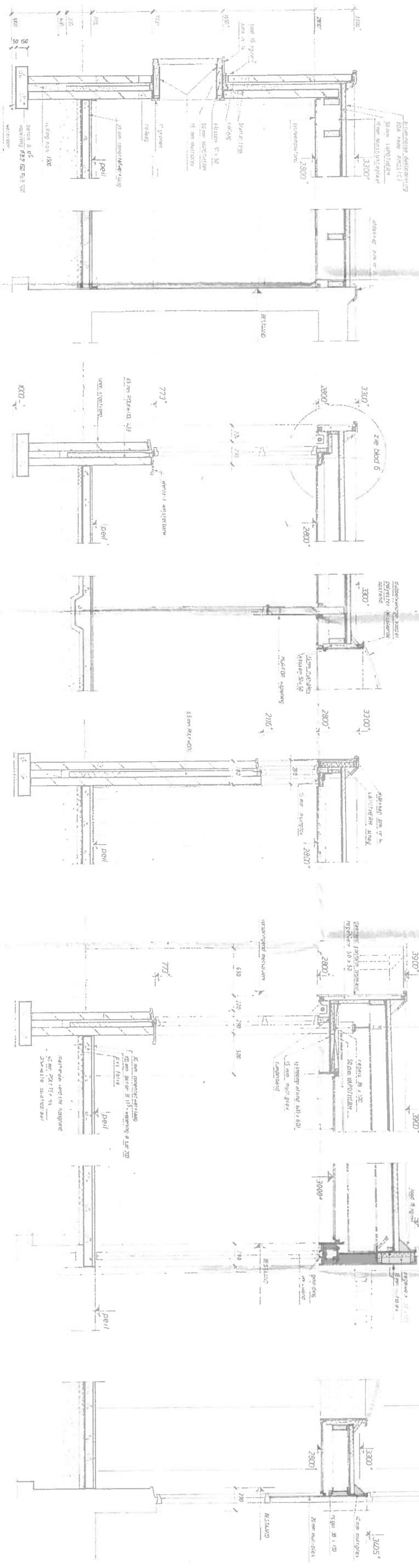
kantoor 45 8100 m. neder. telefoon 0578 2871
werk nr. 88-222
blad nr. 7A

project verbouwing/uitbreiding gebouw telco-groep A. daan
in opdracht van telco-groep box-en cultuur
arnhemseweg 35L
7331 AC Apeldoorn
bestaat uit BESTEKEKENING
stadconstructie / baklozen
datum 7-4-89 getekend WGR F.H. schaal 1:100
wijzigingen A-12-04-89

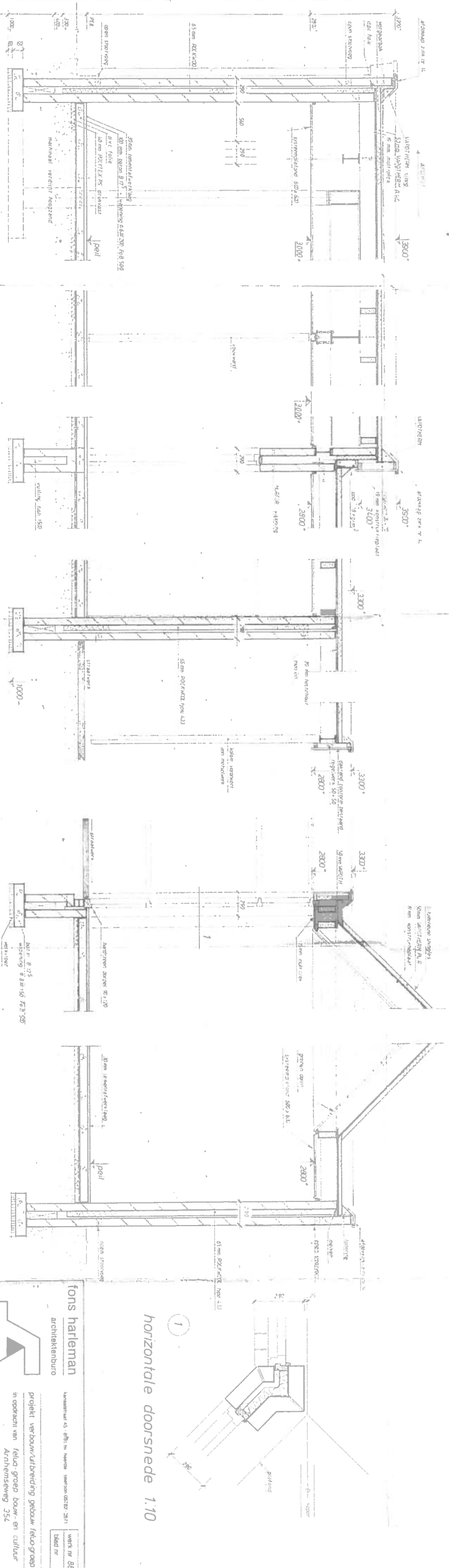
2^o fase 1^o fase

5050





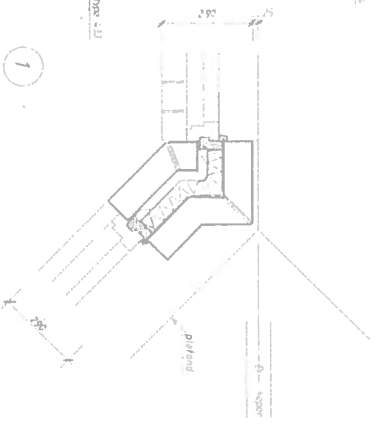
Doorsnede C
schaal 1:20



Doorsnede K

1

horizontale doorsnede 1:10

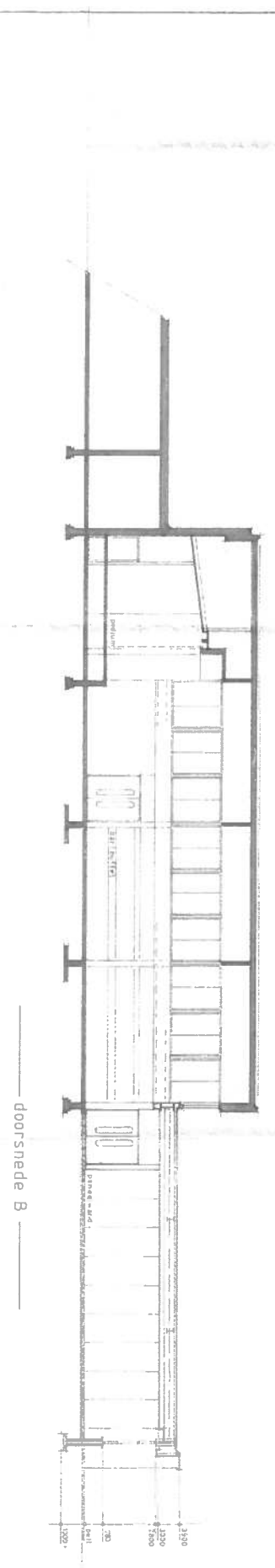
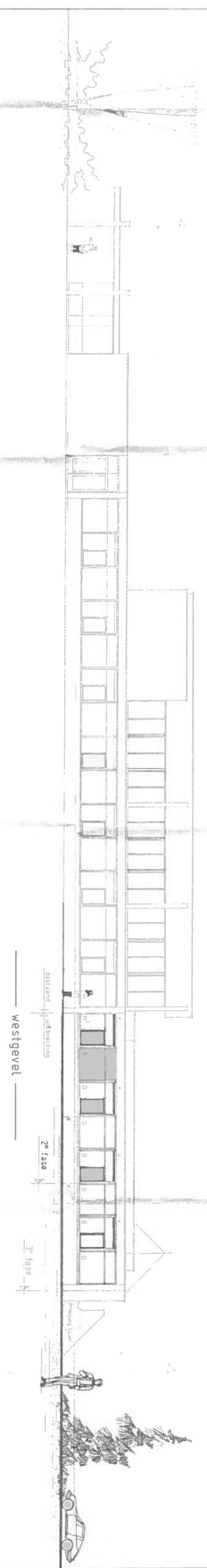
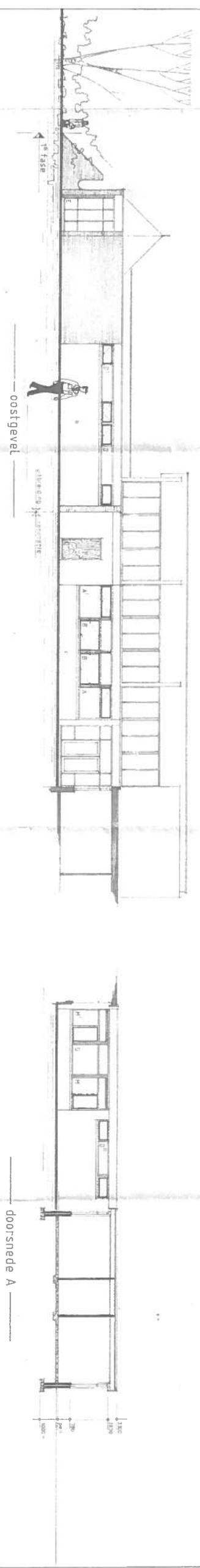


tons halleman
architectenburo

project: verbouw/uitbreiding gebouw feldgroep Aardm
in opdracht van: feldgroep bouw- en cultuur
7331 AC Aardm
BESTEKENING
doorsneden - details
datum: 7-4-89
getekend: WGR FH
schaal: 1:20, 1:10

uitgegeven: A 11-04-89

werf nr: 88-222
blad nr: 9A



X

project: verbouw/uitbreiding gebouw falua-groep A door:
in opdracht van falua-groep bouw en cultuur
7334 AC Apeldoorn
7334 AC Apeldoorn
BESTEKTEKENING
gevals en doorsneden

datum 11-03-89 getekend f.h.
getekend 1. 100
waarschagen
8-12-01-89

- materialen en kleuren
- dakranden boven kozijnen staal coniform beëindigd (blauw)
- gegrondeerde delen accub metzelswerk rood/bruin
- overig metselswerk coniform beëindigd (geel)
- dakbedekking horizontale singles rood/bruin
- kozijnen ramen en deuren hardhout coniform beëindigd
- a22cm terugglijdend metzelswerk geel
- b 1 cm terugglijdend metzelswerk geel
- c. 1 cm terugglijdend metzelswerk geel
- d. dilatatie in buitendeel metzelswerk
- e. SDB wechlatieschilven



F2

24

W1



F3

3 ↓

W2



3 ↑

Fu

W2

W1
↓



W2
↑

W1
↑

FS

WM ↓

WM ↓

WM



WM ↑

WM ↑

W13

F6

