

Zonnepanelen pand zwembad Maesemunde te 's Gravenzande

Quickscan bestaande draagconstructie op PV-panelen
t.b.v. SDE++ subsidie aanvraag en verzekering

09-07-2022



WSP NEDERLAND
LINIE 524
7325 DZ APELDOORN

+31 (0)88 910 20 00
wsp.com

PROJECTNUMMER SGA021316
DOCUMENTNUMMER 21316.01
VERSIENUMMER V01

Betrokken partijen

Opdrachtgever Van Haasteren Architecten
Contactpersoon De heer Alex van Haasteren
Telefoon 0614-750434
E-mail info@vanhaasteren-architectuur.nl

Opsteller document WSP Nederland
Adviestaak Constructeur bestaande draagconstructie op extra belasting uit PV-panelen
Contactpersoon De heer T.R. Klevering
Plaats Apeldoorn
Telefoon 0651-201000
E-mail taco.klevering@wsp.com

Projectleider De heer T.R. Klevering
Constructeur De heer T.R. Klevering
Modelleur -

Document historie

Versie	Datum	Omschrijving
V01	09-07-2022	Eerste uitgave

Document verantwoording

	Datum	Naam	Paraaf auteur	Paraaf controle	Paraaf vrijgave
Auteur	09-07-2022	T.R. Klevering			
Controle	09-07-2022	M. Terink			
Vrijgave	09-07-2022	T.R. Klevering			

INHOUDSOPGAVE

1	Algemeen	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Projectomschrijving	4
1.3	Documenten	5
2	Uitgangspunten algemeen	6
2.1	Normen en voorschriften	6
2.2	Gevolgklasse, ontwerplevensduur en belastingfactoren	6
3	Uitgangspunten belastingen	7
3.1	Blijvende en opgelegde belastingen op daken	7
3.2	Opgelegde belastingen ten gevolge van wind	8
3.3	Opgelegde belastingen ten gevolge van sneeuw	8
3.4	Opgelegde belastingen ten gevolge van regenwater	8
3.5	Bijzondere belastingen	8
4	Foto's	9
5	Afvoer regenwater platte daken	11
5.1	Algemeen	11
6	Constructieve berekeningen	13
6.1	Algemeen	13
6.2	Piramidedak zwembad	13
6.3	Platdak stalen dakplaten rondom zwembad	14
6.4	Dakconstructie multifunctionele ruimten	15
6.5	Controleberekening staalconstructie plat dak zwembad	16
6.5.1	Algemeen	16
6.5.2	Stalen dakplaten	17
6.5.3	Stalen IPE240 dakliggers S2 t/m S9	18
6.5.4	Stalen IPE270 dakligger S10 en S18	19
6.5.5	Stalen vakwerkligger entreegebied	19
7	Conclusie	20

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Dit document betreft een onderzoek van de bestaande constructies van het zwembad en multifunctionele ruimten Maesemunde te 's Gravenzande. Het onderzoek wordt gedaan, om te kijken of het mogelijk is om PV-panelen op de bestaande constructie te plaatsen. Tevens wordt er extra isolatie en dakbedekking geplaatst. Dit document kan worden ingediend ten behoeve van de SDE++ subsidie aanvraag en eventueel bij de verzekeringsmaatschappij.

Dit document is opgesteld door **WSP** Nederland BV in opdracht van Van Haasteren Architectuur

1.2 Projectomschrijving
















Foto 1: Overzicht (Google Earth)

Het pand met zwembad en multifunctionele ruimte bestaat uit diverse gebouw-onderdelen. Het zwembad is een piramideachtig gebouw met houten spanten met daarom heen entree, kleedkamers en opberg ruimten met een plat dak. Het platte dak bestaat uit stalen liggers met stalen dakplaten. De multifunctionele ruimte waar de fitness en diverse zalen t.b.v. bijeenkomsten, bestaat uit metselwerk met een betonnen verdiepingsvloer en dakvloer.

1.3 Documenten

Dit document is opgesteld op basis van de volgende documenten (aangeleverd door Van Haasteren):

ARCHIEFSTUKKEN	Vandaag 16:19	--	Map
 10-0916819 8640d032-01...1-b3d7-3b0f32569c1f.pdf	9 jun. 2022 08:53	3,8 MB	Pdf-document
 10-0916820 a8268cf3-ea...9-b287-444be18128e7.pdf	9 jun. 2022 08:53	3,1 MB	Pdf-document
 10-0916821 9820727e-a8...3-b17a-655e5e1b603e.pdf	9 jun. 2022 08:53	3,5 MB	Pdf-document
 10-0916822 c9702e2d-a1...8-852f-771d8b76b366.pdf	9 jun. 2022 08:53	5 MB	Pdf-document
 10-0916823 b1c8fe49-19...82-82fc-7e3a68da9f98.pdf	9 jun. 2022 08:53	3,5 MB	Pdf-document
 10-0916824 bc937419-e3...7-a8e6-7ee52b13e367.pdf	9 jun. 2022 08:53	3,1 MB	Pdf-document
 10-0916825 db1120b8-a6...c-9c08-94afc107542a.pdf	9 jun. 2022 08:53	2,8 MB	Pdf-document
 10-0916826 5bd4b968-0...1-b2a4-99e51380fd46.pdf	9 jun. 2022 08:53	4,4 MB	Pdf-document
 10-0916827 1ff31ac5-8e3...-be00-ae72552b25c2.pdf	9 jun. 2022 08:53	4,5 MB	Pdf-document
 10-0916828 b18cc6ff-258...f-8985-b12fbf075685.pdf	9 jun. 2022 08:53	3,8 MB	Pdf-document
 Details.pdf	21 jun. 2022 16:01	4,1 MB	Pdf-document
 DSN MF Centrum.pdf	 21 jun. 2022 16:01	4,4 MB	Pdf-document

2 Uitgangspunten algemeen

2.1 Normen en voorschriften

- Bouwbesluit 2012
- NEN-EN 1990 + NB Grondslagen van het constructief ontwerp + NEN 8700
- NEN-EN 1991 + NB Belastingen op constructies
- NEN-EN 1992 + NB Ontwerp en berekening van betonconstructies
- NEN-EN 1993 + NB Ontwerp en berekening van staalconstructies
- NEN-EN 1994 + NB Ontwerp en berekening van staalbetonconstructies
- NEN-EN 1995 + NB Ontwerp en berekening van houtconstructies
- NEN-EN 1996 + NB Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk + NPR 9096-1
- NEN-EN 1997 + NB Geotechnisch ontwerp + NEN 9997-1
- NEN-EN 1998 + NB Ontwerp en berekening van aardbevingbestendige constructies
- NEN-EN 1999 + NB Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies

2.2 Gevolgklasse, ontwerplevensduur en belastingfactoren

Gevolgklasse	CC2 (bijkomruimte)			
Betrouwbaarheidsklasse	RC2			
Ontwerplevensduur	50 jaar (klasse 3)			
Uiterste grenstoestand (UGT)	Permanente belasting	$\gamma_{f;g;ongunstig}$	1,20	1,35
	Permanente belasting	$\gamma_{f;g;gunstig}$	0,90	
	Veranderlijke belasting	$\gamma_{f;q}$	1,50	
Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)	Permanente belasting	$\gamma_{f;g;ongunstig}$	1,00	
	Permanente belasting	$\gamma_{f;g;gunstig}$	1,00	
	Veranderlijke belasting	$\gamma_{f;q}$	1,00	

Het zwembad is in 1996 en 1998 gebouwd (ouderdom > 15 jaar) en mogen wel met de 'NEN8700 verbouw' beoordeeld worden.

3 Uitgangspunten belastingen

3.1 Blijvende en opgelegde belastingen op daken

Onderdeel	Blijvend	Opgelegd		Ψ-waarden		
		g_k	q_k	Q_k	Ψ_0	Ψ_1
	kN/m ²	kN/m ²	kN			
Plat dak exclusief PV panelen						
Stalen dakplaten	0,10					
Isolatie en dakbedekking	0,07					
Plafond	0,08					
Opgelegde belasting (klasse H)		1,00	1,50			
	0,25	1,00	1,50	0,00	0,00	0,00
Piramidedak zwembad						
Houten gordingen	0,10					
Houtwolcementplaten 50 mm.	0,28					
Isolatie en dakbedekking	0,07					
Opgelegde belasting (klasse H)		1,00	1,50			
	0,45	1,00	1,50	0,00	0,00	0,00
Platdak Multifunctioneel centrum						
Kanaalplaatvloer 200 mm.	3,25					
Druklaag	1,20					
Afschotisolatie en dakbedekking	0,15					
Opgelegde belasting (klasse H)		1,00	1,50			
	4,60	1,00	1,50	0,00	0,00	0,00

Nadere toelichting blijvende belastingen

In de beoordeling wordt in eerste instantie uitgegaan van PV-panelen met een belasting van 25 kg/m² + 7 kg/m² voor extra dakbedekking en isolatie t.b.v. de platte daken. (Zonnepanelen met ballast) en 8,0 kg/m² + 7 kg/m² voor isolatie en dakbedekking t.b.v. hellende daken (Zonnepanelen mechanisch bevestigd)

Indien PV-panelen met deze belasting niet geplaatst kunnen worden, wordt er gekeken welke belasting eventueel wel mogelijk is.

3.2 Opgelegde belastingen ten gevolge van wind

Opgelegde belasting door wind

Algemene uitgangspunten

windgebied		gebied II	
terreincategorie		II: onbebouwd	
correlatiefactor		1,00	
bouwwerfactor	c	c	1,00
orologiefactor	c	(z)	1,00
waarschijnlijkheidsfactor	c		1,00
windrichtingsfactor	c		1,00
seizoensfactor	c		1,00
basiswindsnelheid	v		27,0 m/s
gebouwhoogte	h		11,5 m
extreme stuwdruk	q (z)		0,90 kN/m²



3.3 Opgelegde belastingen ten gevolge van sneeuw

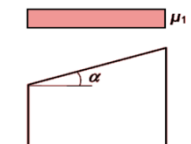
Opgelegde belasting door sneeuw

Algemeen

karakteristieke sneeuwbelasting	s	0,70 kN/m ²	(50 jaar)	warmtecoëfficiënt	C	1,0
karakteristieke sneeuwbelasting	s	0,70 kN/m ²	(50 jaar)	blootstellingscoëfficiënt	C _e	1,0

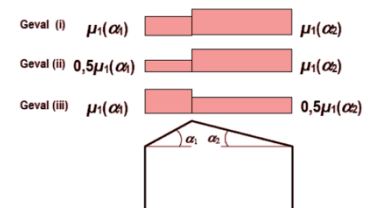
Plat dak / Lessenaarsdak

dakhelling 1	α	0 °			
sneeuwbelastingvormcoëfficiënt	μ ₁	0,80	s ₁	0,56 kN/m ²	
dakhelling 2	α	0 °			
sneeuwbelastingvormcoëfficiënt	μ ₁	0,80	s ₁	0,56 kN/m ²	



Zadeldak

dakhelling	α ₁	25 °			
dakhelling	α ₂	25 °			
sneeuwbelastingvormcoëfficiënt	μ ₁ (α ₁)	0,80	s ₁	0,56 kN/m ²	
sneeuwbelastingvormcoëfficiënt	μ ₁ (α ₂)	0,80	s ₂	0,56 kN/m ²	



3.4 Opgelegde belastingen ten gevolge van regenwater

Voor het piramidedak is belasting t.g.v. regenwater niet aan de orde, voor de platte daken gelijk aan sneeuwbelasting; 0,56 kN/m². Voor het platte dak van het multifunctionele gebouw 1,00 kN/m².

3.5 Bijzondere belastingen

Bijzondere belastingen zijn niet aan de orde of van ondergeschikt belang voor de quickscan.

4 Foto's



Foto 2: overzicht zwembad met houten spanten.



Foto 3: staalconstructie platte daken



Foto 4: Detail hoekverbinding houten spant.



Foto 5: Piramidedak, buitenzijde.



Foto 6: Overzicht platdak rondom zwembad.



Foto 7: Overzicht daken zwembad



Foto 8: detail noodoverstort



Foto 9: Noodoverstorten buitenzijde gevel

5 Afvoer regenwater platte daken

5.1 Algemeen

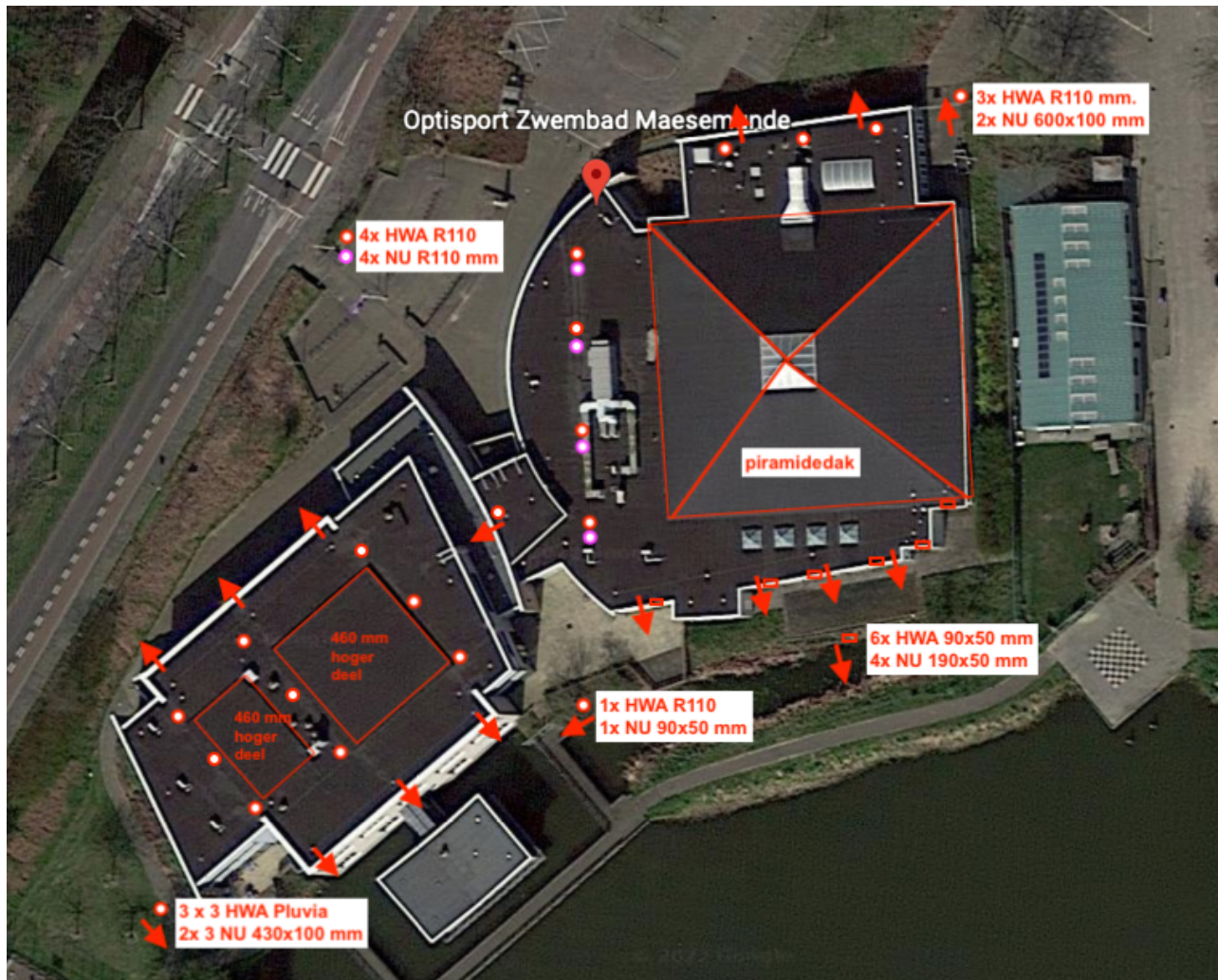


Foto 10: overzicht HWA's en NU tbv afvoer regenwater

Op donderdag 07-07-2022 heeft WSP samen met Van Haasteren een visuele inspectie uitgevoerd waarbij diverse onderdelen zijn beoordeeld.

- Bestaande constructieonderdelen zoals houten spanten, stalen liggers en betonvloeren.
- Afschot platte daken.
- Afmetingen en hoeveelheden hemelwaterafvoer (HWA)
- Afmetingen en hoeveelheden nooduitlaten (NU)

In bovenstaand overzicht op de vorige pagina is het aantal HWA's en Nooduitlaten aangegeven. Uit controleberekeningen blijkt dat er voldoende nooduitlaten zijn toegepast. Er zijn een aantal nooduitlaten die te hoog zijn ingeplakt. Het advies is om de opstanden van de nooduitlaten voor het **stalen dak** te beperken tot maximaal 30 mm.



Foto 11: hoge drempel nooduitlaat.

6 Constructieve berekeningen

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden constructieve berekeningen gemaakt, om te bepalen of het mogelijk is om PV-panelen op de bestaande dakconstructie te plaatsen.

In onderstaande berekening wordt een vergelijk gemaakt tussen de oorspronkelijke berekening en een controleberekening volgens de NEN8700.

6.2 Piramidedak zwembad

Belastingvergelijk diverse normen - houtconstructies

Bij het belastingvergelijk wordt het verschil tussen de berekeningswijze volgens de verschillende normen meegenomen.

- VOSB / VVSB 1938 en TGB 1955 zijn gebaseerd op toelaatbare spanningen

- TGB 1972 is gebaseerd op een overall veiligheidsfactor

- TGB 1990 en NEN-EN 1990 + NB + NEN8700 is gebaseerd op afzonderlijke materiaalfactoren en belastingfactoren

M.b.t. de materiaalfactoren is een beschouwing gemaakt van de rekenwaarde van vergelijkbare staalkwaliteiten in de bestaande en nieuwe situatie. De exact toegepaste staalkwaliteit (S235 / S355 etc.) is niet van toepassing aangezien de treksterkte verhoudingsgewijs wordt afgeleid van de vloeispanning.

Uitgangspunten:	Bestaande situatie		Nieuwe situatie
Norm	TGB 1990		NEN-EN 1990 + NB + NEN 8700
Situatie	nieuwbouw		verbouw
Bouwbesluit	2003 of eerder		2003 of eerder
Omschrijving	Openbaar gebouw		Openbaar gebouw
Gevolg-/Veiligheidsklasse	Veiligheidsklasse 3		CC2
Materiaalfactoren:	Bestaande situatie		Nieuwe situatie
	Factor voor de overcapaciteit in de bestaande situatie:		
	Hout: 1	1,00	
Belastingfactoren:	Bestaande situatie		Nieuwe situatie
	$\gamma_G =$	$\gamma_Q =$	$\gamma_G =$
	6.10a 1,35	0,00	6.10a 1,20
	6.10b 1,20	1,50	6.10b 1,15
Belastingvergelijk:	Bestaande situatie		Nieuwe situatie
	Totaal =	0,45 kN/m ²	Totaal =
	PV-panelen =	0,00	PV-panelen =
	extra isolatie en dakbedekking =	0,00	extra isolatie en dakbedekking =
	.. =	0,00	.. =
	.. =	0,00 +	.. =
	$G_k =$	0,45 kN/m ²	$G_k =$
	$Q_k =$	0,56 kN/m ²	$Q_k =$
	$\psi_0 =$	0	$\psi_0 =$
	$Q_{Ed,6.10a} =$	$(1,35 * 0,45 + 0 * 0,56 * 0) * 1 =$	$1,2 * 0,6 + 1,3 * 0,56 * 0 =$
	$Q_{Ed,6.10b} =$	$(1,2 * 0,45 + 1,5 * 0,56) * 1 =$	$1,15 * 0,6 + 1,3 * 0,56 =$
	Maatgevend:	$Q_{Ed,bestand} = 1,38$ kN/m ²	Maatgevend:
			$Q_{Ed,nieuw} = 1,42$ kN/m ²
Conclusie:	Op basis van het belastingvergelijk voldoet de nieuwe situatie niet		

Een geringe overschrijding van 2,8% is acceptabel.

6.3 Platdak stalen dakplaten rondom zwembad

Belastingvergelijk diverse normen - staalconstructies

Bij het belastingvergelijk wordt het verschil tussen de berekeningswijze volgens de verschillende normen meegenomen.

- VOSB / VVSB 1938 en TGB 1955 zijn gebaseerd op toelaatbare spanningen
- TGB 1972 is gebaseerd op een overall veiligheidsfactor
- TGB 1990 en NEN-EN 1990 + NB + NEN8700 is gebaseerd op afzonderlijke materiaalfactoren en belastingfactoren

M.b.t. de materiaalfactoren is een beschouwing gemaakt van de rekenwaarde van vergelijkbare staalkwaliteiten in de bestaande en nieuwe situatie. De exact toegepaste staalkwaliteit (S235 / S355 etc.) is niet van toepassing aangezien de rekenwaarde van de treksterkte verhoudingsgewijs wordt afgeleid van de vloeispanning.

Uitgangspunten:	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
Norm	TGB 1990	NEN-EN 1990 + NB + NEN 8700
Situatie	nieuwbouw	verbouw
Bouwbesluit	2003 of eerder	2003 of eerder
Omschrijving	Openbaar gebouw	Openbaar gebouw
Gevolg-/Veiligh.klasse	Veiligheidsklasse 3	CC2

Materiaalfactoren:	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
Staalkwaliteit	S235	S235
Vloeispanning	$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
Materiaalfactor	$\gamma_{M,D,requi} = 1$	$\gamma_{M,D} = 1$
Rekenw. treksterkte	$f_{y,d} = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_{y,d} = 235 \text{ N/mm}^2$

Factor voor de overcapaciteit in de bestaande situatie:
 Staal: $235 / 235 = 1,00$

Belastingfactoren:	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
	$\gamma_G =$ $\gamma_Q =$	$\gamma_G =$ $\gamma_Q =$
6.10a	1,35 0,00	1,20 1,30
6.10b	1,20 1,50	1,15 1,30

Belastingvergelijk:	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
Totaal	= 0,25 kN/m ²	= 0,25 kN/m ²
PV-panelen	= 0,00	= 0,25
extra isolatie en dakbedekking	= 0,00	= 0,07
..	= 0,00	= 0,00
..	= 0,00 +	= 0,00 +
	$G_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$	$G_k = 0,57 \text{ kN/m}^2$
	$Q_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$	$Q_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$
	$\psi_0 = 0$	$\psi_0 = 0$
$Q_{Ed,6.10a} =$	$(1,35 * 0,25 + 0 * 0,56 * 0) * 1 =$ 0,34	$1,2 * 0,57 + 1,3 * 0,56 * 0 =$ 0,68
$Q_{Ed,6.10b} =$	$(1,2 * 0,25 + 1,5 * 0,56) * 1 =$ 1,14	$1,15 * 0,57 + 1,3 * 0,56 =$ 1,38
Maatgevend:	$Q_{Ed,bestaand} = 1,14 \text{ kN/m}^2$	Maatgevend: $Q_{Ed,nieuw} = 1,38 \text{ kN/m}^2$

Conclusie: Op basis van het belastingvergelijk voldoet de nieuwe situatie niet

Overschrijding = 21% → controleberekening staalconstructie is noodzakelijk

6.4 Dakconstructie multifunctionele ruimten

Belastingvergelijk diverse normen - betonconstructies

Bij het belastingvergelijk wordt het verschil tussen de berekeningswijze volgens de verschillende normen meegenomen.

- VOSB / VVSB 1938 en TGB 1955 zijn gebaseerd op toelaatbare spanningen

- TGB 1972 is gebaseerd op een overall veiligheidsfactor

- TGB 1990 en NEN-EN 1990 + NB + NEN8700 is gebaseerd op afzonderlijke materiaalfactoren en belastingfactoren

M.b.t. de materiaalfactoren is een beschouwing gemaakt van de rekenwaarde van vergelijkbare staalkwaliteiten in de bestaande en nieuwe situatie. De exact toegepaste houtkwaliteit (C18 of C24 etc.) is niet van toepassing aangezien de rekenwaarde van de treksterkte verhoudingsgewijs wordt afgeleid van de vloei spanning.

Uitgangspunten:

	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
Norm	TGB 1990	NEN-EN 1990 + NB + NEN 8700
Situatie	nieuwbouw	verbouw
Bouwbesluit	2003 of eerder	na 2003
Omschrijving	Openbaar gebouw	Openbaar gebouw
Gevolg-/Veiligheidsklasse	Veiligheidsklasse 3	CC2

Materiaalfactoren:

	Bestaande situatie	Nieuwe situatie
	Factor voor de overcapaciteit in de bestaande situatie:	
Beton	1	1,00

Belastingfactoren:

	Bestaande situatie		Nieuwe situatie	
	$\gamma_G =$	$\gamma_Q =$	$\gamma_G =$	$\gamma_Q =$
6.10a	1,35	0,00	1,30	1,30
6.10b	1,20	1,50	1,15	1,30

Belastingvergelijk:

	Bestaande situatie		Nieuwe situatie		
Totaal	=	4,60 kN/m ²	Totaal	= 4,60 kN/m ²	
Zonnepanelen	=	0,00	Zonnepanelen	= 0,25	
..	=	0,00	..	= 0,00	
..	=	0,00	..	= 0,00	
..	=	0,00	..	= 0,00	
		+		+	
	$G_k =$	4,60 kN/m ²	$G_k =$	4,85 kN/m ²	
	$Q_k =$	1,00 kN/m ²	$Q_k =$	1,00 kN/m ²	
	$\psi_0 =$	0	$\psi_0 =$	0	
$Q_{Ed,6.10a} =$	$(1,35 * 4,6 + 0 * 1 * 0) * 1 =$	6,21	$1,3 * 4,85 + 1,3 * 1 * 0 =$	6,31	
$Q_{Ed,6.10b} =$	$(1,2 * 4,6 + 1,5 * 1) * 1 =$	7,02	$1,15 * 4,85 + 1,3 * 1 =$	6,88	
Maatgevend:	$Q_{Ed,bestand} =$	7,02 kN/m ²	Maatgevend:	$Q_{Ed,nieuw} =$	6,88 kN/m ²

Conclusie:

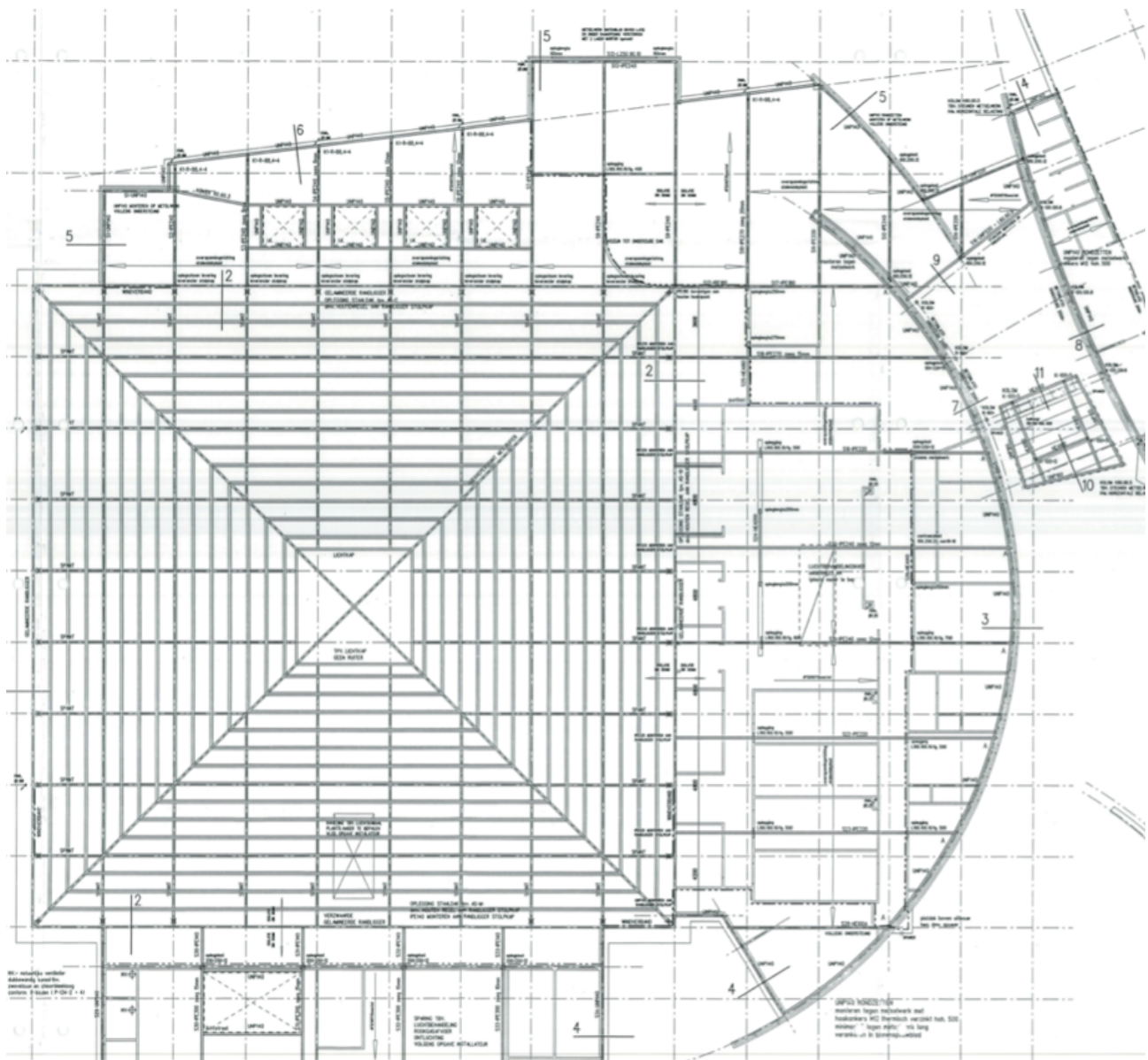
Op basis van het belastingvergelijk voldoet de nieuwe situatie

Geen controle noodzakelijk.

6.5 Controleberekening staalconstructie plat dak zwembad

6.5.1 Algemeen

Uit de vergelijking van belastingen blijkt dat dit dak niet voldoet volgens deze methode. Nadere controleberekeningen zijn noodzakelijk. De constructie van het platte dak aan de zuidzijde wordt gecontroleerd.



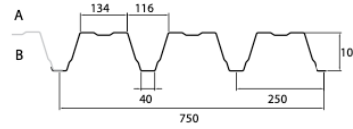
Figuur

6.5.2 Stalen dakplaten

Stalen dakplaten zijn op de platte daken van het zwembad toegepast.

De SAB106 stalen dakplaten hebben een overspanning van circa 5,04 m. De dikte van de dakplaten is niet bekend, er wordt uitgegaan van de standaard minimale dikte van 0,75 mm.

SAB 106R+750 Gevolgklasse CC1 Maximale permanente belasting in kN/m ² bij 0,56 kN/m ² sneeuw of 1,00 kN/m ² over 10 m ² Doorbuiging L/250 - Oplegging 120 mm			Overspanning in m ¹																		
			3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50
▲▲	Dikte (mm)	Gewicht (kg/m ²)	3,84	2,78	2,01	1,44	1,00	0,66	0,39	0,18	0,01										
	0,75	9,81	3,84	2,78	2,01	1,44	1,00	0,66	0,39	0,18	0,01										
	0,88	11,51	4,69	3,45	2,54	1,87	1,35	0,96	0,64	0,39	0,19	0,03									
	1,00	13,08	5,49	4,07	3,04	2,27	1,68	1,23	0,87	0,59	0,36	0,17	0,01								
	1,13	14,78	6,17	4,60	3,46	2,61	1,96	1,46	1,07	0,75	0,50	0,29	0,12								
	1,25	16,35	6,95	5,22	3,95	3,01	2,29	1,73	1,29	0,94	0,66	0,43	0,24	0,09							
1,50	19,63	8,59	6,50	4,97	3,83	2,96	2,29	1,77	1,35	1,01	0,73	0,50	0,31	0,15	0,02						
▲▲▲	0,75	9,81	3,69	3,10	2,62	2,21	1,87	1,57	1,32	1,10	0,91	0,74	0,59	0,45	0,34	0,22	0,11				
	0,88	11,51	5,47	4,66	3,98	3,42	2,95	2,54	2,19	1,89	1,63	1,40	1,18	0,90	0,67	0,48	0,31	0,17	0,04		
	1,00	13,08	7,07	6,05	5,21	4,50	3,91	3,41	2,97	2,60	2,27	1,85	1,48	1,17	0,91	0,69	0,50	0,34	0,19	0,04	
	1,13	14,78	8,82	7,57	6,54	5,69	4,97	4,35	3,83	3,27	2,66	2,15	1,74	1,40	1,11	0,86	0,65	0,48	0,31	0,16	0,01
	1,25	16,35	10,33	8,89	7,70	6,71	5,88	5,18	4,57	3,74	3,06	2,50	2,04	1,66	1,34	1,07	0,84	0,64	0,46	0,29	0,13
	1,50	19,63	12,72	10,98	9,55	8,35	7,35	6,50	5,73	4,71	3,89	3,22	2,67	2,21	1,82	1,49	1,21	0,98	0,76	0,56	0,37
▲▲▲▲	0,75	9,81	4,60	3,92	3,35	2,88	2,47	2,13	1,63	1,24	0,94	0,70	0,51	0,36	0,23	0,12	0,02				
	0,88	11,51	6,74	5,79	5,00	4,34	3,43	2,68	2,10	1,64	1,28	1,00	0,77	0,58	0,42	0,29	0,17	0,06			
	1,00	13,08	8,66	7,47	6,48	5,14	4,04	3,20	2,53	2,00	1,59	1,27	1,00	0,79	0,60	0,45	0,31	0,19	0,07		
	1,13	14,78	10,77	9,30	7,37	5,78	4,57	3,64	2,90	2,32	1,86	1,50	1,20	0,96	0,76	0,58	0,43	0,30	0,17	0,06	
	1,25	16,35	12,58	10,64	8,28	6,53	5,19	4,14	3,33	2,68	2,17	1,77	1,44	1,17	0,94	0,74	0,57	0,42	0,28	0,16	0,04
	1,50	19,63	15,43	13,03	10,20	8,08	6,46	5,20	4,22	3,44	2,82	2,32	1,92	1,59	1,31	1,07	0,87	0,68	0,52	0,37	0,23

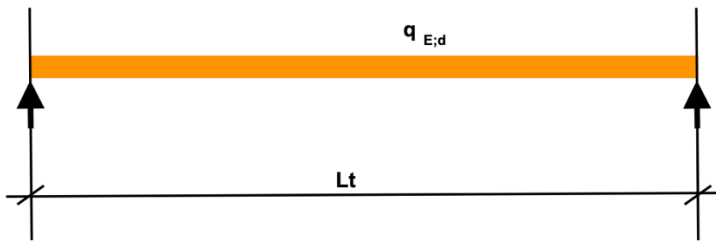


Uit de tekening blijkt dat de dakplaten als een 2-velde of 3-velde overspanning zijn uitgevoerd.

Het blijkt dat de stalen dakplaat minimaal 0,91 kN/m² aan permanente belasting, exclusief eigen gewicht dakplaat, kan dragen. In de nieuwe situatie is de permanente belasting gelijk aan 0,30 (permanente belasting) - 0,10 (eigen gewicht dakplaat) + 0,25 (zonnepanelen) + 0,07 (nieuwe dakbedekking en isolatie = 0,52 kN/m² < 0,91 kN/m²).

De dakplaat SAB106 voldoet.

6.5.3 Stalen IPE240 dakliggers S2 t/m S9



Overspanning is maximaal 7,80 m.

Eigen gewicht IPE240		= 0,32 kN/m
Uit stalen dakplaten	= 3,60 x 0,30	= <u>1,08</u> -
Totaal permanent bestaande situatie		= 1,40 kN/m
Sneeuwbelasting	= 3,60 x 0,56	= 2,02 kN/m
Zonnepanelen, extra isolatie en dakbedekking	= 3,60 x (0,25+0,07)	= 1,15 kN/m

$$q_{E;d} = 1,2 \times (1,40 + 1,15) + 1,5 \times 2,02 = 6,09 \text{ kN/m}$$

$$M_{E;d} = 1/8 \times 6,09 \times 7,80^2 = 46,3 \text{ kN.m}$$

$$\text{IPE240. } W_y = 324 \text{ cm}^3. \quad M_{R;d} = 324 \times 0,235 = 76,1 \text{ kN.m}$$

$$u_c = 46,3 / 76,1 = 0,61 < 1,00. \text{ Voldoet ruim op sterkte.}$$

Controle doorbuiging:

$$u_{0n} = 8,2 \text{ mm.}$$

$$u_{\text{sneeuw}} = 11,8 \text{ mm.} = 1/668 \times L_t \rightarrow \text{Voldoet ruim.}$$

$$u_{\text{zonnepanelen}} = \underline{6,7 \text{ mm.}}$$

$$u_{\text{eind}} = 26,7 \text{ mm.} = 1/292 \times L_t < 1/250 \times L_t. \text{ Voldoet.}$$

Bovendien zijn de liggers nog met een zeeg van 12 mm uitgevoerd.

$$u_{\text{eind}} = 26,7 - 12,0 = 14,7 \text{ mm.} = 1/530 \times L_t < 1/250 \times L_t. \text{ Voldoet.}$$

Overige liggers met kleinere overspanning voldoen uiteraard ook.

6.5.4 Stalen IPE270 dakligger S10 en S18

Overspanning is maximaal 9,50 m.

Eigen gewicht IPE270		= 0,37 kN/m
Uit stalen dakplaten	= 3,60 x 0,30	= <u>1,08</u> -
Totaal permanent bestaande situatie		= 1,45 kN/m

Sneeuwbelasting	= 3,60 x 0,56	= 2,02 kN/m
Zonnepanelen	= 3,60 x (0,25+0,07)	= 1,15 kN/m

$$q_{E;d} = 1,2 \times (1,45 + 1,15) + 1,5 \times 2,02 = 6,15 \text{ kN/m}$$

$$M_{E;d} = 1/8 \times 6,15 \times 9,50^2 = 69,4 \text{ kN.m}$$

$$\text{IPE270. } W_y = 429 \text{ cm}^3. \quad M_{R;d} = 429 \times 0,235 = 100,8 \text{ kN.m}$$

$$uc = 69,4 / 100,8 = 0,69 < 1,00. \text{ Voldoet ruim op sterkte.}$$

Controle doorbuiging:

$$u_{on} = 12,6 \text{ mm.}$$

$$u_{sneeuw} = 17,6 \text{ mm.} = 1/668 \times L_t \rightarrow \text{Voldoet ruim.}$$

$$u_{zonnepanelen} = \underline{10,0 \text{ mm.}}$$

$$u_{eind} = 40,2 \text{ mm.} = 1/235 \times L_t > 1/250 \times L_t.$$

Bovendien zijn de liggers nog met een zeeg van 20 mm uitgevoerd.

$$u_{eind} = 40,0 - 20,0 = 20,0 \text{ mm.} = 1/475 \times L_t < 1/250 \times L_t. \text{ Voldoet.}$$

6.5.5 Stalen vakwerkligger entreegebied

Overspanning is maximaal 6,20 m.

Eigen gewicht vakwerk		= 0,30 kN/m
Uit stalen dakplaten	= 4,50 x 0,30	= <u>1,35</u> -
Totaal permanent bestaande situatie		= 1,65 kN/m

Sneeuwbelasting	= 4,50 x 0,56	= 2,52 kN/m
-----------------	---------------	-------------

Zonnepanelen+isolatie	= 4,50 x (0,25+0,07)	= 1,44 kN/m
-----------------------	----------------------	-------------

$$q_{E;d} = 1,2 \times (1,65 + 1,44) + 1,5 \times 2,52 = 7,49 \text{ kN/m}$$

$$M_{E;d} = 1/8 \times 7,49 \times 6,20^2 = 36,0 \text{ kN.m}$$

$$\text{Hoogte vakwerk} = \text{gemiddeld } (400 + 720) / 2 = 560 \text{ mm.}$$

$$\text{Koker 80.80.5. } A = 1.473 \text{ mm}^2. \quad M_{R;d} = 1.473 \times 235 \times 10^{-3} \times 0,56 \text{ m.} = 193,8 \text{ kN.m.}$$

$$uc = 36,0 / 193,8 = 0,19 < 1,00. \text{ Voldoet ruim op sterkte, doorbuiging is niet maatgevend.}$$



7 Conclusie

Op basis van een belastingvergelijking volgens de NEN8700 kan geconcludeerd worden dat het plaatsen van zonnepanelen zondermeer mogelijk is op het piramidedak en de platte (beton) daken van de multifunctionele ruimten. Er is rekening gehouden met zonnepanelen maximaal 25,0 kg/m² (inclusief ballast) op het platte dak en 8,0 kg/m² op het schuine piramidedak (mechanisch bevestigd).

Tevens is er rekening gehouden met extra isolatie en dakbedekking met een gewicht van 7,0 kg/m².

Uit controleberekeningen van de staalconstructie van het platte dak rondom het zwembad en entree blijkt dat de staalconstructie voldoet met de extra belasting uit zonnepanelen met een gewicht van maximaal 25,0 kg/m² inclusief ballast + extra isolatie en nieuwe dakbedekking met een gewicht van 7,0 kg/m².

Advies: nooduitlaten die te hoog zijn ingeplakt, t.p.v. het stalen dak, met onderzijde te verlagen naar maximaal 30 mm. boven de dakbedekking.