

Notitie

HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings

Aan: Gemeente Assen, Geske Barendregt
Van: Twan Hendriks
Datum: 28 mei 2021
Kopie: Tamara Beens, Gerhard Kadijk
Ons kenmerk: BI1097IBNT2105281400
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door: Twan Hendriks

Onderwerp: Verkenning zon-op-dak inzake gebouwsterkte
Notitie constructieve haalbaarheid project RES en zon-op-dak te Assen

1 Introductie

De gemeente Assen heeft het voornemen om in het kader van de RES (Regionale Energie Strategie) Drenthe 1.0 en het project 'zon-op-dak' haar duurzaamheidsambitie concrete invulling te geven, onder andere door het toepassen van zonnepanelen op bestaande daken. Hiertoe zijn al diverse initiatieven genomen en documenten opgesteld. De gemeente Assen streeft ernaar haar daken optimaal te benutten. In de RES is daartoe een ambitie zon-op-dak opgenomen. Voor de verdere uitwerking van deze ambitie is inzicht in de constructieve haalbaarheid van het toepassen van deze PV panelen op bestaande daken wenselijk. Daartoe heeft de gemeente Assen Royal HaskoningDHV (RHDHV) gevraagd hierover te adviseren om zo – ondanks het ontbreken van informatie omtrent het beschikbare aanbod daken, de variatie in verschijningsvormen en de bouwtechnische dossiers – een kwalitatieve onderbouwing te geven van de constructieve haalbaarheid van haar ambities in het kader van het project 'zon-op-dak'.

De daken waarop het project 'zon-op-dak' van toepassing kan zijn, zijn van woongebouwen, kantoren, industriegebouwen en agrarische gebouwen. Deze gebouwen hebben verschillende typen daken, variërend van lichte stalen daken (agrarisch, industrieel) tot zwaardere, meer steenachtige (betonnen) daken bij kantoren en/of woningen.

Deze notitie zal daarom ingaan op de constructieve haalbaarheid van het plaatsen van zonnepanelen bij diverse typen daken en per type dak zal – op basis van de ervaringen van RHDHV van de laatste jaren met betrekking tot het plaatsen van zonnepanelen – een indicatieve uitspraak worden gedaan over de haalbaarheid per daktype.

Deze haalbaarheidsindicatie is geenszins een onderbouwing of het plaatsen van PV panelen voor welk specifiek dak dan ook. Te allen tijde zal er per dak een beschouwing moeten worden gemaakt op constructieve, bouwkundige en overige aspecten om vast te stellen of het plaatsen van PV panelen mogelijk is. Deze notitie kan enkel als richtinggevend gebruikt worden voor het portfolio van gebouwen in de gemeente Assen.

2 Uitgangspunten

De volgende documenten, correspondentie en overleggen zijn gebruikt als basis voor deze notitie:

- [1] NEN-EN 1990: Grondslagen van het Constructief Ontwerp;
- [2] NEN-EN 1991: Belastingen op Constructies;
- [3] NEN 8700: Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen;
- [4] e-mail van Tamara Beens (gemeente Assen), d.d. 21-04-2021, 15:42u;
- [5] e-mail van Gerhard Kadijk (gemeente Assen), d.d. 22-04-2021, 10:43u;
- [6] het telefonisch onderhoud met Tamara Beens, Gerhard Kadijk, Geske Barendregt (allen gemeente Assen) en Twan Hendriks (RHDHV), d.d. 22-04-2021, 13:30 uur.

3 Aanpak

Om te kunnen bepalen of het plaatsen van zonnepanelen qua constructieve belasting mogelijk is op een willekeurig dak zal de reservecapaciteit van de constructieve belasting van dat betreffende dak bepaald moeten worden. Om deze reservecapaciteit te kunnen bepalen zijn gegevens van de bestaande constructie nodig en kan uit de ontwerpdocumenten, samen met een gebouwinspectie (ter verificatie van de ontwerpdocumenten) worden bepaald of er reservecapaciteit aanwezig is en zo ja: hoeveel reservecapaciteit aanwezig is. In dit geval is dit echter praktisch gezien niet mogelijk, omdat het portfolio aan gebouwen te groot is, en de werkzaamheden om dit goed te bepalen te veelomvattend zijn om hier een goede uitspraak over te kunnen doen op korte termijn. Daarnaast is in de originele ontwerpdocumenten van gebouwen die 5-10 jaar of ouder zijn, vaak geen belasting gereserveerd voor het plaatsen van zonnepanelen en zal de reserve op een andere manier moeten worden onderzocht. Precies op dit punt biedt de NEN 8700 [3] uitkomst. Omdat het niet passend is om een uitgebreid onderzoek per pand te maken voor het starten van project 'zon-op-dak', is er in deze notitie voor gekozen om dit voor een aantal in Nederland typische, veel voorkomende daken te doen, om daarmee vervolgens een vertaling te kunnen maken naar het portfolio van de gemeente Assen.

De NEN 8700 biedt uitkomst, omdat op basis hiervan gerekend kan worden met lagere belastingfactoren voor bestaande gebouwen dan bij nieuwbouw, omdat deze bestaande gebouwen reeds langere tijd hun sterkte hebben bewezen. Uiteraard onder voorwaarde dat de constructies van deze gebouwen in goede staat zijn en dat er geen schade is of andere afwijkingen. Bij toepassing van deze lagere belastingfactoren ontstaat reserve in de belastingen ten opzichte van de ontwerpuitgangspunten. Deze reserve kan worden gebruikt om de belasting van zonnepanelen op te nemen.

Om een indicatie te geven van de variatie die qua reservecapaciteit in de verschillende bouwwerken aanwezig kan zijn, worden drie veel voorkomende scenario's indicatief berekend. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de gebouwen zich bevinden in Gevolgklasse 2 (CC2, Consequence Class 2), wat naar onze verwachting geldt voor de meeste gebouwen in het portfolio, conform onderstaande fragment uit [3].

CC2	Voor zover niet opgenomen in CC1 of CC3: Eengezinswoningen ¹⁰⁾ met 4 of meer bouwlagen Woongebouwen hotels en kantoorgebouwen Onderwijsgebouwen Winkels Ziekenhuizen Openbare gebouwen Industriegebouwen waarvoor noot a niet geldt of met 3 of meer bouwlagen Parkeergarages	Bruggen die niet zijn ingedeeld in CC 1 of CC 3.
CC1	Eengezinswoningen ¹⁰⁾ met 1, 2 of 3 bouwlagen Landbouwbedrijfsgebouwen ^a Tuinbouwkassen ^a Industriegebouwen met 1 of 2 bouwlagen ^a	Bruggen waarvoor gedurende de gehele ontwerplevensduur geldt: — de brug ligt niet in een economisch belangrijke route, — het aantal vrachtwagens is minder dan 2 000 per jaar per rijstrook en — er is een beperkt risico op grote maatschappelijke of letselschade. Bruggen in landwegen, woonwijken enz.

^a Uitsluitend voor productiedoeleinden, waarbij het aantal personen binnen beperkt is.

Figuur 1: Fragment van Tabel NB.21 van NEN 8700 [3]: voorbeelden van gebouwen in gevolgklasse 2 (CC2) en gevolgklasse 1 (CC1)

Tabel NB.4 - A1.2(B) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B)

Blijvende en tijdelijke ontwerp situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
(Vgl. 6.10a)	$1,35 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,5 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
(Vgl. 6.10b)	$1,2 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,5 Q_{k,1}$		$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

^a Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met $1,2 G_{k,j,sup}$.

^b Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.

Figuur 2: Tabel NB.4 van NEN-EN 1990 met belastingfactoren behorend bij nieuwbouw

Tabel A2.2(B) en (C) — Partiële belastingsfactoren (γ) voor de uiterste grenstoestanden STR en GEO

Belastingsfactoren bij verbouw					
Belastings-combinatie	Blijvende belastingen		Verkeer	Wind	Overige variabele belasting
	Ongunstig	Gunstig			
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse 1a/b	1,10	0,90	1,10	1,20	1,10
Gevolgklasse 2	1,25	0,90	1,25(1,20)	1,40	1,30
Gevolgklasse 3	1,30	0,90	1,35(1,30)	1,60	1,50
(Vgl. 6.10b)	$\xi \gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse 1a/b	1,10	0,90	1,10	1,20	1,10
Gevolgklasse 2	1,15(1,10)	0,90	1,25(1,20)	1,40	1,30
Gevolgklasse 3	1,20(1,15)	0,90	1,35(1,30)	1,60	1,50

Figuur 3: Fragment van Tabel A2.2 uit NEN 8700 [3]: belastingfactoren behorend bij bestaande bouw bij verbouw

De beschreven methode kan ook worden toegepast op gebouwen in andere Gevolgklassen. Met name Gevolgklasse 1 (Consequence Class 1, CC1) zal ook vaker voorkomen, vooral bij gebouwen in de agrarische sector. In CC1 (en ook in CC3) zullen de belastingfactoren afwijken, en daarmee zal de berekening andere resultaten voor de restcapaciteit geven.

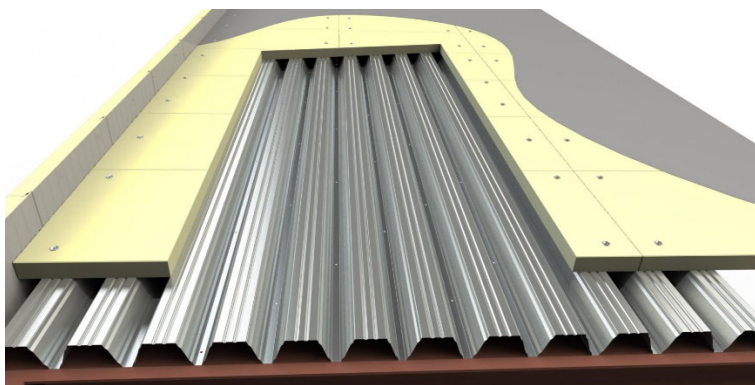
4 Berekeningsprincipe

4.1 Algemeen

Om te bepalen wat de reservecapaciteit aan draagvermogen is moeten de belastingen in beeld worden gebracht, evenals de Gevolgklasse. Voor de Gevolgklasse is hiervoor al aangegeven dat CC2 wordt gebruikt voor deze indicatieve berekeningen. Voor het bepalen van de belastingen wordt onderscheid gemaakt in drie typen daken:

- Licht stalen dak;
- Betonnen dak;
- Gasbetondak.

4.2 Licht stalen dak



Figuur 4: voorbeeld opbouw licht stalen dak met isolatie en dakbedekking

Voor een licht stalen dak kunnen in de praktijk verschillende waarden qua belastingen worden aangehouden. In deze berekening zullen enkele veel voorkomende belastingen worden weergegeven. Het is altijd belangrijk om voor het specifieke gebouw de daadwerkelijke belastingen in beeld te brengen, zie ook het hoofdstuk aanbevelingen.

Belastingopbouw:

Dakbedekking:	0,05 kN/m ²
Isolatie:	0,10 kN/m ²
Dakplaten:	0,15 kN/m ²
Plafond & installaties onderdaks (bijv. sprinkler):	0,10 kN/m ² +
Totaal permanente belasting:	0,40 kN/m ²
Veranderlijke belasting (sneeuw):	0,56 kN/m ²

Volgens de nieuwbouweisen en toepassen van rekenregels conform Bouwbesluit en Eurocode (o.a. vastgesteld met [1] en [2]), wordt de rekenwaarde¹ van de belasting als volgt bepaald met Vgl. 6.10b:

$$1,2 * 0,40 \text{ kN/m}^2 + 1,5 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

Als nu dezelfde constructie beschouwd wordt in de bestaande toestand volgens [3], en dezelfde rekenwaarde van de belasting mag worden toegelaten (wat in beginsel zo is), dan volgt daaruit:

$$1,15 * (0,40 \text{ kN/m}^2 + \text{'reservecapaciteit'}) + 1,3 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 1,32 \text{ kN/m}^2$$
$$1,15 * (0,40 \text{ kN/m}^2 + 0,11 \text{ kN/m}^2) + 1,3 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

Met andere woorden: als de rekenregels van de NEN 8700 worden toegepast op het bestaande gebouw, dan resulteert hieruit een restcapaciteit aan permanente belasting van 0,11 kN/m².

Dat betekent in dit hypothetische geval dat een PV panelensysteem kan worden toegepast tot een maximum van 11 kg/m².

Als er gerekend zou zijn met hogere belastingen (bijvoorbeeld een hogere variabele belasting als gevolg van sneeuwophoping of toepassing van grind of tegels op het dak), dan zou de restcapaciteit voor PV panelen ook automatisch groter zijn. Doorgaans is dit bij lichte stalen daken echter niet het geval, daarom is er in dit voorbeeld ook geen rekening mee gehouden.

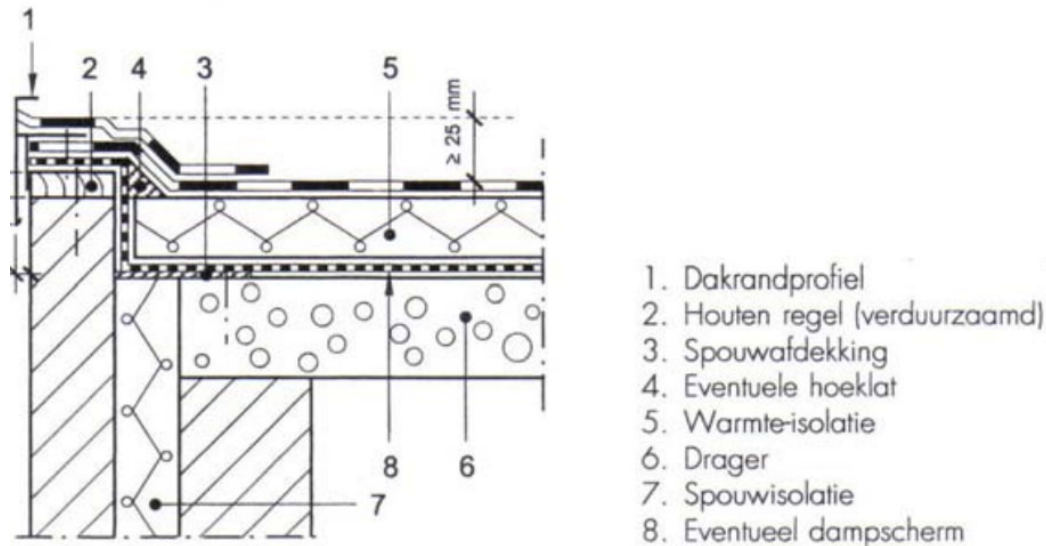
PV panelen met een geballast systeem zijn het meest voorkomend en het meest praktisch aan te brengen. Deze systemen wegen doorgaans 18 kg/m². In dit hypothetische geval zou dus:

$$11 \text{ kg/m}^2 / 18 \text{ kg/m}^2 \times 100\% = \mathbf{61\% \text{ van het dakvlak kunnen worden gebruikt voor zonnepanelen.}}$$

Daarnaast moet in de beschouwing per pand altijd goed worden gekeken naar het plaatsen van de ballast, want dit leidt doorgaans tot concentraties van belastingen die lokaal de capaciteit van de constructie kunnen overschrijden. Daarom is een zorgvuldige engineering van het systeem met al haar facetten van essentieel belang, evenals een goede constructieve controle hierop.

¹ Rekenwaarde van de belasting = alle gelijktijdig in rekening te brengen belastingen opgeteld, elk vermenigvuldigd met de van toepassing zijnde belastingfactor.

4.3 Betonnen dak



Figuur 5: voorbeeld dakopbouw betonnen dak

Voor een betonnen dak kunnen in de praktijk verschillende waarden qua belastingen worden aangehouden. In deze berekening zullen enkele veel voorkomende belastingen worden weergegeven. Het is altijd belangrijk om voor het specifieke gebouw de daadwerkelijke belastingen in beeld te brengen, zie ook het hoofdstuk aanbevelingen.

Belastingopbouw:

Dakbedekking:	0,05 kN/m ²
Isolatie:	0,10 kN/m ²
Betondak 20cm dik:	5,00 kN/m ²
<u>Plafond & installaties onderdaks (bijv. sprinkler):</u>	<u>0,10 kN/m² +</u>
Totaal permanente belasting:	5,25 kN/m ²

Veranderlijke belasting (sneeuw): 0,56 kN/m²

Volgens de nieuwbouweisen en toepassen van rekenregels conform Bouwbesluit en Eurocode (o.a. vastgesteld met [1] en [2]), wordt de rekenwaarde van de belasting als volgt bepaald met Vgl. 6.10b:

$$1,2 * 5,25 \text{ kN/m}^2 + 1,5 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 7,14 \text{ kN/m}^2$$

Als nu dezelfde constructie beschouwd wordt in de bestaande toestand volgens [3], en dezelfde rekenwaarde van de belasting mag worden toegelaten (wat in beginsel zo is), dan volgt daaruit:

$$1,15 * (5,25 \text{ kN/m}^2 + \text{'reservecapaciteit'}) + 1,3 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 7,14 \text{ kN/m}^2$$

$$1,15 * (5,25 \text{ kN/m}^2 + 0,32 \text{ kN/m}^2) + 1,3 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 7,14 \text{ kN/m}^2$$

Met andere woorden: als de rekenregels van de NEN 8700 worden toegepast op het bestaande gebouw, dan resulteert hieruit een restcapaciteit aan permanente belasting van 0,32 kN/m².

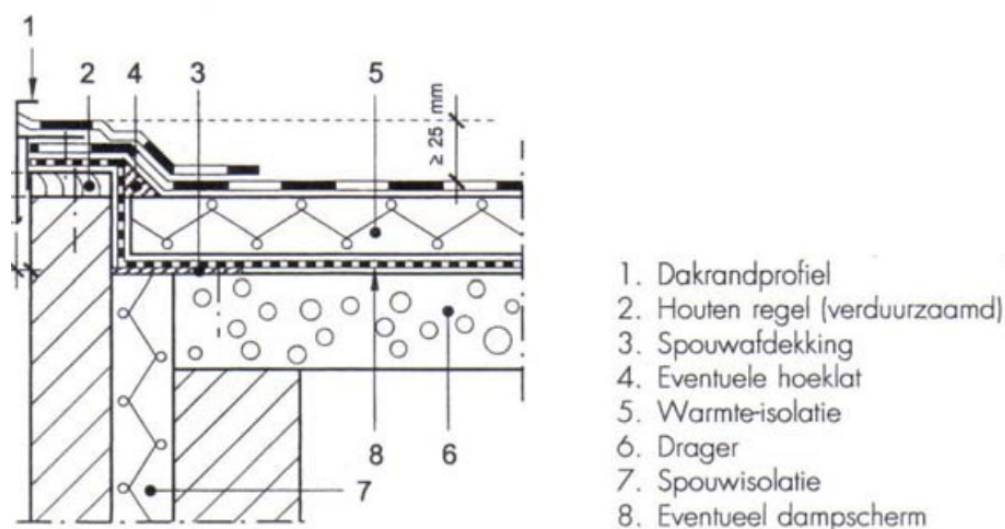
Dat betekent in dit hypothetische geval dat een PV panelensysteem kan worden toegepast tot een maximum van 32 kg/m².

Als er gerekend zou zijn met hogere belastingen (bijvoorbeeld een hogere variabele belasting als gevolg van sneeuwophoping of toepassing van grind of tegels op het dak), dan zou de restcapaciteit voor PV panelen ook automatisch groter zijn.

PV panelen met een geballast systeem zijn het meest voorkomend en het meest praktisch aan te brengen. Deze systemen wegen doorgaans 18 kg/m^2 . In dit hypothetische geval is de restcapaciteit een stuk groter, namelijk 32 kg/m^2 , en **kan de constructie het PV panelensysteem dragen**.

Daarnaast moet in de beschouwing per pand altijd goed worden gekeken naar het plaatsen van de ballast, want dit leidt doorgaans tot concentraties van belastingen die lokaal de capaciteit van de constructie kunnen overschrijden. Daarom is een zorgvuldige engineering van het systeem met al haar facetten van essentieel belang, evenals een goede constructieve controle hierop.

4.4 Gasbetondak



Figuur 6: voorbeeld dakopbouw gasbetondak

Deze figuur ziet er hetzelfde uit als het figuur bij het betonnen dak. Het principe is hetzelfde. Dit betekent dat het onderscheid tussen deze twee daktypes enkel door bureaustudie, aangevuld met inspectie ter plaatse kan worden vastgesteld. Dat het zeer belangrijk is om te constateren om welk type dakconstructie het gaat, zal verderop blijken.

Voor een gasbetondak kunnen in de praktijk verschillende waarden qua belastingen worden aangehouden. In deze berekening zullen enkele veel voorkomende belastingen worden weergegeven. Het is altijd belangrijk om voor het specifieke gebouw de daadwerkelijke belastingen in beeld te brengen, zie ook het hoofdstuk aanbevelingen.

Belastingopbouw:

Dakbedekking:	$0,05 \text{ kN/m}^2$
Isolatie:	$0,10 \text{ kN/m}^2$
Gasbetonnen dakplaten 20cm (600 kg/m^3):	$1,20 \text{ kN/m}^2$
Plafond & installaties onderdaks (bijv. sprinkler):	$0,10 \text{ kN/m}^2 +$
Totaal permanente belasting:	$1,45 \text{ kN/m}^2$

Veranderlijke belasting (sneeuw): $0,56 \text{ kN/m}^2$

Volgens de nieuwbouweisen en toepassen van rekenregels conform Bouwbesluit en Eurocode (o.a. vastgesteld met [1] en [2]), wordt de rekenwaarde van de belasting als volgt bepaald met Vgl. 6.10b:
 $1,2 * 1,45 \text{ kN/m}^2 + 1,5 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 2,58 \text{ kN/m}^2$

Als nu dezelfde constructie beschouwd wordt in de bestaande toestand volgens [3], en dezelfde rekenwaarde van de belasting mag worden toegelaten (wat in beginsel zo is), dan volgt daaruit:
 $1,15 * (1,45 \text{ kN/m}^2 + \text{'reservecapaciteit'}) + 1,3 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 2,58 \text{ kN/m}^2$
 $1,15 * (1,45 \text{ kN/m}^2 + 0,16 \text{ kN/m}^2) + 1,3 * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 2,58 \text{ kN/m}^2$

Met andere woorden: als de rekenregels van de NEN 8700 worden toegepast op het bestaande gebouw, dan resulteert hieruit een restcapaciteit aan permanente belasting van $0,16 \text{ kN/m}^2$.

Dat betekent in dit hypothetische geval dat een PV panelensysteem kan worden toegepast tot een maximum van 16 kg/m^2 .

Als er gerekend zou zijn met hogere belastingen (bijvoorbeeld een hogere variabele belasting als gevolg van sneeuwophoping of toepassing van grind of tegels op het dak), dan zou de restcapaciteit voor PV panelen ook automatisch groter zijn. Dit is bij lichte daken echter niet standaard het geval, daarom is er in dit voorbeeld ook geen rekening mee gehouden.

PV panelen met een geballast systeem zijn het meest voorkomend en het meest praktisch aan te brengen. Deze systemen wegen doorgaans 18 kg/m^2 . In dit hypothetische geval zou dus:
 $16 \text{ kg/m}^2 / 18 \text{ kg/m}^2 * 100\% = 89\%$ **van het dakvlak kunnen worden gebruikt voor zonnepanelen.**
Alternatief kan zijn om met lichtgewicht PV systemen te werken. Deze zijn echter kostbaarder.

Daarnaast moet in de beschouwing per pand altijd goed worden gekeken naar het plaatsen van de ballast, want dit leidt doorgaans tot concentraties van belastingen die lokaal de capaciteit van de constructie kunnen overschrijden. Daarom is een zorgvuldige engineering van het systeem met al haar facetten van essentieel belang, evenals een goede constructieve controle hierop.

5 Conclusies

Uit de indicatieve berekeningen blijkt dat in bestaande constructies in veel gevallen nog reservecapaciteit kan worden gevonden voor het plaatsen van PV panelen, ook als hier ten tijde van het ontwerp nog geen rekening mee is gehouden. Dit zal in de praktijk betekenen dat in veel gevallen het plaatsen van PV panelen mogelijk is, al dan niet in beperkte mate.

Bij lichte daken zoals stalen of gasbetonnen daken is de restcapaciteit sterk afhankelijk van de gerekende en aanwezige belastingen en is een zorgvuldige inspectie en nader onderzoek en engineering van essentieel belang. Enerzijds om onveilige situaties te voorkomen en anderzijds om te voorkomen dat onterecht wordt geconcludeerd dat er onvoldoende reservecapaciteit aanwezig is om PV panelen te plaatsen.

Bij lichte daken (zowel de lichte stalen daken als de gasbetonnen daken) is de constructieve onderbouwing voor het plaatsen van PV panelen vaak een uitdaging. Geregeld lukt dit. Vaak wordt een reservecapaciteit gevonden die het plaatsen van panelen wel mogelijk maakt, echter voor een bepaald percentage van het dak. In diverse gevallen zal blijken dat de reservecapaciteit onvoldoende is – of niet voldoende kan worden onderbouwd – om op een veilige en verantwoorde wijze PV panelen op deze daken te plaatsen.

Op basis van onze ervaringen van de laatste jaren zal het plaatsen van PV panelen op lichte daken (zowel staal als gasbeton) na uitvoerig onderzoek (!) gemiddeld bij zo'n 50% tot 70% van de daken haalbaar zijn. Bij een groot percentage van deze gebouwen is de belastingreserve beperkt ($<18 \text{ kg/m}^2$), waardoor de opbrengst lager dan maximaal zal zijn.

Bij betonnen daken is de constructieve onderbouwing voor het plaatsen van PV panelen doorgaans wat eenvoudiger door het relatief hoge eigen gewicht, zoals ook blijkt uit het voorbeeld. Vaak lukt dit en blijkt dat de reservecapaciteit voldoende is om op een veilige en verantwoorde wijze PV panelen op deze daken te plaatsen. Echter kunnen ook hier zich problemen voordoen met betrekking tot de dakbedekking en/of de toegepaste isolatie. Maar voor de constructieve onderbouwing is er doorgaans voldoende reservecapaciteit aanwezig.

Op basis van onze ervaringen van de laatste jaren zullen bij betonnen daken in 80-90% van de gevallen zonder grote problemen PV panelen kunnen worden geplaatst.

Uit bovenstaand volgen de resultaten in onderstaande tabel:

Tabel 1: overzicht daktypes en haalbaarheid

Daktype	Fictief benuttingspercentage dakvlak o.b.v. belasting PV systeem	Indicatie haalbaarheid plaatsing PV-panelen
Licht stalen dak	61%	50%-70%
Betonnen dak	100%	80%-90%
Gasbetondak	89%	50%-70%

Er is dus een groot verschil tussen gebouwen met betonnen daken en gebouwen met gasbetonnen daken, terwijl dit aan de buitenkant vaak niet goed te zien is. Het is dus erg belangrijk dit goed te onderzoeken, om niet de verkeerde conclusies te trekken.

De ambitie van de gemeente Assen in de RES is dat het plan zon-op-dak vooral van toepassing is voor grotere daken. Deze zijn doorgaans licht van aard (staal of gasbeton). Kantoren, grotere appartementencomplexen en zorginstellingen hebben vaak zwaardere (betonnen) daken.

6 Aanbevelingen

Voordat tot een beslissing wordt overgegaan om zonnepanelen te plaatsen zal per dak (en soms zelfs per dakdeel) een beschouwing moeten worden gemaakt om deze afweging te kunnen maken. In deze beschouwing en in dit onderzoek moeten tenminste de volgende zaken worden bekeken. Deze lijst is niet uitputtend en kan aangevuld worden n.a.v. de resultaten van het nadere onderzoek:

Constructief:

- bureaustudie en inspectie of constructie is uitgevoerd conform ontwerp;
- of er afwijkingen / wijzigingen ten opzichte van het ontwerp zijn;
- of er schade is opgetreden;
- dakweging uitvoeren (verificatie dakbelastingen door uitsnijding stuk dak, bijv. 0,5 m x 0,5 m); in de praktijk blijken vaak afwijkingen aanwezig, bijvoorbeeld als gevolg van meermalig overlagen van dakbedekking, wat de reservecapaciteit nadelig kan beïnvloeden;
- zijn er genoeg noodoverstorten aanwezig en hebben deze voldoende afvoercapaciteit;
- afschot-inmeting (minimaal 16 mm/m, mede ter voorkoming wateraccumulatie).

Bouwkundig:

- is de onderliggende isolatie bestand tegen langdurige belasting door PV panelen;
- is de staat van de dakbedekking afdoende om jarenlang PV panelen op te laten rusten.

In de pilot zon-op-dak, die momenteel loopt in de gemeente Assen wordt dit proces doorlopen.

Voor alle typen daken kunnen in de praktijk verschillende waarden qua belastingen worden gevonden. In deze notitie zijn enkele veel voorkomende belastingen weergegeven. Het is echter altijd belangrijk om voor het specifieke gebouw(deel) de daadwerkelijke belastingen in beeld te brengen om onder- of overschatting van de reservecapaciteit te voorkomen. Beide situaties zijn ongewenst. Overschatting van de restcapaciteit kan leiden tot onveilige situaties. Onderschatting van de restcapaciteit kan leiden tot een (mogelijk onterechte) conclusie dat het plaatsen van PV panelen niet mogelijk is.

PV panelen met een geballast systeem zijn het meest voorkomend, goedkoopst, snelst en het meest praktisch aan te brengen. Deze systemen wegen doorgaans 18 kg/m². Afhankelijk van de leverancier en het van toepassing zijnde windgebied kan hier een marge in zitten van enkele kg/m². Assen ligt in windgebied III, dus een verhoging als gevolg van een ander windgebied is in Assen niet van toepassing.

7 Recente ontwikkelingen en innovaties

Daarnaast kunnen – bij onvoldoende reservecapaciteit in het dak - alternatieve systemen worden onderzocht die lichter zijn. Bij onvoldoende reservecapaciteit in de dakplaten, maar voldoende reservecapaciteit in de hoofdconstructie, kan gebruik worden gemaakt van PV systemen die zelf (bovendaks) overspannen van dakbalk naar dakbalk of van draagmuur naar draagmuur. Tevens kunnen PV systemen worden toegepast die niet werken met ballast, maar mechanisch aan het dak worden bevestigd. Deze zijn doorgaans veel lichter, echter levert dit het vaak ongewenste effect op dat de mechanische verankeringen door de waterdichte laag moeten worden gemaakt, met alle bijbehorende risico's, en soms verzekeringsproblematiek. Dit is daarom in principe ongewenst ten opzichte van een geballast PV systeem.

Ook zijn er ontwikkelingen op het gebied van zonnepanelen direct aanbrengen op dakbedekking (door middel van lijmen/plakken), wat zorgt voor minder ballast en dus lagere belastingen, en daarmee zorgt voor een snellere haalbaarheid.

Daarnaast wordt de opbrengst per paneel steeds hoger, wat zorgt voor eenzelfde opbrengst met minder oppervlak, en een snellere haalbaarheid.

Uit ervaring blijkt dat er daken zijn waarbij de potentie qua constructieve belastbaarheid niet ten volle wordt benut. Stimuleren, ontzorgen en samenwerken zouden een positieve bijdrage kunnen leveren aan de verdere verduurzaming en benutting van het beschikbare (belasting)potentieel.

Nijmegen, 28 mei 2021
ir. T.M.M. (Twan) Hendriks
raadgevend ingenieur