

Kansrijke daken en parkeerplaatsen voor zonnestroom in Nederland

September 2023

info@generation.energy



Inhoud

1. Inleiding
 2. Correctiefactoren
 3. Kansrijke daken en parkeerplaatsen
- Bijlagen

1. Inleiding



1.1 Doelstelling

Het doel van deze analyse is het inzichtelijk maken van gebieden en daken/parkeerplaatsen waar nauwelijks problemen zijn (**kansen voor realisatie**) en daarnaast ook inzicht in factoren die de kansrijkheid verkleinen (**opgaven**).

Hiertoe **correctiefactoren** te ontwikkelen waarmee de kansrijkheid van zonnestroom op daken en parkeerplaatsen bepaald kan worden.

- Deze analyse is bedoeld voor gemeenten, RES-regio's, dak-eigenaren en ontwikkelaars van zonnestroomprojecten.
- Deze factoren dragen bij in het **gesprek** dat de gemeenten en regio's aangaan met marktpartijen om zonnestroom te stimuleren.

1.2 Aanpak

Om te komen tot een meer realistisch potentieel is aan Generation.Energy de vraag gesteld om correctiefactoren voor zonnestroom te maken waarmee een technisch potentieel per pand, wijk en regio verder verfijnd kan worden naar inzicht in kansrijke en minder kansrijke daken en parkeerplaatsen.

Door per dak in kaart te brengen hoeveel belemmeringen er mogelijk gelden, en waar mogelijk ook duiding te geven in de mate waarin de belemmering realisatie van zonnestroom hindert ontstaat een beeld van kansrijke daken (geen of weinig belemmeringen) en de daken waar nog wel iets gedaan moet worden om het kansrijk te maken, en wat dan. Ook wordt zichtbaar op welke daken meerdere belemmeringen spelen en dat deze pas kansrijk worden als meerdere belemmeringen tegelijk worden opgelost.

In deze rapportage is de methode en een beschrijving van deze factoren inclusief effecten terug te vinden. Op basis van de dataset “Zon op gebouw en parkeerplaatsen” zijn analyses gemaakt op nationaal niveau en worden de landelijke inzichten nader geduid in de synthese.

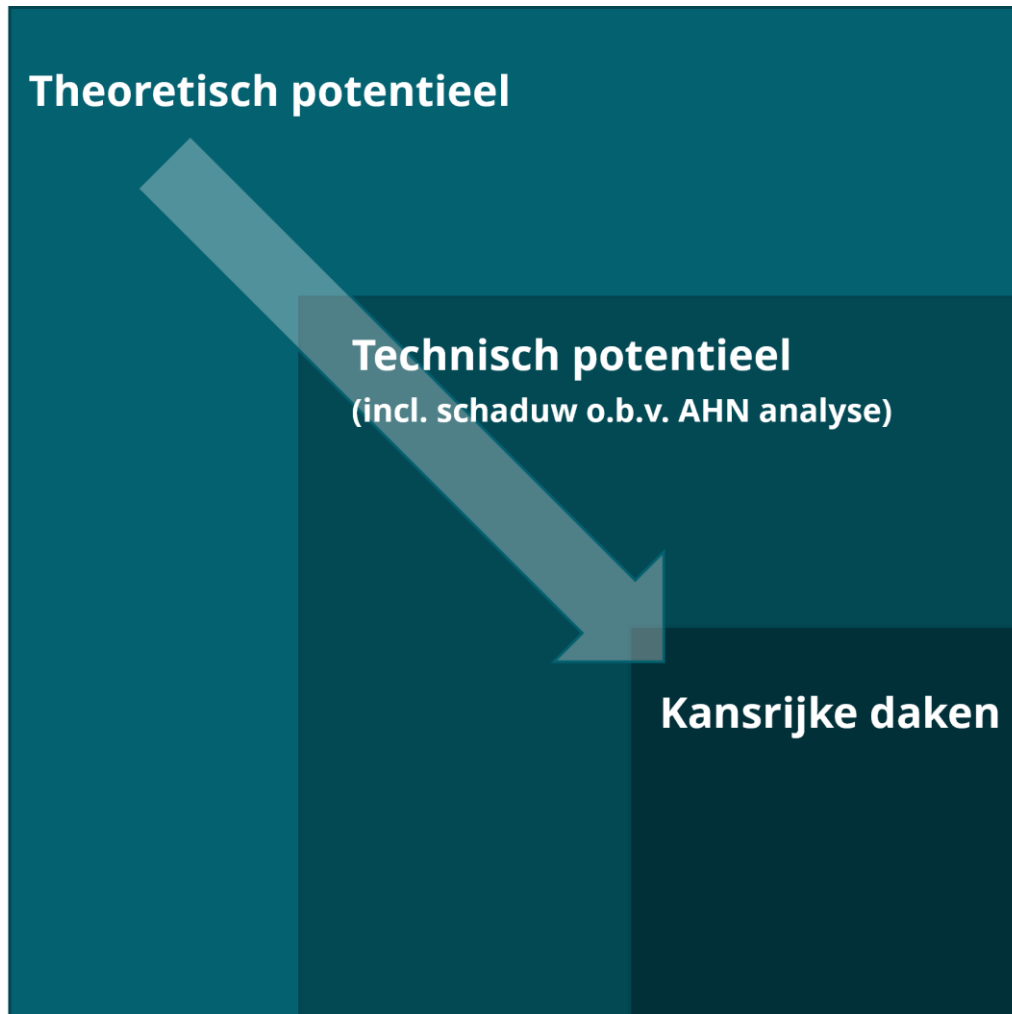
In [Bijlage A](#) zijn de afzonderlijke correctiefactoren en de onderbouwing daarvan nader uitgewerkt en in [Bijlage B](#) is een nadere analyse van de resultaten van dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen die is uitgevoerd te vinden.

Met de bij deze rapportage horende dataset correctiefactoren is op gebouw niveau na te gaan welke factoren mogelijk belemmeringen vormen. Van sommige belemmeringen is zekerder dat deze ook daadwerkelijk spelen dan van andere, waardoor deze dataset en de uitkomsten van deze rapportage altijd als indicatie van mogelijke belemmeringen of – daar waar geen belemmeringen verwacht worden - kansrijke daken en parkeerplaatsen voor zon gelezen dient te worden.

In [bijlage D](#) is een toelichting te vinden op de dataset correctiefactoren met daarin uitleg over de inhoud, het format en de indeling van de dataset en hoe de geodata te gebruiken.

Naast het onderzoek kansrijke daken (trede 1) en parkeerplaatsen (trede 2) voor zonnestroom in Nederland is er een eerste zeer grove inschatting gemaakt naar het potentieel in trede 2 en 3 van de zonneladder, in totaal ongeveer 9,5 GW.

1.3 Potentiëlen



Voor het potentieel van zonnestroom op daken en parkeerplaatsen worden verschillende definities gebruikt.

Theoretisch potentieel

Dit wordt bepaald door de totale instraling op Nederlandse daken en parkeerplaatsen en het theoretisch maximaal haalbare rendement van fotonvoltaïsche panelen.

Technisch potentieel

In het technisch potentieel is rekening gehouden met het daadwerkelijke omzettingsrendement van zonnepanelen, met schaduw, met het feit dat een oppervlak meestal niet volledig bedekt kan worden met panelen en met de verliezen die optreden in zonnestroom systemen. Van het technisch potentieel bestaat een dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen.

Kansrijke daken en parkeerplaatsen

Kansrijke daken en parkeerplaatsen zijn daken/parkeerplaatsen waar én een technische potentie is én geen belemmeringen (correctiefactoren) spelen.

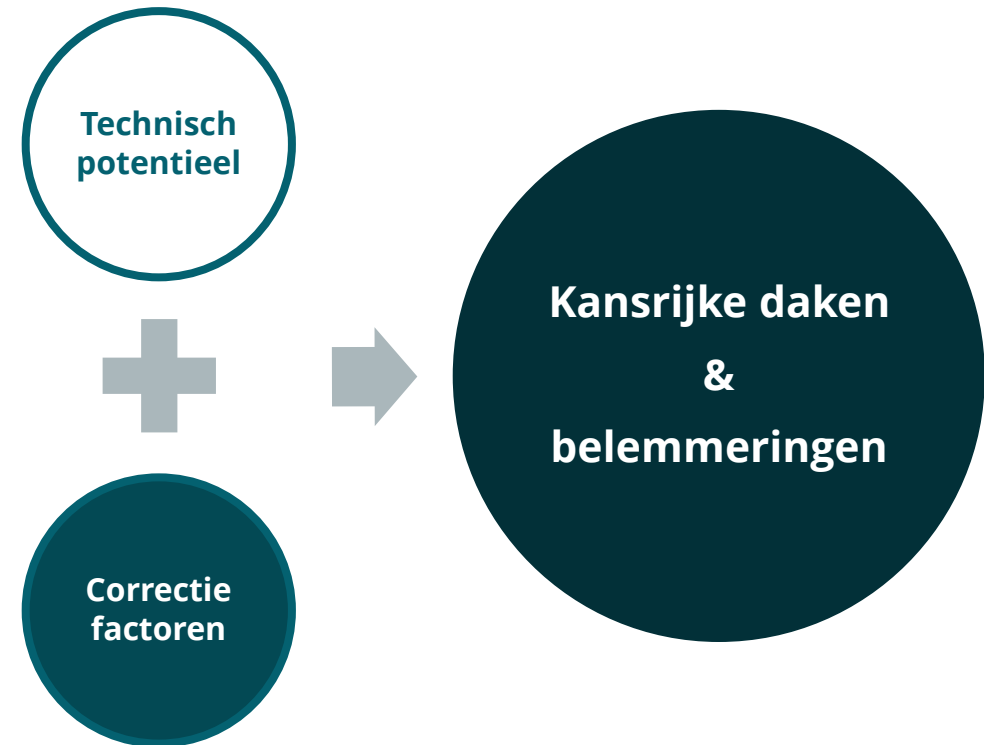
In dit onderzoek wordt het effect van afzonderlijke (correctie)factoren steeds vergeleken met het technische potentieel.

1.4 Methode – doorlopen stappen

In deze analyse is via 2 stappen gekomen tot kansrijke daken en parkeerplaatsen voor zonnestroom in Nederland. In eerste instantie zijn verschillende correctiefactoren, ofwel mogelijke belemmeringen voor de realisatie van zonnestroom, geïdentificeerd. Vervolgens is per mogelijke belemmering geanalyseerd voor welke daken dit speelt en wat het effect ervan is.

De daken en parkeerplaatsen waar geen van deze correctiefactoren spelen en waar wel een technisch potentieel aanwezig is worden als kansrijke daken en parkeerplaatsen aangeduid.

De overige daken en parkeerplaatsen, waar wel ook een technisch potentieel voor zonnestroom aanwezig is, bevatten één of meer mogelijke belemmeringen. De verschillende mogelijke belemmeringen zijn daarbij niet ten opzichten van elkaar gewogen of gewaardeerd, aangezien de factoren en ook eventuele mitigerende maatregelen ongelijksoortig zijn.



1.5 Scope correctiefactoren

In de eerste expertsessie is samen met de deelnemers gekomen tot de volgende lijst van te onderzoeken (in scope) correctiefactoren. Beperkingen als gevolg van:

- dakramen;
- bestaande zonnepanelen;
- monumenten of beschermde stadsgezichten;
- constructie;
- asbest;
- netcongestie;
- aansluiting;
- dubbel gebruik parkeren.

Daarnaast bestaan er natuurlijk nog meer factoren die van invloed kunnen zijn op de kansrijkheid van zonnestroom op een dak of parkeerplaats (zie ook figuur hiernaast), maar waar niet de primaire focus van deze analyse op ligt aangezien dit een ruimtelijke analyse betreft. Denk hierbij aan verzekerbareheid of de businesscase.

Buiten de scope van dit onderzoek zijn gehouden de correcties die doorgaans al plaatsvinden om van theoretisch potentieel naar technisch potentieel te komen (bijvoorbeeld uitsluiting van noorddaken of oppervlakken met beschaduwing vanwege te geringe instraling).

In [bijlage B](#) is meer informatie te vinden over uitgangspunten met betrekking tot het technisch potentieel.



Buiten scope

Noord daken

Gevels

PVT

2. Correctiefactoren

2.1 Correctiefactoren

Het is met de beschikbare data niet voor alle mogelijke belemmeringen mogelijk deze op pand niveau te identificeren en te bepalen of deze belemmering speelt.

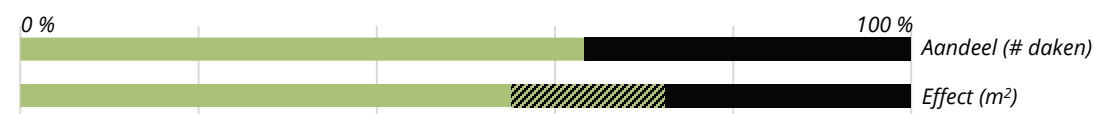
Om die reden maken we in de analyse onderscheid in **pand- of objectgebonden** factoren waarvan de informatie op pand of objectniveau beschikbaar is en factoren die we **type gebonden** of **gebruik gebonden** factoren noemen. Van de type- en gebruik gebonden factoren is geen data beschikbaar op pand of objectniveau.

Dat betekent dat als een belemmering specifiek speelt bij gebouwen van een bepaald type (bijvoorbeeld gebouwsoort, bouwjaar) en of gebruik, dat aan alle panden en objecten met dat kenmerk de belemmering als mogelijk aanwezig meekrijgen. Zo hebben bijvoorbeeld alle panden met kenmerk agrarisch en bouwjaar 1945-1994 de belemmerende factor mogelijke aanwezigheid van asbestdak, maar kan het voorkomen dat dat ook panden waarvan het asbest verwijderd is of niet aanwezig is deze factor hebben gekregen. Op een groter schaalniveau, zoals gemeenten of regio's, is deze factor preciezer in te schatten.

Hier heeft de dataset de functie van identificeren van een mogelijke belemmering omdat daarop een verhoogde kans is ten opzichte van andere panden en objecten, maar zonder dat precies bekend is of de belemmering zich op het betreffende dak ook daadwerkelijk voordoet.

In [bijlage A](#) is een nadere onderbouwing per correctiefactor te vinden.

De effecten van de factoren zijn steeds vergeleken met het technisch potentieel op daken ([zie bijlage B](#)). Deze effecten worden op de pagina's hierna steeds direct onder de titel in een staafdiagram weergegeven.



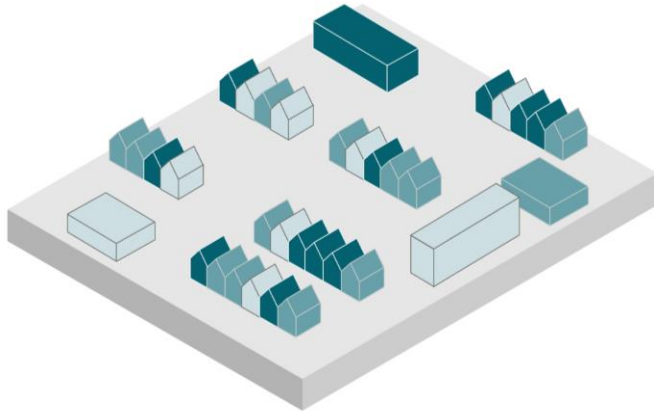
In dit diagram geeft de bovenste staaf een indicatie van het aandeel van de daken/parkeerplaatsen met technisch potentieel (#) waar deze factor mogelijk speelt (zwart) en onder in zwart hoe groot het mogelijke effect is van de factor (m^2) ten opzichte van het technisch potentieel en ten opzichte van het deel van het technisch potentieel waar de specifieke factor mogelijk speelt (zwart-groen gearceerd). Het effect van een correctiefactor is namelijk niet altijd 100% t.o.v. de panden waar de factor speelt.

Het kan daarnaast voorkomen dat een factor bij veel daken speelt maar dat het totale effect beperkt is, of andersom.

Op een uitsnede wordt vervolgens getoond waar op welke daken of parkeerplaatsen deze factor aanwezig is of mogelijk aanwezig. In zwart de daken waar de betreffende factor mogelijk aanwezig is en in groen de daken waar deze belemmering waarschijnlijk niet speelt.

2.2 Correctiefactoren (categorieën)

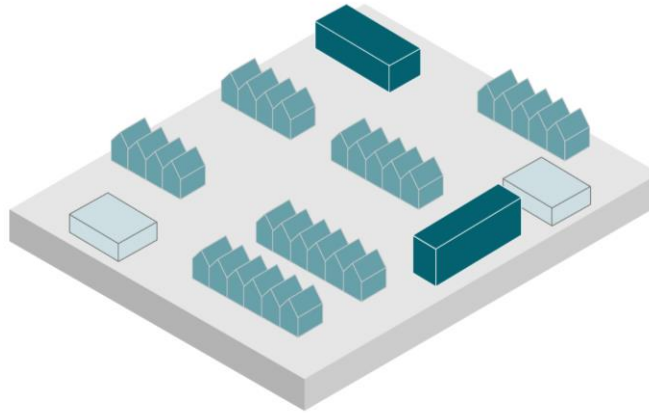
In de eerste expertsessie is samen met de deelnemers gekomen tot de eerder genoemde lijst van te onderzoeken (in [scope](#)) correctiefactoren. De correctiefactoren zijn grofweg in 3 categorieën in te delen:



Pand/object gebonden

Deze factoren zijn specifiek voor een pand of object en kunnen per pand verschillend zijn. Bijvoorbeeld het ene pand heeft wel zonnepanelen en het andere pand niet.

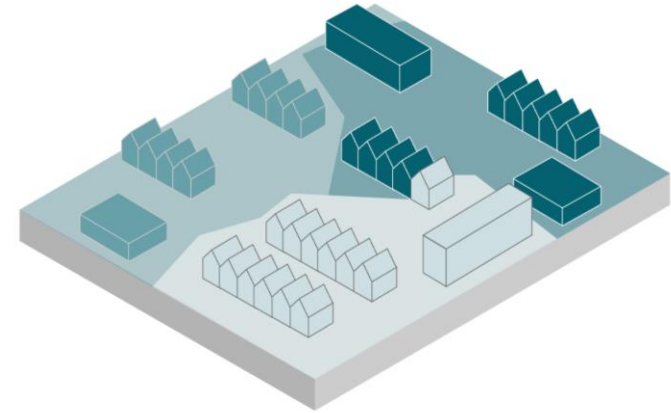
1. Vormfactor potentievlak zonnestroom
2. Bestaande zonnepanelen
3. Monumenten / beschermd stadsgezicht
4. Eigendom
5. Parkeren



Type gebonden

Deze factoren zijn ook specifiek voor een pand alleen bestaat hiervoor geen land dekkende dataset. Het ene pand heeft geen dakramen en het andere wel alleen weten we niet welke. Deze factoren zijn gemiddelde factoren per gemeente, regio of heel Nederland.

6. Dakramen en kleine obstakels
7. Constructie
8. Asbestdaken



Gebruik gebonden

De laatste categorie gaat over factoren die in principe losstaan van het pand maar bijvoorbeeld meer te maken hebben met het gebruik van het netwerk en de ruimte op het elektriciteitsnetwerk.

9. Netcongestie (GV)
10. Aansluiting (KV)

1. Vormfactor

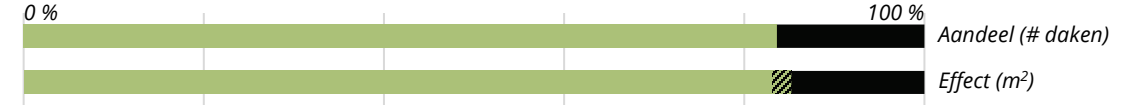


Het technisch potentieel oppervlak op gebouwen is soms te smal of grillig van vorm en daarmee mogelijk ongeschikt voor zonnestroom. De vormfactor onderzoekt deze grillige of smalle delen van het technisch potentieel en sluit deze (momenteel) niet bruikbare delen van het technisch potentieel uit.

Aangezien de vormfactor in principe op elk dakvlak kan spelen is hiervan geen kaartbeeld gemaakt. Het mogelijke landelijk effect kan optellen tot circa 10% van het technisch potentieel.

Het gebruik van kleinere zonnepanelen kan de potentie op daken met veel onhandige hoekjes en kleine resterende oppervlaktes vergroten.

2. Bestaand PV



Afhankelijk van de hoeveelheid bestaande zonnepanelen kan er nog ruimte bestaan voor additionele zonnepanelen binnen het technisch potentieel oppervlak. De incentive voor extra PV kan echter kleiner zijn als je al een substantieel aantal panelen op je dak hebt liggen.

Meer dan 16% van de panden (begin 2021) met technisch potentieel beschikt over een PV-systeem. Het effect van deze factor op het technisch potentieel is iets lager (15%).



3. Monument



Het effect van monumenten of beschermde stadsgezichten op het technisch potentieel is klein, alhoewel lokaal logischerwijs grote verschillen kunnen bestaan. Als een pand een monument is dan is het effect mogelijk groot.

Aanpassingen aan het uiterlijk van zonnepanelen kunnen mogelijk leiden tot extra potentieel op monumenten/beschermde stadsgezichten.



4. Eigendom



Ook de eigendomssituatie kan een nadelig effect hebben op het technisch potentieel. Om dit in kaart te brengen zijn de volgende panden geselecteerd en deels van het potentieel in mindering gebracht.

- woningen met meerdere eigenaren of met een buitenlandse eigenaar
- niet woningen zonder adres of met meerdere eigenaren



5. Parkeren



Er lijkt een groot technisch potentieel te zijn boven parkeerplaatsen. Een aantal van deze parkeerplaatsen heeft echter soms ook een functie als markt of kermis of anderzijds dubbel gebruik. Bovenstaande grafiek kijkt (in tegenstelling tot de grafieken van de andere factoren) alleen naar parkeerterreinen, niet naar daken.

Wanneer deze parkeerplaatsen buiten beschouwing worden gelaten wordt het potentieel logischerwijs minder.



6. Dakramen



Meestal zijn de obstakels op daken goed herkend in het technisch potentieel. Kleine schoorstenen en dakramen of lichtstraten die niet herkend zijn kunnen alsnog een belemmering vormen voor te realiseren zonnepanelen.

Aangezien niet precies te bepalen is op welke daken dit speelt is een inschatting van deze factor gemaakt op basis van een onderzoek van meerdere daken. Deze factor kan dan ook op alle daken spelen maar het mogelijk te verwachten effect is klein.

Ook hier geldt dat kleinere zonnepanelen mogelijk een positief effect kunnen hebben op het potentieel.

7. Constructie

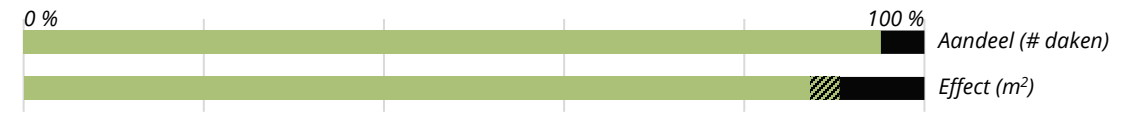


Constructieve beperkingen kunnen voorkomen bij verschillende panden. Mogelijk speelt deze factor bij ca 19% van de gebouwen met technisch potentieel. Het effect van deze factor is echter minder groot, mede omdat de factor niet bij alle panden daadwerkelijk aanwezig is.

Verbeteringen in de constructie, andere legplannen, lichtgewicht panelen of vervangen dakbedekking kunnen een deel van deze daken geschikt maken voor zonnestroom.



8. Asbest



Met name panden tussen 1945 en 1994 kunnen een verhoogde kans op asbest hebben en asbest komt met name voor bij bijgebouwen in agrarisch gebied, maar ook op bedrijventerreinen. Er zijn niet heel veel panden waar dit mogelijk speelt (ca. 5%) maar als de factor mogelijk speelt dan is het effect op het potentieel mogelijk groter.

Sanering van de asbestdaken kan kansen bieden voor zonnestroomsystemen.



9. Congestie (GV)

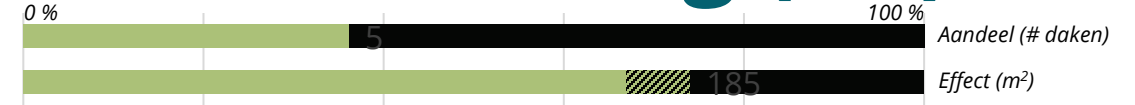


Voor nieuwe projecten met een grootverbruik aansluiting is in kaart gebracht door de netbeheerders waar nog transportcapaciteit op het netwerk beschikbaar is. Voor grotere daken met plannen voor zonnepanelen betekent dit dat dit niet altijd mogelijk is. Dit is terug te zien in het effect van deze factor.

Uitbreidingen in het transportnetwerk en flex-opties zoals batterijen kunnen het aan te sluiten potentieel vergroten.



10. Aansluiting (KV)



Ook op lagere spanningsniveaus kan congestie een beperkende factor zijn. Als iedereen zijn/haar dak helemaal vol legt met zonnepanelen dan kan het huidige netwerk dit niet aan. Deze factor speelt alleen wanneer een zeer groot deel van de woningeigenaren haar dak volledig wil benutten.

Ook deze factor kan worden beperkt door uitbreidingen in het aantal MSR's, flex-opties of het afschakelen van zonnestroom systemen tijdens pieken.



3. Kansrijke daken en parkeerplaatsen

3.1 Kansrijke daken en parkeerplaatsen

Het technisch potentieel oppervlak (daken en parkeerplaatsen) voor zonnestroom is circa 725 km². Daarvan is ca. 50 km² op parkeerplaatsen.

Met de correctiefactoren is het mogelijk om inzichtelijk te maken welke factoren per gemeente (of buurt of RES-regio) mogelijk het grootste knelpunt vormen voor realisatie van het technisch potentieel. Maar ook welke daken nu over de grootste kansen voor realisatie zonnestroom beschikken. In deze analyse maken we daarmee onderscheid in 3 typen daken/objecten:

1. Kansrijke daken (blauw)

Circa 8% van het technisch potentieel oppervlak is op basis van de in deze studie bepaalde factoren nu al kansrijk voor zonnestroom.

2. Daken met 1 belemmering (geel)

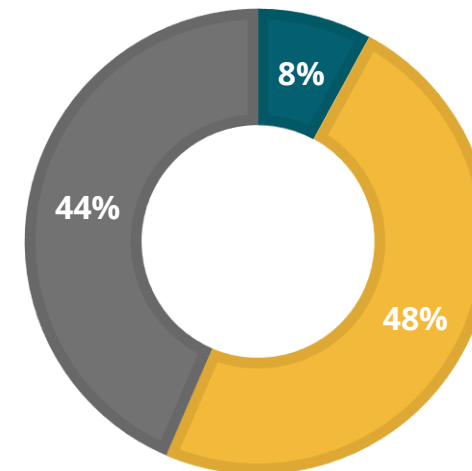
Bijna de helft van het potentieel oppervlak bevat één mogelijke belemmering. Hier kunnen mitigerende maatregelen zoals oplossen netcongestie, wegnemen constructiebeperkingen, ect het effect van de belemmering (deels) wegnemen.

3. Daken met meerdere belemmeringen (grijs)

Het resterend potentieel oppervlak bevat meer dan 1 mogelijke belemmeringen.

KANSRIJKHEID ZONNESTROOM BINNEN TECHNISCH POTENTIEEL

- Kansrijk oppervlak daken/objecten
- Potentieel oppervlak met 1 belemmering
- Potentieel oppervlak met meerdere belemmeringen



3.2 Pand- en object gebonden factoren

De getoonde factoren kunnen zowel afzonderlijk als in combinatie met andere factoren aanwezig zijn. Hiernaast is in kaart het aantal pand- en object gebonden factoren per pand getoond.

- Bestaande zonnepanelen
- Monument
- Eigendom
- Kas
- Parkeren

In groen zijn de daken getoond waar deze pand en object gebonden factoren niet spelen. Hoe meer verschillende arceringen hoe meer factoren er mogelijk bij een pand/parkeerplaats aanwezig kunnen zijn.



3.3 Type- en gebruik gebonden factoren

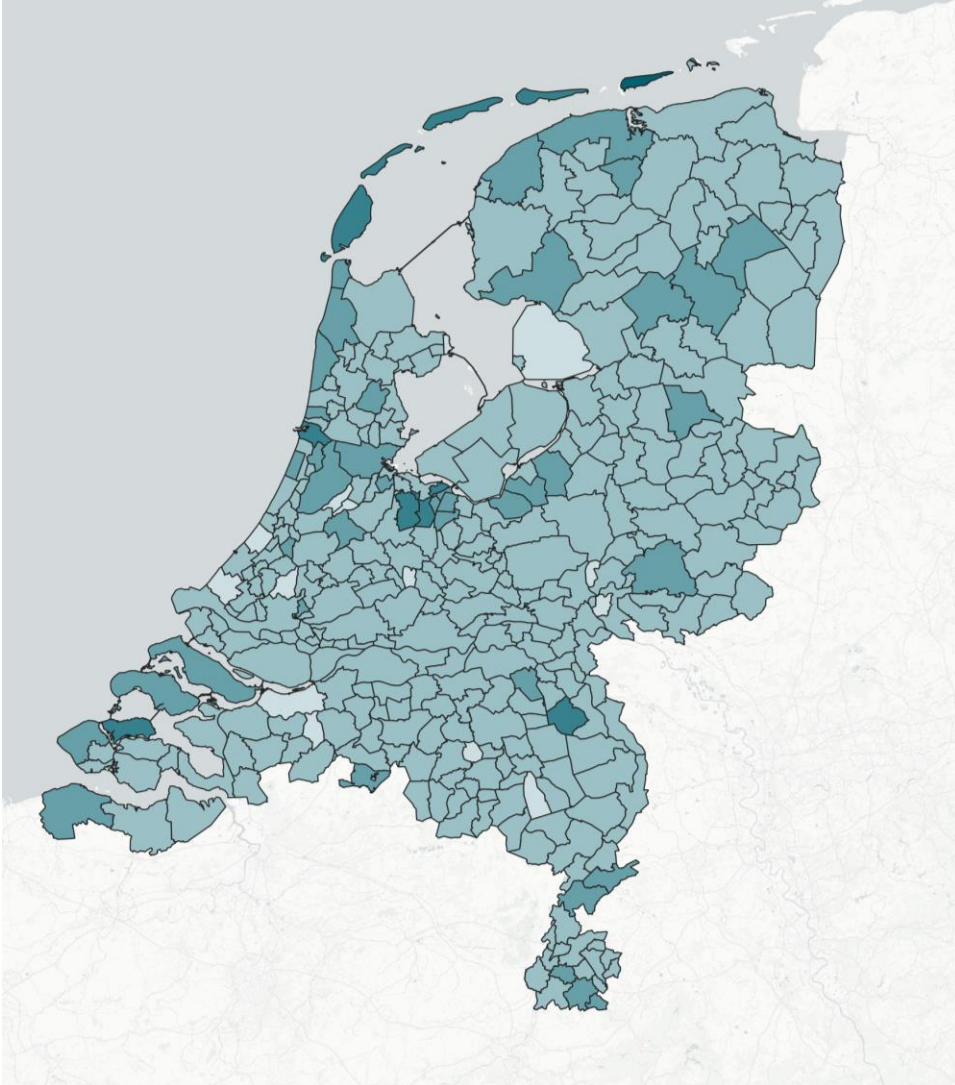
De getoonde factoren kunnen zowel afzonderlijk als in combinatie met andere factoren aanwezig zijn. Hiernaast is in kaart het aantal type- en gebruik gebonden factoren getoond per pand. Deze factoren zijn vaak minder duidelijk per pand aanwezig maar spelen over grotere gebieden of pandtypen en hebben andere mitigerende maatregelen.

- Netcongestie
- Aansluiting
- Constructie
- Asbest

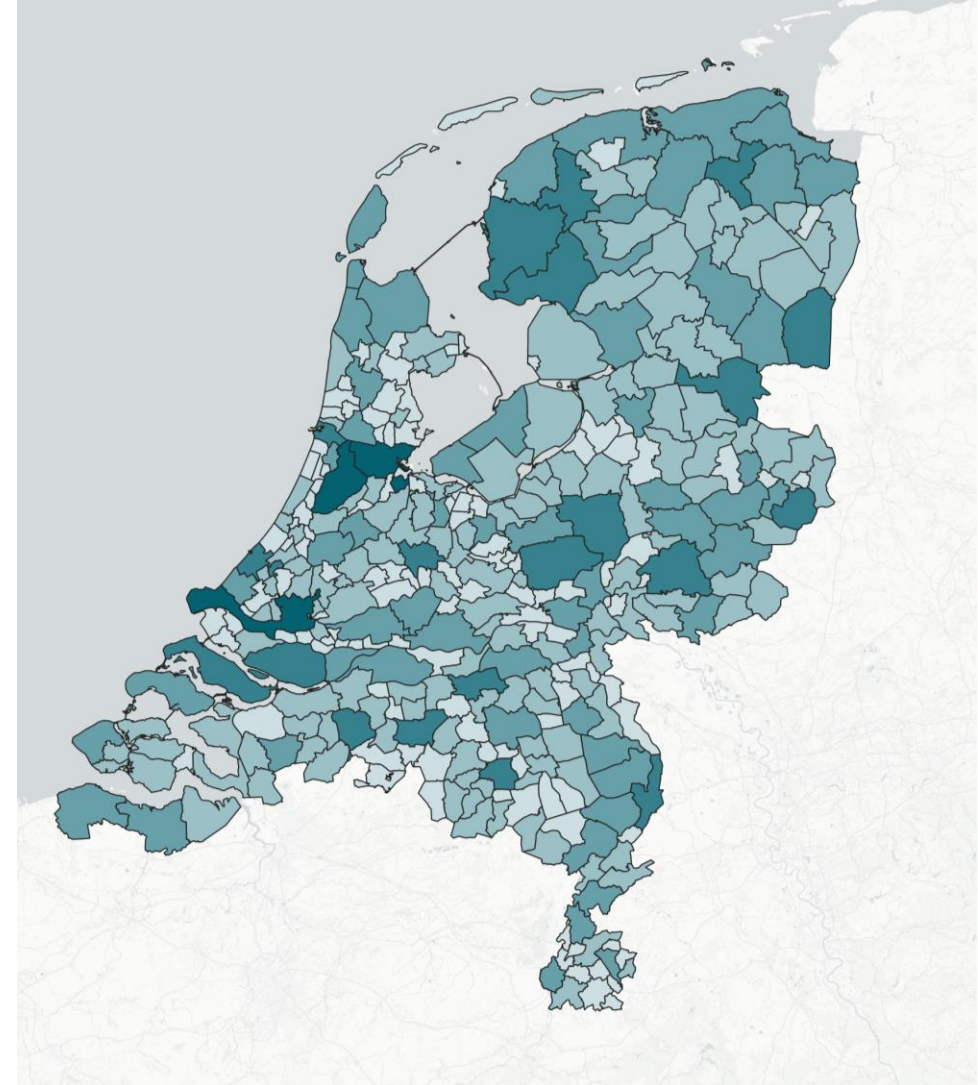
In groen zijn de daken getoond waar deze type- en gebruik gebonden factoren niet spelen. Hoe meer verschillende arceringen hoe meer factoren er mogelijk bij een pand/parkeerplaats aanwezig kunnen zijn.



3.4 Waar is het meeste kansrijke dakoppervlak?



Percentueel: oppervlak kansrijke daken ten opzichte van het oppervlak technisch potentieel



Absoluut: oppervlak kansrijke daken

Bijlagen

Bijlage A

Uitwerking correctiefactoren

Formule correctiefactoren

Alle factoren zijn berekend ten opzichte van een technisch potentieel.

Elke factor wordt als een percentage inzichtelijk gemaakt.

Effect factor is dan inzichtelijk door:

Technisch potentieel oppervlak x factor = **Effect factor**

óf

Technisch potentieel oppervlak x (100% - factor) = **Resterend potentieel oppervlak**

Bijvoorbeeld:

$10 \text{ m}^2 \times 5\% = 0,5 \text{ m}^2$ effect factor

$10 \text{ m}^2 \times (100\% - 5\%) = 9,5 \text{ m}^2$ resterend potentieel oppervlak

Deze formule maakt het ook mogelijk meerdere factoren tegelijk inzichtelijk te maken. (bijvoorbeeld $100\% - (\text{factor A} + \text{factor B})$)

Een factor van 60% (of 0,6) betekent dat 60% van het technisch potentieel als niet kansrijk voor zonnestroom wordt gezien en 40% als kansrijk.

0. Uitwerking factor kassen



Op basis van de gebruikte data voor het technisch potentieel op kassen is het niet mogelijk om te komen tot een goede inschatting van kansrijkheid voor PV-systemen. Dit komt door de vele ongelijksoortige resterende oppervlakken met een technisch potentieel voor zon-PV (zie beeld).

Daarnaast kan de functie van glastuinbouw en de bijbehorende eisen voor lichtdoorlatendheid beperkend zijn voor het potentieel.

Daarom is aan alle kassen een correctiefactor van 100% toegekend. In werkelijkheid zullen er wel degelijk kassen zijn waar potentie is voor zonnestroomsystemen, deze zijn alleen in deze analyse niet goed te onderscheiden.

1. Uitwerking vormfactor (woningen)



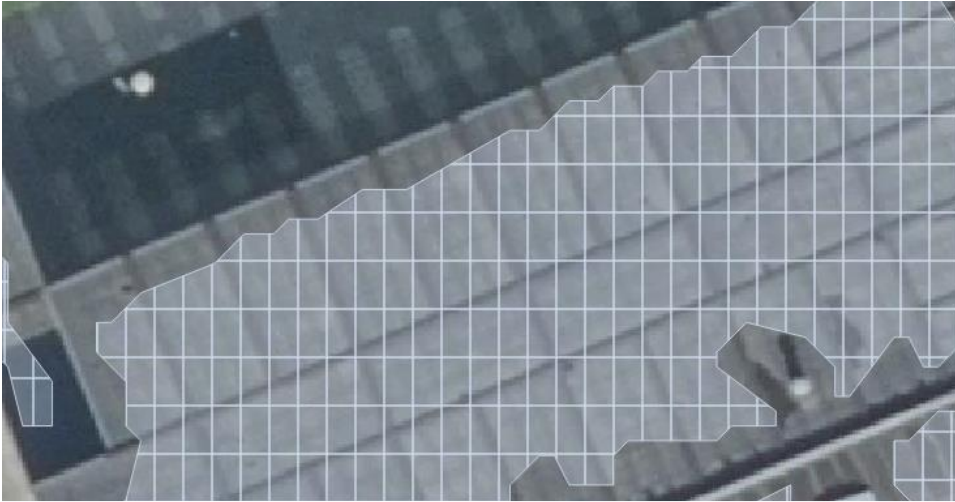
De polygonen van de potentieel oppervlakken op woningen zijn soms grillig van vorm en zijn daarmee mogelijk ongeschikt voor plaatsing van een standaard zonnepaneel (zie beeld linksboven; witte outline).

Deze hoekjes waar geen standaard zonnepanelen passen zijn van het potentieel oppervlak afgesneden door deze vlakken te corrigeren voor de maat van een zonnepaneel (zie beeld linksonder; blauwe outline).

De gehanteerde minimale breedte/lengte van een vorm is hier 1,5 meter. Dit is de korte zijde van een paneel inclusief wat werkruimte.



1. Uitwerking vormfactor (overige panden)



Het hiervoor beschreven effect geldt uiteraard ook voor overige daken. Hier is echter met een iets grotere marge gerekend (roze outline) om zo ook de niet bruikbare rafelranden langs de dakranden af te laten vallen van het potentieel (zie wit omcirkeld voorbeeld).

De gehanteerde minimale breedte/lengte van een vorm is hier 2 meter. Dit is de lange zijde van een paneel inclusief werkruimte.



2. Uitwerking factor Bestaand PV

Afhankelijk van de hoeveelheid bestaande zonnepanelen kan er nog ruimte bestaan voor additionele zonnepanelen binnen het potentieel oppervlak. De dataset “zon op gebouw” geeft een weergave van bestaande zonnepanelen maar laat niet zien waar deze zich op een dak bevinden ten opzichte van het technisch potentieel oppervlak. Daarmee is het dan ook niet mogelijk om een precieze inschatting te kunnen maken van het resterend potentieel op een dak.

Daarom is voor deze correctiefactor een wat meer algemene aanname gedaan.

Wanneer er zonnepanelen zijn gedetecteerd op woningen is verondersteld dat woningeigenaren/huurders geen zonnepanelen bijplaatsen tenzij er ‘slechts’ 2 panelen zijn gedetecteerd ($\leq 4 \text{ m}^2$) en er technische potentie is voor meer.

Aangezien op basis van de data uit fase 1 niet duidelijk is of gedetecteerde zonnepanelen binnen het potentieel oppervlak vallen of niet is hier aangenomen dat deze vlakken naast elkaar liggen op platte daken en dat op schuine daken gedetecteerde panelen altijd binnen het potentieel oppervlak vallen.

Voor daken van niet woningen is aangenomen dat wanneer meer dan 100 m^2 panelen zijn gedetecteerd factor 100% is en bij minder gedetecteerd PV oppervlak en een groter technisch potentieel dan 100 m^2 is de factor op 25% verondersteld.

3. Uitwerking factor monument



Voor de factor voor monumenten of beschermde stadsgezichten is per pand een analyse gemaakt van de zichtbare delen van daken van monumenten/beschermde stadsgezichten.

In de afbeelding hiernaast is per dakdeel een inschatting gemaakt of dit dakdeel zichtbaar is vanaf de openbare weg. Op basis van deze inschatting zijn alle dakdelen die rood (straatzicht) en lichtrood (hoek op straatzicht) zijn uitgesloten van het potentieel. De platte daken en de daken aan de tuinkant lijven wel een potentie houden.

4. Uitwerking factor eigendom

In deze analyse is aangenomen dat het op daken met meerdere eigenaren of gebouwen zonder adres lastiger is om zonenpanelen te realiseren dan op daken die een enkele eigenaar hebben.

Om deze factor in kaart te brengen hebben we de volgende selectie gemaakt en hieraan een factor van 50% en 25% gehangen. Nader onderzoek moet uitwijzen hoe groot deze factor daadwerkelijk is.

- Woningen met meerdere eigenaren of buitenlandse eigenaar (50%)
- Panden die geen woning zijn zonder adres of met meerdere eigenaren (25%)

5. Uitwerking factor parkeren

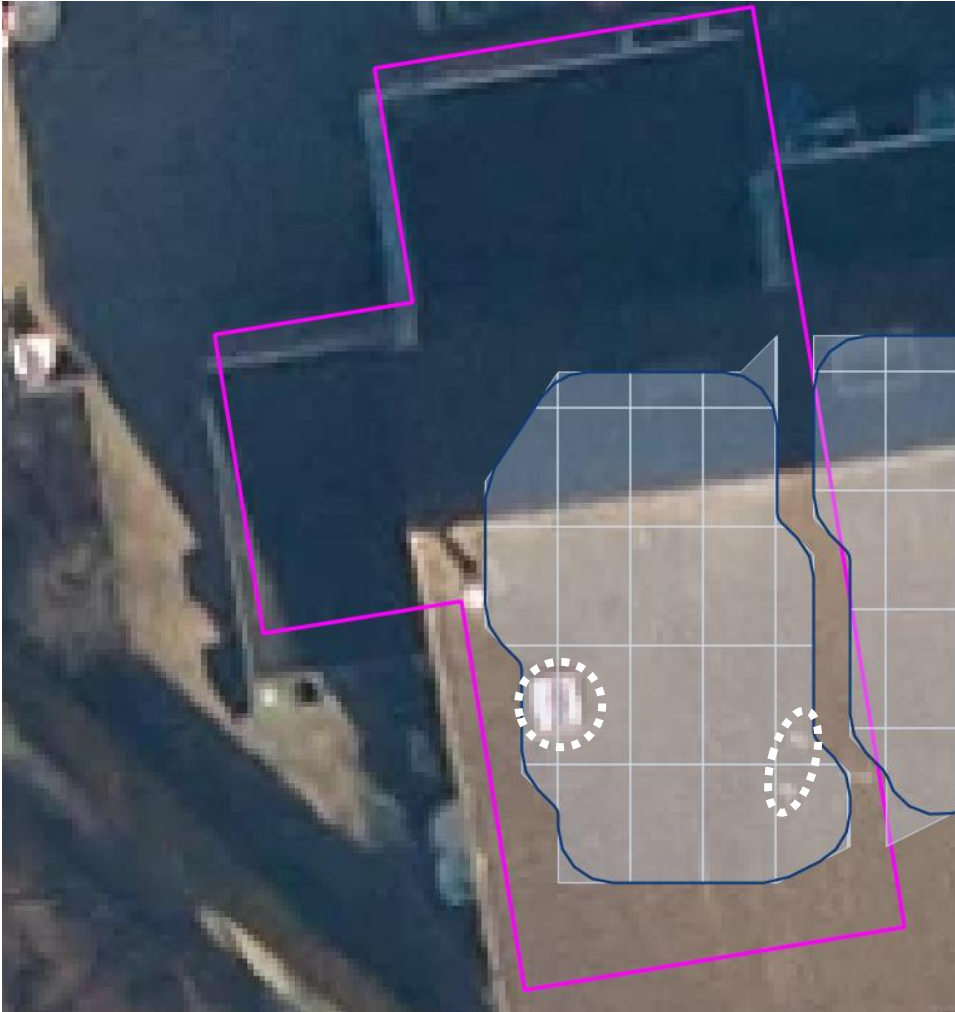
Vanwege het grote potentieel op parkeerplaatsen is in kaart gebracht waar parkeerterreinen met potentieel zich bevinden in Nederland.

Hiervoor is net als bij gebouwen voor alle parkeerplaatsen (TOP10NL) een analyse met de AHN hoogtedata uitgevoerd om het potentieel oppervlak boven deze parkeerplaatsen te kunnen bepalen.

Een aantal van deze parkeerplaatsen heeft echter soms ook een functie als markt of kermis of anderzijds dubbel gebruik.

Om dit inzichtelijk te maken is de parkeerfactor gemaakt. Deze factor wordt bepaald door de aanwezigheid van dubbel ruimtegebruik (o.b.v. functieaanduiding 'publieke ruimtes' in ruimtelijke plannen) en indien dit het geval is dan is de factor 100%.

6. Uitwerking factor dakramen



Meestal zijn in het technisch potentieel obstakels op daken goed herkend. Kleine schoorstenen en dakramen of lichtstraten kunnen echter toch een belemmering vormen voor te realiseren zonnepanelen.

Om dit effect mee te kunnen nemen als factor is voor 50 random geselecteerde woningen en overige panden in kaart gebracht wat dit effect is. Hiernaast afgebeeld het effect op 1 van deze woningen (witte cirkels).

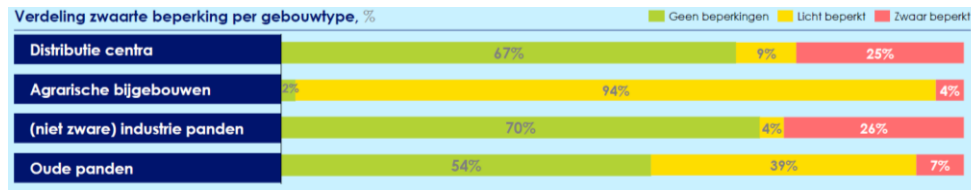
Voor woningen is dit gemiddelde effect minimaal (ca. 3%) en voor niet woningen is dit effect iets groter (ca. 5%).

7. Uitwerking factor constructie

De factor om het effect te laten zien van panden met een beperkte bouwconstructie is ontleend aan de Systemic studie "Constructieve beperkingen voor zon op dak in utiliteitsbouw, 2021".

Hierbij is gekeken naar de volgende panden (met daarbij steeds ook de factor (licht- en zwaar beperkt)):

- Distributiecentra (34%)
- Agrarische bijgebouwen (98%)
- (niet zware) industriepanden (30%)
- Oude panden (46%)



Op basis van de indicatoren en aannames uit het rapport zijn panden geïdentificeerd naar bovengenoemde types. Dit is in GIS gedaan op basis van kenmerken uit datasets, die via openbare databronnen zijn gevonden. Er is getracht om een zo compleet mogelijk beeld te schetsen met de beschikbare data.

Distributiecentra (>1970): O.b.v. sbi-codering (uit RVO-label informatie) i.c.m. panden met term distributie in naam (uit OSM). Het oppervlak en bouwjaar is geïdentificeerd o.b.v. BAG.

Agrarische bijgebouwen (>1970): Alle bijgebouwen die binnen de agrarisch gebied (BBG) zijn gelegen en geen functie kennen (BAG). Hiervan zijn de kassen uitgestoten (BRT). Het oppervlak en bouwjaar is geïdentificeerd o.b.v. BAG.

(niet zware) industriepanden (>1970): Industriële gebouwen uit de BAG, panden met sbi-codering maakindustrie (uit RVO-label informatie) en bijgebouwen op bedrijventerreinen. Op basis van BAG3D is bepaald of een dak schuin of plat is. Het oppervlak en bouwjaar is geïdentificeerd o.b.v. BAG.

Oude panden (<1970): Utiliteitsgebouwen, industriële gebouwen en panden waar meerdere of geen functies aanwezig zijn binnen bovenstaande categorieën. Op basis van BAG3D is bepaald of een dak schuin of plat is. Het oppervlak en bouwjaar is geïdentificeerd o.b.v. BAG.

8. Uitwerking factor asbest

Om een indicatie te krijgen of een dak verdacht wordt asbest in het dak te hebben is de onderliggende aanpak gevolgd:

Vanaf 2018 bestaat er een landelijke inventarisatie in [kaart](#) met per gemeente het oppervlak dat verdacht is voor asbest. Voor 288 gemeenten is er informatie beschikbaar, voor 57 gemeenten niet.

Op basis van enkele provinciale viewers en Infomil komt naar voren dat panden tussen 1945 en 1994 een verhoogde kans op asbest hebben en dat dit het vooral voorkomt bij bijgebouwen in agrarisch gebied, maar ook op bedrijventerreinen. Dit is een benadering van verdachte panden.

Om een indicatie van asbest aan panden toe te kennen is een factor per gemeente bepaald door het oppervlak van verdachte gebouwen per gemeente te delen door geïnventariseerde (na mutatie) oppervlak. Deze factor is toegekend aan de verdachte panden. Voor gemeenten zonder inventarisatie is de gemiddelde factor van de overige gemeenten toegekend aan de gemeenten.

9. Uitwerking factor congestie (GV)

Het bestaande stroomnet in Nederland begint langzaam vol te raken. Door de groei van productie van duurzame energie met windmolens en zonnepanelen zijn er steeds meer (piek-) momenten waarop de maximale capaciteit van het stroomnet bereikt wordt.

Voor nieuwe projecten met een aansluiting groter dan 3 x 80 A (> 50 kW) is dit in [kaart](#) gebracht door de netbeheerders. Daarbij hebben zij onderscheid gemaakt in 4 categorieën:

Transparant: Transportcapaciteit beschikbaar
Geel: Beperkt transportcapaciteit beschikbaar
Oranje: Voorlopig geen transportcapaciteit beschikbaar
Rood: Geen transportcapaciteit beschikbaar

Het NP RES heeft in haar [begrippenkader](#) voor realisatiegraad en netcongestie onderstaande factoren bepaald.

Hierin is te zien dat ook zonder transportschaarste de realisatiegraad niet 100% is. Het PBL heeft in de monitor RES 1.0 voor projecten in het onderdeel 'ambitie' een realisatiegraad gehanteerd tussen de 20% en de 50% met een middenwaarde van 40%. Deze realisatiegraad kijkt breder dan alleen netcongestie, onder andere ook naar ruimtelijke inpassing, bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak, burgerbetrokkenheid en participatie.

Aangezien deze waarden redelijk overeenkomen met het begrippenkader is het begrippenkader als uitgangspunt voor de factor aangehouden.

Transportcapaciteit status	Netcongestie kleurcodes (zie kaart Netbeheer Nederland om status te bepalen)	Zon op gebouw
Gecontracteerde transportcapaciteit	Alle kleurcodes	50%
Gecontracteerde transportcapaciteit met (tijdelijke) transportbeperking	Alle kleurcodes	40%
Alle andere statussen (bijv. geen offerte, offerte aangevraagd maar nog niet getekend, alleen een transportindicatie t.b.v. SDE aanvraag)	Transparant: (Nog) geen transportschaarste	50%
	Geel: Transportschaarste dreigt, er geldt een aangepast offerteregime	40%
	Oranje: Vooraankondiging structurele congestie bij Autoriteit Consument & Markt (ACM)	30%
	Rood: Structureel congestie, nieuwe aanvragen voor transport worden niet gehonoreerd.	20%

We gaan er hierbij verder vanuit dat voor de grotere daken de omvormer op 50% van het piekvermogen wordt ontworpen.

Als minimale maat van een dak dat hieraan voldoet is de volgende analyse uitgevoerd. 50 kW komt overeen met ca. 143 panelen van 350 Wp. Daarvan kunnen er dan 2 x zoveel op een dak met een 50% omvormer. De panelen hebben een [54% bedekkingsgraad](#). Daken groter dan 850 m² voldoen hieraan. De factor is daarbij dan:

- Rood > 80% (factor = 100% - realisatiegraad)
- Oranje > 70%
- Geel > 60%
- Geen schaarste > 50%

Er zijn ook kleine daken met een grootverbruikaansluiting en grote daken met een kleinverbruikaansluiting. Aangezien data daarvoor ontbreekt is aangenomen dat alle grote daken (> 850 m²) in ieder geval een grootverbruikaansluiting nodig hebben voor een 100 kW PV systeem.

10. Uitwerking factor aansluiting (KV)

Ook op lagere spanningsniveaus kan congestie een beperkende factor zijn. Als iedereen zijn/haar dak helemaal vol legt met zonnepanelen dan is de kans groot de het huidige netwerk dit niet aankan. Dit probleem doet zich voor op de laagspanningskabels en middenspanningsruimten (MSR).

Deze (MSR's) zijn namelijk zo ontworpen dat ze een gemiddelde gelijktijdige piekvermogen van ca. 1,5 kW per woning kunnen verwerken. Als dit dus groter wordt leidt dit tot congestie op de MSR's en mogelijk ook op bovenliggende netwerken.

1,5 kW staat bij 350 Wp gelijk aan 4,3 panelen. Daarmee kan iedere woning/aansluiting 4,3 panelen realiseren ofwel de helft van de aansluitingen 8,6 en de rest niets.

Er is hierbij aangenomen dat nieuwe zonnepanelen op 70% van het piekvermogen worden aangesloten en daarmee dus niet 4,3 maar 6,1 panelen per woning/aansluiting gerealiseerd kunnen worden.

Dat betekent ca. 10 m² per woning/aansluiting max inzetbaar.

Deze factor speelt in principe bij alle kleinverbruikers. Aangezien er echter geen data beschikbaar is waarin het onderscheid tussen klein- en grootverbruik per pand is in te zien is er voor gekozen deze factor alleen bij woningen uit te rekenen.

Bijlage B

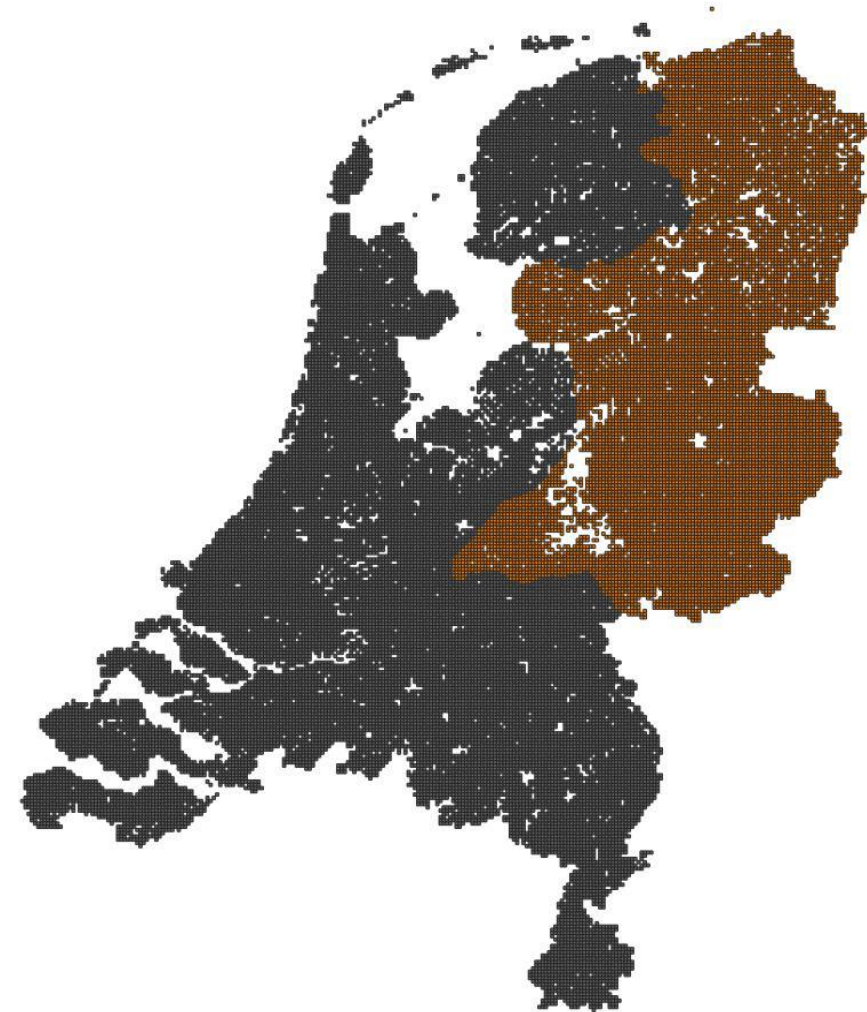
Analyse dataset
Zon op gebouw en parkeerplaatsen

Dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen

Het technisch potentieel is bepaald met de dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen. In deze bijlage iets meer duiding over de uitgangspunten, resultaten en inzichten van deze dataset.

De dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen bevat 3 onderdelen.

1. Het bepalen van de technische zonpotentie van daken en parkeerplaatsen, met behulp van BAG met peildatum 01-04-2021 en AHN3/4 (zie beeld rechts voor AHN3 en AHN4)
2. Het detecteren van de ligging van reeds bestaande zonnepanelen (winterluchtfoto 2020/2021);
3. Het combineren van (informatie voortkomend uit) stap 1 en 2 met de BRK/BRT.



Uitgangspunten technische potentieel

Voor het technisch potentieel oppervlak voor zonnepanelen op daken en parkeerplaatsen is de zoninstraling op basis van het AHN berekend en vervolgens naar geschiktheidsklassen ingedeeld. Deze gegevens zijn gekoppeld aan de BAG panden en vormen de basis om tot correctiefactoren te komen.

Voor daken zijn hierbij de volgende modelcriteria gebruikt:

- **Hellingshoek** <60 graden
- **Oriëntatie:** alle richtingen behalve noord: -30 tot 30 graden ten opzichte van noord uitgesloten
- **Hoogte:** minimaal 2 meter boven het maaiveld op basis van het AHN maaiveldbestand (DTM)
- **Zonne-instraling** > 700 kWh/jaar
- Alleen zones die **groter** zijn **dan 5m2** aaneengesloten

Alle pixels die aan de modelcriteria voldoen aangemerkt als geschikt. Vervolgens wordt er onderscheid gemaakt tussen platte daken en schuine daken. Er ontstaan voor de daken twee geschiktheidsklassen:

- **Geschikt plat** (<10 graden helling)
- **Geschikt schuin** (10-60 graden helling)

Voor parkeren zijn vergelijkbare modelcriteria gebruikt:

- **Zonne-instraling** > 500 kWh/jaar
- **Complexiteitsfactor:** We gaan er hiervoor vanuit dat als er meer parkeerplaatsen zijn die hoger zijn dan het beoogde zonnedak, de complexiteit voor het plaatsen van het zonnedak toeneemt. Deze parkeerplaatsen zijn zichtbaar in het AHN. De complexiteitsfactor is daarmee bepaald door het aantal AHN rastercellen binnen elke geschiktheidsklasse dat hoger is dan 3 meter boven het maaiveld te delen door het totaal aantal AHN rastercellen binnen de geschiktheidsklasse.

Voor alle parkeerplaatsen zijn de geschikte dakdelen en parkeerterreinen als polygoon opgeleverd.

Analyse resultaten technisch potentieel

De datasets met de technische potentie en de detectie van zonnepanelen zijn eerst geanalyseerd voordat correctiefactoren zijn opgesteld. Op de pagina's hierna enkele inzichten uit de analyse van de resultaten van het technisch potentieel en vervolgens tot welke inzichten dit voor de correctiefactoren heeft geleid.

De door kadaster toegevoegde informatie over o.a. eigendom (BRK/BRT) maakt het mogelijk om verdere deelselecties en filters toe te passen.

Mede op basis hiervan wordt een eerste landelijk beeld (zonder correctiefactoren) geschetst om zo ook het effect van de correctiefactoren te kunnen wegen.



Overlap PV met potentie

Het technisch potentieel oppervlak overlapt op schuine daken logischerwijs (deels) met bestaande zonnepanelen. Zie ook beeld linksboven. De verschuiving van het getekende potentievlak (rood) ten opzichte van de geplaatste panelen komt door de *omvalling* van het dak ten opzichte van het platte vlak (maaiveld). Wanneer hiervoor wordt gecorrigeerd is er een grote overlap tussen aanwezige panelen op schuine daken en het technisch potentieel oppervlak. Er is immers technisch potentieel, alleen het wordt al benut.



Op platte daken is deze relatie in deze dataset minder duidelijk. Hier zijn de panelen meestal (niet altijd, zie hiervoor beeld linksonder) onder een hoek op het platte dak geplaatst en kunnen daarmee een obstakel vormen (voor nieuwe panelen). In dat geval (anders dan bij de schuine daken) is dit oppervlak uitgesloten van het technisch potentieel oppervlak, terwijl hier dus wel potentieel is maar dit ook al wordt benut.



Restruimtes platte daken

Soms zijn er in het technisch potentieel **restruimtes** te vinden naast bestaande PV-op dak systemen die in realiteit lastig in te vullen zijn met extra PV. Zie bijvoorbeeld ook de randen en middenzones met schoorstenen in naastliggend voorbeeld. In de praktijk zullen deze oppervlaktes vanwege o.a. de praktische uitvoerbaarheid, het feit dat er al veel PV op het dak is geïnstalleerd, en de maat van de panelen lastig in te vullen zijn met (extra) zonnepanelen.

Deze restruimtes naast bestaande zonnepanelen zijn logischerwijs het meest te vinden op platte daken aangezien daar de bestaande zonnepanelen onder een hoek staan en dus een bepaalde hoogte hebben en daarmee als obstakels zijn geïdentificeerd in de AHN3/4 analyse (zie ook vorige pagina).

Vanwege deze kleinere restruimtes op daken is in de analyse de vormfactor toegevoegd om het effect van deze restruimtes op kansrijkheid in te kunnen schatten.



Detectie PV alleen per pand

Gedetecteerde panelen zijn alleen per pand inzichtelijk. Dus bij gebouwen bestaande uit meerdere dakdelen is niet te achterhalen op welk dakdeel de panelen liggen en of dit een schuin of een plat dak is. Op het dak zoals hiernaast afgebeeld van 17.383 m² ligt 2 m² aan zonnepanelen, maar waar?

Het potentieel oppervlak in dit pand 7.191 m².

In de analyse van de correctiefactoren is geen rekening gehouden met grote daken die 'slechts' in zeer kleine mate zijn bedekt met PV, aangezien de data hiervoor ontbreekt. Een algemene aanname voor grote daken is ook niet te formuleren vanwege de grote verschillen tussen grote panden met PV zoals hiernaast (1 a 2 panelen) en grote panden die vrijwel helemaal zijn bedekt met PV.

Bijlage C

Gebruikte kentallen

Kentallen

	Oppervlak	Wp	Bron
PV-panelen	1,63	350	Begrippenkader RES

Bijlage D

Dataset correctiefactoren

Gebruik geodata

Brondata en nauwkeurigheid

Voor het in kaart brengen van kansrijke daken en parkeerplaatsen voor zonnestroom worden verschillende datasets gebruikt zoals de BAG, BAG3D, BGT en AHN3/4.

Dakvormen zijn niet altijd even nauwkeurig herkend (o.a. BAG3D), net als parkeerplaatsen (o.a. AHN3/4). Verschillende datasets hebben veelal ook een andere datum (AHN3, AHN4, luchtfoto voor detectie zonnepanelen, etc.). Dus bij combinatie van meerdere sets kan het voorkomen dat door versieverschillen er wat inconsistenties ontstaan. Het detailniveau van beschikbare datasets is ook niet overal gelijk.

Gebruik daarom de dataset vooral als een indicatie waar mogelijke kansen zijn en waar mogelijke belemmeringen zijn voor PV panelen op daken.

Gebruik van bestanden

De bijbehorende dataset wordt geleverd in een voor GIS (geografische informatiesystemen) kenners goed bruikbaar formaat, namelijk als geopackage (GPKG). Deze bestanden zijn te openen en te bekijken in GIS pakketten, waardoor de data geografisch op de juiste plek wordt getoond en object-eigenschappen heeft, en gecombineerd kan worden met andere geografische data. Er zijn een groot aantal gratis GIS pakketten in omloop. De meest bekende hiervan is QGIS.

De GPKG bevat twee kaartlagen:

- Pandinformatie
- Gemeentelinformatie

Per gemeente is een overzicht gemaakt hoeveel technische potentie er maximaal is, en hoeveel daarvan geen enkele belemmering, of maar 1 belemmering heeft. Vervolgens kan per pand specifiek bekeken worden welke belemmeringen daar mogelijk spelen.

Gebruikte datasets

Datasets gebruikt voor bepalen correctiefactoren

Voor de correctiefactoren zijn de volgende datasets gebruikt:

- Congestie (GV) = Gebruikt zijn de invoeding capaciteitskaarten van Netbeheer Nederland. Deze geven per postcode aan of er capaciteit beschikbaar is in 4 gradaties.
- Aansluiting (KV) = Uit de BAG is de gebruiksfunctie per VBO gebruikt. Op basis van de maximale technisch potentie en de op basis van de functie te verwachte aansluiting is er een model gebruikt dat mogelijke problemen voorspelt.
- Asbest = Er is gebruik gemaakt van de landelijke monitor "landelijke-asbestdakenkaart" waarvoor per gemeente geïnventariseerd is hoeveel dakoppervlak, en welk type dak asbest bevat. Voor de gemeente waarvan geen inventarisatie bekend is, is het gemiddelde genomen.
- Constructie = via de SBI codes (o.a. via de energielabel dataset) is per utiliteit pand het type bedrijf bepaald. Vanuit het type bedrijf is via een model het constructietype en constructiesterkte afgeleid.
- Bestaand PV = Hiervoor is gebruik gemaakt van dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen (RVO) met huidig PV op daken. Op basis van de dakvorm en gebruiksfunctie is via een model bepaald wat de opstelling is van de panelen en daarmee de opbrengst.
- Monument = Er is gebruik gemaakt van de dataset met bescherm

stads- en dorpsgezicht, en rijksmonumenten van de rijksdienst van cultureel erfgoed.

- Eigendom = Via de dataset Zon op gebouw en parkeerplaatsen (RVO) is per pand het type eigendom verkregen. Dat leverde 11 eigendom types op zoals particulier, bedrijfsmatig, stichting, etc. Daarmee is een model gemaakt.
- Kassen = De kassen zijn verkregen vanuit de Basisregistratie Topografie (BRT)
- Parkeren = De parkeerlocaties zijn aangeleverd door het kadaster

Koppelmethodes

Datasets zijn gekoppeld op basis van:

- Beschikbare administratieve koppelcodes, zoals de basisregistratie identificatie codes .
- Indien dat niet mogelijk was gebeurde de koppeling op basis van beschikbare geometrie, zoals panden die vielen binnen gebieden van beschermd stads en dorpsgezicht.
- Bij versie (jaar) verschillen is koppeling via codes gecomplementeerd met geometrische koppeling om ongewenst koppelverlies te compenseren.

Attributentabel dataset panden

attribuut	type	Inhoud
gbw_id	code	Pand ID (conform BAG)
bucode	code	Buurtcode 2021
gmcode	code	Gemeentecode 2021
rescode	code	RES code 2021
bestaandpv	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke belemmering PV panelen
monument	0 of 1	Dit pand is monument of ligt in een bescherm stads of dorpsgezicht
eigendom	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke belemmering eigendom
parkeren	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke belemmering parkeerplaatsen
constructie	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke belemmering dakconstructie
asbest	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke belemmering asbest
congestie_gv	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke net belemmering invoeding netwerk
aansluiting_kv	0 of 1	Aanwezigheid mogelijke net belemmering kleinverbruik aansluiting
kassen	0 of 1	Dit pand is een kas
belemmeringen	aantal	Totaal aantal belemmeringen per pand
geom	geometrie	geometrie met pand grondvlak

Attributentabel dataset gemeenten (1)

attribuut	type	Inhoud
gmcode	code	Gemeentecode
gemnaam	naam	Gemeentenaam
rescode	code	RES code
daken_kansrijk	aantal	Daken zonder belemmeringen: aantal
daken_kansrijk_techpotentieel_m2	opp. in m ²	Daken zonder belemmeringen: oppervlak
daken_kansrijk_techpotentieel_perc	percentage	Daken zonder belemmeringen: % t.o.v. technisch potentieel (TP)
daken_1belemmering	aantal	Daken met één mogelijke belemmering: aantal
daken_1belemmering_techpotentieel_m2	opp. in m ²	Daken met één mogelijke belemmering: oppervlak
daken_1belemmering_techpotentieel_perc	percentage	Daken met één mogelijke belemmering: % t.o.v. TP*
daken_meerbelemmering	aantal	Daken met meerdere mogelijke belemmeringen: aantal
daken_meerbelemmering_techpotentieel_m2	opp. in m ²	Daken met meerdere mogelijke belemmeringen: oppervlak
daken_meerbelemmering_techpotentieel_perc	percentage	Daken met meerdere mogelijke belemmeringen: % t.o.v. TP*

NB tabel continueert op de volgende pagina

*TP: Technisch potentieel

Attributentabel dataset gemeenten (2)

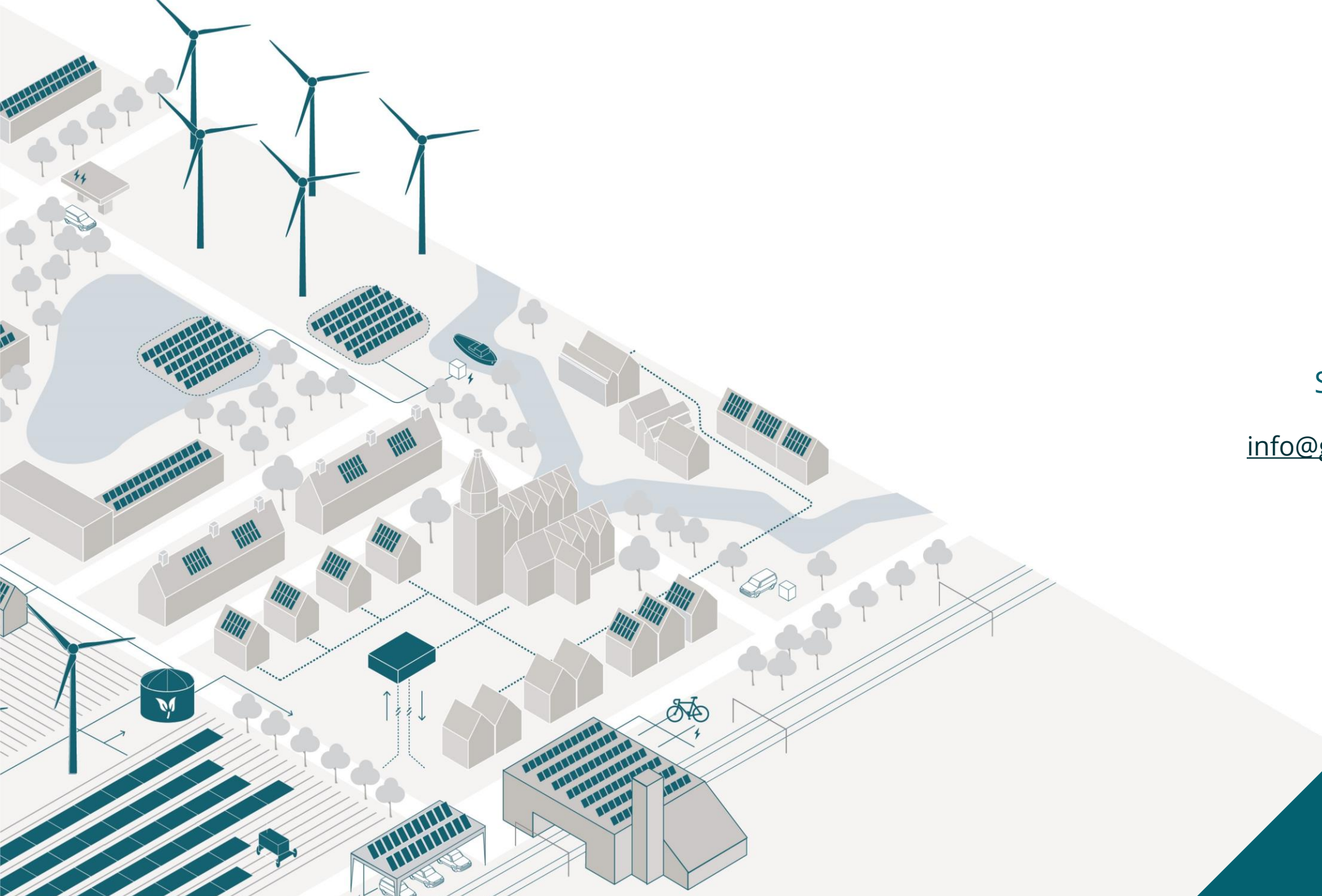
attribuut	type	Inhoud
factor_bestaandpv	aantal	Daken met bestaand PV: aantal
factor_bestaandpv_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij daken met bestaand PV
factor_monument	aantal	Daken monumenten: aantal
factor_monument_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij monumenten
factor_eigendom	aantal	Daken met factor eigendom: aantal
factor_eigendom_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij daken met factor eigendom
factor_parkeren	aantal	Parkeerplaatsen waard deze factor geldt: aantal
factor_parkeren_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij parkeren
factor_constructie	aantal	Daken met factor constructie: aantal
factor_constructie_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij daken met constructie factor
factor_asbest	aantal	Daken met factor asbest: aantal
factor_asbest_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij daken met factor asbest
factor_congestie_gv	aantal	Daken met factor congestie_gv: aantal
factor_congestie_gv_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij daken met factor congestie_gv
factor_aansluiting_kv	aantal	Daken met factor aansluiting_kv: aantal
factor_aansluiting_kv_perc	% t.o.v. TP	Effect factor op technisch potentieel bij daken met factor aansluiting_kv
geom	geometrie	geometrie met pand grondvlak

Bijlage E

Deelnemers expertsessies

Deelnemers expertsessies

Wie	Organisatie	Expertsessie 1	Expertsessie 2
Nihad Avdic	RVO	v	v
Karin Keijzer	RVO	v	v
Bahvya Kausika	Kadaster	v	
Martin Tillema	Kadaster		v
Rijk van Voskuilen	NP RES	v	
Jan Matthijsen	PBL	v	
Steven Heshusius	PBL		v
Alice van Rixel	EZK		v
Tim von Harras	BZK		v
Wido Eissens	Provincie Gelderland	v	v
Robin Quax	TKI Urban Energy	v	v
Wijnand van Hooff	Holland Solar	v	
Jasper Ensing	Holland Solar		v



September 2023

info@generation.energy