



VIVET rapportage #Energie

INWININGSSTRATEGIE WINDTURBINES EN GROOTSCHALIGE ZONPV

VIVET RAPPORTAGE DOOR: I. VAN GROOTVELD (RVO), M.TILLEMA
(KADASTER), J.HOVENS (NPRES), A. WILLIGENBURG(RVO), J. BALTUSSEN (RVO)



VIVET RAPPORTAGE #ENERGIE

INWININGSSTRATEGIE WINDTURBINES EN GROOTSCHALIGE ZONPV

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1. Inleiding betrouwbare data voor energietransitie	3
Hoofdstuk 2. Energietransitie.....	4
Herbruikbare betrouwbare informatie voor de energietransitie	4
Aanleiding.....	5
Onderzoek?	5
Hoofdstuk 3. Geo-informatie met unieke identifier	6
Desktopstudie en input vanuit deskundigen	6
FAIR.....	7
Findable	7
Accessible: Kaarten met wie, wat, waar.....	8
Interoperable; Energietransitie niet herkenbaar	8
Reusable	9
FAIR verbeteren door geo-basisregistraties uit te breiden naar energietransitie.....	9
Hoofdstuk 4. Conclusies en Inwinningsstrategieën	10
Conclusie 1.....	10
Conclusie 2.....	10
Inwinningsstrategieën	11
Inwinningsstrategie; Findable (vindbaar).....	11
Inwinningsstrategie: Accessible (toegankelijk)	11
Inwinningsstrategie; Interoperable (uitwisselbaar).....	11
Inwinningsstrategie; Reusable (herbruikbaar).....	12
Inhoudelijke aanbevelingen	12
Vergelijkingstabellen.....	13
Hoofdstuk 5. Aanbevelingen: federatieve data en inwinningsstrategie	14
Bijlage 1. Windturbines:knowledge graph.....	15
Data Preparatie	15
Data Model gebruikt voor Energie Knowledge Graph	16
Inhoud van de #Energie Knowledge Graph	17
Toelichting verschillen	18

Conclusie 1.....	18
Conclusie 2.....	18
Bijlage 2. Zon PV	19
Wat is kleinschalig?	19
En wat is grootschalig?	19
Analyse 1: NEO zonnepanelen.....	20
Hoe ziet de NEO data eruit in vergelijking tot de luchtfoto?.....	20
Kan uit de NEO data grootschalige zon op land en dak worden afgeleid?.....	21
Analyse 2 Vergelijking Neo data met BRT	22
Voorlopige conclusies analyse NEO zonnepanelen en BRT	24
Analyse 3. Zon op gebouw van READAR en Kadaster (dataset Zon op gebouw)	24
Van theoretische potentie naar praktische potentie (dataset Kansrijke daken)	24
Analyse 4. Pijplijn grootschalige Zon.....	25
Bijlage 3. Pijplijn tabel uit begrippenkader RES wind op land en Zon-PV.....	26
Bijlage 4. Mogelijke vervolgstappen	27

Hoofdstuk 1. Inleiding betrouwbare data voor energietransitie

Deze VIVET rapportage omvat conclusies en aanbevelingen over de inwinning en registratie van Windturbines en ZonPV op basis van desktopstudie, deskundigen oordeel en een onderzoek naar registraties en basisregistraties. In de bijlagen staat de technische verantwoording over het onderzoek naar registraties dat is uitgevoerd naar het verkrijgen van (ruimtelijk) overzicht van windturbines en grootschalige zonPV in Nederland.

In Hoofdstuk 2 wordt de beleidsmatige achtergrond uitgelegd en waarom dit onderzoek. In hoofdstuk 3 wordt de informatiewaarde van geo informatie uitgelegd onder de titel van 'Geo-informatie met unieke identifier'. Hoofdstuk 4 geeft de conclusies aan die zijn getrokken uit het onderzoek naar de huidige beschikbare registraties van windturbines en grootschalige ZonPV middels een knowledge graph en een GIS analyse (zie bijlage 1 en 2). Hoofdstuk 5 geeft aanbevelingen aan over de inwinningstrategie en kan gelezen worden als managementsamenvatting.

Hoofdstuk 2. Energietransitie

Nederland wil klimaatverandering tegengaan. Daarom beperken we de uitstoot van broeikasgassen. In het klimaatakkoord is vastgelegd dat we in 2030 55% minder CO₂(carbon dioxide) willen uitstoten dan in 1990, en in 2050 moeten we klimaatneutraal zijn. Voor de energievoorziening heeft dit verregaande consequenties, waardoor we spreken van de energie- en warmtetransitie.

In het [klimaatakkoord](#) is vastgelegd, dat 2050 de gebouwde omgeving met ruim zeven miljoen huizen en één miljoen gebouwen met duurzame warmte moet worden verwarmd en gebruikmaken van duurzaam opgewekte elektriciteit. Bestaande fossiele bronnen van elektriciteit moeten worden vervangen door hernieuwbare bronnen wind en zon. De behoefte aan duurzame elektriciteit wordt daarnaast vergroot vanwege de elektrificatie in andere sectoren: mobiliteit, landbouw, gebouwde omgeving en industrie. Dit betekent dat in deze sectoren duurzaam geproduceerde elektriciteit ingezet wordt in plaats van fossiele brandstoffen (aardgas, aardolie, kolen).

Door de energietransitie verandert het karakter van energieopwekking, transport en verbruik zeer snel. De hernieuwbare opwek is meer ruimtelijk verspreid en divers van aard (van fossiel naar zowel zon, wind, biomassa, geothermie), waarbij verbruikers ook opwekkers worden. Niet alles kan op dezelfde plek. Het is dus essentieel om een ruimtelijk en integraal inzicht te krijgen in het ruimtegebruik voor de energietransitie om goed beleid te kunnen maken en uitvoeren.

Herbruikbare betrouwbare informatie voor de energietransitie

Fundament voor het sturen van de energietransitie, en de ruimtelijke puzzel die daar mee nog lastiger wordt, zijn eenduidige, betrouwbare data en informatie. De huidige wetgeving voor alle deze ontwikkelingen zijn, qua terminologie en data verzameling, niet goed afgestemd. Harmonisatie van energie gerelateerde termen is nog onvoldoende gebeurd. Eenduidige, betrouwbare data en informatie over opwekinstallaties, energie-opslag en energie-infrastructuur zorgen voor lagere maatschappelijke kosten. Op de datasets kunnen rekenprogramma's en modellen uitgevoerd worden die nodig zijn voor het programmeren en uitvoeren van beleid.

Voor de energietransitie is niet alle benodigde informatie voor iedereen vindbaar, of dat dat nu is vanuit professe of private interesse. Als je een energiegemeenschap zou willen oprichten in je buurt, of een warmte uitvoeringsplan als gemeente moet maken in je wijk, wil je weten hoeveel elektriciteit en gas er nu al in je buurt of wijk wordt verbruikt, waar vandaan en hoe dit wordt getransporteerd en of dit verbruik kan worden veranderd, en wat die verandering nodig heeft aan nieuwe transportmogelijkheden. Allerlei vragen die zich afspelen in de fysieke leefomgeving, waarbij een koppeling nodig is tussen wie, wat, waar.

Daarnaast willen we op nationaal, regionaal en lokaal niveau inzicht hebben en houden over de stand van zaken van de energietransitie. Dus hoever zijn we met de opwek van hernieuwbare energie door windturbines en zon. Dus bijv. een lijstje (register) van alle windturbines met hun locatie, hun productie en hun leeftijd. Vanuit dit inzicht kunnen we bijv. in de RES-regio's nog bepalen hoeveel molens er waar nog bij zouden moeten (monitoring en modelering) en is inzicht nodig in waar welke plannen er spelen (pijplijn). Deze overzichten moeten uniform zijn, zodat ze van lokaal naar nationaal eenduidig kunnen worden opgeteld. Dus ieder object moet uniek en actueel zijn. Dat is nu nog niet het geval. Het kost veel moeite en inspanning voor CBS, NPRES, PBL, RVO, maar ook binnen de RES-regio's, provincies en gemeenten zelf, om alles eenduidig opgeteld te krijgen.

Samengevat de overgang naar een duurzame energievoorziening is een dubbele opgave*¹ :

- de opgave om tijdig meer duurzame energie te realiseren in Nederland
- de opgave om duurzame energie in de dagelijkse leefomgeving in te passen op een manier die kan rekenen op zoveel mogelijk begrip en inpassing op het elektriciteitsnet

De regionale afwegingen door gemeenten, RES'sen, gemeenten richten zich juist op het inpassingsvraagstuk. Duidelijkheid in de locaties van bestaande installaties in het ruimtelijk instrumentarium is noodzakelijk voor dit vraagstuk. Wat is er al en wat moet/kan/past er bij?

Aanleiding

- Versnelling van uitvoering van de energietransitie wordt steeds urgenter
- De ruimtelijke inpassing en monitoring van de energietransitie vergt een datagedreven aanpak.
- RVO, CBS en Kadaster werken al 5 jaar samen met Kadaster en CBS in VIVET om de benodigde data te verbeteren
- De beschikbare overzichten van windturbines en grootschalige zonPV zijn van onvoldoende kwaliteit en actualisatie om verschillende gebruikers te bedienen.
- We zijn nu op het punt dat het delen van data over energie (wind, zon, netwerk) structureel geborgd moet worden en deelbaar en voor hergebruik geschikt wordt gemaakt.
- De visie om data te deelbaar te maken wordt breed gedeeld en wordt nu ook opportuun doordat in 'Zicht op Nederland' (samenwerking van ministeries over geo-informatie) acties nu belegd worden om een datafundament te maken waarmee we onze maatschappelijk opgaves kunnen realiseren.
- De 'buitenwereld' (netbeheerders, installatie branche, warmtebedrijven) is zich nu ook bezig om snel de inhaalslag te maken om de data op orde te krijgen. Vandaar dat het tijdsgewricht zich nu aandient om een duurzaam fundament te bieden waarin we een datagedreven energie transitie kunnen borgen met goede afspraken en voldoende sturing.

Onderzoek?

We hebben gekeken naar de huidige beschikbare informatieproducten via een desktop studie en deskundigen oordeel. Uit deze eerste stap hebben we geconcludeerd dat de basisregistraties een goede basis kunnen vormen (zie H2). Dit gaf richting aan de volgende onderzoeksvragen:

1. Onderzoek of de basisregistraties een goede basis kunnen vormen voor het genereren van actuele overzichten van objecten gerelateerd aan de energietransitie op de verschillende schaalniveau's (nationaal->lokaal) en voor veel verschillende doelgroepen aan de hand van twee casussen:
 - a. windturbines en (H3)
 - b. grootschalige zon (>15 kWp).(H4)
2. Welke inwinningstrategie (H5) voor opname in de basisregistraties voldoet aan de volgende uitgangspunten (FAIR): Findable, Accessible, Interoperable en Reusable (om meer attributen over het object te kunnen verzamelen)

¹ PBL rapport Wind-op-land: lessen en Ervaringen; 2019

Hoofdstuk 3. Geo-informatie met unieke identifier

In het Klimaatakkoord uit 2019 hebben 30 energieregio's het doel meegekregen om uiterlijk in 2030 ten minste 35 terawattuur hernieuwbare elektriciteit te produceren met windturbines op land en grootschalige zonneprojecten (>15kWp). Daarmee is het monitoren van alleen de gerealiseerde turbines en zonneprojecten relevant, maar ook de projecten die in de 'pijplijn' zitten. Het gaat daarbij om projecten waar al een vergunning en/of subsidie is verleend, en projecten die zich nog in de planfase bevinden. Bij de pijplijnprojecten is gerekend met een schatting van het realisatiepercentage (de realisatiegraad). In het "begrippenkader RES wind op land en Zon PV" is vastgelegd hoe deze pijplijnprojecten mee kunnen worden gerekend in de ambities en beoogde realisatie van de RES-regio's (zie bijlage).

Een deel van de informatie over vergunde en/of gesubsidieerde projecten wordt via RVO verzameld in de subsidie regelingen SDE++ en SCE. Dit is niet het volledige beeld van de geplande projecten. Via de RES-regio's is een proces opgestart om de projecten die in de pijplijn zitten centraal te delen met het NPRES (Nationaal Programma). PBL heeft deze informatie nodig om in de KEV en de monitor RES-regio's te kunnen inschatten of we, als Nederland, op koers liggen om de doelstellingen voor 2030 en 2050 te realiseren. De gerealiseerde windturbines zijn beschikbaar via een commercieel bestand van Bosch en Rijn, onder de titel 'Windstats.' Van ZonPV zijn losse, incidentele bestanden beschikbaar.

Desktopstudie en input vanuit deskundigen

Het aantal molens over de tijd en in de ruimte varieert dus nogal. De ruimtelijke component is bepalend. Niet de identificatie van de molen zelf! Een molen kan worden verplaatst of worden verwijderd, het object zelf is niet per se interessant. Het feit dat de molen ergens is gepland, wordt gerealiseerd, is aangesloten op het net en elektriciteit produceert op dat stukje elektriciteitsnet is belangrijk. De locatie bepaald daarmee dus een goede identifier, die het ook mogelijk maakt om informatie uit verschillende bronnen aan diezelfde locatie/molen toe te kennen en te koppelen. Er moet een unieke code worden gekoppeld aan de (geplande) molen op die plek.

Niet alleen de regionale overheden hebben behoefte aan een exacte ligging van de windmolens. RVO zelf heeft voor het opstellen van de 'Monitor wind op land' (WOL) voor EZK, IPO en NPRES behoefte aan de exacte locaties, zodat de molens over de tijd gevolgd kunnen worden. Nu gebruikt de WOL alleen via commercieel bestand (windstats).

Ook betrouwbare gegevens met de exacte ligging van zonneparken wordt steeds belangrijker. Op 26 oktober 2023 maakte de Minister van Binnenlandse Zaken, Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening bekend dat Het Rijk, provincies (IPO), gemeenten (VNG) en waterschappen (UvW) afspraken over het multifunctioneel gebruiken van locaties voor de opwekking van zonne-energie. Eerst wordt gekeken of plaatsing op daken en gevels mogelijk is, daarna komen andere locaties in beeld, zoals parkeerplaatsen, stortplaatsen en langs wegen in beeld. Zonneweides en zonneparken op landbouw- en natuurgronden zijn, met enkele uitzonderingen, niet langer toegestaan. Onderdeel van de afspraken is dat er gemonitord gaat worden. Betrouwbare informatie over de ligging van zonneparken is daarvoor noodzakelijk.

Van belang is dat de gegevens die op verschillende schaalniveau's gebruikt worden corresponderen. Dus alle windturbines en grootschalige zonneprojecten die bij energie coöperaties, burgers en bedrijven realiseren moeten opgeteld per gemeente, regio, provincie hetzelfde zijn als opgeteld nationaal. Het is daarom van belang om te weten waar welke project wordt en is gerealiseerd, zodat projecten niet dubbel geteld worden of juist over het hoofd omdat het (bijna) samenvalt met een

ander (eerder) initiatief. Zo worden er regelmatig oude windturbines verwijderd en vervangen door een grotere of meerder windturbines of zonnepanelen bij een bestaand project toegevoegd. Dat zuiver optellen van de projecten vraagt om eenduidige identificatie per project, en juist daar zijn de basisregistraties uitermate geschikt voor. In een basisregistratie wordt niet alleen de geolocatie, maar ook een unieke identificatienummer toegekend aan ieder object.

Uit de desktopstudie en een werksessie met gebruikers (NBNL/ IPO/VNG/NPRES/BZK/RVO/Kadaster) zijn de volgende uitgangspunten naar voren gekomen:

1. De beschikbaarheid van gestandaardiseerde objectgerichte informatie vormt een belangrijke stap in het uitwisselen van data.
2. Voor een energiesysteemkaart moet het mogelijk zijn om de verschillende energie transitie gerelateerde objecten ruimtelijk te koppelen, naast de unieke object id, voor eenduidige koppeling, is daar geometrie voor nodig.
3. De basisregistraties lijken geschikt als (geografische) drager van informatie over belangrijke energieobjecten zeker als de basisregistraties met sectorale data verrijkt kunnen worden. (uitklapmodel van DIS-Geo)
4. Basisadministraties centraal stellen:
 - i) publiek openbare data die toegankelijk is en blijft
 - ii) wettelijk verplicht voor overheden,
 - iii) met duidelijke kwaliteitsbewaking en actualisatie.
 - iv) Gemeenten voeren punt 2 uit, stimuleren hergebruik eigen informatie.
 - v) Data bij de bron; actualiteit van data is gelijk aan die bij de bron, omdat data bij de bron wordt geactualiseerd voor overheden zelf
 - vi) Koppelbaar
 - vii) Aanname: daarna wordt het ook makkelijker in DSO

We leggen de nadruk op een zoektocht in de basisregistraties, omdat het proces van actualisatie door o.a. gemeenten en Kadaster zelf, wettelijk is geregeld en overheden de basisregistraties verplicht moeten gebruiken. Wij zien de basisregistraties als middel om te voldoen aan het FAIR principe, zoals hieronder wordt uitgelegd.

FAIR

FAIR staat voor Findable, Accessible, Interoperable en Reusable, en houdt in dat data door mensen en computers te vinden, begrijpen en te gebruiken zijn. Alle databestanden en andere bronnen voor onderzoek die worden gegenereerd en/of gebruikt, zijn zo snel als mogelijk gedurende een project vindbaar (middels FAIR-metadata) en direct na het project beschikbaar volgens het principe 'zo open als mogelijk en gesloten als nodig'. De bronnen worden zoveel als mogelijk voor mens en machine herbruikbaar (FAIR) opgeleverd: nieuw gegenereerde databestanden zijn 'FAIR-by-design' (dus vanaf het begin FAIR ingericht); bestaande databestanden en fysieke bronnen zijn tenminste goed beschreven met FAIR-metadata.

Findable

In de bestaande registraties over wind en zon zijn nu nog meerdere (denk aan alle gemeenten) bronhouders hebben, waardoor er ook verschillen ontstaan in terminologie en definities. Snel wordt het al en vergelijking van appels met peren. Het initiële doel van de registraties sluit vaak niet aan bij

de doelen van de energietransitie. En doordat veel van de registraties meerdere bronhouders hebben, ontstaan ook verschillen in terminologie en definities.

De BAG, BGT en andere basisregistraties kennen een sterk gestructureerde dataopbouw, met metadata omschrijvingen. Voor BAG en BGT geldt bijvoorbeeld de IMGeo. Voor de energietransitie is de taal van objecten binnen de basisregistraties nog onvoldoende ontwikkeld. De 'taal' binnen de basisregistraties kan beter aangesloten worden op de 'taal' van het energiedomein. Denk hierbij aan het hanteren van de term windturbine in plaats van windmolen in de registraties. En het maken van onderscheid in laag-, midden-en hoogspanning bij transformatorhuisjes. En zo zijn er meer (toekomstige) voorbeelden te bedenken, zoals batterijen, waterstofhubs, warmtenetten, etc.

Accessible: Kaarten met wie, wat, waar

Voor het delen van open informatie (open data) over de fysieke leefomgeving is bijv. de internetsite Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) gemaakt. PDOK is een platform voor het ontsluiten van betrouwbare datasets van de (in principe) overheid, in de vorm van geodatasets van Nederlandse overheden. Dit zijn actuele en betrouwbare gegevens voor iedereen, waaronder ook de geobasisregistraties².

De geobasisregistraties vormen vervolgens de basis voor de registratie van tal van objecten in de fysieke leefomgeving. Zo kunnen bijv. buurtbewoners inzien wat er in hun buurt speelt en hierover goed geïnformeerde gesprekken voeren met bijv. gemeentes. Hiermee creëren we een gelijk speelveld in de maatschappij. De registraties van energie gerelateerde objecten, zoals windturbines en grootschalige zonneprojecten, zijn echter nog onvoldoende verankerd en eenduidig i.r.t. de energietransitie. Voor het beantwoorden van de bovenstaande vragen in relatie tot de energietransitie is PDOK, en de daar in gebruikte basisregistraties, nog niet geschikt.

Interoperable; Energietransitie niet herkenbaar

Er worden op verschillende plekken wel objecten geregistreerd, zoals door netbeheerders in o.a. het CERES, door RVO in de SDE subsidie administratie, door RES-regio's in hun plannen, maar deze gegevens zijn niet eenvoudig koppelbaar. Vaak moeten er validaties per object worden uitgevoerd, waarin wordt bepaald of de verschillende registraties over dezelfde of juist andere objecten gaan. Ook hier zien we dat de registraties vaak een specifiek doel dienen en daar dan ook op ingericht zijn.

Vanuit project EAN-BAG bij VIVET blijkt de koppeling via de unieke BAG-identificatiecode veel beter te werken met andere relevante data, dan een koppeling via adres. Via de BAG worden ook geometrische gegevens vastgelegd, die kunnen leiden tot eenduidige GISkaarten

Via de openbare kaarten kunnen meerdere partijen eenduidig, en dus met hetzelfde beeld, energietransitie gerelateerde objecten identificeren om er voor hen relevante conclusies aan te verbinden; bijv. de brandweer kan inschattingen doen over de veiligheidsid, de netbeheerder kan inschatten waar ruimte beschikbaar is voor extra infrastructuur, de projectontwikkelaar weet waar de slagschaduw voor een molen valt, etc.

Is aanpassing in de registratie nodig? In sommige gevallen wellicht, maar in veel gevallen is het binnen het huidige datamodel al goed mogelijk dergelijk objecten ruimtelijk en voorzien van een unieke identificatie op te nemen. Dat moet dan natuurlijk nog wel gebeuren. Naast eenduidige identificatie van objecten kan een aangepaste basisregistratie ook veel beter gebruikt worden bij het

² BAG,BGT, BRT, BRK

combineren van versnipperde informatie. Informatie uit verschillende bronnen kan worden gekoppeld via unieke identificatienummers uit de basisregistraties.

Reusable

Niemand doet het volledig, goed of openbaar genoeg om te komen tot een gedeeld beeld op de verschillende geografische niveau's. Daarom is het handiger om één keer, nationaal goed te doen, tegen de laagst mogelijk maatschappelijke kosten. Iedere keer 'maatwerk'-oplossingen leiden tot hogere kosten, zijn waarschijnlijk niet eenduidig (optelbaar) en zullen dus tot meer verwarring leiden.

Zo hebben de netbeheerders, en ook CBS, bijv. veel informatie over het verbruik en de opwek bij verbruikers. RVO heeft informatie over de energieprestaties van huizen en bedrijven in het EnergiePrestatieregister. PBL heeft een rekenmodel waarmee ingeschat kan worden wat het verbruik bij huizen zal worden als zij overstappen op andere warmtebronnen. De unieke identificatienummers uit de basisregistraties moeten ook in de registraties van netbeheerders, CBS, RVO, PBL etc. worden opgenomen.

FAIR verbeteren door geo-basisregistraties uit te breiden naar energietransitie

Voor het nemen van besluiten over de energietransitie, van lokaal tot nationaal/Europees niveau, biedt het huidige geo-basisregistratie¹ instrumentarium een eerste basis, maar moet nodig worden uitgebreid. Bepaalde objecten zijn niet (goed / volledig) opgenomen in de registraties, de ligging van objecten is onduidelijk en de beschikbare gegevens sluiten niet aan op de behoefte van gebruikers vanuit het perspectief van de energietransitie. Het is niet de bedoeling om alle relevante gegevens vanuit het perspectief van de energietransitie toe te voegen aan de basisregistraties, er moet voldoende informatie in de basisregistraties staan zodat ze kunnen worden gekoppeld aan andere sectorale registraties (uitklapmodel). Het ministerie van BZK werkt dit op dit moment uit in het project 'Zicht op Nederland'.

De keuze voor het verzamelen van gekoppelde informatie aan de basisregistraties is het faciliteren van zowel actualiteit als ook flexibiliteit. Hierbij willen we niet steeds losse koppelingen maken met gedownloade databestanden, waarmee niet beide randvoorwaarden optimaal worden gefaciliteerd.

Hoofdstuk 4. Conclusies en Inwinningsstrategieën

Het onderzoek naar de huidige beschikbare registraties van windturbines en grootschalige ZonPV is gedaan middels een knowledge graph en een GIS analyse (zie bijlage 1 en 2). Aan de hand van deze onderzoeken hebben we een aantal conclusies getrokken en hebben we gekeken naar de inwinningsstrategieën.

Conclusie 1

De basisregistraties vormen een basislaag in het ruimtelijk instrumentarium en zijn na enige aanpassingen in de IMGeo standaard en inwinningsstrategie, goed bruikbaar om de ligging van bestaande (en vergunde) windturbines weer te geven.

Vervolgens vormen de unieke ID uit de basisregistraties een goede koppeling van andere registraties en wordt de Energietransitie onderdeel van het federatief datastelsel. Door bij andere registraties van windmolens door o.a. RVO (SDE en WOL), CertiQ, en netbeheerders de unieke ID uit de basisregistraties te laten registreren wordt koppeling van registraties mogelijk en is een goed 'register' te maken van de bestaande windturbines en het gesubsidieerde deel van de pijplijn.

Aandachtspunt bij deze conclusie:

- De vormgeving van een overkoepelende governance die zorgt voor de gezamenlijke aansturing van beheer, onderhoud en doorontwikkeling van de samenhangende registers (zie ook federatief datastelsel in laatste hoofdstuk)
- Permanente doorontwikkeling op basis van een samenhangend ontwikkelportfolio -> denk aan de Energietransitie
 - BGT/BRT kunnen worden gebruikt voor een overzicht van windmolens. Het onderzoek laat zien dat de actualiteit, eenduidigheid en volledigheid in de basisregistraties BGT en BRT niet direct aansluit bij de informatiebehoefte die nodig is om de energietransitie vorm te geven en te monitoren. Er bestaat een verschil tussen de 5 tot ruim 10% met het basisbestand vanuit RIVM (dat is gebaseerd op Windstats). Onderzocht moet worden hoe dit beter kan. Verrijking door koppeling aan andere databestanden (registers) zou dit kunnen oplossen. Betrouwbaarheid vinden we belangrijker dan een hoge actualiteit (tot 1 jaar verschil).
 - Verbeteren actualiteit windturbines met Topstakels als basis
- De realisatie van een samenhangende **objectenregistratie**, die zorgt voor een efficiënte en integrale inwinning en ontsluiting van gegevens, en een samenhangend en helder beeld voor een steeds grotere diversiteit aan gebruikers.
 - De Samenhangende object registratie (SOR) was in de query voor windturbines goed bruikbaar als semantische toplaag voor de koppeling tussen de basisregistraties. Voor andere energietransitie gerelateerde objecten zou de SOR ook gebruikt kunnen worden, om ze in het federatief stelsel basisregistraties integraal te benaderen

Conclusie 2

Om te komen tot een meerjarig inzicht in de realisatie van hernieuwbare energie door grootschalige ZonPV is een landelijk, openbaar bestand gewenst. Dit kan binnen BRT/BGT via NGII-spoor worden opgepakt, waarbij direct unieke identificatie van grootschalige zonneprojecten (>15kWp) mogelijk en vervolgens koppelbaar wordt in het federatief datastelsel. Hierbij vormt kan

worden gekeken of de registratie verplicht kan worden gesteld in zowel 'klassieke BGT' als de vergunningfase (IMGeo) (in plaats van huidige vrijwilligheid), om zo actuele en kwalitatief goede data te kunnen delen over pijplijn.

Inwinningsstrategieën

De verschillende inwinningsstrategieën hebben voor en nadelen op de volgende kenmerken van de dataset

Inwinningsstrategie; Findable (vindbaar)

De eerste stap in het (her)gebruik van gegevens is het vinden ervan. Metadata en gegevens moeten gemakkelijk te vinden zijn voor zowel mensen als computers. Machineleesbare metadata zijn essentieel voor het automatisch vinden van gegevensverzamelingen (datasets) en services. Daarnaast vinden we de data over hernieuwbare energie zo maatschappelijk relevant, dat we vindbaarheid ook vertalen naar het (gratis) vindbaar zijn van de data binnen het datalandschap van de energietransitie.

De basisregistratie kenmerken zich dat zij een heldere, openbare omschrijving van de metadata heeft en vindbaar is, zijn het BRT en BGT via PDOK en het NGR. Zowel de windturbines en de zonnepanelen zijn gedeeltelijk aanwezig in deze bestanden. Voor RIVM/Windstats is de metadata niet makkelijk beschikbaar.

Inwinningsstrategie: Accessible (toegankelijk)

Zodra de gebruiker de benodigde gegevens heeft gevonden, moet hij/zij weten hoe deze toegankelijk zijn, eventueel met inbegrip van authenticatie en autorisatie.

Voor grootschalige ZonPV zijn NEO en READAR bestanden (zon op dak) niet openbaar toegankelijk, maar via een betaald abonnement verkrijgbaar. Voor windturbines is een openbare Windstatsviewer (niet downloadbaar) en het RIVM bestand via een site beschikbaar. Bij Windstats kan een abonnement worden afgesloten, het RIVM bestand is downloadbaar, maar minder actueel. Voor al deze commerciële producten mogen de informatieproducten (kaarten) niet nationaal ontsloten worden, omdat dit geen overheidstaak is om dit te doen. Het zou ook het verdienmodel van marktpartijen kunnen bedreigen.

Voor BRT worden nu alleen de Zon-PV projecten op land boven de 1000m² verzameld. Kadaster is in staat met een verdere inspanning om te komen tot een beter, betrouwbaar beeld. Voordeel van de BRT is dat er jaarlijkse actualisaties plaats vinden. Het schaalniveau en de beperking tot alleen grootschalige ZonPV projecten op land, is te beperkt. Daarnaast zien we voor zon dat er losse inventarisaties, op verschillende schaalniveau's, volgen. Deze producten worden gemaakt met vaak ook weer afgeschermd bewerkingsmethoden, waardoor de optelbaarheid van de verschillend producten niet mogelijk is. RVO onderzoekt momenteel op welke wijze het Rijk data met de detectie en potentie van zon-PV voor iedereen beschikbaar kan stellen of marktpartijen hierbij wil faciliteren.

Wij denken dat de vindbaarheid en toegankelijkheid vergroot kan worden door de ligging van windturbines en grootschalige ZonPV gratis via een overheids site beschikbaar te stellen.

Inwinningsstrategie; Interoperable (uitwisselbaar)

Gegevens moeten meestal worden gecombineerd met andere data. Ook moeten de gegevens compatibel zijn met applicaties of workflows voor analyse, opslag en verwerking, zodat zowel andere onderzoekers en computers de data kunnen lezen. Het combineren van deze gegevens moet ook rekening houden met de plaats in ruimte en tijd. De gegevens moeten zoveel mogelijk van een zelfde

datum zijn en duidelijk koppelbaar aan 1 specifieke locatie (XYZ coördinaten), om zo verschillen die volgen uit verschillende realisatiedata en verschillende locaties zo klein mogelijk te houden.

De BRT wordt één keer per jaar ingevlogen, maar met een looptijd van ca. acht maanden, waardoor de actualiteit tussen regio's of locaties al in de BRT tot twaalf maanden kan verschillen. Het verhogen van de vliegfrequentie zal deze regionale verschillen verkleinen en de actualiteit op nationaal niveau eenduidiger maken. Ook hebben regio's dan meer actuele gegevens. Er worden op dit moment zowel zomer- als winterfoto's gevlogen. Als deze beide zouden worden ingezet om windturbines en zonneparken te detecteren, dan 'win' je circa 6 maanden.

Satellietbeelden worden frequenter vernieuwd, de kwaliteit van de beelden hangt dan af van het weer, als het vaak bewolkt is heb je geen nieuwe beelden. De actualiteit van een overzichtskaart hangt dan af van het 'lerende' algoritme, zodat niet weer dezelfde (reeds geconstateerde) fouten wordt gemaakt in vernieuwde kaarten. De interpretatie vindt in losse opdrachten plaats, op verschillende schaalniveau's. Er is geen continuïteit in dataverzameling.

BRT is goed koppelbaar aan BAG, BGT en/of BRK door het gebruik van unieke identifiers. Enige aandacht zal wel moeten uitgaan naar eenduidige registratie, m.n. de windturbines (kleiner dan 20m via BGT en groter dan 20m via BRT en vlak vs puntregistratie).

NEO legt zelf een relatie naar BAG³, maar de begrenzings van de BAG, niet de gebouw en VBO ID's. De begrenzings van de BAG in het NEObestand lijkt niet altijd overeen te komen met de luchtfoto's. Onduidelijk is hoe dat komt. De koppelbaarheid met de BAG en andere gegevens wordt hierdoor minder goed.

Inwinningsstrategie; Reusable (herbruikbaar)

Het uiteindelijke doel van FAIR is het optimaliseren van hergebruik van gegevens. Om dit te bereiken moeten metadata en (bewerkingen van) data op een juiste wijze worden beschreven, zodat ze direct kunnen worden gekopieerd en/of gecombineerd met andere gegevens in een andere omgeving.

De bewerkte bestanden van zowel NEO als READAR zijn met een algoritme bewerkt, waarvan de formule niet is gedeeld. Het wordt daardoor onduidelijk wat er wel/niet/hoe wordt gedetecteerd op de luchtfoto's en satellietbeelden. De data worden daarmee een 'black box', en lastig te interpreteren en/of te vergelijken met andere informatie. Alle gebruikers zijn er bij gebaat om afspraken te maken over een uniforme aanlevering van de data en openbaarheid van de analyse.

- Op zijn minst altijd aangeleverd als polygonen, en niet als puntdata (zoals door NEO) of als wel/niet aanwezig zijn van zonnepanelen op het dak (zoals door READAR). Vooral omdat dan onduidelijk is wat wel en niet is meegeteld per pand/project/regeling etc.
- Vanuit Kadaster kan in de BRT de kwaliteit van de geregistreerde zonneparken nauwkeuriger worden gemaakt door de polygoonbegrenzing eenduidiger vast te stellen.

BGT en BRT zijn via PDOK goed downloadbaar en herbruikbaar.

Inhoudelijke aanbevelingen

Doorontwikkeling in samenhang vraagt om regie van de overheid en ook om technische en inhoudelijke kennis en vaardigheden. Het is nodig om hier in overheidsorganisaties in te investeren,

³ De dataset "zon op gebouw" waarbij READAR de detectie heeft uitgevoerd heeft 2 attributen: "pand_identificatie"(=Pand_id uit de BAG) en "bgt_lokaal_id"(=Identificatie uit de BGT)

want bijna al het technische (ontwikkel) werk ligt nu buiten de deur, waardoor beperkt kennis is opgebouwd om die regie te kunnen voeren.

Vergelijkingstabellen

Windturbines	BGT /BRT	RIVM/Windstats	SDEviewer
Findable	++	-	-
Accessible	+/-	+/- (betaald)	+/-
Interoperable	+/-	-	--
Reusable	+	--	--

Grootschalige ZonPV	NEO	READAR	BRT
Findable	--	--	++
Accessible	-	-	+ (tot 1000m ²)
Interoperable	-	-	++
Reusable	--	--	++

Hoofdstuk 5. Aanbevelingen: federatieve data en inwinningstrategie

Om de voortgang van de energietransitie te kunnen plannen, monitoren en rapporteren is er een verbetering van de inwinningstrategie nodig. Twee belangrijke conclusie uit de analyse sporen voor windturbines en grootschalige ZonPV zijn:

1. Er is niet één partij die alle gewenste kenmerken over hernieuwbare energie gerelateerde plannen en projecten beschikbaar heeft
2. dat door het combineren van gegevens er een compleet beeld kan ontstaan (juist door duidelijkheid over krachten en zwaktes van de verschillende bronnen, die door combinatie elkaar uitsluiten/aanvullen).

Aanbeveling. Vanuit dit rapport stellen we voor gezamenlijk met de betrokken partijen, onder paraplu van VIVET, **de principes van het federatief datadelen te omarmen**: enkelvoudig inwinnen, meervoudig gebruik. Dit betekent gezamenlijk in te zetten op, zoveel als mogelijk open, datadelen en-hergebruik in vertrouwen. De belangrijkste voorwaarden voor het delen van data zijn

- dat er gestructureerde data zijn om te delen
- dat er een mechanisme is om die data makkelijk delen met inachtneming van het vertrouwelijke karakter waaronder persoonsgegevens van die datasets.

Openbaarheid van de ligging van de wind- en grootschalige zon opwek en eenduidigheid tussen de belangrijkste (basis)registraties zou door Rijkspartijen moeten worden gegarandeerd om de voortgang en benodigde interventies te kunnen monitoren. Uit dit onderzoek (zie bijlage) blijkt dat dit kan door Kadaster de opdracht te geven (via het NGII) om de windturbines en grootschalig ZonPV vast te leggen in de basisregistraties (bij voorkeur BGT) middels interpretaties van zowel de zomer-, als de winterluchtfoto's, die worden ingevlogen voor de BRK en TOPstakels. Een andere optie is het verplichten van het opnemen van het type Zonnepark in de BGT, net zoals nu al geldt voor windturbines.

Een eenduidige, openbaar beschikbaar bestand vergroot het handelingsperspectief van gemeenten, provincies en RES-regio's. De openbaarheid van deze informatie is niet alleen een kaart of register, maar gaat ook over de bewerkingmethoden (open source). Er moet een besluit komen dat zowel de oppervlakte en ligging van zowel windturbines als grootschalige zon PV openbare informatie is. Een minimumvariant is een eis tot openbaarheid in de vergunning of de subsidie.

Om actualiteit te bewaken zou er voor de inwinningstrategie via Kadaster wel gewerkt kunnen worden met zowel zomer- als winterfoto's. Als deze beide zouden worden ingezet om zonneparken te detecteren, dan 'win' je circa 6 maanden. Voordeel van de BGT is objecten daadwerkelijk ingemeten worden en dat een eenvoudigere koppeling gelegd kan worden met het DSO, althans in theorie. Het zijn sowieso vergunningplichtige objecten, dus ergens ontstaat ook een digitale tekening met geometrie

In Nederland kennen we de Interbestuurlijke Datastrategie (IBDS) die datastelsels wil bevorderen, met name het federatief datadelen, m.a.w. het in vertrouwen kunnen delen van data. Momenteel wordt er reeds vanuit verschillende initiatieven op verschillende gebieden en dataspace gewerkt aan de datadeling met een beperkte regie en zonder overkoepelende architectuur. In lijn met het federatief datastelsel (FDS) van de Interbestuurlijke Datastrategie (IBDS) kan er toegewerkt worden naar data samenhang en regie op datadeling voor de energietransitie (zie ook voor vervolg bijlage 2).

Bijlage 1. Windturbines:knowledge graph

Het Stelsel van Basisregistraties van tien basisregistraties is ingericht voor meervoudig gebruik. Helaas is dit niet genoeg voor de aanpak van de grote maatschappelijke opgaven want die hebben vaak informatie vanuit verschillende domeinen nodig. De ambitie is om de gegevens uit die registraties ook als 'basisdata' beschikbaar te laten zijn in een uitgebreider stelsel. Daarvoor wordt er gewerkt aan een federatief stelsel met als uitgangspunt om data niet op een centrale plek te verzamelen, maar deze in de sectoren te houden, daar waar ze horen, bij de bron. Dit voorkomt het onnodig kopiëren van gegevens met kans op fouten. [Meer lezen](#)

Hieronder volgen de resultaten uit twee focusdagen waarin gegevens van de BGT, BRT, RIVM en Topstakels werden gecombineerd en geanalyseerd. Het resultaat staat in de #Energie Knowledge Graph. Andere data kan in verdere iteraties worden toegevoegd aan de grafiek, zodat ook de originele gegevens kunnen worden getraceerd. Door deze actieve koppeling naar de originele gegevens, houden we het #Energie Knowledge Graph met minimale inspanning actueel. Ook kunnen we makkelijk koppelingen naar andere open-data sources koppelingen maken, zoals het SDE subsidie bestand van RVO.

Door te werken met dynamische koppelingen in een gekoppeld (federatief) stelsel, houden we meer actualiteit in het overzicht en flexibiliteit in het type gewenste vragen/informatie. We hebben daarom gekeken naar het opstellen van een Knowledge Graph van de basisregistraties, die we ook gekoppeld hebben aan data van andere overheden, zoals de atlas van de leefomgeving van RIVM en RVO over de SDE-subsidie.

Het Kadaster werkt aan de ontwikkeling van een federatief stelsel van basisregistraties. Dit stelsel maakt gebruik van linked data technologieën en heeft als voordeel dat verschillende datasets worden bijgewerkt en onderhouden door bestaande processen (data wordt bij de bron gehouden) maar vervolgens kunnen worden gecombineerd voor verschillende use-cases, zoals voor gebruik in de #Energie Knowledge Graph. Maatwerkvragen waarvoor gegevens uit meerdere registers nodig zijn, kunnen vervolgens binnen een centrale omgeving worden gesteld en beantwoord!

Data Preparatie

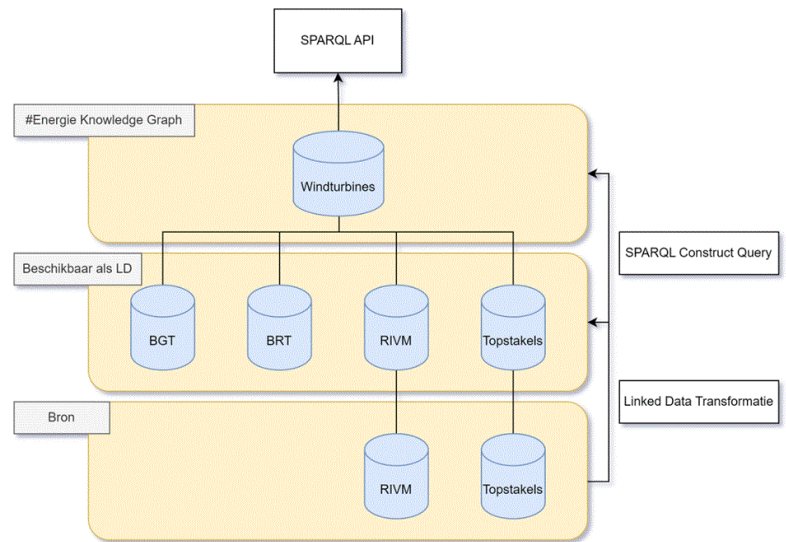
De volgende stappen zijn genomen bij het voorbereiden van gegevens voor het maken van de Knowledge Graph:

1. De BRT en de BGT zijn beide opgevraagd om de geïdentificeerde gegevens te retourneren die nodig zijn voor opname in de Knowledge Graph. In Het datamodel staan de attributen .
2. Er is een subselectie gemaakt van gegevens van zowel het RIVM als de topstakels (waaronder alleen de gegevens die betrekking hebben op windturbines en van belang zijn voor dit project). Elk van deze is getransformeerd naar gekoppelde gegevens en deze versies zijn [hier](#) te vinden voor Topstakels and [hier](#) voor RIVM.
3. Om alle gegevens uit de verschillende bronnen aan elkaar te koppelen, is het noodzakelijk om een koppelset tussen beide te creëren. Hiervoor werd in ArcGIS pro een ruimtelijke join gedaan op basis van de geometrie van de windturbines uit elke dataset en vervolgens werd deze koppelset getransformeerd om data te koppelen. De koppelset zelf is [hier](#) te vinden.
4. Om de data naar het gedefinieerde datamodel te projecteren en de uiteindelijke #Energie Knowledge Graph te maken, waren een aantal SPARQL-constructquery's nodig. Deze zijn als volgt:
 - [RIVM construct query](#)

- [Topstakels construct query](#)
- [BGT construct query](#)
- [BRT construct query](#)

5. Nadat alle gegevens waren gegenereerd met behulp van de constructquery's, werden alle graphs [hier](#) geladen, inclusief de datamodellen en is de #Energie Knowledge Graph voltooid.

Voor een compleet en visuele overzicht van het proces zie figuur 1.



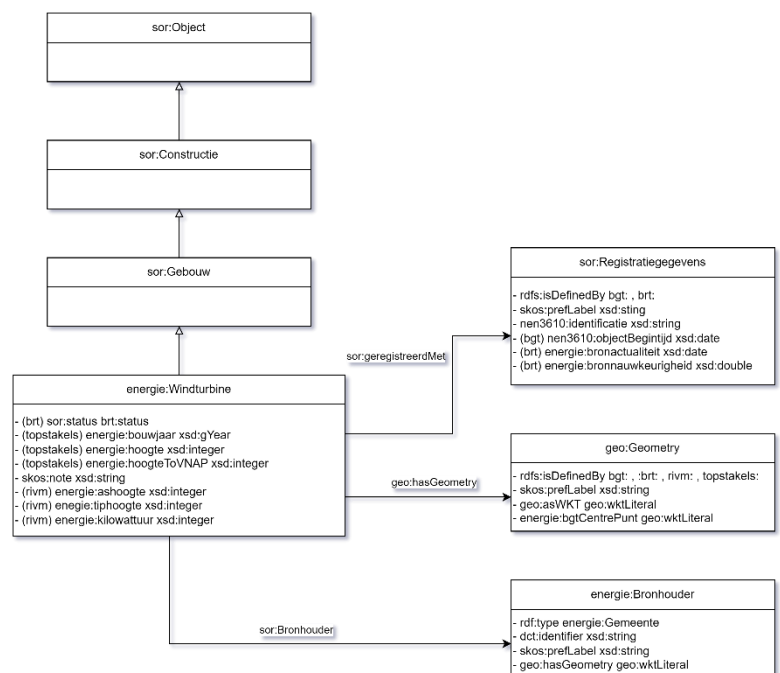
Figuur 1 Proces overzicht

Data Model gebruikt voor Energie Knowledge Graph

Als u een of alle onderliggende datasets wilt downloaden, gebruik dan de query's die in [dit story](#) zijn gedefinieerd.

De volgende afbeelding belicht het gegevensmodel dat wordt gebruikt bij het transformeren en koppelen van gegevens uit de verschillende gegevenssets om de #Energie Knowledge Graph te vormen. Als u een interactieve versie van dit model wilt bekijken, gaat u naar: [Weaver](#)

De volgende secties worden gebruikt om de inhoud en het nut van de #Energie Knowledge Graph te benadrukken. Elke sectie beantwoordt een bepaalde vraag zoals gedefinieerd door potentiële gebruikers van de Graph.



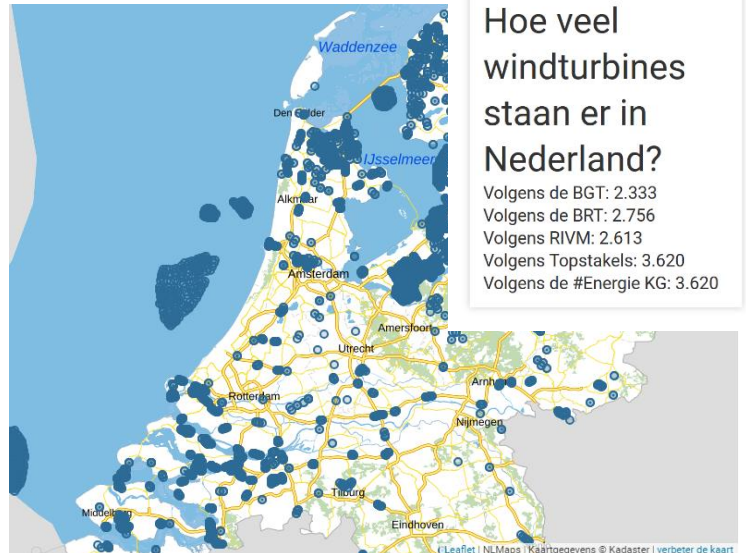
Figuur 2 Voorgesteld datamodel voor de eerste iteratie van de #Energie

Inhoud van de #Energie Knowledge Graph

Het volgende gedeelte geeft enig inzicht in de inhoud van de #Energie Knowledge Graph. We hebben gewerkt aan de hand van enkele voorbeeld vragen.

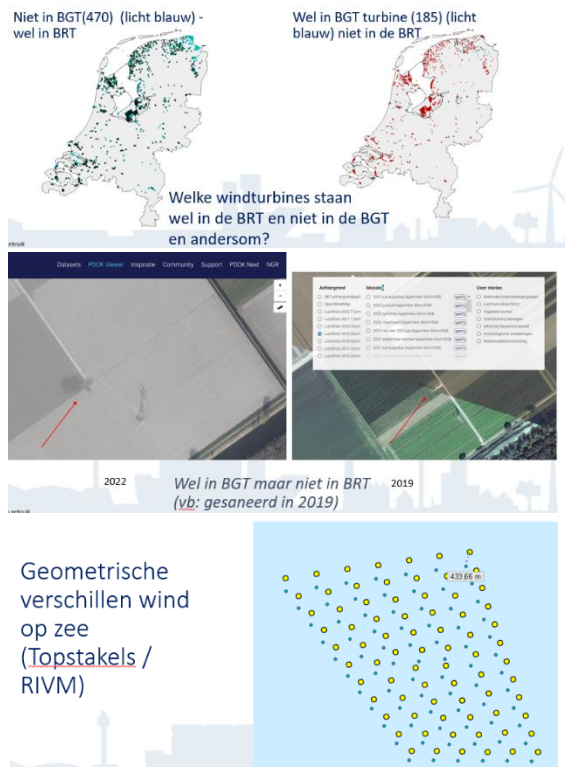
1. Hoeveel windturbines hebben we in Nederland volgens de #Energie Knowledge Graph en volgens de onderliggende datasets?

Hiernaast de verschillen in het aantal windturbines dat in elke onderliggende dataset zit en het totale aantal windturbines dat in de #Energie Knowledge Graph staat. Merk op dat topstakels het hoogste aantal windturbines heeft omdat deze dataset ook die in de zee bevat. We zien dat de verschillen in aantallen windmolens op de publieke sites. De verschillen lijken grotendeels te verklaren door het verschil in moment-opname en de definities gehanteerd binnen het inwinningproces.



De aantallen windturbines zijn ook uit te plotten op een kaart. Als je op internet inzoomt op een punt en op het punt klikt, kun je informatie over die windturbine zien. Het voordeel van een knowledge graph is dat als je deze zelf op de query klikt en de weergave wijzigt in een tabelweergave, je deze informatie downloaden voor gebruik in je eigen systeem. Zo kun je zelf een selectie maken.

Andere vormen van selecties worden op de internetsite ook gedemonstreerd. Zo kan er per gemeente een selectie worden gemaakt, maar ook op de hoogte van de molens of op de bron.



Dat laatste, windturbines per bron, geeft de reeds benoemde verschillen duidelijker weer. We hebben op een aantal van deze verschillen ingezoomd met een vergelijking met luchtfoto's. Voor conclusies zie volgende paragraaf



Figuur 16: Klompenweg Lunteren (vb van kleine turbine die Wel in BRT en niet in TopStakels)

Toelichting verschillen

Conclusie 1

De basisregistraties kunnen goed een basislaag in het ruimtelijk instrumentarium vormen en zijn, na enige aanpassingen in de IMGeo standaard, goed bruikbaar om de ligging van bestaande windturbines op kaarten weer te geven. Door bij andere registraties van windmolens door RVO (SDE en WOL), CertiQ, en netbeheerders de unieke ID uit de basisregistraties te laten registreren wordt koppeling van registraties mogelijk en is een goed 'register' te maken van de bestaande windturbines en het gesubsidieerde deel van de pijplijn.

Aandachtspunt bij deze conclusie:

- De vormgeving van een overkoepelende governance die zorgt voor de gezamenlijke aansturing van beheer, onderhoud en doorontwikkeling van de samenhangende registers (zie ook federatief datastelsel in laatste hoofdstuk)
- Permanente doorontwikkeling op basis van een samenhangend ontwikkelportfolio-> denk hier aan de Energietransitie
 - BGT/BRT kunnen worden gebruikt voor een overzicht van windmolens. Maar het onderzoek laat zien dat de actualiteit, eenduidigheid en volledigheid in de basisregistraties BGT en BRT niet direct aansluit bij de informatiebehoefte die nodig is om de energietransitie vorm te geven en te monitoren. Onderzocht moet worden hoe dit beter kan. Verrijking door koppeling aan andere databestanden (registers) zou dit kunnen oplossen. Betrouwbaarheid is belangrijker dan actualiteit.
 - Verbeteren actualiteit windturbines met Topstakels als basis
- De realisatie van een samenhangende **objectenregistratie**, die zorgt voor een efficiënte en integrale inwinning en ontsluiting van gegevens, en een samenhangend en helder beeld voor een steeds grotere diversiteit aan gebruikers.
 - De Samenhangende object registratie (SOR) was in de query voor windturbines goed bruikbaar als semantische toplaag voor de koppeling tussen de basisregistraties. Voor andere energietransitie gerelateerde objecten zou de SOR ook gebruikt kunnen worden, om ze in het federatief stelsel basisregistraties integraal te benaderen

Conclusie 2

Realiseren unieke identificatie van windturbines binnen BRT/BGT via NGII-spoor. Daarbij ook te kijken of de registratie verplicht kan worden gesteld in zowel 'klassieke BGT' als de vergunningfase (IMGeo) (in plaats van huidige vrijwilligheid), om zo actuele en kwalitatief goede data te kunnen delen over pijplijn.

Bijlage 2. Zon PV

Voor ZonPV zijn alleen losse incidentele bestanden beschikbaar op nationaal niveau.

Niet alle zon PV installaties vallen onder dezelfde doelstellingen. Voor realisatie van hernieuwbare energie door Zon PV is onderscheid gemaakt tussen grootschalige ZonPV en kleinschalige ZonPV. Dit komt voort uit de keuze om :

1. de 'autonome' ontwikkeling van Zon op individuele daken van o.a. burgers en kleine bedrijven, die gestimuleerd worden door de salderingsregeling
2. grotere projecten (>15 kWp) die met subsidies zoals bijvoorbeeld de SDE en SCE worden gerealiseerd.

Het onderscheid heeft vooral te maken over hoe de energie uit deze projecten wordt meegenomen in de nationale doelstellingen voor de opwek van hernieuwbare energie.

Wat is kleinschalig?

De kleinschalige zon maakt over het algemeen gebruik van de salderingsregeling, waarin de hoeveelheid verbruikte energie op jaarbasis mag worden weggestreept tegen dezelfde hoeveelheid opgewekte energie van de eigen panelen. In de doelen (en financiering) van het Klimaatakkoord is hier al rekening mee gehouden. Verwacht werd dat hiermee wel 7 TWh in 2030 wordt opgewekt. De 7 TWh maakt geen deel uit van het doel van minimaal 35 TWh in 2030 voor de regionale opwek van in de RES-regio's, maar is wel belangrijk voor wat we in Nederland samen opwekken en besparen. Als er op nationaal niveau meer dan 7 TWh kleinschalig wordt opgewekt, mag dat meetellen voor het realiseren van het bod boven de 35 TWh. De kleinschalige zonmarkt is dermate snel gegroeid dat in 2022 al 7,2 TWh zonnestroom werd opgewekt.

NPRES stelt, samen met Kadaster en RVO, een inzicht van zon op dak beschikbaar aan gemeenten op basis van ortho-luchtfoto's gedetecteerd en geïnterpreteerd door READAR. De focus van dit dataproduct ligt alleen op zon op gebouwen, dus de BAG panden en specifieke BGT objecten zoals een schuur, een overkapping of een loods. Er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen kleine en grote zon-PV projecten.

En wat is grootschalig?

De grotere projecten vragen meer betrokkenheid vanuit meerdere partijen en de omgeving, omdat ze meer ingepast moeten worden in zowel de fysieke leefomgeving, als de veiligheid en ook elektriciteitsnet en de balancering daarvan. Voor RES-regio's, provincies en gemeenten is daarom belangrijk om helder inzicht te hebben in enerzijds het onderscheid tussen kleinschalig en grootschalige zon.

Onder grootschalig wordt verstaan meer dan 15 KiloWatt piek. In dit project hebben wij dit grofweg 'vertaald' naar >60 panelen >125m² aaneengesloten zonnepanelen⁴. De nadruk van het onderzoek naar 60 panelen ligt meer op de technische mogelijkheid om het aantal panelen mee te nemen, dan dat het nu om die exacte 60 panelen gaat. Met de steeds verdere verbetering van Zonpanelen, kan er met steeds minder panelen meer dan 15 kWp worden gerealiseerd. We willen dus weten hoe we kunnen 'zien' dat het om grootschalige Zon gaat.

We maken gebruik van verschillende bronnen:

⁴ We hebben gewerkt met de aanname dat de oppervlakte per paneel, van een grootschalig project, gemiddeld 2 m² is.

- de geregistreerde zonneparken (op land/water) in de BRT van juni 2023 op basis van de TOP10nl luchtfoto's (vlak: typefunctioneelgebied = zonnepark)
- de geïdentificeerde zonnepanelen op satellietbeelden van NEO (meest recente zonnepanelen zijn van september 2022)
- BAG Panden (Januari 2023)
- Webservice Luchtfoto (2022HR)
- de SDE subsidie administratie door RVO op basis van centerpoint postcode 4.
- de RES-regio's en hun plannen
- netbeheerders in o.a. het CERES

Analyse 1: NEO zonnepanelen

We hebben de analyse eerst toegespitst op één gemeente, omdat gevraagde informatie in relatie tot de fijnmazigheid van beschikbare bronnen teveel werk zouden opleveren op nationale schaal. We hebben gekozen voor gemeente Dijk en Waard, omdat daar voorheen het project 'stad van zon' heeft gelopen.

Onderzoeksvragen in een GIS-vergelijking NEO data met luchtfoto's (visueel) en BRT zonnevelden op land en water:

1. Hoe ziet de NEO data eruit in vergelijking tot de luchtfoto?
2. Kan uit de NEO data grootschalige zon op land en dak worden afgeleid?
3. Hoe verhoudt de oppervlakte van de NEO data zich tot de oppervlakte van de BRT functioneel gebieden 'zonnepark' en wat zegt dat over de betrouwbaarheid van de oppervlaktes gegeven in deze datasets?

Hoe ziet de NEO data eruit in vergelijking tot de luchtfoto?

NEO zonnepanelen worden weergegeven als puntdata, met de volgende attributen:

- Begin- en einddatum
- Hellingshoek
- Oppervlak
- Oriëntatie
- (K)wh (per m2) per jaar en dag
- Gebouw_ID (BAG)
- Gemeente



Figuur 3 Voorbeeld zonnepanelen data NEO

Een punt kan meerdere zonnepanelen representeren. Hoeveel panelen precies verschilt en hangt af van hoe dicht deze panelen bij elkaar liggen. Soms is de aggregatie per rij, soms per vlak (zie de twee verschillende gebouwen in Figuur 3). In sommige gevallen is het lastig herleiden welke zonnepanelen meegenomen zijn bij welk punt. De oppervlakte van een aggregatie van zonnepanelen is bepaald door te kijken naar een polygoon van de panelen en de hellingshoek van het dak. Deze polygoonen worden echter niet meegeleverd door NEO. Wanneer het om een plat dak of andere ondergrond gaat wordt de hellingshoek van de panelen dus ook niet meegenomen bij het berekenen van de oppervlakte.

Uit nametingen op luchtfoto's blijkt dat de gegeven oppervlakte lang niet altijd klopt. Verdere duiding/validatie is nodig om hier meer over te kunnen zeggen.

Uit visuele inspectie blijkt dat zonnepanelen over het algemeen goed gedetecteerd zijn: er zijn weinig zonnepanelen die we niet terug zien in de NEO data. Wel zien we vals positieven: Ook kassen en lichtkoepels op panden worden soms als zonnepanelen gezien (Figuur 4).

NEO geeft zelf aan dat het bestand een 'juistheid en volledigheid' heeft van minstens 80 procent. De 80 procent volledigheid betekent dat minstens 80 procent van de zonnepanelen ook daadwerkelijk gedetecteerd zijn. 80 procent juistheid houdt in dat er niet meer dan 20 procent vals positieven (zoals de kassen) zijn. Dit kan per regio verschillen; NEO geeft aan dat soms bijvoorbeeld in opdracht van een gemeente hoge resolutie beeldmateriaal is gebruikt. Hier zal de kwaliteit van de detectie beter zijn.

Soms klopt de BAG geometrie niet helemaal of is er sprake van een overkapping waarop zonnepanelen liggen. In dat geval is er geen Gebouw_ID (BAG) gekoppeld aan de aggregatie van zonnepanelen.

Hoe wordt Kwh berekend door Neo? Dat hangt van veel factoren af, zoals oriëntatie, hellingshoek, schaduwwerking omliggende panden/bomen, etc.

Kan uit de NEO data grootschalige zon op land en dak worden afgeleid?

De NEO data bevat een attribuut 'oppervlakte', daardoor kan worden afgeleid of er meer dan 120m² aan zonnepanelen op een BAG pand of BRT object ligt (Figuur 5). Hiervoor zijn de oppervlaktes van alle punten die op één BAG pand vallen opgeteld. Doordat de oppervlakte niet altijd precies klopt is er een grijs gebied rond de drempelwaarde van 120m². Grotere velden zullen echter altijd wel gevonden worden op deze manier.

Als een dak of BRT object heel groot is wordt het sneller als grootschalige zon gezien, bijv. als er meerdere kleinere velden op te vinden zijn. Het is de vraag of dit wenselijk is.



Figuur 4 Kassen die gedetecteerd zijn als zonnepanelen

Het ontbreken van polygonen maakt dat het onduidelijk is waar de panelen precies liggen op het BAG pand of BRT object. Wanneer zonnepanelen opgenomen zullen worden in een basisregistratie moet er een keuze gemaakt worden in welke vorm: punt of vlak. Wanneer er voor punt wordt gekozen zullen er ook beslissingen gemaakt worden over hoe tot een punt wordt geaggregeerd.



Figuur 5 BAG panden met meer dan 120m² zonnepanelen (NEO data)

Analyse 2 Vergelijking Neo data met BRT

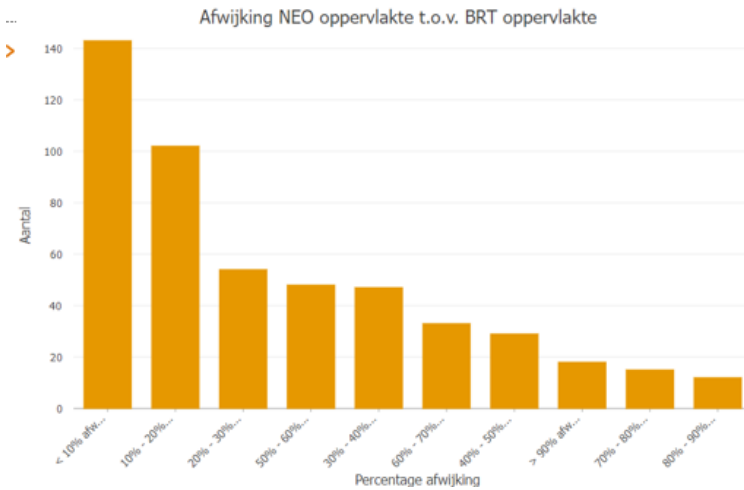
Hoe verhoudt de oppervlakte van de NEO data zich tot de oppervlakte van de BRT functioneel gebieden 'zonnepark' en wat zegt dat over de betrouwbaarheid van de oppervlaktes van deze dataset?

Sinds 2020 worden zonneparken als functionele gebieden opgenomen in het BRT (TOP10nl). Alle zonneparken groter dan 1000 m², die zichtbaar zijn (in aanleg) op de luchtfoto worden geregistreerd. De herkenning van zonneparken vindt plaats aan de hand van 'triggers' die via bijvoorbeeld OSM/beeldherkenning plaats vinden. Het intekenen van de polygonen doen de topografen vervolgens zelf. Het gaat dan alleen op opstellingen op land en water, niet op objecten zoals gebouwen en parkeerplaatsen.

De luchtfoto's worden jaarlijks ingevlogen, maar door de verschillende opname data van de luchtfoto's ten opzichte van de releasedatum van het BRT, kan de actualiteit variëren van 8 tot 20 maanden.

In de BRT zitten grootschalige zonneparken op land en water. Dit zijn parken die een stuk groter zijn dan de definitie van grootschalige zon die hier wordt gebruikt: > 1000m². De oppervlakte van elk van deze BRT-vlakken (heel Nederland) zijn vergeleken met de som van de oppervlakte van de NEO zonnepanelen aggregaties die binnen deze vlakken vallen. De verwachting is niet dat dit één op één overeenkomt: De oppervlakte van de NEO panelen is gebaseerd op een polygoon direct om de zonnepanelen heen, bij de BRT vlakken is de ruimte tussen panelen en vaak ook een rand er omheen ook meegenomen in de oppervlakteberekening. De metingen binnen het BRT zijn niet eenduidig. Soms wordt er direct om de buitenlijn van de panelen een polygoongrens geplaatst en daarvan de oppervlakte gemeten, soms langs de perceel of hekgrens. Ook komen er multipolygonen voor.

Ondanks deze verschillen in meetmethode zou de verwachting zijn dat de afwijking niet groter zal zijn dan 50 procent. Dit blijkt echter in 25% van de gevallen toch het geval (Figuur 6). Soms komt dit door de intekening van de BRT of de opstelling van de panelen (Figuur 6), maar vaker klopt de NEO data niet (Figuur 8 en figuur 7).

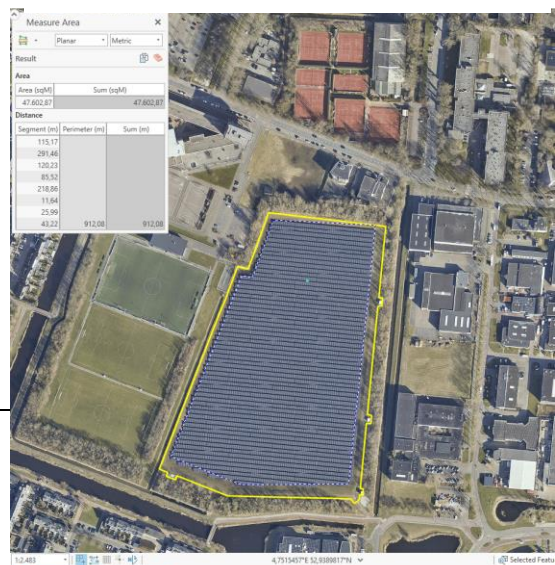
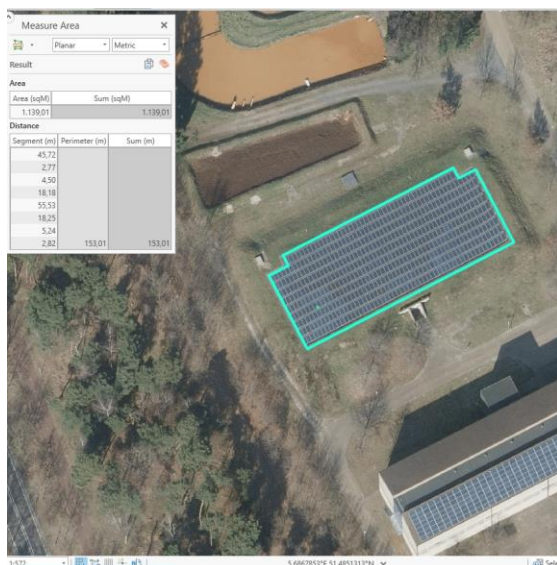


Afwijking	Aantal	% van totaal
< 10% afwijking	143	29
10% - 20% afwijking	102	20
20% - 30% afwijking	54	11
30% - 40% afwijking	47	9
40% - 50% afwijking	29	6
> 50% afwijking	126	25

Figuur 6 Verschil in oppervlakte BRT-zonneveld en NEO zonnepanelen



Figuur 7 Verschil in oppervlakte zonnevelden BRT/NEO



Figuur 8 en figuur 7 Voorbeelden van veel te kleine oppervlakte inschatting NEO

Voorlopige conclusies analyse NEO zonnepanelen en BRT

1. Grootschalige zonneparken kunnen met NEO data gedetecteerd worden, je hebt wel wat grijs gebied rond de drempelwaarde van 60 panelen door de aanname van paneelgrootte en datakwaliteit attribueert 'oppervlakte'. In hoeverre de data volledig en betrouwbaar is, is niet bekend.
2. Uit de Neo bestanden is grootschalig op dak te halen. Het bepalen van de oppervlakte blijkt onduidelijk.
3. De oppervlakte van het park is bij zowel BRT als NEO niet betrouwbaar genoeg om berekeningen qua opwekking etc. op uit te voeren.

Mede na overleg met Kadaster komen we tot de conclusie dat de inwinningscriteria in het BRT eenduidiger moeten worden vastgelegd, om bruikbaar te zijn voor het meten van de oppervlakte. Andere optie is om door middel van beeldherkenning (luchtfoto's) de oppervlakte van geïnstalleerde panelen binnen de contouren van een zonnepark te bepalen. Dat is relatief eenvoudig.

Analyse 3. Zon op gebouw van READAR en Kadaster (dataset Zon op gebouw)

Een van de onderdelen van het onderzoek naar de technische potentie van de zon op gebouwen en parkeerplaatsen, is de detectie van zonnepanelen op gebouwen en parkeerplaatsen middels een getraind model/neuraal netwerk. Het kadaster heeft vervolgens het eigendom en de functies aan deze detecties gekoppeld.

De analyse is uitgevoerd door READER op basis van (winter)luchtfoto's 2021(True Orthofoto). De detectie richtte zich op de aanwezigheid zonnepanelen (ja/nee) en zo ja, de indicatieve oppervlakte in m² zonnepanelen voor:

1. Gebouwen (Basisregistratie Adressen en Gebouwen)
2. Overige bouwwerken: overkapping, open loods en schuur (Basisregistratie Grootschalige Topografie)
3. Parkeerplaatsen (Basisregistratie Topografie)

Kwaliteit van de detectie was landelijk iets hoger dan bij de NEObestanden, nl. 87.7% van Panden met panelen was correct voorspeld.

Vanwege de wet op de Overheid en Markt bleek een nationale ontsluiting van het bestand onmogelijk. Er is daarom gekozen om voor overheden een besloten toegang te creëren voor de bestanden via de 30-RES regio's op <https://www.rvo.nl/onderwerpen/zonneenergie/lokale-overheden#benut-de-plaatsingsruimte-in-uw-regio>. Dit is een suboptimale oplossing omdat er alleen voor overheden toegang is en het niet gebruikt kan worden door initiatiefnemers die willen onderzoeken of zij een nieuw zonneproject kunnen opstarten in hun buurt. RVO onderzoekt momenteel op welke wijze het Rijk data met de detectie en potentie van zon-PV voor iedereen beschikbaar kan stellen of marktpartijen hierbij wil faciliteren.

Van theoretische potentie naar praktische potentie (dataset Kansrijke daken)

In de analyse van READAR en Kadaster is gekeken naar de theoretische potentie van het plaatsen van zonnepanelen. Op basis van de hellingshoek, oriëntatie, hoogte en zoninstraling is bepaald wat geschikte daken zijn. Deze theoretische potentie is door Generation Energy verder aangescherpt andere informatielagen die op belemmeringen kunnen wijzen zoals: netproblemen, asbest, te lichte dakconstructie, monument en eigendom.

Analyse 4. Pijplijn grootschalige Zon

De data over geplande projecten zijn via het NPRES verzameld. De aangeleverde data over de dertig regio's verschilt in detail- en kwaliteitsniveau.

Daarnaast wordt er voor de Zon op land monitor van RVO gekeken naar het voormalig grondgebruik van zon op veld projecten groter dan 1 MWp die een SDE subsidie hebben gekregen. Doel van deze analyse is om het ruimtegebruik van zon op veld systemen te beschrijven en daarmee een indicatie te geven in hoeverre de voorkeursvolgorde zon doorwerkt in de realisatiefase. Met ingang van 2024 wordt de monitoring van de voorkeursvolgorde zon-PV door NPRES uitgevoerd.

RVO publiceert in een web viewer de gerealiseerde zonprojecten op een interactieve kaart. Wanneer de onderliggende data wordt vergeleken met de ligging van zonprojecten in de BGT dan zijn deze nauwelijks te koppelen. Vanwege de privacy van de aanvraag maakt RVO de exacte ligging van projecten niet openbaar. De viewer data zijn puntlocaties, de BRT zijn vlakken.

Korte conclusies in de vergelijking tussen SDE/SCE viewer(RVO internetsite) en de basisregistraties :

- Het lukt slechts 6% van de projecten uit de viewer om te direct te koppelen op een plaats, het punt ligt in het vlak. Van de 624 SDE/SCE projecten met opstelling Veld of Water kunnen er 35 direct worden gekoppeld;
- Hetzelfde geldt voor de koppeling van de punt uit de SDE-viewer aan het BRT-object. De afstand tussen de SDEpunt en het BRT-object loopt uiteen van een halve meter tot 20 km. Hiermee is dus niet zeker dat de koppeling dan correct is. Bijna 200 BRT-objecten liggen minder dan 500 m. van de SDEpuntlocatie.
- Koppeling op basis van ander kenmerken blijkt lastig: van een BRT object kun je bijvoorbeeld de oppervlakte nemen, maar die is inclusief tussenruimte en je weet de opstelling niet, dus best lastig een aantal m2 panelen uit te rekenen. In de SDE data die RVO deelt zit geen oppervlakte, alleen een vermogen. Het natuurlijk mogelijk om deze grootheden om te rekenen : dus vermogen naar oppervlakte of andersom. Echter daar zit ook zo'n grote foutmarge in, dat eenduidige koppeling niet is te waarborgen.

Bijlage 3. Pijplijn tabel uit begrippenkader RES wind op land en Zon-PV

Versie 27 jan. 2023

Categorie (3b)	Onderdeel (3c)	Fase (3d/3e)	Bronhouder (3g)	Realisatiegraad (3h)	Vollasturen (3i)	Opmerkingen	
Wind/zon onbepaald	Ambitie (3d)	Niet uitgewerkt	Lokale overheden	-	n.v.t.		
		Uitgewerkt					
Wind op land	Ambitie (3d)	Niet uitgewerkt	Lokale overheden	-	Per regio en hoogte turbine	Standaard o.b.v. 5,6 MW turbines	
		Uitgewerkt					
		Ten gevolge van realisatiegraad in pijplijn					
	Pijplijn (3e)	Voortraject	Lokale overheden	10%	Kengetal per windsnelheid en hoogte turbine of project/regio specifiek	Bron SDE en SCE lijsten (en Windstats), regio vult projecten zonder subsidie of in aanbouw aan.	
		Vergunningaanvraag	Lokale overheden	60%			
		Vergunningverlening	Lokale overheden	90%			
		Subsidiebeschikking en bouw	RVO (Windstats)	95%			
	Huidig (3f)	RVO	100%	Bekend van project	Minimaal info over MW en TWh per gemeente en RESregio		
Zon-PV Zon op veld >15 kWp	Ambitie (3d)	Niet uitgewerkt	Lokale overheden	-	950	Kengetallen: 0,5 bruikbare m ² per m ² , 350 Wp en 1,63 m ² per paneel, 215 Wp/m ²	
		Uitgewerkt					
		Ten gevolge van realisatiegraad in pijplijn					
	Pijplijn (3e)	Voortraject	Lokale overheden	10%	950 of project/regio specifiek	Afhankelijk van netcongestie Bron SDE en SCE lijsten	
		Vergunningaanvraag	Lokale overheden	40%			
		Vergunningverlening	Lokale overheden	10-80% (zie 3h)			
		Subsidiebeschikking en bouw	RVO	90%			
	Huidig (3f)	RVO	100%	Bekend van project	Minimaal info over MW en TWh per gemeente en RESregio		
	Zon op gebouw >15 kWp (3j)	Ambitie (3d)	Niet uitgewerkt	Lokale overheden	-	900	Op basis van de realistische potentie (zie 3j). Kengetallen: 350 Wp en 1,63 m ² per paneel, 215 Wp/m ²
			Uitgewerkt				
Ten gevolge van realisatiegraad in pijplijn							
Pijplijn (3e)		Subsidiebeschikking en bouw	RVO	20-50% (zie 3h)	900 of project/regio specifiek	Bron SDE en SCE lijsten, afhankelijk van netcongestie	
Huidig (3f)		RVO	100%	Bekend van project	Minimaal info over MW, TWh, gemiddeld Wp en aantal panelen per gemeente en RESregio		

Bijlage 4. Mogelijke vervolgstappen

Er kan stapsgewijs naar een datastelsel toegewerkt worden zonder in een blauwdruk alle aspecten synchroon te ontwikkelen; denk aan de uitwerking van verschillende rollen in het stelsel en de standaardisatie van koppeldata:

1. Burgers, bedrijven en overheden kunnen beter samenwerken door in lijn met FDS duidelijke rollen ten aanzien van data te definiëren.
 - a. Zo moet duidelijk worden wie de datagerechtigde is voor welke data. De datagerechtigde kan bepalen wie toegang heeft tot welke data. De datagerechtigde is een rol die in MFF-BAS gedefinieerd is, maar nog niet in FDS. Het is belangrijk de datagerechtigde ook in FDS te benoemen gezien de ambitie dat burgers meer regie op hun eigen data krijgen.
 - b. Welke datahouders werken binnen het FDS voor de energietransitie; dit zijn de partijen die verantwoordelijk zijn voor de data, het databeheer en het ontsluiten van data. Dit kunnen ook bedrijven zijn die op grond van de EU Data Act data moeten delen.
 - c. Wie zijn de datagebruikers? De ambitie is dat het volle potentieel van datagebruik benut wordt, maar wel op grond van toestemmingen van de datagerechtigde.
 - d. de data intermediair die eveneens met toestemming van de datagerechtigde data combineert en verrijkt tot dataproducten voor data-gebruikers.
2. De stelselcomponenten: de afspraken, standaarden, meta-data en voorzieningen (software) die nodig zijn om veilig datadelen binnen het stelsel mogelijk te maken. Deze hergebruiken zoveel als mogelijk de stelselcomponenten van FDS.