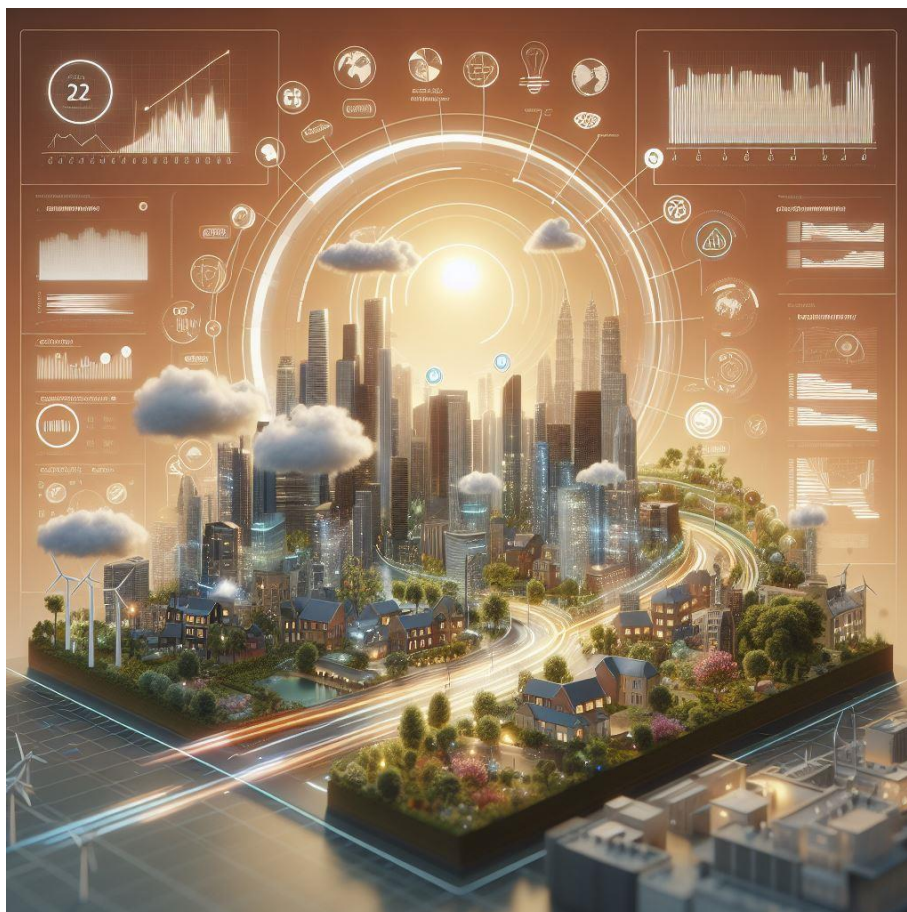


Digitale tools en platformen

Energietransitie Gebouwde Omgeving



Visualisatie gecreëerd door AI op basis van het rapport: *Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving* | Rapport | Rijksoverheid.nl

22 december 2023

Hein Corstens, Martijn van Glabbeek, Ron Saraber

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) voor de Topsector Energie op verzoek van TKI Urban Energy en het programma Digitalisering.



© 2023 Contact Consulting

Overname van de tekst is toegestaan, maar alleen met bronvermelding. Neem bij twijfel contact met ons op.

Intern gebruik

Voorwoord

Voor het realiseren van een efficiënte energietransitie in de gebouwde omgeving zijn verschillende digitale tools en technieken nodig. Hierbij kan gedacht worden aan digitale tools en technieken die het ontsluiten, beschikbaar stellen en toepassen van (meerdere) databronnen mogelijk maken en daarmee kunnen resulteren in onder andere datagedreven beheer en onderhoud, optimalisatie van installaties en advisering/ondersteuning van besluitvorming, het bevorderen van ketensamenwerking en het optimaliseren van ontwerp-, productie- en logistieke processen. De ontwikkeling van dergelijke digitale tools en platforms is primair de verantwoordelijkheid van de markt. In sommige gevallen wordt deze ontwikkeling door de overheid ondersteund via het verlenen van innovatiesubsidie en in nog weer andere gevallen wordt deze ontwikkeling in opdracht van de overheid uitgevoerd.

Voor een efficiënte inzet van overheidsmiddelen is het van belang zicht te houden op de verschillende ontwikkelingen én om, in de gevallen dat deze ontwikkeling vanuit de overheid worden ondersteund, voorwaarden te stellen die ervoor zorgen dat toegang, dataveiligheid en privacy worden gewaarborgd en dat de verschillende digitale tools en platforms voldoende met elkaar samenhangen.

Om deze reden heeft RVO op verzoek van TKI Urban Energy en het TSE programma Digitalisering opdracht gegeven aan Contact Consulting voor het uitbrengen van een advies aangaande overheidssteuning aan de ontwikkeling van digitale tools en platforms ten behoeve van de Energietransitie in de Gebouwde Omgeving. Belangrijk onderwerp hierbinnen is een toekomstverkenning met een vertaling van belangrijke toekomstige ontwikkelingen naar een antwoord op de vraag welke ontwikkelingen ondersteuning behoeven en naar voorwaarden die je zou moeten stellen aan digitale tools en platformen die vanuit de overheid worden ondersteund.

Met dit rapport wordt een basis gelegd om digitale tools en platformen op een adequate manier te integreren in de opdrachtverlening en de subsidietoekenning door de overheid in het kader van de energietransitie in de gebouwde omgeving. Daarnaast kan er gebruikgemaakt worden van de opgedane kennis over de inzet van die digitale tools en platformen.

Guus Mulder, Programmamanager Versnelling energierenovaties TKI Urban energy, en Claire Groosman, Programmamanager Digitalisering, Topsector Energie

Samenvatting

Om de doelstelling van de energietransitie, een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050, te realiseren is de inzet van digitale tools en platformen onontbeerlijk. Het wordt onderkend dat via opdrachtverlening en subsidieregelingen geen richting gegeven wordt aan de ontwikkeling van samenwerkende digitale tools en platformen en dat er in beperkte mate specifieke digitaliseringsvoorwaarden worden gesteld. Om te kunnen komen tot de juiste mate en wijze van sturing op een samenwerkend landschap van digitale tools en platformen is meer overzicht over en inzicht in het waarom, wat en hoe van digitale tools en platformen noodzakelijk. Daarom is door RVO op verzoek van TKI Urban Energy en het TSE programma Digitalisering aan Contact Consulting de opdracht gegeven een onderzoek in te stellen naar de situatie en te adviseren in beste aanpak hiervoor.

Het in najaar 2023 uitgevoerd onderzoek behelsde:

1. Quickscan
Welke tools en platformen in de markt zijn (potentieel) voorhanden om in te zetten voor de energietransitie in de gebouwde omgeving?
2. Toekomstverkenning
Welke innovatieve ontwikkelingen zijn voorzien voor (nabije) toekomst en wat is de relevantie ervan digitale tools en platformen voor de energietransitie in de gebouwde omgeving?
3. Voorwaarden
Welke (digitaliserings)voorwaarden dienen in opdrachtverlening en subsidieverlening aan digitale tools en platformen voor de energietransitie in de gebouwde omgeving gesteld te worden?

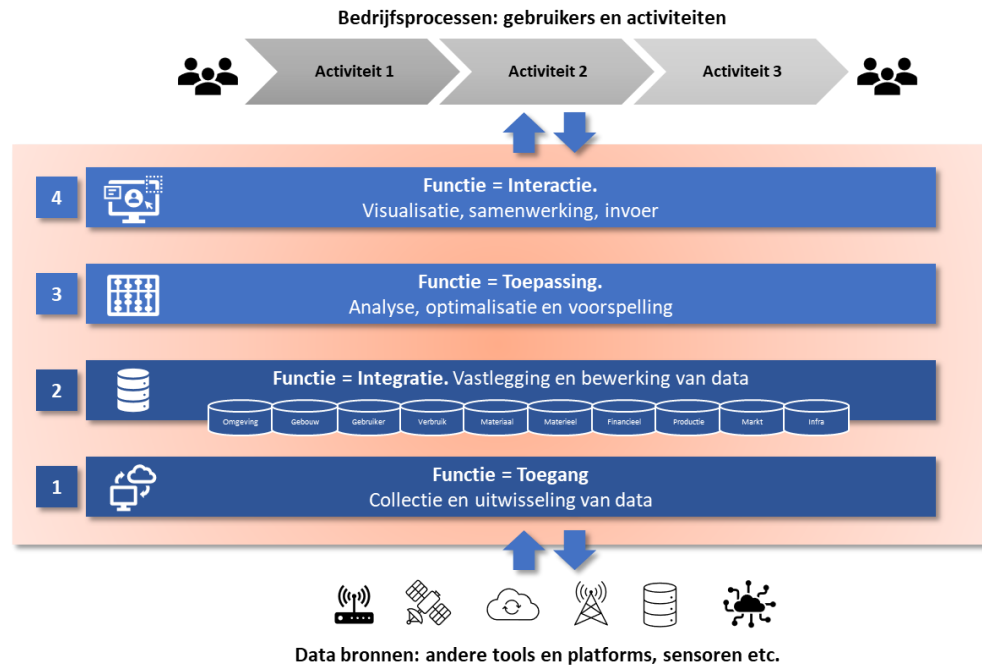
Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van deskresearch, interviews en bijeenkomsten met experts. Gebleken is dat de onderlinge samenhang tussen de verschillende aspecten van het onderzoek niet voor iedere betrokkene vanzelfsprekend was. Om samenhang bespreekbaar te maken en bevindingen te objectiveren is gebruik gemaakt van een raamwerk en usecases waarmee de quickscan van bestaande tools en platformen, de toekomstverkenning en (inter)nationale wetten en standaarden geduid worden. Het raamwerk is gebaseerd op actuele inzichten in digitale samenwerking en informatiearchitectuur.

Resultaten:

- Ad 1. Quickscan
Een inventarisatie leverde een niet uitputtend overzicht op van bijna 400 tools en platformen. Een zestal tools en platformen, waarvoor opdracht of subsidie is verleend, zijn met behulp van het raamwerk geanalyseerd. Hiermee is zichtbaar gemaakt dat toepassing van het raamwerk grip biedt bij het identificeren van tool- of platformpotentieel in de energietransitie.
- Ad 2. Toekomstverkenning
Er zijn twaalf belangrijke technologische ontwikkelingen beschreven met hun impact op de energietransitie en de inzet van digitale tools en platformen. Een nadere analyse heeft een handelingskader opgeleverd voor het bepalen van gerichte inzet van overheidssteun.
- Ad 3. Voorwaarden
Toepassing van het raamwerk, de bestaande (inter)nationale wetten en standaarden, de quickscan en de toekomstverkenning heeft een hanteerbare set van toepasbare voorwaarden opgeleverd.

Het onderzoek heeft geresulteerd in de volgende **conclusies en aanbevelingen**:

- Conclusie 1 Door uitvoering van de quickscan en toepassing van het raamwerk is bevestigd dat de enorme veelheid aan tools en platformen structuur en verduidelijking vereist.
- Aanbeveling 1 Gebruik het raamwerk om verdere structuur aan te brengen in de beschikbare en in de toekomst verwachte tools en platformen. Classificeer tools en platformen en registreer en deel op systematische wijze kennis hierover.



- Conclusie 2 De meeste tools en platformen zijn 'monolithisch' en doen te weinig aan interne scheiding van lagen (toegang, integratie, toepassing en interactie) met als gevolg te weinig interoperabiliteit.
- Aanbeveling 2 Zorg dat in opdrachten en subsidievoorwaarden het raamwerk met onafhankelijke lagen voor toegang, integratie, toepassing en interactie als uitgangspunt geldt.
- Conclusie 3 Met behulp van usecases worden verbindingen gelegd tussen enerzijds de functies van tools & platformen en anderzijds de maatschappelijke functies in het kader van de energietransitie. Dit wordt nu niet ingezet als richtinggevend middel voor ontwikkelingen door de markt.
- Aanbeveling 3 Weeg bij opdrachtverlening en subsidietoekenning de functionele en kwalitatieve voorwaarden aan tools & platformen met hun maatschappelijke relevantie op basis van usecases.
- Conclusie 4 Het ontbreekt aan overzicht over welke tools en platformen zijn ontwikkeld, wanneer en door wie, met welke maatschappelijke relevantie, functionaliteit etc. en de onderlinge relaties daarvan. Dit maakt kennisoverdracht, hergebruik en doorontwikkeling erg moeilijk.

- Aanbeveling 4 Zet een registratie op van alle relevante digitale tools & platformen. Bouw de registratie op volgens het raamwerk. Verplicht bij aanvragen opname in die registratie. Ga uit van de registratie, die er al in digiGO ontwikkeld is.
- Conclusie 5 Voor zover zichtbaar geworden heeft iedere tool of platform een eigen datamodel, veelal ongedocumenteerd of überhaupt niet beschreven. Het al dan niet standaardiseren van informatie wordt niet op beoordeeld en er wordt niet op gestuurd.
- Aanbeveling 5 Het doorontwikkelen van een breed toepasbare gegevensstructuur voor de energiesector¹ en toepassing op de voorwaarden is urgent. Het is gewenst dat er een uitwerking van de data governance in de gebouwde omgeving tot stand gebracht wordt conform de aanbeveling in het rapport 'data governance in het energiedomein' [9].
- Conclusie 6 Er is behoefte aan beoordeling op innovativiteit van digitale tools en platformen en de daarbij passende vorm van ondersteuning voor een bepaalde aanvraag of bepaald project.
- Aanbeveling 6 Orden toekomstige oplossingen, die mogelijkwijs voor aanbesteding of subsidieverlening in aanmerking komen, naar maatschappelijke relevantie en technologische vernieuwendheid. Dan ontstaan er vier categorieën met ieder hun eigen handelingstype:
- A. Indirect maatschappelijk relevant en niet technologisch vernieuwend: laat aan de markt over.
 - B. Indirect maatschappelijk relevant en technologisch vernieuwend: stimuleer experimenten.
 - C. Direct maatschappelijk relevant maar niet technologisch vernieuwend: stimuleer opschaling.
 - D. Direct maatschappelijk relevant én technologisch vernieuwend: knip op in minder risicovolle projecten in de categorieën B en C.
- De regelingen dienen vooral van toepassing te zijn op de categorieën B en C.

¹ Denk aan: MFFBAS, EDSN, ESDL, EDR, IMSG, CIM-CERES, Installatieregister, Informatiemodel Energie-installaties

- Conclusie 7 Het bijhouden van technologische ontwikkelingen is een vak apart.
- Aanbeveling 7 Gebruik kennispartners én ontwikkel kennis in huis om technologische ontwikkelingen en hun impact op de ondersteuning van de energietransitie met digitale tools en platformen bij te houden en op waarde te schatten.
- Conclusie 8 Inhoudelijke voorwaarden met betrekking tot digitalisering komen in de huidige regelingen nauwelijks voor en lijken erg per regeling bepaald te zijn. Er ontbreekt uniformiteit en volledigheid in de voorwaarden die gesteld worden.
- Aanbeveling 8.1 Verwerk de grote hoeveelheid toepasselijke wetten en standaarden op basis van het opgedane inzicht betreffende de usecases, de quickscan en de toekomstverkenning uit tot een set toepasbare voorwaarden, te weten
1. Verantwoordheid
 2. Interoperabiliteit
 3. Veiligheid
 4. Privacy
 5. Eigenaarschap
 6. Bruikbaarheid en toegankelijkheid
 7. Beheerbaarheid
 8. Architectuur
 9. Adoptie
- Aanbeveling 8.2 Vertaal deze voorwaarden vervolgens naar specifieke opdrachten en regelingen door:
- Prioritering
 - Kwantificering, ordening of kwalificering
 - Afstemming op
 - innovatiestadium (idee, concept, uitrol)
 - toekomstige technologie, rekening houden met maatschappelijke relevantie
 - toepassingsgebied
 - betrokkenheid van persoonsgegevens
 - verbondenheid met apparaten en energie-infrastructuur.
- Deze lijst is niet uitputtend.
- Aanbeveling 8.3 Zorg in de afweging dat de voorwaarden als geheel bijdragen aan het maatschappelijke doel van de energietransitie. Bevorderlijk daarvoor is het voldoende ruimte laten aan de markt, een adequate communicatie met de markt en het werken met een terugkoppelingsmechanisme.
- Aanbeveling 8.4 Voer als eerste stap de voorwaarden voor digitale tools en platforms in aanbestedingen en subsidieregelingen in door de indiener te vragen aan te geven hoe aan de voorwaarden voldaan wordt en welke standaarden er worden toegepast. Laat de ingediende voorstellen toetsen door een team van experts.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Inhoudsopgave	7
1 Inleiding	9
1.1 Opdracht.....	9
1.2 Aanpak.....	9
1.3 Begripsbepaling	10
1.4 Overzicht van de inhoud	12
2 Raamwerk.....	13
2.1 Introductie van het raamwerk.....	13
2.2 Functionaliteiten	13
2.3 Datacategorieën	14
3 Toepassingsgebieden en usecases	15
3.1 Usecase 1. Optimalisering van de verduurzamingsketen	15
3.2 Usecase 2: Optimalisering van de aansturing van gebouwssystemen	16
3.3 Usecase 3: Balanceren van energieproductie en -consumptie op gebiedsniveau.....	17
3.4 Usecase 4: Ruimtelijke inpassing infrastructuur in de gebouwde omgeving.....	17
3.5 Tenslotte.....	18
4 Quickscan digitale tools en platformen.....	19
4.1 Overzicht	19
4.2 Huidige tools en platformen.....	20
5 Toekomstverkenning.....	27
5.1 Top 12 relevante technologische ontwikkelingen en hun impact	27
5.2 Algemene beschouwing over technologische ontwikkelingen	32
5.3 Noodzaak en wenselijkheid van financiële ondersteuning vanuit de overheid.....	33
6 Voorwaarden aan digitale tools en platformen	37
6.1 Kader	37
6.2 Toepasbare voorwaarden	38
6.3 Soort voorwaarden.....	43
6.4 Uitwerking	43
6.5 Toepassing van de voorwaarden.....	44
6.6 Normering en toetsing	44

7	Conclusies en aanbevelingen	45
	Referenties	48
	Afkortingen.....	49
	Bijlagen.....	51
	Bijlage 1 Geraadpleegde personen	52
	Bijlage 2 Verklarende begrippenlijst	53
	Bijlage 3 Huidige regelingen en voorwaarden	58
	Bijlage 4 Basis van het raamwerk.....	60
	Bijlage 5 MMIP's.....	62
	Bijlage 6 Usecases	65
	Bijlage 7 Quickscan.....	71
	Bijlage 8 Korte beschrijving van enkele tools en platformen.....	72
	Bijlage 9 Top 12 relevante technologische ontwikkelingen.....	79
	Bijlage 10 Impact van technologische ontwikkelingen	81
	Bijlage 11 Impact van de technologische ontwikkelingen op de voorwaarden.....	85
	Bijlage 12 Specificatie van voorwaarden aan systemen en data	87

1 Inleiding

1.1 Opdracht

Naast fysieke innovaties (zoals isolatie, installaties en lokale productiemogelijkheden) vormen digitale tools en platformen een belangrijk onderdeel van de innovaties die bijdragen aan het bereiken van een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050. De overheid kan door het verlenen van innovatiesubsidie aan marktpartijen innovatie stimuleren of kan door het verstrekken van opdrachten de ontwikkeling bekostigen. Bij deze vormen van overheidsfinanciering is het voor de overheid belangrijk dat deze middelen op een goede manier worden besteed. Dat betekent dat middelen efficiënt en effectief worden ingezet, marktpartijen voldoende aandacht besteden aan toegankelijkheid van data, dataveiligheid en privacy en digitale tools en platformen voldoende samenhang hebben.

Het ontbreekt momenteel aan een goed integraal overzicht van bestaande en toekomstige digitale tools en platformen. Ook is er geen eenduidig kader van voorwaarden waaraan door overheidsmiddelen bekostigde digitale tools en platformen moeten voldoen.

In opdracht van RVO heeft Contact Consulting een onderzoek gedaan naar

- de digitale tools en platformen die relevant zijn voor de energietransitie in de gebouwde omgeving;
- de voorziene innovaties op dit gebied;
- de te stellen voorwaarden aan door de overheid gefinancierde digitale tools en platformen op dit gebied;
- de hantering van deze voorwaarden in de bestaande subsidieregelingen;
- het gebruik van die voorwaarden voor de MOOI-regeling van 2024 en andere subsidies onder de Topsector Energie (PPS, TSE-GO en DEI+)².

1.2 Aanpak

De rapportage is in de periode 1 september 2023 - 22 december 2023 opgesteld door een projectteam van Contact Consulting, dat wekelijks overleg had met het projectteam van de opdrachtgever. Input voor de rapportage bestond uit een grote hoeveelheid documenten, enkele interviews en bijeenkomsten van een klankbordgroep. Zie bijlage 1 voor de deelnemers en andere geraadpleegde personen.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee fasen, rekening houdend met de eis van de opdrachtgever om in de week van 28 september een conceptversie van een notitie over (rand)voorwaarden aan digitale tools in innovatiesubsidies te ontvangen. In de tweede fase zijn tools en platformen geïnventariseerd en geanalyseerd, is een toekomstverkenning uitgevoerd en zijn de voorwaarden verder uitgewerkt. Als basis voor de analyse en voor de formulering van voorwaarden in de toekomst is een raamwerk ontwikkeld, waarin de samenhang wordt vastgelegd tussen:

- de maatschappelijke functies van de energietransitie
- de regelingen
- de voorwaarden
- functionaliteiten van digitale tools en platformen.

² Zie bijlage 3 voor een beknopte toelichting op de regelingen

Het was noodzakelijk focus aan te brengen in de grote hoeveelheid tools en platformen, regelingen en voorwaarden. Dit is gebeurd door het formuleren van een viertal usecases, gebaseerd op de toepassingsgebieden in de MMIP's. De usecases verschaffen in totaal een generiek beeld van de problematiek binnen de scope van de opdracht, namelijk het formuleren van voorwaarden aan digitale tools en platformen ten behoeve van de een datagedreven energietransitie in de gebouwde omgeving, gericht op woningen en utiliteitsgebouwen. Voorts is het onderzoek beperkt tot een vijftal regelingen (te weten MOOI 2024, PPS, TSE-GO en DEI+).

1.3 Begripsbepaling

Hierna volgt een toelichting op enkele centrale begrippen. Andere begrippen worden toegelicht in bijlage 2.

1.3.1 Digitale tools en platformen

Een **digitale tool** is een hulpmiddel dat gebruik maakt van elektronische inwinning, opslag, uitwisseling en presentatie van gegevens³.

Tools kunnen gecombineerd worden in een **digitaal platform**. Dat kan gekarakteriseerd worden als:

- een (denkbeeldige) plaats, waar digitale gegevens worden uitgewisseld;
- een organisatie, waar op een elektronische wijze (in de praktijk via het internet dus) onderhandeld, samengewerkt, gehandeld kan worden;
- een combinatie van digitaal en organisatorisch platform.

Een platform in het energiedomein is dus een geheel van fysieke en organisatorische voorwaarden voor de uitwisseling en de integratie van elektronische gegevens over de energietransitie. Zo'n platform bevat faciliteiten voor:

- inwinning, opslag en uitwisseling van data;
- databeheer;
- rekenen en analyseren;
- visualisatie en interactie.

De voorwaarden en randvoorwaarden die in dit document benoemd zijn hebben in principe betrekking op alle vormen van ontwikkeling met een digitaal karakter, verder samen te vatten als 'digitale tools en platformen'.

1.3.2 Gebouwde omgeving

Vooralsnog zien we de Gebouwde omgeving als de fysieke omgeving die door mensen is gecreëerd. Zij omvat alle gebouwen, infrastructuur, openbare ruimten, landschappen en andere kunstmatige constructies die door mensen zijn gemaakt.⁴

In het kader van deze verkenning is de scope beperkt tot **bestaande gebouwen**. Dit kunnen zijn:

- woningen (zowel eigen woningen als huurwoningen);
- utiliteitsgebouwen (fabrieken, kantoren, scholen, magazijnen, en dergelijke).

De omgeving van de gebouwen wordt meegenomen voor zover die van invloed is op die gebouwen.

³ in de (nabije) toekomst niet alleen meer elektronisch, maar uitgebreid met toepassing van fotonica, kwantumcomputing en DNA-computing [8]

⁴ <https://definieer.nl/definitie-gebouwde-omgeving/>

Energiesystemen worden in de beschouwing betrokken voor zover het gaat om systemen in de gebouwen of energiesystemen tussen gebouwen in de wijk.

Het kader wordt gevormd door de missiegedreven meerjarige innovatieprogramma's:

- MMIP3 Versnelling energierenovaties [1]
- MMIP4 Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving [2]
- MMIP5 Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving [3].

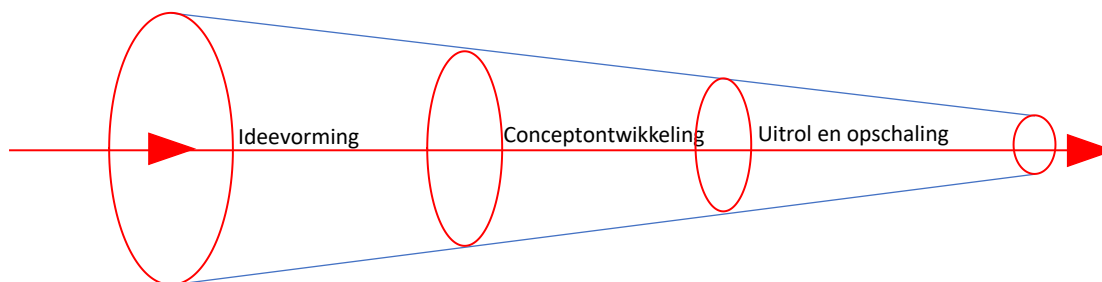
1.3.3 Digitaliseringsbaten en maatschappelijke baten

De focus in dit onderzoek is gericht op voorwaarden die gericht zijn op digitaliseringsbaten, ofwel de directe voordelen⁵ die er behaald kunnen worden door digitale tools en platformen. Een direct voordeel van een digitaal platform zou kunnen zijn dat informatie over installatie van hybride warmtepompen gedeeld wordt, waardoor er duidelijkheid ontstaat over de aanwezigheid van warmtepompen.

We onderscheiden de digitaliseringsbaten van de maatschappelijke baten: deze hebben betrekking op hogere doelen, in het kader van deze verkenning de doelen die samenhangen met de energietransitie. In het voorbeeld leidt de informatie over en daarvoor meetbaarheid van de warmtepompen tot het hogere doel van een meer doelgerichte inzet van subsidies.

1.3.4 Innovatiestadia

Om grip te krijgen op innovatie wordt wel het beeld van de 'innovatietrechter' gehanteerd (zie figuur 1). In de literatuur komen diverse benamingen voor de verschillende stadia van concreetheid, volgens welke innovatieve oplossingen getypeerd kunnen worden⁶. Wij gaan hier uit van de stadia Ideevorming, Conceptontwikkeling en Uitrol & opschaling. Naarmate een idee verder geconcretiseerd is, zijn er meer en/of hardere voorwaarden relevant. De huidige regelingen kunnen in grote lijnen als volgt geplaatst worden:



Figuur1. Innovatietrechter

- PPS: focus op ideevorming
- MOOI: focus op conceptontwikkeling
- DEI+ en TSO GO: focus op uitrol en opschaling.

Een beknopte toelichting op deze regelingen is te vinden in bijlage 3.

⁵ Eigenlijk: het resultaat van baten minus kosten

⁶ Ook wel Technology Readiness Level (TRL) genoemd.

1.4 Overzicht van de inhoud

In hoofdstuk 2 wordt een raamwerk gepresenteerd, waarin de digitale tools & platformen, voorwaarden en regelingen geplaatst kunnen worden vanuit een digitaliseringsvisie. Het raamwerk bestaat uit een viertal lagen: toegang, integratie, toepassing en interactie. Het raamwerk wordt verder gepreciseerd aan de hand van functionaliteiten en datacategorieën.

Het raamwerk wordt in hoofdstuk 3 uitgewerkt voor een viertal usecases., gebaseerd op toepassingsgebieden, die zijn afgeleid van de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's). Het gaat om de usecases: (1) Optimalisering van de verduurzamingsketen, (2) Optimalisering van de aansturing van gebouw-systemen, (3) Balanceren van energieproductie en -consumptie op gebiedsniveau en (4) Ruimtelijke inpassing infrastructuur in de gebouwde omgeving.

Hoofdstuk 4 bevat een quickscan van (bijna 400) bestaande digitale tools en platformen. Daarnaast is voor een zestal systemen een meer diepgaande inventarisatie en analyse uitgevoerd.

Hoofdstuk 5 bevat een toekomstverkenning, waarin de belangrijkste technologische ontwikkelingen in beeld gebracht worden met hun impact op de digitale tools en platformen die relevant zijn voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving. De toekomstverkenning leidt tot adviezen over de waardering van verschillende soorten innovaties en het permanent monitoren en beoordelen van toekomstvoorspellingen.

In hoofdstuk 6 wordt een kader ontwikkeld voor voorwaarden voor digitale tools en platformen in de subsidieregelingen voor de energietransitie. Standaarden voor systeem – en datavooraarden worden vertaald naar een set toepasbare voorwaarden. Vervolgens wordt aangegeven hoe deze verder geoperationaliseerd zouden kunnen worden.

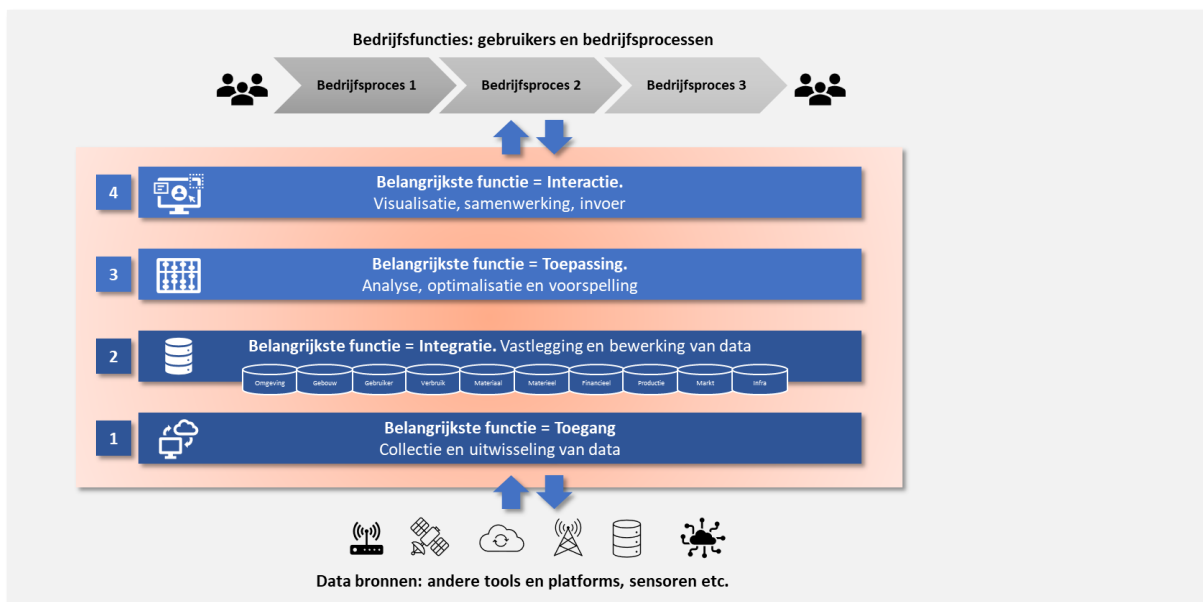
Het rapport sluit af met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 7.

2 Raamwerk

2.1 Introductie van het raamwerk

In dit hoofdstuk wordt een raamwerk gepresenteerd, waarin de digitale tools & platformen, voorwaarden en regelingen geplaatst kunnen worden vanuit een digitaliseringsvisie. Het raamwerk is ook een basis voor de toekomstverkenning. Door middel van dit raamwerk kan inzichtelijk gemaakt worden welke typen tools en platformen er kunnen ontstaan in de toekomst. Verder kan er een beeld geschetst worden welke systemen door de markt geïnitieerd en ontwikkeld worden en kunnen worden en waar (meer of minder) overheidssteun wenselijk wordt geacht. De applicatiefuncties in het raamwerk baseren we op een aantal bestaande standaarden, referentiearchitecturen en best practices, afkomstig uit onderzoeken naar slimme gebouwen, slimme steden en slimme energienetwerken. Voor een toelichting op de mogelijkheden van het raamwerk verwijzen we naar bijlage 4.

Het raamwerk is weergegeven in figuur 2. Die laat zien dat we alle tools categoriseren op basis van de belangrijkste functie die deze tool heeft. Een tool kan bijvoorbeeld vooral gericht zijn op gebruikersinteractie, of vooral gericht zijn op data-integratie. Een tool kan ook meerdere belangrijke functies hebben.



Figuur 2. Raamwerk Tools & Platformen Energietransitie Gebouwde Omgeving

Let wel, het raamwerk is een **conceptueel** raamwerk, waarmee tools en platformen geanalyseerd kunnen worden. De daadwerkelijk software- en hardware-architectuur is complexer dan hier wordt weergegeven, maar voor dit onderzoek is verdere detaillering niet nodig. De tools en platformen kunnen onderdeel uitmaken van een meer omvattend stelsel. Ook in zo'n stelsel kunnen dezelfde vier genoemde lagen onderscheiden worden. Voor een precieze beschrijving van de geschiktheid voor de functionaliteiten in de vier lagen van het Raamwerk verwijzen we naar de Espresso / Urban Open Platform architectuur [4]. In bijlage 4 is een korte beschrijving te vinden.

2.2 Functionaliteiten

In tabel 1 is het raamwerk beschreven aan de hand van de functionaliteiten per laag.

Laag	Naam	Beschrijving
	Gebruikers	De gebruikers in de bedrijfsfuncties die gebruikmaken van de toepassing. In de DSGO architectuur wordt dit beschreven als het businessdomein met daarin de verschillende bedrijfsfuncties.
4.	Interactie	Deze laag is verantwoordelijk voor het visualiseren van de uitkomsten uit de toepassingslaag voor gebruikers en de mogelijkheid voor gebruikers om met deze uitkomsten te werken, al dan niet samen met andere gebruikers.
3.	Toepassing	Deze laag is verantwoordelijk voor het analyseren van data, het optimaliseren van processen en het voorspellen van toekomstige ontwikkelingen of effecten op basis van data. Welke analyses, optimalisaties en voorspellingen worden uitgevoerd, is afhankelijk van het toepassingsgebied.
2.	Integratie	Deze laag is verantwoordelijk voor het vastleggen en bewerken van de verzamelde data, zodat deze kunnen worden gebruikt door de toepassing of worden uitgewisseld met externe tools en platformen via de toegangs-laag.
1.	Toegang	Deze laag is verantwoordelijk voor het verzamelen van data in en het uitwisselen van data met de externe databronnen. Een belangrijke eis is dat de bronnen toegankelijk en benaderbaar zijn en dat de tool of het platform deze bronnen kan benaderen (interoperabiliteit)
	Databronnen	Andere tools en platformen, benaderbare databases (bijvoorbeeld open data); een belangrijke eis is dat deze bronnen beschikbaar zijn voor derden. In de DSGO architectuur wordt dit beschreven als het datadomein met daarin beschikbare databronnen.

Tabel 1 Functionaliteiten van het Raamwerk

2.3 Datacategorieën

De betrokken data zijn onder te verdelen in een aantal categorieën. Welke data relevant zijn, is afhankelijk van de toepassing. Tabel 2 geeft een overzicht van de te onderscheiden datacategorieën. In de beschrijving wordt steeds een voorbeeld gegeven van een (al dan niet openbaar toegankelijke) gegevensbron bij deze datacategorie.

DD	Naam	Beschrijving
1	Omgevingsdata	Betreft de bovengrondse en ondergrondse omgevingsdata van het gebouw, de wijk etc. betreffende de geo-locatie, en alle kenmerken die relevant kunnen zijn voor de constructie en prestaties van een gebouw alsmede de lokale productie en het lokale verbruik van energie inclusief de beschikbare bronnen en infrastructuur. Voorbeeld: basisregistratie grootschalige topografie (BGT).
2	Gebouwd data	Betreft alle data aangaande de asset (gebouw, woning), van het ontwerp en de constructie en de kenmerken daarvan (oppervlakte, volume), tot de gebruikte materialen, producten, installaties, en de voorspelde en gemeten prestaties (anders dan het energieverbruik, bijvoorbeeld de leefbaarheid, luchtkwaliteit, etc.). Voorbeeld: Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG).
3	Gebruikersdata	Betreft alle data van de gebruiker (eigenaar, bewoner, bezoeker), inclusief de wijze waarop deze het gebouw hebben gebruikt. Voorbeeld: Handelsregister (HR).
4	Energieverbruiksdata	Betreft alle data aangaande het verbruik van energie, op verschillende granulariteitsniveaus: apparaat, systeem, gebouw, wijk, community, bedrijfsterrein etc. Voorbeeld: CBS data over gemiddeld energieverbruik per woning.
5	Materiaal- en productdata	Betreft alle data aangaande de materialen en producten die gebruikt kunnen worden voor een gebouw (nieuwbouw, verbouw, renovatie) inclusief de eigenschappen hiervan, inclusief de leveranciers en de beschikbare voorraad en productiecapaciteit. Voorbeeld: centraal artikelbestand (2ba.nl) en de nationale milieudatabase (milieudatabase.nl)
6	Materieel- en personeelsdata	Betreft alle data aangaande het materieel (bouw materieel, werktuigen, voertuigen) en het beschikbare (gekwificeerde) personeel die ingezet kunnen worden in het bouwproces, inclusief de kenmerken en eigenschappen hiervan, inclusief de leveranciers en de beschikbare voorraad en levercapaciteit. Voorbeeld: materieelverhuur (boels.com) en centraal register techniek (centraalregistertechniek.nl)
7	Financiële data en financieringsdata	Betreft alle relevante financiële data (kosten, waarde) die relevant zijn over het gebouw, de maatregelen en het realisatieproces en de financiering daarvan. Bijvoorbeeld: WOZ en woningwaarde (kadasterdata.nl)
8	Energieproductiedata	Betreft alle data aangaande de beschikbare energiebronnen en de capaciteit en werkelijke productie van deze energiebronnen in de tijd. Bijvoorbeeld: CBS energiebalans (aanbod, omzetting en verbruik).
9	Energiemarktdata	Betreft alle marktdata inclusief de prijzen die worden geboden / betaald voor de levering (of beperking daarvan) van energie. Bijvoorbeeld: actuele-energieprijzen.nl
10	Energie-infrastructuurdata	Betreft alle data over de beschikbare en geplande energie-infrastructuur (elektriciteit, gas, koude, warmte) en aansluitingen daarop. Bijvoorbeeld: liggingsgegevens elektriciteitsnetten op PDOK .

Tabel 2 Datacategorieën

3 Toepassingsgebieden en usecases

Het hiervoor beschreven raamwerk bestaat uit een viertal applicatiefuncties die iets zeggen over de ondersteuning in een bepaald toepassingsgebied door de tools en platformen. We werken dat hier uit voor een viertal usecases. De toepassingsgebieden zijn afgeleid van de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's), met name MMIP3: Versnelling energierenovaties [1], MMIP4: Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving [2] en MMIP5: Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving [3]. Een korte toelichting is te vinden in Bijlage 5.

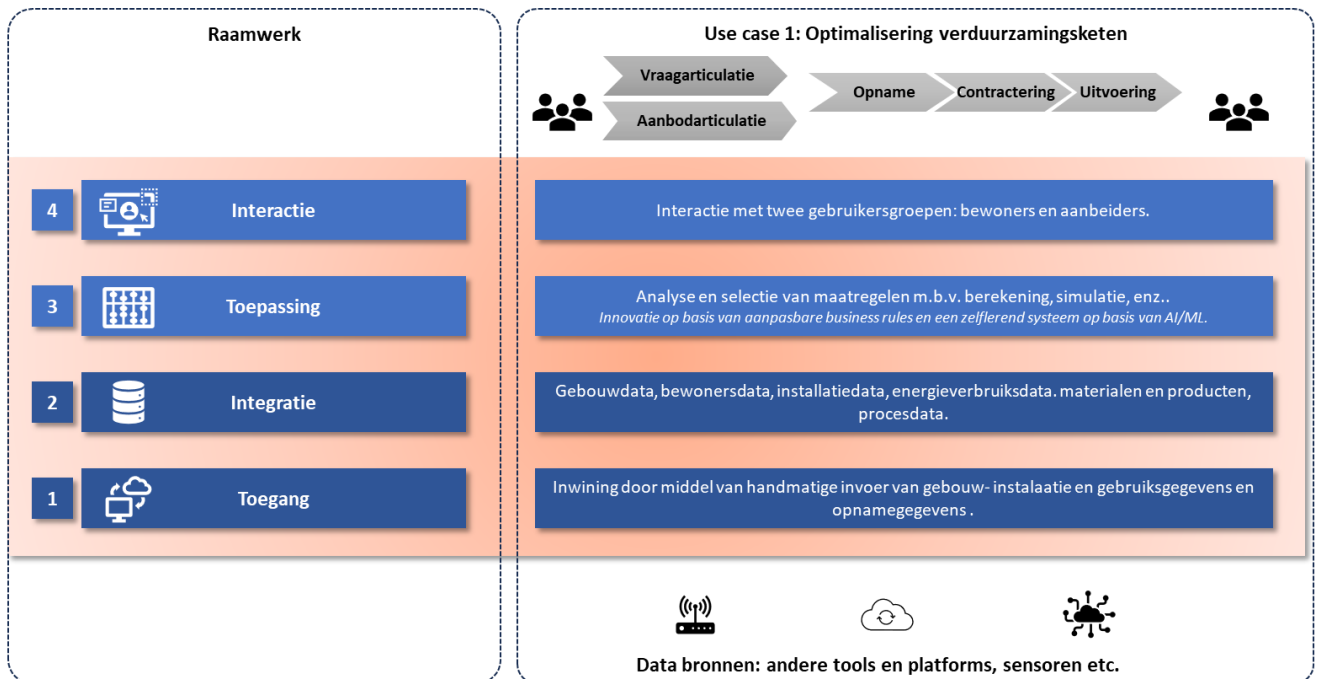
De usecases bieden een handvat voor de beschrijving van oplossingen in de quickscan en de toekomstverkenning en een kader voor uitwerking van functionaliteiten van en voorwaarden aan tools en platformen. Met de uitwerking van deze usecases verwachten we een generiek beeld van de problematiek en de beantwoording van de gestelde vragen gecreëerd te hebben binnen de scope van onze opdracht. Een uitgebreide beschrijving van de usecase is te vinden in Bijlage 6. Hierna volgt een korte karakterisering van de vier usecases.

3.1 Usecase 1. Optimalisering van de verduurzamingsketen

Toepassingsgebieden MMIP3-1 Procesinnovatie en digitalisering van het verduurzamingsproces en verduurzamingsprojecten

MMIP4-1 Integratie van koude- en warmtesystemen in (geïndustrialiseerde⁷, gedigitaliseerde) verduurzamingsprocessen en -projecten.

Plaatsing in het raamwerk



Figuur 3 Usecase 1 in het raamwerk

⁷ Dit impliceert niet dat de industrie als zodanig tot onze scope behoort: het gaat erom dat de systemen op geïndustrialiseerde wijze tot stand komen

Doelstelling *Digitale informatie-uitwisseling over de vraag naar en het aanbod van materialen en producten ten behoeve van de energierenovatie van een gebouw, inclusief het ondersteunen van het operationele proces, bijvoorbeeld inkoop, financiering, uitvoering en monitoring.*

Voorwaarden Bijzonder belangrijk is de toegankelijkheid voor mensen, omdat de oplossingen in dit domein veelal voor de gehele bevolking bedoeld zijn.

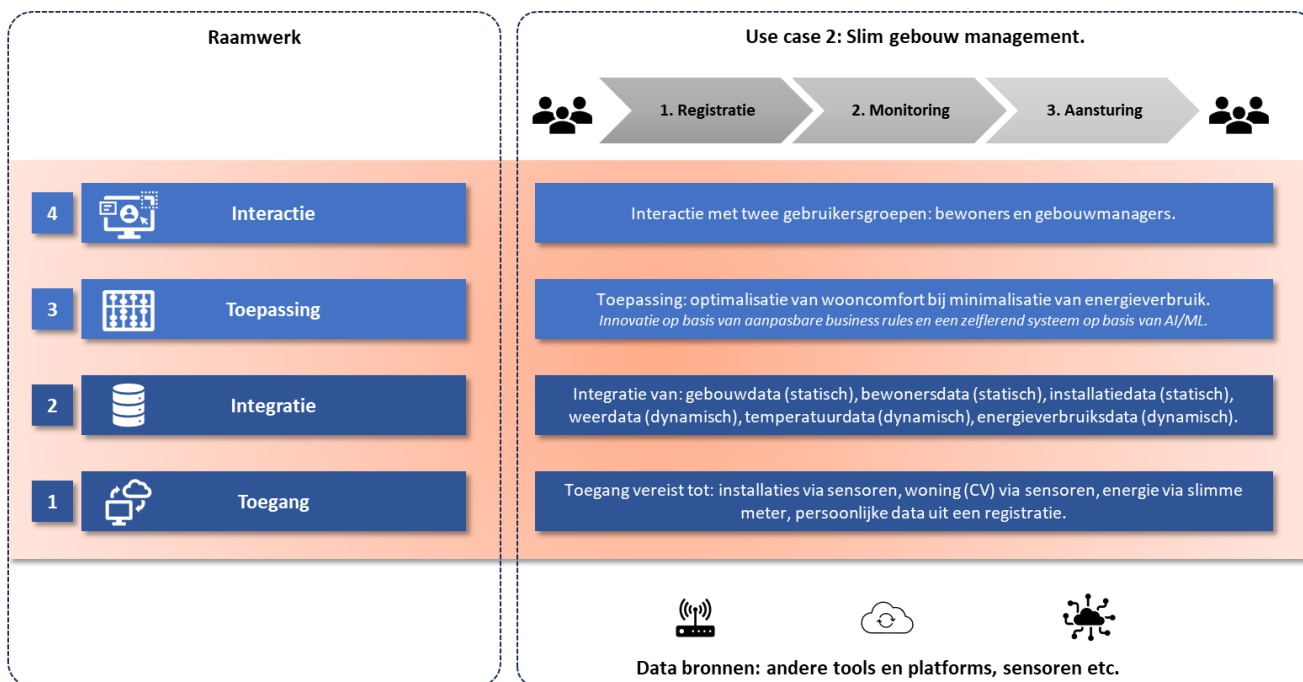
3.2 Usecase 2: Optimalisering van de aansturing van gebouwssystemen

Toepassingsgebieden MMIP3-2 Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten van huis- en gebouwmanagementsystemen (BMS, HEMS).

MMIP4-2 Integratie van koude- en warmtesystemen ten behoeve van monitoring, slimme aansturing en meetprojecten in huis- en gebouwmanagementsystemen.

Doelstelling *Digitale informatie-uitwisseling betreffende het optimaliseren van de aansturing van gebouwssystemen (woningen en utiliteitsgebouwen) om te komen tot een goed binnenklimaat bij een minimaal energieverbruik (exclusief de integratie c.q. opschaling van meerdere gebouwen of woningen). Dit in combinatie met lokale bronnen voor warmte (en koude) en energie, te optimaliseren naar de wensen van de gebruiker en de beheerder.*

Plaatsing in het raamwerk



Figuur 4 Usecase 2 in het raamwerk

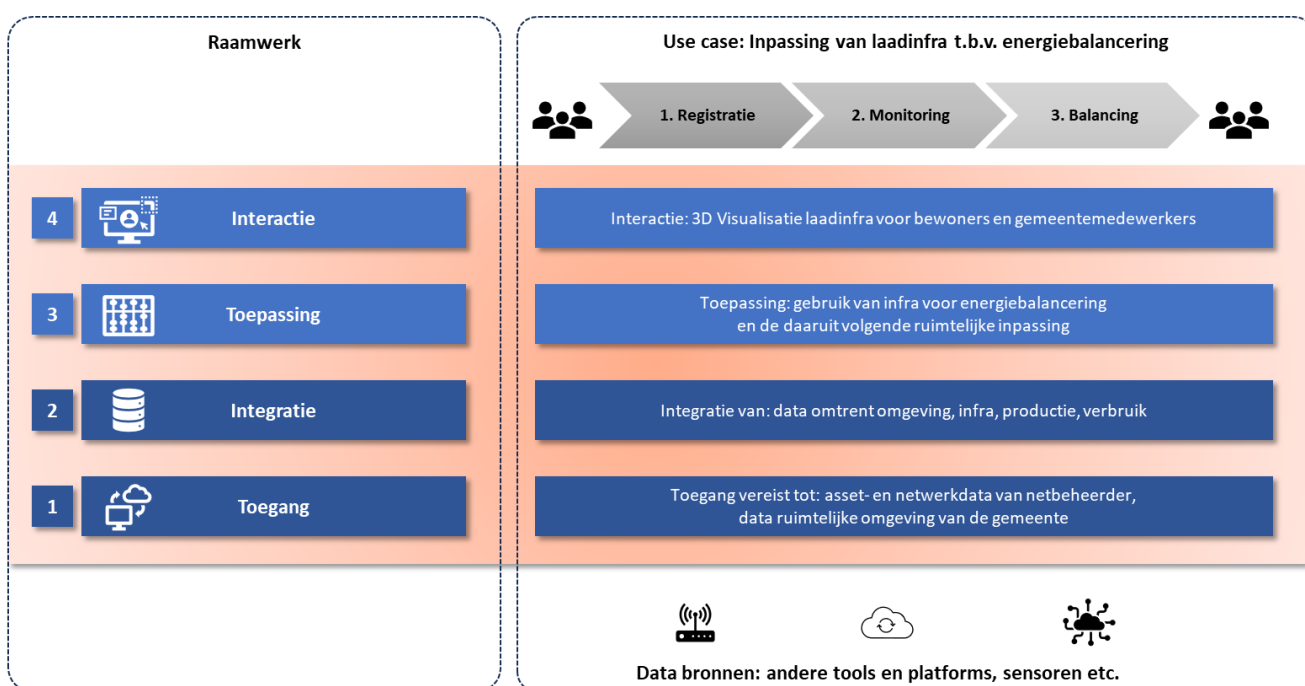
Voorwaarden Bijzondere aandacht in deze usecase verdienen de aspecten dataveiligheid en privacy. Er dient verder duidelijk aangegeven te worden wie de eigenaar van de verzamelde data is.

3.3 Usecase 3: Balanceren van energieproductie en -consumptie op gebiedsniveau

Toepassingsgebied MMIP5-1 Slimme (collectieve) energiediensten (inclusief laaddiensten) voor huizen, gebouwen, wijken, energiecommunity's, bedrijventerreinen, geïntegreerd met huis- en gebouwmanagementsystemen (op basis van transactive energy, inclusief toegang tot de energiemarkt).

Doelstelling Totstandbrenging van een digitaal platform op wijkniveau, waarop de betrokken huishoudens en bedrijven – als 'prosumers'- data over de energiehuishouding van de aanwezige gebouwen en energie-infrastructurele voorzieningen kunnen raadplegen, uitwisselen, analyseren en toepassen, gericht op een Optimale balans van energieproductie en -consumptie op wijkniveau⁸.

Plaatsing in het raamwerk



Figuur 5 Usecase 3 in het raamwerk

Voorwaarden Bijzondere aandacht behoeven dataveiligheid, privacy en beheerbaarheid.

3.4 Usecase 4: Ruimtelijke inpassing infrastructuur in de gebouwde omgeving.

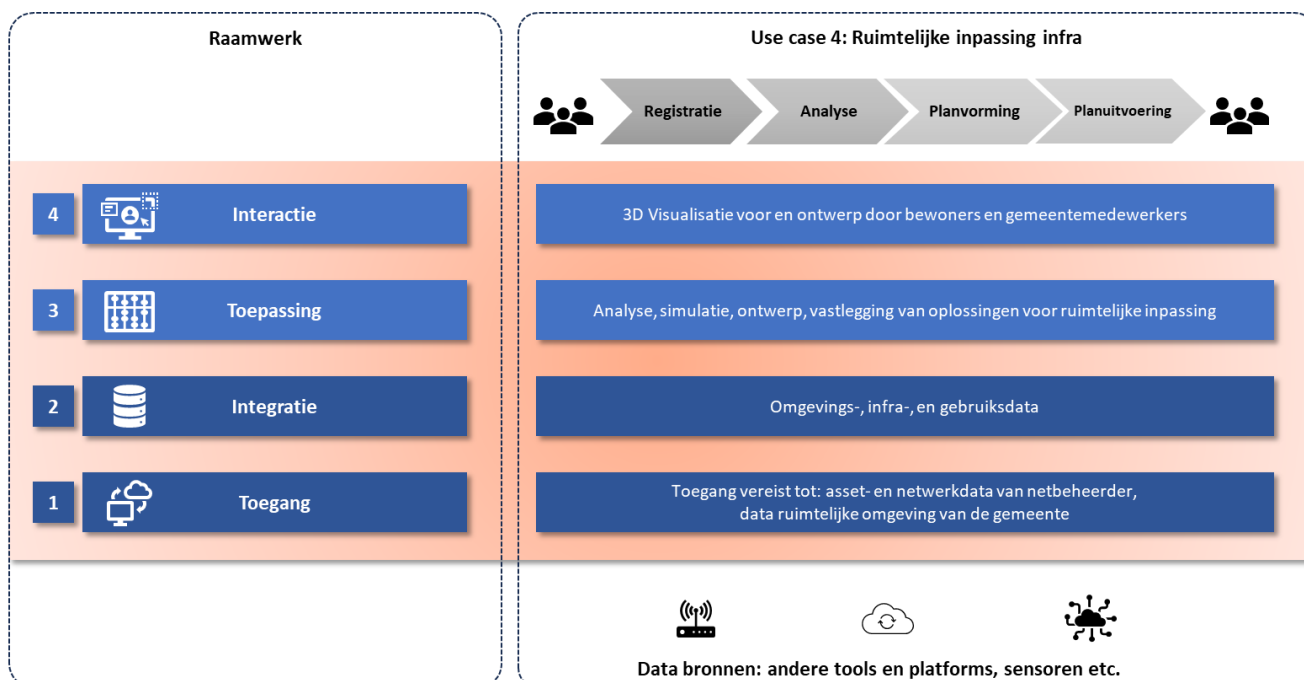
Toepassingsgebied MMIP5-2 Ruimtelijke inpassing van (elektrische, koude- en warmte-) infrastructuur in de gebouwde omgeving.

Doelstelling Samenwerking van bewoners, bedrijven, gebouweigenaren en -beheerders, netbeheerders, energieleveranciers en de gemeente, gericht op planvorming en -realisatie van de aanpassing van de elektrische infrastructuur en de ruimtelijke

⁸ Het hoogste in de beschouwing te betrekken niveau is het wijkniveau; dit niveau is in te perken tot buurt- of straatniveau

inpassing daarvan, gericht op een door betrokkenen gedragen optimale ruimtelijke inpassing van de elektrische infrastructuur in de gebouwde omgeving in technisch, sociaal en economisch opzicht.

Plaatsing in het raamwerk



Figuur 6 Usecase 4 in het raamwerk

Voorwaarden

Oplossingen in dit toepassingsgebied dienen vooral te voldoen aan toegankelijkheid, interoperabiliteit en data-eigenaarschap.

3.5 Tenslotte

Met behulp van usecases kunnen verbindingen gelegd worden tussen de functies van tools & platformen en de maatschappelijke functies in het kader van de energietransitie. Er kan een verband gelegd worden tussen de maatschappelijke relevantie, de gevraagde functies en de daarvoor benodigde gebruikersinteractie, functionaliteit en gegevens. De manier waarop en de diepgang kan aangepast worden aan de toepassingsgebieden in de MMIP's.

4 Quickscan digitale tools en platformen

De bestaande digitale tools en platformen zijn op twee manieren bekeken:

- in de breedte: er is een quickscan uitgevoerd op basis van desk research naar de huidige tools en platformen in de scope van het onderzoeksgebied. Het resultaat wordt besproken in paragraaf 4.1.
- in de diepte: voor een samen met de opdrachtgever bepaalde selectie van zes systemen is een meer diepgaande inventarisatie en analyse uitgevoerd. Het gaat om Landelijk Digitaal Platform (LDP)/ Verbeterehuis.nl, De Renovatieverkenner, Winst uit je woning/ Whitelabel, WarmingUp, Stellar en ESDL Map-Editor. Het resultaat staat in paragraaf 4.2.

We hebben ons in dit onderzoek beperkt tot tools en platformen die zich primair richten op het ondersteunen van een *datagedreven* energietransitie van de gebouwde omgeving. Een nadere selectie is gemaakt door beperking tot de vier gedefinieerde usecases.

4.1 Overzicht

Door middel van een quickscan hebben we een eerste overzicht gecreëerd van de vele tools en platforms die beschikbaar zijn ter ondersteuning van de vier use cases. Zie bijlage 7. Er is gebruik gemaakt van de Data-governance-rapportage die Contact Consulting heeft uitgevoerd voor de Topsector Energie – Digitalisering [9]. Voor de quickscan hebben we zo veel mogelijk gebruik gemaakt van openbaar beschikbare bronnen; per use case zijn dat met name de volgende:

- Usecase 1: overzicht van bouwsoftware, samengesteld onder andere op basis van een inventarisatie van Bouwend Nederland, bron: [Hoe digitaliseer je een bouwproces? - Bouwend Nederland](#)
- Usecase 2: overzicht van softwaresystemen voor energiemanagement, samengesteld onder andere op basis van een inventarisatie van RVO, bron: [Softwaresystemen voor energiemanagement \(rvo.nl\)](#)
- Usecase 3: overzicht van tools en platformen voor energiebalancering, samengesteld onder andere door Contact Consulting in opdracht van de Topsector Energie Digitalisering, onderdeel van het rapport Data Governance: [Datagovernance in de energiesector \(topsectorenergie.nl\)](#)
- Usecase 4: overzicht van BIM software, samengesteld onder andere door digiGO BIMLoket, bron: [BIM Loket - Wegwijs in BIM-software \(vergelijkbimsoftware.nl\)](#), aangevuld met GIS en ruimtelijke ontwerpsoftware.

De informatie uit deze openbare hoofdbronnen is aangevuld met gegevens over tools en platformen uit andere bronnen en expertkennis.

Het rapport van LFE energie met 1339 projecten in het duurzaamheids-ecosysteem is interessant wanneer open source een belangrijke voorwaarde is: [2023 Open Source Sustainability Ecosystem Report – LF Energy](#).

De teller van deze quickscan staat op 369 in kaart gebrachte oplossingen. Tabel 3 geeft de verdeling naar usecase aan.

Use Case	Aantal systemen in kaart	Opmerking
1	87	Gebaseerd op BIM en ERP tools en platformen
2	107	Gebaseerd op BM en FM tools en platformen
3	39	Gebaseerd op BEM, HEMS en DMS tools en platformen
4	120	Gebaseerd op GIS tools en platformen
Overig	16	Dit zijn met name tools en platformen die meerdere use cases ondersteunen
Totaal	369	

Tabel 3 Geinventariseerde tools en platformen naar usecase

Bevindingen:

- Hoe langer je zoekt, hoe meer je vindt, dus deze inventarisatie / lijst moet niet gezien worden als volledig / uitputtend maar als het begin van een registratie
- Veel tools zijn op zich niet technologisch vernieuwend en ook niet direct op de energietransitie gericht, maar kunnen wel als basis gebruikt worden door inpassing van innovatieve componenten, die dan op de energietransitie gericht worden.
- Een aantal tools en platformen lijken juist wel innovatief en maatschappelijk relevant, zoals de AI en digital twins.
- Op het eerste gezicht hebben de meeste tools en platformen mogelijkheden voor alle 4 de lagen uit het raamwerk, maar doen weinig aan interne scheiding van die lagen, waardoor de meeste tools puntoplossingen en silo's zijn, met weinig oog voor interoperabiliteit 'by design'. Dit vermoeden dient nader getoetst te worden.

4.2 Huidige tools en platformen

Hierna wordt een in overleg met de opdrachtgever geselecteerd aantal tools en platformen gekarakteriseerd en in het raamwerk geplaatst. Voor een korte beschrijving wordt verwezen naar bijlage 8. Het gaat in dit stadium vooral om een indruk: er is geen gedetailleerd onderzoek uitgevoerd.

4.2.1 LDP Landelijk Digitaal Platform/Verbeterjehuis.nl

Usecase	1. Optimalisering van de verduurzamingsketen
Initiatiefnemer	Milieu Centraal. Ontwikkeling door Smart Twin (v/h Woonconnect) en Greenhome.
Links	https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/08/18/landelijk-platform-verbeterjehuis.nl-uitgebreid en https://www.verbeterjehuis.nl/
Regeling:	Aanbesteding
Doelstelling	Ontzorgen van woningeigenaren bij advies, uitvoering en financiering van verduurzaming en verstrekken van gevalideerde informatie over verduurzamingsmaatregelen en de bijbehorende indicatieve energiebesparing.
Gebruikers	Particuliere woningeigenaren en VvE's, aanbieders van verduurzamingsmaatregelen en financiers, energieloketten en andere intermediairs, adviseurs (meekijken).

Data en toegang	Woning en energiehuishouding, verbetermaatregelen ('Maatregelenbibliotheek'), subsidies en financieringsmodelijkheden, bedrijven, financiers, kennis ('Kenniskern rekenkern'), aanbiedingen met verduurzamingspakketten, connectie met de BAG, woningdata (gestandaardiseerd; 'Voorbeeldwoningen'), converter (informatie uit rekenbestanden van EP-online naar één standaardstructuur), uitwisseling gegevens van bewoners en aanbieders; uitwisseling gegevens van bewoners met financiers.
Toepassing en interactie	<ul style="list-style-type: none"> - Opbouwen woningbeeld (3D-model) en energiehuishouding - Bepaling opbrengsten en kosten van maatregelen - Rekenkern met: TA 8800 rekenservice, MWA rekenservice en expertservice t.b.v. bepalen van maatregelen, impact van maatregelen en afgeven van waarschuwingen. - Mogelijke ontwikkelingen: Webservice Energiesubsidiewijzer, Ontsluiting energielabeldatabase, Tool transitievisies warmte, Webservice koppeling subsidie.
Relatie met voorwaarden	<p>In het aanbestedingsdocument LDP worden voorwaarden gesteld ten aanzien van: functionaliteit inhoudelijk, flexibiliteit, modulariteit, componentenherbruikbaarheid en wijzigbaarheid van uitgangspunten, Gebruik van een open bouwstandaard, begrijpelijkheid van de configuratietool voor de woningeigenaar, toegankelijkheid voor uitvoerders en financiers [10].</p> <p>In dit soort systemen lijken op verder belangrijk: privacy (met name betreffende energielabel en energieverbruik), goede afspraken over data-opslag en data-eigendom, en over hergebruik van de data.</p>

4.2.2 Renovatieverkenner

Usecase	1.Optimalisering van de verduurzamingsketen
Initiatiefnemer	TU Eindhoven
Link	http://www.aanbestedingsnieuws.nl/renovatieverkenner/
Regeling	Aanbesteding
Doelstelling	Ondersteuning van burgers en partijen met advies over energierenovaties van hun woning(en) gebaseerd op een gemiddeld gebruiksprofiel en een specifiek gebruiksprofiel, met ook oog voor de effecten op binnenklimaat (en gezondheid), comfort, temperatuuroverschrijding in juli (TO-juli) en de maximale elektriciteitsvraag om hiermee de integrale energieprestatie van de woning beter te kunnen bepalen.
Gebruikers	Burgers en partijen
Data en toegang	Woninggegevens, Energieverbruik,
Toepassing en interactie	Dynamisch rekenmodel, dat een optimale renovatieoplossing (energie- of CO ₂ -optimaal) berekent voor een individuele woning, gegeven de door de gebruiker op te geven voorkeuren voor de volgende vijf criteria: energiegebruik, comfort,

binnenklimaat, TO-juli en maximale elektriciteitsvraag. Daarnaast moet het model ook een optimale renovatieoplossing kunnen berekenen voor een groep van woningen.

Aspecten die meegenomen zijn: binnenklimaat, comfort, TO-juli en maximale elektriciteitsvraag. Er wordt gewerkt met een vanuit het gezichtspunt van de gebruiker optimale renovatieoplossing.

Relatie met voorwaarden De data, die het dynamisch rekenmodel bevat, dienen ook voor analyses etc. gebruikt te kunnen worden (vandaar dat eisen gelden voor wat betreft aspecten als validatie, herleidbaarheid, transparantie, etc.). De indiener dient ervaring te hebben met grote en complexe datasets.[11].

4.2.3 Winst uit je Woning/Whitelabel

Usecase	1. Optimalisering verduurzamingsketen
Initiatiefnemer	WinstUitJeWoning
Link	https://winstuitjewoning.nl
Regeling	MOOI, LIFE
Doelstelling	Vereenvoudiging van zowel de klantreis van de huiseigenaar als die van de uitvoerder door stappen over te nemen.
Toelichting	<p>Winst uit je woning (Wujw) is een bedrijf, dat als intermediair samenwerkt met gemeenten en andere partners, adviseurs en uitvoerders om het voor bewoners zo makkelijk mogelijk te maken om hun woning te verduurzamen. Wujw vereenvoudigt de klantreis van zowel de huiseigenaar als van de uitvoerder door stappen over te nemen. Wujw verzorgt bijvoorbeeld offertetrajecten door inschakeling van een twintigtal onafhankelijke adviseurs, die de woningen bezoeken en opnemen.</p> <p>White label is het onderbrengen van het platform bij andere partijen, zoals energiemaatschappijen, energieloketten en banken. Ook wordt er gewerkt met werkgevers, die inkoopacties aanbieden aan hun werknemers.</p>
Gebruikers	Bewoners, Leveranciers, Banken, Energiemaatschappijen, Overheden
Data en toegang	Woningen, Maatregelen
Toepassing en interactie	Verwerken van opnamegegevens en maken van offertes.
Bijzonderheden	Wujw maakt gebruik van subsidieregelingen: met betrekking tot de contingentenaanpak (provincie Noord-Holland), het – in samenwerking met TNO - zoeken van ‘identical twins’ (met behulp van een AI model zoeken van woningen, die op elkaar lijken op basis van bijvoorbeeld type en bouwjaar: daarvan kunnen zaken als de aanwezigheid en afmetingen van een spouw afgeleid worden) en meerdere maatregelen per woning (MOOI). Verder wordt deelgenomen aan LIFE, een Europees subsidietraject gericht op tools voor planning, facturatie en factoring. Dit is mede gericht op internationalisering van de activiteiten.

Belangrijk is de relatie met de uitvoerende bedrijven, vaak kleine bedrijven. Deze loggen in in het systeem van Wujw vanuit hun eigen omgeving. Op die manier kunnen ze zaken als intake, planning en afhandeling professioneel aanpakken. Deze bedrijven besparen dan tijd en geld en kunnen hun aandacht richten op hun vak: isoleren en installeren. Belangrijk voor Wujw is de relatie met de uitvoerders: deze worden als KLANTEN behandeld.

- Relatie met voorwaarden
- ISO 27001 (Informatiebeveiliging)
 - Belangrijk: toegankelijkheid voor laaggeletterden
 - Compatibiliteit: kan altijd via API's; het grootste deel van de partners werkt in het systeem van Wujw
 - Gegevensstandaarden: wordt door de leverancier niet zo belangrijk geacht. Het doel is: (1) advies (2) variabelen voor offertes op maat en (3) bestek maken. 'Uitgangspunt zou moeten zijn: het doel moet leidend zijn!.
 - Wujw bouwt dus een grote database op met gegevens over woningen, maatregelen, enz. Over de eigendom van de data, die WUJw verzamelt, is nog nooit een vraag van de bewoners gekomen. Straks wordt er gewerkt aan een wijkportal. Daar wordt de gemeente eigenaar van de data. De data dienen overigens één doel: offertes maken.

4.2.4 Stellar

Usecase	1. Optimalisering verduurzamingsketen 3. Balancing
Initiatiefnemer	Spectral
Link	https://spectral.energy/product/stellar/
Doelstelling	Integratie, beheer en optimalisatie van energie-assets, alsmede ondersteuning van de verhandeling ervan.
Regeling	MOOI
Gebruikers	Energiebedrijven, Eigenaren van energie-assets
Data en toegang	Assets voor: zonne-energie, windenergie, batterijen, WKK's, E.V. opladers en meer.
Toepassing en interactie	STELLAR Energy Control: integreert, beheert en optimaliseert (technologie-agnostisch, met behulp van API's), een breed scala aan energiemiddelen. Dit gebeurt door middel van een 'virtuele energiecentrale', zodat 'gestapelde energiediensten' (meerdere energiediensten inclusief inperking) geleverd kunnen worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van op AI gebaseerde besturingsalgoritmen. Orkestratie is mogelijk tot duizenden apparaten in realtime. STELLAR Energy Control wordt onder meer ingezet voor beheer van hernieuwbare energiebronnen en beheer van energieopslag.

STELLAR Grid Management: is een oplossing voor het verlichten van congestie en het optimaliseren van microgrids. Het zorgt voor cross-optimalisatie tussen elektriciteits-, warmte- en gassystemen, netoptimalisatie, financieel management en beheer van de stroomkwaliteit. STELLAR Grid Management wordt onder meer ingezet voor balancering in een virtueel netwerk.

STELLAR Energy Exchange: ondersteunt markttoegang en automatisering van de handel.

Relatie met voorwaarden Vooral interoperabiliteit, dataveiligheid en beheerbaarheid lijken voor deze toepassing belangrijk.

4.2.5 WarmingUp

Usecase	3 Balancing 4 Ruimtelijke inpassing
Initiatiefnemer	TNO Opgezet door een groot 'Innovatief Duurzaam Warmtecollectief (Bedrijven, overheden, stichtingen, kennisinstellingen) (50 partijen). Wordt door een tiental daaruit ontwikkeld.
Link	https://www.warmingup.info/
Regeling	MOOI
Doelstelling	Doorrekening van scenario's met consequenties voor de infrastructuur voor transport en opslag van warmte in een bepaald gebied op basis van inzicht in ontwikkelingen in vraag naar en aanbod van warmte.
Toelichting	<p>De Planning Toolkit is een uitbreiding van een reeds ontwikkelde Design Toolkit voor de ontwikkeling van betaalbare, duurzame en flexibele warmtenetten. De Design Toolkit is bedoeld voor conceptueel ontwerp, detailontwerp en monitoring & optimalisatie door warmtebedrijven, netwerkbedrijven, ingenieursbureaus, ontwerp bureaus en adviesbureaus (experts). De Planning Toolkit is bedoeld voor de uitwerking van Regionale Energiestrategieën en gemeentelijke Transitievisies Warmte door overheden en adviesbureaus (niet-experts).</p> <p>De ontwikkeling loopt al vanaf 2012. De Design Toolkit is al op veel plaatsen ingezet. De komende jaren wordt de ontwikkeling geïntensiveerd.</p> <p>Er zijn veel toekomstplannen voor uitbreiding</p>
Gebruikers	Overheden, Adviesbureaus
Data en toegang	Kentallen, Gebiedsgegevens, Energie-infrastructuur, Energievraag- en -aanbod in gebieden
Toepassing en interactie	software- en dataplatform voor dynamische simulaties voor warmtetransitie vanuit verschillende scenario's en planning en ontwerp van toekomstbestendige warmtenetten; samenwerkingsfaciliteiten; rekenmodellen en data (kentallen); inpassing van tools en modellen voor duurzaam gas en elektra, mede gericht op

multicommodity-optimalisatie; bevat open source rekenmodellen voor collectieve warmte; toepassing op regionaal, lokaal en kavelniveau. En op de verbinding tussen die niveaus. Bevat o.a.

- ESDL Mapeditor: uploaden en ontwerpen van het warmtenet
- Algoritmen voor kostenreductie en slimme aansturing. Dynamisch (dag-seizoen-jaren)

Relatie met voorwaarden

- Open source en open data.
- uitwisselbaarheid en normering door de ESDL standaard.
- Moet een transparante database voor kentallen warmte bevatten.

4.2.6 ESDL Mapeditor

Usecase	4. Ruimtelijke inpassing van infrastructuur
Initiatiefnemer	TNO
Link	https://energytransition.gitbook.io/esdl/esdl-based-tools/mapeditor
Doelstelling	Kaartgericht energiesysteembeschrijvingen maken.
Regeling	VP TNO
Gebruikers	Gemeenten, Regio's (RES), Netbeheerders?
Data en toegang	Omgeving, Gebouw, Energieverbruik, Energieproductie, Infrastructuur
Toepassing en interactie	<p>Maken van een ESDL-energiesysteembeschrijving door simpelweg energiesysteemcomponenten op een kaart te slepen en neer te zetten.</p> <p>(ESDL staat voor Energy Description Language en is een taal om informatie over energiesystemen en energietransitie op een uniforme en gestructureerde manier te beschrijven. Het maakt het koppelen van energiemodellen makkelijker en maakt het mogelijk om allerlei energiedata in een uniforme taal te ontsluiten.)</p> <p>De ESDL Mapeditor wordt gebruikt als front-end voor:</p> <ul style="list-style-type: none">- simulaties van warmtenetwerken- laadstroomsimulaties- simulaties van gasnetwerken- simulaties van energietransitiescenario's. <p>De applicatie heeft een interface met de Energy System SIMulator (ESSIM), een tool om netwerkbalancing en de effecten daarvan te simuleren in een hybride energiesysteem, bestaande uit onderling verbonden energieproductie- en consumptie-eenheden.</p>
Relatie met voorwaarden	<ul style="list-style-type: none">- interoperabiliteit op basis van de ESDL-standaard- open source en open data- ecosysteem van tools

- blijvende beschikbaarheid.

4.2.7 Plaatsing in het raamwerk

Laag	LDP/Verbeterjehuis	Renovatieverkenner	WinstUitJeWoning	Stellar	WarmingUp/ PInningToolkit	ESDL/MapEditor
Globaal proces	Inventarisatie→Berekening→Matching	Inventarisatie→Berekening→Presentatie	Klant: Voorbereiding; Uitvoerder: selectie → uitvoering	Integratie→Beheeren→Optimaliseren	Invoer→Doorrekening→Uitvoer	Registratie → Ruimtelijke inpassing
4. Interactie	Bewoners, leveranciers, financiers, overheid	Andere systemen, experts	Bewoners, intermediair en aanbieders.	Assetbeheerder	Overheden, adviesbureaus.	Overheden, regio's,, energiebedrijven, bewoners
3. Toepassing	Berekening van effecten van toepassing van maatregelen, evaluatie en keuze	Berekening van optimale renovatieoplossing.	Invoer CRM, Selectie, offertegeneratie, facturatie	Integreren, beheeren, optimaliseren	Configureren rekenmodel, doorrekenen scenario's	Kaartgerichte invoer, simulatie.
2. Integratie	Woning, energieprosumtie, maatregelen, subsidies, bedrijven, financiers, kennis, reken-data	Woningen, energiehuishouding rekenaars, parameters.	Woningen, bewoners, installaties, energieverbruik. materialen en producten, procesdata	Assets	Gebied, infra, energievraag en –aanbod, kentallen	Gebied, infra, energieconsumptie en -productie
1. Toegang	Woning, energieverbruik, opname	Woningen met energiedata	Invoer van gebouwinstallatie en gebruiksgegevens en opnamegegevens	Energiebedrijven, Overheden, netbeheerders	Overheden, netbeheerders, experts	Geodata, netdata, energiedata

Tabel 4 Relatie van de onderzochte tools en platformen met het raamwerk.

4.2.8 Tenslotte

Uit het zeer beknopte onderzoek van enkele bestaande tools en tools in ontwikkeling blijkt dat zowel de aanbestedende en subsidiërende overheid als de aanvrager/ initiatiefnemer/ leverancier zich in het algemeen bewust zijn van het belang van software- en datakwaliteit. Wat ontbreekt zijn uniformiteit en volledigheid in de (digitaliserings)voorwaarden die gesteld moeten worden.

5 Toekomstverkenning

Het doel van deze toekomstverkenning is het beantwoorden van de vraag: met welke (voorgestelde) oplossing maken we het verschil? Welke oplossingen zouden we moeten stimuleren om enerzijds meer maatschappelijke impact te realiseren en anderzijds nieuwe technologische mogelijkheden te verkennen en leren toe te passen? Meer specifiek beantwoorden we met behulp van de bevindingen uit deze toekomstverkenning de volgende vragen:

1. Welke digitale ontwikkelingen zijn het meest relevant voor de tools en platformen die worden ingezet ten behoeve van de verduurzaming en het energiemangement in de gebouwde omgeving?
2. Wat is de impact van deze digitale ontwikkelingen op de verschillende toepassingsgebieden in de MMIP's, op basis van de vier geselecteerde use cases in het raamwerk en op de verschillende functies van de tools en platformen in scope, op basis van de vier lagen in het raamwerk?
3. Wat is de impact van de technologische ontwikkelingen op de voorwaarden die worden gesteld in de regelingen, op basis van de uitwerking van die voorwaarden in de zes gebieden?

De vragen 1 en 2 komen aan de orde in paragraaf 5.1, gevolgd door een beschouwing in paragraaf 5.2. In paragraaf 5.3 komt vraag 3 aan de orde.

5.1 Top 12 relevante technologische ontwikkelingen en hun impact

Door middel van een toekomstverkenning hebben we de belangrijkste technologische ontwikkelingen in beeld gebracht die impact hebben op de digitale tools en platformen die relevant zijn voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving. We hebben de trends en ontwikkelingen gebaseerd op een literatuurstudie van een groot aantal bronnen die betrekking hebben op óf de functionele toepassing óf de ontwikkelingen in de technologie, of beide. De scope van deze toekomstverkenning betreft ontwikkelingen op het gebied van digitalisering die van invloed zijn op zowel de functionele mogelijkheden als de onderliggende werking van de tools en platformen.

In de digitaliseringstrends en -ontwikkelingen hebben we een aantal onderwerpen buiten beschouwing gelaten, omdat die indirect of pas op langere termijn (>10 jaar) impact hebben op de functionele mogelijkheden of de werking van de tools en platformen in de verschillende lagen van het raamwerk. Het is daardoor ook minder waarschijnlijk dat deze binnen die termijn een grote rol zullen spelen in de aanvragen voor subsidiëring onder de verschillende regelingen. Dit betreft onder andere:

- de manier waarop de connectiviteit tussen tools en platformen tot stand komt, de communicatietechnologie;
- de hardwarekant van informatietechnologie, bijvoorbeeld de ontwikkeling van snellere chips, kwantumcomputing, en DNA computing;
- de fysieke automatisering: neuromorphic hardware, 3D printing, robotics, sensoren en actuatoren.

In tabel 5 op de volgende bladzijden zijn de door ons als meest relevante beoordeelde technologische (digitale) ontwikkelingen kort beschreven met hun impact op de in de beschouwing betrokken toepassingsgebieden (via de vier usecases) en de werking van tools en platformen. Zie voor een uitgebreide versie **Bijlage 9** en **Bijlage 10**.



Figuur 7. Een visualisatie van de 12 technologische ontwikkelingen in deze future scan

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 usecases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
1	Ketenintegratie en platformisering <ul style="list-style-type: none"> Gemakkelijke integratie van data van verschillende bronnen; ondersteuning van meerdere communicatieprotocollen en data-standaarden door slimme software; koppeling aan allerlei data via LinkedData. 	<ul style="list-style-type: none"> Impact op systemen die ketenprocessen ondersteunen; integratie van partijen, diensten en gegevens uit de bouw- en installatiesector, het energiedomein, financiers en geldverstrekkers, adviseurs en dienstverleners. 	<ul style="list-style-type: none"> impact met name op de toegangs-, integratie- en toepassingslagen; eisen aan interoperabiliteit, betrouwbaarheid en kwaliteit van de data in de diverse bronnen en aan de ondersteuning van verschillende gegevens en complexe processen.
2	Integrale besturingssystemen <ul style="list-style-type: none"> Integrale besturing van centrale en decentrale voorzieningen; virtualisatie van energie-uitwisseling en optimalisatie per transactie: virtual powerplants en afrekenen van energie per eenheid; betere bestuurbaarheid van energiesystemen en complexe gebouwssystemen; creatie van balans op basis van gebruik. 	<ul style="list-style-type: none"> Opschaling van het (energie-)management van gebouwen, lokale energiebalancering en combinatie ervan; meer integrale benadering van oplossingen voor energiemangement, bijvoorbeeld meervoudige koppeling van energiebronnen energieverbruikers. 	<ul style="list-style-type: none"> impact met name op de toegangs-, integratie- en toepassingslagen; bij elkaar brengen van meer partijen, stakeholders, energiebronnen, energiegebruikers en (soorten) data door het systeem; eisen aan interoperabiliteit, betrouwbaarheid en kwaliteit van de data in de diverse bronnen, aan omgang met verschillende gegevens en aan uitvoering van complexe algoritmen.
3	User Experience in de Metaverse <ul style="list-style-type: none"> Adoptie en grootschalige implementatie door de totale gebruikerservaring ('beleviseconomie'); user experience en service design als een apart en belangrijk vakgebied; versterking door immersive 3D virtual, enhanced reality technologieën en de 'metaverse'. 	<ul style="list-style-type: none"> Vooral invloed op de usecases 1, 2 en 4; ervaring van gebruiker, consument of energiemanager cruciaal voor de adoptie van iedere technische oplossing; klantreis en gebruikerservaring van groot belang. 	<ul style="list-style-type: none"> Met name impact op de interactielaag en de relatie ervan met de toepassingslaag; digitale toegankelijkheid, bruikbaarheid, maar ook de vormgeving en performance van de gebruikersinterface cruciaal; ontwikkelen met design thinking en user experience design technieken.
4	Data spaces en digitale stelsels <ul style="list-style-type: none"> Digitale ketensamenwerking en onderliggende gegevensuitwisseling als onderdeel van (Europese) dataspaces en digitale stelsels en gebaseerd op generieke stelselvoorzieningen (data-infrastructuur). 	<ul style="list-style-type: none"> Impact op gebieden waar intensief en dynamisch wordt samengewerkt tussen meerdere partijen; met name in een complex continu operationeel proces, waar veel informatie op een dynamische manier moet worden uitgewisseld, bijvoorbeeld in een virtual powerplant, alsook in een complexe one-off ontwikkeling zoals het ontwerp en de bouw van een nieuw ziekenhuis; interactie van systemen met gestandaardiseerde data spaces in meerdere digitale stelsels. 	<ul style="list-style-type: none"> Impact op de toegangslaag: interoperabiliteit, gebaseerd op (meerdere) open standaarden en protocollen; uitdaging voor de kleinere start-ups; impact ook op de integratie- en toepassingslagen: het gaat hier ook over de betekenis (semantiek) en kwaliteit van de data in een dataspace; integratie van Linked Data en semantische datamodellen.

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 usecases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
5	Privacy, security, sovereignty by design <ul style="list-style-type: none"> • impact Europese data wet- en regelgeving op gegevensbeheer en – uitwisseling; • mogelijkheid van nieuwe technologie om security en privacy ‘out of the box’ goed in te regelen; • belang regelgeving en standaardisatie van zelfbeschikking over gegevens, op persoons-, organisatie-, land- en EU-niveau. 	<ul style="list-style-type: none"> • bescherming van de privacy en beveiliging van vertrouwelijke gegevens of kritische infrastructuur; • soevereiniteit ten opzichte van grote internationale (US-gebaseerde) aanbieders; • aandacht voor sociaal en ethisch handelen met data vanuit wet- en regelgeving; • eisen ‘by design’ aan tools en platformen: privacy by design, security by design, ethics by design. • datakluisen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vooral impact op de data-integratielaag, maar ook op de data-toegang, de toepassing en de interactie met de gebruiker; • expertise nodig om te voldoen aan de wet- en regelgeving.
6	Slimme digitale tweelingen <ul style="list-style-type: none"> • door digital twinning nieuwe slimme businestoepassingen voor ontwikkelen, beheren en optimaliseren van assets; • op verschillende schaalgrootten: van apparaten tot netwerken, van gebouwen tot steden; • combinatie van onderliggende data met geografische en demografische data tot integratiedossiers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Met name impact op tools en platformen visualisatie en analyse op een natuurlijke manier; • virtuele presentatie van objecten met hun eigenschappen en gedrag (storingen, energieverbruik, warmte-opbrengst); • verbetering en vereenvoudiging van ruimtelijke inpassing in de omgeving en energetische inpassing in het energiesysteem • mogelijkheid om meer abstracte concepten, zoals een logistieke stroom, energiebalans of congestie in een gebied zichtbaar te maken, te analyseren, te simuleren en te evalueren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact op de interactielaag en de toepassingslaag: combinatie en bewerking van data van verschillende aard tot inzichten; • facilitering door de data-integratielaag; • combinatie met kunstmatige intelligentie.
7	Kunst of matige intelligentie <ul style="list-style-type: none"> • Analyseren, voorspellen, beslissingsondersteuning en genereren van creatieve oplossingen, optimalisatie van gebouwen, energiestromen, netwerkoptimalisatie met behulp van AI; • combinatie met machine learning, neurale netwerken en grote taalmodellen, die acteren op big dataverzamelingen; • meer ingeburgerd: complexe algoritmen en data analytics. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grote doorbraken op het gebied van AI; • noodzaak van voorzichtigheid i.v.m. controle en ethiek; • Nederlands algoritmeregister; • EU wetgeving voor AI; • impact op gebouwmanagement en energiebalancering, en op langere termijn op het optimaliseren van infrastructuurle en eventueel energetische toepassing. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact op de toepassingslaag; • mogelijkheid van geheel nieuwe toepassingen; • eisen aan de data-integratielaag, met name datakwaliteit; • noodzaak van aandacht voor de presentatie en gebruikersbeleving.
8	De Blockchain leeft weer <ul style="list-style-type: none"> • Nieuwe ontwikkelingen leidend tot een ‘wederopstanding’ van de blockchain en wellicht een tweede golf van toepassingen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bitcoin hype is over; • probleem van energiegebruik is opgelost; • perspectief voor nieuwe toepassingen in de gebouwde omgeving: onveranderbaar vastleggen van feiten, afsluiten van slimme contracten. ondersteunen van zogenaamde ‘transactive energy’ en oplossingen in het kader van de deeleconomie en ondersteuning van het logistieke proces. 	<ul style="list-style-type: none"> • impact op de data-integratie laag; • innovatieve mogelijkheden op de toepassingslaag; • complexe technologie; • op te lossen: geslotenheid voor instanties.

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 usecases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
9	Virtueel verbonden dingen <ul style="list-style-type: none"> • Meer data, meer inzicht en meer besturingsmogelijkheden door Internet of Things, Machine to Machine en Edge Computing; • 'smart' toepassingen door de beschikbaarheid van real time data en real time besturing. 	<ul style="list-style-type: none"> • inmiddels veel toepassingen in diverse industrieën; • relevant bij energiemangement en energiebalancering; • grootschalige toepassing blijft complex vraagstuk; • aandachtspunt: ontwikkeling van open standaarden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact op de datatoegangs-laag ivm sensordata; • impact op de data-integratielaag vanwege de grote hoeveelheden data; • impact op de interactielaag: presentatie van grote complexe datastromen; • aandachtspunt: performance van de toepassing en gebruikersinteractie door exponentiële toename van data.
10	Living on the edge <ul style="list-style-type: none"> • Decentrale (cloud) toepassingen brengen rekenkracht naar de fysieke omgeving zonder grote hoeveelheden data uit die fysieke omgeving naar de cloud (datacenter op grote afstand) te hoeven brengen • Dit leidt tot een meer efficiënte en energiezuinige manier van werken, die enerzijds de prestaties van de toepassing kan verhogen, maar anderzijds ook de privacy en vertrouwelijkheid van de data beter kan beschermen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Groeiende toepassingen in diverse industrieën; denk aan slimme horloges die medische gegevens lokaal analyseren, verkeerslichten die lokale verkeersstromen analyseren en optimaliseren, veiligheidssystemen op booreilanden • Juist in de gebouwde omgeving waar grote hoeveelheden data fysiek geconcentreerd zijn, kan dit nuttige toepassingen opleveren; denk bijvoorbeeld aan gebouwmonitoring en lokale energiebalancering. 	<ul style="list-style-type: none"> • De impact zit met name op de data-integratie- en interactielaag • vereist een lokale computer-omgeving die in staat is de lokale data te verzamelen en te integreren, maar ook externe data en algoritmen aan te roepen om berekeningen uit te voeren etc.
11	Iedereen kan coderen <ul style="list-style-type: none"> • Zonder diepgaande technische kennis toepassingen ontwikkelen met behulp van low code en no code platforms, open source stacks en 'everything-as-a-service (XaaS). 	<ul style="list-style-type: none"> • Zelf kunnen coderen niet meer nodig; • ontwikkelen van goede tools en platformen blijft natuurlijk even moeilijk als voorheen als het al niet moeilijker wordt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Onzichtbaarheid van echte werking van een tool of platform met daarbij behorend lock-in-gevaar.
12	Generative design <ul style="list-style-type: none"> • Ondersteuning van (parametrisch) ontwerpen van installaties, gebouwen en steden met slimme algoritmen en AI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sneller en beter ontwerpen en aanpassen van installaties, gebouwen en steden in ruimtelijk en energetisch opzicht. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact op de toepassingslaag: hoge eisen aan de presentatie; • als gevolg daarvan impact op de interactielaag en de beschikbaarheid van data in de integratielaag.

Tabel 5. Toekomstige ontwikkelingen en hun impact

5.2 Algemene beschouwing over technologische ontwikkelingen

Het bijhouden van de technologische ontwikkelingen is een vak apart. Niet alleen gaat de ontwikkeling van de technologie zelf snel, maar deze vindt ook wereldwijd plaats en wordt op ontelbare plaatsen en manieren beschreven.

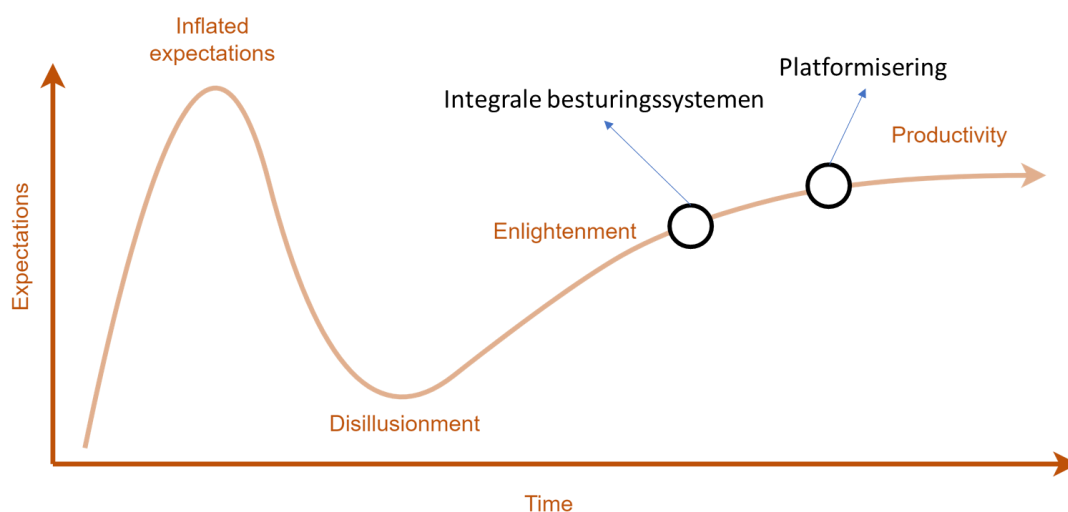
Een betrouwbare bron van informatie over de ontwikkelingen op gebied van digitale en informatie technologie is het ecosysteem Kennis- en Innovatie Agenda Sleuteltechnologieën (KIA ST; [Home \(kia-st.nl\)](http://kia-st.nl)).

De impact op een sector komt echter niet voort uit de technologie zelf, maar uit de manier waarop deze wordt toegepast in tools en platformen. Deze wordt in de KIA ST slechts op zeer hoog niveau benoemd en vraagt om verdieping per sector zoals de gebouwde omgeving.

De wederom zeer snelle, wereldwijde en vaak commercieel gedreven ontwikkeling van deze toepassingen leidt tot een explosie van kennisbronnen waar deze toepassingen worden beschreven.

De commerciële belangen leiden tot het overwaarderen van de vernieuwende mogelijkheden en het onderbelichten van onmogelijkheden, nadelen en risico's van deze toepassing. Gelukkig wordt daar steeds kritischer naar gekeken. Zo is er steeds meer aandacht voor het energieverbruik van digitale technologie (denk aan blockchain en bitcoin), risico's van ongebreidelde kunstmatige intelligentie, en dergelijke. Dit bijhouden is voor domein-experts ondoenlijk, en vraagt om een vertrouwde kennispartner die niet alleen bekend is met de 'fundamentele' technologie,, maar ook de specifieke toepassingsmogelijkheden in een sector afzet tegen de behoeften en uitdagingen in die sector. Deze kennispartner zal al deze informatie op continue basis moeten verzamelen, filteren, ordenen en de impact op een objectieve, afgewogen manier inschatten, en deze kennis op een laagdrempelige manier ontsluiten en helpen toepassen.

Daarbij verdient het aanbeveling om niet alleen naar de huidige mogelijkheden en onmogelijkheden van een bepaalde technologie en de toepassing daarvan te kijken, maar deze ook in de tijd uit te zetten. Wat nu een hype is, is de teleurstelling van morgen en blijkt overmorgen toch meer waarde te bezitten dan gedacht. Gartner noemt dit de hype-cycle. Dat is een grafiek die laat zien hoe de verwachtingen en de adoptie van nieuwe technologieën veranderen in de loop van de tijd. Hij bestaat uit vijf fasen: (1) technologietrigger, (2)



Figuur 8. Gartner Hype Cycle met enkele technologieën

piek van opgeblazen verwachtingen, (3) dal van desillusie, (4) helling van verlichting en (5) plateau van productiviteit.

Onze inschatting van de plaats van de 12 technologieën in de hype cycle staat in tabel 6.

Technologische ontwikkeling	Fase in de hype cycle
Platformisering	Plateau van productiviteit
Integrale besturingssystemen	Helling van verlichting
User experience in de metaverse	Piek van opgeblazen verwachtingen
Data spaces incl. digitale stelsels	Technologietrigger
Privacy, security & sovereignty by design	Dal van desillusie
Slimme digitale tweelingen	Piek van opgeblazen verwachtingen
Kunstmatige intelligentie	Helling van verlichting
Blockchain	Dal van desillusie
Internet of things	Plateau van productiviteit
Edge computing	Helling van verlichting
Lo code platforms	Piek van opgeblazen verwachtingen
Generative building design	Piek van opgeblazen verwachtingen

Tabel 6. Plaats van de technologische ontwikkelingen in de hype cycle.

Met deze kennis op zak, zouden de topsectoren zich vooral kunnen buigen over lokale toepassingsmogelijkheden, impact op de doelstellingen en de manier waarop deze toepassingen het beste kunnen worden geïmplementeerd en wat er nodig is voor brede adoptie, in plaats van tijd en energie te besteden aan de technologie en de tools zelf.

5.3 Noodzaak en wenselijkheid van financiële ondersteuning vanuit de overheid

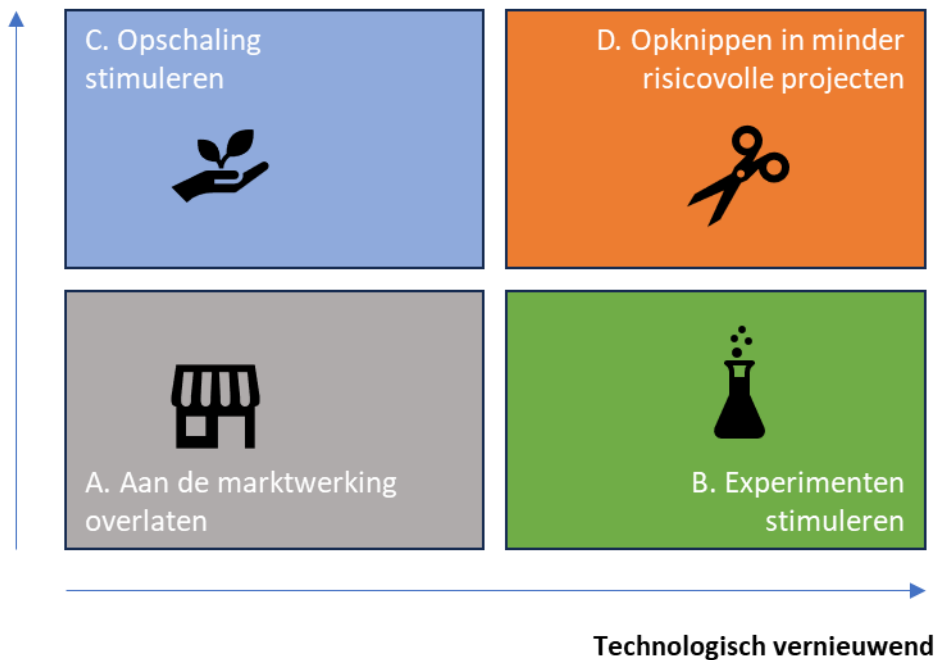
5.3.1 Maatschappelijke relevantie en technologische vernieuwing

In de matrix in figuur 9 hebben we de dimensies maatschappelijke impact en nieuwe technologische ontwikkelingen tegen elkaar afgezet.

Op de verticale as staat de maatschappelijke relevantie: dit is een uitdrukking van het maatschappelijke belang, de potentiële impact die een oplossing zou kunnen maken op de duurzaamheid in de gebouwde omgeving wanneer deze goed en grootschalig wordt toegepast. Op de horizontale as staat de mate van technologische vernieuwing: die wordt bepaald door mate waarin de oplossing gebruik maakt van de technologische ontwikkelingen die in de toekomstverkenning worden geïdentificeerd. Hoe meer ontwikkelingen worden toegepast, al dan niet gecombineerd, hoe vernieuwender de oplossing. De kwadranten die hierdoor ontstaan, vormen de leidraad voor het bepalen van de vormen van ondersteuning die we hierna verder zullen beschrijven.

- A. Indirect maatschappelijk relevant en niet technologisch vernieuwend: laat aan de markt over.
- B. Indirect maatschappelijk relevant en technologisch vernieuwend: stimuleer experimenten.
- C. Direct maatschappelijk relevant maar niet technologisch vernieuwend: stimuleer opschaling.
- D. Direct maatschappelijk relevant én technologisch vernieuwend: knip op in minder risicovolle projecten in de categorieën B en C.

Maatschappelijke relevantie



Figuur 9. Plaats van tools en platformen t.o.v. technologische vernieuwing en maatschappelijke relevantie

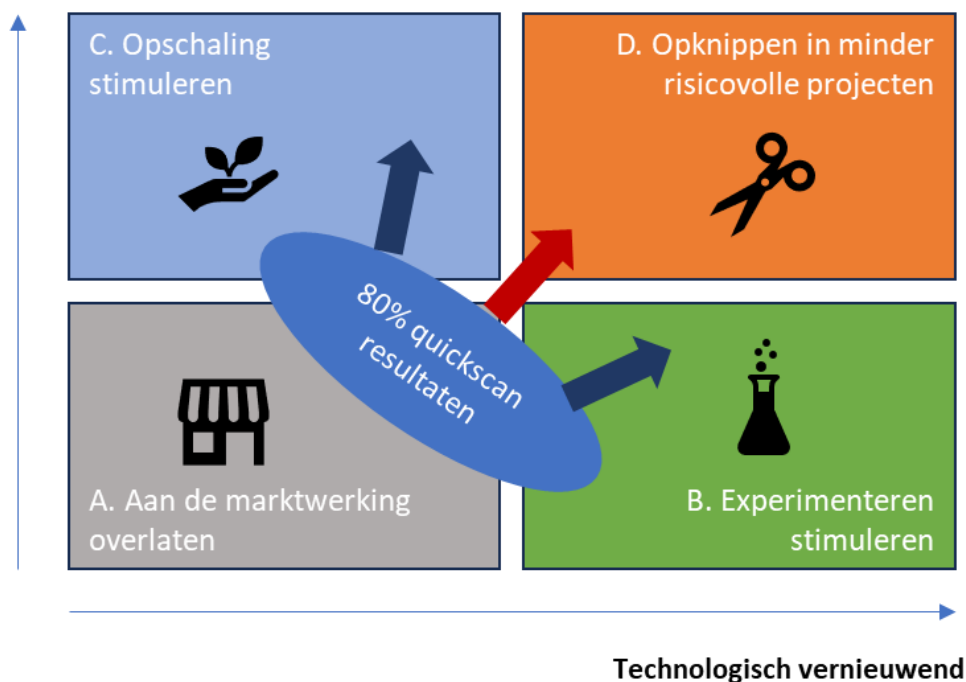
Voorbeelden:

- A. Een bestaande AI-toepassing zonder directe relevantie voor de energietransitie
- B. Kosten en baten van ruimtelijke verplaatsing van assets berekenen met behulp van een nieuw AI-tool
- C. Bestaande AI-toepassing, ingezet voor de energietransitie
- D. Verzameling nieuwe AI-toepassingen, geïntegreerd in een platform met vele typen gebruikers, leveranciers en producten in grote aantallen.

5.3.2 Quicksan resultaten gezien maatschappelijke relevantie en technologische vernieuwing

Het merendeel van de oplossingen in de markt bevindt zich logischerwijs in kwadrant A. Deze zijn gebaseerd op bekende, bestaande technologie en hebben beperkt maatschappelijke impact, vooral vanwege het feit dat ze binnen bedrijven en organisaties worden toegepast (zie figuur 10).

Maatschappelijke relevantie



Figuur 10. Plaatsing quickscanresultaten t.o.v. technologische vernieuwing en maatschappelijke relevantie

5.3.3 Prioriteiten voor ondersteuning vanuit de overheid

De regelingen zouden zich dan ook voornamelijk moeten richten op aanvragen die zorgen voor opschaling van bestaande oplossingen, of aanvragen die leiden tot het opdoen van kennis en ervaring met nieuwe technologieën. De regelingen zouden voorzichtig moeten zijn met het stimuleren van oplossingen die én hoog maatschappelijk relevant en hoog technologisch vernieuwend zijn.

De vier kwadranten kunnen gebruikt worden om aanvragen onder een bepaalde regeling te beoordelen:

- Voorgestelde oplossingen die minder technologische vernieuwend zijn, en minder maatschappelijke relevantie hebben. Het is hierdoor minder belangrijk om deze ontwikkeling te stimuleren via een regeling, de investering en het succes zou beter aan de markt c.q. de marktwerking overgelaten kunnen worden.
- Voorgestelde oplossingen die hoog technologisch vernieuwd zijn maar lager scoren op maatschappelijke relevantie zijn waardevol om mee te experimenteren. Deze oplossingen zijn interessant om ervaring op te doen met de betreffende technologie of combinatie van technologieën. De maatschappelijk impact is (nog) klein, maar daar staat tegenover dat het businessrisico ook nog kleiner is.
- Voorgestelde oplossingen met een hoge maatschappelijke relevantie die nog niet op grote schaal toegepast worden, die werken met een weinig vernieuwende oplossing, zijn belangrijk om te stimuleren vanwege de noodzaak tot opschaling. Blijkbaar pakt de markt dit zelf nog niet op. Het technologierisico is laag, waardoor alle aandacht uit kan gaan naar de aspecten die belangrijk zijn voor adoptie van deze oplossing.
- Een hoge maatschappelijke relevantie met een hoge mate van technologische vernieuwing lijkt op het eerste oog een perfecte combinatie die volop gestimuleerd zou moeten worden. Echter, dit zijn trajecten met een hoge faalkans, doordat deze zowel business-risico's als technologische risico's met zich

meebrengen. Het advies hierbij is om deze ontwikkeling op te breken in kleinere delen waardoor de risico's gespreid worden. De resulterende onderdelen zouden dan weer opnieuw via deze matrix beoordeeld moeten worden.

Uit het bovenstaande is een handelingskader af te leiden, dat vooral gericht is op investeren in de vlakken B en C en niet in de vlakken A en D. Dat zou je per vlak kunnen uitwerken, koppelen aan de betreffende voorwaarde (niet van toepassing, streng of minder streng oid) en aan het type regeling.

5.3.4 Passendheid van de bestaande staatssteunkaders

Zoals hierboven en in bijlage 3 is aangegeven, bevatten de bestaande regelingen nauwelijks digitaliseringvoorwaarden en dienen ze aangevuld te worden met de daar beschreven criteria. Verder dienen bovenstaande perspectieven in de regelingen verwerkt te worden, voor een deel als randvoorwaarden (zoals de wettelijke regelingen met betrekking tot privacy, security, AI, en dergelijke), maar verder vooral als kader voor het creëren van kansen om de technologische ontwikkelingen op een maatschappelijk relevante manier toe te passen met inachtneming van de relevante standaarden.

6 Voorwaarden aan digitale tools en platformen

In dit hoofdstuk wordt een kader ontwikkeld voor voorwaarden voor digitale tools en platformen in de subsidieregelingen voor de energietransitie. Als opmaat heeft het projectteam de bestaande voorwaarden geïnventariseerd in een toepasselijke selectie van de regelingen, te weten MOOI, PPS, TSE GO en DEI+. Bijlage 3 bevat een karakterisering van de regelingen, de voorwaarden daarin en een aantal bevindingen daarover. Het is in ieder geval duidelijk, dat er in de huidige situatie nauwelijks inhoudelijke voorwaarden met betrekking tot de digitalisering voorkomen.

Hierna wordt vanuit een algemeen kader (paragraaf 6.1) toegewerkt naar een set toepasbare voorwaarden (paragraaf 6.2) met suggesties voor uitwerking (paragraaf 6.3 en volgende).

De focus ligt op inhoudelijke voorwaarden. Procesmatige voorwaarden (samenstellingseisen aan consortia, indieningstermijnen, en dergelijke) blijven buiten beschouwing.

6.1 Kader

Voor systeem- en datavooraarden bestaan diverse open standaarden. De belangrijkste zijn:

- Voor systeemkwaliteit: ISO/IEC 25010⁹, aangevuld met eisen aan digitale toegankelijkheid (WCAG)¹⁰
- Voor datakwaliteit: ISO/IEC 25012¹¹ en FAIR principles; FAIR staat voor Findability, Accessibility, Interoperability en Reuse van data¹².

Daarnaast kunnen eisen gesteld worden aan architectuur en implementatie/beheer.¹³

In figuur 11 is de relatie van de eisen aan systeem en data met het in hoofdstuk 2 gepresenteerde raamwerk voor digitale tools en platformen weergegeven.

Bijlage 12 geeft een uitgebreid overzicht van de kwaliteitscriteria die gesteld kunnen worden aan informatiesystemen (applicaties) en de betrokken data.

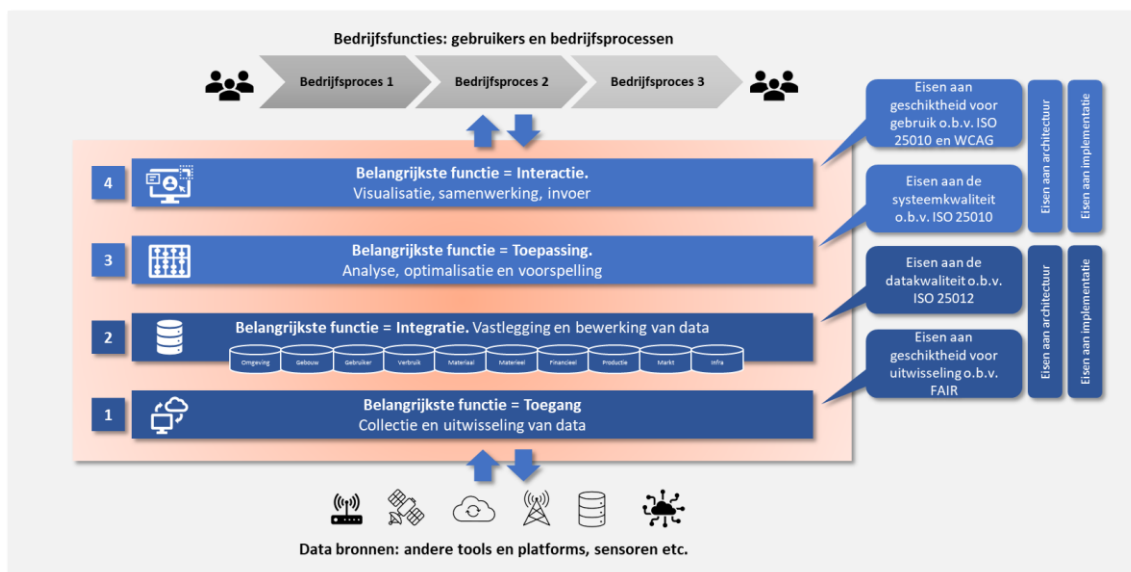
⁹ <https://www.iso.org/standard/35733.html>)

¹⁰ <https://wcag.nl/>

¹¹ <https://www.iso.org/standard/35736.html>)

¹² zie <https://www.go-fair.org/fair-principles/>

¹³ Een informatiesysteem bestaat behalve uit data ook uit infrastructurele voorzieningen (apparaten en netwerken met de daarbij behorende software én een organisatie). Deze laten we hier buiten beschouwing.



Figuur 11. Eisen aan systemen en data in relatie tot het raamwerk

6.2 Toepasbare voorwaarden

In het onderzoek zijn de algemene voorwaarden vertaald naar een set begrijpelijke en toetsbare voorwaarden voor digitale tools en platforms voor de energietransitie in de gebouwde omgeving, ofwel ‘toepasbare voorwaarden’¹⁴. Het gaat hier nadrukkelijk om een eerste nader uit te werken aanzet. Het resultaat is een set van 9 voorwaarden. In tabel 7 zijn deze weergegeven met een verwijzing naar de voorwaarden volgens de hiervoor genoemde standaarden.

Toepasbare voorwaarde	Systeemvoorwaarden	Datavooraarden
1. Verantwoordheid	Verantwoordheid	
2. Interoperabiliteit	Uitwisselbaarheid	Interoperability
3. Veiligheid	Beveiligbaarheid, Vertrouwelijkheid, Integriteit, Vrijwaring Tegen Risico	Vertrouwelijkheid, Beschikbaarheid
4. Privacy	Beveiligbaarheid, Vrijwaring Tegen Risico	Vertrouwelijkheid, Naleving
5. Eigenaarschap		Traceerbaarheid, Data-Architectuur ¹⁵
6. Bruikbaarheid en toegankelijkheid	Functionele Geschiktheid, Bruikbaarheid, Betrouwbaarheid, Effectiviteit, Voldoening, Toegankelijkheid, Contextdekking	Nauwkeurigheid, Volledigheid, Consistentie, Geloofwaardigheid, Actualiteit, Toegankelijkheid, Precisie, Traceerbaarheid, Begrijpelijkheid, Beschikbaarheid, Vindbaarheid, Toegankelijkheid, Herbruikbaarheid
7. Beheerbaarheid	Prestatie-Efficiëntie, Onderhoudbaarheid, Overdraagbaarheid, Efficiëntie	Efficiëntie, Overdraagbaarheid, Herstelbaarheid
8. Architectuur	Systeemarchitectuur	Gegevensarchitectuur
9. Adoptie		

Tabel 7. Toepasbare voorwaarden in relatie tot algemene systeem- en datavooraarden

¹⁴ Naar analogie van de ‘toepasbare regels’ in de Omgevingswet: begrijpelijke vertalingen van juridische regels.

¹⁵ metagegevens

Hierna volgt een uitwerking per voorwaarde. Hierin is een eerdere inventarisatie van de impact van toekomstige ontwikkelingen op de voorwaarden verwerkt (bijlage 11).

6.2.1 Verantwoordheid

Digitale systemen krijgen een steeds dominantere plek in de persoonlijke omgeving van mensen. Systemen dienen van meet af aan vanuit menselijke waarden ontwikkeld te worden en niet alleen achteraf getoetst te worden aan een aantal wettelijke voorwaarden. Criteria hierbij zijn digitale integriteit, menselijke maat, digitaal comfort en toekomstbestendigheid. Zie voor een basis voor verantwoorde systemen: [8]. Tot verantwoordheid behoort ook dat verantwoordelijk wordt omgesprongen met de in het vorige hoofdstuk besproken toekomstverwachtingen. De Gartner Hype Cycle is hierbij een hulpmiddel.

Een aspect van verantwoordheid is dat algoritmen van de overheid moeten voldoen aan publieke waarden en wettelijke normen. Om dit controlebaar te maken werkt de overheid daartoe aan een Algoritmeregister, waarin algoritmen geregistreerd en gepubliceerd worden. Het gaat hier met name om algoritmen met een hoog risico door de inzet van AI en/of impact op betrokkenen. Voor meer informatie, zie: <https://www.digitaleoverheid.nl/overzicht-van-alle-onderwerpen/algoritmes/algoritmeregister/>

Verder is in dit verband de regulering van AI door de EU van belang. Op 9 december 2023 is er op Europees niveau overeenstemming bereikt over de regulering van AI. Hoe meer risico de inzet van AI heeft, des te strenger de regels. Zo worden bijvoorbeeld AI-systemen ter manipulatie van menselijk gedrag zonder meer verboden. De regeling moet nog uitgewerkt worden, maar is na die uitwerking natuurlijk een belangrijke randvoorwaarde voor alle ontwikkelde toepassingen.

In het algemeen is het van belang dat de digitale oplossingen voldoen aan open standaarden. Voor de publieke sector zijn deze te vinden op de website van het Forum Standaardisatie: <https://www.forumstandaardisatie.nl/open-standaarden>.

6.2.2 Interoperabiliteit

Interoperabiliteit is de mogelijkheid van systemen, partijen, of individuen om met elkaar samen te werken, te communiceren en informatie uit te wisselen¹⁶. Daartoe dienen data door systemen en organisaties gedeeld te kunnen worden.

Interoperabiliteit vraagt afspraken en voorzieningen op het niveau van organisaties, processen, applicaties, data en IT-infrastructuur. In het kader van onze opdracht wordt er prioriteit gegeven aan gegevensinteroperabiliteit.

Een overzicht van informatiestandaarden betreffende de gebouwde omgeving is te vinden op: <https://www.bimloket.nl/ictstandaarden/>. Een integraal overzicht van informatiestandaarden in het energiedomein is er (nog) niet, maar in de Datagovernance-rapportage van Contact zijn initiatieven ervoor geïnventariseerd [9; bijlage 6.1]. Standaarden voor de overheid staan op de zogenaamde 'Pas toe of leg uit'-lijst van het Forum Standaardisatie: <https://www.forumstandaardisatie.nl/open-standaarden/verplicht>.

De geschetste toekomstige ontwikkelingen vragen veel van de data- en systeeminteroperabiliteit van de tools en platformen. De tools en platformen moeten 'by design' interoperabel zijn door toepassing van open

¹⁶ Definitie van NICTIZ: <https://nictiz.nl/wat-we-doen/zorginformatiestelsel/interoperabiliteit/>

standaarden en aansluiting bij afsprakenstelsels. In verband met beheerkosten is het realistisch om deze eis pas later in de innovatietrechter toe te passen.

6.2.3 Dataveiligheid

Dataveiligheid bestaat uit:

- Beveiligbaarheid: de mate waarin een product of systeem informatie en gegevens beschermt zodat personen, andere producten of systemen de juiste mate van gegevenstoegang hebben, passend bij hun soort en niveau van autorisatie (ISO 25010 (Systeem- en softwarekwaliteit)).
Deelcriteria zijn vertrouwelijkheid, integriteit, onweerlegbaarheid, verantwoording en authenticiteit.
- Vertrouwelijkheid: de mate waarin gegevens ervoor zorgen dat ze alleen toegankelijk zijn voor en interpreteerbaar door geautoriseerde gebruikers in een specifieke gebruikscontext (ISO 25012 (Software- en datakwaliteit))

Relevante normen zijn:

- Handreiking van de topsector Energie voor Security by design. (Cyber security voor Smart Energy: <https://topsectorenergie.nl/nl/kennisbank/cyber-security-voor-smart-energy/>). Deze handreiking biedt een aanpak om in 7 stappen een breed gedragen risicoanalyse uit te voeren.
- NIST (National Institute of Standards and Technology at the U.S.) Cybersecurity framework (<https://www.nist.gov/cyberframework>), een handreiking met best practices voor computerbeveiliging. Dit framework bevat een uitgebreide set richtlijnen voor het beperken van organisatorische cybersecurityrisico's en is inclusief privacybescherming.
- BIV-classificatie: deze wordt gebruikt voor het maken van een risico-afweging op basis van een inschatting van de schade als gevolg van tekortkomingen met betrekking tot beschikbaarheid, integriteit en vertrouwelijkheid van gegevens. BIV staat voor Beschikbaarheid, Integriteit en Vertrouwelijkheid (in het Engels: CIA: Confidentiality, Integrity, Availability) (zie bijvoorbeeld <https://inergy.nl/blog/alles-over-de-biv-classificatie/>).
- Baseline Informatiebeveiliging Overheid (BIO). Dit besluit (sinds 2019 verplicht voor de overheid) bevat een gemeenschappelijk normenkader en verplichte maatregelen voor de beveiliging van de informatie(systemen) van de overheid. Zie <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2019-26526.html> <https://bio-overheid.nl/category/producten?product=BIO> https://bio-overheid.nl/media/13kduqsi/bio-versie-104zv_def.pdf.
- NI2-richtlijn, een Europese richtlijn netwerk- en informatiebeveiliging.

Aan de bescherming kunnen, zeker als het gaat om beheer van kritische infrastructuur, geen concessies gedaan worden. In het ideestadium van de innovatietrechter is het mogelijk om de veiligheid van ontwerpen nog niet daadwerkelijk te implementeren, maar dit kan alleen wanneer in deze innovatie-fase, de tool of het platform worden afgeschermd van toegang door derden van buiten af. Dat stelt dus op zijn beurt eisen aan de omgeving waarbinnen het systeem wordt ontwikkeld.

6.2.4 Privacy

Privacy betekent in het verband van deze verkenning de mate van eerbiediging van het recht van natuurlijke personen om persoonlijke informatie niet te delen.

Het juridische kader voor privacy wordt gevormd door de AVG: [Algemene verordening gegevensbescherming](#) (Engels: General Data Protection Regulation (GDPR)). Dit is een Europese verordening, dus met rechtstreekse werking. Deze verordening is van toepassing op alle bedrijven en overheidsinstanties (in de hele wereld) die persoonsgegevens van natuurlijke personen in de Europese Unie bijhouden en verwerken.

Persoonsgegevens zijn gegevens die aan een individu verbonden kunnen worden, of waarmee een individu kan worden geïdentificeerd, bijvoorbeeld naam, foto, telefoonnummer, adres, bankrekeningnummer, e-mail-adres, IP-adres, vingerafdruk en medische data.

Regels die gevolgd moeten worden zijn: transparantie, doelbeperking, gegevensbeperking, juistheid, bewaarbeperking, integriteit en vertrouwelijkheid en verantwoording.

Privacyregels gelden voor alle innovatiestadia. Bij het ontwikkelen van nieuwe toepassingen is het feitelijk niet meer nodig is om tot personen herleidbare gegevens te gebruiken door de inzet van 'privacy enhancing technologies'.

6.2.5 Eigenaarschap van data

Met 'eigenaarschap' wordt in dit geval bedoeld: verantwoordelijkheid voor goede data, meer specifiek data die voldoen aan kwaliteitscriteria zoals beschikbaarheid, integriteit, vertrouwelijkheid, volledigheid, precisie, enzovoorts.

Deze vorm van eigenaarschap is niet gelijk aan eigendom volgens de wet. Die heeft betrekking op '**voor menselijke beheersing vatbaar stoffelijk objecten**'. (art 3:2 BW) en daarmee NIET op data. Er dient rekening gehouden te worden met andere mogelijk toepasbare wetten betreffende auteursrecht, octrooi- en merkenrecht, privacywetgeving, databankenrecht en bescherming van bedrijfsgeheimen.

Het is van belang onderscheid te maken tussen systeemeigenaarschap en data-eigenaarschap: de systeemeigenaar is géén eigenaar van de door het systeem beheerde en verwerkte data; omgekeerd is de data-eigenaar niet de eigenaar van het systeem, waarmee de data beheerd worden.

Het gebied van eigenaarschap van data is nog sterk in ontwikkeling, dus erg uitgewerkte normen zijn nog niet beschikbaar. Je zou aanvragers kunnen verzoeken hun aanvragen te voorzien van een paragraaf over data-eigenaarschap. Hierbij kunnen twee aspecten onderscheiden worden:

1. Laat zien hoe het eigenaarschap van data in oplossingen bepaald wordt¹⁷.
2. Laat zien hoe een gekozen toewijzing van eigenaarschap operationeel gemaakt wordt.

6.2.6 Bruikbaarheid en toegankelijkheid voor mensen

Bruikbaarheid wordt bepaald door een groot aantal eigenschappen (zie de tabel hierboven). Hier focussen we ons op toegankelijkheid. Toegankelijkheid wordt in ISO 250120 gedefinieerd als 'de mate waarin gegevens toegankelijk zijn in een specifieke gebruiksccontext, met name door mensen die vanwege een bepaalde beperking ondersteunende technologie of een speciale configuratie nodig hebben.'¹⁸.

¹⁷ Volgens ISO 27001 dient informatie, zijnde een bedrijfsmiddel, een eigenaar te krijgen [7]

¹⁸ het FAIR data principle Accessibility heeft een heel andere definitie: 'Metadata and data are understandable to humans and machines. Data are deposited in a trusted repository.' Zie hiervoor het onderdeel Interoperabiliteit.

Overheidsorganisaties moeten hun websites en apps toegankelijk maken en houden. Zie <https://digitoegankelijk.nl/wetgeving/wat-is-verplicht>. Een bijzondere verplichting is die van de Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), opgesteld door W3C. Deze gelden voor alles wat de betreffende instantie digitaal publiceert. Ze zijn gericht op toegankelijkheid voor zoveel mogelijk mensen, ook als zij een permanente of tijdelijke beperking hebben. De hoofdcriteria van WCAG 2.1 zijn: waarneembaarheid, bedienbaarheid, begrijpelijkheid en robuustheid.

De implementatie van digitale toegankelijkheid kan variëren per doelgroep. Het is zaak de toegang tot digitale systemen af te stemmen op de juiste digitale vaardigheid van de doelgroep.

Door aanvragers en beoordelaars kan gebruik gemaakt worden van diverse organisaties, die de toegankelijkheid van websites toetsen (zie <https://www.digitaleoverheid.nl/overzicht-van-alle-onderwerpen/digitale-inclusie/digitaal-toegankelijk/toetsen-digitale-toegankelijkheid/>).

Hoe meer de innovatie gericht is op interactie met gebruikers, des te meer aandacht zal er aandacht gegeven moeten worden aan het criterium toegankelijkheid.

6.2.7 Beheerbaarheid

Beheerbaarheid betreft: prestatie-efficiëntie, onderhoudbaarheid, overdraagbaarheid, systeem-efficiëntie, data-efficiëntie en herstelbaarheid.

De transparantie en herbruikbaarheid van applicaties kunnen bevorderd worden door open source. Dit betekent dat de broncode vrij toegankelijk en herbruikbaar moet zijn. In ieder geval is het kabinetsbeleid dat Software die de overheid maakt (of laat maken) moet zo veel mogelijk open source zijn¹⁹. Voor toepassingen van de overheid of gerelateerd aan toepassingen van de overheid moet dus aangegeven worden of transparantie en herbruikbaarheid door middel van open source of op een andere manier gerealiseerd wordt.

6.2.8 Systeem- en data-architectuur

Architectuur dient ervoor te zorgen dat systeem en data op een systematische manier samengesteld zijn. De aanvrager kan hiervoor verwijzen naar één van de gevestigde methoden, maar de inhoud is belangrijker. In het verband van deze opdracht ligt het voor de hand dat de aanvrager een relatie legt met het raamwerk, dus dat in de beschrijving van de oplossing duidelijk beschreven wordt:

- interactielaag, inclusief een specificatie van de gebruikers en de wijze van interactie;
- toepassingslaag: overzicht van de functies, de onderlinge samenhang en de relaties met de data en de interacties;
- data-laag: specificatie van de data en de onderlinge relaties, alsmede de wijze van beheer;
- toegangs-laag, inclusief een specificatie van de bronnen en de wijze van inwinning.

6.2.9 Adoptie

Onder adoptie verstaan we in dit verband de omarming van een tool of platform door de belanghebbenden (gebruikers, samenwerkingspartners, enzovoorts).

¹⁹ <https://www.digitaleoverheid.nl/overzicht-van-alle-onderwerpen/open-source/beleid/>

Adoptie is ten opzichte van de andere criteria een bijzonder criterium. Een minimale voorwaarde voor adoptie is uiteraard, dat aan de hiervoor gepresenteerde voorwaarden optimaal voldaan wordt. Een matig performende oplossing met onbetrouwbare data zal de adoptie niet bevorderen. Wel zal adoptie bevorderd worden als voor de gebruiker de gekozen afweging van criteria duidelijk is: bijvoorbeeld dat sommige gegevens in verband met beveiliging niet zomaar gewijzigd kunnen worden. Dit aspect is al in het ideestadium van de innovatietrechter geldig: het moet by design meegenomen worden.

Geef verder een zwaar gewicht aan het criterium 'voldoening' (bestaande uit bruikbaarheid, vertrouwen, plezier en comfort).

Daarnaast geldt voor adoptie de zorg voor de juiste communicatie en promotie van een systeem bij de juiste doelgroep via geschikte kanalen, de juiste prijsstelling, de juiste ondersteuning bij zowel het in gebruik nemen als het gebruik zelf. Licht de markt actief voor. De initiatiefnemer zou in gesprek moeten gaan met de (eind)gebruikers en ze in voorkomende gevallen de kans geven om mee te investeren.

Verder dient het hergebruik van bestaande goed functionerende oplossingen positief beoordeeld te worden

En de focus hoort te liggen op het oplossen van concrete problemen

6.3 Soort voorwaarden

De uitwerking van de voorwaarden dient nauwgezet afgestemd te zijn op de specifieke situaties. Er dient rekening gehouden te worden met:

- Randvoorwaarden: aan sommige voorwaarden is niet te tornen: ze vormen een gegeven. Een voorbeeld: de toepassing van de AVG.
- Prioriteit; veel gebruikt is de MosCoW-methode: daarbij worden de eisen verdeeld in:
 - M: Must have: zonder deze is het product niet bruikbaar
 - S: Should have: gewenst, maar niet noodzakelijk voor een bruikbaar product
 - C: Could have: komt aan bod als er tijd genoeg is
 - W: Won't have: wellicht interessant voor een vervolgproject
- Kwantificeerbaarheid: sommige voorwaarden kunnen vertaald worden in kwantiteiten, andere in een ordening en weer andere alleen in een kwalitatieve aanduiding.

6.4 Uitwerking

Aanbevolen wordt de bovenstaande toepasbare voorwaarden verder uit te werken tot een checklist en/of beslisboom. Daarin spelen de volgende variabelen een rol:

- Innovatiestadium (idee, concept, uitrol)
- Maatschappelijke relevantie/ Technologische innovativiteit (→wijze van stimulering)²⁰

²⁰ Dit aspect is in hoofdstuk 5 uitgewerkt: handelingskader, dat vooral gericht is op investeren in de vlakken B en C en niet in de vlakken A en D. Dat zou je per vlak kunnen uitwerken, koppelen aan de betreffende voorwaarde (niet van toepassing, streng of minder streng oid) en aan het type regeling.

- Toepassingsgebied (verduurzamingsketen, aansturing gebouwssystemen, balancering energieproductie- en consumptie, ruimtelijke inpassing infrastructuur, enzovoorts)
- Betrokkenheid van persoonsgegevens
- Verbondenheid met apparaten en energie-infrastructuur,

Bij iedere variabele horen keuzen met betrekking tot de toepasbare voorwaarden. Bij de verdere uitwerking komen ongetwijfeld nog meer variabelen naar voren.

6.5 Toepassing van de voorwaarden

Belangrijk is dat de voorwaarden niet in strijd moeten komen met het hoogste doel dat bereikt moet worden. Ze moeten uiteindelijk passen in de doelstelling van de energietransitie. Uiteraard kan hier sprake zijn van een subjectieve afweging: communicatie met de indieners is hier van levensbelang. Stelregel zou moeten zijn: denk vooral in kansen, niet alleen in mogelijkheden.

Verdere aanbevelingen:

- Geef de markt voldoende vrijheid en timmer niet alles dicht met voorwaarden, zeker niet als het gaat om innovatie-ideeën en concepten.
- Formuleer de voorwaarden helder en in samenhang en zorg dat er consistent beoordeeld wordt.
- Werk met een terugkoppelingsmechanisme, bijvoorbeeld door tussenoplossingen te laten opleveren, waarna er bijgestuurd kan worden. Maar ook in de aanvraagfase kan er terugkoppeling ingebouwd worden door de mogelijkheid te geven voorstellen bij te stellen (afhankelijk van het soort aanvraag).

6.6 Normering en toetsing

Er zal met de uitwerking en toepassing van de voorwaarden geëxperimenteerd moeten worden. In dit stadium is het niet mogelijk en wenselijk indieners van aanvragen met een complete uitgewerkte set van voorwaarden te confronteren. Aanbevolen wordt de indiener te vragen aan te geven hoe aan de 9 voorwaarden voldaan wordt en welke standaarden er worden toegepast.

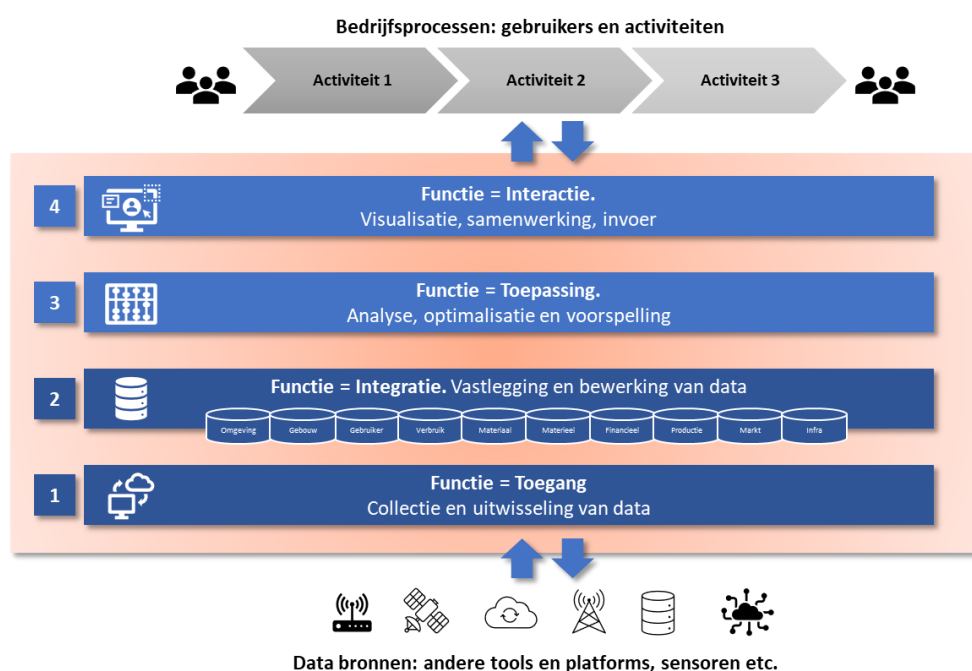
De toetsing zou kunnen gebeuren door een team van experts, die gezamenlijk de 9 toepasbare voorwaarden afdekken.

7 Conclusies en aanbevelingen

Uit ons onderzoek trekken we onderstaande conclusies. Iedere conclusie wordt voorzien van één of meer aanbevelingen.

Conclusie 1 Door uitvoering van de quickscan en toepassing van het raamwerk is bevestigd dat de enorme veelheid aan tools en platformen structuur en verduidelijking aanbrengt.

Aanbeveling 1 Gebruik het raamwerk om verdere structuur aan te brengen in de beschikbare en in de toekomst verwachte tools en platformen. Classificeer tools en platformen en registreer en deel op systematische wijze kennis hierover.



Figuur 12. Raamwerk Tools & Platformen Energietransitie Gebouwde Omgeving

Conclusie 2 De meeste tools en platformen zijn 'monolithisch' en doen te weinig aan interne scheiding van lagen (toegang, integratie, toepassing en interactie) met als gevolg te weinig interoperabiliteit.

Aanbeveling 2 Zorg dat in opdrachten en subsidievoorwaarden het raamwerk met onafhankelijke lagen voor toegang, integratie, toepassing en interactie als uitgangspunt geldt.

Conclusie 3 Met behulp van usecases worden verbindingen gelegd tussen enerzijds de functies van tools & platformen en anderzijds de maatschappelijke functies in het kader van de energietransitie. Dit wordt nu niet ingezet als richtinggevend middel voor ontwikkelingen door de markt.

Aanbeveling 3 Weeg bij opdrachtverlening en subsidietoekenning de functionele en kwalitatieve voorwaarden aan tools & platformen met hun maatschappelijke relevantie op basis van usecases.

- Conclusie 4 Het ontbreekt aan overzicht over welke tools en platformen zijn ontwikkeld, wanneer en door wie, met welke maatschappelijke relevantie, functionaliteit etc. en de onderlinge relaties daarvan. Dit maakt kennisoverdracht, hergebruik en doorontwikkeling erg moeilijk.
- Aanbeveling 4 Zet een registratie op van alle relevante digitale tools & platformen. Bouw de registratie op volgens het raamwerk. Verplicht bij aanvragen opname in die registratie. Ga uit van de registratie, die er al in digiGO ontwikkeld is.
- Conclusie 5 Voor zover zichtbaar geworden heeft iedere tool of platform een eigen datamodel, veelal ongedocumenteerd of überhaupt niet beschreven. Het al dan niet standaardiseren van informatie wordt niet op beoordeeld en er wordt niet op gestuurd.
- Aanbeveling 5 Het doorontwikkelen van een breed toepasbare gegevensstructuur voor de energiesector²¹ en toepassing op de voorwaarden is urgent. Het is gewenst dat er een uitwerking van de data governance in de gebouwde omgeving tot stand gebracht wordt conform de aanbeveling in het rapport 'data governance in het energiedomein' [9].
- Conclusie 6 Er is behoefte aan beoordeling op innovativiteit van digitale tools en platformen en de daarbij passende vorm van ondersteuning voor een bepaalde aanvraag of bepaald project.
- Aanbeveling 6 Orden toekomstige oplossingen, die mogelijkwijs voor aanbesteding of subsidieverlening in aanmerking komen, naar maatschappelijke relevantie en technologische vernieuwendheid. Dan ontstaan er vier categorieën met ieder hun eigen handelingstype:
- A. Indirect maatschappelijk relevant en niet technologisch vernieuwend: laat aan de markt over.
 - B. Indirect maatschappelijk relevant en technologisch vernieuwend: stimuleer experimenten.
 - C. Direct maatschappelijk relevant maar niet technologisch vernieuwend: stimuleer opschaling.
 - D. Direct maatschappelijk relevant én technologisch vernieuwend: knip op in minder risicovolle projecten in de categorieën B en C.
- De regelingen dienen vooral van toepassing te zijn op de categorieën B en C.
- Conclusie 7 Het bijhouden van technologische ontwikkelingen is een vak apart.
- Aanbeveling 7 Gebruik kennispartners én ontwikkel kennis in huis om technologische ontwikkelingen en hun impact op de ondersteuning van de energietransitie met digitale tools en platformen bij te houden en op waarde te schatten.

²¹ Denk aan: MFFBAS, EDSN, ESDL, EDR, IMSG, CIM-CERES, Installatieregister, Informatiemodel Energie-installaties

- Conclusie 8 Inhoudelijke voorwaarden met betrekking tot digitalisering komen in de huidige regelingen nauwelijks voor en lijken erg per regeling bepaald te zijn. Er ontbreekt uniformiteit en volledigheid in de voorwaarden die gesteld worden.
- Aanbeveling 8.1 Verwerk de grote hoeveelheid toepasselijke wetten en standaarden op basis van het opgedane inzicht betreffende de usecases, de quickscan en de toekomstverkenning uit tot een set toepasbare voorwaarden, te weten
1. Verantwoordheid
 2. Interoperabiliteit
 3. Veiligheid
 4. Privacy
 5. Eigenaarschap
 6. Bruikbaarheid en toegankelijkheid
 7. Beheerbaarheid
 8. Architectuur
 9. Adoptie
- Aanbeveling 8.2 Vertaal deze voorwaarden vervolgens naar specifieke opdrachten en regelingen door:
- Prioritering
 - Kwantificering, ordening of kwalificering
 - Afstemming op
 - innovatiestadium (idee, concept, uitrol)
 - toekomstige technologie, rekening houden met maatschappelijke relevantie
 - toepassingsgebied
 - betrokkenheid van persoonsgegevens
 - verbondenheid met apparaten en energie-infrastructuur.
- Deze lijst is niet uitputtend.
- Aanbeveling 8.3 Zorg in de afweging dat de voorwaarden als geheel bijdragen aan het maatschappelijke doel van de energietransitie. Bevorderlijk daarvoor is het voldoende ruimte laten aan de markt, een adequate communicatie met de markt en het werken met een terugkoppelingsmechanisme.
- Aanbeveling 8.4 Voer als eerste stap de voorwaarden voor digitale tools en platforms in aanbestedingen en subsidieregelingen in door de indiener te vragen aan te geven hoe aan de voorwaarden voldaan wordt en welke standaarden er worden toegepast. Laat de ingediende voorstellen toetsen door een team van experts.

Referenties

- [1] TKI Urban Energy, 'Versnelling van energierenovaties in de gebouwde omgeving (MMIP 3)', 1 juli 2021 (<https://topsectorenergie.nl/documents/782/B. Geb Omg - MMIP 3 - Versnelling van energierenovaties in de gebouwde omgeving.pdf>)
- [2] TKI Urban Energy, 'MMIP 4: Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (inclusief glastuinbouw)', Update juni 2023 <https://topsectorenergie.nl/documents/783/B. Geb Omg - MMIP 4 - Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving inclusi 3eNAfMx.pdf>
- [3] TKI Urban Energy, 'Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving (MMIP 5)', Versie 2.2, 31 mei 2023 <https://topsectorenergie.nl/documents/794/MMIP5 - versie 100 met IMU-aanpassingen.pdf>
- [4] DIN, 'Reference Architecture Model Open Urban Platform (OUP)', DIN SPEC 91357, December 2017 https://www.ospi.es/export/sites/ospi/documents/documentos/DIN_91357.pdf
- [5] Robberecht D., Smet S., 'Bouwen aan morgen', 2019
- [6] Eric Tjong Tjin Tai, 'Een goederenrechtelijke benadering van databestanden', Nederlands Juristenblad, 29-6-2018
- [7] Cees van der Wens, 'ISO27001: Informatie moet een eigenaar hebben', 12 maart 2022 (LinkedIn).
- [8] Nanda Piersma, 'System error, please restart. Hoe we verantwoorde IT-systemen kunnen bouwen', Inaugurale rede Hogeschool van Amsterdam, 6 december 2022
- [9] Contact, 'Inventarisatie data governance en data delen in het energiedomein', maart 2023, opgesteld in opdracht van RVO voor de Topsector Energie op verzoek van het programma Digitalisering
- [10] Ministerie van BZK, Beschrijvend document Europese aanbesteding Modules Landelijk Digitaal Platform, 8 maart 2021
- [11] RVO, 'Selectieleidraad Europese aanbesteding volgens de mededingsprocedure met onderhandeling voor de renovatieverkenner', 17 mei 2021

Afkortingen

AI	Artificial Intelligence
API	Application programming interface
AVG	Algemene Verordening Gegevensbescherming
BEMS	Building Energy Management System
BIM	Building Information Model/ Building Information Management
BIO	Baseline Informatiebeveiliging Overheid
BIV	Beschikbaarheid, Integriteit en Vertrouwelijkheid
BMS	Battery Management System
DEI+	Demonstratie Energie en Klimaatinnovatie
DSGO	Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving
ESDL	Energy System Description Language
GDPR	General Data Protection Regulation
GIS	Geografisch informatiesysteem
HEMS	Home Energy Management System
ISO	International Organization for Standardization
KIA ST	Kennis- en Innovatie Agenda Sleuteltechnologieën
LDP	Landelijk Digitaal Platform
LF	Linux Foundation Energy
LIFE	EU-programma voor milieu- en klimaatprojecten
LT	Lage temperatuur
MOOI	Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie
MMIP	Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma
MWA	Maatwerkadvies (NTA 8800)
NIST	National Institute of Standards and Technology at the U.S.
PPS	Publiek-Privaat Samenwerkingsproject
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
TKI	Topconsortia voor Kennis en Innovatie
TO	Temperatuuroverschrijding
TSE GO	Topsector Energieregeling Gebouwde Omgeving
VP	Vraaggestuurd programma

W3C

World Wide Web Consortium

WCAG

Web Content Accessibility Guidelines

Bijlagen

1. Geraadpleegde personen
2. Verklarende begrippenlijst
3. Huidige regelingen en voorwaarden
4. Basis van het raamwerk
5. MMIP's
6. Usecases
7. Quickscan
8. Korte beschrijving van enkele tools en platformen
9. Top 12 relevante technologische ontwikkelingen
10. Impact van technologische ontwikkelingen
11. Impact van de technologische ontwikkelingen op de voorwaarden
12. Specificatie van voorwaarden aan systemen en data

Bijlage 1 Geraadpleegde personen

(Klankbordgroep 31 oktober 2023, Expertgroep 5 december 2023, Expertgroep 12 december 2023, interviews)

Lieven Allinga, Winst uit je Woning

Jeroen Bart, Ministerie van BZK

Bart Brink TKI Bouw en Techniek

Maarten Bijl, TNO

Martijn Clarijs, TNO

Jeroen Coenders, Packhunt

Sabine van Dooren, TKI Urban Energy

Robert Jan van Egmond, TKI Urban Energy

Wim Gielingh, Real Capital Systems

Claire Groosman, Topsector energie

Saskia Hesselink, Ministerie van BZK

Harmen Jorritsma, RVO

Jesper Juffermans, RVO

Angela Juliaans-Goos, RVO

Jasmijn Kleij, TKI Urban Energy

Edwin Matthijssen, TNO

Puk van Meegeren, Milieu Centraal

Dennis Mollet, Bouwend Nederland

Guus Mulder, TKI Urban Energy

Bart Tulkens, Ministerie van EZK

Maarten de Vries, TKI Urban Energy

Bram van der Wees, TKI Offshore Energy

Hans Weijers, Ministerie van BZK

Marco Witschge, Bespaargarant; digiGO

Marle Zijlstra, Ministerie van EZK

Bijlage 2 Verklarende begrippenlijst

Algoritme	Set van regels en instructies die een computer geautomatiseerd volgt bij het maken van berekeningen om een probleem op te lossen of een vraag te beantwoorden (Algemene Rekenkamer)
Application programming interface (API)	Software-interface die het mogelijk maakt dat twee applicaties met elkaar kunnen communiceren. API's zijn vaak de scheiding tussen verschillende lagen van abstractie, zodat applicaties op een hoog niveau van abstractie kunnen werken en het minder abstracte werk uitbesteden aan andere programma's.
Beleveniseconomie	(Engels: experience economy) economie, waarin niet zozeer een product of een dienst centraal staat, maar de met een product of dienst samenhangende beleving of ervaring. In 1998 introduceerden B. Joseph Pine II en James H. Gilmore deze term in hun boek <i>Welcome to the experience economy</i> .
Datarotonde	Het integratieplatform voor digitale verbinding tussen applicaties en organisaties. www.datarotonde.nl
Dataspace	Concept dat gebruikt wordt om data te delen en te gebruiken rond een bepaald thema. Een dataspace bevat gestandaardiseerde data die via een infrastructuur kunnen worden uitgewisseld tussen verschillende partijen. De Europese Unie werkt aan het realiseren van dataspaces voor verschillende maatschappelijke vraagstukken, zoals de Green Deal, de digitale markt en de kunstmatige intelligentie. Een dataspace is dus een manier om data te organiseren en te ontsluiten voor een specifiek doel.
Digital twin	Digitale replica of representatie van een fysiek object of proces. Het is een virtuele weergave die de werkelijkheid zo goed mogelijk benadert. Een Digital Twin is verbonden met de fysieke wereld via sensoren, internetverbindingen en andere technologieën. Een Digital Twin is een gemeenschappelijke datareferentie die elke fase van de levenscyclus van het object omvat. Het concept werd in 2003 geïntroduceerd door dr. Michael Grieves en werd toegepast door NASA.
DNA-computer	Een DNA-, RNA of, algemener, biocomputer is gebaseerd op het gebruik van het genetisch materiaal (DNA of RNA) als opslag- en verwerkingsmedium.
Energietransitie	De overgang van het gebruik van fossiele energie naar energie uit hernieuwbare bronnen (CBS)
Enhanced reality	Enhanced reality is een term die soms wordt gebruikt om te verwijzen naar een vorm van augmented reality (AR) die de echte wereld verrijkt met computergegenereerde elementen, zoals beelden, geluiden en

	andere stimuli. Het kan de gebruiker een verhoogde, meer meeslepende ervaring bieden dan ze anders zouden ervaren, die bijdraagt aan het plezier of begrip van de gebruiker.
Feature Manipulation Engine (FME)	Software die de zogenaamde ETL-processen tussen databestanden uit diverse bronnen en bestanden faciliteert. ETL is weer de afkorting voor extract (lezen en uitpakken van data vanuit een willekeurige bron), transform (omzetten van data) en load (wegschrijven van data naar een gewenst doel).
Federatief systeem of netwerk	<p>Groep onderling verbonden systemen of netwerken die gegevens en berichten tussen partijen kunnen verzenden, maar ook kunnen blijven functioneren wanneer die verbinding is verbroken.</p> <p>Een federatief datastelsel is een stelsel, waarbij de data niet op een centrale plek worden verzameld, maar ze in de sectoren gehouden worden, daar waar ze horen, bij de bron. De data kunnen uitsluitend bij de bron worden bevraagd op basis van waarborging van beveiliging en privacy.</p>
Fotonica	Wetenschappelijke en technische discipline die zich bezighoudt met de wisselwerking tussen fotonen (elementaire lichtdeeltjes) en elektronen. De fotonica is de basis voor nieuwe computertechnologieën, zoals de fotonische kwantumcomputer en analoge optische computers . Nederland loopt wetenschappelijk voorop op het gebied van fotonica. Zie ook https://smartphotonics.nl/ .
Gartner Hype Cycle	Grafische weergave van de levenscyclusfasen die een technologie doorloopt, vanaf de initiële ontwikkeling tot de commerciële beschikbaarheid en adoptie ervan, evenals de uiteindelijke achteruitgang en veroudering.
Holon	Systeem dat zowel een geheel als een deel van een groter systeem is. Bijvoorbeeld, een cel is een holon, want het is een geheel op zichzelf, maar ook een deel van een weefsel, een orgaan, een organisme, enzovoort. Holonen kunnen op verschillende niveaus van complexiteit en organisatie bestaan, en ze hebben zowel autonomie als afhankelijkheid van andere holonen. Voor de toepassing in het energiedomein zie https://topsectorenergie.nl/nl/projecten/holon-meer-autonomie-voor-lokale-energiesystemen/
Immersive	Immersive betekent onderdompelen. Immersive technology is een verzamelnaam voor technologieën waarmee iemand in een ervaring wordt 'ondergedompeld'. Alle zintuigen worden namelijk aangesproken. Virtual reality (VR), augmented reality (AR) en mixed reality (MR) zijn verschijningsvormen van immersive technology.

Innovatieketen	Met de innovatieketen bedoelen we het proces van het ontwikkelen, verspreiden en toepassen van nieuwe kennis en technologieën. De innovatieketen bestaat uit verschillende schakels, zoals fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek, productontwikkeling, marktintroductie en adoptie ¹ . De innovatieketen is belangrijk voor het oplossen van maatschappelijke uitdagingen, het versterken van de concurrentiekracht en het stimuleren van de economische groei. Om de innovatieketen te verbeteren, is het nodig om de samenwerking tussen de verschillende partijen te versterken, zoals kennisinstellingen, bedrijven, overheden en gebruikers
Kennisgraaf	Een kennisgraaf is een manier om informatie te structureren en te organiseren. Het is een grafische weergave van kennis, waarbij de kennis wordt weergegeven als een verzameling knooppunten met de relaties tussen de knooppunten als verbindingen. Een kennisgraaf kan worden gebruikt om complexe informatie te visualiseren en te begrijpen. Er zijn verschillende soorten kennisgrafen, zoals conceptuele kennisgrafen, semantische kennisgrafen en sociale kennisgrafen. Zie ook: https://labs.kadaster.nl/demonstrators/architectuur-selfservice/KnowledgeGraph/
Kwantumcomputer	Computer waarbij de processor gebruikmaakt van de principes van de kwantummechanica. Zo'n processor kan in één keer (parallel) dezelfde berekeningen uitvoeren over een zeer grote hoeveelheid data.
Large Language Model (LLM)	Een (vrij vertaald) groot taalmodel is een type model voor machine learning dat verschillende taken op het gebied van natuurlijke taalverwerking of Natural Language Processing (NLP) kan uitvoeren, zoals het genereren en classificeren van tekst, het beantwoorden van gespreksvragen en het vertalen van tekst van de ene taal naar de andere.
Machine learning (ML)	Vorm van kunstmatige intelligentie (AI) die zich bezighoudt met het ontwikkelen van zelflerende algoritmes die patronen in data kunnen ontdekken en voorspellingen kunnen doen. Machine learning stelt computers in staat om te leren zonder directe instructies, door gebruik te maken van wiskundige modellen en menselijke leerprocessen na te bootsen. Machine learning wordt toegepast in verschillende domeinen, zoals beeldherkenning, spraakverwerking, aanbevelingssystemen en data-analyse.
Neuromorphic hardware	Hardware, opgebouwd volgens de structuur (morfologie) van neurale netwerken. Speciale verwerkingseenheden emuleren het gedrag van neuronen rechtstreeks in hardware, en een web van fysieke verbindingen (bussystemen) vergemakkelijkt de snelle uitwisseling van informatie. Dit concept is geïnspireerd op het menselijk brein, waar biologische neuronen en synapsen op een vergelijkbare manier samenwerken. Gespecialiseerde neuromorfe apparaten zijn minder flexibel dan

universele centrale verwerkingseenheden (CPU's), maar bieden uitzonderlijke prestaties en energie-efficiëntie tijdens de training en gevolgtrekking voor diepe neurale netwerken.

Metaverse

De metaverse is een online netwerk van virtuele driedimensionale werelden. De gebruiker of bezoeker van de metaverse krijgt er een gevoel van individuele aanwezigheid (al dan niet vertegenwoordigd door een avatar) en ruimtelijk bewustzijn. De wereld van de metaverse speelt zich voor iedereen synchroon en in realtime af.

Neuraal netwerk

Groep van verbonden neuronen (zenuwcellen) die input verwerken en output genereren. Er zijn biologische neurale netwerken, zoals het menselijk brein, en kunstmatige neurale netwerken, die gebaseerd zijn op statistische leermodellen. Neurale netwerken vormen de basis voor veel toepassingen van kunstmatige intelligentie

Verduurzaming

Duurzame ontwikkeling ofwel een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie, zonder de behoeften van toekomstige generaties, zowel hier als in andere delen van de wereld, in gevaar te brengen, aldus de definitie van de [VN-commissie Brundtland uit 1987](#).(CBS)

Verduurzamingsconcept

Een verduurzamingsconcept is een plan of een methode om een product, een proces of een gebouw duurzamer te maken. Dat wil zeggen dat het minder schadelijk is voor het milieu, het klimaat en de samenleving. Een verduurzamingsconcept kan bijvoorbeeld bestaan uit het gebruik van hernieuwbare energiebronnen, het verminderen van afval en emissies, het verbeteren van de isolatie en het comfort, of het stimuleren van de circulaire economie. Er zijn verschillende verduurzamingsconcepten ontwikkeld voor verschillende sectoren en situaties. Bijvoorbeeld: BIGdeal is een integraal verduurzamingsconcept voor bedrijfspanden, dat bestaat uit het leveren en monteren van een warmtepomp, een change-over batterij, zonnepanelen en kant-en-klare voorzetgevels en daken. Renolution is een industrieel verduurzamingsconcept voor woningen, dat bestaat uit het ophangen van voorzetgevels en dakelementen met geïntegreerde zonnepanelen, waardoor de woningen gasloos en nul-op-de-meter worden. Verduurzamingsrichtlijnen is een website die informatie en tools biedt voor het verduurzamen van monumenten, met aandacht voor de historische waarde, de bouwfysische aspecten en de energieprestatie.

Verduurzamingsketen

Met de verduurzamingsketen bedoelen we de samenwerking tussen verschillende partijen die betrokken zijn bij het verduurzamen van producten of processen. Bijvoorbeeld, in de voedselketen werken boeren, verwerkers, retailers en consumenten samen om de impact van de voedselproductie op het milieu, het dierenwelzijn en de biodiversiteit te verminderen¹. In de koopketen werken makelaars, taxateurs,

hypothekverstrekkers, energieadviseurs en woningeigenaren samen om de energieprestatie van koopwoningen te verbeteren²³. Het doel van de verduurzamingsketen is om de transitie naar een duurzame samenleving te versnellen en te verbreden.

Virtualiseren

Beschikbaar maken van fysieke bronnen als logische bronnen. De fysieke kenmerken van de bronnen (servers, besturingssystemen, etc.) worden verborgen en vertaald naar een virtuele omgeving. Zie voor virtualiseren van energie-uitwisseling: ook virtual powerplant.

Virtual Power plant (VPP)

Geavanceerd energiesysteem dat bestaat uit een netwerk van gedistribueerde energiebronnen, zoals zonnepanelen, windturbines en batterijsystemen.

Bijlage 3 Huidige regelingen en voorwaarden

Het projectteam heeft de mogelijke en bestaande voorwaarden en randvoorwaarden geïnterpreteerd in relatie tot de belangrijkste regelingen en tools en platformen betreffende de energietransitie in de gebouwde omgeving. Van de laatste is een zo representatief mogelijke selectie gemaakt. Die wordt hierna in het kort beschreven, gevolgd door een aantal bevindingen.

Regelingen

In het onderzoek zijn de volgende regelingen betrokken:

- MOOI (Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie)

MOOI ondersteunt projecten die bijdragen aan een betaalbare transitie naar een schone, energiezuinige, duurzame en veilige energievoorziening, woonvoorziening en industrie. MOOI ondersteunt ook overige activiteiten die bijdragen aan het project en de doelstelling van de regeling (bijvoorbeeld kennisontwikkeling en -verspreiding, standaardisatie en normering, activiteiten gericht op de arbeidsmarkt).

Meer informatie: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/mooi>

- PPS (Publiek-Privaat Samenwerkingsprojecten op het gebied van de gebouwde omgeving)

Om publiek-private samenwerkingsprojecten te stimuleren is er de Publiek-Private Samenwerking programmatoeslag (PPS-toeslag). Onderzoeksorganisaties die in projecten werken aan onderzoek en ontwikkeling, in samenwerking met minimaal één private partij, kunnen innovatieprojectvoorstellen op het gebied van de gebouwde omgeving indienen bij de TKI Urban Energy.

Meer informatie: <https://topsectorenergie.nl/nl/financiering/pps-programmatoeslag/pps-programmatoeslag-tki-urban-energy/>

- TSE GO (Topsector Energieregeling Gebouwde Omgeving)

TSE GO ondersteunt projecten die uiterlijk in 2025 leiden tot markttoepassing van nieuwe of substantieel verbeterde

- (renovatie)arrangementen voor woningen en utiliteitsgebouwen;
- oplossingen voor de verduurzaming van de collectieve warmte- en koudevoorziening, of
- slimme oplossingen voor de betrouwbaarheid, betaalbaarheid en eerlijkheid van de elektriciteitsvoorziening.

Meer informatie: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/tse-go>

- DEI+ (Demonstratie Energie en Klimaatinnovatie)

DEI+ ondersteunt pilotprojecten en demonstratieprojecten die bijdragen aan het kosteneffectief reduceren van de CO₂-emissies in Nederland in 2030.

Meer informatie: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/dei>

Huidige voorwaarden

Inhoudelijke voorwaarden die gesteld worden zijn:

- Het project moet passen binnen de subsidiabele thema's (TSE GO);
- Slaagkans: de slaagkans heeft onder meer betrekking op:
 - inzichtelijkheid van de waarde voor gebruikers
 - onderbouwing van de behoefte aan de voorgestelde oplossingen
 - Inzichtelijkheid in de invloed van niet-technologische aspecten op de slaagkans, inclusief de inzichtelijkheid in de omgang met digitalisering.

De *procesmatige voorwaarden* betreffen:

- Vernieuwendheid
- Kennisverspreiding
- Subsidievoorwaarden
- Samenwerking
- Projectkwaliteit
- Aanpak
- Startvoorwaarden
- Subsidiabele kosten
- Indieningsmoment
- Looptijd
- Export

Bevindingen

- De voorwaarden lijken erg per regeling bepaald te zijn. Het lijkt gewenst meer uniformiteit aan te brengen in de per regeling te hanteren aspecten en ook in de invulling per aspect. Hierin zitten soms onverklaarbare al dan niet subtiele verschillen.
- Uit de inventarisatie van de voorwaarden blijkt verder dat deze vooral betrekking hebben op de regeling-technische aspecten. De inhoudelijke voorwaarden worden veel minder ver uitgewerkt. Inhoudelijke voorwaarden met betrekking tot de digitalisering komen nauwelijks voor.

Bijlage 4 Basis van het raamwerk

Het raamwerk moet o.a. de volgende mogelijkheden bieden:

- tonen van de context c.q. de verschillende toepassingsgebieden waarin de tools en platformen ingezet worden;
- tonen van de verschillende functionaliteiten die deze tools en platformen bieden;
- tonen van de geschiktheid²² van deze tools en platformen om deze functionaliteiten uit te voeren;
- tonen van de datadomeinen waar deze tools en platformen gebruik van maken;
- visualiseren van verschillende kenmerken van deze tools en platformen (bijvoorbeeld: is het gebaseerd op open source, is het product zelf open source, maakt het gebruik van open standaarden, is het tot stand gekomen met subsidiegelden);
- visualiseren van de samenhang tussen deze digitale tools en platformen (welke tool maakt gebruik van welk platform).

Het raamwerk is ook een basis voor de toekomstverkenning. Door middel van dit raamwerk kan inzichtelijk gemaakt worden welke typen tools en platformen kunnen ontstaan in de toekomst, kan een beeld geschetst worden welke systemen door de markt geïnitieerd en ontwikkeld kunnen worden, en waar (meer of minder) overheidssteun wenselijk wordt geacht.

De applicatiefuncties in het raamwerk baseren we op een aantal bestaande standaarden, referentiearchitecturen en best practices, afkomstig uit onderzoeken naar slimme gebouwen, slimme steden en slimme energienetwerken. Deze zijn in de afgelopen jaren ontwikkeld om enerzijds inzicht te verschaffen in de systemen die in deze domeinen verkrijgbaar en werkzaam zijn, en anderzijds om de interne werking van deze systemen op een structurele manier in kaart te brengen en kaders mee te geven aan de ontwikkeling van nieuwe systemen. Het betreft onder andere de volgende standaarden, referentiearchitecturen en best practices:

1. [Espresso / Open Urban Platform](#), een referentie architectuur voor smart cities (DIN 91357[4]) in verschillende opstellingen en schaalgroottes.
2. [MATRYCS](#), een referentie architectuur voor de gebouwde omgeving, ten behoeve van de implementatie van geavanceerde diensten op basis van big data.
3. [Brains4Buildings](#), een referentie architectuur voor slimme gebouwen en het gebruik van big data om deze te optimaliseren wat betreft energieverbruik, leefcomfort etc.
4. [Industrial Internet Reference Architecture](#), bedoeld voor industriële IoT (Internet of Things) toepassingen.
5. [Europees interoperabiliteitskader](#) voor slimme steden en gemeenschappen (EIF4SCC)
6. De interne architectuur van het [Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving](#) (DSGO).
7. [Control towers in de bouwlogistiek](#), een verkenning van ketenregie (TNO).

Voor een precieze beschrijving van de functionele mogelijkheden ('capabilities') in de 4 lagen van het Raamwerk verwijzen we naar de **Espresso / Urban Open Platform architectuur**, die de meest nauwkeurige definitie van deze geschiktheden bevat [4]. Onderstaande figuur toont de definitie van de lagen in de Espresso architectuur.

²² Engels: 'capabilities'

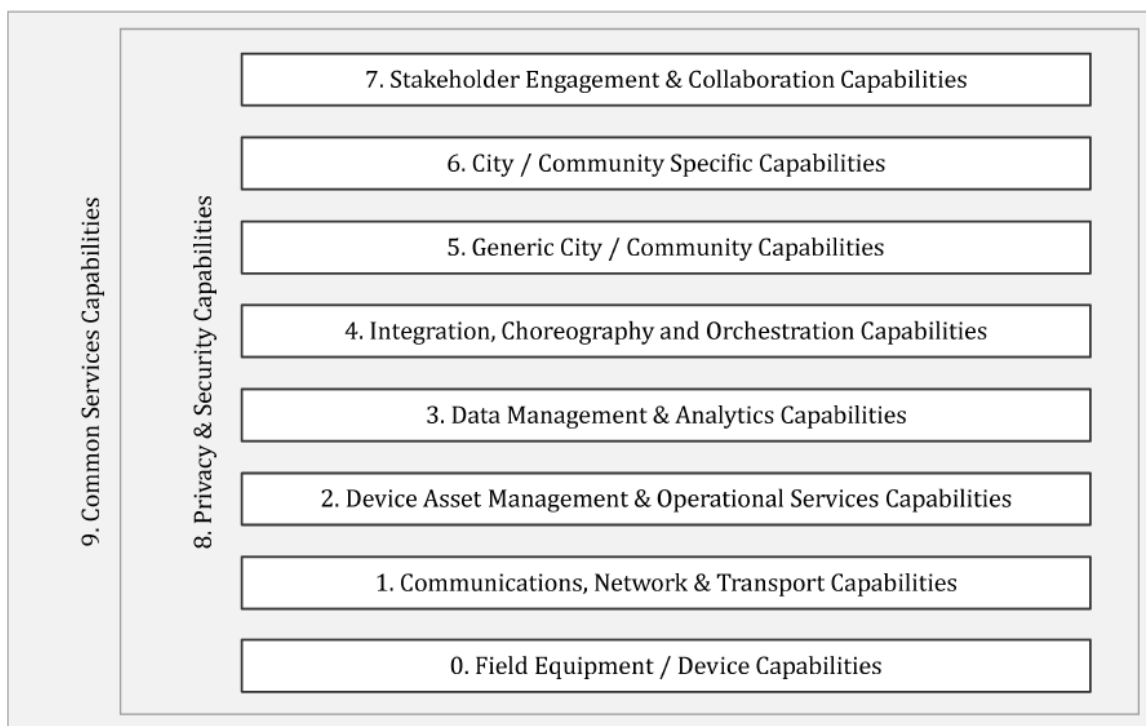


Figure 4 — EIP SCC Urban Platform Capability Map

De relatie met het DTPGO-raamwerk is als volgt:

DTPGO	Espresso/UOP
laag 0: field equipment / device capabilities' (het gaat hier vooral om sensoren en actuatoren in de fysieke omgeving)	externe bronnen
Laag 1, toegang	laag 1 communications, network & transport capabilities laag 2: device asset management & operational services capabilities
Laag 2, integratie	laag 3: data management & analytics capabilities laag 4: integration, choreography and orchestration capabilities
Laag 3, toepassing	laag 5: generic city / community capabilities laag 6: city / community specific capabilities
Laag 4, interactie	laag 7: stakeholder engagement & collaboration capabilities

Dwars op deze lagen staan in deze referentiearchitectuur lagen voor privacy & security capabilities, en common services capabilities.

Bijlage 5 MMIP's

Het onderzoek is gericht op de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's) 3, 4 en 5. [1] [2] [3]. Hier volgt een korte toelichting. Zie voor de bron: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/meerjarige-missiegedreven-innovatie-programmas>.

MMIP3 Versnelling energierenovaties

Het hoofddoel van MMIP 3 is om innovaties te ontwikkelen, gericht op het gereedmaken van gebouwen voor een CO₂-vrije warmtevoorziening en op de opschaling van het aantal verduurzaamde gebouwen. De innovaties moeten leiden tot verbeteringen in producten, processen of diensten, die nodig zijn voor een efficiënte uitvoering van de energietransitie in de gebouwde omgeving. Hierbij gaat het voornamelijk om de bouwkundige maatregelen en de integratie van installatietechniek in verduurzamingsconcepten. Daarvoor zijn vier deelprogramma's geformuleerd die elk aan deze doelstellingen bijdragen:

- (1) Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen
- (2) Industrialisatie van het verduurzamingsproces
- (3) Digitalisering van het verduurzamingsproces
- (4) Een inclusieve en aantrekkelijke energietransitie gebouwde omgeving.

Relevante toepassingsgebieden:

- MMIP3-1 Procesinnovatie en digitalisering van het verduurzamingsproces en verduurzamingsprojecten.
- MMIP3-2 Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten van huis- en gebouwmanagementsystemen (BMS, HEMS).

MMIP4 Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving

Het MMIP 4-programma heeft als doel om een competitief en aantrekkelijk aardgasvrij aanbod voor eindgebruikers in de bestaande woningbouw, utiliteitsbouw en glastuinbouw te ontwikkelen en vervolgens op te schalen. Dit aanbod bestaat onder meer uit de ontwikkeling van een nieuwe generatie apparaten en systemen voor verwarming, koeling en warm tapwaterbereiding in de bestaande bouw. Die systemen moeten qua omvang, comfort, inpasbaarheid en betaalbaarheid zodanig afgestemd zijn op de gebruikers, dat zij tijdig de eigen verwarming overzetten naar aardgasvrij. Systemen moeten ook in onderlinge samenhang met andere individuele en collectieve systemen en renovatieconcepten worden ontwikkeld. Daarnaast moeten systemen ontwikkeld worden met oog voor opschaling, uitvoerbaarheid, beschikbaarheid van (geschoold) personeel, digitalisering, flexibiliteit van het elektriciteitsnet, circulariteit en materiaalgebruik. Deelprogramma's zijn:

- (1) Warmtepompen
- (2) Afgifte-, tapwater en ventilatiesystemen
- (3) Kleinschalige warmteopslag (gebouwniveau)
- (4) Duurzame warmte- en koudenetten
- (5) Grootschalige warmteopslag (gebiedsniveau)
- (6) Geothermie
- (7) Lage temperatuurwarmtebronnen (LT-warmtebronnen).

Relevante toepassingsgebieden:

- MMIP4-1 Integratie van koude- en warmtesystemen in (geïndustrialiseerde²³, gedigitaliseerde) verduurzamingsprocessen en -projecten.
- MMIP4-2 Integratie van koude- en warmtesystemen ten behoeve van monitoring, slimme aansturing en meetprojecten in huis- en gebouwmanagementsystemen.

MMIP5 Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving

In MMIP 5 ligt de nadruk op de elektriciteitsvoorziening in de gebouwde omgeving. Het elektriciteitssysteem komt door de energietransitie langzaam maar zeker onder druk te staan. Er zijn systeeminnovaties nodig om de gedistribueerde opwekking van elektriciteit te faciliteren, om pieken en dalen af te vlakken, om vraag en aanbod beter met elkaar in evenwicht te brengen en om slimmer om te gaan met elektriciteit en via conversie met andere energiedragers en -infrastructuren te verbinden. Zonder systeeminnovaties loopt de energietransitie tegen fysieke en financiële grenzen aan. Verschillende systeeminnovaties tekenen zich af bij en in gebouwen, bij elektrische laadinfrastructuur, bij de opwekking, opslag en conversie van duurzame elektriciteit, bij het combineren van vraag en aanbod van elektriciteit op gebiedsniveau en bij het aanbieden van flexibiliteit aan het grotere elektriciteitssysteem. De gebouwde omgeving is onderdeel van het (inter)nationale elektriciteitssysteem en moet daarmee flexibel elektriciteit kunnen uitwisselen. Een virtuele infrastructuur verbindt de fysieke infrastructuur met intelligente producten en diensten en maakt (lokale) systeemintegratie en flexibiliteitsopties mogelijk die nodig zijn voor een betrouwbare, efficiënte, betaalbare, slimme en maatschappelijk gedragen elektriciteitsvoorziening.

Doelstellingen van MMIP 5:

1. Opschaalbare oplossingen voor het faciliteren van een betrouwbaar, efficiënt, betaalbaar, slim, integraal en maatschappelijk gedragen systeem van opwek, opslag, conversie, transport en gebruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving, met aandacht voor de lokale context, andere energiedragers in de gebouwde omgeving en de verbinding met het (inter)nationale energiesysteem.
2. Oplossingen die eindgebruikers (individueel en collectief) in staat stellen zelf vorm te geven aan en in te grijpen op de wijze waarop zij duurzaam voorzien in de eigen energiebehoefte, rekening houdend met de context van het (lokale) energiesysteem.
3. Het realiseren van de flexibele elektriciteitscapaciteit van en voor de gebouwde omgeving die in 2030 nodig zal zijn (inclusief elektriciteitsvraag voor transport in de gebouwde omgeving).

Deelprogramma's zijn:

- (1) Elektrificatie op gebouwniveau
- (2) Elektrificatie van mobiliteit (cross-over)
- (3) Elektrificatie van wijken & bedrijventerreinen
- (4) Nieuwe kaders voor het elektriciteitssysteem van de gebouwde omgeving
- (5) Elektrische infrastructuur in de gebouwde omgeving

Relevante toepassingsgebieden:

²³ Dit impliceert niet dat de industrie als zodanig tot onze scope behoort: het gaat erom dat de systemen op geïndustrialiseerde wijze tot stand komen

- MMIP5-1 Slimme (collectieve) energiediensten (inclusief laaddiensten) voor huizen, gebouwen, wijken, energiecommunity's, bedrijventerreinen, geïntegreerd met huis- en gebouwmanagementsystemen (op basis van transactive energy, inclusief toegang tot de energiemarkt).
- MMIP5-2 Ruimtelijke inpassing van (elektrische, koude- en warmte-) infrastructuur in de gebouwde omgeving.

Bijlage 6 Usecases

Usecase 1. Optimalisering van de verduurzamingsketen

Toepassingsgebieden

- MMIP3-1 Procesinnovatie en digitalisering van het verduurzamingsproces en verduurzamingsprojecten
- MMIP4-1 Integratie van koude- en warmtesystemen in (geïndustrialiseerde²⁴, gedigitaliseerde) verduurzamingsprocessen en -projecten.

Doelstelling

Digitale informatie-uitwisseling over de vraag naar en het aanbod van materialen en producten ten behoeve van de energierenovatie van een gebouw, inclusief het ondersteunen van het operationele proces, bijvoorbeeld inkoop, financiering, uitvoering en monitoring.

Dit doel moet passen in de ontwikkeling van renovatieconcepten, die, conform MMIP3:

- integraal zijn;
- ontwikkeld worden met een centrale rol voor gebouweigenaren en -gebruikers;
- industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces bevorderen.

Gebruikers

- gebouweigenaar of -beheerder of -gebruiker: vraagt informatie over materialen en producten en biedt gebouwinformatie aan;
- aanbieder van energierenovaties: vraagt informatie over het gebouw en biedt informatie aan over materialen en producten;
- facilitator: biedt tools en platformfaciliteiten en -diensten aan.

Data en toegang

Relevante datadomeinen zijn:

1. Het gebouw inclusief het gedrag ervan (zoals warmteoverdracht)
2. Materialen en producten
3. Procesdata

De communicatie verloopt voor een belangrijk deel objectgericht, dat wil zeggen: gericht op het gebouw of zijn componenten (ruimten, bouwdelen, installaties) én het gedrag ervan. De vastlegging daarvan vindt in toenemende mate plaats in digitale modellen, met name gebouwmodellen (BIM) en productmodellen (PIM). Maar ook andere informatie-entiteiten spelen een rol, zoals gebouwdossiers en materialenpaspoorten. Idealiter zijn alle data geïntegreerd in één digitaal driedimensionaal (3D)²⁵ model, opgezet en bijgehouden conform de toepasselijke open standaarden. Belangrijk zijn natuurlijk ook verbruiks- en productiedata en de bijbehorende financiële data en persoonsgegevens. En verder zijn er – onder meer door de door de tool gegenereerde – procesdata.

²⁴ Dit impliceert niet dat de industrie als zodanig tot onze scope behoort: het gaat erom dat de systemen op geïndustrialiseerde wijze tot stand komen

²⁵ Eigenlijk vierdimensionaal (4D): ruimte plus tijd (al dan niet bewust veroorzaakte veranderingen in de andere dimensies)

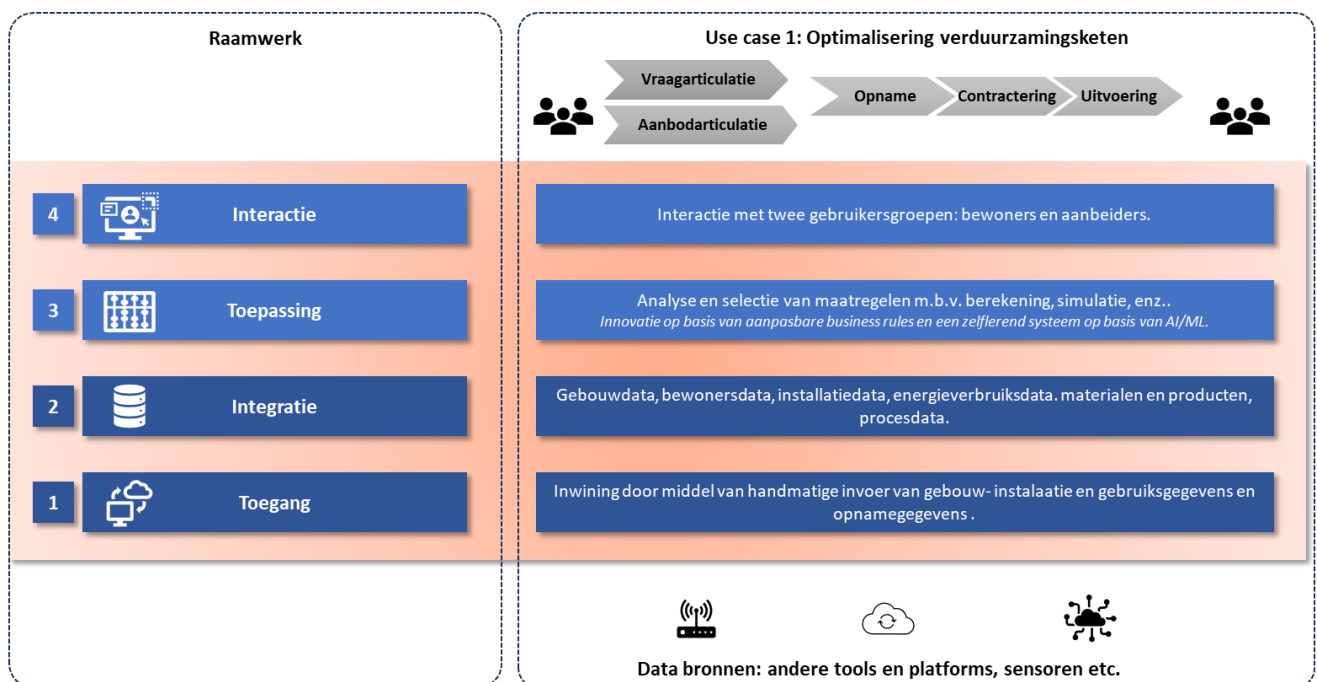
De inwinning van de data kan voor een deel geautomatiseerd verlopen, maar zal voor wat betreft het gebouw veelal plaatsvinden als eenmalig actie, waarin gegevens in formulieren aangeleverd worden of vanuit een eenmalige opname ingevoerd worden.

Toepassing en interactie

De toepassing van de data kan ontwerp, constructie, simulatie, analyse, voorspelling enzovoorts betreffen met behulp van het geïntegreerde model, inclusief de toepassing van data science, AI, machine learning en digital twinning, alsmede ondersteuning van de processen.

Visualisatie en inclusiviteit spelen een belangrijke rol in de interactie.

Plaatsing in het raamwerk



Usecase 2: Optimalisering van de aansturing van gebouwssystemen

Toepassingsgebieden

MMIP3-2 Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten van huis- en gebouwmanagementsystemen (BMS, HEMS).

MMIP4-2 Integratie van koude- en warmtesystemen ten behoeve van monitoring, slimme aansturing en meetprojecten in huis- en gebouwmanagementsystemen.

Doelstelling

Digitale informatie-uitwisseling betreffende het optimaliseren van de aansturing van gebouwssystemen (woningen en utiliteitsgebouwen) om te komen tot een goed binnenklimaat bij een minimaal energieverbruik (exclusief de integratie c.q. opschaling van meerdere gebouwen of woningen). Dit in combinatie met lokale bronnen voor warmte (en koude) en energie, te optimaliseren naar de wensen van de gebruiker en de beheerder.

Gebruikers

- gebouweigenaar of -beheerder of -gebruiker en aanbieders van gebouwmanagementsystemen, inclusief koude- en warmtesystemen: wisselen informatie uit over de monitoring en aansturing van de prestaties en het energieverbruik van de gebouwmanagementsystemen, inclusief koude en warmte
- facilitator: biedt tools en platformfaciliteiten en -diensten aan.

Data en toegang

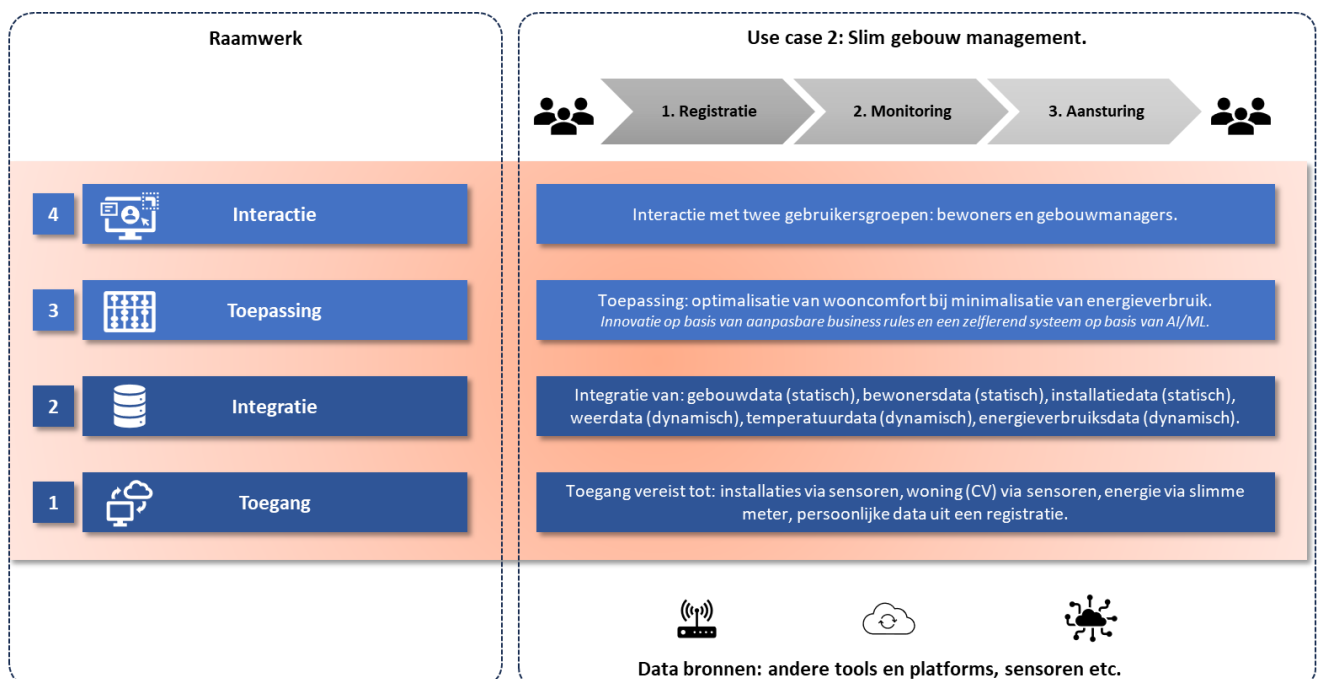
Het accent ligt op drie categorieën data:

1. Het gebouw inclusief gedrag (energieverbruik en -productie)
2. Prestatie en verbruik van gebouwsystemen, inclusief koude en warmte
3. De bijbehorende processen.

De communicatie verloopt objectgericht, dat wil zeggen: gericht op het gebouw of zijn componenten (ruimten, bouwdelen, installaties) én het gedrag ervan (bijvoorbeeld warmteoverdracht). Dat gedrag staat in deze usecase centraal: per component dienen in meer of minder gedetailleerde mate het energieverbruik en de daarmee verband houdende variabelen bijgehouden te worden.

De vastlegging van het energetisch gedrag van gebouwen en zijn componenten vindt in toenemende mate plaats in digitale modellen, met name gebouwmodellen (BIM) en productmodellen (PIM), met name van koude- en warmtesystemen. Maar ook andere informatie-entiteiten spelen een rol, zoals gebouwdossiers en materialenpaspoorten. Idealiter zijn alle data geïntegreerd in één digitaal vierdimensionaal model, opgezet en bijgehouden conform de toepasselijke open standaarden. Belangrijk zijn natuurlijk ook verbruiks- en productiedata en de bijbehorende financiële data, materiaaldata en persoonsgegevens.

Plaatsing in het raamwerk



Toepassing en interactie

De toepassing van de data betreft vooral de registratie en de aansturing van de energiehuishouding, inclusief simulatie, analyse en voorspelling met behulp van het geïntegreerde model en inclusief de toepassing van

data science, AI en machine learning. Deze usecase betreft een platform, waarvan de inrichting is gericht op registratie en aansturing van de energiehuishouding van een woning of utiliteitsgebouw. Belangrijk is de regeling van de datatoegang en de data-interactie: visualisatie en inclusiviteit spelen hier een belangrijke rol. Hoge eisen dienen gesteld te worden aan privacy en security.

Usecase 3: Balanceren van energieproductie en -consumptie op gebiedsniveau

Toepassingsgebied

MMIP5-1 Slimme (collectieve) energiediensten (inclusief laaddiensten) voor huizen, gebouwen, wijken, energiecommunity's, bedrijventerreinen, geïntegreerd met huis- en gebouwmanagementsystemen (op basis van transactive energy, inclusief toegang tot de energiemarkt).

Doelstelling

Totstandbrenging van een digitaal platform op wijkniveau, waarop de betrokken huishoudens en bedrijven – als 'prosumers'- data over de energiehuishouding van de aanwezige gebouwen en energie-infrastructurele voorzieningen kunnen raadplegen, uitwisselen, analyseren en toepassen, gericht op een Optimale balans van energieproductie en -consumptie op wijkniveau²⁶.

Deze doelstelling sluit aan op de constatering in MMIP 5, dat de energietransitie leidt tot een compleet nieuw soort elektriciteitssysteem waarbij op verschillende schaalniveaus, van grote windparken, tot individuele huizen en auto's, zowel energie wordt opgewekt en opgeslagen als gebruikt. Het nieuwe energiesysteem zal daarmee een meer bottom-up karakter krijgen. Het energienet, met alle huishoudens en industrie als deelnemende *prosumers*, wordt dus een compleet nieuw soort markt, draaiend op digitale platformen met een sleutelrol voor data.

Gebruikers

- Gebouweigenaar of -beheerder of -gebruiker: biedt productie- en consumptiegegevens aan en biedt gegevens aan over de gebouwinfrastructuur (gebouwbeheersysteem, installaties)
- Elektriciteitsleverancier
- Beheerder elektriciteitsnet
- Gemeente: biedt omgevingsinformatie aan, al dan niet in de vorm van een 3D digital twin
- Aanbieder van oplossingen: vraagt informatie over elektriciteitsproductie en -consumptie op wijkniveau en biedt informatie aan over oplossingen.

Data en toegang

De data betreffen:

- Elektrische infrastructuur (elektriciteitsnet, laadinfrastructuur) en het gebruik daarvan
- Gebiedsmodellen, Omgevingsplan, Omgevingsdossier
- Gebouwdata (gebouwtype en -functie, energie-infrastructuur, energieproductie en -consumptie, gebouwmanagementsystemen)
- Productie- en consumptiedata op wijkniveau
- Productmodellen van energiesystemen conform de toepasselijke standaarden

²⁶ Het hoogste in de beschouwing te betrekken niveau is het wijkniveau; dit niveau is in te perken tot buurt- of straatniveau

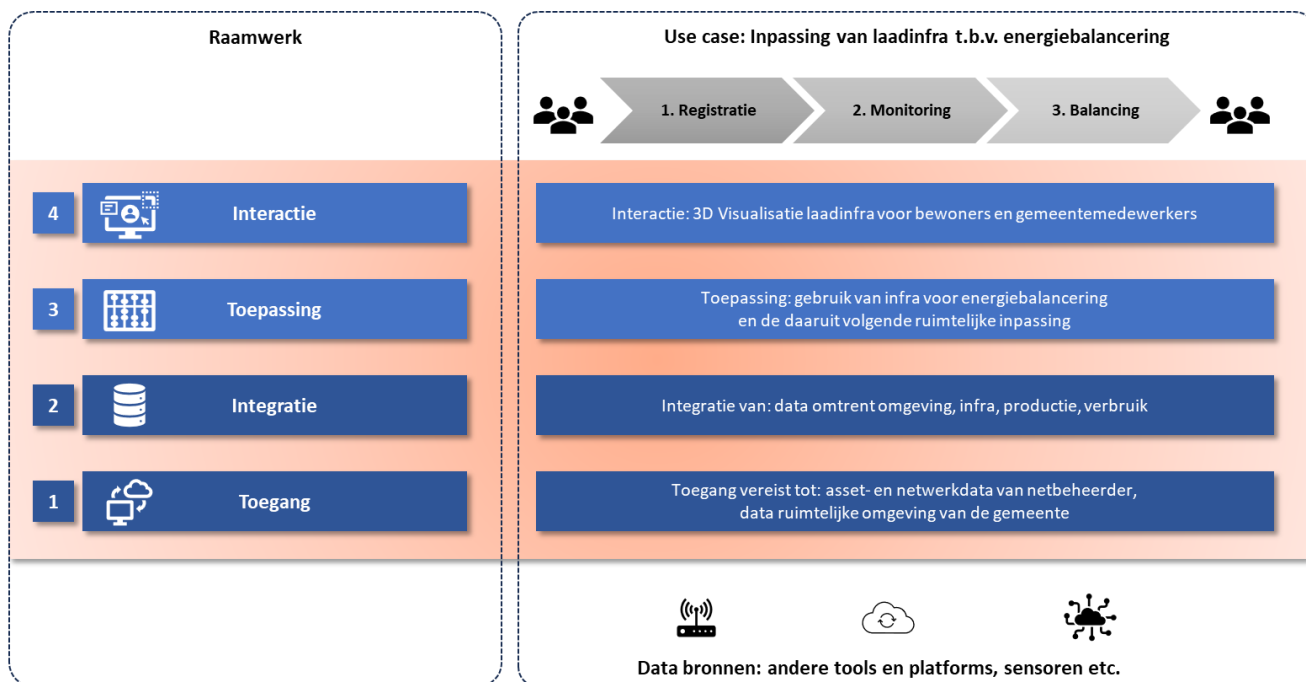
- Organisatiegegevens (o.a. energiegemeenschappen)
- Bijbehorende financiële data en persoonsgegevens

Toepassing en interactie

Het platform biedt realtime toegang tot de productie- en consumptiegegevens op zowel gebouwniveau als wijkniveau. De productie- en consumptiegegevens worden gecombineerd en zo mogelijk geïntegreerd in het omgevingsmodel, primair gericht op nauwkeurige monitoring en aansturing van het elektriciteitssysteem op wijkniveau en daarnaast gericht op analyse, simulatie, voorspelling enz.; dit met toepassing van blockchain-technologie, data science en AI. Data worden gevisualiseerd om de samenwerking tussen de betrokken partijen te ondersteunen. Speciale aandacht is er voor de inpassing van de laadinfrastructuur in het energiesysteem, denk aan smart charging bij reguliere laadpalen, geclusterde laadinfrastructuur (laadpleinen) en heavy-duty-laadinfrastructuur.

Het platform draagt bij aan de ontwikkeling van bottom-up-oplossingen voor elektrificatie op gebiedsniveau door middel van collectieve energiediensten voor wijken: buurtbatterijen, curtailment, opslag & conversie, schaalbare slimme energiediensten ten behoeve van congestiebestrijding, transactive energy/ energy communities, cocreatie van aanbieders met collectieven en eindgebruikers, sociaal-maatschappelijke ontwerp-principes voor collectieve slimme energiediensten, lokale systeemintegratie (o.a. openbare verlichting, OV-infrastructuur; ‘parallele benutting’), energiehub; waterstof en tools en methoden voor het ontwerp van het lokale energiesysteem: gemeentelijke plannen voor warmtetransitie per wijk, combinatie van tools voor energierekenmodellen, publieksparticipatie.

Plaatsing in het raamwerk



Usecase 4: Ruimtelijke inpassing infrastructuur in de gebouwde omgeving

Toepassingsgebied

MMIP5-2 Ruimtelijke inpassing van (elektrische, koude- en warmte-) infrastructuur in de gebouwde omgeving.

Doelstelling

Samenwerking van bewoners, bedrijven, gebouweigenaren en -beheerders, netbeheerders, energieleveranciers en de gemeente, gericht op planvorming en -realisatie van de aanpassing van de elektrische infrastructuur en de ruimtelijke inpassing daarvan, gericht op een door betrokkenen gedragen optimale ruimtelijke inpassing van de elektrische infrastructuur in de gebouwde omgeving in technisch, sociaal en economisch opzicht.

Gebruikers

- Bewoners en bedrijven ('Prosumers'), individueel en collectief
- Gebouweigenaren
- Gebouwbeheerders
- Elektriciteitsleverancier
- Netbeheerders
- Beheerder elektriciteitsnet
- Gemeente
- Aanbieder van oplossingen

Data en toegang

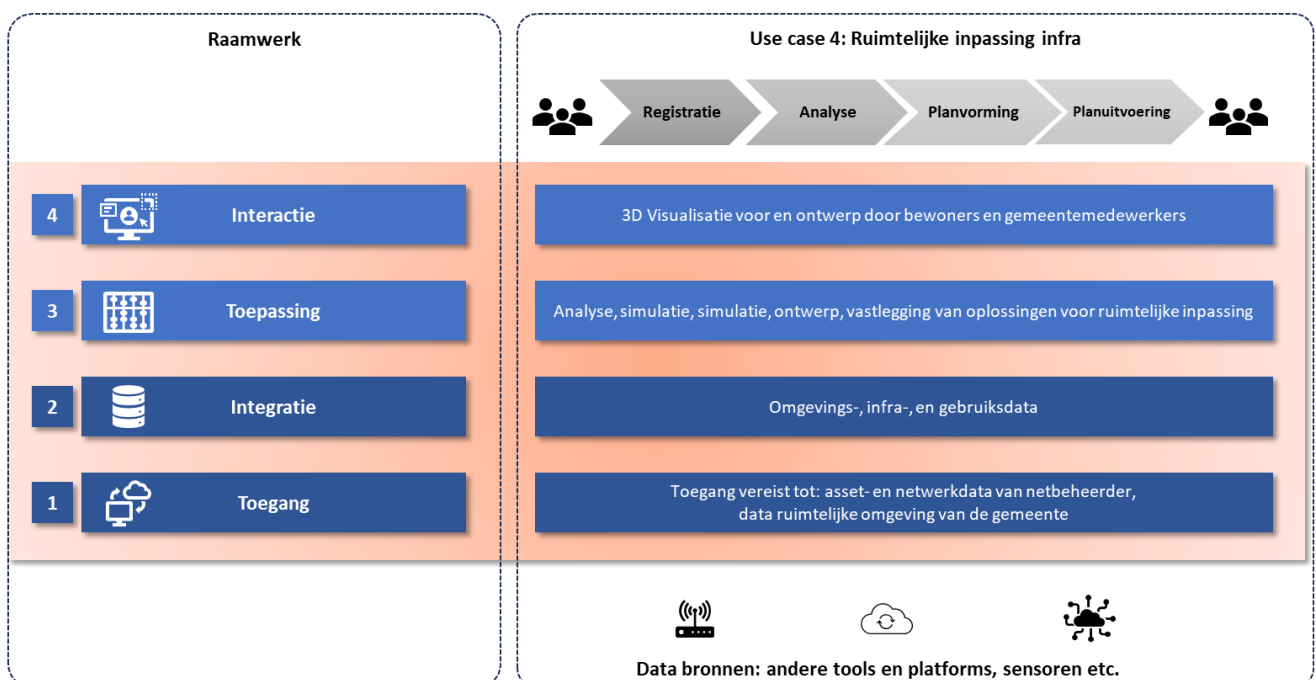
- Elektrische infrastructuur: laadinfrastructuur, batterijsystemen, collectieve systemen, netwerk, ondergrondse stations
- Relaties met andere eisen aan de ruimte (wonen, mobiliteit, ecologie, enz.)


Toepassing en interactie

Het platform moet mogelijkheden bieden voor de registratie van de omgeving (zowel ondergronds als bovengronds, infrastructuur en gebruik, planvorming en -evaluatie, participatie. Alsmede ondersteuning met tools voor analyse, voorspelling, simulatie, enzovoorts. Het dient aan hoge eisen van toegankelijkheid te voldoen.

Het kader wordt gevormd door de Transitieplannen van de gemeente.

Plaatsing in het raamwerk





Bijlage 7 Quickscan

Zie Quickscan tools en platforms.xlsx

Bijlage 8 Korte beschrijving van enkele tools en platformen

1. LDP Landelijk Digitaal Platform/Verbeterjehuis.nl

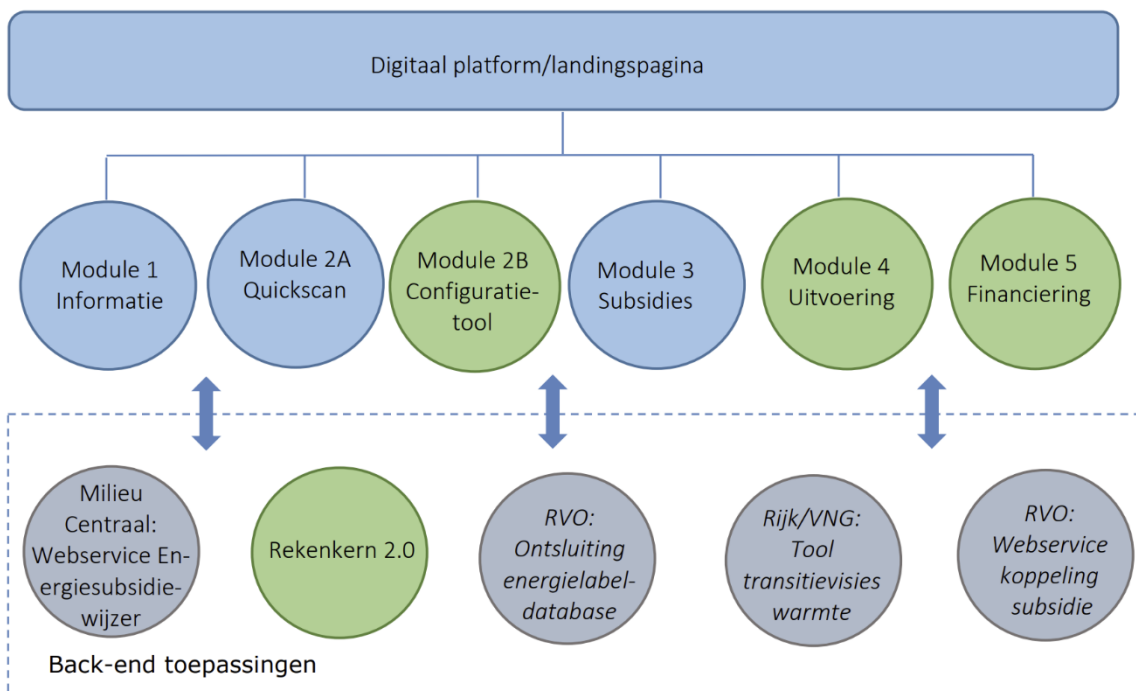
Het Landelijk Digitaal Platform (LDP) [10] is gericht op de ondersteuning van eigen woningbezitters inclusief Verenigingen van Eigenaren bij het inzicht krijgen in energiebesparende verbeteringen voor hun huis, de daarbij passende subsidiemogelijkheden en aanbieders van financiering en realisatie. Het platform is te benaderen via de landingspagina van Verbeterjehuis.nl (www.verbeterjehuis.nl).

Doel van het digitale platform is het ontzorgen van woningeigenaren bij advies, uitvoering en financiering van verduurzaming en verstrekken van gevalideerde informatie over verduurzamingsmaatregelen en de bijbehorende indicatieve energiebesparing. Verwacht wordt dat door het platform procesinnovatie en industrialisatie bevorderd worden, doordat de koppeling van de stappen van de klanten en aansluiten ervan bij de werkwijzen van aanbieders ten aanzien van uitvoering en financiering.

Doelgroepen van het platform zijn:

- particuliere woningeigenaren en VvE's;
- aanbieders van verduurzamingsmaatregelen en financiers;
- energieloketten en andere intermediairs, adviseurs (meekijken).

Het LDP is in samenwerking met Milieu Centraal ontwikkeld door Smart Twin (v/h Woonconnect) en Greenhome. De modulaire opzet van het LDP is in onderstaande figuur is weergegeven (bron: [10]):



Figuur opzet platform: opzet landelijk digitaal platform (blauw=Milieu Centraal, groen=Opdrachtnemer, grijs=externe services van diverse partijen, cursief=onder voorbehoud, toekomstperspectief)

Toelichting op de modules:

Module 1: Informatie	Verbeterjehuis.nl geeft een overzicht van mogelijke verbeteropties rond isolatie en energiemanagement. Vanuit de opties kan doorgesprongen worden naar externe pagina's en naar toepassing van de verbeteringen op het eigen huis (Module 2A: Quicksan). Verbeterjehuis bevat verder een Kennisbank voor professionals en geïnteresseerde consumenten en nog een afdeling Tips en inspiratie .
Module 2A: Quicksan	Aan de hand van een aantal vragen over de woning en de energiehuishouding wordt een beeld opgebouwd van de woning en haar energiekwaliteit. Vanuit het opgebouwde beeld kunnen energiemaatregelen gekozen worden met opbrengsten en kosten.
Module 2B: Configuratietool	Tool om de bewoner te ondersteunen bij het uitgebreid invoeren van informatie over de woning om een accurate indicatie van de huidige energiezuinigheid van de woning te krijgen, welke verbeteringen mogelijk zijn, en wat die kosten en opleveren. In de tool worden de huidige situatie en varianten afgezet tegen de standaard en streefwaarden en wordt informatie uit de gemeentelijke Transitievisies Warmte betrokken. Deze module heeft functionaliteit om gegevens op te slaan in een database en uit te wisselen met aanbieders.
Module 3: Subsidies	Plek waar subsidie- en financieringsmogelijkheden inzichtelijk worden gemaakt voor de gekozen energiebesparende maatregelen. Vervolgens kunnen er bedrijven gezocht worden voor de uitvoering van de maatregelen (Module 4) en financiers voor het verkrijgen van een lening (Module 5).
Module 4: Uitvoering	Plek waar aanbieders van maatregelen en verduurzamingspakketten gevonden kunnen worden, inclusief collectief aanbod.
Module 5: Financiering	Plek waar aanbieders van financieringsmogelijkheden gevonden kunnen worden.
Rekenkern 2.0	De rekenkern wordt gebruikt door de modules 2A en 2B. Functionaliteiten zijn: <ul style="list-style-type: none">▪ NTA 8800 rekenservice▪ MWA rekenservice▪ Expertservice t.b.v. bepalen van maatregelen, impact van maatregelen, afgeven van waarschuwingen▪ Maatregelenbibliotheek▪ Woningdata (gestandaardiseerd)▪ Voorbeeldwoningen▪ Converter (informatie uit rekenbestanden van EP-online naar één standaardstructuur)▪ Kennisbank rekenkern.

De overige backendtoepassingen, te weten de Webservice Energiesubsidiewijzer, Ontsluiting energielabeldatabase, Tool transitievisies warmte en Webservice koppeling subsidie, zijn mogelijke toekomstige ontwikkelingen.

Op <https://docs.geostandaarden.nl/dsgo/vv-hr-DSGO-20220316/> (Richtinggevende principes Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving (DSGO))(par. 6.3) is te lezen, dat Woonconnect en Greenhome + Milieu Centraal + BZK het platform v.a. 2021 doorontwikkelen. Data:

- BAG (oa gebruiksoppervlakken en bouwjaar)
- Aanvullende gegevens door de woningeigenaar
- Mogelijkheid 3D-model te maken
- Energielabel en energieverbruik (wel een privacy-issue)
- Belangrijk om goede afspraken te maken over data-opslag en data-eigendom!
- En afspraken over hergebruik van de data!
- Stel set practices op voor de toepassing van wetgeving op een dataplatform
- Zorg voor een overheidsbrede toolbox met standaardcomponenten

2. Renovatieverkenner

De Renovatieverkenner is een dynamisch rekenmodel dat ten doel heeft om burgers en partijen zo goed mogelijk te ondersteunen met advies over energierenovaties van hun woning(en) gebaseerd op een gemiddeld gebruiksprofiel en een specifiek gebruiksprofiel, met ook oog voor de effecten op binnenklimaat (en gezondheid), comfort, temperatuuroverschrijding in juli (TO-juli) en de maximale elektriciteitsvraag om hiermee de integrale energieprestatie van de woning beter te kunnen bepalen. Het model moet een optimale renovatieoplossing (energie- of CO₂-optimaal) berekenen voor een individuele woning, gegeven de door de gebruiker op te geven voorkeuren voor de volgende vijf criteria: energiegebruik, comfort, binnenklimaat, TO-juli en maximale elektriciteitsvraag. Daarnaast moet het model ook een optimale renovatieoplossing kunnen berekenen voor een groep van woningen.

De Renovatieverkenner is ontwikkeld door TU/e <of nog in ontwikkeling?> (gegund 23-3-2022).

Aspecten die meegenomen zijn: binnenklimaat, comfort, TO-juli en maximale elektriciteitsvraag. Er wordt gewerkt met een vanuit het gezichtspunt van de gebruiker optimale renovatieoplossing. Het rekenmodel is toepasbaar voor systemen als het Landelijk Digitaal Platform en De Renovatieversneller.

De data, die het dynamisch rekenmodel bevat, dienen ook voor analyses etc. gebruikt te kunnen worden (vandaar dat eisen gelden voor wat betreft aspecten als validatie, herleidbaarheid, transparantie, etc.). Ook de opschaling van de verduurzaming van de woningvoorraad is een doel van onderhavige opdracht.

3. Winst uit je Woning/Whitelabel

<https://winstuitjewoning.nl>

Winst uit je woning (Wujw) is een bedrijf, dat als intermediair samenwerkt met gemeenten en andere partners, adviseurs en uitvoerders om het voor bewoners zo makkelijk mogelijk te maken om hun woning te verduurzamen. Winst uit je woning vereenvoudigt zowel de klantreis van de huiseigenaar als die van de uitvoerder door stappen over te nemen. Wujw verzorgt bijvoorbeeld offertetrajecten door inschakeling van een twintigtal onafhankelijke adviseurs, die de woningen bezoeken en opnemen.

70% Minder tijd nodig voor huiseigenaar plus alle uitvoerders



Huidige klant- en uitvoerdersreis voor aanschaf van één maatregel



White label is het onderbrengen van het platform bij andere partijen, zoals energiemaatschappijen, energieloketten en banken. Ook wordt er gewerkt met werkgevers, die inkoopacties aanbieden aan hun werknemers.

Wujw maakt gebruik van subsidieregelingen: met betrekking tot de contingentenaanpak (provincie Noord-Holland), het – in samenwerking met TNO - zoeken van 'identical twins' (met behulp van een AI model zoeken van woningen, die op elkaar lijken op basis van bijvoorbeeld type en bouwjaar: daarvan kunnen zaken als de aanwezigheid en afmetingen van een spouw afgeleid worden) en meerdere maatregelen per woning (MOOI). Verder wordt deelgenomen aan LIFE, een Europees subsidietraject gericht op tools voor planning, facturatie en factoring. Dit is mede gericht op internationalisering van de activiteiten.

Belangrijk is de relatie met de uitvoerende bedrijven, vaak kleine bedrijven. Deze loggen in in het systeem van Wujw vanuit hun eigen omgeving. Op die manier kunnen ze zaken als intake, planning en afhandeling professioneel aanpakken. Deze bedrijven besparen dan tijd en geld en kunnen hun aandacht richten op hun vak: isoleren en installeren. Belangrijk voor Wujw is de relatie met de uitvoerders: deze worden als KLANTEN behandeld.

Wujw bouwt dus een grote database op met gegevens over woningen, maatregelen, enz. Over de eigendom van de data, die WUJw verzamelt, is nog nooit een vraag van de bewoners gekomen. Straks wordt er gewerkt aan een wijkportal. Daar wordt de gemeente eigenaar van de data. De data dienen overigens één doel: offertes maken.

Voorwaarden:

- ISO 27001
- Belangrijk: toegankelijk voor laaggeletterden
- Compatibiliteit: kan altijd via API's; het grootste deel van de partners werkt in het systeem van Wujw

- Gegevensstandaarden: wordt niet zo belangrijk geacht. Het doel is: (1) advies (2) variabelen voor offertes op maat en (3) bestek maken.

'UITGANGSPUNT VOOR DE VOORWAARDEN : HET DOEL MOET LEIDEND ZIJN!'

- Stellar

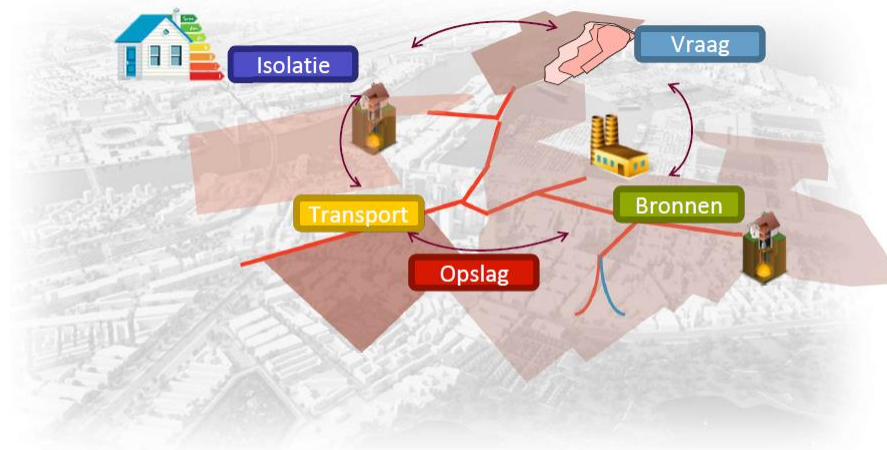


STELLAR (<https://spectral.energy/product/stellar/>) integreert en automatiseert onder meer energieassets voor energiebedrijven en eigenaren van assets. STELLAR integreert een breed scala aan assets, waaronder zonne-energie, windenergie, batterijen, WKK's, E.V. opladers en meer. STELLAR heeft de volgende modules:

- **STELLAR Energy Control:** integreert, beheert en optimaliseert (technologie-agnostisch, met behulp van API's), een breed scala aan energiemiddelen. Dit gebeurt door middel van een 'virtuele energiecentrale', zodat 'gestapelde energiediensten' (meerdere energiediensten inclusief inperking) geleverd kunnen worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van op AI gebaseerde besturingsalgoritmen. Orkestratie is mogelijk tot duizenden apparaten in realtime.
STELLAR Energy Control wordt onder meer ingezet voor beheer van hernieuwbare energiebronnen en beheer van energieopslag..
- **STELLAR Grid Management:** is een oplossing voor het verlichten van congestie en het optimaliseren van microgrids. Het zorgt voor cross-optimalisatie tussen elektriciteits-, warmte- en gassystemen, netoptimalisatie, financieel management en beheer van de stroomkwaliteit.
STELLAR Grid Management wordt onder meer ingezet voor balancering in een virtueel netwerk.
- **STELLAR Energy Exchange:** ondersteunt markttoegang en automatisering van de handel.

Een voorbeeld van de toepassing van STELLAR: De Dijken: een zonnepark van 13,5 MWp geïntegreerd met een mobiel batterijdock van 6,6 MW in Tuitjenhorn. Door de ontwikkeling van dit project kan een aanzienlijke hoeveelheid CO2-uitstoot worden vermeden door het gebruik van zonne-energie + opslag in plaats van de op fossiele brandstoffen gebaseerde systemen die momenteel worden gebruikt voor netbalancering en tijdelijke energietoepassingen.

4. WarmingUp



TNO heeft een Design Toolkit ontwikkeld voor de ontwikkeling van betaalbare, duurzame en flexibele warmtenetten (<https://www.warmingup.info/designtoolkit>). Deze zal uitgebreid worden met een Planning Toolkit. Vanuit inzicht in ontwikkelingen in vraag naar en aanbod van warmte in een bepaald gebied kunnen scenario's met consequenties voor de infrastructuur voor transport en opslag van warmte doorgerekend worden.

De Design Toolkit is bedoeld voor conceptueel ontwerp, detailontwerp en monitoring & optimalisatie door warmtebedrijven, netwerkbedrijven, ingenieursbureaus, ontwerp bureaus en adviesbureaus (experts).

De Planning Toolkit is bedoeld voor de uitwerking van Regionale Energiestrategieën en gemeentelijke Transitievisies Warmte door overheden en adviesbureaus (niet-experts).

De toolkit bevat:

- software- en dataplatform voor dynamische simulaties voor warmtetransitie vanuit verschillende scenario's en planning en ontwerp van toekomstbestendige warmtenetten;
- samenwerkingsfaciliteiten;
- rekenmodellen en data (kentallen);
- inpassing van tools en modellen voor duurzaam gas en elektra, mede gericht op multicommodity-optimalisatie.

Bijzonderheden:

- De ontwikkeling loopt al vanaf 2012. De Design Toolkit is al op veel plaatsen ingezet. De komende jaren wordt de ontwikkeling geïntensiveerd.
- Toepassing op regionaal, lokaal en kavelniveau. En op de verbinding tussen die niveaus.
- Open source en open data.
- Ten behoeve van uitwisselbaarheid en normering wordt uitgegaan van de ESDL standaard.
- Bevat open source rekenmodellen voor collectieve warmte.
- Moet een transparante database voor kentallen warmte bevatten.
- Opgezet door een groot 'Innovatief Duurzaam Warmtecollectief (Bedrijven, overheden, stichtingen, kennisinstellingen) (50 partijen). Wordt door een tiental daaruit ontwikkeld.
- Bevat o.a.
 - ESDL Mapeditor: uploaden en ontwerpen van het warmtenet
 - Algoritmen voor kostenreductie en slimme aansturing. Dynamisch (dag-seizoen-jaren)

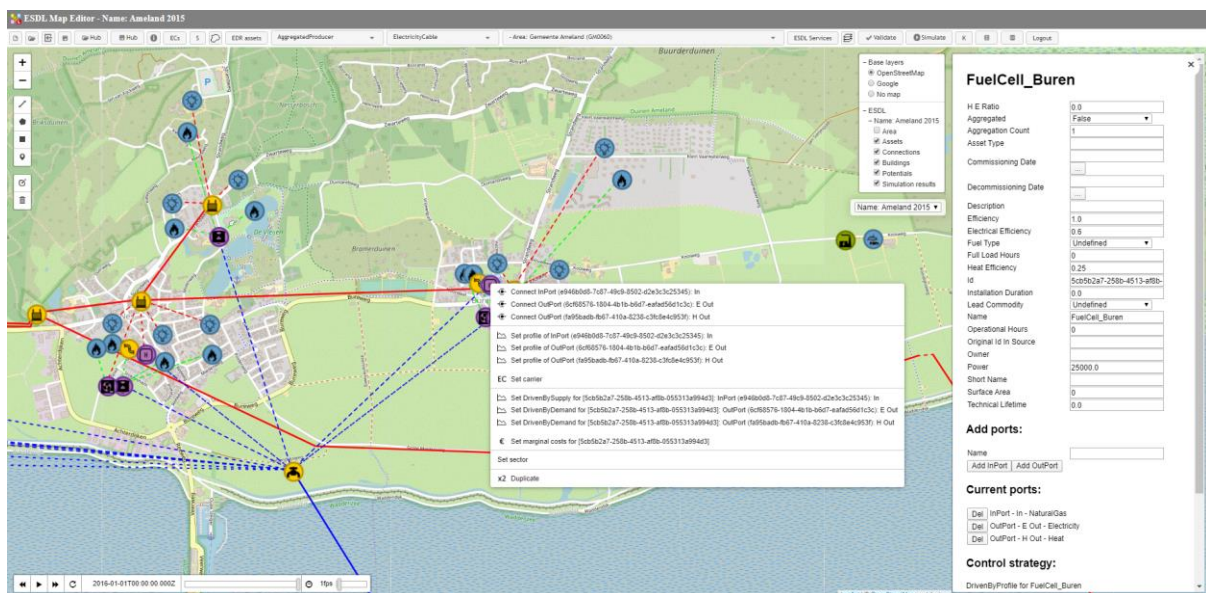
- Wordt gebruikt in diverse regio's (RES) en gemeenten
- Ideeën/wensen voor de toekomst:
 - Ontwikkeling van robuuste software i.s.m. softwarebedrijven. Hiervoor dient financiering beschikbaar te zijn.
 - Ontwikkeling van een nationale bibliotheek met kentallen, gebaseerd op ESDL
 - Ontwikkeling naar een ecosysteem van tools
 - Zorgen dat de tool blijvend beschikbaar blijft
 - Bij voorkeur als algemene voorziening voor regio's en gemeenten.

5. ESDL Mapeditor

<https://energytransition.gitbook.io/esdl/esdl-based-tools/mapeditor>

ESDL staat voor Energy Description Language en is een taal om informatie over energiesystemen en energietransitie op een uniforme en gestructureerde manier te beschrijven. Het maakt het koppelen van energiemodellen makkelijker en maakt het mogelijk om allerlei energiedata in een uniforme taal te ontsluiten. De ESDL MapEditor is ontwikkeld om het mogelijk te maken een ESDL-energiesysteembeschrijving te maken door simpelweg energiesysteemcomponenten op een kaart te slepen en neer te zetten. De ESDL Mapeditor wordt gebruikt als front-end voor:

- simulaties van warmtenetwerken
- laadstroomsimulaties
- simulaties van gasnetwerken
- simulaties van energietransitiescenario's.



Door op een asset te klikken, kunnen met de ESDL MapEditor de eigenschappen van elk energie-item bewerkt worden. Verder kunnen assets ingesteld en gekoppeld worden. Ook kunnen energiereleante gebouwgegevens en energiesysteemconfiguraties bewerkt en gevisualiseerd worden.

De applicatie heeft een interface met de Energy System SIMulator (ESSIM), een tool om netwerkbalancering en de effecten daarvan te simuleren in een hybride energiesysteem, bestaande uit onderling verbonden energieproductie- en consumptie-eenheden.

Bijlage 9 Top 12 relevante technologische ontwikkelingen

In de onderstaande tabel zijn de door ons als meest relevante beoordeelde technologische (digitale) ontwikkelingen kort beschreven.

#	Toekomstige ontwikkeling
1	Ketenintegratie en platformisering Transactieplatforms en datarotondes maken het mogelijk om informatie van verschillende partijen, processen, toepassingsgebieden te integreren, te besturen en te optimaliseren. Slimme software ondersteunt en vertaalt meerdere communicatieprotocollen en datastandaarden. Ook wel 'feature manipulation software' genaamd. Nieuwe methoden en technieken zoals kennisgraphen en LinkedData maken het mogelijk om dataverzamelingen te koppelen, makkelijk te ontsluiten en integraal te bevragen.
2	Integrale besturingssystemen Het energiesysteem bestaat voor de voorzienbare tijd uit zowel centrale als decentrale voorzieningen. Het is van belang dat alle energietoepassingen die reeds bestaan en nog worden ontwikkeld, integraal bekeken en berekend kunnen worden. Nieuwe technologie maakt het mogelijk om energie-uitwisseling te virtualiseren en per transactie te optimaliseren, denk daarbij aan de toepassing in virtual powerplants en het afrekenen van energie per eenheid. Hierdoor wordt een gefedereerd systeem zoals een energiesysteem, maar ook het complexe gebouwstelsel (of systeem van gebouwen) beter bestuurbaar omdat op meerdere niveaus (in 'holonen'), real time en autonoom. Balans wordt gecreëerd op basis van door gebruik te bepalen parameters.
3	User Experience in de Metaverse Adoptie, grootschalige implementatie wordt bepaald door de totale gebruikerservaring. In de 'beleveniseconomie' en de betekenisconomie wordt dit steeds belangrijker. Nieuwe design methoden, tools en (web-)technologie maken user experience en service design tot een apart en belangrijk vakgebied. In combinatie met immersive 3D virtual, enhanced reality technologieën en 'de metaverse' wordt deze ervaring in de toekomst een leidende factor in de adoptie van tools en platformen.
4	Data spaces en digitale stelsels Digitale ketensamenwerking en onderliggende gegevensuitwisseling vinden steeds meer plaats als onderdeel van (Europese) dataspaces en digitale stelsels en gebaseerd op generieke stelselvoorzieningen (data-infrastructuur).
5	Privacy, security en soevereiniteit by design Europese data wet- en regelgeving heeft steeds meer impact op de manier waarop gegevens bewaard en uitgewisseld (mogen) worden. Nieuwe technologie maakt het mogelijk om security en privacy 'out of the box' goed in te regelen. Soevereiniteit in de zelfbeschikking over gegevens, op persoonsniveau, of organisatieniveau of landniveau of voor de EU als geheel speelt een belangrijke rol in de ontwikkelingen in wet- en regelgeving voor technologie en standaardisatie in Europa.
6	Slimme digitale tweelingen Digital twins brengen nieuwe slimme businestoepassingen voort op het gebied van ontwikkelen, beheren en optimaliseren van assets. Dit kan op verschillende schaalgroottes, van apparaten tot netwerken, van gebouwen tot steden. Onderliggend worden gebouwddata steeds meer gecombineerd met geografische en demografische data in integratiedossiers.
7	Kunst of matige intelligentie AI is onvermijdelijk, voor analyseren, voorspellen, beslissingsondersteuning en genereren van creatieve oplossingen, optimalisatie van gebouwen, energiestromen, netwerkoptimalisatie. Meestal wordt dit gecombineerd met machine learning, neurale netwerken en grote taalmodellen, die acteren op big dataverzamelingen. Maar ook meer ingeburgerde toepassingen als complexe algoritmen en data analytics bieden opties voor intelligentie.

8	<p>De Blockchain leeft weer</p> <p>Er zijn veel meer ontwikkelingen gebaseerd op blockchaintechnologie dan bij het grote publiek bekend, die kunnen leiden tot een ‘wederopstanding’ van de blockchain, en wellicht een tweede golf van toepassingen met een grotere impact en maatschappelijke relevante dan de eerste golf.</p>
9	<p>Virtueel verbonden dingen</p> <p>Internet of Things, Machine to Machine en Edge Computing leiden tot meer data, meer inzicht en meer besturingsmogelijkheden (direct ingrijpen en aansturen). Door de beschikbaarheid van real time data en real time besturing worden diverse ‘smart’ toepassingen mogelijk.</p>
10	<p>Living on the edge</p> <p>Edge computing is een vorm van gedistribueerde computertechniek die ervoor zorgt dat gegevens dichterbij de bron worden verwerkt. Dit betekent dat de gegevens niet over een netwerk naar een centrale server of een cloud-locatie hoeven te worden gestuurd, waardoor de bandbreedte en de vertraging worden verminderd. Edge computing kan snellere en betere data-analyse mogelijk maken, wat kan leiden tot meer inzicht, snellere reactietijden en betere klantervaringen.</p> <p>Een aantal voorbeelden van toepassingen van edge computing zijn: Slimme horloges die gezondheidsgegevens meten en analyseren op het apparaat zelf, zonder afhankelijk te zijn van een internetverbinding. Verkeerslichten die de verkeersstroom analyseren en zich aanpassen aan de situatie, zonder te wachten op instructies van een centraal systeem. Slimme elektriciteitsnetten die het energieverbruik en de opwekking in real-time monitoren en optimaliseren, zonder te vertrouwen op een cloud-service.</p>
11	<p>Iedereen kan coderen</p> <p>Door toepassing van platform engineering zoals low code en no code platforms, open source stacks en ‘everything-as-a-service (XaaS), wordt het mogelijk voor een brede doelgroep zonder diepgaande technische kennis om toepassingen te ontwikkelen. Een voorbeeld ontwikkelomgeving is Backstage van Spotify.</p>
12	<p>Generative building design</p> <p>Het ontwerpen van installaties, gebouwen en steden verschuift van kunst naar kunde en wordt in toenemende mate ondersteund en uitgevoerd door slimme algoritmes en AI. Hierdoor neemt zowel de snelheid als de kwaliteit van deze ontwerpen toe.</p>

Bijlage 10 Impact van technologische ontwikkelingen

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 use cases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
1	Ketenintegratie van systemen en gegevens	Deze ontwikkeling heeft veel impact op systemen die ketenprocessen ondersteunen. Toekomstige oplossingen moeten de keten breed kunnen benaderen en bedienen om in de toekomst waarde toe te kunnen voegen. Dit betekent een brede integratie van partijen, diensten en gegevens uit de bouw- en installatiesector, het energiedomein, financiers en geldverstrekkers, adviseurs en dienstverleners.	Vanwege de meer integrale benadering brengt het systeem meer partijen en stakeholders, meer processen en activiteiten en meer (soorten) data bij elkaar. De impact zit dus met name in laag 1, 2 en 3. Dit stelt eisen aan interoperabiliteit, bijvoorbeeld via open standaarden en afsprakenstelsels, aan de betrouwbaarheid en kwaliteit van de data in de diverse bronnen, en aan de manier waarop de toekomst om kan gaan met verschillende gegevens en complexe processen kan ondersteunen.
2	Integrale besturing	Nieuwe oplossingen die inspelen op deze ontwikkeling bieden kansen om het (energie-) management van gebouwen op te schalen, lokale energiebalancering uit te voeren met meer energie-aanbieder en gebruikers, en beide te combineren. Oplossingen moeten energiemangement meer integraal kunnen benaderen en bedienen om in de toekomst meer waarde toe te voegen. Bijvoorbeeld door meer en meer diverse energiebronnen te koppelen aan meer en meer diverse meetbare en schakelbare energieverbruikers.	Vanwege de meer integrale benadering brengt het systeem meer partijen en stakeholders, meer energiebronnen en energiegebruikers en meer (soorten) data bij elkaar. De impact zit dus met name in laag 1, 2 en 3. Dit stelt eisen aan interoperabiliteit, bijvoorbeeld via open standaarden en afsprakenstelsels, aan de betrouwbaarheid en kwaliteit van de data in de diverse bronnen, en aan de manier waarop de toekomst om kan gaan met verschillende gegevens en complexe algoritmen kan uitvoeren.
3	User experience in de meta-verse	De ervaring van de gebruiker, de consument of de energiemanager bij een bedrijf is cruciaal voor de adoptie van iedere technische oplossing. Vooral use cases 1, 2 en 4 hebben een sterke gebruikersinteractie, dus worden door deze ontwikkeling beïnvloed. De oplossingen die én tegemoet komen aan de 'harde' eisen van de gebruiker, én de meer instinctieve aspecten van gebruik weten te prikkelen zullen worden omarmd en zullen de meeste impact maken. Daartoe is niet alleen de technische oplossing, maar vooral ook de customer journey, de user experience, en het inspelen op de echte klantbehoefte van groot belang.	Deze ontwikkeling heeft met name impact op de manier waar het systeem interacteert met de gebruiker in laag 4 en de effectiviteit waarmee deze daardoor gebruik kan maken van de functionaliteit in laag 3. Digitale toegankelijkheid, bruikbaarheid, maar ook de vormgeving en performance van de gebruikersinterface is cruciaal. De ontwikkelaar dient zich bewust en expliciet te verdiepen in de gebruikersbehoefte, via design thinking en user experience design technieken.
4	Data spaces en digitale stelsels	Deze ontwikkeling heeft vooral impact op gebieden waar intensief en dynamisch wordt samengewerkt met meerdere partijen. Dat kan in een complex continu operationeel proces zijn, waar veel informatie op een dynamische manier moet worden uitgewisseld. Denk bijvoorbeeld aan een virtual powerplant. Maar het kan ook een complexe one-off ontwikkeling zijn als ontwerp en bouw van een nieuw ziekenhuis. De systemen moeten daartoe steeds meer worden ingericht om te interacteren met gestandaardiseerde data spaces in meerdere digitale stelsels, dus mogelijk wel op basis van meerdere standaarden c.q. afsprakenstelsels.	In de eerste plaats heeft deze ontwikkeling impact op laag 1. Interoperabiliteit, gebaseerd op open standaarden en protocollen is randvoorwaardelijk om deel te kunnen nemen en optimaal gebruik te kunnen maken van de ontwikkeling in data spaces en digitale stelsels.. Omdat er nog niet één overkoepelende data space standaard is in de EU, zal een systeem potentieel meerdere standaarden naast elkaar moeten kunnen ondersteunen. Daarnaast is dit werkgebied nog volop in ontwikkeling, en is de benodigde kennis niet altijd eenvoudig beschikbaar voor ontwikkelaars van systemen en platformen, met name de kleinere start ups kunnen hier last van hebben. Het is zaak om de ontwikkelingen nauwlettend in de gaten te houden. Ook in de voorwaarden moet hier aandacht aan worden besteed. Ook op de data-integratie en toepassingslaag

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 use cases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
			kan dit echter (grote) impact hebben, omdat het hier ook gaat over de betekenis (semantiek) en kwaliteit van de data die beschikbaar zijn in een dataspace. Linked Data, semantische datamodellen spelen hierop in en maken nieuwe toepassingen mogelijk, en zullen moeten worden geïntegreerd in deze toepassingen.
5	Privacy, security en soevereiniteit by design	Het gaat hierbij uiteraard om de bescherming van de privacy van burgers, en om het beveiligen van vertrouwelijke gegevens of kritische infrastructuur. Daarbij komt ook steeds meer de wens om autonoom (soverein) te zijn op gebied van data en platformen van grote internationale (US-gebaseerde) aanbieders. Tenslotte krijgt sociaal en ethisch handelen met data steeds meer aandacht ook vanuit wet- en regelgeving. Tools en platformen zullen steeds meer 'by design' moeten voldoen aan deze eisen: privacy by design, security by design, ethics by design. Daarnaast zullen tools en platformen moeten inspelen op ontwikkelingen die persoonlijke of bedrijfsdata beschermd bewaren in datakluisen, waartoe expliciet toestemming moet worden gekregen van de eigenaar om deze te gebruiken.	Deze ontwikkeling heeft uiteraard impact op de data-integratie: welke data worden opgeslagen, met welk doel, is dit toegestaan, en worden deze afdoende beschermd en beveiligd. Soevereiniteit, ethiek en security hebben echter ook impact op de datatoegang, de toepassing en de interactie met de gebruiker. Deze ontwikkeling vereist schaarse expertise om de (toekomstige) impact te bepalen en op de juiste manier te voldoen aan deze wet- en regelgeving.
6	Slimme digitale tweelingen	Deze ontwikkeling heeft met name impact op tools en platformen die een gebruiker in staat stellen de huidige en toekomstige situatie en eventuele veranderingen op een natuurlijke manier te visualiseren en te analyseren. Wanneer de juiste data (statistisch of realtime) voorhanden zijn, kan een object zoals een apparaat of een gebouw virtueel met alle fysieke aspecten (denk aan storingen, energieverbruik, warmte-opbrengst) in beeld worden gebracht, en kan het de gebruiker nieuwe mogelijkheden bieden om dit apparaat te analyseren en te optimaliseren. De ruimtelijke inpassing in de omgeving, maar ook de energetische inpassing in het energiesysteem kunnen hierdoor verbeterd en vereenvoudigd worden. Deze toepassing kan ook worden gebruikt om meer abstracte concepten, zoals een logistieke stroom, energiebalans of congestie in een gebied zichtbaar te maken en verschillende oplossings-scenario's letterlijk 'te bekijken' waardoor een gebruiker beter in staat is analyses en keuzes te maken.	In eerste instantie heeft deze ontwikkeling impact op de interactielaag, omdat gebruikers direct geconfronteerd worden met een 3D presentatie, via een traditioneel beeldscherm, virtuele brillen of hololenzen, in combinatie met andere lichaamsgebonden devices van handschoenen tot complete pakken, al dan niet in combinatie met voelbare feedback. Het is van groot belang dat hier zeer bewust wordt omgegaan met de klantbeleving. Hoewel het klinkt als een grote verbetering om in 3D door een gebouw of omgeving te bewegen die nog niet bestaat, kunnen desoriëntatie en claustrofobische gevoelens ook een gevolg zijn. Daarnaast heeft deze ontwikkeling impact op de toepassingslaag omdat de beschikbare data van verschillende aard gecombineerd moeten worden en vervolgens door middel van geavanceerde algoritmes bewerkt moeten worden tot inzichten, in zowel de huidige staat als de toekomstige mogelijkheden. De data-integratie moet deze toepassingen faciliteren. De combinatie van deze ontwikkeling met kunstmatige intelligentie mag niet onderschat worden.
7	Kunst of matige intelligentie	De ontwikkeling van kunstmatige intelligentie en machine learning heeft, als gevolg van de processorskracht en hoeveelheden beschikbare data en slimme algoritmes, een grote vlucht genomen. De mogelijkheden van AI in het analyseren, voorspellen en genereren van oplossingen zijn enorm, en we staan aan de vooravond van grote doorbraken op dit gebied. Daarbij is ook voorzichtigheid geboden, want wie controleert de resultaten van AI, wie ziet toe op het ethische gebruik van de data en de resultaten? Er zal strenger worden toegezien op de	Deze ontwikkeling heeft de meeste impact op de toepassingslaag. Geheel nieuwe toepassingen, voorheen onmogelijk geachte analyses, zeker in combinatie met big data technieken, of creatieve oplossingen gebruik makend van wereldwijze kennisbronnen worden de komende jaren mogelijk. Dit stelt belangrijke eisen aan de data-integratielaag, omdat de kwaliteit van de brondata gegarandeerd moet worden – de kleinste issues in datakwaliteit kunnen de grootste gevolgen hebben. Er zal echter ook aandacht moeten zijn voor de gebruikersbeleving en de manier waarop

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 use cases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
		juiste toepassing hiervan, voorbeelden daarvan zijn al zichtbaar in de vorm van het Nederlandse algoritmeregister, en het verschijnen van de eerste EU wetgeving voor AI. Vanwege de complexiteit van real time besturing achten we de impact op gebouwmanagement en vooral energiebalancering momenteel het grootst, maar de toepassing in het optimaliseren van infrastructurele en evt. energetische toepassing zijn op de lange termijn ook te verwachten.	deze slimme resultaten worden gepresenteerd en begrepen kunnen worden door gebruikers.
8	De Blockchain leeft (weer)	Na de hype omtrent bitcoin en de oneindige mogelijkheden van de blockchain een aantal jaren geleden is het de laatste jaren rustiger geworden omtrent deze ontwikkeling. Een groot struikelblok, het energieverbruik van deze technologie, is echter voor een groot deel opgelost en de verwachting is dat dit nog verder gereduceerd zal worden. Dat biedt perspectief voor nieuwe toepassingen in de gebouwde omgeving. Denk daarbij niet alleen aan het onveranderbaar vastleggen van feiten, maar ook aan het afsluiten van slimme contracten die automatisch ingaan bij een bepaalde gebeurtenis (bijvoorbeeld een verzekering die automatisch uitkeert), maar ook aan het ondersteunen van zogenaamde 'transactive energy' en oplossingen in het kader van de deeleconomie, waar gebruikers elkaar betalen voor kleine transacties zonder tussenkomst van een traag bancaire proces. Ook de ondersteuning van het logistieke proces, denk bijvoorbeeld aan het volgen van een klein object als een baksteen door de gehele supply chain, biedt grote mogelijkheden.	Een basistoepassing van de blockchain, het onweerlegbaar vastleggen van feiten zoals transacties, kan grote impact hebben op de data-integratie laag. Het zijn echter de innovatieve mogelijkheden op het proces die zorgen dat de blockchain potentieel veel te bieden heeft op de toepassingslaag. Om deze mogelijkheden te ontsluiten, dient de sector waarschijnlijk net als de gehele wereld weer over een zekere drempel te stappen. Bovendien blijft er waarschijnlijk nog wel een lange tijd een mysterieuze en soms zelfs verdachte sfeer om de blockchain hangen die innovatie in de weg staat. De technologie zelf is complex en moeilijk te begrijpen voor niet-technici. Ook in de juridische sfeer kan een toepassing die transacties vastlegt, maar aan het oog van de controlerende instanties kan onttrekken problematisch blijken. Toch denken we dat de mogelijkheden op den duur zwaarder zullen wegen dan de bezwaren, en de blockchain een tweede leven krijgt ook in het energiedomein en de gebouwde omgeving.
9	Virtueel verbonden dingen	Deze ontwikkeling is inmiddels de staat van hype wel voorbij en kent inmiddels veel toepassingen in diverse industrieën. Deze ontwikkeling is en wordt meer relevant bij energiemangement en energiebalancering. Grootschalige toepassing, met name wanneer deze de grenzen van meerdere organisaties en zelfs sectoren overschrijdt blijft wel een complex vraagstuk door de snelle technologische ontwikkelingen en een grote diversiteit aan aanbieders van hardware, software en standaarden. De ontwikkeling van open standaarden, zoals OpenHEM, is een belangrijk aandachtspunt dat bijvoorbeeld ook in het OpenStack initiatief is geadresseerd.	Deze ontwikkeling heeft in eerste instantie impact op de datatoegangslaag, vanwege de connectiviteit die nodig is om gebruik te kunnen maken van sensor data. Vanwege de grote hoeveelheden data die potentieel beschikbaar komen, dient ook veel aandacht te worden besteed aan de data-integratie (wat sla je op, en hoe lang zijn die data relevant) maar ook aan de toepassing (die om moet kunnen gaan met zogenaamde tijdreeksdata) en de presentatie aan gebruikers van deze grote en complexe datastromen. Het exponentiële karakter van veel sensoren met veel granulaire data maakt dat innovatieve tools en platformen initieel goed uit de voeten lijken te kunnen met deze data, maar bij toename van de omvang, worstelen met de performance van de toepassing en gebruikersinteractie.
10	Living on the edge	Groeiende toepassingen in diverse industrieën; denk aan slimme horloges die medische gegevens lokaal analyseren, verkeerslichten die lokale verkeersstromen analyseren en optimaliseren, veiligheidssystemen op boeireilanden. Juist in de gebouwde omgeving waar grote hoeveelheden data fysiek geconcentreerd zijn, kan dit nuttige	De impact zit met name op de data-integratie en interactie laag. Dit vereist een lokale computer-omgeving die in staat is de lokale data te verzamelen en te integreren, maar ook externe data en algoritmen aan te roepen om berekeningen uit te voeren etc.

#	Toekomstige ontwikkeling	Impact op maatschappelijke toepassingsgebieden (via de 4 use cases)	Impact op de werking van tools en platformen (via de 4 lagen)
		toepassingen. Denk bijvoorbeeld aan gebouwmonitoring, lokale energiebalancing	
11	Iedereen kan coderen	Deze ontwikkeling is anders dan de bovenstaande ontwikkelingen, omdat deze niet zozeer betrekking heeft op de tool die de gebruiker ervaart, maar op de totstandkoming daarvan. Nieuwe mogelijkheden maken het onnodig om zelf te kunnen programmeren, waardoor nieuwe toepassingen snel 'in elkaar geklikt' kunnen worden op basis van een platform of bestaande (open source) componenten of een combinatie daarvan. Dit is voor de innovatie in het domein van de gebouwde omgeving zeer waardevol.	Daar staat tegenover dat het gemak waarmee een werkende oplossing kan worden gecreëerd, soms de kwaliteit en bruikbaarheid van een oplossing op grotere schaal in de weg kan zitten. Hoewel het onderliggende platform veel issues ten aanzien van de eisen en prestaties van het systeem en de data kan wegmenen, is niet altijd duidelijk hoe dat platform dat doet. Ook kan hierdoor een lockin met een bepaalde leverancier ontstaan, doordat de oplossing niet makkelijk overdraagbaar is. Licentiekosten kunnen dan bij opschaling een groot issue blijken te zijn.
12	Generative design	Deze ontwikkeling maakt het mogelijk om veel sneller en beter installaties, gebouwen en steden te ontwerpen of aan te passen. Hierdoor kan sneller worden gebouwd of gerenoveerd, maar wordt ook de manier waarop installaties, huizen en wijken samenwerken verbeterd, wat ten goede komt aan zowel de energetische inpassing als de ruimtelijke inpassen	Deze ontwikkeling heeft voornamelijk impact op de toepassingslaag. Deze stelt echter vanwege de complexiteit van het ontwerp-proces, hoge eisen aan zowel de presentatie en gebruikersinteractie in laag 4, als de beschikbaarheid van data in laag 2.

Bijlage 11 Impact van de technologische ontwikkelingen op de voorwaarden

#	vw ²⁷	Impact van toekomstige ontwikkelingen	Van toepassing op funnel stage		
			1	2	3
1	Interoperabiliteit	De geschetste ontwikkelingen bieden grote mogelijkheden voor nieuwe toepassingen in het verduurzamen van de gebouwde omgeving. De innovatieve tools en platformen die hierdoor ontstaan, zijn in grote mate afhankelijk van verschillende soorten data uit verschillende bronnen. Er komen steeds meer (open) standaarden voor informatie-uitwisseling beschikbaar, en digitale stelsels en data spaces zijn sterk in opkomst. Hoewel deze de gegevensuitwisseling tussen tools en platformen beter en gemakkelijker maken, bij voorbeeld doordat de koppelingen niet meer 1-op-1 en met maatwerk tot stand moeten worden gebracht, vraagt dit veel van de data- en systeeminteroperabiliteit van de tools en platformen. De technieken die hiervoor beschikbaar zijn, en de eisen waaraan de tools moeten voldoen, zijn complex en specialistisch van aard. In de voorwaarden zal daar aandacht aan moeten worden besteed. Enerzijds moeten de voorwaarden er voor zorgen dat de tools en platformen 'by design' interoperabel zijn door toepassing van open standaarden en aansluiting bij afsprakenstelsels. Dit garandeert een brede en toekomstbestendige gegevensuitwisseling. Anderzijds moet zich men wel realiseren, dat deze interoperabiliteit ontwikkelen en beheerkosten met zich meebrengt. Daarom is het realistisch om deze eis pas later in de innovatietrechter, toe te passen. fgezien van specifiek op interoperabiliteit gerichte innovatieve toepassingen.			X
2	Veiligheid	Aan de bescherming van gegevens en systemen, ten behoeve van zowel de beschikbaarheid van die systemen en de data daarin, de integriteit van de gegevens en de systemen zelf, en de vertrouwelijkheid van die gegevens, maar ook ter bescherming van de kritische infrastructuur die door deze systemen wordt beheerd, willen we geen concessies doen. Wel moeten we ons realiseren, dat het implementeren en onderhouden van een grote mate van veiligheid een kostbare aangelegenheid is. Er kan iets voor worden gezegd om het ontwerp wel 'by design' zo veilig mogelijk te maken, maar de daadwerkelijke implementatie daarvan in ieder geval in de eerste fase van innovatie nog niet toe te passen, om meer ruimte te bieden aan de functionele innovatie van de toepassing. Dit kan echter alleen wanneer in deze innovatie-fase, de tool of het platform worden afgeschermd van toegang door derden van buiten af. Dat stelt dus op zijn beurt eisen aan de omgeving waarbinnen het systeem wordt ontwikkeld.		X	X
3	Privacy	Alleen al om ethische redenen zouden ontwikkelaars alleen met toestemming persoonlijke data moeten willen gebruiken. Daarnaast wordt de data- en specifieke privacywetgeving steeds strenger. Nieuwe technologieën, onder de paraplueterm 'privacy enhancing technologies' zorgen ervoor dat het feitelijk niet meer nodig is om tot personen herleidbare gegevens te gebruiken bij het ontwikkelen en testen van nieuwe toepassingen. In het operationele gebruik is het evident dat de privacy beschermd moet worden. Hier geldt dus ook privacy-by-design, maar onder alle omstandigheden en in iedere fase van innovatie.	X	X	X
4	Data eigenschap	Data eigenaarschap is minder gerelateerd aan het technische en functionele ontwerp van een tool of platform. Het heeft vooral betrekking op de notie dat te allen tijde duidelijk moet zijn wie de eigenaar of rechthebbende van de data in de omgeving is. Enerzijds omdat toestemming nodig is van de rechtmatige eigenaar c.q. rechthebbende om deze data te verkrijgen, op te slaan, te bewerken en te gebruiken in de toepassing. Anderzijds omdat de rechthebbende op grond van de AVG, in staat moet zijn om zijn rechten uit te blijven oefenen op de data nadat deze initiële toestemming is verkregen. Denk daarbij aan het recht om vergeten te worden. Dit betekent dat hier in de inrichting van de beheerprocessen rondom het systeem rekening mee gehouden moet worden, en dat het systeem de functionele mogelijkheden biedt om deze verplichtingen ook daadwerkelijk uit te voeren. Dit is met name van toepassing in de operationele/uitrol fase, maar er moet bij het ontwerp van het uiteindelijke systeem wel rekening mee gehouden worden.		X	X

²⁷ Volgens de rapportage van 28 september. Later zijn er nog drie voorwaarden toegevoegd: weten verantwoordheid, beheerbaarheid en architectuur

#	VW ²⁷	Impact van toekomstige ontwikkelingen	Van toepassing op funnel stage		
			1	2	3
5	Toegankelijkheid	De toegankelijkheid van een systeem voor mensen speelt een grote rol bij de adoptie en het langdurige gebruik van een bepaald systeem. Het is van toepassing voor alle gebruikers. Daarbij wordt ook steeds meer nadruk gelegd op de toegankelijkheid voor gebruikers met een (visuele) beperking. In welke fase dit relevant is, is wel afhankelijk van het type innovatie. Wanneer de innovatie met name gericht is op de interactie met de gebruikers, dan is het relevant om voorwaarden die hieraan worden gesteld, al vanaf het begin mee te nemen. Wanneer de innovatie minder daarop gericht is, kan toegankelijkheid omwille van de energie die daarin gaat zitten, en dus minder gericht kan worden op de andere lagen, in een latere fase worden afgedwongen.	(X)	(X)	X
6	Adoptie	Randvoorwaardelijk voor adoptie van een systeem is de mate waarin dit voldoet aan de eisen van de eindgebruiker. Dat betreft zowel de functionaliteit (doet de toepassing wat er van wordt verwacht), als alle overige 'niet-functionele' prestaties van het systeem. Deze aspecten, waarop door middel van diverse voorwaarden op toegezien kan worden, zijn echter niet voldoende voor een grote mate van adoptie. Daartoe dient 'om het systeem heen', aandacht besteed te worden aan diverse aspecten die ervoor zorgen dat een systeem bekend is en ook toegepast kan worden. Denk daarbij aan de juiste communicatie en promotie van een systeem bij de juiste doelgroep via geschikte kanalen, de juiste prijsstelling, de juiste ondersteuning bij zowel het in gebruik nemen als het gebruik. Daarbij kan gedacht worden aan het organiseren van events, het creëren van een community van gebruikers, een online platform ter ondersteuning van gebruikers, trainingsmateriaal en het verzorgen van trainingen, een helpdesk, functionele en technische gebruikersondersteuning etc. Deze laatste aspecten worden vooral in de laatste fase van de innovatietrechter belangrijk, maar een geslaagde pilot fase kan ook bijdragen aan het enthousiasme van de early adopters, dat positief kan uitstralen naar de meerderheid van de gebruikers.		(X)	X

Bijlage 12 Specificatie van voorwaarden aan systemen en data

Systeem- en datavooraarden

Een informatiesysteem zoals een tool of platform bestaat uit data en functies, die iets met die data doen. Het geheel van de functies duiden we aan met de term 'systeem'. Op systemen en data zijn specifieke voorwaarden van toepassing. Voor beide componenten is een nadere onderverdeling te maken naar type voorwaarden:

- kwaliteit
- geschiktheid voor gebruik
- architectuur
- implementatie en beheer.

Op basis van het bovenstaande onderkennen we acht categorieën voorwaarden, die in tabel 3 zijn weergegeven²⁸.

SYSTEEM	DATA
S1. Systeemkwaliteit (ISO/IEC 25010)	D1. Kwaliteit (ISO/IEC 25012)
S2. Geschiktheid voor gebruik (ISO/IEC 25010)	D2. Geschiktheid voor uitwisseling (FAIR principles)
S3. Systeemarchitectuur	D3. Gegevensarchitectuur
S4. Implementatie en beheer	D4. Implementatie en beheer

Tabel 3 Voorwaardecategorieën

Voor SYSTEEM en DATA bestaan veel standaarden. Centraal staat een tweetal ISO-normen en wel de ISO/IEC 25010 respectievelijk de ISO/IEC 25012.

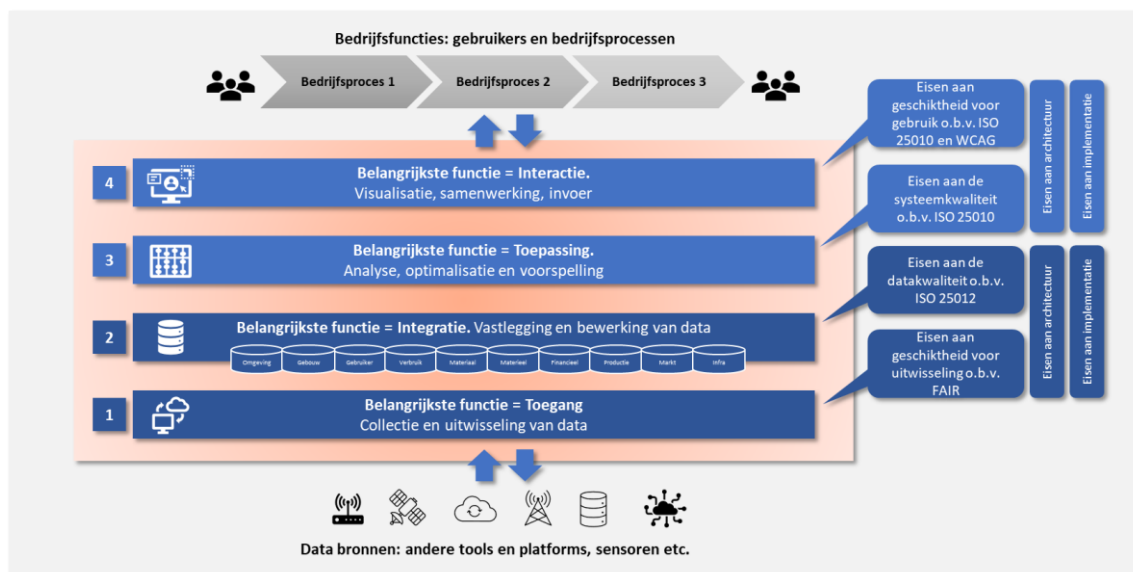
De ISO/IEC 25010 (<https://www.iso.org/standard/35733.html>) beschrijft de kwaliteitskenmerken van informatiesystemen. Deze worden verdeeld in twee modellen, productkwaliteit en kwaliteit tijdens gebruik. Deze twee worden weer nader onderverdeeld in uiteindelijk 42 kwaliteitseigenschappen.

De ISO/IEC 25012 (<https://www.iso.org/standard/35736.html>) bevat een datakwaliteitsmodel, waarin de belangrijkste datakwaliteitskenmerken zijn vastgelegd, waarmee rekening gehouden moet worden bij het beoordelen van dataproducten. De kwaliteit van een dataproduct kan worden opgevat als de mate waarin data voldoen aan de eisen die zijn gedefinieerd door de producteigenaar. Concreet zijn dit de eisen die in het datakwaliteitsmodel worden gesteld aan de kenmerken ervan, in totaal 15 stuks (nauwkeurigheid, volledigheid, consistentie, etc.). De eigenschappen worden verdeeld in inherente datakwaliteit (kwaliteit van de data zelf, onafhankelijk van het systeem, waarmee ze gebruikt worden, bijvoorbeeld nauwkeurigheid) en systeemafhankelijke datakwaliteit (bijvoorbeeld beschikbaarheid). Sommige eigenschappen vallen in beide groepen (zoals bijvoorbeeld betrouwbaarheid). Voor data bestaat er daarnaast een specifieke standaard voor digitale

²⁸ Een informatiesysteem bestaat behalve uit data ook uit infrastructurele voorzieningen (apparaten en netwerken met de daarbij behorende software én een organisatie). Deze laten we hier buiten beschouwing.

uitwisselbaarheid, die (nog) niet volledig in de ISO/TEC 25012 verwerkt is: de FAIR principles. FAIR staat voor Findability, Accessibility, Interoperability en Reuse van data²⁹.

In onderstaande figuur is de relatie van de eisen aan systeem en data met het in het vorige hoofdstuk gepresenteerde raamwerk voor digitale tools en platformen weergegeven.



Overzicht digitaliseringsvoorwaarden

Onderstaand overzicht geeft een beeld van de kwaliteitscriteria die gesteld kunnen worden aan informatiesystemen (applicaties):

<p>S1. Systeemkwaliteit (ISO/IEC 25010)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Functionele geschiktheid • Prestatie-efficiëntie • Uitwisselbaarheid • Bruikbaarheid • Betrouwbaarheid • Beveiligbaarheid: <ul style="list-style-type: none"> • Vertrouwelijkheid • Integriteit • Onweerlegbaarheid • Verantwoording • Authenticiteit • Onderhoudbaarheid • Overdraagbaarheid 	<p>S2. Geschiktheid voor gebruik (ISO/IEC 25010)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effectiviteit • Efficiëntie <ul style="list-style-type: none"> • Voldoening • Bruikbaarheid • Vertrouwen • Plezier • Comfort • Toegankelijkheid: <ul style="list-style-type: none"> • Waarneembaarheid • Bedienbaarheid • Begrijpelijkheid • Vrijwaring tegen risico • Contextdekking • (extra, NIET in ISO 25010) Verantwoordheid
<p>S3. Systeemarchitectuur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tool-ecosysteem 	<p>S4. Implementatie en beheer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toepassing van standaarden • Open source? • Specificeren/ systems engineering • Collectieve voorziening? • Kwaliteit enz. BY DESIGN

²⁹ zie <https://www.go-fair.org/fair-principles/>

Onderstaand overzicht geeft een beeld van de kwaliteitscriteria die gesteld kunnen worden aan de data:

<p>D1. Datakwaliteit (ISO/IEC 25012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nauwkeurigheid • Volledigheid • Consistentie • Geloofwaardigheid • Actualiteit • Toegankelijkheid • Naleving • Vertrouwelijkheid • Efficiëntie • Precisie • Traceerbaarheid • Begrijpelijkheid • Beschikbaarheid • Overdraagbaarheid • Herstelbaarheid 	<p>D2. Geschiktheid voor uitwisseling (FAIR Principles)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vindbaarheid • Toegankelijkheid • Uitwisselbaarheid • Herbruikbaarheid
<p>D3. Gegevensarchitectuur (uitspraken over eigenaarschap en de structuur en samenhang van gegevens, gegevensverzamelingen en gegevensbeheersystemen)</p>	<p>D4. Implementatie en beheer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Open data • Overheidsdatabase met kentallen en algoritmen • datastandaarden

Hierna volgt een nadere specificatie van deze voorwaarden met mogelijke vertaling naar normen en de toetsingsmogelijkheden.

S1: systeemkwaliteit

De kwaliteit van een systeem is de mate waarin het systeem voldoet aan de gestelde en impliciete behoeften van de verschillende belanghebbenden en dus waarde biedt.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor de in deze fase gewenste softwareproductkwaliteit.

- De indiener bepaalt bij het opstellen van het systeemontwerp welke kwaliteitskenmerken van toepassing zijn en in welke mate het systeem hieraan moet voldoen (de gestelde eisen).
- De indiener toont bij oplevering aan (bijvoorbeeld door middel van een verificatie, test of audit) dat het systeem voldoet aan de gestelde eisen.

Norm: Het productkwaliteitsmodel gedefinieerd in ISO/IEC 25010 bevat de acht kwaliteitskenmerken en de eisen die bij deze kwaliteitskenmerken van toepassing zijn.

1. Functionele geschiktheid: de mate waarin een softwareproduct of computersysteem functies levert die voldoen aan de uitgesproken en veronderstelde behoeften.
2. Prestatie-efficiëntie: de prestaties in verhouding tot de hoeveelheid middelen gebruikt door het systeem.
3. Uitwisselbaarheid (Interoperabiliteit): de mate waarin een product, systeem of component informatie uit kan wisselen met andere producten, systemen of componenten en/of het de gewenste functies kan uitvoeren terwijl het dezelfde hard- of software-omgeving deelt.
4. Bruikbaarheid: de mate waarin een product of systeem gebruikt kan worden door gespecificeerde gebruikers om effectief, efficiënt en naar tevredenheid gespecificeerde doelen te bereiken in een gespecificeerde gebruikscontext.
5. Betrouwbaarheid: de mate waarin een systeem, product of component gespecificeerde functies uitvoert onder gespecificeerde condities gedurende een gespecificeerde hoeveelheid tijd.

6. Beveiligbaarheid (Security): De mate waarin een product of systeem informatie en gegevens beschermt zodat personen, andere producten of systemen de juiste mate van gegevenstoegang hebben, passend bij hun soort en niveau van autorisatie.
7. Onderhoudbaarheid: de mate waarin een product of systeem effectief en efficiënt gewijzigd kan worden door de aangewezen beheerders.
8. Overdraagbaarheid: de mate waarin een systeem, product of component effectief en efficiënt overgezet kan worden van één hardware, software of andere operationele of gebruiksomgeving naar een andere.

Norm: Ten aanzien van de beveiligbaarheid geldt voor overheden de BIO norm. De BIO is een normenkader voor informatiebeveiliging en geeft het basisoniveau weer voor informatiebeveiliging waaraan alle overheidspartijen moeten voldoen. Door dit normenkader wordt een stevige basis gelegd voor de verdere optimalisering van informatiebeveiliging binnen de overheid. Er ontstaat een gemeenschappelijke taal die bijdraagt aan veilige samenwerking in ketens binnen de overheid. De BIO is gebaseerd op de internationale security standaard ISO/IEC 27000 serie.

[Veelgestelde vragen BIO \(bio-overheid.nl\)](http://bio-overheid.nl)

S2: geschiktheid voor gebruik

De geschiktheid voor gebruik houdt verband met hoe de menselijke interactie met het product wordt ervaren.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor de in deze fase gewenste geschiktheid voor gebruik.

- De indiener bepaalt bij het opstellen van het systeemontwerp welke geschiktheidseisen van toepassing zijn en in welke mate het systeem hieraan moet voldoen (de gestelde eisen).
- De indiener toont bij oplevering aan (bijvoorbeeld door middel van een verificatie, test of audit) dat het systeem voldoet aan de gestelde eisen.

Norm: Het productkwaliteitsmodel gedefinieerd in ISO/IEC 25010 bevat de vijf principes ten aanzien van geschiktheid voor gebruik en de eisen die bij deze kwaliteitskenmerken van toepassing zijn.

1. Effectiviteit: Het gaat hierbij over de nauwkeurigheid en volledigheid waarmee gebruikers gespecificeerde doelen behalen.
2. Efficiëntie: Het gaat hierbij over de benodigde hulpbronnen die gebruikt zijn in verhouding tot in hoeverre de gebruikers in staat zijn hun specifieke doelen te behalen.
3. Voldoening: Het gaat hierbij over de vraag of behoeftes van de gebruiker vervuld worden als het product door hen gebruikt wordt.
 - a. Bruikbaarheid: Gaat over de vraag of de gebruiker tevreden is met de behaalde doelen, inclusief de resultaten van het gebruik van het systeem en de consequenties van het gebruik van het systeem.
 - b. Vertrouwen: Gaat over de vraag of een gebruiker of andere betrokkenen vertrouwen heeft dat het product of systeem zich zal gedragen zoals bedoeld.
 - c. Plezier: Gaat over de vraag of de gebruiker plezier haalt uit het verwezenlijken van zijn persoonlijke behoeften.
 - d. Comfort: Gaat over de vraag of een gebruiker tevreden is over zijn fysieke welzijn.
4. Vrijwaring tegen risico: Het gaat hierbij over de vraag of een product het potentiële risico beperkt met betrekking tot economische status mensenlevens, gezondheid of de omgeving.
5. Contextdekking: Het gaat hierbij om de mate waarin een product gebruikt kan worden met effectiviteit, efficiëntie, vrijheid van risico en voldoening in verschillende gebruiksccontexten.

Extra:

Norm: de Nederlandse overheid stelt eisen aan de digitale toegankelijkheid, die gezien kan worden als een uitbreiding van het bovengenoemde aspect 'voldoening'.

[Een toegankelijke digitale overheid | Digitoegankelijk](#)

S3: systeemarchitectuur <dit toespitsen op applicatiearchitectuur?>

S4: systeemimplementatievereisten

De systeemimplementatievereisten betreffende de bovenstaande invulling van de systeemcomponenten geven kaders mee aan de componenten die moeten (of niet mogen) worden gebruikt voor deze invulling.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor het voldoen aan de geldende implementatievereisten

- Daartoe brengt de indiener vooraf in kaart welke systeemimplementatievereisten in deze context gelden.
- Vervolgens past hij deze toe in het ontwerp van de oplossing of legt uit waarom deze in dit geval niet toegepast zouden moeten worden.
- In dat laatste geval dient de indiener voor deze fase vrijstelling te vragen bij de opdrachtgever / subsidieverstrekker. De verkregen vrijstelling wordt formeel vastgelegd. Een vrijstelling kan voor een fase gelden of op een andere manier een tijdelijk karakter hebben. In dat laatste geval moet de indiener een plan opstellen om na afloop van de vrijstelling-periode alsnog aan de implementatie-vereiste te voldoen

Norm: de Nederlandse overheid stelt standaarden verplicht die gebruikt moeten worden bij de implementatie van systeemcomponenten. Voor de toepassing geldt het 'pas toe of leg uit' criterium. De betreffende standaarden worden onderhouden door het Bureau Forum Standaardisatie.

['Pas toe leg uit' standaarden \(verplicht\) | Forum Standaardisatie](#)

D1: datakwaliteit

De kwaliteit van een dataproduct kan worden opgevat als de mate waarin data aan de gestelde en impliciete behoeften van de verschillende belanghebbenden voldoen en dus waarde bieden.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor de in deze fase gewenste datakwaliteit.

Norm: Het Data Quality-model gedefinieerd in ISO/IEC 25012 omvat de 15 kwaliteitskenmerken en de eisen die bij deze kwaliteitskenmerken van toepassing zijn.

1. Nauwkeurigheid: de mate waarin gegevens attributen hebben die de werkelijke waarde van het beoogde attribuut van een concept of gebeurtenis in een specifieke gebruikscontext correct weergeven.
2. Volledigheid: de mate waarin aan een entiteit gekoppelde gegevens waarden hebben voor alle verwachte attributen en gerelateerde entiteitsinstanties in een specifieke gebruikscontext.
3. Consistentie: de mate waarin gegevens vrij zijn van tegenspraak en coherent zijn met andere gegevens in een specifieke gebruikscontext.
4. Geloofwaardigheid: de mate waarin gegevens door gebruikers in een specifieke gebruikscontext als waar en geloofwaardig worden beschouwd.
5. Actualiteit: de mate waarin data de juiste leeftijd hebben in een specifieke gebruikscontext.
6. Toegankelijkheid: de mate waarin gegevens toegankelijk zijn in een specifieke gebruikscontext, met name door mensen die vanwege een bepaalde beperking ondersteunende technologie of een speciale configuratie nodig hebben.
7. Naleving (compliance): de mate waarin data voldoen aan geldende normen, conventies of regelgeving en soortgelijke regels met betrekking tot datakwaliteit in een specifieke gebruikscontext.

8. Vertrouwelijkheid: de mate waarin gegevens ervoor zorgen dat ze alleen toegankelijk en interpreteerbaar zijn door geautoriseerde gebruikers in een specifieke gebruiksccontext.
9. Efficiëntie: de mate waarin gegevens kunnen worden verwerkt en de verwachte prestatieniveaus kunnen opleveren door gebruik te maken van de juiste hoeveelheden en soorten bronnen in een specifieke gebruiksccontext.
10. Precisie: de mate waarin gegevens exact zijn of die onderscheid opleveren in een specifieke gebruiksccontext.
11. Traceerbaarheid: de mate waarin gegevens een audittrail bieden voor toegang tot de gegevens en voor eventuele wijzigingen die in een specifieke gebruiksccontext in de gegevens zijn aangebracht.
12. Begrijpelijkheid: de mate waarin gegevens door gebruikers kunnen worden gelezen en geïnterpreteerd, en worden uitgedrukt in geschikte talen, symbolen en eenheden in een specifieke gebruiksccontext.
13. Beschikbaarheid: de mate waarin gegevens het mogelijk maken dat deze kunnen worden opgehaald door geautoriseerde gebruikers en/of applicaties in een specifieke gebruiksccontext.
14. Overdraagbaarheid: de mate waarin gegevens het mogelijk maken dat ze worden geïnstalleerd, vervangen of verplaatst van het ene systeem naar het andere, met behoud van kwaliteit.
15. Herstelbaarheid: de mate waarin gegevens het mogelijk maken een bepaald niveau van werking en kwaliteit te handhaven en te behouden, zelfs in het geval van een storing, in een specifieke gebruiksccontext.

D2: geschiktheid voor uitwisseling

De geschiktheid voor uitwisseling houdt verband met hoe de interactie met het product wordt ervaren. Dit kan om menselijke interactie gaan, maar ook over de interactie tussen systemen en data.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor de in deze fase gewenste geschiktheid voor uitwisseling.

Norm: De FAIR principes geven richtlijnen om de vindbaarheid, toegankelijkheid, interoperabiliteit en hergebruik van digitale assets (gegevens) te verbeteren. De principes benadrukken de mogelijkheid tot machine-interactie, dat wil zeggen het vermogen van computersystemen om gegevens te vinden, te openen, te gebruiken en te hergebruiken zonder of met minimale menselijke tussenkomst, omdat mensen steeds meer afhankelijk zijn van computerondersteuning om met gegevens om te gaan als gevolg van de toename van het volume, complexiteit en aanmaaksnelheid van gegevens. De principes hebben betrekking op drie soorten entiteiten: data (digitale objecten), metadata (informatie over digitale objecten) en infrastructuur.

1. 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, dus dit is een cruciaal onderdeel van het FAIRificatieproces.
2. TOEGANKELIJK: Zodra de gebruiker de benodigde gegevens heeft gevonden, moet hij/zij weten hoe deze toegankelijk zijn, eventueel met inbegrip van authenticatie en autorisatie.
3. UITWISSELBAAR: De 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.
4. HERBRUIKBAAR: Het uiteindelijke doel van FAIR is het optimaliseren van hergebruik van gegevens. Om dit te bereiken moeten metadata en data op een juiste wijze worden beschreven, zodat ze direct kunnen worden gekopieerd en/of gecombineerd met andere gegevens in een andere omgeving.

[FAIR Principles - GO FAIR \(go-fair.org\)](https://go-fair.org)

D3: data architectuurprincipes

De data-architectuur definieert de structuur van de data, de dataverzamelingen en uitwisseling van data.

Deze voorwaarden betreffen het aspect 'data architectuur'.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor een in deze fase geschikte data architectuur.

Norm: de indiener selecteert zelf een data-architectuurmethode (bijvoorbeeld DAMA/DMBOK) die geschikt is om de data-architectuur gestructureerd vast te leggen en om te toetsen of het systeem dat is ontworpen voldoet aan de eisen aan de data-architectuur. De indiener stelt data-architectuurprincipes en richtlijnen op waar de data aan moeten voldoen, toetst of de data hieraan voldoen, en legt de resultaten hiervan gestructureerd vast.

D4: data-implementatievereisten

De data-implementatievereisten betreffen de bovenstaande invulling van de data-architectuur en geven kaders mee aan de implementatiewijzen die moeten (of niet mogen) worden gebruikt voor deze invulling. Het betreft implementatiewijzen voor zowel de datakwaliteit als de interactie met data.

Voorwaarde: de indiener draagt zorg voor het voldoen aan de in deze fase geldende implementatievereisten

- Daartoe brengt de indiener vooraf in kaart welke data-implementatievereisten in deze context gelden.
- Vervolgens past hij deze toe in het ontwerp van de oplossing of legt uit waarom deze in dit geval niet toegepast zouden moeten worden.
- In dat laatste geval dient de indiener voor deze fase vrijstelling te vragen bij de opdrachtgever/ subsidieverstrekker. De verkregen vrijstelling wordt formeel vastgelegd. Een vrijstelling kan voor een fase gelden, of op een andere manier een tijdelijk karakter hebben. In dat laatste geval moet de indiener een plan opstellen om na afloop van de vrijstelling-periode, alsnog aan de implementatie-vereiste te voldoen

Norm: de Nederlandse overheid stelt standaarden verplicht die gebruikt moeten worden bij de implementatie van data en gegevensuitwisseling. Voor de toepassing geldt het 'pas toe of leg uit' criterium. De betreffende standaarden worden onderhouden door het Bureau Forum Standaardisatie.

['Pas toe leg uit' standaarden \(verplicht\) | Forum Standaardisatie](#)