

TKI MONDAINE 2.0: Eindrapportage



Eindrapportage voor:	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland Prinses Beatrixlaan 2 2595 AL Den Haag
Datum:	donderdag 26 augustus 2021
Programmalijn:	Flexibele energie-infrastructuur
Met bijdragen van:	TNO, Object Vision, Quintel Intelligence, Balance, Ekwadraat & Geodan
Contact projectleider:	Arjan Zwamborn (TNO) arjan.zwamborn@tno.nl
Referentie TNO:	TNO 2021 P11027



TOPSECTOR ENERGIE
Empowering the new economy

TNO innovation
for life

 Object Vision



QUINTEL
INTELLIGENCE



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

 **Geodan**



ekwadraat
ARCHITECTS OF THE SUSTAINABLE CHAIN

Balance
Advies • Projecten • Interim

Samenvatting

Aanleiding

Overheden, netbeheerders, woningcorporaties en VvE's staan voor grote, impactvolle beslissingen als het gaat om het behalen van de ambities in de energietransitie volgens het Klimaatakkoord. Onzekerheden in deze transitie zijn groot terwijl er fors geïnvesteerd moet worden. Deze onzekerheid is deels te wijten aan het feit dat er veelal gebruik wordt gemaakt van rekenmodellen om deelvragen te beantwoorden. Omdat de gehele realiteit omtrent de energietransitie te complex is om in zijn geheel te modelleren, zoomen energie-rekenmodellen in op een stuk van deze transitie waarop zij zich specialiseren. Verschillende energiemodellen worden vaak dus ingezet voor het beantwoorden van specifiek typen vraagstukken. Op deze manier kunnen rekenmodellen überhaupt de mogelijkheid geven kwantitatieve inzichten te bieden – maar, door het verschil in doel staan de uitkomsten van deze modellen veelal los van elkaar. Dit is een probleem voor besluitvormende partijen in de energietransitie, omdat veel uitdagingen in de energietransitie complex zijn en een integraal beeld vereisen. Bovendien moeten de aannames achter verschillende modellen inzichtelijk zijn, waardoor de interpretatie van verschillende (deel-)resultaten van verschillende modellen mogelijk wordt gemaakt, en de resultaten van deze modellen meer betrouwbaar.

De oplossing die in MONDAINE is verkend bestaat uit het slim koppelen van modellen en daarmee het bundelen van de krachten van deze individuele energie-rekenmodellen. Hierdoor ontstaat er een integrale set van modellen en data. Doordat energiemodellen op elkaar aansluiten, zijn de uitkomsten van beter vergelijkbaar en consistent. Dit leidt tot betere, integrale oplossingen voor de energietransitie. Dit stelt besluitvormers in staat een beter beeld te vormen van de effect van bepaalde keuzes, en modelleers om hun modellen te verbeteren en daarmee meer waarde te leveren voor de transitie.

Het project Mondaine 2.0 met als referentie TEUE418006 is uitgevoerd met Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken, tussen maart 2019 en maart 2021.

Doel van het project

Het doel van dit project is het ontwikkelen van een uniform en gestructureerd koppelingsmechanisme, met als resultaat een 'suite' van geïntegreerde energiemodellen, tools en data. Door MONDAINE kunnen dus bestaande energie-rekenmodellen met elkaar communiceren en data uitwisselen. Opzichzelfstaande uitvoer van één model kan als invoer gebruikt worden voor andere modellen, waardoor het mogelijk is om modellen aan elkaar te schakelen, bijvoorbeeld in tijd (planfasen) of in schaal (van gemeentelijk naar regionaal niveau). Deze koppeling wordt in eerste instantie ingezet om drie veelgebruikte energiemodellen te koppelen: het EnergieTransitie Model (ETM)¹, Vesta² en PICO³. Hierbij wordt de 'energietaal' Energy System Description Language⁴ (ESDL) gebruikt voor het ontwerpen van de koppelingen, en de TNO ESDL Map Editor⁵ voor het werken met deze koppelingen. In het project wordt de toepasbaarheid, bruikbaarheid en meerwaarde van het koppelingsmechanisme getoetst en verbeterd aan de hand van drie use-cases: Amsterdam, Hengelo en de Gooi- en Vechtstreek.

¹ <https://energytransitionmodel.com/?locale=nl>

² <https://www.pbl.nl/modellen/vesta>

³ <https://pico.geodan.nl/pico/index.html>

⁴ <https://energytransition.gitbook.io/esdl/>

⁵ <https://mapeditor.hesi.energy/>

Resultaten

Met het MONDAINE project is het gelukt om met een set van modelkoppelingen en nieuwe, gedeelde functionaliteiten te ontwikkelen, op basis van de behoeften van de betrokken gemeenten Amsterdam en Hengelo en de regio Gooi- en Vechtstreek. De resultaten vanuit deze gekoppelde modellen zijn gevalideerd middels een vergelijking met een lokale nulmeting en vanuit een technische perspectief met de binnen dit project ontwikkelde ESDL Validator tool. Gedurende de looptijd van dit project is een groep stakeholders bestaande uit adviseurs, overheden en kennispartijen betrokken via LinkedIn, de MONDAINE website, een nieuwsbrief en een symposium.

Het MONDAINE project laat zien dat de koppeling tussen verschillende energiemodellen mogelijk is, met het toepassen van de 'energietaal' ESDL. Wat dit bijvoorbeeld mogelijk maakt is om een duurzame warmte- of elektriciteitsstrategie 'in te tekenen' (ESDL Map Editor), op basis van ruimtelijke restricties (PICO), waarna ook het transitiepad en een breed scala aan KPI's voor het toekomstige energiesysteem in kaart gebracht kan worden (ETM). Hierbij kunnen de resultaten van de verschillende Strategieën van de Startanalyse als basis worden gebruikt (Vesta) – deze kunnen in MONDAINE ook per buurt worden aangepast, of voor nieuwbouwwijken toegepast. In dit voorbeeld wordt er gebruik gemaakt van de krachten en individuele focus van de individueel ingezette modellen, op een manier waarmee vragen in de energietransitie kunnen worden beantwoord die een grote mate van integraliteit en complexiteit vereisen.

Tijdens dit project hebben we echter ook enkele lessen geleerd. Niet alle ontwikkelde koppelingen zijn van evenveel meerwaarde voor verschillende eindgebruikers. Het verbeteren van de gebruikersvriendelijkheid van MONDAINE kan hier een goede oplossing bieden. Ook is gebleken dat het ambiëren van geautomatiseerde koppelingen tussen twee of meerdere modellen niet altijd nodig of wenselijk is – in sommige gevallen is louter het (zinvol) kunnen uitwisselen van in- en uitvoer voldoende. Tenslotte is wederom gebleken dat het duiden van modelresultaten voor 'leken' ingewikkeld kan zijn – zeker wanneer de complexiteit wordt opgeschroefd door niet één maar meerdere modellen voor het analyseren van systeemproblematiek. Ook hier moet in de toekomst specifiek aandacht aan gegeven worden.

In de toekomst zien we kansen voor het uitbreiden van de MONDAINE suite met additionele modellen en nieuwe functionaliteiten. Met MONDAINE denken we een goede start te hebben gemaakt om meer uniformiteit, vergelijkbaarheid en inzichten te genereren voor het faciliteren van de energietransitie – dit met name bij de vraagstukken die voorbij de scope van één energiemodel gaan en een beetje extra complexiteit of integraliteit vereisen.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
2. Leeswijzer.....	4
3. Doel van het project	5
4. Projectaanpak.....	5
5. Consortium	7
6. Resultaten TKI MONDAINE 2.0	8
6.1. Use-case: Amsterdam	8
6.2. Use-case: Hengelo	12
6.3. Use-case: Gooi- en Vechtstreek	16
6.4. MONDAINE architectuur, ontwerp & implementatie	21
6.5. Validatie.....	24
6.6. Communicatie & Disseminatie	26
6.7. Project management.....	30
7. Overzicht van deliverables	30
8. Vervolg.....	32

2. Leeswijzer

Deze rapportage is de openbare samenvatting van de resultaten uit het TKI MONDAINE project. Hoofdstuk 3-5 ‘Doel van het project’, ‘Projectaanpak’ en ‘Consortium’ geven een samenvatting van het doel, de aanpak en het consortium van het MONDAINE project. Hoofdstuk 6 ‘Resultaten TKI MONDAINE 2.0’ beschrijft per werkpakket de meest belangrijke resultaten en inzichten. Hoofdstuk 7 ‘Overzicht van deliverables’ geeft een overzicht van de deliverables uit dit project. Hoofdstuk 8 ‘Vervolg’ geeft vervolgmogelijkheden voor MONDAINE weer.

De beschrijving, context, duiding en visualisatie van de resultaten in deze rapportage zijn sterk ingekort vanuit de oorspronkelijke, individuele documenten. Hoewel er getracht is een representatief totaaloverzicht te genereren in deze rapportage, gaat er detail verloren van 2 jaar innovatie door het MONDAINE consortium. De volledige rapportages kunnen in sommige gevallen – afhankelijk van eventuele privacygevoelige informatie in deze document – worden opgevraagd bij de penvoerder van het project (TNO⁶).

⁶ <https://www.tno.nl/nl/>

3. Doel van het project

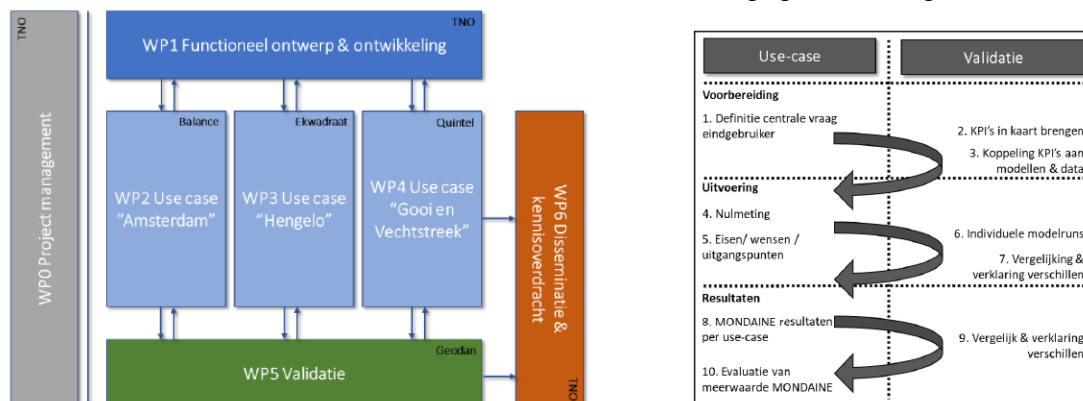
Het doel van dit project is het ontwikkelen van een uniform en gestructureerd koppelingsmechanisme, met als resultaat een 'suite' van geïntegreerde energiemodellen, tools en data. Door dit koppelmechanisme (MONDAINE) kunnen bestaande energie-rekenmodellen met elkaar communiceren en data uitwisselen, met een 'suite' aan onderling geïntegreerde modellen en gedeelde functionaliteiten als resultaat. Op zichzelfstaande uitvoer van één model kan als invoer gebruikt worden van andere modellen, waardoor het mogelijk is om modellen aan elkaar te schakelen, bijvoorbeeld in tijd (planfasen) of in schaal (van gemeentelijk naar regionaal niveau). Deze koppeling wordt in eerste instantie ingezet om drie veelgebruikte energiemodellen te koppelen: het ETM, Vesta en PICO. In het project wordt de toepasbaarheid, bruikbaarheid en meerwaarde van het koppelingsmechanisme getoetst en verbeterd aan de hand van drie use-cases: Amsterdam, Hengelo en de Gooi- en Vechtstreek.

4. Projectaanpak

De activiteiten van MONDAINE waren georganiseerd in een werkpakketten (WP) structuur (Figuur 1):

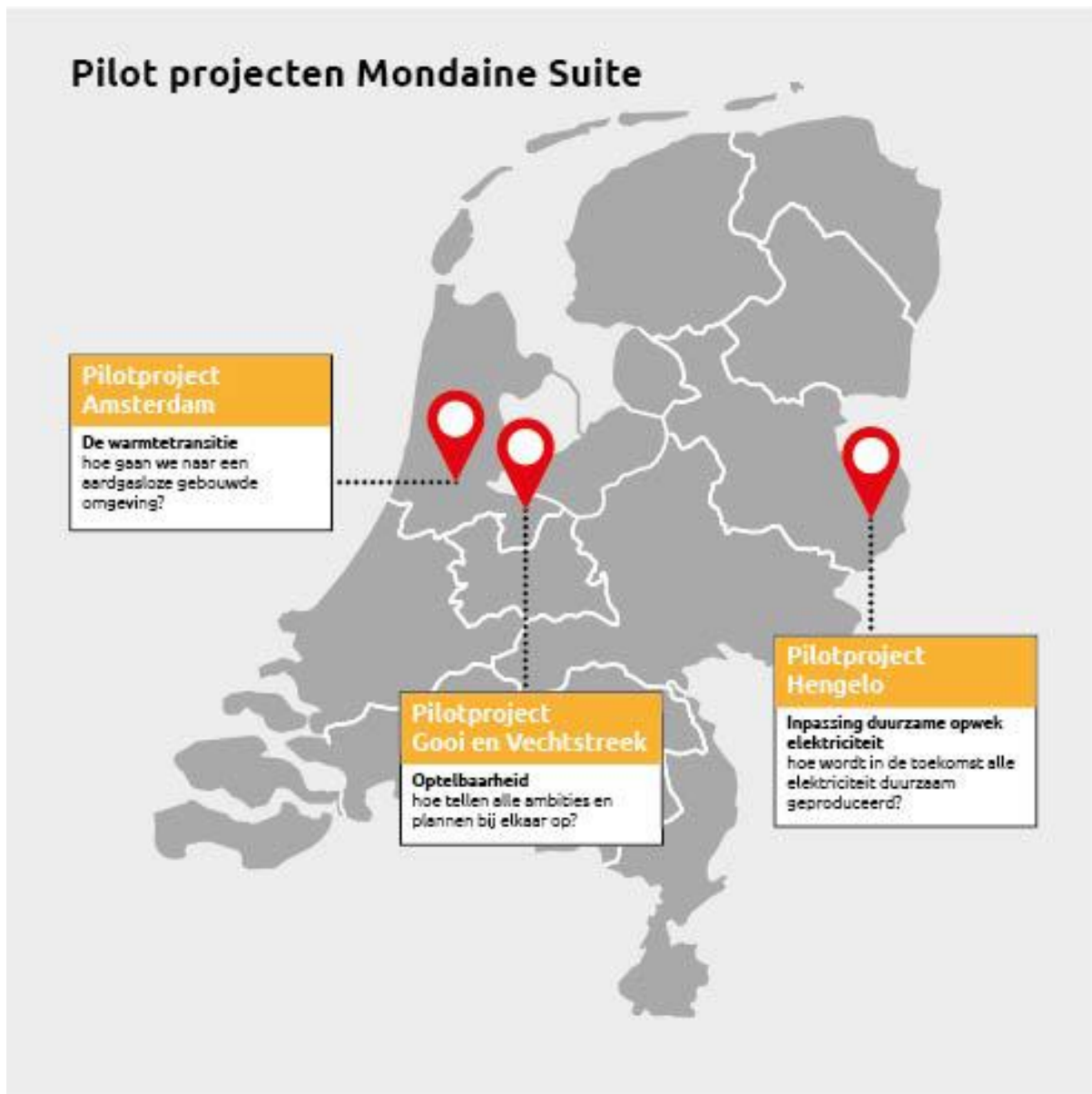
- **WP 1 MONDAINE architectuur, ontwerp & implementatie** richt zich op het vaststellen van het functioneel ontwerp en de daadwerkelijke ontwikkeling van de MONDAINE suite. Dit eerste werkpakket speelde zich voornamelijk af in de eerste 9 van de in totaal 24 maanden van dit project en legde de technische en softwarematige basis voor de uit te voeren activiteiten in use-case werkpakketten (WP 2-4). Tevens zal dit eerste werkpakket kennis en ervaring putten uit het TKI Toeslagproject MONDAINE Proof of Concept.
- **WP 2-4 use-cases** bevatten de drie use-cases van **Amsterdam, Hengelo** en de **Gooi-Vechtstreek**, om de koppeling van modellen door MONDAINE in de praktijk te toetsen. Nadat de basis is gelegd in WP 1, voegen de use-case WPs specifiekere functies toe en evalueren deze werkpakketten de functionaliteit, efficiëntie en de aansluiting met de dagelijkse praktijk van het koppelen van modellen door MONDAINE.
- **WP 5 Validatie** heeft als doel het valideren van de MONDAINE suite en use-case resultaten van WP 2-4, dit door te vergelijken met de resultaten van individuele modellen, eerdere studies uit dezelfde regio, of met vergelijkbare steden of regio's.
- **WP 6 Communicatie & Disseminatie** omvat alle activiteiten die zorgen voor kennisoverdracht en disseminatie van de MONDAINE projectresultaten.
- **WP 0 project management** omvat alle project management, coördinatie en risicomanagement activiteiten.

De use-cases in WP 2-4 delen een generieke aanpak en werken nauw samen met de validatie in WP 5. De samenwerking tussen deze WPs wordt weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 (links) MONDAINE werkpakkettenstructuur, schematische gevisualiseerd. In zwarte letters weergegeven staan de respectievelijke WP leiders. (rechts) De 'workflow' van de use-cases (rechts, WP 2-4) en de validatie (links, WP 5) en de interactie tussen deze WPs.

In het MONDAINE project stonden de use-cases centraal. Eventuele koppelingen tussen modellen zijn dus ontwikkeld naar aanleiding van een vraag bij één van de eindgebruikers betrokken bij dit project. Zodoende kon de praktische inzetbaarheid, meerwaarde en gebruikersvriendelijkheid met hulp uit ervaring uit de praktijk beoordeeld en verbeterd worden. Met dank aan de actieve medewerking van gemeente Amsterdam, gemeente Hengelo en de regio Gooi- en Vechtstreek is de gekoppelde inzet van energiemodellen op échte gebruikersvragen gebaseerd. De use-cases van MONDAINE – en hun overkoepelende vraag – zijn weergegeven in Figuur 2.



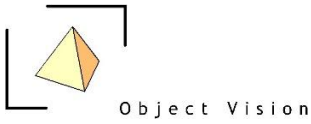
Figuur 2 MONDAINE use-cases Amsterdam, Hengelo en Gooi- en Vechtstreek

5. Consortium

TNO, Quintel Intelligence, Geodan, Object Vision, Balance en Ekwadraat vormden samen een consortium voor het project Models aNd Data Interfaces for Energy (MONDAINE). Het consortium heeft kennis op het gebied van energiemodellen en tools, GIS, energie en ruimte, software en ICT, besluitvorming en processen, vanuit zowel het perspectief van wetenschap en innovatie, als dat van ondernemerschap als eindgebruikers. Figuur 3 geeft een verdere beschrijving van de rol per partner binnen het project.



	TNO heeft dé belangrijke bouwsteen voor MONDAINE ontwikkeld, namelijk de Energy System Description Language (ESDL). ESDL stelt energiemodellen in staat met elkaar te communiceren. Zo kunnen de energiemodellen in het MONDAINE consortium, waaronder TNO haar eigen energiemodellen zoals de Energy System SIMulator (ESSIM), het EnergieTransitieModel (ETM) van Quintel, PICO van Geodan en VESTA waar Object Vision aan ontwikkeld – gezamenlijk en integraal worden ingezet voor vraagstukken in de energietransitie. TNO is penvoerder van het consortium en is werkpakketleider bij het WP waarin de IT infrastructuur wordt ontwikkeld en het WP ‘communicatie en disseminatie’.
	In het MONDAINE project is Quintel verantwoordelijk voor het ontwerp en de ontwikkeling van interfaces tussen verschillende tools en modellen, voor op ETM, gedeelde data-infrastructuren en het ontwikkelen van functionaliteit. Verder zal Quintel betrokken zijn bij het testen en demonstreren van de ontwikkelde methodieken en functionaliteiten in de use-cases. Quintel heeft de lead in de use-case van de Gooi- en Vechtstreek.
	In het MONDAINE project heeft Balance de kennis van de praktijk. Wij gebruiken onze praktijkervaring om te zorgen dat MONDAINE niet alleen succesvolle koppelingen tussen energietransitiemodellen zijn, maar ook dat de uitkomsten relevant en toepasbaar zijn voor gebruikers. Balance is werkpakketleider van de use-case Amsterdam Haven-Stad.

	Ekwadraat is in het project de schakel tussen wat er technisch mogelijk is vanuit de modellen en de behoefte van de gemeente/beleidswereld. Daarnaast dragen we bij aan kennisontwikkeling in het MONDAINE project en leren we zelf ook veel van het traject, zodat we dat weer kunnen delen met ons netwerk. Ekwadraat geeft leiding aan het WP van de use-case Hengelo.
	Object Vision verzorgt in het MONDAINE project de afstemming en koppelingen tussen Vesta en ETM, om Vesta daarmee als voorbeeld beter bruikbaar te maken voor het opstellen en uitwerken van de Regionale Energie- en Klimaatstrategieën.
	Binnen MONDAINE houdt Geodan zich bezig met het ruimtelijke aspect van de energietransitie. De energietransitie is een belangrijk werk- en onderzoeksveld voor Geodan. Dat heeft geresulteerd in het PICO platform, dat in eerdere TKI-projecten ontwikkeld is met o.a. TNO en de UU als partner. In het project is Geodan verantwoordelijk voor onderzoek naar standaarden en implementaties van samenwerking methodieken en koppelvlakken tussen PICO. Geodan fungeert binnen MONDAINE als WP-leider van de technische validatie.

Figuur 3 Overzicht van consortiumleden MONDAINE en hun rol binnen het project.

6. Resultaten TKI MONDAINE 2.0

6.1. Use-case: Amsterdam

Doel werkpakket: Bij de use-case Amsterdam is in samenwerking met de gemeente specifiek gekeken naar de warmtetransitie van de (nieuwe) buurt Haven-Stad, om zo een bijdrage te leveren te voldoen aan de duurzaamheidsambities van de gemeente.

Gemeente Amsterdam heeft als casus voor de validatie van MONDAINE de nieuwe wijk Haven-Stad aangedragen (Figuur 4). Dit is een transformatiegebied waar in de periode 2017-2060 tussen de 40.000 en 70.000 woningen, waarvan 20% van het bruto vloeroppervlakte voor werken en voorzieningen, moet worden ontwikkeld. Het gaat hier dus over nieuwbouw – een type buurt dat tot op heden nog niet te modelleren was in Vesta en dus in de huidige Startanalyse buiten beschouwing is gelaten. Met behulp van de inzet van de modellen-suite van MONDAINE is er in deze use-case gekeken naar de invulling van de toekomstige warmtevraag van deze buurt.



Figuur 4 Geografisch overzicht van het studiegebied van MONDAINE use-case Haven-Stad Amsterdam

Centrale vraag

In overleg met de gemeente Amsterdam is de volgende centrale vraag geformuleerd:

Hoe kan MONDAINE ondersteunen in het inzichtelijk maken van de benodigde/ gewenste warmte- en energiemix, in termen van aanbod, vraag, systeemkeuze en veranderingen in vervoerskeuze, in een transformatiegebied?

Nulmeting

De nulmeting vormt een nieuw startpunt waarin de reeds opgedane kennis uit eerdere studies en analyses verwerkt is – zowel wat betreft data als uitgangspunten. Deze bestaat voor de use-case Haven-Stad uit de volgende onderdelen:

- De (relevante) datasets uit de modellen ETM, PICO en Vesta MAIS;
- Lokale data, aangeleverd door de gemeente Amsterdam:
 - Gebiedsgrenzen in GIS
 - Excel met prognoses en fasering van ontwikkeling
 - Tabel BVO's en arbeidsplaatsen per deelgebied
 - GIS lagen infra netwerken + bronnen
 - Samenstelling programma per deelgebied, verschillend van economische situatie bij aanvang project en bestaande situatie

Eisen, wensen en uitgangspunten

De gemeente Amsterdam wil inzicht krijgen in de vraag en aanbod van warmte in Haven-Stad, en een (of meerdere) energiemix (bronnen en opwek) kunnen bepalen en laten doorrekenen. Om hiertoe te komen zijn een aantal eisen en gewenste inzichten vastgesteld:

- **Prognose:** op basis van een goed onderbouwd en duidelijk referentiepunt moet er een prognose gemaakt worden van het toekomstig verwachte energieverbruik van Haven-Stad.

- **Effecten van maatregelen:** aan de hand van de opgesteld prognose wordt er vastgesteld wat de reductiedoelen voor het gebied precies zijn, en met behulp van welke maatregelen dit gerealiseerd kan worden. Het effect van deze maatregelen worden cijfermatig en 'op de kaart gevisualiseerd' in kaart gebracht.
- **Gebruiksgemak:** in samenwerking met de gemeente Amsterdam zijn er een aantal factoren in kaart gebracht waaraan MONDAINE wat betreft gebruiksgemak en gebruiksinvloed aan moet voldoen, zoals welke maatregelen met MONDAINE 'aan' en 'uit' gezet zouden moeten kunnen worden.
- **Eenheden:** tenminste moeten de resultaten van MONDAINE inzichten geven op het gebied van CO₂ emissies en energieverbruik.

Naast de hierboven genoemde wensen en eisen, zijn er met de gemeente Amsterdam ook een aantal uitgangspunten vastgesteld voor de huidige studie. Deze zijn opgenomen in de volledig rapportage van use-case Amsterdam.

Toepassing MONDAINE

Voor deze use-case zijn de modellen Vesta MAIS, ETM en PICO met elkaar gekoppeld om zo gedeelde functionaliteiten te creëren. Deze koppelen lopen grotendeels via de ESDL MapEditor. Ruimtelijke restricties uit PICO (met name potentie voor duurzame opwek) kunnen zo worden gecombineerd met resultaten van doorrekeningen van Vesta MAIS (scenario's voor de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving) om deze vervolgens vanuit een integraal perspectief gezien door te rekenen met het Energietransitiemodel (ETM). Daardoor ontstaat een beter inzicht in het totale energiesysteem, waarbij het deelaspect 'warmtevoorziening van de gebouwde omgeving' met een veel groter detailniveau wordt doorgerekend. Vesta MAIS is het model waarmee de Startanalyse van het Planbureau voor de Leefomgeving is gemaakt. Voor MONDAINE gebruiken we deze Startanalyse als uitgangspunt. Nieuwbouw is als zodanig geen onderdeel van de huidige Startanalyse. Specifiek voor het MONDAINE project is Vesta uitgebreid zodat toekomstige woningen en utiliteiten wél gemodelleerd kunnen worden.

Om de toepasbaarheid van warmtenetten als warmteoplossing voor Havenstad te onderzoeken, zijn er twee 'Verhaallijnen' met verschillende onderliggende scenario's opgesteld:

Verhaallijn 1: Haven-Stad

- Studiegebied: Haven-Stad
- Indicatoren: Functionele warmtevraag, CO₂ uitstoot, nationale meerkosten, en elektriciteitsvraag
- Perioden: 2018, 2030, 2040

Scenario I: Alles gas (S0⁷)

Scenario II: Per buurt "beste" strategie o.b.v. laagste nationale meerkosten (s1ab⁸, s2ad⁹, s3abf¹⁰)

⁷ S0: Strategie 0, referentiesituatie

⁸ S1A/S1B: Startanalyse strategieën met [individuele elektrische warmtepomp](#)

⁹ S2A/S2D: Startanalyse strategieën met [een warmtenet op midden- tot hogetemperatuurbron](#)

¹⁰ S3A/S3B/S3F: Startanalyse strategieën met [een warmtenet op lagetemperatuurbron](#)

*Scenario III: All-electric (s1ab)***Verhaallijn 2: RES¹¹ Noord-Holland Zuid**

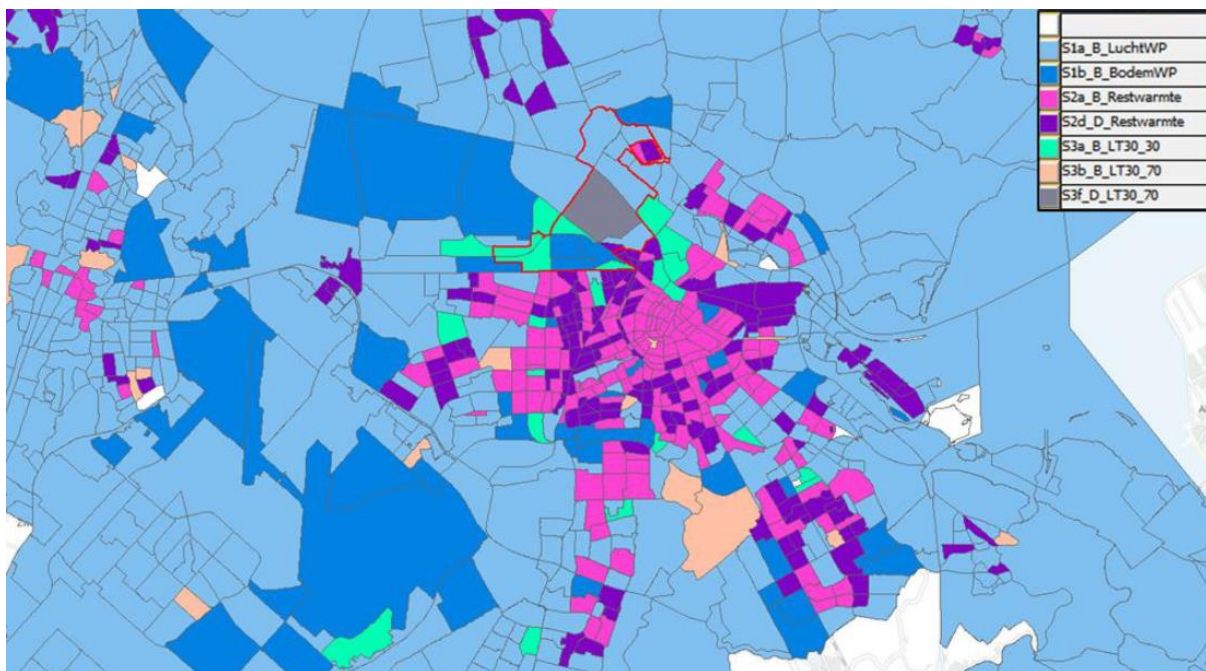
- Studiegebied: RES Noord-Holland Zuid
- Indicatoren: “beste” strategie per buurt
- Perioden: 2030, 2040

Scenario II: per buurt “beste” strategie o.b.v. laagste nationale meerkosten (s1ab, s2ad, s3abf)

Scenario III: Vergelijking “beste” strategie RES, met wanneer Haven-Stad geflipt wordt naar *all-electric* (s1ab, s2ad, s3abf, maar Havenstad alleen s1ab). Dit scenario is al voorbeeld visueel weergegeven in Figuur 5.

Het doel van de eerste verhaallijn (we beschouwen Haven-Stad standalone) is om verschillen tussen de referentiestrategie, de “beste” strategie op basis van de laagste nationale meerkosten en een all-electric variant te laten zien over de tijd aan de hand van een aantal indicatoren.

Vervolgens laat scenario II in verhaallijn 2 zien welke strategieën de laagste nationale meerkosten geven voor de gehele RES-regio in 2030. Om vervolgens te kijken hoe dit zich verhoudt tot een all-electric variant in Havenstad, kijkend naar indicatoren over de gehele RES.



Figuur 5 Per buurt de strategie met de laagste nationale meerkosten in 2030, waarbij er all-electric strategieën zijn opgelegd in Haven-Stad. Haven-Stad buurt begrenzing in rood.

Met MONDAINE is er met de gekozen KPI's voor de ontwikkelde scenario's en verhaallijnen een groot aantal cijfermatige en geografische gevisualiseerde resultaten geproduceerd, welke

¹¹ RES: Regionale Energie Strategie

in verschillende sessies met de gemeente zijn besproken. Dit heeft tot veel van de gewenste inzichten geleid, waaronder het feit dat de laagste nationale kosten voor Haven-Stad niet noodzakelijkerwijs gelijk staat tot de laagste nationale kosten voor de omliggende RES-regio.

Reflectie en evaluatie

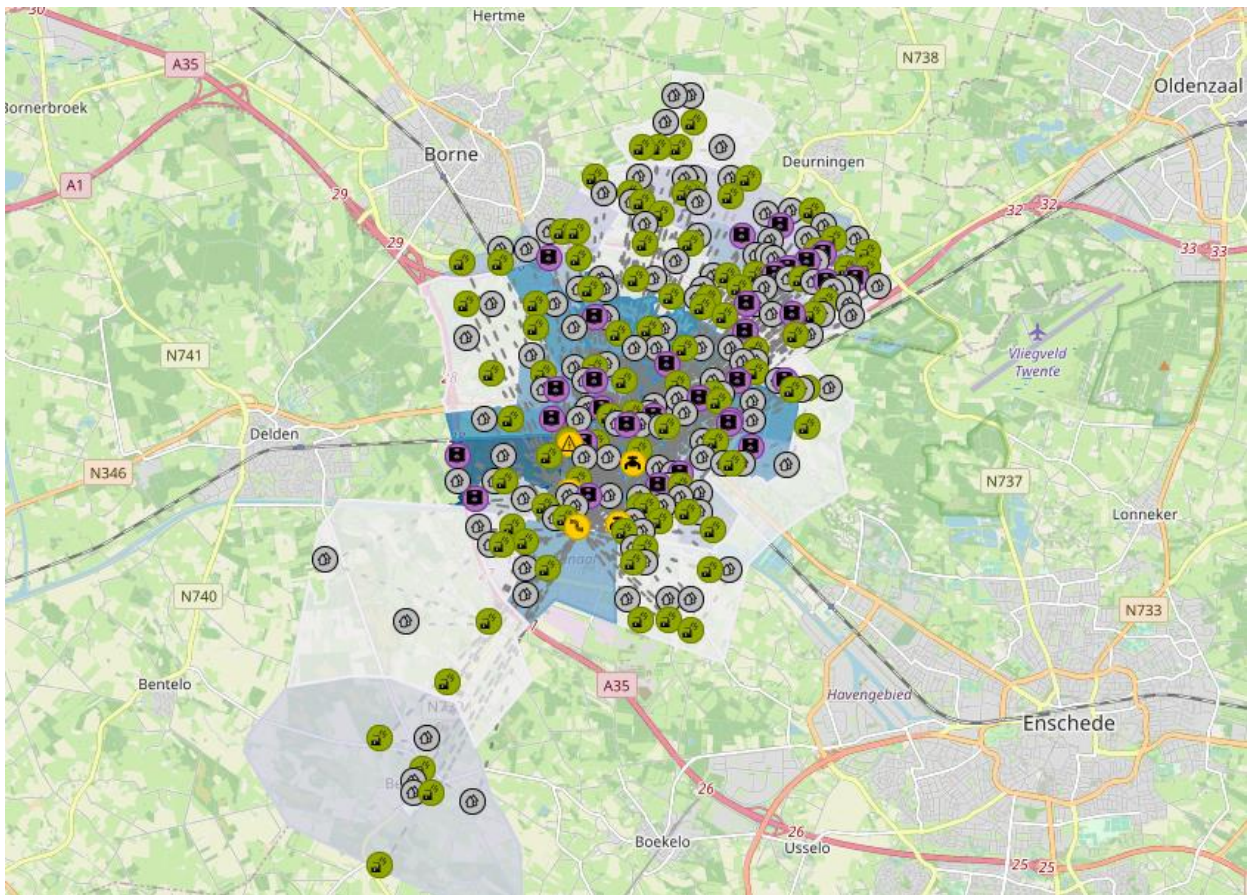
Op basis van de resultaten van MONDAINE – en de gezamenlijk doorlopen processtappen – is er met de gemeente en het MONDAINE consortium gereflecteerd op de resultaten. Dit heeft tot verschillende gedeelde ‘lessons learned’ geleid. Een aantal van de meest relevante hiervan waren:

- De energiemodellen ingezet in MONDAINE zijn complex. Ook de resultaten vanuit deze modellen kunnen op het oog complex zijn, en de achterliggende aannames niet op het eerste gezicht transparant. Op het moment is achtergrond in energiemodellering noodzakelijk om met de modelkoppelingen ontwikkeld in deze use-case te kunnen werken.
- Het doorrekenen van nieuwbouw was in de Startanalyse versie van Vesta nog niet mogelijk. Dit maakte de inpassing van duurzame warmte in toekomststrategieën uitdagend. Door de uitvoering van deze use-case is er een goede start gemaakt om het modelleren van nieuwbouwwijken in Vesta mogelijk te maken.
- De resultaten op buurt / wijk niveau en RES-regio niveau zijn niet altijd in overeenstemming – de goedkoopste optie voor een buurt hoeft voor de RES regio niet per definitie kostentechnisch de meest efficiënte optie zijn. Om een volledig beeld te krijgen is dus een overzicht van de energietransitie op systeem niveau nodig. Met MONDAINE is het mogelijk om individuele buurten en wijken te aggregeren naar regio niveau. Echter, dit viel voor de uitvoering van deze use-case over Haven-Stad buiten de scope. Echter, in de use-case Gooi- en Vechtstreek (Hoofdstuk 6.3) is er wel gekeken naar de aggregatie van individuele buurten of wijken naar regio niveau.

6.2. Use-case: Hengelo

Doel werkpakket: Bij de use-case Hengelo is in samenwerking met de gemeente gekeken naar vraagstukken rondom de duurzame opwek van elektriciteit, in Hengelo en de omliggende omgeving.

Gemeente Hengelo vormt de tweede use-case van MONDAINE. Hengelo en de regio Twente bezitten een relatief uitgebreid bestaand warmtenet gevoed door een lokale afvalcentrale (Twence). Bij de use-case Hengelo staat het elektriciteitssysteem centraal – maatregelen binnen de gemeente worden opgeschaald naar de regio (Twentse Energie Strategie), provincie (Nieuwe Energie Overijssel) en landelijk (Energie Akkoord). Het doel van MONDAINE in WP 3 is het creëren van een nieuw ijkpunt waarin de voorgaande kennis verwerkt is – zowel wat betreft data als uitgangspunten – voor de eindgebruiker gemeente Hengelo. Het studiegebied van deze use-case is in Figuur 6 weergegeven.



Figuur 6 Energiesysteem gemeente Hengelo in de ESDL Map Editor

Centrale vraag

Op basis van regionale beleidscontext is de centrale vraag voor MONDAINE, in samenwerking met de gemeente Hengelo, opgesteld. Beleidsstukken die hierin centraal staan zijn het coalitieakkoord 2018-2021 van de gemeente Hengelo samen met het daaraan onderhevige programma Nieuwe Energie Hengelo (NEH), waarin concrete doelstellingen zijn genoemd (rechts weergegeven).

De doelstellingen van het Nieuwe Energie Hengelo 2017-2021 zijn:

1. Jaarlijkse energiebesparing van 2%;
2. 20% duurzame energieopwekking in 2023 en 40% in 2030;
3. 100% energieneutraal in 2050;
4. 45% (3.000) bestaande koopwoningen in Hengelo is gemiddeld naar label B gebracht, door in te zetten op isolatie.

Voor de invulling van de use-case van MONDAINE is uiteindelijk gekozen het onderwerp ‘wind en zon op land’ prioriteit te geven, in de bredere context van het inpassingsvraagstuk van elektriciteitsopgave. Hiermee zijn de volgende centrale vraag geformuleerd:

“Op welke manier kan de regionale inpassing van duurzame opwek van elektriciteit (wind op land, grootschalige zonneparken en zon op dak) worden vormgegeven?”

Nulmeting

Als nulmeting is er voor gekozen te kijken naar studies die in het verleden voor Hengelo zijn uitgevoerd, welke ook verband houden met de inpassing van duurzaam opgewekte elektriciteit, namelijk: (1) Ecofys uit 2015, CE Delft uit 2018 en de RES-data die als uitgangspunt heeft gediend voor het RES Twente uit 2019¹².

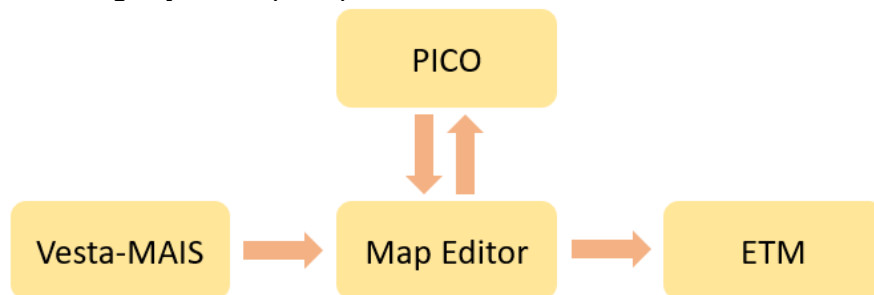
Eisen, wensen en uitgangspunten

¹² Voor meer informatie over de RES Twente, zie: <https://energiestrategietwente.nl/wind-en-zon>

In overleg met de gemeente is er een lijst van eisen en wensen opgesteld. Deze laten zich samenvatten tot volgende lijst:

- Er moet rekening worden gehouden met ruimtelijke restricties;
- Bij voorkeur wordt er tevens inzicht gegeven in de warmtepotentie van het warmtenet op basis van industriële bronnen voor woningen;
- Inzichten worden gegeven uitgesplitst per sector/functie voor de gebouwde omgeving én utiliteitsbouw;
- Een wens is dat de berekeningen en achterliggende aannames transparant zijn;
- Een wens is dat het effect van beleid gemonitord kan worden;
- De volgende KPI's moeten in kaart gebracht worden:
 - % hernieuwbare energie in totale energiemix
 - Energiebesparing
 - CO²-reductie t.o.v. 1990
 - Ruimtebeslag van energieprojecten

In samenwerking met de gemeente is er tevens een serie aan uitgangspunten opgesteld voor de te koppelen modellen (niet in het huidige document opgenomen. De eisen, wensen en uitgangspunten hebben uiteindelijk geleid tot een conceptueel modellenontwerp, welke als basis diende voor de te realiseren modelkoppeling, weergegeven in Figuur 7. Het uiteindelijke ontwerp is gebaseerd op het principe dat de invulling van duurzame elektriciteitsopwekking visueel kan worden weergegeven (PICO & ESDL Map Editor). Het ontwerpen van een duurzaam energiesysteem – met daarin zon- en windenergie – kan worden gekoppeld aan de warmtestrategieën van de PBL Startanalyse strategieën (Vesta). Bovendien moet de uiteindelijke suite aan modellen ruimtelijke restricties voor het plaatsen voor zonne- en windparken kunnen meenemen, zoals minimale afstand tot gebouwkernen en natuurgebieden (PICO). Tot slot is de MONDAINE suite met gekoppelde modellen in staat in verschillende KPI's integraal inzicht te geven in bijvoorbeeld de toekomstige energiebalans en impact van het energiesysteem (ETM).



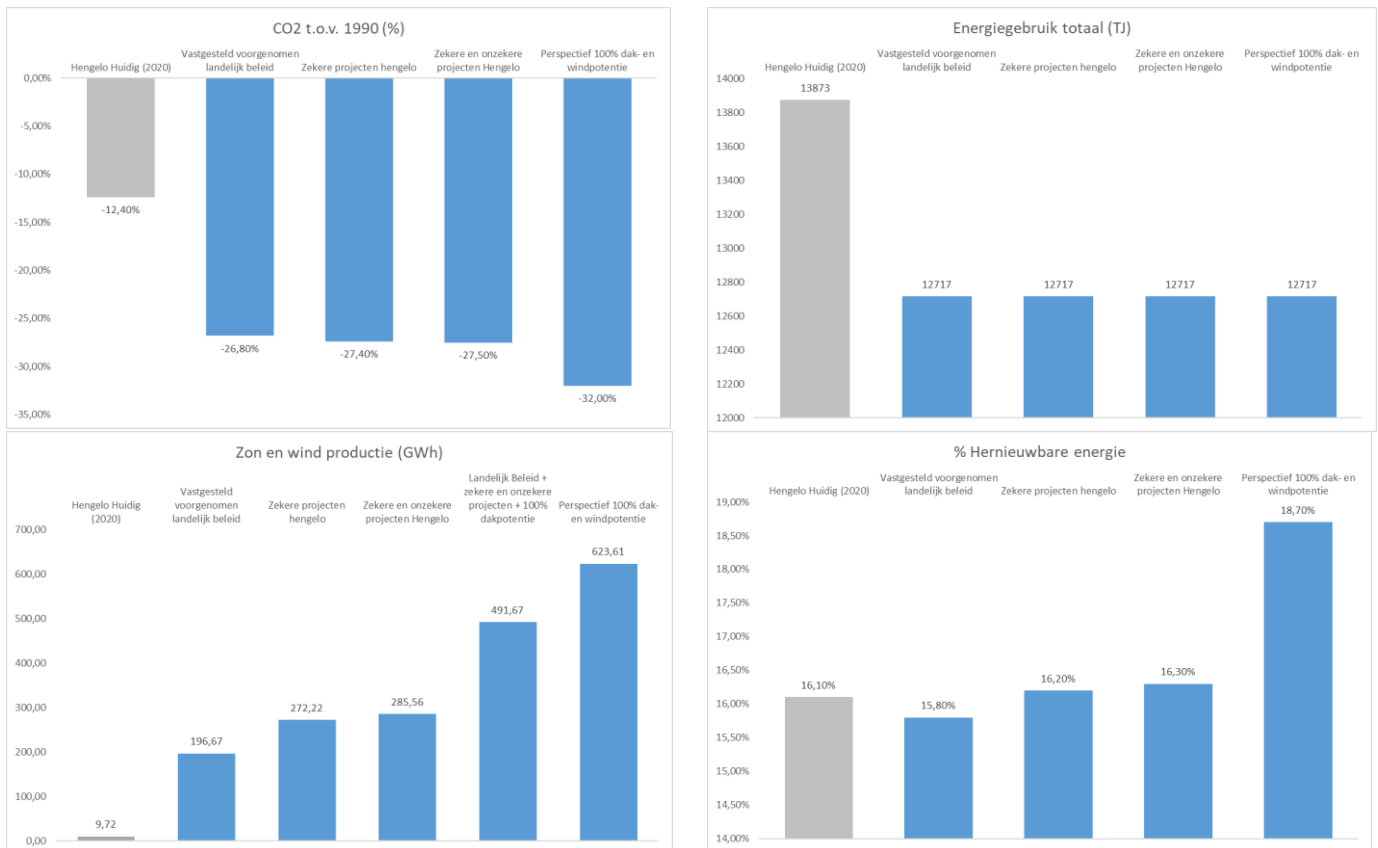
Figuur 7 Schematische weergave van beoogde modelkoppelingen use-case Hengelo

Use-case resultaten

Om inzicht te geven in de centrale vraag van deze use-case, zijn verschillende KPI's in kaart gebracht voor de volgende scenario's:

- Hengelo Huidig;
- Vastgesteld voorgenomen landelijk beleid;
- Zekere projecten Hengelo;
- Zekere en onzekere projecten Hengelo
- Perspectief 100% potentiële ruimte en daken opgenomen.

De resultaten van deze scenario-doorrekeningen door MONDAINE zijn weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Use-case resultaten van 2030 scenario's t.o.v. 1990, met (linksboven) CO₂ emissies, (rechtsboven) totaal energieverbruik in TJ, (linksonder) productie van zonne- en windenergie en (rechtsonder) het % hernieuwbare energie in de totale mix.

Op basis van de resultaten vanuit deze use-case is het volgende inzicht gegenereerd over de centrale vraag: Door de KPI's van de verschillende scenario's te vergelijken kunnen we zien dat de grootste impact wordt behaald door het vastgesteld voorgenomen landelijk beleid.

Reflectie en evaluatie

De inzet van de modellen in de suite van MONDAINE zijn van meerwaarde gebleken voor de gemeente Hengelo, hoewel er nog wel een serie van wensen zijn waar binnen de scope van MONDAINE helaas geen aandacht aan besteed kon worden. Uit reflectie met de gemeente is naar voren gekomen dat het grootste voordeel van de inzet van MONDAINE was het kunnen meenemen van de resultaten van verschillende (eerdere) studies tot een systeemanalyse. Zoals bij veel andere regio's en gemeenten, worden er frequent analyses uitgevoerd door verschillende energie-adviseurs, met elk verschillende energiemodellen. Het kunnen meenemen van de resultaten van deze eerdere analyses in vervolganalyses – ook wanneer deze wordt uitgevoerd door een andere organisatie – maakt het mogelijk om tot nieuwe systeeminzichten te komen, doordat de resultaten van verschillende modellen met verschillende sterktes gezamenlijk kunnen worden meegenomen in één analyse.

6.3. Use-case: Gooi- en Vechtstreek

Doel werkpakket: Bij de use-case Gooi- en Vechtstreek is er voor een holistische benadering gekozen, waarin energieplannen integraal (vanuit verschillende perspectieven) meegenomen worden in het energiesysteem. Zo worden plannen op verschillende schaalniveaus (buurt, gemeente, regio), vanuit verschillende sectoren (gebouwde omgeving, transport, industrie), en voor verschillende energiedragers (elektriciteit, warmte) integraal doorgerekend in het toekomstig energiesysteem. Het overkoepelende doel van deze use case is om de regio te helpen voldoen aan de door het Rijk opgestelde regionale en gemeentelijke doelen (Regionale Energie Strategie en Transitie Visie Warmte) en hier met MONDAINE schaalbare inzichten in te verlenen.

De Gooi en Vechtstreek heeft als doel om haar bijdrage te leveren aan de landelijke doelstelling van 49% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 1990. Enerzijds verkent de regio welk aandeel zij kan leveren in de landelijke opgave van 35 TWh grootschalige hernieuwbare opwek op land. Anderzijds wordt er binnen de gemeenten nagedacht over hoe en wanneer de gebouwde omgeving van het gas af kan. Al deze deelplannen moeten uiteindelijk optellen tot één nieuw energiesysteem. In dat duurzame systeem moeten vraag en aanbod van energie afgestemd zijn, op elke plek maar ook op elk moment van het jaar. Een complex vraagstuk dus. MONDAINE biedt de mogelijkheid om de krachten van verschillende rekentools, waaronder Vesta MAIS, PICO en het Energietransitiemodel (ETM) te bundelen. Zo kan onderzocht worden hoe al deze deelplannen op verschillende geografische niveaus samenhangen in het regionale energiesysteem. Deze integrale inzichten helpen om toekomstbestendigere keuzes te maken op het gebied van de energietransitie.

Centrale vraag

Op basis van een analyse van de visie van de Gooi- en Vechtstreek en een actueel overzicht van de uitdagingen in de regio is een centrale vraag opgesteld, in samenwerking met beleidsmedewerkers, beleidsadviseurs en Dataclub:

“Hoe hangen de keuzes en uitvoeringsmaatregelen van alle energieplannen op verschillende niveaus (geografisch, sectoraal, energiedrager, temporaal) samen in het regionale energiesysteem?”

Hier hangen voor de Gooi en Vechtstreek twee deelvragen onder:

- Hoe kunnen inzichten uit de energiekansenkaart gekoppeld worden aan Startanalyse uitkomsten om tot een Transitie Visie Warmte (TVW) te komen?
- Welke koppeling bestaat er tussen de RES en de TVW? Hoe wordt de TVW beïnvloed door keuzes en uitkomsten uit de RES (en vice versa)?

Nulmeting

Als nulmeting voor de use-case Gooi- en Vechtstreek is er gekeken naar de geografische en energetische opbouw van de regio en is er een overzicht gemaakt van eerder uitgevoerde studies en bestaande energieplannen. Met name de Foto Energie en Ruimte en Scenario's voor mogelijke energiestrategieën van het RES-consortium en de Energiekansenkaart van CE Delft en APPM zijn hierbij van belang geweest.

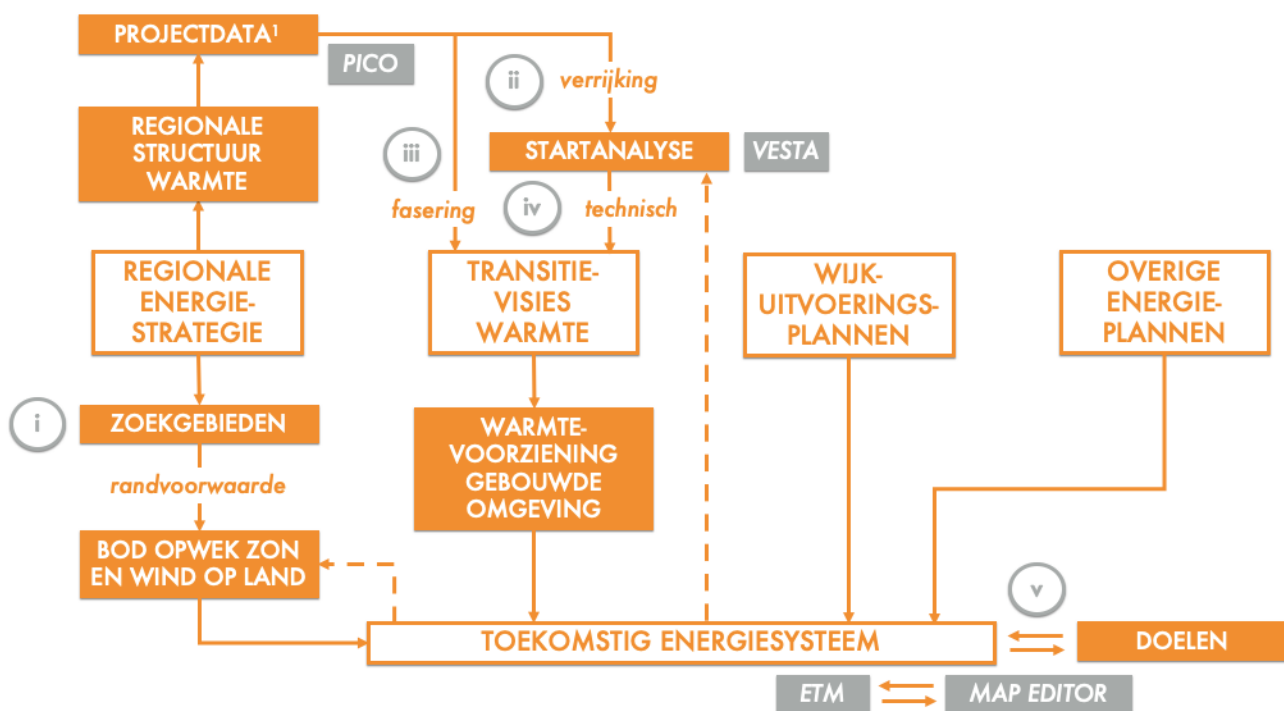
De beleidsprocessen en energieplannen zijn in kaart gebracht in een overzicht van hoe de deze samenhangen in relatie tot elkaar en het gehele energiesysteem (Figuur 9).

Eisen, wensen en uitgangspunten

In samenwerking met de regio is een set aan eisen en wensen opgesteld voor deze use-case:

- i. Zoekgebieden uit de RES-startnotitie inladen als randvoorwaarde voor de allocatie van grootschalige hernieuwbare elektriciteitsopwek uit wind en zon
- ii. Input Startanalyse verrijken met projectdata uit de energiekansenkaart (warmteaanbod, vastgezette buurten) en uitkomsten tonen op de kaart
- iii. Met een afwegingskader de projectdata analyseren om de buurten te identificeren die het meest kansrijk zijn om op korte termijn te verduurzamen
- iv. Inzichten uit de Startanalyse en energiekansenkaart combineren om een transitievisie warmte op te stellen
- v. Impact van verschillende energieplannen op het regionale energiesysteem inzichtelijk maken (voor verschillende zichtjaren) en toetsen aan doelstellingen

Deze eisen en wensen zijn geïntegreerd in het overzicht van beleidsprocessen, energieplannen en het energiesysteem in (Figuur 9). Dit overzicht is als basis gekozen om modelkoppelingen vanuit te gaan ontwikkelen.



Figuur 9 Samenhang beleidsprocessen in relatie tot het toekomstige energiesysteem, aangevuld met onderdelen uit de basis dataset (projectdata) en de Startanalyse en inclusief te koppellen modellen (Vesta, PICO, ETM, Map Editor) en eisen (i t/m v)

Use-case resultaten

In overleg met de regio en CE Delft zijn er vier scenario's meegenomen in de doorrekening, analyse en vergelijking van resultaten:

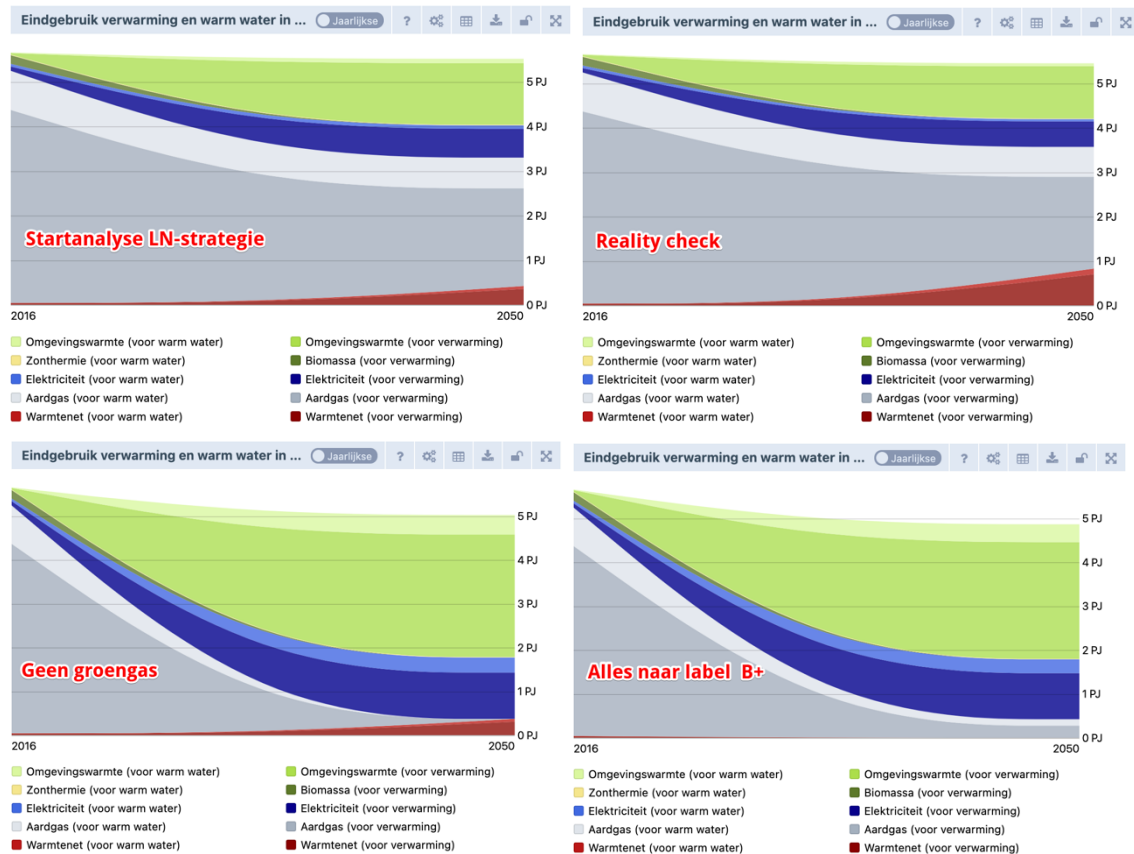
1. Scenario 'Startanalyse Laagste Nationale kosten (LN) strategie'¹³
 - Warmteoplossing: voor alle buurten wordt de hoofdtechniek en verbetering van het energielabel door toepassen van isolatiemaatregelen uit de LN-strategie van de Startanalyse gevolgd en opgelegd
 - Warmtebronnen: geen aanpassingen

¹³ Deze scenario's zijn – gekoppeld met de RES – opgeteld tot regionale scenario's in het ETM. Zie (1) [Mondaine scenario 1: LN-strategie - Energy Transition Model](#), (2) [Mondaine scenario 2: reality check - Energy Transition Model](#), (3) [Mondaine scenario 3: geen groengas - Energy Transition Model](#) en (4) [Mondaine scenario 4: minimaal label B - Energy Transition Model](#).

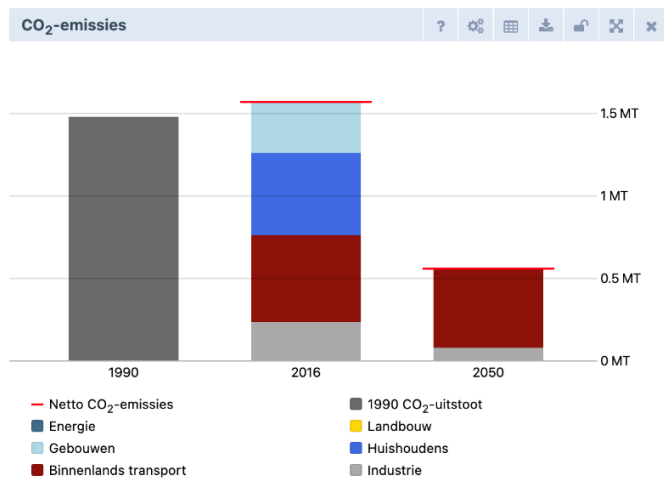
2. Scenario 'Reality check'
 - Warmteoplossing: voor alle buurten wordt de hoofdtechniek uit de reality check van CE Delft gevolgd en opgelegd
 - Warmtebronnen: geen aanpassingen
3. Scenario 'Geen groengas'
 - Warmteoplossing: voor alle buurten wordt de hoofdtechniek en schillabelsprong uit de LN-strategie van de Startanalyse gevolgd, tenzij dat een groengasoplossing is; in dat geval wordt opgelegd dat deze buurt niet op een groengasoplossing uit mag komen en wordt Vesta ingezet om te berekenen wat het meest voordelige warmtealternatief is.
 - Warmtebronnen: geen groengas beschikbaar
4. Scenario 'Alles naar label B+'
 - Warmteoplossing: voor alle buurten wordt opgelegd dat alleen B+ strategieën (en dus geen D+ strategieën) afgewogen worden
 - Warmtebronnen: geen aanpassingen

Voor de hierboven genoemde scenario's zijn de volgende resultaten gegenereerd vanuit de in MONDAINE ontwikkelde modelkoppelingen:

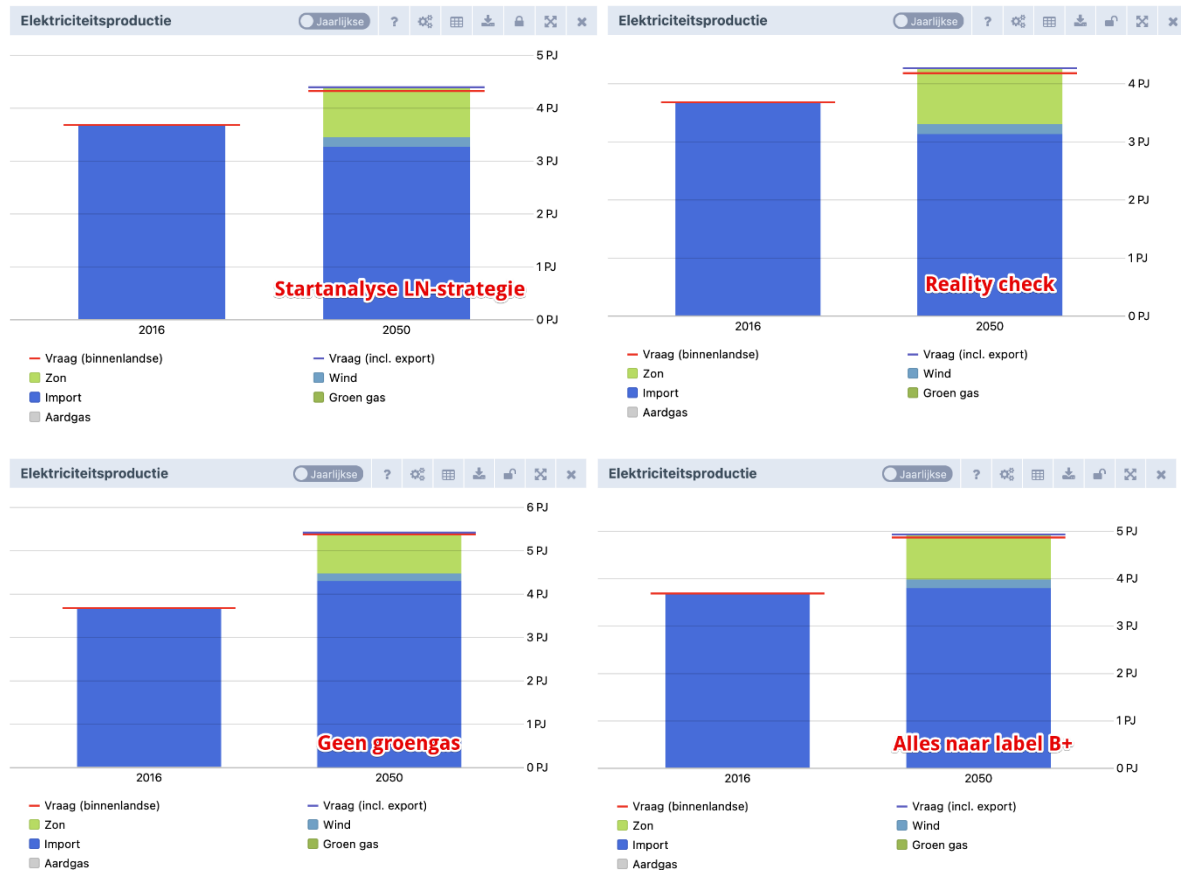
- Geografische visualisaties van de warmteplannen in de gebouwde omgeving (niet in dit document opgenomen);
- Eindgebruik verwarming en warm water in huishoudens (Figuur 10);
Deze resultaten laten onder andere zien dat voor de scenario's 'LN-strategie' en 'reality check' aardgasverbruik voor verwarming plaatsmaakt voor omgevingswarmte en warmtenetten, hoewel een deel van het aardgasverbruik behouden blijft. Bij scenario's 'groen gas' en 'alles naar label B+' is de afname van aardgasverbruik groter en neemt het totale energieverbruik van het systeem af.
- CO₂-emissies (Figuur 11);
Dit figuur laat zien een referentiesituatie van CO₂ emissies in 1990, het 'huidige' verbruik uit 2016 (uitgesplitst naar sectoren) en het toekomstige gemodelleerd verbruik volgens de gestelde ambities in 2050. De sectoren gebouwen en huishoudens ontbreken in 2050, deze zijn in dit geval CO₂ neutraal volgens de gemodelleerde ambitie.
- Elektriciteitsbalans, energiemix en energieneutraliteit (Figuur 12).
Deze resultaten laten de elektriciteitsbalans zien voor de 'huidige' situatie uit 2016 en de gemodelleerde scenario's. Met name valt op dat de totale elektriciteitsvraag – onder andere als product van het elektrificeren van de warmtevraag – toeneemt bij alle scenario's, met name bij 'geen groengas' en (in mindere mate) bij 'alles naar label B+'. Verder is te zien dat de relatieve bijdrage van zon het laagst is bij het 'geen groengas' scenario.



Figuur 10 Eindgebruik warmte in huishoudens per scenario



Figuur 11 CO₂-emissies per sector voor het heden en de toekomst



Figuur 12 Elektriciteitsbalans op jaarbasis per scenario

De belangrijkste systeeminzichten zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 Samenvatting van de belangrijkste systeeminzichten per scenario. Voor de reductie in CO₂ emissies is een vaste waarde gemodelleerd, ergo dat dezelfde waarde voor alle scenario's terugkomt. Een belangrijk onderscheid tussen de strategieën is dat de 'geen groengas' strategie het meeste elektriciteit in de energiemix heeft, terwijl het 'reality check' scenario een lager aandeel elektriciteit heeft. Deze verhouding is ook terug te zien in de hoeveelheid geïmporteerde elektriciteit.

Systeeminzicht	'Startanalyse LN-strategie'	'Reality check'	'Geen groengas'	'Alles naar label B+'
CO ₂ -emissies (% t.o.v. heden)	- 64,2%	- 64,2%	- 64,2%	- 64,2%
Elektriciteitsvraag	4,4 PJ	4,3 PJ	5,4 PJ	4,9 PJ
Geïmporteerde elektriciteit (% t.o.v. totale vraag)	74%	73%	79%	77%

Reflectie en evaluatie

De Gooi- en Vechtstreek use-case resultaten zijn in verschillende gezelschappen geëvalueerd: (1) met de regio als eindgebruiker, (2) met derden (CE Delft) en (3) met MONDAINE partners. Uit deze evaluaties zijn een aantal kernpunten voor verbetering in de toekomst gedestilleerd:

- Gebruiksvriendelijkheid** – De MONDAINE suite moet ook bruikbaar worden voor andere gebruikers zoals adviseurs en/of energiemodellereurs. Enerzijds zijn hier handleidingen voor nodig, anderzijds verdient de gebruikersworkflow (inclusief gebruiksvriendelijkheid) meer aandacht.
- Visualisatie en duiding van resultaten** – De MONDAINE resultaten moeten duidelijk en verklaarbaar zijn voor de (eind)gebruikers.

- Interactiviteit – Tijdens de werksessie ontstond de behoefte om interactief Vesta-MAIS door te kunnen rekenen, welke momenteel nog niet bestaat.
- Landelijke context – Om het toekomstige energiesysteem holistisch te kunnen benaderen, moeten ook ontwikkelingen in andere sectoren meegenomen worden. Landelijke prognoses (bijvoorbeeld de Klimaat- en Energieverkenning) kunnen helpen om een eerste beeld te schetsen van deze ontwikkelingen.

6.4. MONDAINE architectuur, ontwerp & implementatie

Doel werkpakket: In dit werkpakket is het ontwerp gemaakt en uitgevoerd van de het koppelmechanisme dat 'MONDAINE' is, waarmee vervolgens de integrale suite van modellen mee is ontwikkeld. Hierbij is gelet op het maken van een open architectuur. De bestaande tool ESDL en modellen PICO, VESTA en ETM zijn meegenomen in het ontwerp van de suite. Binnen dit werkpakket is dus de technische infrastructuur opgeleverd waar de use cases Amsterdam, Hengelo en Gooi- en Vechtstreek gebruik van hebben gemaakt.

Voor het ontwerp van MONDAINE als 'tool' waarmee verschillende energiemodellen gekoppeld kunnen worden is een *Model en Interoperabiliteit Architectuur* (MIA) opgesteld. Deze is ontworpen om modellen zo generiek mogelijk aan elkaar te kunnen laten koppelen. Hierbij is aandacht besteed aan een open architectuur waarin in de toekomst meerdere andere modellen aan toegevoegd kunnen worden. De koppeling tussen modellen wordt voorzien door de toepassing van de open-source taal ESDL¹⁴ (Energy System Description Language).

Modelkoppeling op verschillende niveau's

Binnen het Mondaine project worden de volgende modellen en tools gekoppeld:

- **PICO**¹⁵: Webapplicatie met kaarten en analysemogelijkheden voor vraagstukken over energie in de gebouwde omgeving
- **ETM**¹⁶: Webapplicatie die overzicht en inzicht verschaft in het energiesysteem, waarbij de gebruiker aan de knoppen zit om daarmee beter onderbouwde plannen te kunnen maken
- **VESTA**¹⁷: Ruimtelijk energiemodel (desktop applicatie) van de gebouwde omgeving voor het verkennen van opties voor verduurzamen van de warmtevraag (waarbij zowel gebouw- als gebiedsmaatregelen kunnen worden doorgerekend)
- **ESDL MapEditor**¹⁸: Webapplicatie waarmee ruimtelijke energie(transitie)scenario's kunnen worden ontworpen op de kaart, waarbij ruimtelijke, energetische, economische en tijdsaspecten kunnen worden gedefinieerd.

Figuur 13 toont het principeplaatje van deze gekoppelde modellen. Over het algemeen kunnen de meeste modellen opgesplitst worden in een data(base) laag, een reken laag en een user interface laag. De koppelingen kunnen op verschillende niveaus gemaakt worden. Schematisch is dat weergegeven met de twee horizontale bussen met de titel "ESDL Data Interchange". De betreffende databases, rekenkernen en user interfaces kunnen afhankelijk van de use-case ESDL informatie als input accepteren of als output opleveren. De aangegeven pijltjes zijn slechts ter illustratie. Het uiteindelijke ontwerp van de koppeling tussen de beschreven modellen is beschreven in de MONDAINE Model & Interoperabiliteit Architectuur (MIA) document.

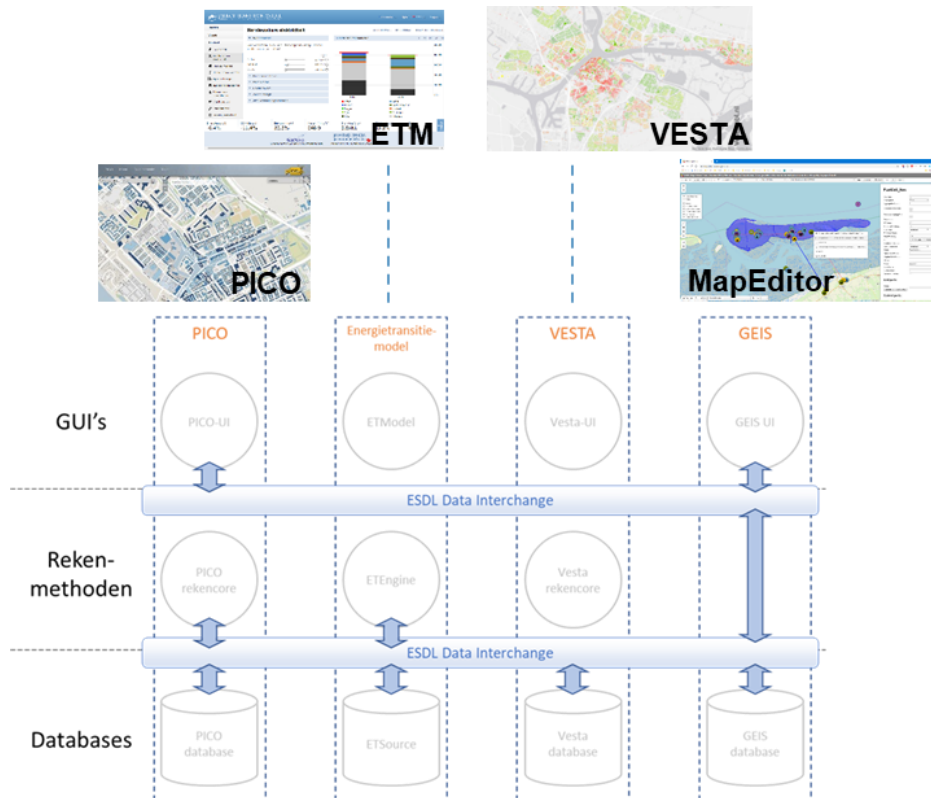
¹⁴ <https://energytransition.gitbook.io/esdl/>

¹⁵ <https://pico.geodan.nl/pico/index.html>

¹⁶ <https://energytransitionmodel.com/?locale=nl>

¹⁷ <https://www.pbl.nl/modellen/vesta>

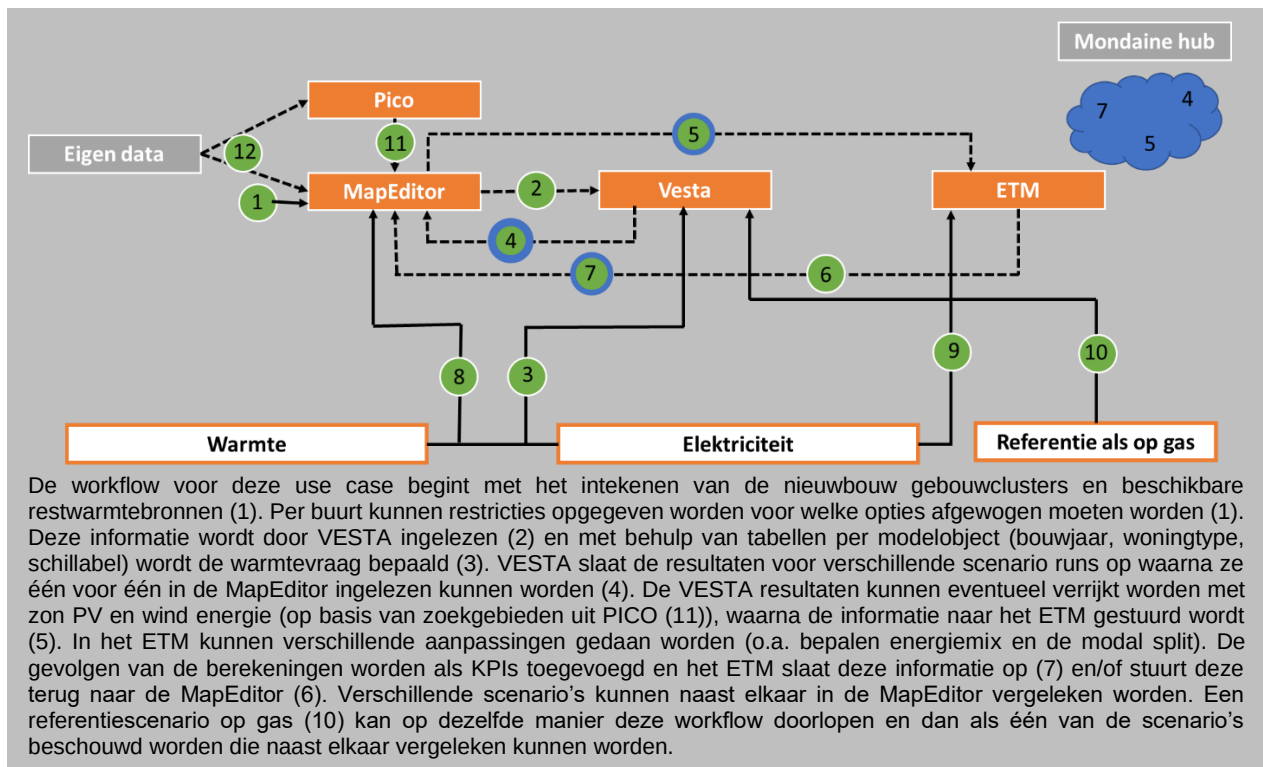
¹⁸ <https://mapeditor.hesi.energy/>



Figuur 13 Principeplaatje van de gekoppelde Mondaine modellen

Use-cases

Het technische ontwerp van de beoogde koppelingen vanuit de use-cases is in de MONDAINE Model & Interoperabiliteit Architectuur (MIA) beschreven. Hierin wordt per use-case een overzicht gegeven van de beoogde workflow van de modelkoppelingen en een overzicht van eisen. Zie Figuur 14 voor een voorbeeld workflow vanuit de use-case Amsterdam Haven-Stad.



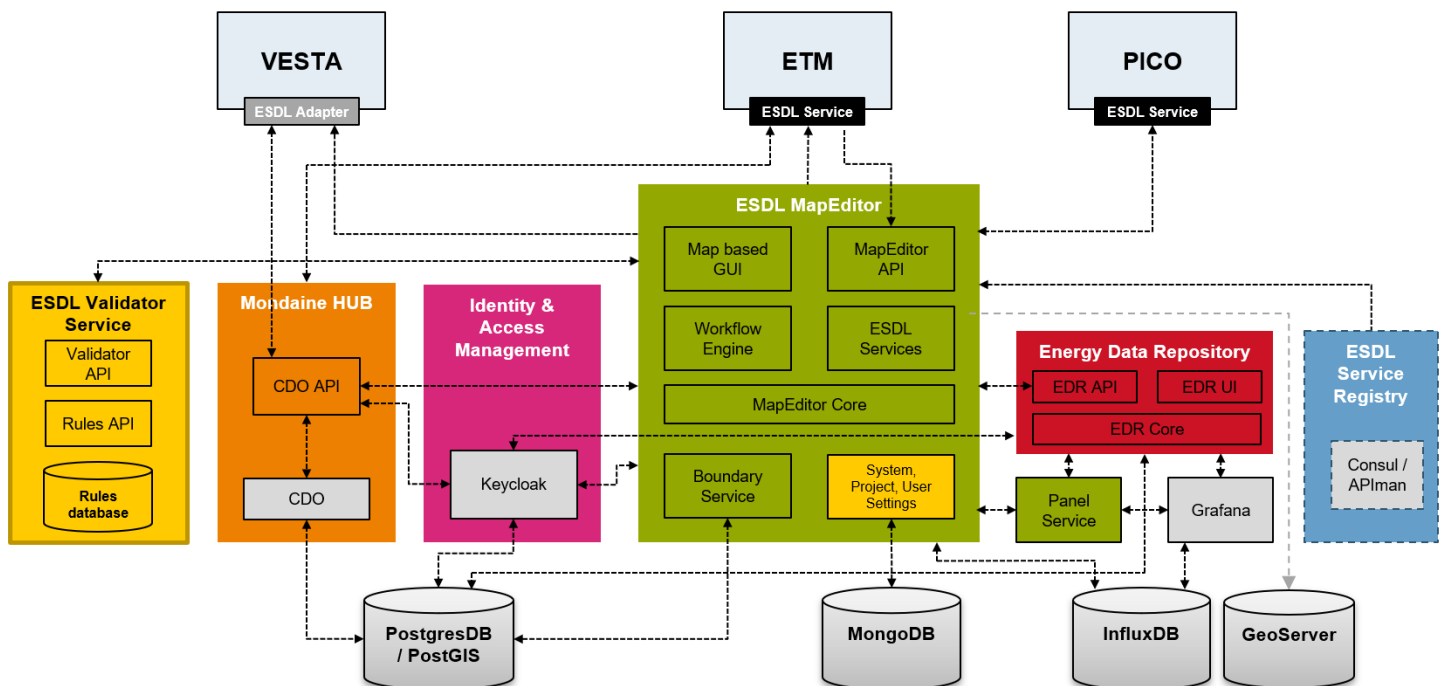
Figuur 14 Workflow van de use-case Amsterdam Haven-Stad.

Interoperabiliteit en data uitwisseling

De MONDAINE MIA gaat in detail in op de niveaus van interoperabiliteit. Hier wordt de hiërarchische structuur volgens *Levels of Conceptual Interoperability* van Wang et al. (2009)¹⁹ aangehouden, waarbij onder andere door het toepassen van ESDL de interoperabiliteit tussen energiemodellen in MONDAINE naar respectievelijk niveau 1 en niveau 2-4 kan worden getild (hogere niveaus corresponderen met een betere interoperabiliteit tussen modellen). Deze sectie beschrijft in detail hoe de interoperabiliteit wordt bewerkstelligd op deze verschillende niveaus. Hierbij zijn een aantal individueel te onderscheiden elementen geïmplementeerd:

- De **ESDL MapEditor**, integreert meerdere kernfunctionaliteiten en biedt de gebruikersinterface voor de Mondaine Suite.
- De **Mondaine Hub**, is de opslagplaats voor modellen.
- De **Energy Data Repository (EDR)** is een specifieke versie van een opslag (Mondaine Hub) die gebruikt wordt voor het opslaan van publieke factsheets met kengetallen
- In de **Mondaine Registry** worden alle ESDL diensten geregistreerd, zodat ze voor andere gebruikers te vinden zijn en opgenomen kunnen worden in bijv. een workflow
- **Opslag voor user & project preferences** wordt gebruikt voor het opslaan van allerlei instellingen en data, zowel voor individuele gebruikers als op project niveau.
- **Identity en Access management** wordt gebruikt om veilig en gecontroleerd toegang te kunnen bieden tot informatie en diensten, maar ook om onderling informatie te delen.

Per beoogde individuele modelkoppeling is een beschrijving gegeven in de MIA van diens ontwerp. Het uiteindelijke ontwerp van de MIA is weergegeven in Figuur 15. De bovenste laag in dit figuur bevat de energiemodellen, in dit geval dus VESTA, ETM en PICO, die met elkaar verbonden worden voor informatie-uitwisseling. De middelste laag verzorgt de interoperabiliteit tussen deze modellen. De onderste laag bevat een aantal verschillende databases die gebruikt worden voor opslag van verschillende soorten informatie



Figuur 15 De Mondaine Model en Interoperabiliteit Architectuur

¹⁹ The Levels of Conceptual Interoperability Model: Applying Systems Engineering Principles to M&S (2009). Wang et al. 2009. Proceedings of Spring Simulation Multiconference (SpringSim'09). San Diego, CA, USA. Available at: <https://arxiv.org/abs/0908.0191>

Documentatie

Voor meer informatie over ESDL, zie [ESDL Documentation - ESDL \(gitbook.io\)](#). Voor de ESDL Map Editor, zie [Map based ESDL editor \(hesi.energy\)](#). Voor de Energy Data Repository zie [ESDL Energy Data Repository \(hesi.energy\)](#). Voor de MONDAINE Hub zie [ESDL store \(hesi.energy\)](#)²⁰.

6.5. Validatie

Doel werkpakket: Validatie heeft als tweeledig doel: (1) het kijken of de modelintegratie die uitgevoerd is (met oog op opschalen) werkt, en (2) het verifiëren van de meerwaarde van de MONDAINE suite en de bijbehorende aanpak, met als voorbeeld de use-cases, door het vergelijken van het werken met de 'MONDAINE-suite' tegenover het werken met individuele modellen.

Technische validatie

In het technische validatie sub-werkpakket is er nagegaan of de uitkomsten vanuit de koppeling of gedeelde functionaliteit van verschillende modellen of tools koppelbaar zijn – dus of de informatie uit te wisselen is. Bovendien wordt er gekeken naar de herhaalbaarheid van de koppelen, met use-case implementatie in gedachten.

Technische validatie heeft 4 stappen doorlopen in het MONDAINE project:

1. Systeemvalidatie

Systeemvalidatie is het gedocumenteerde proces om ervoor te zorgen dat een (geautomatiseerd) systeem precies doet waarvoor het is ontworpen, op een consistente en reproduceerbare manier. Het 'systeem' definiëren we dan als de software die de (informatie over een) energiesysteem moet converteren naar ESDL en visa versa.

Vanuit systeemvalidatie zijn twee aanbevelingen voortgekomen voor de modelkoppelingen van MONDAINE: (1) steviger organiseren van versiebeheer van ESDL en (2) impliciete afspraken (in ESDL) expliciet maken.

2. Interoperabiliteit

Interoperabiliteit is de mogelijkheid van verschillende autonome, heterogene systemen, modellen of organisaties om met elkaar te communiceren en samen te werken met behulp van de Mondaine methode. Hierin is gekeken naar semantische interoperabiliteit (duidelijkheid wat betreft uitgewisselde informatie), technische interoperabiliteit (technische werking van het uitwisselen van informatie) en organisatorische interoperabiliteit (hoe de documentatie open source wordt aangeboden).

Vanuit interoperabiliteit zijn er drie aanbevelingen geformuleerd: (1) het opstellen van semantische validatieregels, (2) het technisch ontsluiten, vanuit de complexe omgeving van ESDL, faciliteren en (3) het faciliteren van een online ESDL-community.

3. Opschalen

De scope van energiesysteem modellen kunnen enorm variëren. Zowel technisch in tijd, ruimte en detail, als ook in het aantal en type van de organisaties die er gebruik van maken. Het ESDL is vanuit de praktijk ontstaan en langzaam gegroeid. Daarom is het goed om te kijken of er problemen kunnen ontstaan om zaken op te schalen.

²⁰ De MONDAINE Hub wordt in de loop van 2021 vervangen door [de ESDL Studio \(hesi.energy\)](#).

Vanuit opschalen is er één aanbeveling geformuleerd: het ESDL – dat breed toepasbaar en uitbreidbaar is ontworpen – uitbreiden, zodat bijvoorbeeld aggregeren naar nieuwe detailniveaus wordt gefaciliteerd.

4. Monitoring

Het monitoren van het gebruik van ESDL om de kwaliteit te bewaken is belangrijk; vooral als het aantal gebruikers en koppelingen zal gaan toenemen.

Vanuit monitoring is er één aanbeveling gekomen: om een eerste Proof-of-concept te maken van een ESDL Validator die op een geautomatiseerde manier technische en semantische validatieregels lang loopt om een ESDL te valideren.

Naar het technische validatierapport is er – als opvolging van punt 4 ‘Monitoring’ – tevens een online ESDL validator ontwikkeld. Deze is online te vinden op deze locatie: [ESDL-Validator \(geodan.nl\)](https://geodan.nl/ESDL-Validator).

Inhoudelijke validatie

De inhoudelijke meerwaarde van de koppelingen gerealiseerd in het MONDAINE project zijn gevalideerd door middel van het uitvoeren van use-cases. Binnen het huidige sub-werkpakket wordt er systematisch gereflecteerd op deze meerwaarde, volgende vanuit de use-cases, door het gezamenlijk beantwoorden van vragen met betrekking tot de (tussen-)resultaten. Figuur 1 (rechts) laat deze systematiek zien.

Binnen de scope van de huidige rapportage wordt alleen de uiteindelijke meerwaarde – vanuit evaluatie intern (MONDAINE partners) en extern (betrokken pilot overheden en derden) – samengevat (Tabel 2).

Tabel 2 Meerwaarde MONDAINE vanuit evaluaties use-cases

#	Meerwaarde MONDAINE voor use-case
Amsterdam Haven-Stad	
1	Met behulp van MONDAINE ontstaat inzicht in het effect van verschillende warmte-oplossingen voor een nieuwe wijk.
2	Met behulp van MONDAINE ontstaat inzicht in het effect van het vastleggen van één warmteoplossing voor een buurt op de warmteoplossingen voor de omliggende regio.
3	De technische koppeling van meerdere, onafhankelijke, modellen maakt het mogelijk om een overkoepelend overzicht te krijgen in zowel de warmteoplossingen als de elektriciteitsmix die nodig is voor een bepaald gebied.
Hengelo	
4	Het ontwerp van de scenario's is gebaseerd op de informatievraag van de gemeente Hengelo. In deze context was het van belang om de verschillende aspecten van het energiesysteem te integreren in een model. Het ETM-model geeft een goed overzicht van alle onderdelen in het energiesysteem, om en totaalbeeld te schetsen. Hoewel ETM het totaaloverzicht geeft, ontbreekt hierin fijnmazige detailinformatie over bijvoorbeeld de warmte in de gebouwde omgeving en de ruimtelijke potentie van opwek. Door de detailinformatie vanuit andere modellen te berekenen, kan de detailinformatie in MONDAINE aan de ETM scenario's toegevoegd worden. Hiermee is het mogelijk om een preciezer beeld van de toekomst te geven, waarbij onderliggende gegevens onderbouwd zijn met modellen. Met de gecombineerde informatie kan de gemeente zien dat ze met de geplande projecten aan de RES-doelstelling kunnen voldoen.
Gooi- en Vechtstreek	
5	Met MONDAINE krijgt de eindgebruiker inzicht in het integrale beeld van de energietransitie. Dit geeft inzicht in hoe de RES en TVW elkaar beïnvloeden

6	Met MONDAINE kunnen deelplannen uit de verschillende sectoren opgeteld worden om een beeld te krijgen van het toekomstige energiesysteem.
7	Met MONDAINE krijgt de eindgebruiker inzicht in de koppeling tussen lokale plannen en regionale doelstellingen, o.a. op het gebied van energieneutraliteit, besparing op CO ₂ emissies, etc.
8	Met MONDAINE krijgt de gebruiker de mogelijkheid om gevoeligheidsanalyses te doen en "wat als" vragen te verkennen als aanvulling op de huidige analyse.

6.6. Communicatie & Disseminatie

Doel werkpakket: Het doel van dit werkpakket is allereerst het opstellen van een communicatie- en disseminatiestrategie voor het MONDAINE project, om daaropvolgende te komen tot effectieve kennisoverdracht van de behaalde resultaten en opgedane inzichten vanuit het MONDAINE project.

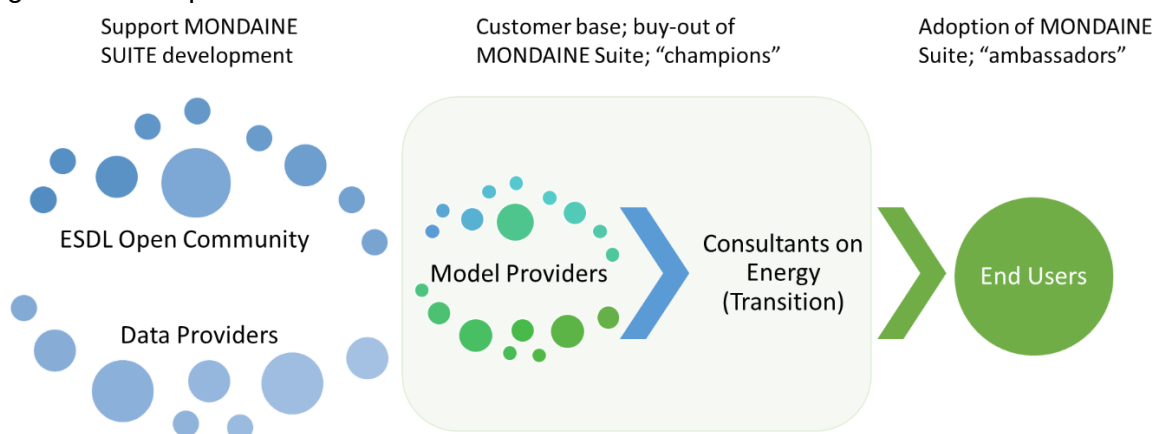
Vanuit het werkpakket communicatie en disseminatie zijn er activiteiten georganiseerd met het hoofddoel het informeren van stakeholders over MONDAINE en het dissemineren van de resultaten van MONDAINE. Deze activiteiten zijn gebaseerd op een communicatieplan, opgesteld in de eerste maanden van het MONDAINE project.

Communicatieplan

Het communicatieplan van MONDAINE bestaat uit een drie hoofdelementen: (1) stakeholderanalyse en (2) plan van aanpak en (3) visual identity.

Stakeholderanalyse

Om te verzekeren dat de communicatie- en disseminatie-activiteiten van het MONDAINE project alle verschillende typen stakeholders bereiken welke relevant zijn voor de doelen van dit project, is er een waardeketen opgesteld welke als richtlijn dient ter identificatie van stakeholders. Deze waardeketen is weergegeven in Figuur 16. Deze waardeketen is in het communicatieplan – op basis van de daar ook opgestelde communicatiedoelen – verder gespecificeerd naar individuele stakeholders, en zijn er communicatie-strategieën geformuleerd per stakeholder.

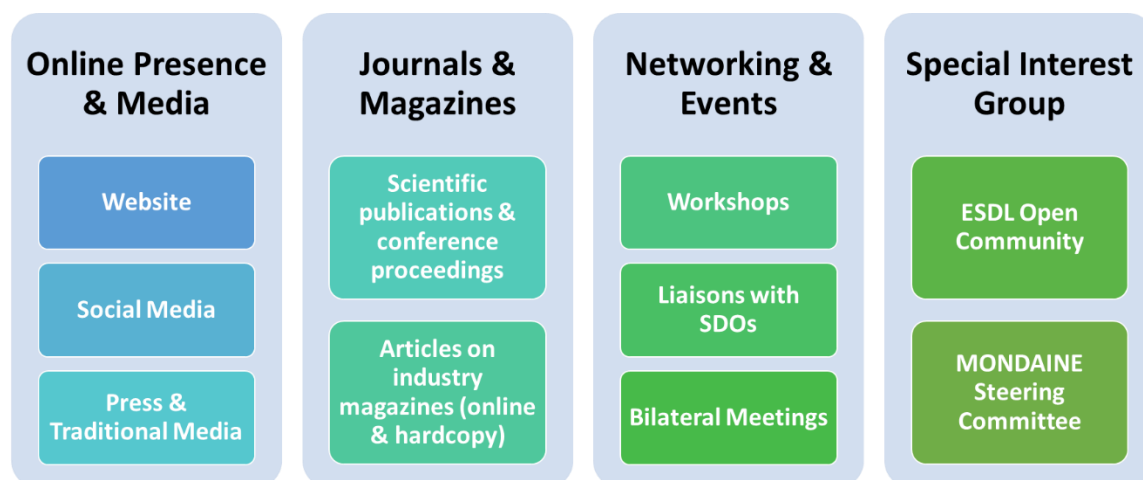


Figuur 16 MONDAINE waardeketen

Plan van aanpak

Ten behoeve van het behalen van de communicatiedoelen van MONDAINE voor de stakeholders volgens de uitgevoerde stakeholderanalyse, is een plan van aanpak ontwikkeld.

Deze bevat een aantal hoofdelementen. Allereerst is er in kaart gebracht middels welke kanalen er mogelijk gecommuniceerd kan worden binnen het MONDAINE project (Figuur 17). Per type geïdentificeerde stakeholder is bepaald welk communicatiemiddel primair geïmplementeerd kan worden.



Figuur 17 Overzicht van communicatiemethoden van het MONDAINE project

Ten tweede is er gekeken naar 'online presence & media'. Hierin wordt beschreven dat MONDAINE een eigen, goed vindbare homepage dient te hebben²¹. Verder is er bepaald gebruik te maken van LinkedIn om ook via social media aandacht te vestigen op MONDAINE²². Ook wordt er – waar mogelijk – gebruik gemaakt van traditionele media om de boodschap over MONDAINE te verspreiden.

Tot slot is er nagedacht over de toegevoegde waarde van netwerkspanningen en het zelf organiseren van een event. Hierbij is besloten onder andere MONDAINE te representeren op het Warmtecongres (2019) en zelf een MONDAINE symposium te organiseren (2019).

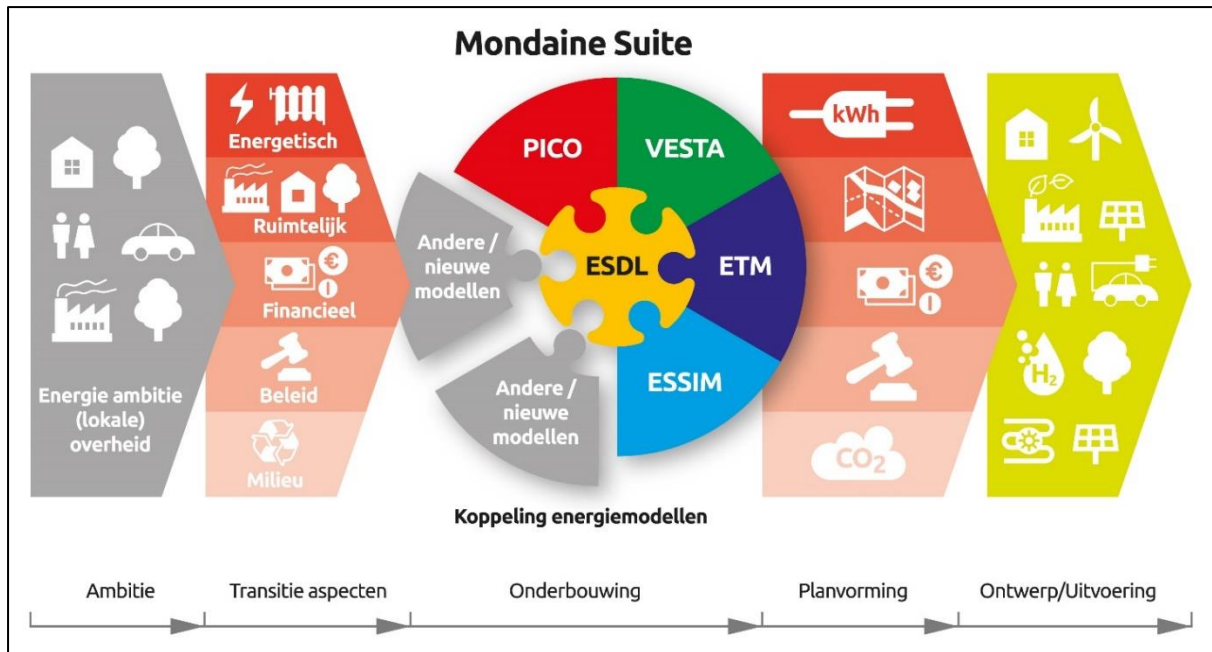
Marketing & promotiemateriaal

Voor het succesvol behalen van de communicatiedoelen van MONDAINE, is er aandacht gegeven aan marketing & promotiemateriaal. Onder andere zijn er flyers en 'event gifts' geproduceerd. Ook zijn er PowerPoint slide decks geproduceerd met daarin het 'verhaal van MONDAINE'.

Om het bovenstaande te faciliteren is er – in samenwerking met ontwerpbureau Studio2010 – een visual identity ontwikkeld van MONDAINE. Dit heeft onder andere geleid tot het ontwerp van het logo van MONDAINE en verschillende inhoudelijke infographics, waaronder een die de visie van de MONDAINE suite visualiseert (Figuur 18).

²¹ De homepage van MONDAINE is hier te vinden: <https://www.mondaine-suite.nl/>.

²² De LinkedIn groep van MONDAINE is hier te vinden: <https://www.linkedin.com/company/mondaine-suite/>.



Figuur 18 Infographic van de 'visie' van MONDAINE

MONDAINE symposium

Op 21 november 2019 heeft het MONDAINE consortium een symposium georganiseerd, op locatie Villa Jongerius, voor een diverse groep van ongeveer 50 betrokkenen. Op dit symposium is er informatie gedissemineerd over MONDAINE en tussenresultaten van koppelingen vanuit dit project, zijn er presentaties gegeven door gastsprekers van Alliander, de TKI Urban Energy en PBL en is er actief interactie aangegeven met de aanwezige belanghebbenden door middel van kennistafels (zie Figuur 19 voor een overzicht van het programma).

Tijd	Inhoud
12:00	Inloop lunch
12.30	Opening mini-symposium & filmpje <i>Sander Berkhout, Balance</i>
12:45	‘Een zienswijze op de toekomst van energietransitierekenmodellen’ <i>Tijs Wilbrink, TKI Urban Energy</i>
13.05	‘RES netimpact bepalen: werkproces’ <i>Paulus Karremans, Alliander</i>
13.20	‘Startanalyse aardgasvrije buurten’ <i>Ruud van den Wijngaart, PBL</i>
13.35	Presentatie Mondaine – koppelen van modellen <i>Edwin Matthijssen, TNO</i>
13:50	Praktijkvoorbeeld van Mondaine – Gooi & Vechtstreek <i>Roos van der Kok, Quintel Intelligence</i>
14:10	Uitleg interactieve sessie & filmpje <i>Sander Berkhout, Balance</i>
14:30 – 14:55	Start eerste ronde kennistafel
15:00 – 15:25	Start tweede ronde kennistafel
15.30 – 15:55	Start derde ronde kennistafel
16:00 – 16.25	Start vierde ronde kennistafel
16:30	Afronding Mondaine mini-symposium <i>Sander Berkhout, Balance</i>
17:00	Afsluitende netwerkborrel

Figuur 19 Programma MONDAINE symposium 21 november 2019

MONDAINE-ready stappenplan

Voor derden die overwegen met hun energiemodel aan te sluiten aan het MONDAINE ecosysteem, is het MONDAINE-ready stappenplan ontwikkeld – het proces van het koppelen van een nieuw energiemodel versimpeld en uitgelegd in enkele, afzonderlijke processtappen:

- **Stap 1:** Doel en functionaliteiten bepalen
- **Stap 2:** Contact met MONDAINE consortium
- **Stap 3:** Model aanpassen op ESDL taal
- **Stap 4:** Link naar de MONDAINE Drive
- **Stap 5:** Individuele modelkoppelingen
- **Stap 6:** Publicatie broncode koppelingen (optioneel)
- **Stap 7:** Aanpassingen aan MONDAINE documentatie
- **Einde:** Integrale modelberekeningen mogelijk

Het MONDAINE-ready stappenplan is online gepubliceerd op de [MONDAINE website](#).

6.7. Project management

Doel werkpakket: Het doel van dit werkpakket is het verzorgen van effectief project management rondom het MONDAINE project.

Het management van het TKI MONDAINE project – inclusief het risicomanagement omtrent het project – is met succes uitgevoerd en verslag gelegd in drie periodieke projectrapportages.

Gedurende de looptijd van het project zijn er meerdere contactmomenten geweest met RVO, over het optreden van risico's, mogelijke wijzigingen in scope, presentaties van tussenresultaten en generieke updates.

7. Overzicht van deliverables

Tabel 3 geeft een overzicht van de deliverables geproduceerd binnen het TKI MONDAINE 2.0 project.

Tabel 3 Overzicht van deliverables TKI MONDAINE 2.0

#	Werk-pakket	Naam deliverable projectplan	Naam uiteindelijke deliverable	Opmerkingen
D0.1-1	0	Periodieke projectrapportage M6	D0.1-1_Periodieke_projectrapportage_M6.pdf	
D0.1-2	0	Periodieke projectrapportage M12	D0.1-2_Periodieke_projectrapportage_M12.pdf	
D0.1-3	0	Periodieke projectrapportage M18	D0.1-3_Periodieke_projectrapportage_M18.pdf	
D0.2	0	Finale eindrapportage	D0.2_MONDAINE_eindrapportage.pdf	Openbare samenvatting resultaten en deliverables voor online publicatie
D1.1	1	Energy Model en Data MONDAINE Interoperability Architecture (MIA)	D1.1_MONDAINE_MIA	
D1.2	1	MIA Implementatie met MONDAINE Hub tussen de modellen en via MONDAINE Hub beschikbare database	MONDAINE Hub (online beschikbaar)	De MIA beschrijft het ontwerp, de implementatie van de koppelingen is gedocumenteerd op de ESDL documentatie ²³ , de EDR ²⁴ en de MONDAINE Hub ²⁵
D1.3	1	Map Editor online beschikbaar	ESDL Map Editor (online beschikbaar)	De ESDL Map Editor is open source, maar vereist een login om mee te werken ²⁶
D1.4	1	MONDAINE Use-case resultaten beschikbaar online via Map Editor	-	Beschikbaar via de ESDL Map Editor ²⁶
D2.1	2	Rapport van centrale vraag, de nulmeting en de eisen, wensen en uitgangspunten van de use-case Amsterdam	D2_MONDAINE_Use_case_Amsterdam.pdf	Deliverables 2.1, 2.2 en 2.3 zijn samengevoegd tot één document
D2.2	2	Rapport met resultaat prototype tests en MONDAINE eindresultaat	D2_MONDAINE_Use_case_Amsterdam.pdf	Deliverables 2.1, 2.2 en 2.3 zijn samengevoegd tot één document

²³ <https://energytransition.gitbook.io/esdl/>

²⁴ <https://edr.hesi.energy/#!/home>

²⁵ [ESDL store \(hesi.energy\)](#)

²⁶ <https://mapeditor.hesi.energy/>

TKI MONDAINE 2.0: Eindrapportage

D2.3	2	Verslag van reflectie, evaluatie en 'upscaling' MONDAINE (intern en met Amsterdam)	D2_MONDAINE_Use_case_Amsterdam.pdf & D5.2_MONDAINE_Inhoudelijke_validatie.pdf	Deliverables 2.1, 2.2 en 2.3 zijn samengevoegd tot één document. Een deel van de reflectie vanuit use-case Amsterdam is opgenomen in het inhoudelijke validatie deliverable.
D3.1	3	Rapport van centrale vraag, de nulmeting en de eisen, wensen en uitgangspunten van de use-case Hengelo	D3_MONDAINE_Use_case_Hengelo.pdf	Deliverables 3.1, 3.2, 3.3 en 3.4 zijn samengevoegd tot één document
D3.2	3	Rapport met resultaten en vergelijking tussen ETM, Vesta en MONDAINE resultaten	D3_MONDAINE_Use_case_Hengelo.pdf	Deliverables 3.1, 3.2, 3.3 en 3.4 zijn samengevoegd tot één document
D3.3	3	Geografische visualisatie resultaten	D3_MONDAINE_Use_case_Hengelo.pdf	Deliverables 3.1, 3.2, 3.3 en 3.4 zijn samengevoegd tot één document
D3.4	3	Verslag van reflectie, evaluatie en 'upscaling' MONDAINE (intern en met Hengelo)	D3_MONDAINE_Use_case_Hengelo.pdf	Deliverables 3.1, 3.2, 3.3 en 3.4 zijn samengevoegd tot één document
D4.1	4	Rapport van nulmeting met de geografische/energetische opbouw en analyse	D4_MONDAINE_Use_case_Gooi_en_Vechtstreek.pdf	Deliverables 4.1, 4.2, 4.3 en 4.4 zijn samengevoegd tot één document
D4.2	4	Rapport van centrale vraag en de eisen, wensen en uitgangspunten van de use - case Regio Gooi- en Vechtstreek	D4_MONDAINE_Use_case_Gooi_en_Vechtstreek.pdf	Deliverables 4.1, 4.2, 4.3 en 4.4 zijn samengevoegd tot één document
D4.3	4	Rapport met resultaat prototype tests en MONDAINE eindresultaat	D4_MONDAINE_Use_case_Gooi_en_Vechtstreek.pdf	Deliverables 4.1, 4.2, 4.3 en 4.4 zijn samengevoegd tot één document
D4.4	4	Verslag van reflectie, evaluatie en 'upscaling' MONDAINE (intern en met Amsterdam)	D4_MONDAINE_Use_case_Gooi_en_Vechtstreek.pdf	Deliverables 4.1, 4.2, 4.3 en 4.4 zijn samengevoegd tot één document
D5.1	5	Rapport met bevindingen en aanbevelingen Technische Validatie	D5.1_MONDAINE_Technische_validatie.pdf	
D5.2	5	Rapport met bevindingen en aanbevelingen wat betreft de meerwaarde van MONDAINE	D5.2_MONDAINE_Inhoudelijke_validatie.pdf	
D6.1	6	Communicatieplan gebaseerd op de stakeholdersanalyse	D6.1_MONDAINE_Communicatieplan_en_Stakeholderanalyse.pdf	
D6.2	6	Projectwebsite 'live'	Mondaine-suite	Online beschikbaar ²⁷
D6.3	6	Publicatie op de MONDAINE website van de 'MONDAINE-ready' stappenplan	MONDAINE-ready stappenplan	Online beschikbaar ²⁸
D6.4	6	Document met gebundeld de notulen en/ of beknopte samenvattingen van de georganiseerde gebruikersbijeenkomsten en de presentaties op beurzen.	D6.4_MONDAINE_verslag_symposium.pdf	De meest relevante evenement bijgewoond / georganiseerd gedurende het MONDAINE project is het symposium uit 2019 – daar wordt in deze deliverable exclusief op gefocust

²⁷ <https://www.mondaine-suite.nl/>

²⁸ https://www.mondaine-suite.nl/wp-content/uploads/2021/03/MONDAINE-ready-stappenplan_definitief.pdf

8. Vervolg

Na 2 jaar innovatie heeft het MONDAINE consortium vanuit de praktijk laten zien dat het koppelen van verschillende modellen mogelijk is en meerwaarde kan bieden. Het principe achter MONDAINE – het onderling afstemmen van modellen op basis van de afspraken in de 'energietaal' ESDL – is breed implementeerbaar en kan een oplossing bieden voor complexe vraagstukken binnen de energietransitie, waarbij op verschillende schaalniveaus (geografisch, temporaal, energetisch), met verschillende visualisaties en met behulp van verschillende KPI's inzichten noodzakelijk zijn. Om een succesvol vervolg te faciliteren zijn echter een aantal aspecten van belang. Dit laatste hoofdstuk van deze rapportage bespreekt de meest relevante van deze aspecten.

Een van de meest belangrijke toekomstige verbeterpunten is de gebruikersvriendelijkheid van de gebruikersinterface van MONDAINE – waarmee wordt bedoeld op het aansturen van de ontwikkelde koppelingen tussen de verschillende betrokken energiemodellen. Zowel het activeren van modelmodules als de presentatie van resultaten kan nog worden verbeterd wat betreft het gemak in gebruik en interpretatie voor de niet-expert gebruiker. Bovendien is de transparantie van de aannames achter de modellen nog een aspect dat mogelijk verbeterd kan worden – hoewel de source code van MONDAINE openbaar is, kan het voor sommige gebruikers aan tijd of kennis ontbreken om goed uit de voeten te kunnen met deze source code.

Binnen het MONDAINE project is er aandacht gegeven voor inhoudelijk reflecteren op of modelresultaten van verschillende modellen onderling te vergelijken zijn, ook wanneer deze dezelfde grootte en eenheid hebben. Verschillende modellen kunnen namelijk resultaten produceren van KPI's met een ander achterliggend doel, waardoor onderling ogenschijnlijk dezelfde KPI's toch niet één op één te vergelijken zijn. Meer aandacht voor deze inhoudelijke validatie zou de interpretatie van modelresultaten en het onderling vergelijken van deze resultaten vergemakkelijken en de koppeling tussen de modellen inhoudelijk verstevigen.

Verder zou actieve community building in de ESDL community helpen om gezamenlijk een gedeelde kennisbasis op te bouwen en de hoeveelheid actieve gebruikers uit te breiden. Hoewel er al goede documentatie van ESDL is (welke continue wordt uitgebreid), zou het actief tijd en energie besteden aan het uitbreiden van een gebruikersgroep veel voordelen kunnen hebben, zoals verbeterde kwaliteit van de documentatie en ESDL zelf door meer feedback vanuit de community.

Het MONDAINE ecosysteem aan momenteel betrokken partijen en hun modellen zijn gebaat bij het aansluiten van nieuwe organisaties en hun energiemodellen. Zodoende kunnen nieuwe functionaliteiten worden ontwikkeld die nieuwe of nog betere inzichten geven in complexe problematiek in de energietransitie, waar huidige energiemodellen individueel nog in tekort schieten. Bovendien zorgt het uitbreiden van het MONDAINE ecosysteem voor een groter draagvlak van MONDAINE als middel om energiemodellen te koppelen. Wanneer nieuwe energiemodellen worden aangesloten aan het MONDAINE ecosysteem, is het zaak – wanneer nodig – ook de ESDL taal uit te breiden (waarvoor het ontworpen is).

Tot slot is de observatie dat door praktijkervaring op te doen gedurende dit project, iteratief de MONDAINE suite verbetert wordt. Meer praktijkervaring – bij ondersteuning van nationale problematiek, bij RESsen of bij lokaal beleid – zou de gerichte doorontwikkeling, kwaliteitsverbetering, validatie en aansluiting bij de praktijk ten goede komen.