



Verkennen warmteverlies Gebouwde omgeving met satellietbeelden

Datum 9 juli 2024
Status Tweede concept



Colofon

Projectnaam	Verkennen warmteverlies GO met satelietbeelden
Projectnummer	116590
Versienummer	1
Locatie	T:\rvo\RVO projecten\Programma VIVET\3 DeelProjecten\2024\satelietdata
Projectleiders	Ingrid van Grootveld
Contactpersoon	Gerdien van der Vreede
Bijlage(n)	
Auteurs	Ingrid van Grootveld, Coco Antonissen, Eesge Elzinga

Inhoud

Colofon—1
Samenvatting—4

1	Inleiding—5
2	Het probleem—6
2.1	De mogelijke oplossing—6
3	Vooronderzoek—7
3.1	Luchtfoto onderzoek—7
3.2	Schaalgrootte: 3.5 m. bij 3.5 m.—8
3.3	SatVU-infrarood beelden—8
4	Vervolgonderzoeksvragen—10
5	Relevante bronnen—11

Samenvatting

Via satellietbeelden zijn warmtebeelden op een schaal van 30*30 m beschikbaar. We onderzoeken of deze gegevens kunnen worden gecorreleerd aan de energielabels en/of het gemiddelde warmtegebruik.

De huidige gegevens (o.a. energie labels en de referentie verbruiken van PBL) gaan uit van gebouwkarakteristieken en modelberekeningen. Dat zal in veel gevallen afwijken van de daadwerkelijke energieverliezen. Daar komt nog bij dat de energie labels vaak verouderd of überhaupt niet beschikbaar zijn. Tot nu toe was er geen manier om land dekkend na te gaan hoe groot de daadwerkelijke energieverliezen zijn, en werd dus noodgedwongen uitgegaan van modelberekeningen en aannames, terwijl het niet mogelijk was om vast te stellen hoe dicht dat bij de werkelijkheid komt.

Er is eerst een desktopstudie gedaan, waarbij we uit de casus van Amsterdam leerden dat daken niet representatief zijn voor de warmteverliezen, omdat men niet op zolder leeft. Wel zien we een 'rode lijn' (als indicatie van warmteverlies van de gevels) rondom gebouwen.

Vraag is of we deze rode lijn kunnen scheiden van andere vormen van warmte in de openbare ruimte? Daar is tenminste een nauwkeurigheid van 3.5 bij 3.5 meter nodig. Die beelden zijn nog niet beschikbaar op de (commerciële) satellietmarkt.

Voorzien wordt dat in 2025/2026 wel een commerciële satelliet de lucht in zal gaan, waarmee het mogelijk gaat zijn.

1 Inleiding

Vanuit Europees en Nationaal beleid ligt er een forse verduurzamingsopgave in de gebouwde omgeving. Het gaat om het terugdringen van CO₂ uitstoot, door verminderd fossiel energieverbruik. Enerzijds gaat het om de overstap naar hernieuwbare (CO₂ neutrale) energie, anderzijds gaat het om een energiebesparingsopgave. Dit laatste kan door huishoudens worden bereikt door minder energie te verbruiken voor met name het verwarmen van hun huis. Dus zuiniger doen met energie. Zo zagen we het energieverbruik fiks dalen door o.a. de duurdere gasprijs, bij aanvang van de oorlog in de Oekraïne. Naast gedrag moet er ook worden gezorgd dat er geen energie verloren gaat, door het uitvoeren van isolatiemaatregelen.

De mate van isolatie en het energieverbruik dat hier mee bespaard kan worden per huis (appartement), wordt vastgelegd in de Energie prestatielabels bij RVO. Daar zijn er ruim 1,5 miljoen (checken) van verstrekt. Om per buurt en wijk duidelijkheid te krijgen in de staat van isolatie maken Kadaster en RVO, als VIVET-project, een kaart waarin de (gegevens uit) de Energieprestatielabels per wijk/buurt openbaar beschikbaar worden gesteld.

Voor het verwarmen van huizen worden er schattingen gemaakt van het verbruik per type woning, los van het gedrag door de specifieke inwoners van dat pand. In het VIVET-project 'referentieverbruik warmte' is op basis van het daadwerkelijk gebruik van energie voor warmte een referentieverbruik door PBL berekend. Hierin zijn kengetallen berekend met in achtname van b.v. de ELabels, de ouderdom van woningen en het type woning (vrijstaand, rijtjeshuis, appartement etc).

Toch bestaan er twijfels over de bruikbaarheid van deze bronnen. Deze twijfels hebben te maken met het beperkt aantal woningen (ca 1.5 M) die een ELabel toegekend hebben gekregen. Daarnaast bestaan er twijfels over de waarde van het ELabel, meestal worden woningen na toekenning van het label verkocht en na de verkoop verbouwd (w.o. vaak ook isolatie). De verbouwingsmaatregelen zijn niet vastgelegd in het ELabel. Daarnaast is het energiegebruik niet rechtlijnig afhankelijk van de mate van isolatie van de woningen, maar zoals al aangegeven ook van gedrag.

Er is behoefte aan inzicht in de betrouwbaarheid van de data over verbruik/ELabel en de mate van isolatie/energiebesparing en mogelijk ook al een eerste 'ijking'. Via satelietbeelden kunnen warmtebeelden met infraroodcamera's worden gemaakt. Vraag is of deze gegevens kunnen worden gecorrigeerd aan de ELabels, en/of het gemiddelde warmtegebruik op een zelfde schaal.

2 Het probleem

De gemeenten moeten voor de energietransitie keuzes maken welke wijken/buurtten er als eerst worden aangepakt. Om dat goed te kunnen doen, is het erg handig om zicht te hebben op de daadwerkelijke warmteverliezen van gebouwen.

De huidige gegevens (o.a. energie labels en de referentieverbruiken van PBL) gaan uit van gebouwkenmerken en modelberekeningen. Dat zal in veel gevallen afwijken van de daadwerkelijke energieverliezen. Daar komt nog bij dat de energie labels vaak verouderd of überhaupt niet beschikbaar zijn. Tot nu toe was er geen manier om landsdekkend na te gaan hoe groot de daadwerkelijke energieverliezen zijn, en werd dus noodgedwongen uitgegaan van modelberekeningen en aannames, terwijl het niet mogelijk was om vast te stellen hoe dicht dat bij de werkelijkheid komt.

2.1 De mogelijke oplossing

Via satellietbeelden zijn warmtebeelden op een schaal van 30*30 m beschikbaar. We onderzoeken of deze gegevens kunnen worden gecorreleerd aan de energie labels en/of het gemiddelde warmtegebruik. Als blijkt dat er een betrouwbare correlatie is, kan de kaart gebruikt worden door gemeenten om te zien waar de grootste warmteverliezen zitten, en waar dus de grootste winst is te behalen met besparings/verduurzamingsmaatregelen. Twee deelvragen

1. Kan er op basis van de satellietbeelden een landsdekkend beeld worden gegenereerd met warmteverlies/isolatieopgave om te komen tot een verbeterd handelingsperspectief voor de verduurzamingsopgave in de gebouwde omgeving, in eerste instantie voor gemeenten?
2. De satellietbeelden vormen een eerste beeld van hoe het warmteverlies daadwerkelijk plaats vindt in stedelijk gebied, en kan het input vormen voor correlaties met ELabels en de PBL-modelleringen?

Voorwaarde voor het project is, dat we niet opnieuw vliegen of gevelmetingen doen, we verzamelen en bewerken alleen reeds beschikbare data. (ELabels, referentieverbruik warmte, jaar energieverbruik, luchtfoto's Amsterdam, Midden Delfland en Leidschendam-Voorburg, openbare satellietdata). Dit alles om tot een landsdekkend beeld te komen.

Het onderscheid tussen warmteverlies door gedrag en warmteverlies op basis van gebouwskenmerken zoals isolatie, is niet uit de satelliet data te halen. Hooguit kunnen de aannames van leeftijd gebouwen en energieverbruik uit modellen worden vergeleken met de satellietdata om te kijken naar correlaties. Op basis van deze correlaties kunnen dan kaarten gemaakt worden of aanpassingen worden uitgevoerd in de modellen.

3 Vooronderzoek

Er is nog niet eerder is binnen RVO naar de warmtebeelden uit satelliet data gekeken in relatie tot warmteverlies in de gebouwde omgeving. Wel is eerder ervaring opgedaan met Urban Heat Island (UHI) , waarin wordt gekeken naar hittestress. Dus juist het vasthouden van warmte in de zomer, in openbare ruimtes, waardoor mensen oververhit kunnen raken.

Volgens het Netherlands Space Office (NSO) is thermische satelliet data beschikbaar via de markt (commercieel) op 30*30 m. nauwkeurigheid en via open data op 70*70 m. Deze data wordt op dit moment ook door universiteiten en kennisinstellingen bewerkt naar 10*10 (combinatie met Sentinel), en dit blijkt betrouwbaar (landservice application). Dus voor warmteverlies in de gebouwde omgeving zou er op buurt/wijk niveau een redelijk beeld over de temperatuur van de daken (en dus dakisolatie) worden gemaakt. (landsurfacetemperature). De beelden moeten dan commercieel worden ingekocht.

Kennisinstellingen die reeds met thermische informatie uit satellietbeelden hebben gewerkt zijn ITC (faculteit Geo-Informatiewetenschappen en Aardobservatie van de Universiteit Twente) en Nederlands Lucht en Ruimtevaart instituut (NLR). Zo heeft NLR al eens een opdracht over thermische vraagstukken gedaan voor I&M. In 2020 is er gekeken naar een aantal mogelijke use cases van thermische satellietdata en is er een overzicht gemaakt van een aantal thermische (toekomstige) satellieten. Dat overzicht is niet meer actueel, er zijn veel 'NewSpace' bedrijven die plannen hebben om de komende jaren thermische satellieten te lanceren. Dat is echter ook vaak nog toekomstmuziek.

Het ECOSTRESS instrument (thermal imager)op het ISS is voor zover NSO weet nog steeds operationeel en zou interessant kunnen zijn om te gebruiken. Hiervoor geldt een beetje hetzelfde als voor Landsat TIR, het heeft een vrij grove resolutie (70m). Het kan interessant zijn op wijkniveau; download via: <https://appears.earthdatacloud.nasa.gov/products>

3.1 Luchtfoto onderzoek

Aan het gewenste onderzoek naar warmteverlies in de gebouwde omgeving zit een temporeel aspect, we kunnen alleen naar thermische beelden kijken als het koud is. We hebben gekeken of we de ervaring van het onderzoek naar hittestress ook naar wintersituaties kunnen vertalen (dus welke delen van de openbare ruimte, zijn sowieso warmer dan andere delen van de gebouwde omgeving door ligging, verkeer etc.),

Uit een onderzoek dat is gedaan met [luchtfoto's in Amsterdam](#) kunnen we concluderen:

`Wanneer men een thermografische luchtfoto van Amsterdam bekijkt zou je kunnen concluderen dat de Amsterdamse huizen goed gesoleerd zijn. Vrijwel alle daken zijn blauw wat duidt op weinig warmteverlies. Voor de oudere wijken lijkt dit ongeloofwaardig, maar de foto's liegen niet. Omdat de bouwstijl in Amsterdam in grote delen van de stad huizen kent waarbij de bovenste etage een bergzolder huisvest, zijn deze ruimten ook niet

verwarmd. De daken stralen dus weinig warmte uit wat echter niet betekend dat de huizen goed geïsoleerd zijn.'

Wanneer de foto goed bekeken wordt, zien we dat om de gevels heen wel veel rood in de foto voorkomt. De conclusie is dat het warmteverlies voornamelijk door de gevels gaat. Voor een optimaal beeld zouden we dus eigenlijk thermografische birdviewfoto's moeten laten maken, maar op dit moment zijn er nog geen birdviewsystemen met de juiste sensoren.'

Wij vragen ons af, of het warmteverlies van de gevels juist zonder birdviewfoto's kunnen worden gecorreleerd met warmteverbruik/verlies en isolatiemaatregelen. In ELabel is ook opgenomen welke isolatie er is: dak/gevel/glas. Dus zou er een correlatie gevonden kunnen worden met deze apart benoemde vormen van isolatie? De schaalgrootte is hierbij een eerste aandachtspunt.

3.2 Schaalgrootte: 3.5 m. bij 3.5 m.

De luchtfoto's vanuit Amsterdam hebben een andere nauwkeurigheid, dan de vrij beschikbare satellietbeelden (30 m bij 30 m.). De verwachting is dat er een nauwkeurigheid nodig is van ca 3.5 m. bij 3.5 m. Juist omdat het gaat om de dunne rode lijn van warmteverlies van de gevels.

Zoals geleerd uit de casus van Amsterdam; kunnen we de 'rode lijn' (als indicatie van warmteverlies van de gevels) rondom gebouwen scheiden van andere vormen van aanwezigheid van warmte in de openbare ruimte?

3.3 SatVU-infrarood beelden

In een vervolgoverleg met het NSO kwam naar voren dat er op dit moment geen infra rood satellietbeelden met de gewenste nauwkeurigheid van 3.5 m. bij 3.5 m. beschikbaar zijn in Nederland. Wel is er een bedrijf in Engeland. SatVU bezig met het verzamelen van de gewenste satelliet beelden

We hebben een aantal zaken duidelijker gekregen in gesprek (dd. 25-06-24) met Natalia Kuniewicz van SatVU over de infrarood satellietbeelden. Er zijn in 2023 beelden verzameld.. Helaas is de gelanceerde satelliet uit 2023 na zeven maanden stuk gegaan, waardoor er nu geen beelden meer worden opgenomen. Natalia laat ons enkele beelden zien, die wel al genomen zijn over hittestress, maar ook warmte in en om gebouwen. Er wordt gewerkt aan een usecase voor Londen. Daarnaast werken ze o.a. samen met universiteit van Glasgow

De satellietcamera is een frame camera heeft een nauwkeurigheid van 3.5 m per pixel, en kan per keer een foto nemen van een gebied van 16 vierkante kilometer. Alleen radiatie wordt gemeten, via een modelmatige aanpassing kan het worden veranderd naar C/K graden. Er is ook atmosferische correctie en emissie correcties. Na ieder foto moet de camera uit, om temperatuur verschillen in de camera te voorkomen, die de beelden kunnen verstoren. Hierdoor is er dus geen sprake van real-time overlappende of zelfs aansluitende beelden. Het duurt ca 3 dagen voor de volgende foto kan worden gemaakt van volgende gebied. Er is sprake van een pushbroom scanner in de toekomst om meer continue beelden te verkrijgen.

in 2025 wordt er weer een nieuwe satelliet gelanceerd en het streven is om in 2026 er uiteindelijk 12 te hebben, daar wordt nog sponsorship voor gezocht (en of use cases)

Geschiktheid:

- Beelden zien er veelbelovend uit, maar de dekkingsgraad (16 vierkant kilometer is ca 500 tot 600 bouwelementen bleek uit fotos in Londen) is bij 1 satelliet te laag. Dan wordt nationale kaart maken wel heel lastig (steeds drie dagen tussen de beelden in). Onduidelijk is of er voldoende statistiek te maken is met 1 beeld. Ook nachtbeelden zijn interessant, maar door de lage omloopfrequentie moeilijk te vergelijken met dagbeelden (atmosferisch en gedragsmatig in de huizen verschillend)
- De opgave voor verduurzaming van woningen speelt nu, de bewerking is nog te ver weg. Investeren in deze satellieten zien wij vanuit onze opgave niet als noodzakelijk.
- Misschien voor andere domeinen toch nog interessant.

4 Vervolgonderzoeksvragen

Onderstaande vragen die we eventueel verder willen beantwoorden zijn

- Kan er gewerkt worden de dunne rode streepje rondom de huizen, die eigenlijk het warmteverlies aangeven van de gevels met beelden van 3.5 m. bij 3.5 m.?

Wat willen we graag weten:

- Is er een complexe correlatie tussen energielabel en warmte dissipatie? Of kunnen we dit in deze studie vereenvoudigen.
- Wat is de kwaliteit/betrouwbaarheid?
- Geaggregeerde informatie (vierkant statistieken)
Kan er per wijk of postcodegebied gemonitored worden om focus te kunnen leggen op bepaalde gebieden. Dit zou met laagresolutiebeelden (ECOSTRESS, Landsat TIR) ook kunnen. Dit is voor het maken van correlaties met onder andere verbruiksgegevens en ELabeldata op gebouwniveau niet mogelijk.
- Je kunt misschien vanuit het CBS de aanvoer van gas tegenover de heat flux uitzetten. Stel ik weet dat 1 m² ongeveer 1 m³ gas gebruikt en ik zie dat de heat flux overeenkomt met 0,5 m³ gas dan weet ik dat de helft van de energie verloren gaat.
- Welke verbruiksgedaten zouden we moeten gebruiken? Hoe heeft de energiecrisis van 2022 hier invloed op gehad? Dat is een lastige, want er is toen ca 15% minder energie verbruikt. Dus die beelden zijn niet per definitie representatief. Tegelijkertijd, gaat het ook om relatieve verliezen. Hoe presteren huizen ten opzichte van elkaar en hun labels/verbruik. Is daar een correlatie tussen of juist niet? en warmteverlies uit de satelietbeelden

Mogelijk zou er een expermeeting kunnen worden georganiseerd om te kijken naar andere kansen met mensen van b.v. Amsterdam, Miramaps, Kadaster en CBS en RVO.

Ideetjes die getoetst kunnen worden:

- Toch starten met de grovere resolutiebeelden om statistiek op hoger niveau te maken, die we later met data op fijnere resolutie voor een aantal beelden voor Nederlandse situaties kunnen ijkken (wel of niet satelietdata of via ingevlogen warmtebeelden).
- Invliegen van data

5 Relevante bronnen

<https://ecostress.jpl.nasa.gov/data>

<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2022/07/29/thermische-waarneming-vanuit-de-lucht-en-ruimte/Rapport+Thermische+waarneming+vanuit+de+lucht+en+ruimte.pdf>

<https://www.satellitevu.com/about-us>

ingekochte data door gemeenten over de afgelopen jaren heen:

<https://miramap.com/thermografische-luchtfotos/>

<https://www.amsterdam.nl/stelselpedia/luchtfoto-index/inwinning-luchtfoto/thermografie/>

Programma Aardobservatie Resultaten 2020. Uitgevoerd door NLR in opdracht van ministerie van IenW; Auteurs: M. van Persie H.H.S. Noorbergen en D. Plugge; Rapportnummer NLR-CR-2020-493

Data integriteit in aardobservatie- 2021. Uitgevoerd door NLR in opdracht van ministerie van IenW; Auteurs: H.J.A. Engwerda, H.H.S. Noorbergen en M. van Persie; Rapportnummer NLR-CR-2021-325