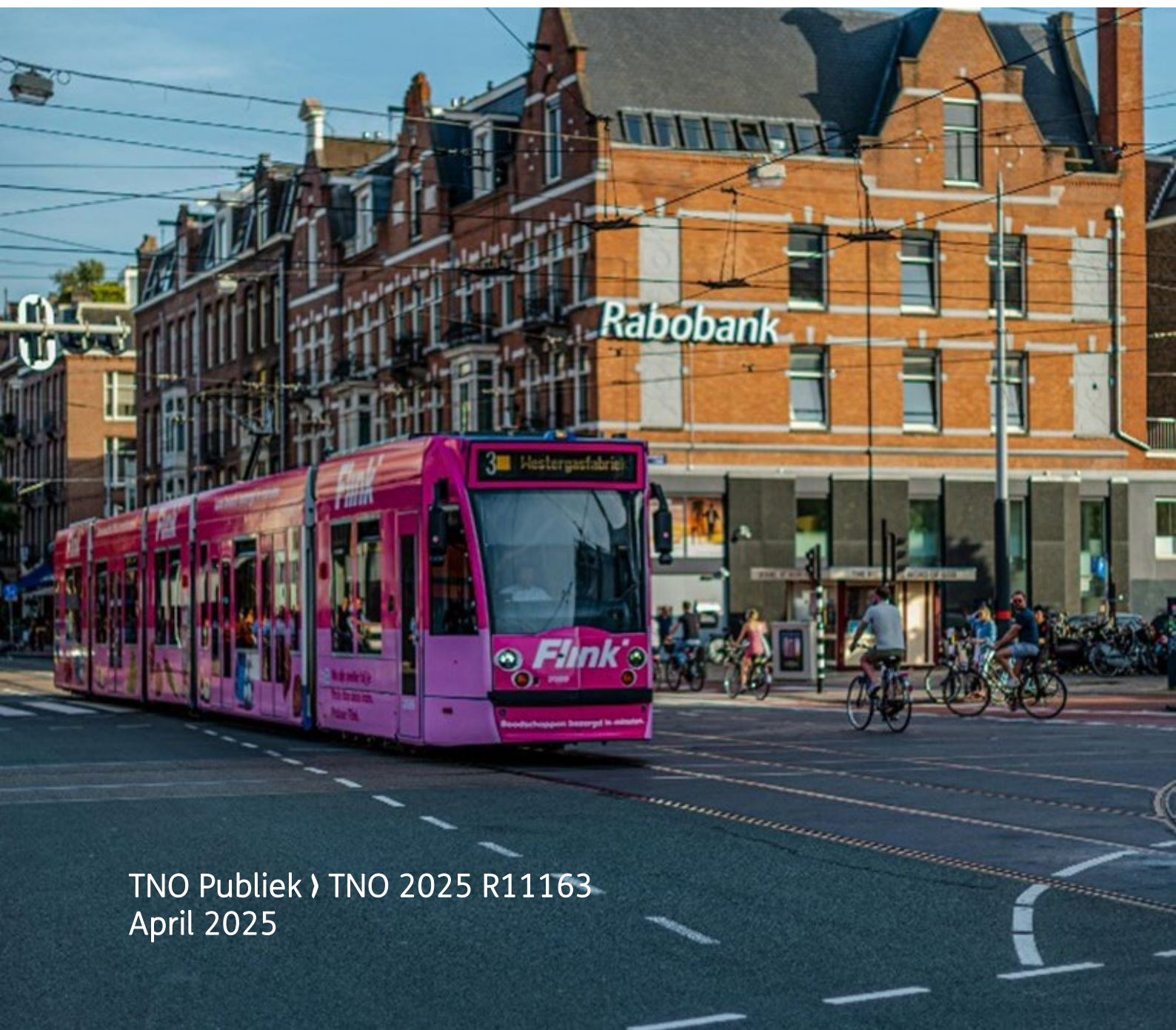


Achtergronddocument Dataset Utiliteitsbouw in de Wijkaanpak voor de Warmtetransitie

Versie 2.0. Toevoeging energieverbruik, besparing en
investeringskosten aardgasvrije ruimteverwarming



TNO 2025 R11163 – April 2025

Achtergronddocument Dataset Utiliteitsbouw in de Wijk aanpak voor de Warmtetransitie

Versie 2.0. Toevoeging energieverbruik, besparing en
investeringskosten aardgasvrije ruimteverwarming

Auteurs	Robin Niessink Marianne van Tuyll Hanna Jonker Joris van Diemen Maarten van Schie
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Aantal bijlagen	3
Sponsor	Ministerie KGG
Project naam	Dataset utiliteitsbouw wijk aanpak
Projectnummer TNO	060.61420

Dit project is onderdeel van het onderzoeksprogramma Energietransitie Studies onder regie van de directie Klimaat van het DG Energie en Klimaat van het ministerie van EZK met als doel het leveren van kennis voor energiebeleid.

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2025 TNO

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding en context.....	6
1.2 Uitbreiding naar dataset 2.0	8
1.3 Methodiek, resultaat en afbakening.....	11
1.4 Leeswijzer	12
2 Definities	13
3 Beschrijving dataset.....	16
3.1 Buurtidentificatie	18
3.2 Tellingen van utiliteitsbouw per verblijfsobject	18
3.3 Na-isolatiekosten op pandniveau	20
3.4 Energieverbruik.....	24
3.5 Energiebesparing door na-isolatie en installaties	26
3.6 Investeringskosten installaties ruimteverwarming.....	27
4 Aandachtspunten bij het gebruik van de dataset.....	34
4.1 Inzichten die de dataset biedt.....	34
4.2 Beperkingen van de gehanteerde bronnen en aanpak	35
5 Suggesties voor vervolg	39
5.1 Stappen richting eindgebruikerskosten	39
5.2 Onderhoud achterliggende databases.....	40
5.3 Verbeterpunten datakwaliteit	40
5.4 Toegankelijkheid informatie voor gemeenten verbeteren.....	41
Referenties	43
Bijlagen	
Bijlage A: Rekenvoorbeelden	44
Bijlage B: Gas-kentallen naar gebruiksfunctie	48
Bijlage C: Vloer- en gebruiksoppervlakte	52

Samenvatting

De dataset utiliteitsbouw is een initiatief van VRO en TNO en bedoeld voor gemeenten en de wijkaanpak. Uit vooronderzoek van TNO is gebleken dat gemeenten voor een betere integratie van utiliteitsbouw in hun warmteprogramma en wijkuitvoeringsplan behoefte hebben aan meer informatie, bijvoorbeeld over de aanwezigheid en de energetisch relevante kenmerken van utiliteitsbouw in wijken. Naar aanleiding hiervan heeft VRO aan TNO gevraagd om relevante informatie over utiliteitsbouw op buurt, wijk, en gemeenteniveau beter in kaart te brengen.

Dit project is een vervolg op de eerder door TNO ontwikkelde dataset 'Utiliteitsbouw in de wijkaanpak' versie 1.0. In deze dataset zijn gegevens verzameld over utiliteitsbouw die relevant zijn voor de warmtetransitie van wijken en buurten in Nederland, namelijk over aantallen, gebouwtypen, aantal aardgasaansluitingen, typen aardgasverbruikers, energielabels en de investeringskosten voor na-isolatie.

De dataset is in dit project uitgebreid tot versie 2.0 middels het toevoegen van de volgende nieuwe indicatoren:

- 1. De investeringskosten van verwarmingsinstallaties voor het aardgasvrij verwarmen van de panden;**
- 2. De energievraag voor ruimteverwarming en de energiebesparing door na-isolatie en het toepassen van verschillende duurzame ruimteverwarmingsinstallaties.**

Drie varianten voor de warmtestrategieën zijn opgenomen in de dataset, namelijk een all-electric lucht-water warmtepomp, een midden-temperatuur warmtenet en een lage temperatuur warmtenet. Toevoegde gegevens aan de dataset zijn het berekende energieverbruik, het berekende energieverbruik voor ruimteverwarming, de energiebesparing op ruimteverwarming door isolatie- en installatiemaatregelen, en de investeringskosten voor installatiemaatregelen in de betreffende warmtestrategie. De investeringskosten zijn berekend vanuit het perspectief van de pandeigenaar. Per pand is de energievraag voor ruimteverwarming en de energiebesparing berekend alsmede de investeringskosten. De gebruikte kentallen voor de investeringskosten en de energie-efficiëntie van verwarmingsinstallaties zijn afkomstig uit de Actualisatie Startanalyse van het PBL. De berekening voor het initiële energieverbruik per pand is afkomstig uit de Verrijkte BAG van TNO. De inschatting van de energiebesparing door na-isolatie is gebaseerd op de veronderstelde labelverbetering voor het isolatiepakket en de procentuele afname in het gemiddeld energieverbruik voor ruimteverwarming door deze labelverbetering. Met behulp van de efficiëntie van de verwarmingsinstallaties is het 'extra' elektriciteitsverbruik per warmtestrategie berekend.

De informatie in de dataset is gebaseerd op onderliggende nationale registerdata, namelijk de BAG (met aanvullende gegevens uit de 3D-BAG over de pandgeometrie) en de energielabeldatabase. Hierop zijn berekeningen gemaakt voor het energieverbruik voor ruimteverwarming, de investeringskosten en de energiebesparing op individueel pandniveau waarvan de resultaten vervolgens op buurt-, wijk- en gemeenteniveau worden weergegeven. Daarmee is een beeld geschetst waarin buurten, wijken en gemeenten

onderling vergeleken kunnen worden over de rol van utiliteitsbouw in de warmtetransitie: Welke buurten kennen het hoogste gasverbruik? En in welke buurten is de hoogste besparing te behalen? En hoeveel is deze besparing uitgedrukt in geïnvesteerde euro per bespaarde eenheid energie? Zijn er *quick-wins* te identificeren? De gegevens kunnen worden ingezet voor een eerste oriëntatie op de mogelijkheden en prioritering.

Resultaten in deze dataset voor het energieverbruik, energiebesparing en investeringskosten van de verduurzamingsmaatregelen per buurt zijn schattingen. De onderliggende berekeningen per pand zijn gebaseerd op nationale kentallen. De betrouwbaarheid van de uitkomsten hangt daarmee af van hoe goed een ‘gemiddeld’ kental de specifieke context benadert. De voorraadgegevens per buurt, gegevens over afgemelde energielabels en aardgasaansluitingen zijn wel direct afkomstig uit gegevens over de buurt, o.a. vanuit de BAG en labelregistratie.

De dataset dient daarom als startpunt voor de oriëntatie op de utiliteitsbouw in de buurt. Het is belangrijk om altijd de lokale context te bestuderen, hier gesprekken met de gemeente en gebruikers van de dataset over te voeren, en dit vervolgens mee te nemen in de overweging, omdat deze mogelijk kan afwijken van wat in de dataset is geschetst.

De dataset Utiliteitsbouw in de Wijkaanpak voor de Warmtetransitie versie 2.0 die is ontwikkeld in dit project kan dienen als opstap voor het doorrekenen van de eindgebruikerskosten in de utiliteitsbouw. De indicatoren die zijn opgenomen in de dataset kunnen daarbij gebruikt worden. Naast de gegevens dataset zijn aanvullende aspecten relevant richting bepaling van de eindgebruikerskosten, te weten:

1. Belastingen en subsidies
2. Variabele energieprijzen (aardgas, elektriciteit, warmte) om de jaarlijkse economische besparing en terugverdientijd te berekenen.
3. Vastrecht op de energierekening
4. Financieringsopties zoals een lening met looptijd en rentevoet

Om conclusies te kunnen trekken over de haalbaarheid (van de verduurzamingsstrategie en de technische uitvoering ervan) en betaalbaarheid (én financiering) is alleen deze dataset niet toereikend. De dataset is bedoeld voor een eerste oriëntatie op de mogelijkheden en prioritering vanuit utiliteit bezien.

1 Inleiding

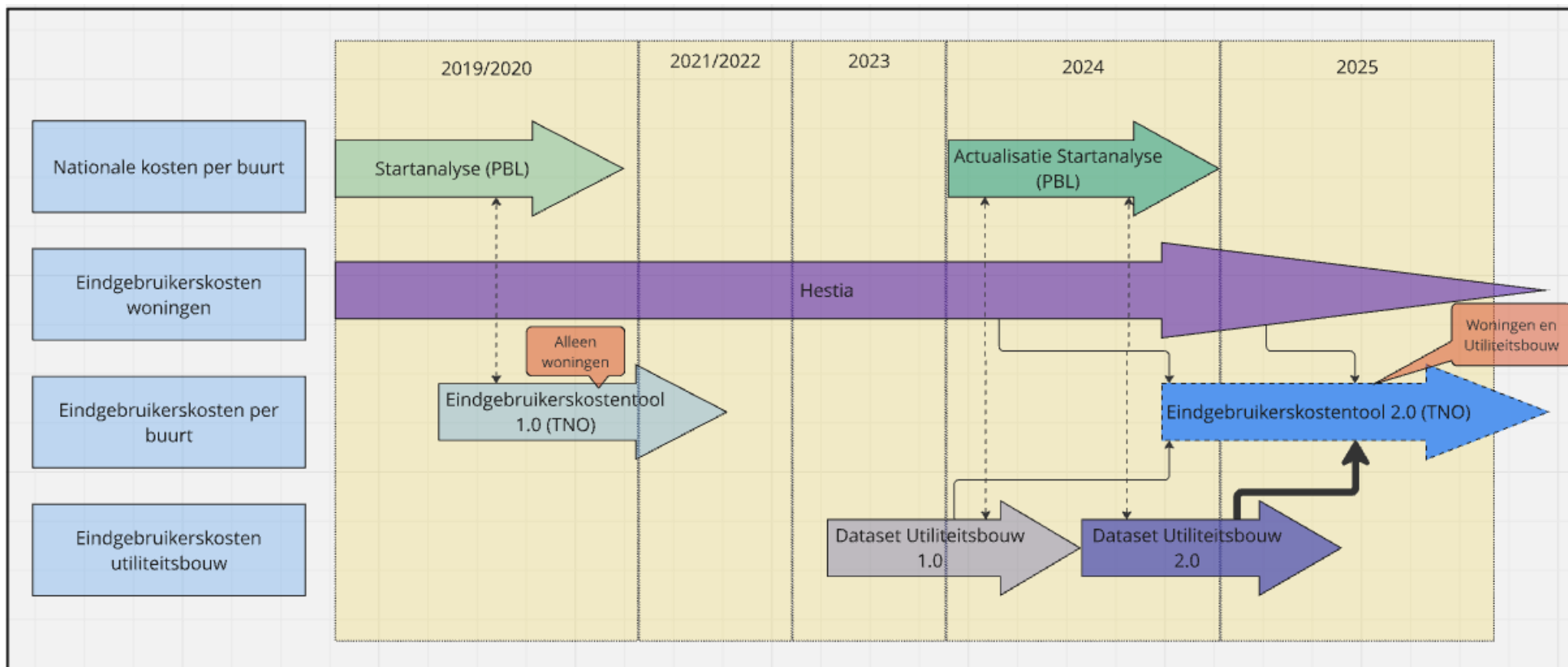
1.1 Aanleiding en context

Er ligt een gezamenlijke ambitie vanuit het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO) en TNO om de datavoorziening over utiliteitsbouw voor gemeenten te verbeteren, specifiek met het oog op de wijkaanpak. De ontsluiting van deze data is nodig voor beleidsgerichte analyses om de potentie van verduurzamingsstrategieën, de kosten en baten, en aangrijpingspunten voor het beleid beter in kaart te brengen. De informatie wordt door gemeenten ingezet voor het maken van keuzes voor duurzame alternatieven in het Warmteprogramma dat in 2026 moet worden opgeleverd (VRO, 2024). Van belang voor TNO is dat het de kennis over de utiliteitsbouw vergroot, welke vervolgens onder andere kan worden ingezet binnen het Hestia model (PBL en TNO, 2023) voor de gebouwde omgeving, binnen de eindgebruikerskostenmodule, en in rekentools voor bedrijventerreinen, om zo een completer beeld te geven over de energietransitie in de gebouwde omgeving.

Uit vooronderzoek van TNO is gebleken dat gemeenten voor een betere integratie van utiliteitsbouw in hun warmteprogramma en wijkuitvoeringsplan behoefte hebben aan meer informatie, bijvoorbeeld over de aanwezigheid en de energetisch relevante kenmerken van utiliteitsbouw in wijken. Naar aanleiding hiervan heeft VRO aan TNO gevraagd om relevante informatie over utiliteitsbouw op buurt, wijk, en gemeenteniveau beter in kaart te brengen. Dit heeft eerder in 2024 geresulteerd in '[Dashboard utiliteitsbouw in de wijkaanpak voor de warmtetransitie](#)' dataset versie 1.0 (VRO, 2024; Bakker et al., 2024).

Dit project is een vervolg op de eerder door TNO ontwikkelde dataset 'Utiliteitsbouw in de wijkaanpak'. De dataset versie 1.0 vormt het uitgangspunt en wordt verder uitgebreid met nieuwe indicatoren. Dit project vormt zodoende onderdeel van een 'groeimodel' voor datavoorziening over utiliteitsbouw in de wijkaanpak waarin benodigde data en indicatoren verder worden doorontwikkeld. Deze data en indicatoren zijn nodig om uiteindelijk de eindgebruikerskosten te kunnen berekenen voor de stakeholders die betrokken zijn bij verduurzaming van utiliteitsgebouwen. Het bepalen van eindgebruikerskosten vereist naast de gegevens in deze dataset namelijk ook andere inzichten zoals in de energietarieven, belastingen en subsidies voor eindgebruikers, en de financieringsmogelijkheden. Daarnaast zijn ook gegevens nodig over het proces gebonden aardgasverbruik in wijken om de business case voor aardgasvrij verwarmen beter in kaart te brengen. Hiervoor zijn vervolgstudies nodig.

In onderstaande figuur wordt de samenhang tussen verschillende datasets die worden ontwikkeld ten behoeve van zowel eindgebruikerskosten voor woningen als voor utiliteitsbouw weergegeven.



Figuur 1.1: Informatievoorziening eindgebruikerskosten in de tijd.

De dataset utiliteitsbouw is mede bedoeld als input voor het programma ‘Tool eindgebruikerskosten’ dat momenteel samen met het Hestia-onderzoeksteam ontwikkeld wordt. Hiervoor loopt een apart traject met TNO en VRO. In de eindgebruikerskostentool zullen uiteindelijk zowel de eindgebruikerskosten van woningen als van utiliteitsbouw komen. Gegevens uit de dataset utiliteitsbouw worden in 2025 op hetzelfde centrale informatiepunt aangeboden als het dashboard eindgebruikerskosten woningen.

De dataset utiliteitsbouw is een initiatief van VRO en TNO en bedoeld voor gemeenten en de wijkaanpak. Het verschil met de Startanalyse van het PBL, die ook wijk- en buurtrapporten bevat, zit in de manier waarop de resultaten voor utiliteit worden weergegeven. Het detailniveau is anders gekozen, waarbij de dataset de resultaten voor specifiek utiliteit binnen wijken weergeeft. Daarnaast hanteert de Startanalyse de definitie voor nationale kosten en kijkt het naar het warmtesysteem in het geheel inclusief bijhorende warmte-infrastructuur buiten de panden. De dataset utiliteitsbouw toont de gegevens voor duurzame warmtestrategieën vanuit het eindgebruikersperspectief, dat wil zeggen de investeringen die een eindgebruiker doet, in dit geval de pandeigenaar, iets dat nodig is voor het ontwikkelen van de eindgebruikerskosten voor pandeigenaren.

Opgemerkt moet worden dat de dataset utiliteitsbouw aansluit op de Startanalyse voor de aannames voor de investeringskosten van installaties en isolatie. Daar is bewust voor gekozen voor de consistentie in aannames. De dataset utiliteitsbouw is echter niet bedoeld om de data uit de Startanalyse te toetsen of te verbeteren.⁷ De dataset utiliteitsbouw voorziet in een specifieke informatiebehoefte voor gemeenten. Daarnaast wil TNO de dataset gebruiken in het verder te ontwikkelen Hestia model in 2025 en uiteindelijk in een eindgebruikerskostenmodule voor utiliteitsbouw.

1.2 Uitbreiding naar dataset 2.0

Het doel van het project is het ontwikkelen van een dataset die inzicht verschaft in de investeringskosten voor pandeigenaren voor de verduurzaming van ruimteverwarming in de utiliteitsbouw. Dit wordt gedaan voor verschillende verduurzamingsstrategieën om een vergelijking hiervan mogelijk te maken. Daarbij wordt ook een inschatting gemaakt van de energievraag voor ruimteverwarming en de potentie voor energiebesparing.

De eerder ontwikkelde dataset utiliteitsbouw versie 1.0 bevat al de volgende informatie:

1. Aantallen verblijfsobjecten (adressen) naar gebruiksfunctie per buurt, met daarbij ook een verdere specificatie dan alleen de 10 BAG gebruiksfuncties.
2. Energielabelverdeling van alle labelplichtige verblijfsobjecten in de buurt, dit zijn de afgemelde labels en met een inschatting voor ontbrekende labels.
3. De investeringskosten voor na-isolatie voor het renoveren tot de renovatiestandaard óf nieuwbouwkwaliteit voor de panden.
4. Of een buurt/wijk zich in een warmtenetgebied bevindt.
5. Het aantal aardgas aansluitingen per buurt en wijk.

⁷ De startanalyse en dataset utiliteitsbouw gaan uit van dezelfde door TNO ontwikkelde kentallen voor de isolatiekosten. Ook voor de investeringskosten van verwarmingsinstallaties worden dezelfde kengetallen gebruikt.

Daaraan worden in versie 2.0 de volgende nieuwe indicatoren toegevoegd:

1. **De investeringskosten van verwarmingsinstallaties voor het aardgasvrij verwarmen van de panden**
2. **De energievraag voor ruimteverwarming en de energiebesparing door na-isolatie en het toepassen van verschillende duurzame ruimteverwarmingsinstallaties**

De investeringskosten voor na-isolatie waren al onderdeel van dataset 1.0. De investeringskosten van installaties voor ruimteverwarming echter nog niet. Het doel is het toevoegen van deze investeringskosten en hierbij aan te sluiten op de Actualisatie van de Startanalyse van het PBL welke in 2025 gepubliceerd wordt. Daarmee sluiten we aan op de in de Startanalyse gehanteerde verduurzamingsstrategieën (warmtepomp, warmtenet, etc.). Met behulp van de kostenkanten voor deze strategieën berekenen we de investeringskosten per pand die relevant zijn voor pandeigenaren. We voegen deze per buurt, wijk en gemeente toe aan de dataset. Voor de mee te nemen verduurzamingsstrategieën in dataset 2.0 hebben we een keuze (selectie) gemaakt binnen de verschillende strategieën van de Startanalyse. Deze keuze is gemaakt door het ‘kernteam’ van TNO en VRO. Van belang is dat deze keuze representatief is en goed is onderbouwd. Deze keuze wordt verder toegelicht in het tekstkader hieronder.

De tweede uitbreiding van de dataset is de inschatting van de ‘huidige’ energievraag voor ruimteverwarming en de energiebesparing door isolatie- en installatiemaatregelen. De scope is alleen ruimteverwarming, koeling laten we dus vooralsnog buiten beschouwing. Voor de bepaling van de energiebesparing sluiten we aan op de verduurzamingsstrategieën van de Actualisatie van de Startanalyse en is gekeken naar de verwarmingsinstallaties die binnen zo’n strategie van toepassing zijn. Voor de besparing door isolatie hanteren we de ‘renovatiestandaard’ (overeenkomend met label A) en ‘nieuwbouwkwaliteit’ (overeenkomend met A++) als doelsituaties. Daarbij wijken we bewust af van de Startanalyse die onderscheid maakt tussen doellabel D en B voor utiliteit. Deze strengere isolatieniveaus passen bij de toekomstige normering.

Duurzame warmtestrategieën in dataset 2.0

In de Actualisatie Startanalyse van PBL in 2025 worden verschillende hoofdwarmtestrategieën (zoals een individuele warmtepomp, warmtenet, groengas) doorgerekend met daarbinnen verschillende (sub)varianten (isolatieniveau, warmtebron, temperatuurniveau, etc.). De verwachting is dat groen gasgebruik slechts op zeer kleine schaal zal worden toegepast. Dit, omdat er vanuit systeemperspectief zeer beperkt groengas beschikbaar zal zijn voor de gebouwde omgeving.

Voor de duurzame warmtestrategieën in dataset 2.0 zijn onderstaande drie strategieën opgenomen:

- **Variant 1: All-electric lucht-water warmtepomp met goede isolatie.** Hiervoor is gekozen, omdat dit een van de meest voorkomende typen warmtepompen is die voor ruimteverwarming wordt toegepast. Uit de CBS warmtepompstatistiek (CBS, 2025) blijkt wel dat de lucht-lucht warmtepomp (omgekeerde airco) vaker voorkomt dan de lucht-water warmtepomp. We hebben daarom geïnteressaard of het mogelijk is de lucht-lucht warmtepomp welke wordt gebruikt in de utiliteitsbouw voor koelen en verwarmen, op te nemen als variant. Echter, door het ontbreken van informatie over de lucht-lucht warmtepomp voor ruimteverwarming in de utiliteit, is besloten deze variant niet mee te nemen;
- **Variant 2: MT-(rest)warmtenet met goede isolatie.** Hiervoor is gekozen om een warmtenet gevoed met midden temperatuur warmte (in de Startanalyse is midden temperatuur een aanlevertemperatuur van 60-80 graden °C) mee te nemen. Bij deze temperatuur is de warmte direct geschikt voor ruimteverwarming én warm tapwater zonder extra opwaardeerinstallaties. Een warmtenet zoals deze kan worden voorzien met een restwarmtebron. Het verschil met andere MT- of HT-warmtenetten zit niet in de isolatie of inpandige installaties, maar in de warmtebron(nen). Dat is niet onderscheidend voor de resultaten voor pandeigenaren.
- **Variant 3: LT-warmtenet met goede isolatie.** Hiervoor is gekozen om een goede isolatie variant in combinatie met lage temperatuur warmtelevering mee te nemen. Door de lage temperatuur warmtelevering is een (booster)warmtepomp voor warm tapwater benodigd.

1.3 Methodiek, resultaat en afbakening

De nieuwe indicatoren zijn toegevoegd door deze te berekenen op verblijfsobject of pandniveau, en deze vervolgens op buurt-, wijk- en gemeenteniveau te aggregeren. Als basisbestand is gebruikgemaakt van de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG), een openbaar databestand is met informatie over utiliteitsgebouwen in Nederland (verblijfsobjecten en panden). Specifiek voor dit project wordt gebruik gemaakt van de 'Verrijkte' BAG. In dit bestand is de BAG door TNO aangevuld met extra energetisch relevante kolommen op verblijfsobject (adres) en pandniveau. Dit gaat om energielabels (afgegeven en aangevuld met indicatieve labels voor panden zonder label), het aardgasverbruik en de bouwdeelopervlakken waarlangs warmteverliezen kunnen optreden (Sipma 2023). In dataset 1.0 zijn ook de investeringskosten voor na-isolatie berekend aan de hand van de kostenkentallen per bouwdeel en geometrie van het pand.

Voor dataset 2.0 is voor de investeringskosten van ruimteverwarmings-installaties een inschatting per pand gemaakt. Dit door middel van de berekende vermogensvraag voor verwarming en kostenkentallen per installatie. Voor de energievraag en energiebesparing is ook per pand een inschatting gemaakt. Het aardgasverbruik per pand komt direct uit de Verrijkte BAG en wordt hierbij via aannames omgerekend naar warmtevraag voor ruimteverwarming en vervolgens is daarop de besparing middels besparingskentallen berekend. De gehanteerde brondata, bewerkingen en achterliggende aannames worden in hoofdstuk 3 verder beschreven.

Het uiteindelijke resultaat is een dataset in Excel-format met in de rijen alle buurten, wijken of gemeenten van Nederland en in de kolommen de relevante informatie over aantallen utiliteitsbouw, typen utiliteitsbouw, energetische kenmerken van de utiliteitsbouw zoals de energielabelverdeling (met schatting voor ontbrekende labels), aantal aardgasaansluitingen, (berekende) investeringskosten voor na-isolatiemaatregelen, (berekende) investeringskosten voor ruimteverwarmingsinstallaties, (berekende) energievraag ruimteverwarming en (berekende) besparing daarop door na-isolatie en installaties. In de Excel is een tabblad toegevoegd waarin een gemeente en wijk te selecteren is waarvoor vervolgens kerngegevens per buurt met een visualisatie worden weergegeven. Ook is een doorsnede te maken op wijkniveau per gemeente.

Om inzicht te geven in de utiliteitsbouw die relevant is voor de warmteprogramma's is een aantal selectiefilters toegepast op de gebouwvoorraad in de BAG. Zo kijken we alleen naar utiliteitsbouw in woonwijken en niet naar utiliteitsbouw op bedrijventerreinen.² Bij labelinformatie en isolatiemaatregelen worden alleen de energielabelplichtige gebruiksfuncties meegenomen. De utiliteitsbouw met een relevant energieverbruik voor ruimteverwarming is meegenomen, ook als er sprake is van woningen gecombineerd met utiliteitsgebouwen. Dit kan inhouden dat ook een aanzienlijk oppervlak met de woonfunctie moet worden meegenomen. We nemen aan dat het energiegebruik van deze woningen in de wijkgerichte aanpak utiliteitsbouw ook verduurzaamd zal worden. Bij de berekening voor isolatie is naar het gehele pand gekeken, waar ook woningen (woonfuncties) in kunnen zitten. Voor de investeringskosten van installaties is ook voor het pand een berekening gedaan waarbij rekening is gehouden of het om een woon- of utiliteitsfunctie gaat.

² Voor inzicht in het verduurzamingspotentieel op bedrijventerreinen heeft TNO andere tools ontwikkeld, zoals de Energie Potentieel Scan (EPS). Zie voor meer informatie <https://www.tno.nl/nl/duurzaam/systeemtransitie/energietransitie-wijken/bedrijventerreinen-verduurzamen/>

1.4 Leeswijzer

In dit onderzoek komen een aantal begrippen regelmatig terug, zoals ‘pand’, ‘verblijfsobject’, ‘utiliteitsbouw’, ‘energieverbruik’, ‘besparing’ en ‘investeringskosten’. In het tweede hoofdstuk geven we aan hoe wij deze begrippen in dit onderzoek hebben gedefinieerd.

De dataset kent verschillende kolommen waarin op buurt, wijk, of gemeenteniveau informatie is verzameld. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de aanwezige kolommen in de dataset, de totstandkoming hiervan en de achterliggende berekeningen. Hierbij wordt ook toegelicht welke filters in de dataset zijn toegepast.

In het vierde hoofdstuk komen kanttekeningen bij de dataset aan bod. Daarna worden de beperkingen van de gehanteerde bronnen en aanpak verder besproken. Daarnaast wordt in hoofdstuk toegelicht welke inzichten er door de gebruiker wel en niet mee verkregen kunnen worden.

In het vijfde hoofdstuk wordt ingegaan op suggesties voor vervolgonderzoek. Aan bod komen hier de benodigde stappen richting het bepalen van eindgebruikerskosten, data-onderhoud, verbeterpunten m.b.t. datakwaliteit en aandachtspunten m.b.t. toegankelijkheid van de dataset.

2 Definities

Dit rapport en de bijbehorende dataset kent een aantal terugkerende begrippen, zoals ‘utiliteitsbouw’. Van deze begrippen wordt hieronder de definitie gegeven.

BAG

De Basisregistratie Adressen en Gebouwen omvat twee registerdatasets die de gebouwde omgeving beschrijven, en die met elkaar verbonden zijn. Dit zijn enerzijds panden, anderzijds verblijfsobjecten.

Verrijkte BAG

De BAG met door TNO toegevoegde energetisch relevante informatie, zie rapport Verrijkte BAG (Sipma, 2023).

Pand

Alhoewel de titel van de BAG verwijst naar gebouwen, wordt in de dataset consistent verwezen naar panden. Hiervoor is gekozen om verwarring te vermijden met conventioneel gebruik van het woord gebouw als een volledig vrijstaand object ([MinBZK 2018](#)). In deze studie zijn panden gebruikt voor het berekenen van het energieverbruik en besparing voor ruimteverwarming, de investeringskosten voor na-isolatie en installaties voor ruimteverwarming.

Verblijfsobject

De BAG kent drie typen objecten waar een adres aan toegekend kan worden: verblijfsobjecten, standplaatsen en ligplaatsen. Voor deze studie zijn we alleen geïnteresseerd in verblijfsobjecten. Een verblijfsobject is een functioneel zelfstandige verblijfsruimte in een pand dat ontsloten wordt met een eigen afsluitbare toegang vanaf de openbare weg, een erf of een gedeelde verkeersruimte. Een pand kan meerdere verblijfsobjecten bevatten, bijvoorbeeld bij een appartementencomplex of een verzorgingstehuis. Aan een verblijfsobject kunnen naast een adres eigenschappen toegekend worden zoals de voorgeschreven functies die er plaats kunnen vinden. Aan de hand van deze eigenschappen kunnen we bijvoorbeeld werklocaties selecteren. Tellingen van utiliteitsbouw in deze studie zijn gedaan op basis van informatie over verblijfsobjecten. Een verblijfsobject is een abstract object dat verbonden is aan een pand. Een pand kan geen, één of meerdere verblijfsobjecten hebben. Een verblijfsobject kan soms ook aan meerdere panden verbonden zijn, bijvoorbeeld bij doorbraken van een winkel.

Aardgasaansluiting

In deze studie zijn naast panden en verblijfsobjecten ook aardgasaansluitingen geteld. Een pand kan geen, één of meerdere aardgasaansluitingen hebben, en één aansluiting kan meerdere verblijfsobjecten van gas voorzien.

Bedrijventerrein

Een afgebakend gebied hoofdzakelijk bedoeld voor niet-woningen. In dataset versie 1.0 zijn de bedrijventerreinen geïdentificeerd op basis van contouren uit het Integraal Bedrijventerreinen Informatie Systeem (IBIS) (IPO 2023).

Utiliteitsbouw

Utiliteitsbouw omvat in beginsel alle panden die geen woning zijn. Ze worden gebruikt voor bijvoorbeeld werk (een loods, een kantoor) of maatschappelijke doeleinden (een school, een ziekenhuis). In dit onderzoek en de hier beschreven dataset zijn alle panden en verblijfsobjecten geselecteerd waarin functies geregistreerd zijn anders dan wonen. Het kan echter wel zijn dat een verblijfsobject meerdere functies heeft, waarvan wonen er één is naast bijvoorbeeld een winkelfunctie.

Voor het doel van de dataset ligt de nadruk op utiliteitsbouw als onderdeel van een (woon)wijk. Om hier een goed beeld van te geven is de utiliteitsbouw op bedrijventerreinen als afzonderlijke categorie beschouwd, en niet meegenomen in de dataset tenzij dit expliciet is aangegeven. Dit betrof 314 duizend verblijfsobjecten, of 21.5% van alle verblijfsobjecten voor utiliteitsbouw (zie [Tabel 3.3](#)).

Gebruiksoppervlak

Het gebruiksoppervlak beslaat het totaal oppervlak van het pand minus de delen die niet in gebruik zijn / delen die niet geklimatiseerd worden, zoals liftschachten en trappenhuizen.

Energie kentallen of energie-intensiteiten

Het (jaarlijkse) verbruik van een bepaalde energiedrager, bijvoorbeeld aardgas of elektriciteit, uitgedrukt per m² vloeroppervlak. In dit onderzoek gaat het om het verbruik per vierkante meter gebruiksoppervlak en spreken we bijvoorbeeld van gas kentallen of gasintensiteiten.

Investeringskosten isolatie

De totale investeringskosten voor het isoleren van de verschillende bouwdelen (dak, vloer, gevel en raam) van een pand.

Investeringskosten installaties ruimteverwarming

De investeringskosten voor installaties voor ruimteverwarming. Om een pand aardgasvrij te verwarmen zijn verschillende verduurzamingsstrategieën mogelijk. Daarbinnen zijn nieuwe installaties voor ruimteverwarming (en warm tapwater) nodig en in pandige aanpassingen. Voor de investeringskosten van installaties is gekeken naar de investeringskosten voor de nieuwe installatie(s) voor de pandeigenaar. Daarbij is een optelling gemaakt van de investeringskosten voor alle installaties die nodig zijn voor ruimteverwarming (en warm tapwater) binnen de verduurzamingsstrategie. Als bijvoorbeeld een warmtepomp wordt ingezet is ook het benodigde lage temperatuur-afgiftesysteem meegenomen.

Functionele vraag ruimteverwarming

De behoefte aan energie voor ruimteverwarming. Vanuit de gas-intensiteiten is de functionele energievraag voor ruimteverwarming te bepalen door te delen door het rendement van de verwarmingsinstallatie. Er is in de bepaling rekening gehouden met het deel van het gasverbruik voor warm tapwater. De gas-intensiteit verminderd met de gas-intensiteit van warm tapwater geeft de gas-intensiteit voor ruimteverwarming.

Er kan ook sprake zijn van **procesgebonden aardgasverbruik**. Daar is echter niet voor gecorrigeerd door gebrek aan gegevens.

Procesgebonden aardgasverbruik

Aardgas dat niet gebruikt wordt om het pand te verwarmen, maar voor bedrijfsmatige activiteiten zoals processen voor verwarmen en drogen. Denk hierbij aan bakkers met gasovens, aardgas voor koken in de horeca, of gasdrogers bij bedrijven.

Energiebesparing ruimteverwarming

Een maatregel zoals isolatie of een efficiëntere verwarmingsinstallatie kan zorgen voor energiebesparing. We gaan er voor de berekening van de energiebesparing vanuit dat het energieverbruik gelijk was gebleven aan huidig als er géén maatregelen genomen zouden zijn. Zaken zoals het weer of gedragseffecten/inregelen installaties en andere jaar-op-jaar fluctuaties in verbruik laten we dus buiten beschouwing. Hoe de besparing voor isolatie en installaties precies is berekend wordt gedetailleerder toegelicht in Hoofdstuk 3.

3 Beschrijving dataset

De opgeleverde dataset bevat 14.251 rijen en 72 kolommen. In de rijen staan de CBS-buurtten in zichtjaar 2023. Per buurt staan in de kolommen een aantal gegevens. Dit zijn in de eerste plaats tellingen van totalen en typen utiliteitsbouw. In aanvulling hierop is informatie verzameld over de aardgas- en warmtenet aansluitingen per buurt; en een inschatting gemaakt van na-isolatiekosten op basis van bouwdeeloppervlakken van panden waarin utiliteitsbouw aanwezig is. Aanvullend in dit project is een inschatting gemaakt van investeringskosten voor installaties voor ruimteverwarming en tapwater. Tot slot is aanvullend een inschatting gemaakt van de energievraag voor ruimteverwarming en de daaraan gerelateerde besparing met onderscheid naar na-isolatie en installatie.

In onderstaande tabel is een overzicht weergegeven van de opgenomen thema's en indicatoren. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt per indicator beschreven hoe de data is verzameld en bewerkt. De gebruikte informatie komt uit diverse bronnen en heeft peildatum tussen februari 2022 en het vierde kwartaal van 2024.

Tabel 3.1: Informatie beschikbaar in de dataset, ingedeeld per thema en met informatie over de bron en peildatum

Versie	Thema	Deelcategorie	Kolom	Bron	Peildatum
1.0	Buurtidentificatie	Buurtidentificatie	B tm G	CBS wijk- en buurtgegevens 2023	2023
	Aansluitingen	Aardgasaansluitingen	CE tm CG	CBS-maatwerktabel (2023)	2022
		Aanwezigheid warmtenet	CC	PBL & TNO (2023)	2022
	Tellingen van utiliteitsbouw per verblijfsobject	Verblijfsobjecten per buurt	I tm L	Verrijkte BAG 2022 (Sipma 2023)	2022 (februari)
		Verblijfsobjecten per gebruiksfunctie	N tm Z	Verrijkte BAG 2022 (Sipma 2023)	2022 (februari)
		Verblijfsobjecten per type gebruiker	AB tm AR	Verzameld voor deze studie op basis van KvK, BAG, en internetbronnen	2023 (vierde kwartaal)
		Verblijfsobjecten per energielabel	AU tm BF	RVO, bewerking TNO (Sipma 2023)	2022 (augustus)
	Investeringskosten na-isolatiekosten op pandniveau	Relevante bouwdeeloppervlakken	BI tm BL	3DBAG, bewerking TNO (Sipma 2023)	2022 (februari)
		Geschatte investeringskosten na-isolatie	BN tm CC	3DBAG, bewerking TNO (Jonker & Sipma 2023)	2022 (februari) voor de oppervlakken, 2023 (mei) voor het prijspeil
2.0	Installatiekosten op pandniveau	Kosten voor een nieuwe HR-ketel installatie	CZ, DA	Vesta MAIS kentallen (PBL, 2024)	2024 (november)

Versie	Thema	Deelcategorie	Kolom	Bron	Peildatum
		Kosten voor een nieuwe warmtepomp met benodigde installaties	DC tm DF	Vesta MAIS kentallen (PBL, 2024)	2024 (november)
		Kosten voor het aansluiten aan een MT-warmtenet met benodigde installaties	DJ tm DQ	Vesta MAIS kentallen (PBL, 2024)	2024 (november)
		Kosten voor het aansluiten aan een LT-warmtenet met benodigde installaties	DS tm DZ	Vesta MAIS kentallen (PBL, 2024)	2024 (november)
	Energieverbruik en besparing	Energie verbruik voor isolatie en voor nieuwe verwarmingsinstallatie	CJ tm CL	Verrijkte BAG 2022 (Sipma 2023)	2022 (februari)
		Energiebesparing door isolatie	CN tm CS	berekend	-
		Energiebesparing door nieuwe verwarmingsinstallatie	CU, CV	berekend	-
	Warmtevraag ruimteverwarming op pandniveau	Ruimteverwarming vermogensvraag	CW	Vesta MAIS kentallen (PBL, 2024)	2024 (november)
	Extra elektriciteitsverbruik installatie op pandniveau	Extra elektriciteitsverbruik bij warmtepomp en LT-warmtenet strategie	DH-DI, EA-EB	Vesta MAIS kentallen (PBL, 2024)	2024 (november)
	Combinatie kosten isolatie en installatie kosten	Totale kosten voor de isolatie en de warmtestrategieën samen	ED tm EJ	berekend	

Om de berekeningen van de verschillende kolommen toe te lichten wordt er per onderdeel een voorbeeldberekening gegeven. Bij alle voorbeelden wordt gerekend met één voorbeeldpand, uitgelicht in [Figuur 3.1](#).

Informatie pand uit Verrijkte BAG

- Functies naar oppervlak: Kantoor 34%, Bijeenkomst 33%, Woon 33%
- Dominante functie: Kantoor
- Huidig energielabel: B
- Bouwjaar: 1975
- Gebruiksoppervlak: 780 m²
- Vloeroppervlak: 474 m²
- Dakoppervlak: 647 m²
- Raamoppervlak: 178 m²
- Geveloppervlak: 396 m²
- Kierdichting (o.b.v. gebruiksoppervlak): 772 m²
- (geschat) gasverbruik per jaar: 57.626 kWh
- aantal vbo's: 1
- aantal vbo's mer woon-oppervlakte: 1

Figuur 3.1: Voorbeeld pand voor de voorbeeldberekeningen weergegeven in Hoofdstuk 3.

3.1 Buurtidentificatie

Voor de aggregatie naar buurten is gebruik gemaakt van de buurtindeling 2023 van het CBS. Van de in totaal 14.515 buurten in deze brongegevens zijn er 14.251 in de dataset terecht gekomen, met name door het uitsluiten van buurten die alleen water bevatten. De kolommen met buurtnaam en buurtcode (zie tabel hieronder) zijn te gebruiken om buurten, buurten per wijk en buurten per gemeente te selecteren, en eventueel om gegevens uit deze dataset te combineren met andere op buurt-, wijk- of gemeenteniveau beschikbare gegevens.

Tabel 3.2: Kolommen in de dataset m.b.t. buurtidentificatie

Kolom	Kolomnaam
B	Buurtcode 2023
C	Buurtnaam 2023
D	Wijkcode 2023
E	Wijknaam 2023
F	Gemeentecode 2023
G	Gemeente 2023

3.2 Tellingen van utiliteitsbouw per verblijfsobject

Een belangrijk vertrekpunt voor inzicht in de rol van utiliteitsbouw in de warmtetransitie is inzicht in de aanwezigheid en aard van utiliteitsbouw in de buurt. Hiermee is bijvoorbeeld een selectie te maken van buurten waar (al dan niet voor een gemeente) relatief veel winkels of kantoren te vinden zijn, of juist van buurten waar weinig tot geen utiliteitsbouw aanwezig is. In deze dataset zijn tellingen weergegeven van BAG gebruiksfuncties, een aantal typen gebruikers, en van (afgegeven en indicatieve) energie labels van de aanwezige utiliteitsbouw.

3.2.1 Verblijfsobjecten per gebruiksfunctie

Om een beeld te geven van de utiliteitsbouw die in een wijk te vinden is, zijn verblijfsobjecten geteld uit de BAG. Er is hier gebruik gemaakt van de Verrijkte BAG, een dataset die door TNO is opgesteld, specifiek om energetische informatie over utiliteitsbouw bij elkaar te brengen (Sipma 2023). Het betreft voor dit onderdeel de telling van functies die in een buurt te vinden zijn.

De dataset bevat in totaal ca 1,46 miljoen verblijfsobjecten utiliteitsbouw, waarvan 314 duizend (21%) binnen bedrijventerreinen (zie [Tabel 3.3](#)). Voor het onderwerp van deze dataset –de rol van utiliteitsbouw in de wijkaanpak – is de utiliteitsbouw op bedrijventerreinen verder buiten beschouwing gelaten tenzij expliciet aangegeven. Daarmee zijn 1,15 miljoen verblijfsobjecten in deze analyse meegenomen. In deze objecten zijn 1,3 miljoen functies gevonden. Eén verblijfsobject kan meerdere functies tellen, dit was voor 182 duizend verblijfsobjecten met 372 duizend functies het geval. In de meeste gevallen betrof

dit een woning, en de meest voorkomende combinatie was hierbij met een industriefunctie (54 duizend vbo's). Verblijfsobjecten kunnen heel groot zijn (een industrieloos) maar ook heel klein: iedere kamer in een hotel telt als uniek verblijfsobject met de functie 'logies', en in verzorgingstehuizen telt iedere kamer als uniek verblijfsobject is met de functie 'gezondheidszorg'.

Tabel 3.3: Kolommen in de dataset m.b.t. verblijfsobjecten per gebruiksfunctie. Gebruiksfunctie met een * zijn niet meegenomen als energielabelplichtig

Kolom	Kolomtitel	Omschrijving	Aantal
I	Aantal vbo's	Aantal verblijfsobjecten utiliteitsbouw	1.459.977
J	Aantal vbo's binnen bedrijventerreinen	Waarvan binnen bedrijventerreinen (niet meegenomen in verdere tellingen)	313.824
K	Aantal vbo's buiten bedrijventerreinen	Waarvan buiten bedrijventerreinen (wel meegenomen in verdere tellingen)	1.146.153
L	Aantal gebruiksfuncties	Gebruiksfuncties in de meegenomen verblijfsobjecten	1.335.984
	Aantal BAG gebruiksfuncties *	Aantal gebruiksfuncties *Eén verblijfsobject kan meerdere gebruiksfuncties hebben	
N	Aantal woningen	De BAG kent een aantal gebruiksfuncties, deze tellingen geven aan hoe vaak een gebruiksfunctie in een buurt is gevonden. Objecten met de functie industrie en overige gebruiksfuncties zijn op basis van hun functie niet labelplichtig.	158.792
O	Aantal kantoren		64.930
P	Aantal bijeenkomst		78.282
Q	Aantal onderwijs		17.337
R	Aantal winkel		143.851
S	Aantal sport		11.257
T	Aantal logies		140.911
U	Aantal gezondheidszorg		65.187
V	Aantal cellen		153
W	Aantal industrie		127.256
X	Aantal overige gebruiksfunctie		424.685
Y	Aantal bedrijfspanden industrie (Verr. BAG)	Voor de Verrijkte BAG zijn ook panden zonder verblijfsobject geïdentificeerd. Hieraan is op basis van het Bestand Bodemgebruik een functie industrie of groen toegekend.	17.009
Z	Aantal bedrijfspanden groen (Verr. BAG)		86.334

3.3 Na-isolatiekosten op pandniveau

Om een beeld te geven van de totale kosten voor het na-isoleren van de utiliteitsbouw per buurt/wijk/gemeente zijn op pandniveau de investeringskosten berekend. Na-isolatie is een manier om de warmtevraag voor ruimteverwarming naar beneden te brengen. Deze kosten geven dan ook per buurt een beeld van de investeringen die gemoeid zouden zijn met na-isolatie van de (energielabelplichtige) utiliteitsbouw in de betreffende buurt. De kosten zijn bepaald voor verschillende uitgangssituaties aan de hand van het bouwjaar. Omdat gegevens over renovatie niet beschikbaar zijn is het energielabel gebruikt om een inschatting te doen van reeds gerenoveerde panden.

3.3.1 Selectie van relevante panden

Het oppervlak van de buitenkant van panden is energetisch relevant als schil waarlangs warmte weg kan lekken uit het pand. Voor de inschatting van de investeringskosten voor na-isolatie is het van belang om te weten hoe groot verschillende (mogelijk) te isoleren oppervlakken zijn. Informatie over dakoppervlak, vloeroppervlak en geveleppervlak is beschikbaar in de 3DBAG (TU Delft, n.d.).

De 3D-informatie is alleen beschikbaar op pandniveau en is niet zonder meer te alloceren naar verblijfsobjecten, de analyse hier is zodoende gedaan op pandniveau. Een pand kan verschillende verblijfsobjecten bevatten die ook verschillende gebruiksfuncties kunnen hebben. Niet voor alle utiliteitsbouw is het relevant om na te isoleren. Er is voor deze dataset rekening gehouden met panden waarvan de dominante gebruiksfunctie (op basis van oppervlakte) labelplichtig is (zie de definities in hoofdstuk 2). Ook panden op bedrijventerreinen zijn voor deze analyse uit de dataset gefilterd.

De Verrijkte BAG bevat in totaal 1,1 miljoen panden, waarvan 198 duizend op bedrijventerreinen. Van de overige 925 duizend panden hadden 467 duizend een niet-labelplichtige dominante gebruiksfunctie. In de uiteindelijke dataset zijn van 458 duizend panden de oppervlakken geteld.

Aan alle panden in de Verrijkte BAG is op verblijfsobject niveau een label toegekend (Sipma 2023). Het afgemelde label komt uit de labeldatabase. Het indicatieve label is toegekend aan niet-gelabelde verblijfsobjecten op basis van de relatie tussen label en het oorspronkelijke bouwjaar en dit wordt verder toegelicht in (Sipma, 2023). Panden die op basis van het label reeds voldoen aan de eisen voor een maatregelpakket (zie vanaf 3.3.3) worden niet na-geïsoleerd.

Zoals te zien is in [Tabel 3.4](#) hebben veel panden naast een utiliteit-gebruiksfunctie een woonfunctie houden. In [Tabel 3.4](#) een overzicht geven van de 10 meest voorkomende combinaties van gebruiksfuncties naast de woongebruiksfunctie van panden na de filtering zoals eerdergenoemd.

Tabel 3.4: Top 10 meest voorkomende combinaties met woongebruiksfunctie en een andere utiliteitsfunctie en het aantal keer dat deze voorkomt in een pand in de dataset.

Woongebruiksfunctie & ...	Aantal panden
Winkelgebruiksfunctie	73.324
Industriegebruiksfunctie	69.552
Overig gebruiksfunctie	32.927
Bijeenkomstgebruiksfunctie	29.613

Woongebruiksfunctie & ...	Aantal panden
Kantoorgebruiksfunctie	25.531
Gezondheidszorggebruiksfunctie	13.346
Logiesgebruiksfunctie	12.360
Bijeenkomst- & winkelgebruiksfunctie	4.174
Kantoor- & winkelgebruiksfunctie	3.958
Winkel- & industriegebruiksfunctie	3.325

In de dataset komen 1.198.894 vbo's voor met woon gebruiksoppervlakte. Hiervan hebben 1.040.734 vbo's alleen een woongebruiksfunctie. Omdat de geometrie zoals eerder genoemd niet op vbo-niveau is, rekenen wij met de geometrie van het hele pand.

In de dataset zijn objecten met een industrie functie en met een overige gebruiksfunctie in de BAG ook meegenomen in de tellingen van de verblijfsobjecten. Verblijfsobjecten die een industrie functie hebben zijn divers in de BAG. Grootkeukens in restaurant/zorg, werkplaatsen, opslagruimten zijn enkele voorbeelden van de industrie functie (RVO, 2024). Bij overige gebruiksfunctie gaat het om gebouwen waar het verblijf van personen een ondergeschikte rol speelt. Voorbeelden³ zijn kleed- en doucheruimten in een sporthal, bergingen bij woningen of transformatorhuisjes. Ook parkeergarages en garageboxen vallen onder overig. De gebruiksfuncties industrie en overig zijn beide niet labelplichtig. In de dataset zijn alleen labelplichtige panden doorgerekend op de energiebesparing en investeringskosten voor isolatie en warmte-strategie. Panden met een industrie en overige gebruiksfunctie als dominante gebruiksfunctie binnen de wijk zijn niet meegenomen in deze selectie.

3.3.2 Relevante bouwdeeloppervlakken

Voor een deel van de dataset konden niet alle bouwdeeloppervlakken uit de 3DBAG herleid worden. Waar gegevens uit de 3DBAG missen zijn aannames gedaan op basis van andere beschikbare gegevens: bij missende informatie over een dakoppervlak is dit bijvoorbeeld gelijk gesteld met het grondoppervlak van het BAG (2D) pand (Sipma 2023). Verder was het raamoppervlak niet beschikbaar in de 3DBAG data, terwijl dit wel een belangrijk onderdeel is van (na-)isolatie-mogelijkheden. Uit een dataset met 92 duizend objecten is een gemiddelde genomen op basis van de functie en grootte van een pand (Jonker & Sipma 2023: 37-39). Zo is bijvoorbeeld voor winkels de verwachting van een groter aandeel raamoppervlak (gemiddeld 30,4%) en voor gevangenissen (celfunctie) een kleiner aandeel (19,2%). Het zodanig ingedeelde bouwdeel is gekenmerkt als 'open gevel', het restant is ingedeeld als gesloten gevel.

Tabel 3.5: Kolommen in de dataset m.b.t. bouwdeeloppervlakken relevant voor na-isolatiemaatregelen

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
BG	Vloeroppervlak [duizend m ²]	18
BH	Dakoppervlak [duizend m ²]	13
BI	Raamoppervlak [duizend m ²]	5
BJ	Geveloppervlak [duizend m ²]	11

³ [Gebruiksfunctie: overige gebruiksfunctie | Informatiepunt Leefomgeving](#)

3.3.3 Geschatte investeringskosten na-isolatie

Investeringskosten na-isolatiemaatregelen

Voor de berekening van de investeringskosten voor na-isolatiemaatregelen zijn maatregelpakketten samengesteld met bijbehorende kentallen per m² bouwdeelloppervlak (Jonker & Sipma 2023). Er is een streefniveau vastgesteld voor twee maatregelpakketten ‘groot’ en ‘nieuwbouw’. Het pakket ‘groot’ komt overeen met isolatie tot energielabel A en het pakket voor de startanalyse van het PBL van 2024. Het pakket ‘nieuwbouw’ komt overeen met isolatie tot energielabel A++ en met eisen voor grootschalige renovatie naar nieuwbouwstandaarden uit het Bouwbesluit van 2021. Dit streefniveau is vastgesteld voor kierdichting en voor de na-isolatie van het dak, de gevel, de vloer, en de ramen (zie [Tabel 3.6](#)).

Tabel 3.6: Overzicht van uitgangspunten van isolatieniveaus van de maatregelpakketten

Pakket	Dak R _c (niveau)	Gevel R _c (niveau)	Vloer R _c (niveau)	Ramen U _w (niveau)	Kierdichting
Groot	3,7 (zeer goed)	3,7 (zeer goed)		1,8 (HR++)	Ja
Nieuwbouw	6,3 (uitstekend)	4,7 (uitstekend)	3,7 (zeer goed)	1,65 (HR++ i.c.m. tripleglas)	Ja

De maatregelen die nodig zijn om tot dit streefniveau te komen zijn afhankelijk van de bestaande isolatiegraad van het pand. Er is in de samenstelling van de pakketten uitgegaan van de geldende normen in het jaar dat het pand is opgeleverd (zie [Tabel 3.7](#)). Op basis van het bouwjaar van het pand is vervolgens een pakket toegekend, en het kental vermenigvuldigd met de relevante oppervlakken om te komen tot geschatte investeringskosten. Door middel van labelinformatie (zie ‘Selectie van relevante panden’ hierboven) is ingeschat of een pand reeds gerenoveerd is. Als dit het geval was zijn de geschatte kosten voor dat pand vervolgens gelijkgesteld met nul. Voor het maatregelpakket ‘groot’ betrof dit 94.260 panden, voor het maatregelpakket ‘nieuwbouw’ betrof dit 17.551 panden.

Tabel 3.7: Kostenkentallen (€/m² bouwdeel) per bouwjaarklasse, bouwdeel en pakket, prijspeil 2023

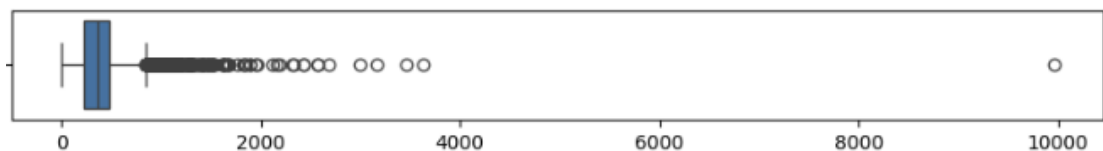
	Kierdichting		Dak		Gevel		Ramen		Vloer	
Periode	Groot	Nieuw- bouw	Groot	Nieuw- bouw	Groot	Nieuw- bouw	Groot	Nieuw- bouw	Groot	Nieuw- bouw
0-1964	22	22	168	187	146	197	565	637	0	43
1965-1974	22	22	168	187	171	197	514	605	0	43
1975-1991	22	22	99	183	121	142	489	623	0	43
1992-2012	22	22	89	160	113	130	250	393	0	43
2013-2023	0	0	0	99	0	113	0	106	0	0

Onderstaande [Tabel 3.8](#) geeft een beeld van hoe deze kentallen optellen voor een pand die zowel kantoor als woon en bijeenkomstenfunctie heeft (ca 780 m² gebruiksoppervlak) met het bouwjaar 1975. Het gaat hierbij om kosten voor het nemen van enkele gelijktijdige maatregelen.

Tabel 3.8: Investeringskosten per maatregelpakket voor voorbeeld pand met meerdere gebruiksfuncties (excl. btw) met bouwjaar 1975

Bouwdeel	Oppervlakte [m ²]	Maatregelpakket Groot		Maatregelpakket Nieuwbouw	
		Eenheids prijs excl. btw [€/m ² bouwdeel]	Totaal excl. btw [€]	Eenheids prijs excl. btw [€/m ² bouwdeel]	Totaal excl. btw [€]
Dak	647	168	€ 108.696	183	€ 118.401
Gevel	396	121	€ 47.916	142	€ 56.232
Vloer	474			43	€ 20.382
Raam	178	489	€ 87.042	623	€ 110.894
Kierdichting (o.b.v. gebruiksoppervlak)	772	22	€ 16.984	22	€ 16.984
Totaal kosten			€ 260.638		€ 322.893
Kosten [€/m ² VO]			€ 550		€ 681

Hiermee is een beeld te schetsen van de na-isolatiekosten voor alle buurten in Nederland. Merk op dat dit soms extreme waarden oplevert: alhoewel de investeringskosten per m² vloeroppervlak gemiddeld per buurt uitkomen op €363 per m² voor het pakket ‘groot’ en de meeste waarden onder de €1,000 per m² liggen, zijn er uitschieters van €4,000 en zelfs €10,000 per m² (zie [Figuur 3.2](#)). Gemiddelde waarden per buurt zijn weergegeven in onderstaande [Tabel 3.9](#). Bij buurten zonder geschatte na-investeringskosten staat geen getal.



Figuur 3.2: Boxplot met een weergave van de distributie van investeringskosten per buurt per m² vloeroppervlak.

Tabel 3.9: Kolommen in de dataset m.b.t. geschatte investeringskosten van na-isolatiemaatregelen

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
Totale investeringskosten na-isolatie		
BL	Pakket groot [duizend €]	4.496
BM	Pakket nieuwbouw [duizend €]	6.797
BN	Investeringskosten groot/vloer opp. [€/m ² VO]	363
BO	Investeringskosten nieuwbouw/vloer opp. [€/m ² VO]	559
Investeringskosten na-isolatie per bouwdeel		
Pakket groot		
BR	Na-isolatie dak [duizend €]	1.336

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
BS	Na-isolatie gevel [duizend €]	1.152
BT	Na-isolatie raam [duizend €]	1.700
BU	Na-isolatie kierdichting [duizend €]	308
Pakket nieuwbouw		
BW	Na-isolatie dak [duizend €]	2.056
BX	Na-isolatie gevel [duizend €]	1.732
BY	Na-isolatie vloer [duizend €]	431
BZ	Na-isolatie raam [duizend €]	2.381
CA	Na-isolatie kierdichting [duizend €]	380

3.4 Energieverbruik

In de Verrijkte BAG is per pand, gebaseerd op het m²-gebruiksoppervlak en de (dominante) gebruiksfunctie van het pand het verbruik van gas en elektriciteit in kWh per jaar berekend (geschat) (Sipma 2023). Hiervoor zijn benchmark energie-kentallen gebruikt per gebruiksfunctie en grootteklasse welke voor gas worden weergegeven in Bijlage B. Zie voor de overige achterliggende energie-kentallen de bijlagen in (Sipma, 2023). Deze energie-kentallen geven het m³ gasverbruik per m² gebruiksoppervlak. Door deze te vermenigvuldigen met het gebruiksoppervlak van de dominante functie is het gasverbruik in de Verrijkte BAG per pand berekend. Voor gas is gerekend met de energie-inhoud van aardgas op bovenwaarde in de m³-gas naar MJ-gas conversie (bovenwaarde: 35,17 MJ/m³, onderwaarde: 31,65 MJ/m³). Alle panden in de BAG krijgen op deze manier een gasverbruik toegekend. Bij de berekening van het energieverbruik per jaar wordt dus geen uitzondering gemaakt als panden zich potentieel al ge-elektrificeert hebben of op een warmtenet aangesloten zijn. Voor de gas-kentallen is als zichtjaar 2018 gebruikt en voor de elektriciteits-kentallen diverse zichtjaren (zie TNO achtergrondrapport Verrijkte BAG (Sipma, 2023)). In dit project richten wij alleen op het verbruik van gas voor ruimteverwarming en warm tapwater. De energie nodig voor ruimteverwarming, de besparing door isolatie en besparing door het toepassen van nieuwe ruimteverwarming strategieën zijn berekend met behulp van dit gasverbruik.

3.4.1 Aandeel niet ruimteverwarming

Veel van de gebruiksfuncties bevatten processen in het pand waarvoor gas nodig is naast voor ruimteverwarming. Over het gas verbruik voor processen, zoals koken en koeling, is echter te weinig bekend om er rekening mee te kunnen houden. Daarom gaan wij ervanuit dat al het gas verbruik toegerekend aan een pand in de Verrijkte BAG geheel voor ruimteverwarming en warm water is.

3.4.2 Aandeel warm tapwater

Voor warm tapwater zijn er per oppervlakte-eenheid en per gebruiksfunctie kentallen in Vesta Mais voor de warm-tapwater vraag in gas GJ/m² per jaar. Deze rekenen wij om naar kWh/m² met de factor 277,78 GJ/kWh. Dit

kental (voor de dominante functie van het pand) wordt vermenigvuldigd met het gebruiksoppervlak van het pand, zie [Vergelijking 3.1](#). Dit resultaat wordt afgetrokken van het totale gas verbruik van het pand. Het overgebleven gasverbruik wordt toegerekend aan het gas verbruik voor ruimteverwarming per jaar van het pand, zie het voorbeeld in [Tabel 3.10](#).

Vergelijking 3.1: berekening voor gasverbruik tapwater per jaar voor een pand

$$\frac{\text{Warmtevraag tapwater per jaar per m}^2}{\text{factor GJ/kWh}} \times \text{gebruiksoppervlak} = \text{gasverbruik voor warm tapwater per jaar}$$

3.4.3 Functionele vraag ruimteverwarming

Na de bovenstaande stap onder 'Tapwater' hebben wij met de efficiëntie van gasketels, die volgens Vesta Mais gemiddeld 104% (op onderwaarde) zijn, de functionele vraag naar ruimteverwarming per pand berekend in kWh. Omdat de bovenwaarde gebruikt is voor de berekening van het gasverbruik per pand in de Verrijkte BAG (zie begin Paragraaf 3.4) is het rendement gecorrigeerd door te vermenigvuldigen met de ratio onderwaarde/bovenwaarde. Het rendement is later van belang voor het berekenen van de extra benodigde elektriciteit per warmtestrategie.

Tabel 3.10: Voorbeeldberekening energieverbruik van pand uit [Figuur 3.1](#) (merk op dat het aandeel gas voor warm tapwater erg klein is) met behulp van [Vergelijking 3.1](#).

Gasverbruik ruimteverwarming	
Dominante gebruiksfunctie	Kantoor
Gebruiksoppervlak	780 m ²
Gasverbruik per jaar	57.626 kWh
Warmtevraag tapwater per m ² -kantoor	0,001158 GJ/m ²
Gasverbruik voor warm tapwater per jaar	0,003252 kWh
Gasverbruik voor ruimteverwarming per jaar	57.626 kWh

Tabel 3.11: Kolommen in dataset m.b.t. gas en elektriciteitsverbruik

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
CI	Aantal panden	32
CJ	Totaal gasverbruik per jaar [kWh]	3.018.460
CK	Totaal elektriciteitsverbruik per jaar [kWh]	1.828.999
CL	Gas verbruik ruimteverwarming [kWh]	2.988.271

3.5 Energiebesparing door na-isolatie en installaties

3.5.1 Energiebesparing door na-isolatie

Door het isoleren van panden wordt het verbruik van gas voor ruimteverwarming verminderd. (Sipma, 2023) geeft de energie-intensiteiten afhankelijk van grootteklasse, het label en de gebruiksfunctie van een pand. Voor een bepaalde gebruiksfunctie en grootteklasse zijn de verhoudingen in het gasverbruik tussen de labels bepaald. Hiermee is de factor bepaald voor de vermindering in gasverbruik als een pand isoleert van het huidige label naar label A (groot pakket) en A++ (nieuwbouw pakket). Zo is het gasverbruik voor ruimteverwarming per pand na, indien van toepassing, het isoleren naar label A en A++ berekend, zie [Vergelijking 3.2](#). De energiekentallen geven in een paar situaties (opmerkelijk genoeg) aan dat er een hoger verbruik aan gas is bij het verhogen van het energie label. Dit leidt vervolgens tot een negatieve besparing. In deze situaties is om dit te voorkomen de besparing op 0 gezet.

Vergelijking 3.2: berekening van gasverbruik voor ruimteverwarming na isolatie naar label A (of A++)

$$\frac{\text{gas verbruik label A (of A++)}}{\text{gas verbruik huidige label}} \times \text{huidige gasverbruik voor ruimteverwarming} = \text{gasverbruik voor ruimteverwarming na isolatie}$$

Tabel 3.12: Voorbeeldberekening gas-besparing door isolatiepakket groot (label A) en pakket nieuwbouw (label A++) voor het pand uit [Figuur 3.1](#).

Informatie pand		Isolatie naar label A		Isolatie naar label A++	
Label	B	Gas kantoor [m ³ /m ²] label A <500m ²	7,7	Gas kantoor [m ³ /m ²] label A++ <500m ²	7,0
Dominante gebruiksfunctie	kantoor	Besparing	1,28 %	Besparing	10,26 %
Vloeroppervlak	474 m ²				
Gas kantoor [m ³ /m ²] label B <500m ²	7,8				
Gasverbruik ruimteverwarming	57.626 kWh		56.887 kWh		51.715 kWh

Tabel 3.13: Kolommen in dataset m.b.t. gasbesparing door isolatie

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
CN	Gas besparing bij groot [kWh]	767.778
CO	Gas besparing bij groot [%]	22
CP	Investering per kWh bespaard groot [€/kWh]*	12,27
CQ	Gas besparing bij nieuwbouw [kWh]	1.239.027
CR	Gas besparing bij nieuwbouw [%]	34
CS	Investering per kWh bespaard nieuwbouw [€/kWh]*	13,08

* combinatie van de investeringskosten uit de kolommen weergegeven in Tabel 3.9 en de energiebesparing

3.5.2 Energiebesparing door installaties

In dit onderzoek bekijken wij de mogelijkheid van gasbesparing door het inzetten van drie verschillende vernieuwende warmtestrategieën. Wij nemen de volgende drie gekozen warmtestrategieën en hun bijbehorende installaties in overweging:

- Installatie van een lucht-warmtepomp
- Aansluiting bij een MT-warmtenet
- Aansluiting bij een LT-warmtenet, 30°C.

Bij de drie gekozen warmtestrategieën is aangenomen dat het gasverbruik van het hele pand naar 0 zal gaan. Daarom is de energie die bespaard wordt gelijk aan het gasverbruik nadat isolatie is toegepast zoals berekend bij paragraaf 3.5.1.

Als we kijken naar het voorbeeld in [Tabel 3.12](#) kan opgemerkt worden dat er na isolatie naar nieuwbouw minder gas voor ruimteverwarming nodig is dan na isolatie naar groot. Dit betekent dat er bij het installeren van een aardgasvrije ruimteverwarmingsinstallatie vervolgens minder gas bespaard wordt als het pand al geïsoleerd is naar nieuwbouw niveau dan naar pakket groot niveau.

3.6 Investeringskosten installaties ruimteverwarming

De drie genoemde warmtestrategieën hebben alle drie, afhankelijk van de vermogensvraag van de installatie en het label, andere installaties nodig. Eerst hebben wij daarom per pand de vermogensvraag van de gehele installatie berekend. Samen met het vloeroppervlak van het pand, kunnen zo de kosten van de installaties berekend worden met kentallen uit Vesta Mais.

3.6.1 Benodigde vermogen voor de warmte-installaties

De capaciteit voor de verwarmingsinstallatie is voor de drie strategieën gelijk. Deze is berekend met de vermogensvraag voor ruimteverwarming en tapwater per oppervlak (in kW/m²) uit Vesta MAIS 5.0 (PBL, 2021), zie [Tabel 3.14](#) hieronder. Deze zijn bepaald met de in 2012 gepubliceerde NEN 7120 door BZK.

Tabel 3.14: Vermogensvraag kentallen voor de warmte installaties uit Vesta Mais voor ruimteverwarming en warmtapwater

Gebruiksfuncties utiliteit*	Ruimteverwarming vraag per oppervlakte (kW/m ²)	Warm tapwater vraag per oppervlakte (kW/m ²)
woon	0,03	*
kantoor	0,06	0,04
winkel	0,03	0,04
gezondheidszorg	0,08	0,04
logies	0,06	0,04
onderwijs	0,03	0,04
industrie	0,03	0,04
bijeenkomst	0,08	0,04
sport	0,06	0,04
overig	0,01	0,04
cel	0,09	0,04

* voor de woon gebruiksfunctie wordt voor ruimteverwarming én voor warm tapwater een aansluit vermogensvraag van 2 kW per woon-vbo extra gerekend.

In de Verrijkte BAG is per pand het aandeel in het oppervlak per gebruiksfunctie bepaald. Dit aandeel wordt gebruikt om per het vloeroppervlak op te delen per gebruiksfunctie. Zo krijgen wij het vloeroppervlak per gebruiksfunctie, om zo de vermogensvraag voor ruimteverwarming van een pand te berekenen. Zie voor de berekening [Vergelijking 3.3](#) en het voorbeeld in [Tabel 3.15](#).

Vergelijking 3.3: berekening van de vermogensvraag voor ruimteverwarming per pand

*aandeel gebruiksfunctie A x vloeroppervlak x vermogensvraag per m² voor A +
aandeel gebruiksfunctie B x vloeroppervlak x vermogensvraag per m² voor B + ... =
vermogensvraag pand*

Tabel 3.15: Voorbeeldberekening vermogensvraag warmte installatie (vermogen voor ruimteverwarming plus tapwater maakt totale vermogen)

Informatie pand	Ruimteverwarming	Tapwater
Functies naar oppervlak: Kantoor 34%, Bijeenkomst 33%, Woon 33%	(0,06 kW/m ² x 0,34 + 0,08 kW/m ² x 0,33 + 0,03 kW/m ² x 0,33)	(0,34 + 0,33) x 0,04 kW/m ² x 474 m ² + 2 kW =
Vloeroppervlak: 474 m ²	x 474 m ² + 2 kW =	
Aantal vbo's met woon-oppervlakte: 1		
Vermogensvraag:	28,88 kW	14,70 kW

Tabel 3.16: Kolommen in dataset m.b.t. gasbesparing door aardgasvrije ruimteverwarming strategie en vermogensvraag voor ruimteverwarming

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
CU	Gas besparing bij groot [kWh]	2.220.509
CV	Gas besparing bij nieuwbouw [kWh]	1.749.245
CW	Totale vermogensvraag warmte installatie [kW]	1.193

3.6.2 Investeringskosten installaties ruimteverwarming

De investeringskosten van de benodigde installaties zijn overgenomen van de kostenkentallen (invoer) in het Vesta Mais model.

De kostenkentallen van de installatiemaatregelen zijn gebaseerd op kentallen uit de Actualisatie Startanalyse. Het zijn de kosten als de maatregel op een zelfstandig moment uitgevoerd wordt. De prijzen zijn opgegeven exclusief BTW en subsidies. De kosten zijn gemiddelden voor uitvoering van de maatregel. Het betreft kosten voor materiaal, installatie/arbeidsuren, en de algemene of indirecte projectkosten zoals voorbereidende werkzaamheden.

De benodigde installaties per strategie en de daar bijhorende kosten zijn weergegeven in het schema op de volgende pagina.

Strategie	
Individuele elektrische lucht warmtepomp 4750 €/aansl. + 1000 €/kW	+ LT-afgiftesysteem 5,2 €/m² Niet nieuwbouw vanaf label B en hoger + Ventilatie 29 €/m²
Warmtenet met MT-restwarmte ACM 2024 aansluitbijdrage	+ Vermogensvraag <100 kW Afleverzet 1800 €/aansl. Vermogensvraag >100 kW Onderstation 84 €/kW + Warmtemeters 913 €/aansl. + 1,35 €/kW + Oppervlakte <100 m² Inpandige buizen 20 €/m²
Warmtenet met LT-warmtebron, 30°C ACM 2024 aansluitbijdrage	+ Vermogensvraag <100 kW Afleverzet 1800 €/aansl. Vermogensvraag >100 kW Onderstation 84 €/kW + Warmtemeters 913 €/aansl. + 1,35 €/kW + Oppervlakte <100 m² Inpandige buizen 20 €/m² + Boosterwarmtepomp 3000 €/aansl. + LT-afgiftesysteem 5,2 €/m²
Nieuwe Hr-ketel 93,4 €/kW	

Per pand worden met deze kostenkentalen de kosten voor de warmtestrategie berekend.

De aansluitbijdrages voor warmtenetten die zijn meegenomen zijn weergegeven in Tabel 3.17.

Tabel 3.17: ACM warmtebesluit 2024 aansluitbijdrages warmtenetten

Vermogen (kW)	Aansluitbijdrage
0 -125	€ 4.339,04
126 – 200	€ 3.937,24
201- 400	€ 9.931,81
401-750	€ 17.815,45
751 – 1250	€ 26.036,04
1251 – 2000	€ 34.635,33
2001 – 4000	€ 47.728,02
4001 - >	€ 66.210,97

Omdat de kosten voor de afleverset afhankelijk zijn van de warmtebeheerder geven wij in de dataset de minimale kosten (zonder de kosten voor afleverset, onderstation en warmtemeters) en maximale kosten (inclusief de kosten) voor de MT- en LT-warmtenet strategieën weer. Daarnaast geven wij de kosten voor een referentiestrategie weer als er geen verduurzamingsmaatregelen worden getroffen in de vorm van het installeren van een nieuwe gasketel (HR-ketel). Een voorbeeld van de berekening van de kosten voor de warmte installaties is weergegeven in de onderstaande Tabel 3.18.

Tabel 3.18: Voorbeeldberekening kosten voor de verschillende warmt strategieën met het schema weergegeven op de voorgaande pagina (voor elk isolatie niveau gelijk omdat deze alleen afhankelijk is van de vermogensvraag en het vloeroppervlak)

Informatie pand	Warmtepomp	MT-warmtenet (max)	LT-warmtenet (max)	HR-ketel
Totale vermogensvraag voor warmte installatie: 44 kW Vloeroppervlak: 474 m ²	4750 € + 1000 €/kW x 44 kW + (5,2 €/ m ² + 29 €/ m ²) x 474 m ²	4.339 € + 1800 €	4.339 € + 1800 € + 3000 € + 5,2 €/ m ² x 474 m ²	93 €/kW x 44 kW
Kosten:	= € 64.961	= € 6.139	= € 11.604	= € 4.092

Voor de warmtepomp en LT-warmtenet strategie is er na installatie ook extra elektriciteit nodig. Eerst wordt het aantal kWh nodig voor ruimteverwarming berekend met de efficiëntie van de gasketel, gegeven in paragraaf 3.4.3 en de ratio onderwaarde/bovenwaarde voor de verbrandingswaarde van aardgas. Voor de warmtepomp strategie wordt het kWh nodig voor ruimteverwarming met een efficiëntie van 450% voor de warmtepomp (uit Vesta MAIS) geconverteerd naar kWh elektriciteit benodigd. Voor de LT-warmtenet strategie wordt de kWh benodigd voor ruimteverwarming omgezet naar aandeel eigen opwekking met de efficiëntie van in pandige eigen opwekking bij LT-warmtenetten van 800% (Vesta MAIS), en het aandeel eigen opwekking 60% (Vesta MAIS).

In de dataset worden ook de kosten voor de combinatie van isolatie en de warmtestrategieën weergegeven.

Tabel 3.19: Kolommen in dataset m.b.t. kosten voor de warmtestrategieën en in combinatie met isolatie kosten, en extra benodigde elektriciteit

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
Nieuwe HR-ketel (referentie)		
DA	Investeringskosten nieuwe HR-ketel [duizend €]	111
DB	Investeringskosten/vloeropp. [€/m ² VO]	8,5
Warmtepomp strategie		
DC	Warmtepomp [duizend €]	1.746
DD	Investeringskosten/vloeropp. [€/m ² VO]	136
DE	Investering per kWh gas besparing groot [€/kWh]	1,26
DF	Investering per kWh gas besparing nieuwbouw [€/kWh]	1,50
DG	Extra elektriciteit benodigd bij warmtepomp-groot [kWh]	461.822
DH	Extra elektriciteit benodigd bij warmtepomp-nieuwbouw [kWh]	363.808
MT-warmtenet strategie		
DJ	MT-warmtenet maximale kosten [duizend €]	273
DK	Max. investeringskosten/vloeropp. [€/m ² VO]	23
DL	Investering maximaal per kWh gas besparing groot [€/kWh]	0,20
DM	Investering maximaal per kWh gas besparing nieuwbouw [€/kWh]	0,24
DN	MT-warmtenet minimale kosten [duizend €]	165
DO	Min. investeringskosten/vloeropp. [€/m ² VO]	15
DP	Investering minimaal per kWh gas besparing groot [€/kWh]	0,13
DQ	Investering minimaal per kWh gas besparing nieuwbouw [€/kWh]	0,15
LT-warmtenet strategie		
DS	LT-warmtenet maximale kosten [duizend €]	430
DT	Max. investeringskosten/vloeropp. [€/m ² VO]	37
DU	Investering maximaal per kWh gas besparing groot [€/kWh]	0,33
DV	Investering maximaal per kWh gas besparing nieuwbouw [€/kWh]	0,39
DQ	LT-warmtenet minimale kosten [duizend €]	322
DX	Min. investeringskosten/vloeropp. [€/m ² VO]	28
DY	Investering minimaal per kWh gas besparing groot [€/kWh]	0,26
DZ	Investering minimaal per kWh gas besparing nieuwbouw [€/kWh]	0,31

Kolom	Kolomtitel	Gemiddeld per buurt
EA	Extra benodigde elektriciteit na isolatiepakket groot [kWh]	155.865
EB	Extra benodigde elektriciteit na isolatiepakket nieuwbouw [kWh]	122.785
Combinatie isolatie A++ en warmtestrategie		
ED	Warmtepomp en isolatie nieuwbouw [duizend €]	8.725
EE	MT-warmtenet max. en isolatie nieuwbouw [duizend €]	7.252
EF	LT-warmtenet max. en isolatie nieuwbouw [duizend €]	7.409
EG	Warmtepomp en isolatie nieuwbouw kosten per bespaarde kWh [€/kWh]	4,8
EH	Warmtepomp en isolatie groot kosten per bespaarde kWh [€/kWh]	3,5
EI	MT-warmtenet max. en isolatie nieuwbouw kosten per bespaarde kWh [€/kWh]	4,0
EJ	LT-warmtenet max. en isolatie nieuwbouw kosten per bespaarde kWh [€/kWh]	4,1

4 Aandachtspunten bij het gebruik van de dataset

4.1 Inzichten die de dataset biedt

In de dataset zijn gegevens verzameld over utiliteitsbouw die relevant zijn voor de warmtetransitie van wijken en buurten in Nederland. Middels informatie over aantallen, gebouwtypen, aardgasverbruikers, energetische kwaliteit in de vorm van energielabels, energieverbruik- en besparing voor ruimteverwarming en de kosten van na-isolatie- en installatiemaatregelen is een inschatting te maken van de rol van utiliteitsbouw in de warmtetransitie van buurten.

De informatie in deze dataset is gebaseerd op nationale registerdata, waaraan informatie en berekeningen op individueel pandniveau zijn toegevoegd die vervolgens op buurniveau worden gepresenteerd. Daarmee is een beeld te geven waarin buurten (en een wijk of gemeente) onderling vergeleken kunnen worden: welke buurten vallen bijvoorbeeld op door het aantal restaurants of grootverbruikersaansluitingen, en in welke buurten lijkt het relatief gezien het goedkoopste of duurste om te isoleren? Welke buurten kennen het hoogste gasverbruik? En in welke buurten is de hoogste besparing te behalen? En hoeveel is deze besparing uitgedrukt in geïnvesteerde euro per bespaarde eenheid energie? Zijn er quick-wins te identificeren? De gegevens kunnen worden ingezet voor een eerste oriëntatie op de mogelijkheden en prioritering.

Belangrijke kanttekening voor gebruik dataset

Resultaten in deze dataset voor het energieverbruik, energiebesparing en investeringskosten van de verduurzamingsmaatregelen per buurt zijn schattingen. De onderliggende berekeningen per pand zijn gebaseerd op nationale kentallen. De betrouwbaarheid van de uitkomsten hangt daarmee af van hoe goed een ‘gemiddeld’ kental de specifieke context benadert. De voorraadgegevens per buurt, gegevens over afgemelde energielabels en aardgasaansluitingen zijn wel direct afkomstig uit gegevens over de buurt, o.a. vanuit de BAG en labelregistratie.

De dataset dient daarom als startpunt voor de oriëntatie op de utiliteitsbouw in de buurt. Het is belangrijk om altijd de lokale context te bestuderen, hier gesprekken met de gemeenten en gebruikers van de dataset over te voeren, en dit vervolgens mee te nemen in de overweging, omdat deze mogelijk kan afwijken van wat in de dataset is geschetst.

Om conclusies te kunnen trekken over de haalbaarheid (van de verduurzamingsstrategie en de technische uitvoering ervan) en betaalbaarheid (en financiering) is alleen deze dataset niet toereikend. De dataset is bedoeld voor een eerste oriëntatie op de mogelijkheden en prioritering vanuit utiliteit bezien.

4.2 Beperkingen van de gehanteerde bronnen en aanpak

Uit de dataverzameling en bewerkingen ten behoeve van dataset 2.0 volgen een aantal belangrijke beperkingen en kanttekeningen waarmee rekening gehouden moet worden bij het gebruik van de dataset. Deze volgen uit de wijze waarop de data is verzameld, uit de gemaakte selecties (doorsneden, categorieën) om berekeningen op uit te voeren, en uit de aannames (e.g. filters) die zijn gebruikt om de dataset toe te spitsen op de rol van utiliteitsbouw in de wijk. De peilmomenten van de brondata kunnen ook van elkaar verschillen.

Nationale registerdata

Gegevens voor deze dataset zijn verzameld op nationale schaal, gebaseerd op registerdata zoals de BAG en de energielabeldatabase. De kwaliteit en actualiteit van deze data is afhankelijk van de input. De kwaliteit van de BAG is afhankelijk van hoe goed dit door gemeenten wordt bijgehouden. Daarnaast maakt de BAG alleen onderscheid tussen de hoofdgebruiksfuncties– bijvoorbeeld tussen onderwijs en kantoren. Binnen subsectoren in de utiliteitsbouw zijn er al grote verschillen, bijvoorbeeld tussen een lagere school en een universiteit, of tussen een klein kantoor en een groot kantoorverzamel pand. Hoewel met informatie van VMN-media typische aardgasgebruikers beter geïdentificeerd zijn in dataset 1.0, is de berekening voor de energievraag én installatiekosten toch gebaseerd op generieke aannames per BAG gebruiksfunctie (en is dus geen verdere detaillering aangebracht).

Afbakening en filters

In de bewerkingen op de BAG is ervoor gekozen om utiliteitsbouw op bedrijventerreinen weg te filteren. Hiervoor is gekozen om de focus te leggen op de wijk. Echter, panden die op bedrijventerreinen liggen en voor de warmtetransitie relevant kunnen zijn, bijvoorbeeld voor energie-uitwisseling, blijven door deze keuze buiten beschouwing. Voor de telling van energielabels is alleen gekeken naar objecten met een labelplichtige gebruiksfunctie (RVO, 2024), en voor isolatiekosten is gekeken naar panden waarvan de dominante functie labelplichtig is (dit wordt hieronder nog verder toegelicht). Daarnaast waren voor niet alle relevante panden alle bouwdeelopervlakken beschikbaar (rond de 5%); waar dit niet beschikbaar was zijn aannames gedaan, bijvoorbeeld op basis van de oppervlakte van het 2D-vlak van het pand.

Peilmomenten van gegevens

De gegevens veranderen over de jaren. Deels betreft dit de samenstelling van de gebouwvoorraad: sinds 2020 zijn jaarlijks meer dan 10.000 gebouwen bijgebouwd, en vier- tot vijfduizend gesloopt (CBS 2024). Door andere toevoegingen en onttrekkingen verandert de voorraad hiermee jaarlijks met zo'n 10.000 tot 15.000 gebouwen. Deels betreft dit ook aanpassingen van de bestaande gebouwvoorraad. Daarnaast verschillen de peilmomenten van de verschillende gehanteerde databronnen van elkaar, waardoor kleine mismatches kunnen optreden tussen onderdelen van de dataset.

Aansluitingen

De aardgasaansluitingen zijn door het CBS per buurt gesommeerd op basis van gegevens van de netbeheerders, en afgerond op vijftallen. Hierbij waren 196 buurten met ca 50.000 aansluitingen (met inbegrip van woningen) niet te verwerken door een herindeling van buurten tussen 2022 en 2023. Dit betrof 1,4% van alle buurten en 0,7% van alle aansluitingen.

Verblijfsobjecten per type gebruiker

Voor de telling van typen gebruikers zoals restaurants is uitgegaan van KvK-registraties per SBI-code (voor bedrijfsindeling zie CBS, 2014). Hier geldt dat er soms binnen één SBI-sector verschillende typen bedrijfsprocessen te vinden zijn. Een voorbeeld hiervan is het onderscheid tussen warme en koude bakkers, die gedeeltelijk onder dezelfde SBI-codes te vinden zijn. Hetzelfde geldt bijvoorbeeld voor sauna's en installateurs van sauna's, al zijn hiervoor in deze dataset aanvullende checks gedaan met publiek opvraagbare informatie. Andere aangetroffen beperkingen van deze databron zijn de verschillende manieren waarop bedrijven en organisaties met meerdere vestigingen zijn geregistreerd. Mede hierom zijn deze getallen wel te gebruiken voor een beeld van de verdeling van vestigingen binnen een gemeente, maar zijn aanvullende informatiebronnen nodig om bijvoorbeeld voor een specifieke buurt een plan of warmteprogramma op te stellen.

Energielabels

De belangrijkste databron voor energielabelinformatie per verblijfsobject betreft afgegeven energielabels. De labelregistratie kent echter ook beperkingen. Slechts 16% van alle utiliteitsbouw in de hier verzamelde gegevens had een afgegeven energielabel. Deze labels kunnen bovendien wel 10 jaar geleden zijn afgegeven. Het label is verplicht op een transactiemoment; tijdens oplevering, verhuur of verkoop. Als een renovatie is uitgevoerd kan een nieuw label worden aangevraagd maar dit is niet verplicht en gebeurt dus niet altijd. Om deze redenen is het label niet altijd accuraat. Ook de labelregistraties zullen door beleidsmaatregelen zoals de EPBD waarschijnlijk sneller veranderen komende jaren. Dit heeft invloed op de investeringskosten die nodig zijn om de voorraad te verbeteren. Ook hebben we labels geschat van objecten zonder afgegeven label, op basis van bouwjaar. Wanneer het object inmiddels is gerenoveerd, dan is dat niet in het indicatieve label meegenomen.

Verskil tussen gebruiksoppervlak en vloeroppervlak

Dit onderzoek maakt gebruik van data over de geometrie van de panden voor het inschatten van de kosten. De geometrie (gevel, dak, vloeroppervlak) komt daarbij uit de 3D-BAG, waarin 3D-modellen zijn gemaakt van de panden. Voor berekening van het energieverbruik is daarentegen het gebruiksoppervlak uit de BAG gebruikt. Een belangrijke constatering is dat gebruiksoppervlak van het pand meestal hoger is dan het vloeroppervlak in de 3D-BAG, zie voor vergelijking Bijlage C. Dit kan mogelijk verklaard worden omdat het gebruiksoppervlak in sommige situaties meer vierkante meters omvat dan alleen het vloeroppervlak. De verklaring voor het verschil is echter niet eenduidig. Het gebruiksoppervlak als uitgangspunt nemen voor schatting het energieverbruik is de meest logische keuze in de bepaling van het energieverbruik in de Verrijkte BAG aangezien de energie kentallen ook op basis van gebruiksoppervlak bepaald zijn. Het duiden van de verschillen en valideren van de data vereist meer onderzoek.

Inschatting investeringskosten isolatie

Investeringskosten zijn geschat voor een deelselectie van alle panden die labelplichtig is, op basis van de bouwdeeloppervlakken van het gehele pand in de 3D BAG en op basis van kostenkentallen. Panden zijn geselecteerd als ze niet op een bedrijventerrein lagen en de grootste functie in het pand een labelplichtige functie was. Hierdoor zijn ook panden meegenomen waarvan een deel niet labelplichtig is; en er zijn panden niet meegenomen waarvan een deel wél labelplichtig is. Het betrof in beide gevallen ongeveer 15% van de totale pandoppervlakken.

Op basis van bouwjaar en labelinformatie is bepaald voor welke maatregelpakketten het pand in aanmerking kwam. De kosten hiervoor waren bepaald op basis van

maatregelpakketten met prijspeil mei 2023. Deze zijn nog niet geconverteerd naar prijspeil 2024. Verdere kanttekeningen hierbij betreffen de aanname dat maatregelen op een zelfstandig moment uitgevoerd worden, en dat de prijzen exclusief BTW en subsidies zijn. De rekenmethode voor na-isolatiekosten met bijbehorende aannames is uitgebreider beschreven door Jonker en Sipma (2023).

Inschatting vermogensvraag en investeringskosten installaties

Op basis van het vloeroppervlak en het kental voor de vermogensvraag in $\text{kW}_{\text{thermisch}}$ per m^2 afhankelijk van de gebruiksfunctie is het thermisch vermogen van de warmte-installatie voor het pand berekend. Met dit vermogen zijn vervolgens de investeringskosten van de installatie per pand berekend. Het vermogen is een gemiddelde en hangt hierin dus alleen af van de grootte, wat een sterk vereenvoudigde aanname is. We houden bijvoorbeeld geen rekening met de verschillende (interne en externe) warmtewinsten en -verliezen, maar rekenen alleen met één gemiddelde waardoor de spreiding buiten beeld blijft.

In de bepaling van de vermogensvraag nemen we aan dat het warm tapwater met dezelfde verwarmingsinstallatie wordt bereid. We houden dus geen rekening met een aparte installatie (zoals elektrische boiler) voor warm tapwater. Gevolg van deze aanname is hogere kosten voor de verwarmingsinstallatie voor ruimteverwarming ten opzichte van gescheiden opwekking.

Verdere kanttekeningen betreffen de aanname dat maatregelen op een zelfstandig moment uitgevoerd worden, en dat de prijzen zijn opgegeven exclusief BTW en subsidies. De kosten zijn gemiddelden voor uitvoering van de maatregel. Het betreft kosten voor materiaal/installatie, arbeidsuren, en (indirecte) project gerelateerde kosten zoals voorbereidende werkzaamheden en opruimen. Een belangrijk aandeel van de kosten betreft arbeidskosten, die afhankelijk zijn van de installatiemarkt (installateur, arbeidsloon). Om alleen al deze reden kan deze kostenberekening niet meer inzicht opleveren dan een ruwe indicatie. Maatwerk is nodig voor een verdere precisering.

Alleen de eenmalige kosten die een pandeigenaar maakt zijn meegenomen in de kosten. Voor het warmtenet zijn dus alleen de eenmalige kosten meegenomen voor de pandeigenaar. Dus bijvoorbeeld niet de periodieke uitgaven zoals het vastrecht op de energierekening. Via het vastrecht wordt (een deel van) het warmtenet gefinancierd door het warmtebedrijf. Voor elektriciteit is ook geen vastrecht meegenomen, noch eventuele kosten voor verzwaring van de netaansluiting.

Inschatting aardgasverbruik per pand

Het aardgasverbruik per pand is via kentallen per gebruiksfunctie-label-grootteklasse toegevoegd aan de Verrijkte BAG 2023. Het aardgasverbruik betreft een inschatting voor ieder pand op basis van functie, gebruiksooppervlak en label voor één peiljaar. Er is gebruik gemaakt van de meest recente kentallen die momenteel hierover beschikbaar zijn. Het peiljaar voor deze aardgas kentallen ligt echter rond 2018. In de tussentijd is het vastgoed in energieprestatie verbeterd en is het aardgasverbruik verder afgenomen. Daarbij is afgelopen jaren het verbruik ook verminderd als reactie op de hoge energieprijzen. Daarvoor is niet gecorrigeerd.

Procesenergie onbekend

Momenteel is er geen aanname gemaakt voor het aandeel procesgas op het aardgasverbruik per gebruiksfunctie. Dit heeft alleen impact op de resultaten voor sectoren waar procesenergie een rol van betekenis speelt (denk aan winkels, horeca, autogarages, etc.). Voor kantoren, scholen, bijvoorbeeld heeft het geen effect op de resultaten.

Energiebesparing door na-isolatie

De besparing is berekend door naar het verschil in gemiddeld verbruik per label te kijken. Belangrijk om te benadrukken is dat dit een schatting is, omdat de werkelijke energiebesparing afhankelijk is van diverse factoren. Het stookgedrag (inregeling van installaties) is zeer bepalend hoeveel besparing er in werkelijkheid gerealiseerd kan worden door energiebesparende maatregelen.

Energiebesparing door installatiemaatregelen

De aardgasbesparing door de warmtepomp is geschat als het nog resterende aardgasverbruik nadat isolatie is toegepast. Consequentie daarvan is dat de besparing voor installatie hoger is bij pakket groot dan bij pakket nieuwbouw. Dit omdat de isolatie in het eerste geval minder besparing oplevert. Een beperking van de aanpak is dat de volgorde van de maatregelen vast staat. Het elektriciteitsverbruik voor de warmte installaties is berekend uitgaande van één vaste waarde voor het gemiddelde rendement wat een vereenvoudiging is omdat geen regionale temperatuurvariatie is meegenomen.

Uitgangssituatie verwarmingstechnologie

De ‘huidige’ verwarmingsinstallatie die vervangen moet worden is onbekend in de Verrijkte BAG. Er is uitgegaan dat de warmtepomp of het warmtenet nog niet aanwezig is en de kosten gerekend moeten worden. Er kan nog geen rekening gehouden worden met panden die reeds aardgasvrij verwarmd worden. Er is wel in de dataset aangegeven of een buurt deels, niet of volledig in een warmteleveringsgebied valt en hoeveel aardgasaansluitingen en typische aardgasverbruikers er zijn. Voor buurten die deels en volledig op een warmtenet zitten moet het getoonde aardgasverbruik geïnterpreteerd worden als de energievraag voor warmte. De investeringskosten binnen deze buurten zullen dus lager zijn dan nu berekend, dit omdat (een deel van) de installatiemaatregelen daar al gerealiseerd is. Het is gewenst om in een vervolg wel rekening houden met individuele pandaansluitingen op warmtenetten en individuele elektrische verwarmingsopties. Daarvoor moet in een vervolg een koppeling gemaakt worden tussen de BAG en de aansluitregisters van de energiebedrijven.

5 Suggesties voor vervolg

De dataset Utiliteitsbouw in de Wijkaanpak voor de Warmtetransitie versie 2.0 die is ontwikkeld in dit project kan dienen als opstap voor het doorrekenen van de eindgebruikerskosten in de utiliteitsbouw. Voor woningen is er al een eindgebruikerskostenmodule en voor utiliteit zal op termijn iets soortgelijks ontwikkeld worden. In dit hoofdstuk worden eerste stappen aangegeven die nodig zijn om naar een eindgebruikerskostenberekening te gaan. In dit hoofdstuk worden verder het onderhoud van de dataset besproken alsmede verbeterpunten voor de data-kwaliteit. Tot slot wordt ingegaan op het verbeteren van de toegankelijkheid van de aangeboden informatie.

5.1 Stappen richting eindgebruikerskosten

Naast de gegevens in deze dataset zijn aanvullende aspecten relevant richting bepaling van de eindgebruikerskosten, te weten:

1. Belastingen en subsidies
2. Variabele energieprijzen (aardgas, elektriciteit, warmte) om de jaarlijkse economische besparing en terugverdientijd te berekenen.
3. Vastrecht op de energierekening
4. Financieringsopties zoals een lening met looptijd en rentevoet

Dit zodat toegewerkt wordt naar het overzicht van alle kosten en baten per jaar.

De eerste stap is het toevoegen beleidseffecten op kosten, zoals BTW en subsidies. Hiervoor zijn BTW percentages (op materiaalkosten, arbeid) beschikbaar die voor enkele sectoren van toepassing zijn die kunnen worden toegevoegd. Informatie over subsidies is bij RVO bekend en kan worden meegenomen in de investeringskosten.

Een tweede stap is het toevoegen van energieprijzen waarmee de economische besparing kan worden berekend en vervolgens de terugverdientijd van maatregelen of pakketten van maatregelen. Hierin wordt dan wel of geen rekening worden gehouden met de effecten van subsidies en belastingen. Vervolgens kan per variant worden berekend wat het financiële rendement op de investering is. Hierbij is wel een aantal zaken dat nog verder uitgezocht moet worden zoals o.a. rendementseisen en typen energiecontracten.

Een derde is om het overzicht van de jaarlijkse energierekening van een pand verder te completeren door het toevoegen van vaste kosten (het vastrecht).

Een vierde is het toevoegen van mogelijke financieringsopties. Hiervoor is inzicht nodig in het type eigendom. Gaat het om maatschappelijk vastgoed dat door de gemeente gefinancierd wordt? Gaat het om een commercieel bedrijf? Gaat het om praktijken aan huis? Voor elk van deze typen kan een mogelijke financieringsvorm zoals een lening met rentepercentage en looptijd worden uitgewerkt.

Iedere vervolgstap op weg naar de eindgebruikerskosten is gebaseerd op nieuwe aannames en brengt onzekerheden (en waarschijnlijk bandbreedtes) met zich mee. Per keer zal

bekeken moeten worden of door de diversiteit binnen de utiliteitsbouw de geleverde informatie nuttig en bruikbaar is voor gemeenten.

5.2 Onderhoud achterliggende databases

Het periodiek onderhoud van de gebruikte data is een aandachtspunt. Dit proces bestaat uit:

1. Updaten van buurt-, wijk- en gemeente data in de “Verrijkte” BAG en de gegevens in de 3D-BAG die in de Verrijkte BAG staan. Deze komt nu uit 2022. Dit zodat nieuwe indelingen (codes) meegenomen worden. Bovendien ook zodat updates in pandgeometrie meegenomen worden. Ook zaken zoals nieuwbouw, sloop en transformatie worden zo meegenomen.
2. Updaten van energie-kentallen in de “Verrijkte” BAG. De energieverbruiken per pand zijn bepaald met kentallen op basis van het bouwjaar, label en grootteklasse. Deze kentallen zijn veranderlijk over de jaren. Het produceren van nieuwe kentallen voor recentere zichtjaren is gewenst. Deze kentallen kunnen dan gebruikt worden om een inschatting te maken in de Verrijkte BAG. De energieverbruiken zijn daarnaast gekoppeld op energielevering statistieken van CBS per wijk voor één historisch zichtjaar. Ook die data moeten periodiek geactualiseerd worden.
3. Updaten van aannames uit de Startanalyse. Het gaat hier om het updaten van kentallen voor de investeringskosten, rendementen van installaties en besparing op ruimteverwarming. Het eventueel toevoegen van een inflatiecorrectie op investeringskosten behoort hier ook toe.

5.3 Verbeterpunten datakwaliteit

Er zijn binnen dit project een aantal punten geïdentificeerd, waarmee dataset 2.0 (mogelijk) nog verder verbeterd zou kunnen worden, namelijk:

1. **Verbeteren filters (verwarmde) utiliteit in de wijk.** In de Verrijkte BAG zijn ook na het toepassen van de genoemde filters nog bouwobjecten meegenomen die beter niet meegenomen hadden moeten worden. Bijvoorbeeld om dat ze niet verwarmd worden. Voorbeeld: Garageboxen worden meegenomen in de analyses omdat ze eerder in dataset 1.0 ook meegenomen waren. Het zou het beste zijn om ze weg te filteren. Daarvoor is een procedure nodig om via selectiecriteria ‘alleen’ de garageboxen in de BAG te identificeren.
2. **Gegevens over het ‘daadwerkelijk’ energieverbruik van panden beter in kaart brengen.** Er is behoefte aan meer inzicht in het werkelijk ‘gemeten’ energieverbruik en wel zo actueel mogelijke cijfers. Dit ter vervanging van de inschatting o.b.v. kentallen op basis van label, grootte, gebruiksoppervlak. Een methode hiervoor is om het gemeten verbruik te koppelen via de aansluitregisters van de energiebedrijven. Per verblijfsobject of pand is dit vertrouwelijke informatie, maar op bepaalde combinaties op buurniveau (bijv. combinaties van minstens 10 waarnemingen) zou het energieverbruik wel gehanteerd kunnen worden. Voor alle gevallen waar het werkelijk verbruik per buurt i.v.m. de vertrouwelijkheid niet gebruikt kan worden (i.e. kleine buurten) moeten aannames met kentallen per bouwtype worden gebruikt.
3. **Procesgebonden aardgasverbruik beter in kaart brengen.** In het genoemde groei-model voor datavoorziening utiliteit is er behoefte om meer kennis op te doen over het ‘procesaardgasverbruik in de wijk’ met onderscheid naar sector, denk bijvoorbeeld aan het voorkomen van gasovens of gasdrogers. Deze kennis is nodig om het inzicht in het gasverbruik dat naar ruimteverwarming gaat te verbeteren. Hiervoor

is eerst nader verkennend onderzoek nodig, zodat hier vervolgens aannames over het aandeel procesenergie aan ontleend kunnen worden.

4. **Inzicht verkrijgen in het type energie-aansluitingen. Zo kan rekening worden gehouden met panden die al een individuele warmtepomp gebruiken of op een warmtenet zitten.** Inzicht hierin is nodig om te kunnen bepalen welke duurzame warmtestrategie (nog) van toepassing is. Momenteel zijn kaarten van de warmtenetleveringsgebieden van de warmteleveranciers gebruikt en is bepaald of de panden die daarbinnen vallen deels of geheel zijn aangesloten op een warmtenet. Er is echter verder geen rekening mee gehouden. Een verder te verkennen methode is om op verblijfsobject/pandniveau het type aansluiting te bepalen via de aansluitregisters van de energiebedrijven (en per buurt/wijk te aggregeren). Vervolgens kan er in de doorrekening van de warmtestrategie rekening gehouden worden met panden die reeds een duurzame warmte voorziening hebben door deze uit te sluiten.
5. **Inzicht verkrijgen in wie wat betaalt bij warmtenetten.** De vraag hierbij is: Dragen pandeigenaren alleen de investeringskosten na de warmtemeter? Of dragen ze ook de kosten voor het in pandige onderstation? Welke afspraken/constructies zijn hiervoor en in welke verhouding komt dit voor?
6. **Inzicht verkrijgen in utiliteitspanden die in eigendom zijn van VVE's.** Hoeveel zijn dit er en waar zitten ze? Dit is uiteindelijk van belang voor het beter in kaart brengen van het split-incentive probleem binnen het financieringsvraagstuk. Inzicht in type eigendom moet verkregen worden via koppelingen aan andere databronnen.
7. **Een betere inschatting maken van de eenmalige aansluitkosten (BAK) warmtenet.** Hiervoor is niet voldoende informatie voor utiliteit aanwezig in de Startanalyse. Daarom zijn de maximale tarieven van de ACM hiervoor gebruikt, waarbij onderscheid is gemaakt naar aansluitvermogensklasse. Vraag is: Kan worden bepaald hoe hoog de BAK in de utiliteit in de praktijk is?
8. **Aanname energieverbruik tapwater verbeteren.** Voor tapwater is gebruik gemaakt van aannames voor het aandeel tapwater op het gasverbruik. Dit is echter op inmiddels verouderde kentallen gebaseerd. Het is mogelijk om op basis van recentere gegevens een update te geven. Mogelijkheden zijn met behulp van de invoergegevens voor de energielabeldatabase voor het type toestel en met energiemetingen.
9. **Verbeteren inschatting type woning binnen de utiliteit.** Momenteel worden woningen als woonfunctie beschouwd en is er geen nadere typering (zoals laagbouw, hoogbouw, hoek, tussen, etc.). Een mogelijke verbetering is om de hoogte van panden uit de Verrijkte BAG te halen. Daarmee kunnen de kentallen voor woningen worden toegespitst op de typering.

Bovengenoemde verbeterpunten moeten stuk voor stuk eerst nader worden verkend of onderzocht, voordat duidelijk is of deze kunnen worden meegenomen in een volgende versie van de dataset.

5.4 Toegankelijkheid informatie voor gemeenten verbeteren

Getracht is om de informatie in Excel toegankelijk aan te bieden voor gemeenten zodat deze ingezet kan worden voor de warmteprogramma's.

Het interactief maken van de dataset kan nog verder verbeterd worden. Er kan gezocht worden naar een andere - bijvoorbeeld online - dashboard om de dataset in te integreren.

Ook kan gedacht worden aan ondersteunde opties, bijvoorbeeld AI-functionality om zoekopdrachten eenvoudiger te maken.

Referenties

- Bakker, J., Diemen, J. van, Jonker, H., Niessink, R., Van Schie, M. (2024). Dashboard utiliteitsbouw geeft inzicht in obstakels en kansen verduurzaming utiliteitsbouw - Dataset utiliteitsbouw in de wijkaanpak voor de warmtetransitie
<https://energy.nl/publications/dashboard-dataset-utiliteitsbouw/>
- CBS (2014) Standaard Bedrijfsindeling (SBI) Beschrijving bij code 47241. <https://sbi.cbs.nl/>
- CBS (2023) Aantallen aardgasaansluitingen op wijk- en buurniveau, 2022. Maatwerktabel.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2023/42/aantallen-aardgasaansluitingen-op-wijk-en-buurniveau-2022>
- CBS (2024). Voorraad woningen en niet-woningen; mutaties, gebruiksfunctie, regio.
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81955NED/table?fromstatweb>
- CBS (2025) Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/85523NED>
- IPO (2023) [IBIS openbare bestanden groep](#) · Samenwerkingsplatform Provincies (pleio.nl)
- Jonker, H.W. & Sipma, J.M. (2023). Kengetallen na-isolatie utiliteitsbouw.
<https://publications.tno.nl/publication/34641772/9K8qHi/TNO-2023-P11550.pdf>
- Min. BZK (2018). Catalogus Basisregistratie Adressen en Gebouwen - 2018 - definitieve versie 1.0 (1 juli 2018), inclusief een overzicht met voorgestelde wijzigingen voor de 1.1-versie
<https://www.geobasisregistraties.nl/documenten/publicatie/2018/03/12/catalogus-2018>
- Min. BZK (2023). Beleid utiliteitsbouw.
<https://www.volkshuisvestingnederland.nl/documenten/publicaties/2023/12/19/beleid-utiliteitsbouw>
- PBL (2021). Functioneel ontwerp Vesta MAIS 5.0. <https://www.pbl.nl/publicaties/functioneel-ontwerp-vesta-mais-50>
- PBL & TNO (2023). Functioneel ontwerp Hestia 1.0.
<https://www.pbl.nl/publicaties/functioneel-ontwerp-hestia-10>
- Sipma, J. M., Kremer, A., & Vroom, J. (2017). *Energielabels en het daadwerkelijk energieverbruik van kantoren*. <https://publicaties.ecn.nl/ECN-E--16-056>
- Sipma, J.M. (2023). Verrijkte BAG ter ondersteuning van lokale energetische vraagstukken.
<https://energy.nl/publications/verrijkte-bag-energetische-vraagstukken/>
- RVO (2023). Handleiding ep-online.nl. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-07/Handleiding-Openbare-data-EP-Online.pdf>
- RVO (2024) Veelgestelde vragen Energielabelverplichting utiliteitsgebouwen, versie 5 maart 2024. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energielabel-utiliteitsgebouwen/veelgestelde-vragen>
- VRO (2024). Dashboard Utiliteit in de wijkaanpak. Volkshuisvesting Nederland.
<https://www.volkshuisvestingnederland.nl/documenten/publicaties/2024/06/04/dashboard-utiliteit-in-de-wijkaanpak>
- TU Delft (n.d.) detailed 3B Buildings model Automatically Generated for very large areas (3D BAG). <https://3d.bk.tudelft.nl/projects/3dbag/>

Bijlage A

Rekenvoorbeelden

A.1 Rekenvoorbeelden

In Hoofdstuk 3 is de methode uiteengezet. Hieronder volgen ter illustratie een drietal getalsvoorbeelden met de resultaten voor individuele panden die voor één van de strategieën hebben gekozen. Deze voorbeelden zijn bedoeld om te kunnen vergelijken met andere bronnen, datasets, om de uitkomsten te valideren.

Voorbeeld 1: Onderwijsfunctie (één gebruiksfunctie) met individuele lucht-water warmtepomp

Uitgangssituatie

- Functies naar oppervlak: Onderwijs 100%
- Huidig energielabel: D
- Gebruiksoppervlak: 22.250 m²
- Vloeroppervlak: 8.849 m²
- Dakoppervlak: 8.853 m²
- Raamoppervlak: 4.431 m²
- Geveloppervlak: 7.229 m²
- Aardgas intensiteit: 81,8 kWh/m²
- Elektriciteit intensiteit: 14,7 kWh/m²
- Aardgas totaal: 1.820.050 kWh
- Aardgas ruimteverwarming: 1.817.051 kWh
- Capaciteit verwarmingsinstallatie (incl. tapwater): 619 kW
- Referentiekosten vervangen HR-ketel: 57.862 euro

renovatie: pakket nieuwbouw met een warmtepomp

- Kosten isolatie: 6.272.213 euro = 708 euro/m² vloeropp.
- Kosten warmtepompinstallatie, LT-afgifte, ventilatie: 926.523 euro = 105 euro/m²
- Besparing aardgas ruimteverwarming isolatie: 640.995 m³ = 35%
- Besparing aardgas ruimteverwarming installatie: 1.176.056 m³ = 65%
- Extra elektriciteit: 261.346 kWh/jaar

Eindresultaat

- Aardgas: 0 m³/m²
- Elektra: 42,2 kWh/m²

Voorbeeld 2: Onderwijs en bijeenkomst met individuele lucht-water warmtepomp**Uitgangssituatie**

- Functies naar oppervlak: Onderwijs 50%, Bijeenkomst 50%
- Huidig energielabel: A3+
- Gebruiksoppervlak: 23.977 m²
- Vloeroppervlak: 4066 m²
- Dakoppervlak: 4066 m²
- Raamoppervlak: 2346 m²
- Geveloppervlak: 3519 m²
- Aardgas intensiteit: 59,7 kWh/m²
- Elektriciteit intensiteit: 59,1 kWh/m²
- Aardgas totaal: 1.431.427 kWh
- Aardgas ruimteverwarming: 1.430.118 kWh
- Capaciteit verwarmingsinstallatie (incl. tapwater): 386 kW
- Referentiekosten vervangen HR-ketel: 36.081 euro

renovatie: pakket groot met een warmtepomp

- Kosten isolatie: 0 euro = 0 euro/m²
- Kosten warmtepompinstallatie, LT-afgifte, ventilatie: 529.807 euro = 130 euro/m²
- Besparing aardgas ruimteverwarming isolatie: 0 m³ = 0%
- Besparing aardgas ruimteverwarming installatie: 1.430.118 m³ = 100%
- Extra elektriciteit: 317.804 kWh/jaar

Eindresultaat

- Aardgas: 0 m³/m²
- Elektra: 137,3 kWh/m²

Voorbeeld 3: Onderwijs en bijeenkomst op een LT-warmtenet**Uitgangssituatie**

- Functies naar oppervlak: Onderwijs 50%, Bijeenkomst 50%
- Huidig energielabel: A3+
- Gebruiksoppervlak: 23.977 m²
- Vloeroppervlak: 4.066 m²
- Dakoppervlak: 4.066 m²
- Raamoppervlak: 2.346 m²
- Geveloppervlak: 3.519 m²
- Aardgas intensiteit: 59,7 kWh/m²
- Elektriciteit intensiteit: 59,1 kWh/m²
- Aardgas totaal: 1.431.427 kWh
- Aardgas ruimteverwarming: 1.430.118 kWh
- Capaciteit verwarmingsinstallatie (incl. tapwater): 386 kW
- Referentiekosten vervangen HR-ketel: 36.081 euro

renovatie: pakket nieuwbouw met een LT-warmtenet

- Kosten isolatie: 0 euro = 0 euro/m²
- Kosten installaties minimaal: 24.143 euro = 5,9 euro/m²
- Kosten installaties maximaal: 59.801 euro = 14,7 euro/m²
- Besparing aardgas isolatie: 0 m³ = 0%
- Besparing aardgas ruimteverwarming installatie: 1.430.118 m³ = 100%
- Extra elektriciteit: 238.353 kWh/jaar

Eindresultaat

- Aardgas: 0 m³/m²
- Elektra: 117,7 kWh/m²

A.2 Extreme waarden

Voor sommige buurten zijn de kosten voor de warmtestrategieën enorm hoog. Zie hieronder vijf buurten waarvoor de kosten voor de warmtepompstrategie het hoogst zijn hieronder weergegeven in [Tabel A.1](#).

Tabel A.1: top 5 buurten met hoogste kosten voor de warmtepomp-strategie

Buurt	Gemeente	Aantal panden	Vloeroppervlakte [duizend m ²]	Warmtepomp- strategie kosten [duizend €]
Stadsdriehoek	Rotterdam	491	246	49.974
Groot IJsselmonde	Rotterdam	287	252	46.275
Buitengebied Voorthuizen	Barneveld	2616	199	39.240
Utrecht Science Park	Utrecht	81	272	37.807
Cool	Rotterdam Centrum	502	202	37.263

Waarom deze buurten uitkomen met de hoogste installatie kosten voor de warmtepomp strategie komt door het hoge aantal panden en vloeroppervlakte in deze buurten. De kosten voor de warmtepomp strategie bestaan namelijk uit kosten per aansluiting (per pand), kosten per vloer oppervlakte en kosten per benodigde kW voor de verwarmingsinstallatie. Het vermogen van de verwarmingsinstallatie wordt berekend met het vloeroppervlak van het pand. Zo komen de kosten hoog uit voor buurten met veel panden en een groot vloeroppervlak. Hetzelfde geldt voor de andere strategieën, voor welke de kosten op dezelfde manier zijn opgebouwd.

Bijlage B

Gas-kentallen naar gebruiksfunctie

Voor de schatting van het gasverbruik per pand zijn in de Verrijkte BAG de volgende kentallen per gebruiksfunctie en label en grootte gebruikt. De afname in het verbruik per label is gebruikt als uitgangspunt voor de besparing door isolatie, zie Hoofdstuk 3.

Tabel B.1: Aardgas intensiteiten in kWh/m² naar energielabel en gebruiksoppervlakte-klasse in de Verrijkte BAG (Sipma, 2023). Omrekening naar m³/m² via *3,6/35,17.

Gebruiksfunctie	Energielabel	<500m ²	500-1000m ²	1000-5000 m ²	>5000m ²
Kantoor	G	139,7	122,1	108,7	102,3
Kantoor	F	125,0	112,3	98,9	97,0
Kantoor	E	105,5	95,7	95,9	91,6
Kantoor	D	100,6	88,9	85,9	84,1
Kantoor	C	90,9	85,0	83,0	80,2
Kantoor	B	76,2	74,2	79,5	74,9
Kantoor	A	74,7	71,8	80,9	74,4
Kantoor	A+	73,3	69,4	81,3	71,5
Kantoor	A2+	68,4	69,4	76,4	69,7
Kantoor	A3+	60,6	60,6	68,2	59,9
Kantoor	A4+	57,6	51,3	56,9	50,2
Kantoor	A5+	54,7	42,0	53,1	46,8
Kantoor	gemiddeld	90,9	83,0	80,3	76,4
Winkel	G	138,5	132,2	134,4	126,5
Winkel	F	121,7	122,4	120,5	118,2
Winkel	E	113,6	111,0	105,1	100,3
Winkel	D	106,6	99,2	97,7	95,5
Winkel	C	96,4	89,6	85,6	82,7

Gebruiksfunctie	Energie label	<500m ²	500-1000m ²	1000-5000 m ²	>5000m ²
Winkel	B	87,8	76,6	72,8	68,7
Winkel	A	78,9	65,4	62,1	57,1
Winkel	A+	76,8	68,1	68,3	60,1
Winkel	A2+	77,4	70,3	57,5	52,5
Winkel	A3+	71,0	63,7	56,6	49,7
Winkel	A4+	61,9	52,5	44,1	38,9
Winkel	A5+	58,7	43,0	41,2	36,3
Winkel	gemiddeld	87,8	73,2	60,3	57,4
Onderwijs	G	133,0	124,4	118,9	114,5
Onderwijs	F	113,3	105,6	100,7	85,1
Onderwijs	E	110,9	101,0	93,7	87,9
Onderwijs	D	104,9	94,1	90,7	81,8
Onderwijs	C	96,8	87,4	83,4	71,4
Onderwijs	B	96,4	84,0	73,1	66,8
Onderwijs	A	85,7	76,2	67,8	59,6
Onderwijs	A+	77,8	72,0	67,1	52,4
Onderwijs	A2+	69,9	62,0	53,8	53,0
Onderwijs	A3+	67,8	54,1	49,4	30,5
Onderwijs	A4+	65,7	45,0	22,1	34,7
Onderwijs	A5+	62,4	36,9	20,7	32,4
Onderwijs	gemiddeld	110,2	97,6	82,9	72,3
Bijeenkomst	G	333,1	326,3	290,5	304,8
Bijeenkomst	F	308,2	308,2	283,2	289,5
Bijeenkomst	E	302,6	286,7	275,0	274,2
Bijeenkomst	D	292,4	288,8	246,8	262,3
Bijeenkomst	C	280,5	274,9	249,1	240,7
Bijeenkomst	B	271,3	260,7	242,5	224,7
Bijeenkomst	A	260,4	256,7	230,4	229,1
Bijeenkomst	A+	252,1	248,8	212,5	233,6

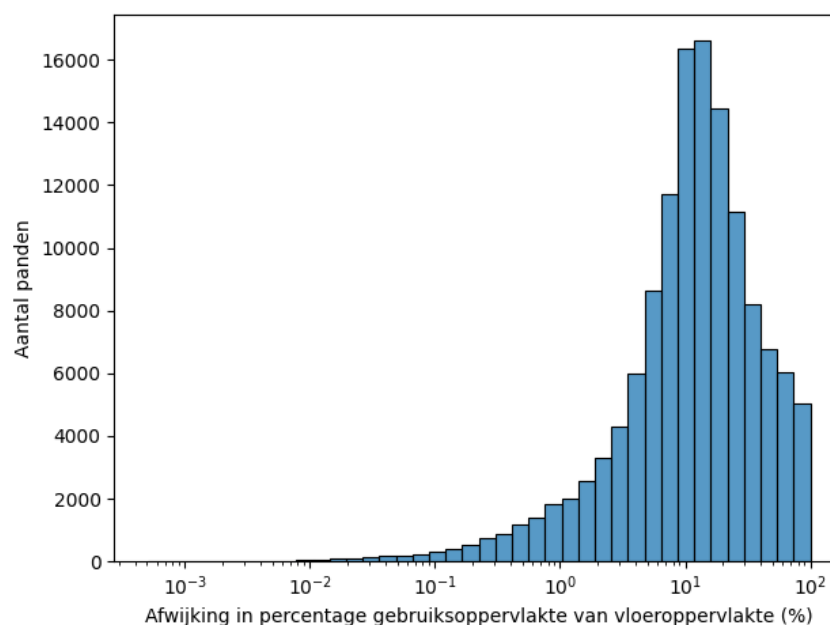
Gebruiksfunctie	Energielabel	<500m ²	500-1000m ²	1000-5000 m ²	>5000m ²
Bijeenkomst	A2+	241,8	232,7	199,7	197,5
Bijeenkomst	A3+	228,1	223,7	192,0	203,1
Bijeenkomst	A4+	212,8	196,2	168,4	208,8
Bijeenkomst	A5+	202,0	160,7	138,0	214,9
Bijeenkomst	gemiddeld	275,0	267,5	253,0	221,1
Sport	G	254,6	239,2	195,8	210,0
Sport	F	209,8	179,6	174,6	187,3
Sport	E	184,6	173,6	165,0	177,0
Sport	D	167,4	162,1	140,4	150,6
Sport	C	154,5	147,7	133,4	140,1
Sport	B	141,3	141,6	122,0	103,0
Sport	A	123,0	127,2	121,7	104,8
Sport	A+	120,2	122,1	98,5	99,0
Sport	A2+	97,9	92,9	90,7	89,2
Sport	A3+	77,7	97,1	73,5	81,7
Sport	A4+	75,8	71,2	69,0	76,7
Sport	A5+	72,0	58,3	64,4	71,6
Sport	gemiddeld	156,6	130,8	115,1	114,0
Logies	G	227,5	215,7	215,5	201,9
Logies	F	206,7	203,4	205,3	195,0
Logies	E	214,3	179,1	192,6	190,2
Logies	D	200,7	188,2	181,0	161,3
Logies	C	194,5	176,4	164,1	150,9
Logies	B	189,5	176,0	171,8	136,8
Logies	A	179,7	161,9	138,9	147,1
Logies	A+	174,4	151,7	158,0	144,9
Logies	A2+	170,6	148,3	125,8	142,8
Logies	A3+	148,8	146,1	161,8	85,7
Logies	A4+	155,1	144,0	17,4	28,6

Gebruiksfunctie	Energie label	<500m ²	500-1000m ²	1000-5000 m ²	>5000m ²
Logies	A5+	147,2	117,9	16,2	26,7
Logies	gemiddeld	193,9	186,4	180,8	152,9
Gezondheidszorg	G	155,5	180,8	185,7	193,9
Gezondheidszorg	F	147,9	151,3	149,0	170,1
Gezondheidszorg	E	148,1	141,8	148,7	136,7
Gezondheidszorg	D	131,6	152,8	148,6	152,9
Gezondheidszorg	C	128,2	154,4	131,6	134,1
Gezondheidszorg	B	121,9	128,1	125,9	122,2
Gezondheidszorg	A	118,5	125,5	124,4	118,6
Gezondheidszorg	A+	117,7	126,6	118,8	120,8
Gezondheidszorg	A2+	107,2	113,2	98,5	103,9
Gezondheidszorg	A3+	106,8	102,2	105,5	97,8
Gezondheidszorg	A4+	100,5	92,1	85,6	91,6
Gezondheidszorg	A5+	95,4	75,4	79,9	85,5
Gezondheidszorg	gemiddeld	126,6	131,4	119,7	129,2

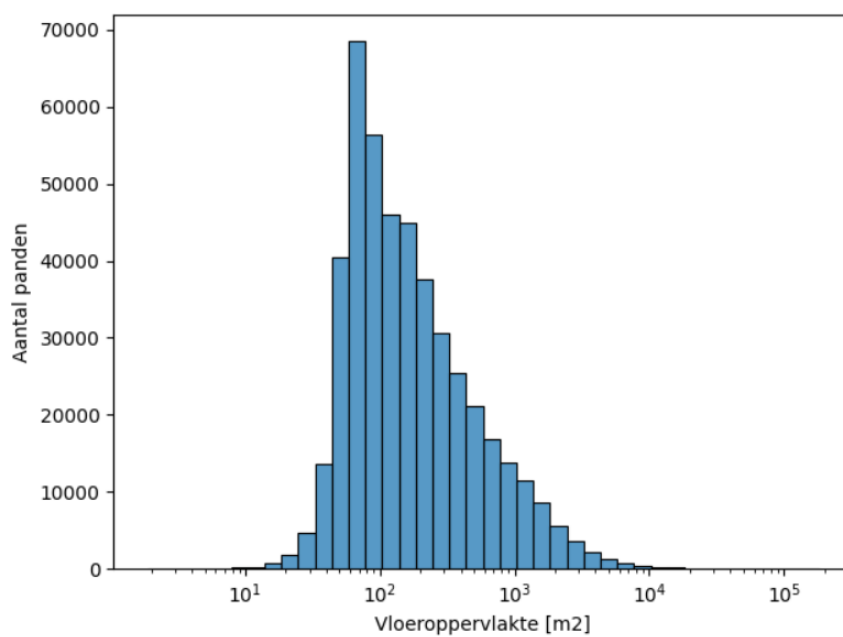
Bijlage C

Vloer- en gebruiksoppervlakte

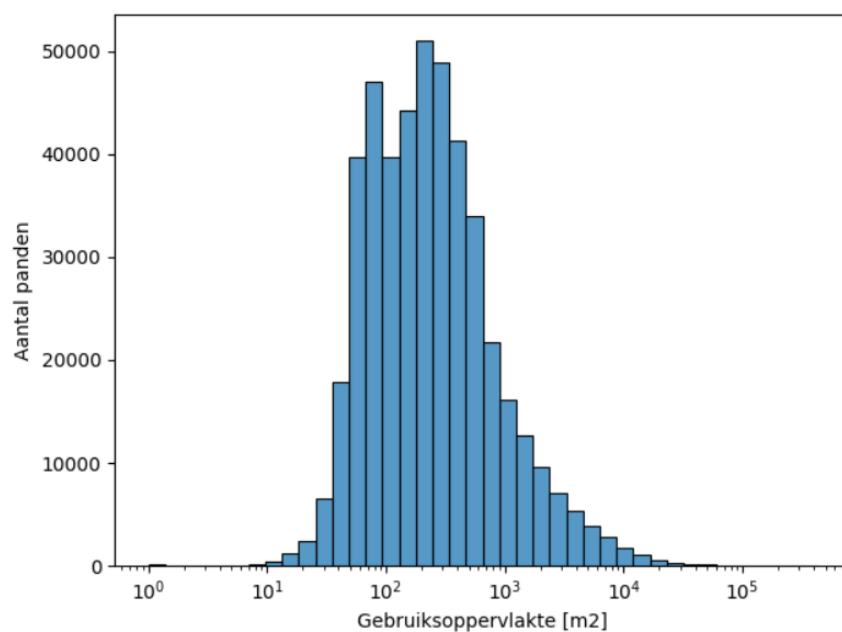
De panden zijn voorzien van een gebruiksoppervlak afkomstig uit de BAG en hebben daarnaast een vloeroppervlak afkomstig uit de 3D-BAG (de geometrie uit het 3D-model). Deze zijn door verschillen in bepalingmethode niet gelijk aan elkaar. In de volgende figuren worden deze ter vergelijking in een histogram weergegeven en in [Figuur 5.1](#) is het verschil tussen deze twee weergegeven.



Figuur 5.1: Histogram van de afwijking van de gebruiksoppervlakte van de vloeroppervlakte van de panden in de dataset



Figuur 5.2: Histogram van de vloeroppervlakte van de panden in de dataset



Figuur 5.3: Histogram van de gebruiksoppervlakte van de panden in de dataset.

Energy & Materials Transition

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam
www.tno.nl