

Energielabel schatting voor buurten op basis van Voorbeeldwoningen 2022

Balázs Dukai

Ravi Peters

2024-03-18

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	2
1.1	Geleverde documenten	3
2	Gegevensbronnen	3
2.1	Spreiding van energielabels	3
2.2	BAG en 3DBAG	3
2.3	CBS buurten	4
2.4	EP-Online voor validatie	4
3	Methode	7
3.1	Bepalen van het aantal verdiepingen	7
3.2	Schatting woningtypes	7
3.2.1	Classificatie van een Pand	9
3.2.2	Eengezinswoningen	9
3.2.3	Meergezinswoningen	9
3.3	Conversie van appartement-types van de NTA8800 naar de pre-NTA8800 classificatie	10
3.4	Vormfactor	10
3.5	Het schatten van de energielabels	10
4	Validatie	12
5	Resultaten	13
5.1	Woningtypes	13
5.2	Schatting van energielabels	13
5.2.1	Alleen rekening houdend met mogelijke labels	16
5.2.2	Buurten	16

6 Conclusies	16
6.1 Aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek	18
7 Omschrijving opgeleverde data	19
8 Referenties	20

1 Samenvatting

De studie Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)) beschrijft de spreiding van energielabels per vormfactorbereik voor elk woningtype uit de WoON 2018 (Rijksoverheid (2018)) studie. De laatste release van de 3DBAG dataset (2023.10.08) levert de oppervlakten die nodig zijn om de vormfactor voor een Pand te berekenen. Dit werk onderzoekt de mogelijkheid om de vormfactor voor elke woning binnen een Pand te berekenen, daarop de energielabelverdelingen van de Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)) studie toe te passen om vervolgens de energielabelverdeling van elke buurt van Nederland te schatten.

We valideren onze geschatte energielabels met de labels die zijn geregistreerd in de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database. De validatie toont een variërende afwijking tussen de geschatte en EP-Online (Rijksoverheid (2023)) labels. De labels *A* en *B* hebben een mediane afwijking van 0, de labels *A+*, *A++* hebben een afwijking van +1, en de labels *C*, *D* een afwijking van -1. De rest van de labels heeft een afwijking van twee labels of meer van de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) labels.

Er zijn twee belangrijke beperkingen die de betrouwbaarheid van onze resultaten beïnvloeden. Ten eerste is er geen brondata beschikbaar voor de driedimensionale opsplitsing van appartementen binnen een meergezinswoning. Er moeten daarom (sterke) aannames gedaan worden om toch tot de benodigde opsplitsing voor de subtypes van de appartementen te komen. De onzekerheid in deze schatting van deze subtypes heeft invloed op de schatting van de vormfactor en daarmee ook op het geschatte energielabel van appartementen. Ten tweede zijn de spreidingen van de energielabels in de studie Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)) onvolledig. Hierdoor kan het voorkomen dat voor bepaalde woningen, afhankelijk van het woningtype, de bouwperiode, en de berekende vormfactor, geen energielabel kan worden toegekend. Dit blijkt in onze landelijke studie het geval te zijn voor 14% van de woningen. Als we daarnaast kijken naar de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database, dan blijkt dat 32% van de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) woningen in werkelijkheid een energielabel heeft dat op basis van de studie Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)) niet zou kunnen worden toegekend.

Dit project werd uitgevoerd door [3DGI](#) en gefinancierd door de [Rijksdienst voor Ondernemend Nederland](#).

Dit rapport en de geleverde data zijn vrij te kopiëren, te verspreiden en te veranderen onder naamsvermelding aan 3DGI, volgens de licentie [CC-BY](#).

1.1 Geleverde documenten

- Dit rapport online, interactief: https://dev.3dgi.xyz/wijklabels/report/report_nl.html
- Geproduceerde bestanden (zie omschrijving in Paragraaf 7): <https://data.3dgi.xyz/wijklabels>
- Broncode van de software voor het berekenen van de vormfactor en energielabels: <https://github.com/3DGI/wijklabels>

2 Gegevensbronnen

2.1 Spreiding van energielabels

De studie RVO (2022) geeft een representatieve steekproef van de spreiding van energielabels per woningtype en bouwperiode. Dit vormt de basis van onze methode om een energielabel toe te kennen aan een woning. De spreiding per woningtype en bouwperiode is tweedimensionaal, één dimensie is het energielabel, de tweede dimensie is de vormfactor van de woning.

De gegeven spreidingen zijn echter niet altijd continu, mogelijk door het beperkte aantal woningen in de steekproef. In het geval van Flatwoningen uit de periode 1965-1974 zijn er bijvoorbeeld geen gegevens in het vormfactor bereik 1,00-1,50 voor de labels A+++ t/m D, zie Figuur 1. Daarnaast bestaan er volgens deze dataset geen flatwoningen uit de betreffende periode met een vormfactor van boven de 2,50. Het kan daarom voorkomen dat er een woning is met een vormfactor waarvoor geen energielabelgegevens in de spreiding bestaan. Zo een woning kan dan ook geen energielabel toegewezen worden. De gaten in de energielabel spreidingen hebben daarom ook significante invloed op de kwaliteit van onze resultaten (zie Paragraaf 5.2.1).

De energielabelverdelingen zijn gehaald uit het Excelbestand *Illustraties spreiding Energietabel in WoON2018 per Voorbeeldwoning 2022 - 2023 01 25.xlsx*, dat we van RVO hebben ontvangen.

2.2 BAG en 3DBAG

De BAG (Kadaster (2023)) dataset is de officiële registratie van adressen en gebouwen in Nederland. De BAG bevat twee objecttypes die relevant zijn voor dit onderzoek, *Pand* en *Verblijfsobject (VBO)*. Elk VBO bevat informatie over het gebruik ervan in het *gebruiksdoel* attribuut. Voor deze studie worden alleen die VBO's gebruikt waarvan het gebruik *woonfunctie* bevat. Daarnaast bevat ieder BAG Pand een bouwjaar (attribuut *oorspronkelijk bouwjaar*). We gebruiken het BAG 2.0 extract met een releasedatum van *08.09.2023*. De [3DBAG] (<https://3dbag.nl>) is een uitbreiding van de BAG dataset en bevat de buitenste 3D schil van de Pand objecten. De 3D schil is bepaald met behulp van

Flatwoning (overig) 1965-1974										30 woningen in WoON2018			
vormfactor		A++++	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G	TOTAAL
	0,50					4,2%		0,5%		1,3%	6,7%	16,0%	28,7%
0,50	1,00					3,1%	5,2%	9,6%	10,5%		1,8%		30,2%
1,00	1,50									9,9%	4,1%		14,0%
1,50	2,00							3,8%	0,8%	3,5%	14,1%	2,8%	24,9%
2,00	2,50											2,2%	2,2%
2,50	3,00												
3,00	3,50												
3,50													
						7,4%	5,2%	13,8%	11,3%	14,6%	26,7%	21,0%	

Figuur 1: Energielabel spreiding flatwoningen, RVO (2022)

het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Daarnaast bevat de 3DBAG sinds het door RVO gefinancierde project “Levering databestand 3D-BAG”, ook gedetailleerde oppervlakte-informatie voor vloeren, daken, woningscheidende muren en buitenmuren. We gebruiken 3DBAG versie 2023.10.08.

Het BAG extract van 08.09.2023 bevat 10.877.129 Pand objecten en 10.144.833 Verblijfsobjecten. De 3DBAG versie 2023.10.08 die gebaseerd is op het genoemde BAG extract, bevat 10.363.460 Pand objecten. De scheidingsmuren dataset, die gebaseerd is op de 3DBAG, bevat eveneens 10.363.460 Pand objecten. We gebruik hiervoor het CSV-bestand (3dbag_v20231008_rvo_export.csv) dat rechtstreeks aan RVO werd geleverd. De reden voor het gebruik van het CSV-bestand is puur om het voorbereiden van de gegevens te vereenvoudigen.

Er zijn 5.646.848 Panden en 8.721.692 VBO's met een gebruiksdoel dat **woonfunctie** bevat.

2.3 CBS buurten

De buurten worden gebruikt voor het aggregeren van de energielabels van de woningen. De buurtgrenzen komen van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS (2022)). De BAG Pand objecten worden toegewezen aan een buurt op basis van een intersectie test. Elk BAG Pand wordt slechts aan één buurt toegewezen.

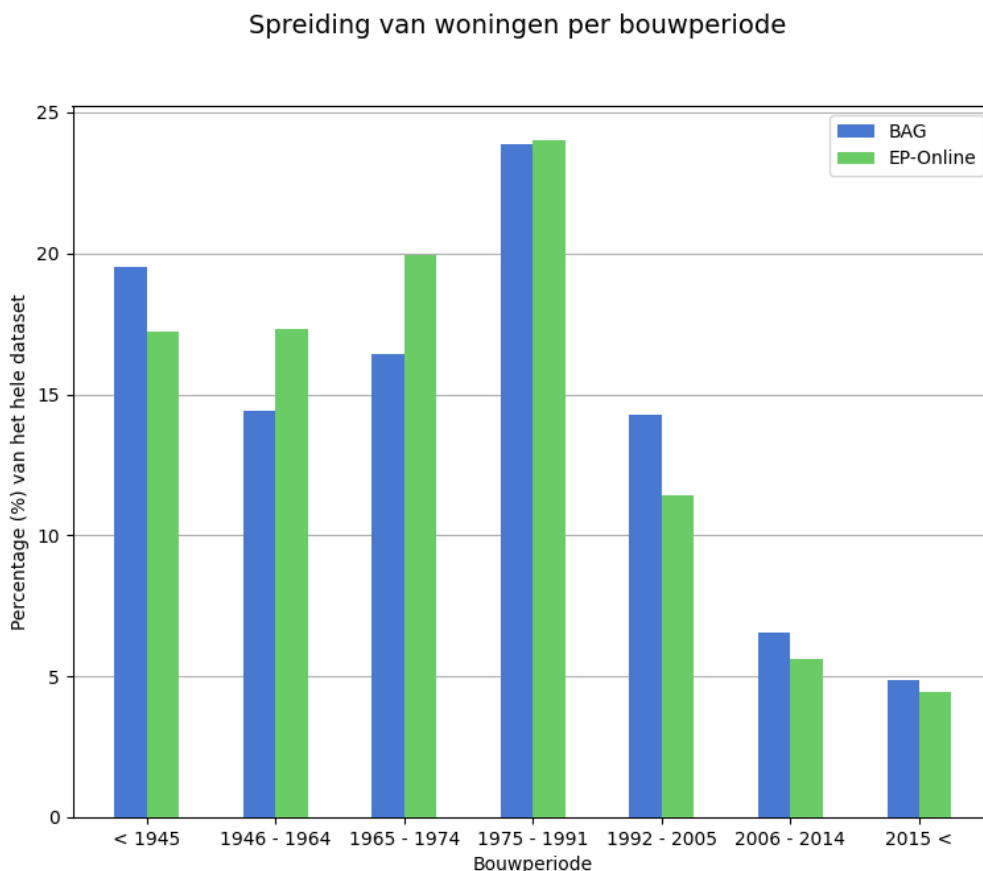
2.4 EP-Online voor validatie

“EP-Online is de officiële landelijke database waarin energielabels en energieprestatie-indicatoren van gebouwen zijn opgenomen.” Rijksoverheid (2023) We gebruiken de energielabels van EP-Online als referentie voor de validatie van de door ons geschatte labels. Om te bepalen of we EP-Online inderdaad als een betrouwbare referentie voor de

validatie kunnen beschouwen, hebben we eerst een aantal analyses uitgevoerd op de EP-Online woningen met een geregistreerd label.

De EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database bevat energielabels die met verschillende methoden zijn bepaald. We gebruiken alleen de labels die zijn bepaald met de NTA8800 methode. Dat wil zeggen dat de `Pand_berekeningstype` NTA 8800 bevat. In totaal zijn dit *1.284.241* VBO's.

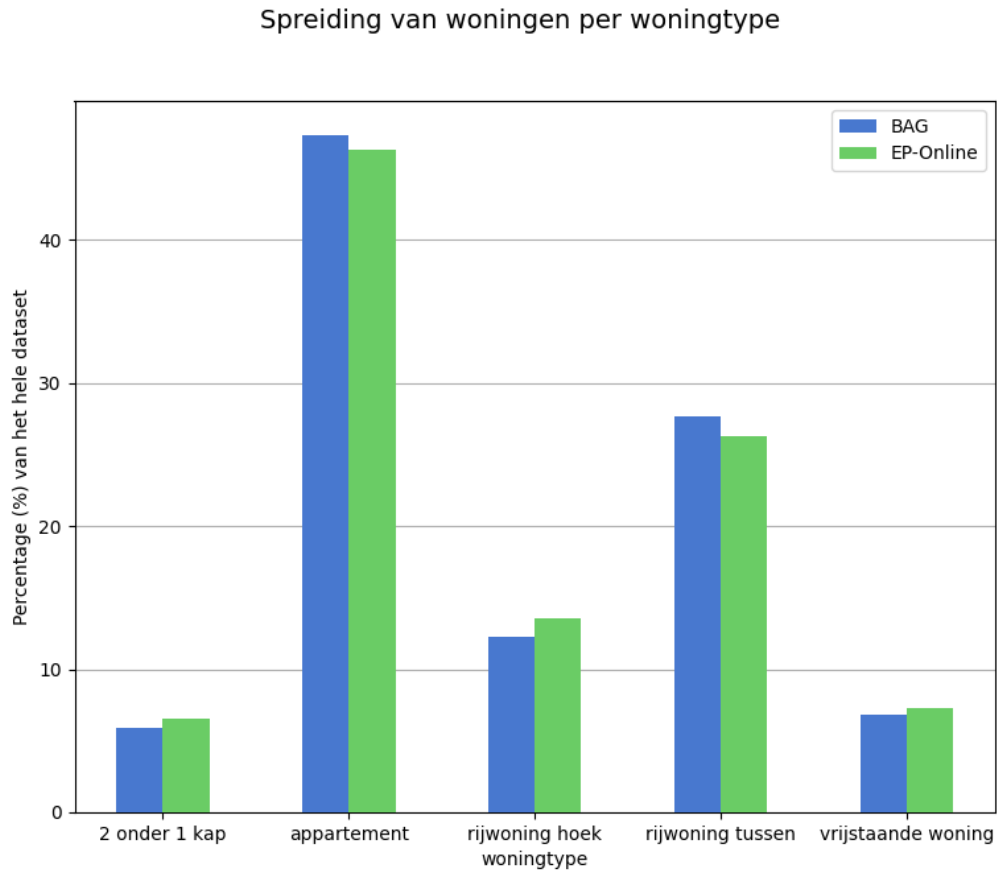
Figuur 2 laat zien dat zowel de BAG als de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) dataset een vergelijkbare spreiding van woningen hebben over alle bouwjaarperioden. Dit geeft aan dat de geregistreerde energielabels in EP-Online (Rijksoverheid (2023)) goed de complete set woningen in Nederland vertegenwoordigen, als we kijken naar de bouwperiode.



Figuur 2: Spreiding van woningen per bouwperiode in de BAG en in EP-Online

Figuur 3 laat daarnaast zien dat zowel de BAG als de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) dataset een vergelijkbare spreiding van woningen over alle woningtypes hebben. Dit geeft aan dat de geregistreerde energielabels in EP-Online (Rijksoverheid (2023)) de complete set woningen in

Nederland goed vertegenwoordigen, als we kijken naar de woningtypes. Er zijn echter twee kanttekeningen die hierbij moeten worden geplaatst. Ten eerste omvat de vergelijking niet de subtypes voor de appartementen, maar alleen het hoofdtype *appartement*. Dit komt doordat er geen betrouwbare methode is voor het bepalen van de appartement-subtypes voor de volledige BAG-dataset. Ten tweede zijn de woningtypes van de BAG door onszelf geschat, omdat we anders geen woningtype-informatie hebben voor de hele BAG-dataset (zie Paragraaf 3.2).



Figuur 3: Spreiding van woningen per woningtype in de BAG en in de EP-Online gegevens

We concluderen dat de geregistreerde gebouwen in de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) de spreiding van de BAG volgen wat betreft bouwjaar en woningtype. De datapunten in de EP-Online representeren de BAG dicht genoeg, zodat we de resultaten van onze validatie, die we berekenen op basis van alleen de gebouwen die in de EP-Online staan, kunnen generaliseren.

3 Methode

In dit werk bepalen we de vormfactor voor individuele woningen op basis van de 3DBAG en zo de spreiding van energielabels per buurt. Naast de vormfactor zijn voor ieder pand echter nog een aantal andere gegevens nodig. Omdat er geen landelijke datasets zijn met al deze gegevens, hebben we hiervoor schattingen moeten doen op basis van (sterke) aannames.

Ons proces voor het schatten van de energielabels kan samengevat worden in 5 stappen.

1. Bepalen van het aantal verdiepingen van een Pand.
2. Het schatten van het woningtype, zowel voor eengezinswoningen als voor meergezinswoningen.
3. Het omrekenen van de NTA8800 appartement-types (bijv. *appartement - hoekdak*) naar pre-NTA8800 appartement-types (bijv. *galerij*).
4. Het bepalen van de vormfactor voor iedere woning, met name voor de appartement-types moeten hierbij sterke aannames worden gemaakt.
5. Het energielabel van een individuele woning schatten op basis van de waarschijnlijkheid van energielabels die zijn gedocumenteerd in de studie Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)).

Hieronder wordt elke stap verder toegelicht.

3.1 Bepalen van het aantal verdiepingen

Het aantal verdiepingen van een Pand is nodig om later de verdeling van VBO's over de verdiepingen van een meergezinswoning te kunnen bepalen. We berekenen het aantal verdiepingen door de gebruiksoppervlakte te delen door de oppervlakte van de dakafdruk uit de 3DBAG. De gebruiksoppervlakte is de som van alle VBO oppervlaktes van een Pand in de BAG. De oppervlakte van de dakafdruk is de [totale oppervlakte begane grond](#), zonder ondergrondse delen. De resulterende waarde wordt naar boven afgerond op het dichtstbijzijnde hele getal, wat ons het aantal verdiepingen geeft.

3.2 Schatting woningtypes

Woningen worden ingedeeld in verschillende woningtypes. De huidige classificatie, zoals gebruikt door de NTA8800 methode, staat in Tabel 1. In het geval van appartementen verwijst hoek/tussen naar de horizontale positie van het appartement in het gebouw, terwijl vloer/midden/dak/dakvloer verwijst naar de verticale positie. We verwijzen naar deze classificatie als **NTA8800-types**.

Tabel 1: Woningtypes gebruikt door de NTA8800 methode

Eengezinswoningen	Meergezinswoningen
vrijstaande woning	appartement - hoekvloer
2 onder 1 kap	appartement - hoekmidden
rijwoning tussen	appartement - hoekdak
rijwoning hoek	appartement - hoekdakvloer
	appartement - tussenvloer
	appartement - tussenmidden
	appartement - tussendak
	appartement - tussendakvloer

Vóór de invoering van de NTA8800-methode werden woningen iets anders ingedeeld, zie Tabel 2. Dit is de classificatie die wordt gebruikt in de RVO (2022) studie. Voor het gemak verwijzen we naar deze classificatie als **pre-NTA8800-types**.

Tabel 2: Woningtypes gebruikt in RVO (2022)

Eengezinswoningen	Meergezinswoningen
vrijstaande woning	maisonette
2 onder 1 kap	galerij
rijwoning tussen	portiek
rijwoning hoek	flat (overig)

De types van een eengezinswoningen zijn gelijkwaardig voor en na NTA8800. Aan de andere kant is er geen duidelijke relatie tussen de types van meergezinswoningen voor en na NTA8800.

Dit werk vereist dat we zowel het *NTA8800* als het *pre-NTA8800* type van elke woning kennen. Het *pre-NTA8800* type is nodig, want dat wordt gebruikt door RVO (2022), en het *NTA8800* type is nodig voor de validatie fase, omdat dit gebruikt wordt in de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database.

We schatten eerst het *NTA8800* type en converteren dat vervolgens naar een *pre-NTA8800* type. De classificatie van eengezinswoningen is vrij eenvoudig en kan worden gedaan met behulp van een conventionele GIS-analyse op de BAG-polygonen. Het classificeren van de meergezinswoningen is veel moeilijker omdat dit afhangt van de binnenarchitectuur van een Pand, en daar hebben we geen informatie over in onze inputdata.

3.2.1 Classificatie van een Pand

De BAG Panden worden geclassificeerd door eerst de aangrenzende BAG-geometrieën te clusteren. Een rij van vijf rijtjeshuizen vormt bijvoorbeeld één cluster, omdat ze een groep van aangrenzende objecten vormen. We bepalen de types *vrijstaand/2 onder 1 kap/rijwoning* aan de hand van het aantal gebouwen per cluster. In het geval van een *rijwoning* bepalen we de positie *hoek/tussen* op basis van het aantal aangrenzende andere gebouwen van een gebouw: 1 aangrenzend ander gebouw betekent een hoekwoning en 2 aangrenzende gebouwen betekent een tussenwoning.

Misclassificatie kan optreden als de aangrenzendheid onjuist wordt bepaald, meestal omdat er een kleine tussenruimte is tussen BAG polygonen die elkaar zouden moeten raken. Om de classificatie van eengezinswoningen te verbeteren, moeten de BAG-polygonen dus topologisch worden gecorrigeerd, zodat de gaten en overlappingsen worden gecorrigeerd.

3.2.2 Eengezinswoningen

Als een pand slechts één VBO bevat, dan beschouwen we de VBO als een eengezinswoning en krijgt de VBO de classificatie van het Pand.

3.2.3 Meergezinswoningen

De meergezinswoningen bestaan uit één hoofdtype, *appartement*. Als een Pand meer dan één VBO bevat, dan worden alle VBO's geclassificeerd als *appartement*.

De *appartement* subtypes worden bepaald door de verticale en horizontale positie van de VBO binnen het pand. Eerst worden de VBO's verspreid over de verdiepingen (zie Paragraaf 3.1) van het pand om hun verticale positie te bepalen. Elke verdieping krijgt hetzelfde aantal appartementen toegewezen, dat wordt berekend door het totaal aantal VBO's te delen door het aantal verdiepingen. We noemen het *aantal appartementen per verdieping* N. Vervolgens wordt het totaal aantal appartementen in het pand zo verdeeld dat de eerste N wordt toegewezen aan de begane grond (*vloer*), de tweede N wordt toegewezen aan de bovenste verdieping (*dak*) en de rest wordt gelijkmatig verdeeld over de tussenliggende verdiepingen (*midden*). Als een N gelijk is aan het totaal aantal appartementen, dan worden de appartementen geclassificeerd als *dakvloer*.

Ten tweede worden de appartementen horizontaal verdeeld over elke verdieping. We gaan uit van twee configuraties voor de indeling van de appartementen: enkele rij of dubbele rij. De keuze tussen enkele of dubbele rij hangt af van het aantal appartementen per verdieping. Als het aantal appartementen per verdieping kleiner of gelijk is aan drie, dan wordt gekozen voor een indeling met enkele rij, anders is er 50% kans op een indeling met dubbele rij. Nu wordt het aantal *hoek* appartementen per verdieping geclassificeerd op basis van de gekozen indeling. Als

er nog appartementen op de verdieping zijn die niet als *hoek* zijn geclassificeerd, dan worden die als *tussen* geclassificeerd.

3.3 Conversie van appartement-types van de NTA8800 naar de pre-NTA8800 classificatie

De RVO (2022) studie gebruikt de pre-NTA8800 woningtypes, terwijl de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database de NTA8800 woningtypes gebruikt voor de energielabels die zijn berekend met de NTA8800 methode. Dit werk gebruikt de resultaten van de RVO (2022) studie om het energielabel van woningen te schatten, daarom rekenen we de eerder bepaalde NTA8800 woningtypes om naar pre-NTA8800 types.

Omdat er geen directe relatie is tussen de twee classificaties, wijzen we het pre-NTA8800 type toe aan het appartement op basis van de spreiding van pre-NTA8800 types in de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database en de bouwdatum van de woning, zie Figuur 4. Als de woning bijvoorbeeld is gebouwd in de periode 1965-1974, is er een kans van 84% dat de woning het *flatwoning (overig)* pre-NTA8800 type krijgt.

3.4 Vormfactor

De vormfactor wordt berekend als de deling van de verliesoppervlakte door de gebruiksoppervlakte. De vereiste oppervlaktes voor het berekenen van de verliesoppervlakte zijn beschikbaar in de 3DBAG. De verliesoppervlakte is de som van alle oppervlakken van de buitenschil van een woning, exclusief de muren die worden gedeeld met een andere woning. De gebruiksoppervlakte is de oppervlakte die voor de VBO is geregistreerd in de BAG (de **oppervlakte** van de VBO).

We berekenen de vormfactor voor elk Pand. De vormfactor van een eengezinswoning is gelijk aan de vormfactor van het Pand. Voor meergezinswoningen verdelen we de oppervlaktes van de buitenschil over de appartementen, afhankelijk van het subtype (zie Paragraaf 3.2.3). Het totale dakoppervlak wordt gelijk verdeeld over de appartementen op de dakverdieping. Het buiten-muuroppervlak wordt vervolgens verdeeld over de appartementen, zodanig dat de appartementen op de hoek ongeveer 3x het muuroppervlak van een tussenappartement krijgen. Hierbij wordt slechts 95% van het totale buiten-muuroppervlakte van het Pand gebruikt om enigszins rekening te houden met muuroppervlaktes van gangen/trappenhuizen en andere niet-woonruimten in het Pand. Het totale grondoppervlak wordt gelijk verdeeld over de appartementen op de begane grond.

3.5 Het schatten van de energielabels

Op basis van de bouwperiode uit de BAG, het geschatte woningtype, en de berekende vormfactor kan met behulp van de RVO (2022) studie voor iedere woning het energielabel

Energielabels opgenomen voor 01.01.2021.

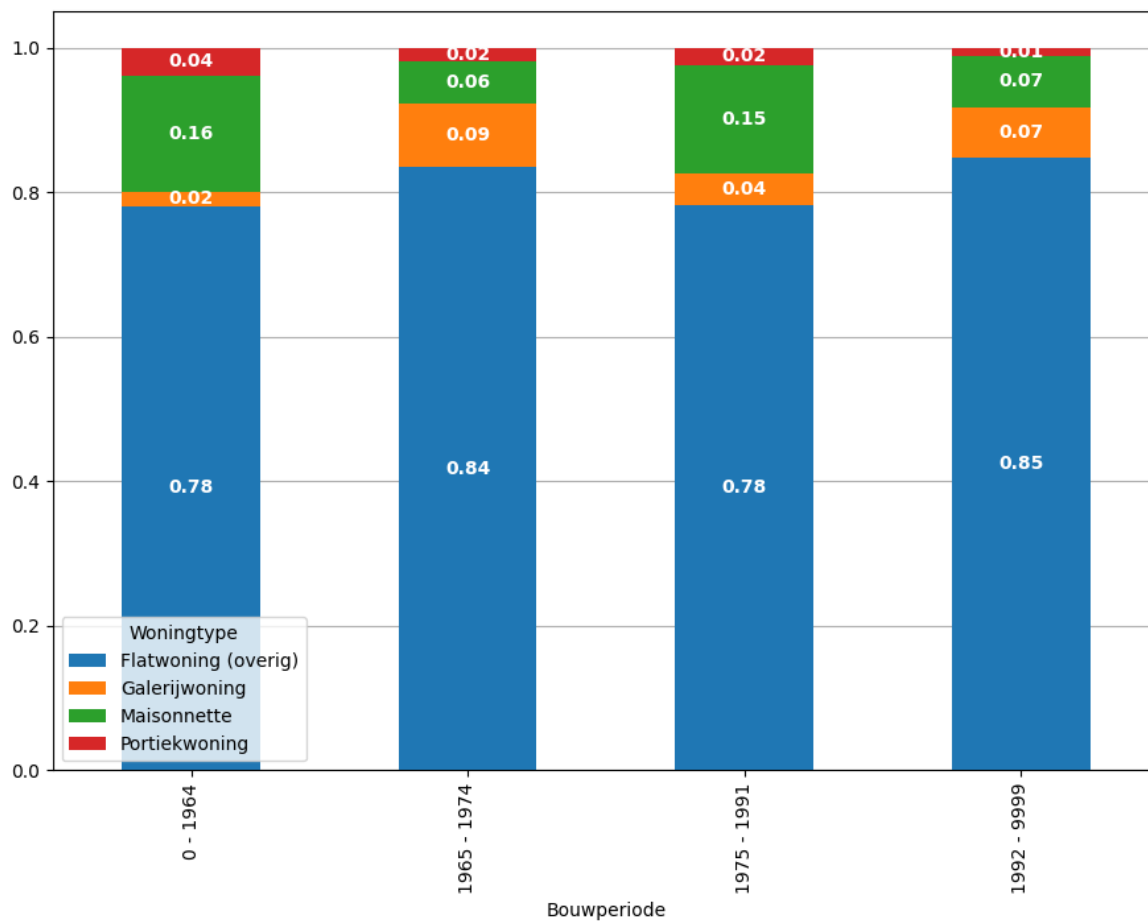
Nr. woningen: 1541202.

0-1964: 449754

1965-1974: 230556

1975-1991: 328142

1992-9999: 525479



Figuur 4: Spreiding van pre-NTA8800 meergezinswoningtypes in de EP-Online database, Rijksoverheid (2023)

bepaald worden. RVO (2022) geeft de spreiding van energielabels voor elke combinatie van de drie parameters woningtype, bouwperiode en vormfactor. Deze spreiding wordt gebruikt om de labels toe te wijzen.

Bijvoorbeeld, alle woningen met de parameters woningtype *flatwoning*, bouwperiode *1965-1974* en een vormfactor in het bereik van *1,50-2,00*, krijgen een energielabel toegewezen in het bereik *C-G*, en evenredig aan de gegeven percentages in Figuur 1. Label F zal het meest worden toegekend in dit voorbeeld.

Door de gaten in de energielabelverdelingen die worden gepresenteerd in RVO (2022) (zie Paragraaf 2.1), zijn er situaties waarin het onmogelijk is om het juiste label aan een VBO toe te kennen (zie Paragraaf 2.1). Als er voor een parameter combinatie van woningtype, bouwperiode en vormfactor geen energielabel mogelijk is op basis van RVO (2022), dan kennen we het label *onmogelijk* toe. Met behulp van de labels *onmogelijk* kunnen we de invloed van de gaten in de RVO (2022) spreidingen op de nauwkeurigheid van onze methode evalueren.

De individuele energielabels worden per buurt geaggregeerd om de geschatte spreiding van de energielabels voor elke buurt in Nederland te bepalen.

4 Validatie

We valideren onze energielabelschatting aan de hand van de energielabels in de Rijksoverheid (2023) database. Daarvoor vergelijken we de door ons geschatte labels met de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) labels in termen van *labelafwijking*. De *labelafwijking* wordt berekend als de numerieke afstand van een label tot het referentielabel. Hierbij is de labelafwijking van een hoger label tot een lager label negatief. Bijvoorbeeld, de afwijking van *A++++* tot *G* is *-10*, en de afwijking van *G* tot *A++++* is *10*.

Voor de validatie bekijken we de volgende aspecten.

- Het aantal VBO's dat geen energielabel heeft ontvangen (label *onmogelijk*, door de gaten in de spreiding van energielabels, zie Paragraaf 2.1).
- Percentage labels dat exact overeenkomt met de EP-Online labels.
- Percentage labels dat overeenkomt met de EP-Online labels met één labelafwijking. Bijvoorbeeld het geschatte label is *A*, dan kan de EP-Online een van *A+*, *A*, *B* zijn.
- De mediaan, het gemiddelde, de standaardafwijking, het minimum en maximum van de *labelafwijking* per buurt en voor de volledige dataset.
- Nauwkeurigheid van de labels voor exacte labelmatch (bijv. *B = B*) en match binnen één label (bijv. voor label *B* zijn de labels *A*, *B*, *C* een match).

5 Resultaten

5.1 Woningtypes

Voor iedere woning hebben we een woningtype bepaald. Tabel 3 laat de verdeling van deze woningtypes zien, opgesplitst in de zeven bouwjaarperioden uit de studie RVO (2022).

Tabel 3: Aantal (en percentage) van woningen per bouwperiode en

Woningtype Bouwperiode	2 onder 1 kap	galerij	maisonnette	overig	portiek	rijwoning	hoek	r
< 1945					24967 (0%)	123940 (2%)		3
< 1964	305248 (4%)	20477 (0%)	164052 (2%)	794785 (10%)				
1946 - 1964					15829 (0%)	156230 (2%)		2
1965 - 1974	98318 (1%)	36944 (0%)	24698 (0%)	344883 (4%)	8039 (0%)	210432 (3%)		4
1975 - 1991	118700 (2%)	22547 (0%)	84600 (1%)	438429 (6%)	11145 (0%)	305651 (4%)		6
1992 - 2005	96500 (1%)					122862 (2%)		3
2006 - 2014	35272 (0%)					51665 (1%)		1
2015 <	35326 (0%)					49348 (1%)		1
1992 <		51718 (1%)	50961 (1%)	620488 (8%)	7235 (0%)			
Totaal	689364 (9%)	131686 (2%)	324311 (4%)	2198585 (28%)	67215 (1%)	1020128 (13%)		2

Wanneer we voor iedere woning een vergelijking maken met de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) data, laat onze woningclassificatie een overeenkomst van 87% zien voor de eengezinswoningen, en een overeenkomst van 26% voor de meergezinswoningen.

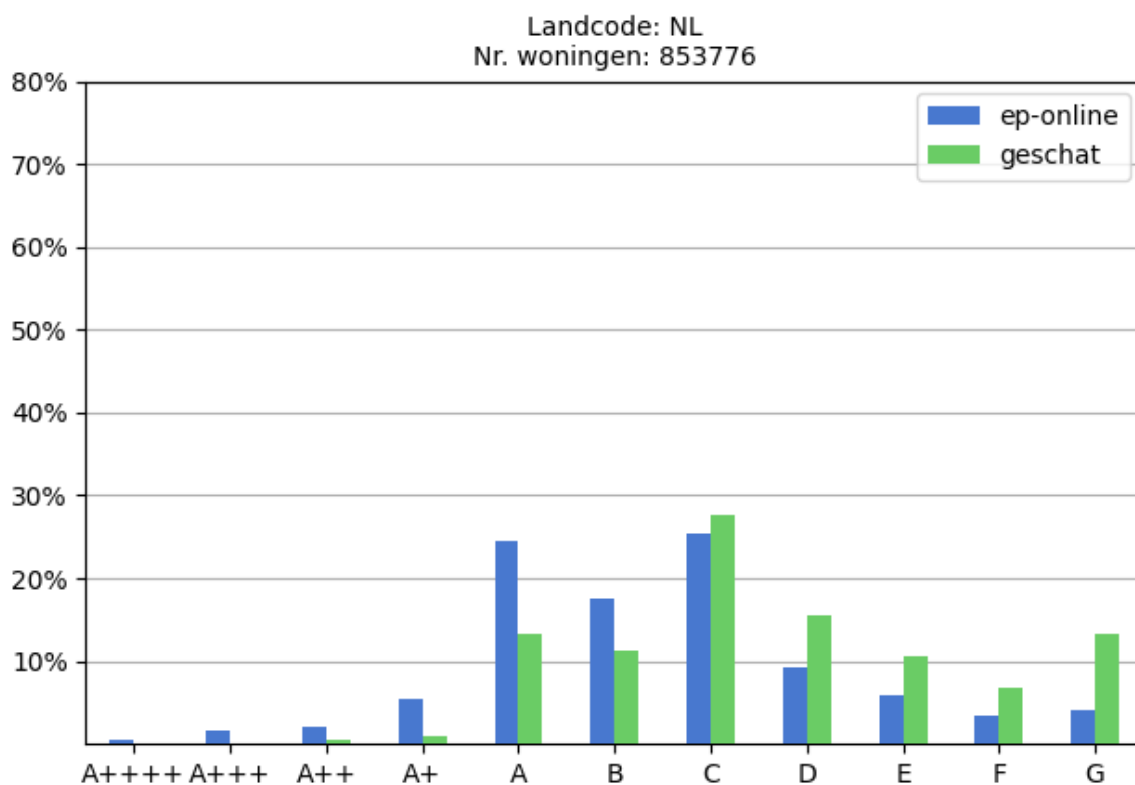
5.2 Schatting van energielabels

Van de beschikbare 5.385.950 Pandobjecten die in onze input data, hebben 4.847.298 een energielabel ontvangen. De overige 13% van de objecten heeft geen label ontvangen, dit komt door de gaten in de energielabelspreidingen van de RVO (2022) .

We hebben onze energielabelschattingen vergeleken met de labels die beschikbaar zijn in EP-Online (Rijksoverheid (2023)). De Figuur 5 toont de spreiding van de geschatte labels naast de EP-Online labels voor de woningen die geregistreerd zijn in EP-Online. Het meest voorkomende geschatte energielabel is C, toegekend aan meer dan 25% van de woningen. In de EP-Online dataset zijn de meest voorkomende labels A en C, elk aan ongeveer 25% van de woningen toegekend. Verder laat de figuur zien dat de labels van B en beter worden onderschat en die van C en slechter worden overschat.

De gemiddelde afwijking van de Rijksoverheid (2023) labels is **-1,2**, met een standaardafwijking van **2,1**.

Spreiding van energielabels

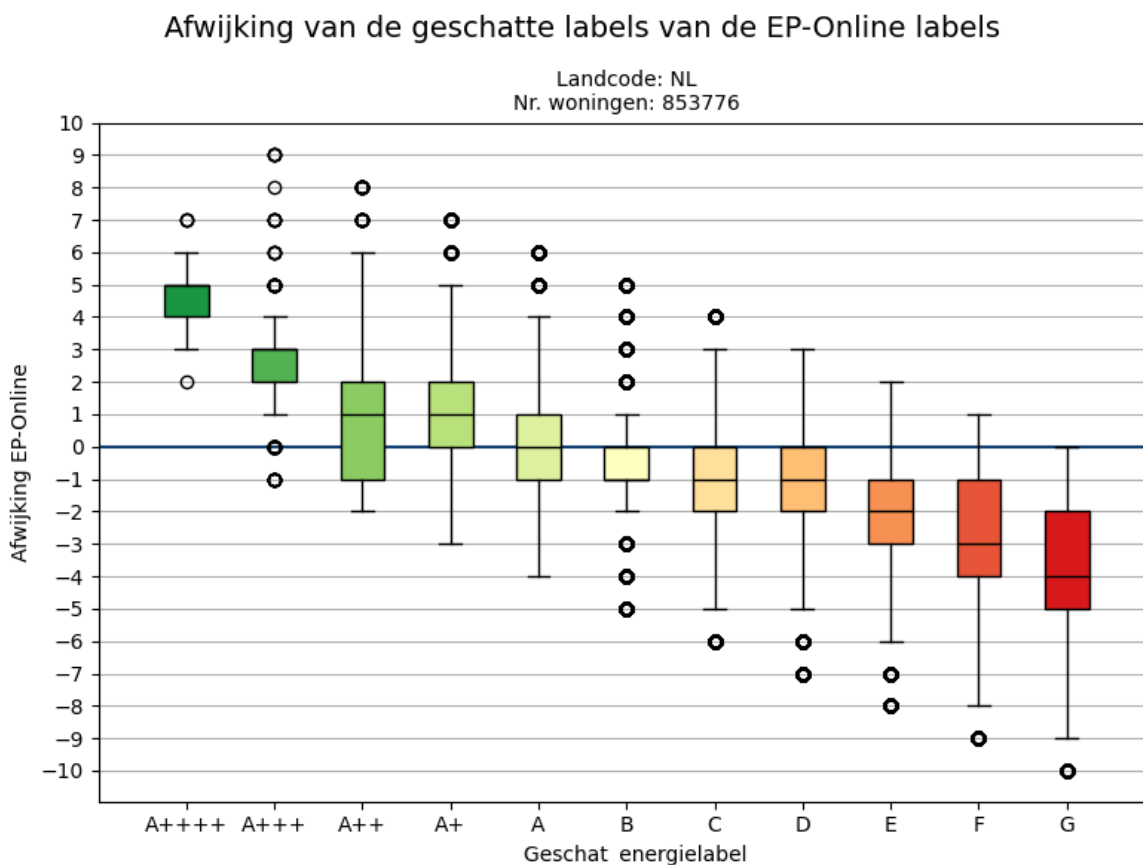


Figuur 5: Spreiding van geschatte en EP-Online energielabels voor de woningen die geregistreerd zijn op EP-Online (Rijksoverheid (2023))

Met andere woorden, gemiddeld liggen onze geschatte labels ongeveer één label onder de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) labels, met een standaardafwijking van twee labels.

De nauwkeurigheid van de schatting voor exacte overeenkomsten is **21%**. De nauwkeurigheid van de schatting voor exacte overeenkomsten voor eengezinswoningen is **25%**. De nauwkeurigheid van de schatting in met één labelafwijking is **51%**. De nauwkeurigheid van de schatting met één labelafwijking voor eengezinswoningen is **58%**.

Als we kijken naar de afwijkingen per label, krijgen we een gedetailleerder beeld. Figuur 6 laat zien dat onze $A++$, $A+++$ labels gemiddeld 3-5 labels te hoog geschat zijn, terwijl onze E , F , G labels gemiddeld 2-4 labels te laag zijn ten opzichte van de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) data.



Figuur 6: Afwijking van de geschatte labels van de EP-Online labels

5.2.1 Alleen rekening houdend met mogelijke labels

Door de gaten in de energielabelspreidingen van de RVO (2022) studie heeft 32% van de woningen een label in EP-Online (Rijksoverheid (2023)) dat niet mogelijk is op basis van de data Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)) (zie Paragraaf 2.1). Als we onze validatie beperken tot die woningen waar het juiste label wel bestaat in de data Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)), krijgen we inzicht in de invloed van de gaten in de energielabelspreidingen van de RVO (2022) studie op onze resultaten.

Voor deze subset van de data, is de gemiddelde labelafwijking in de door ons geschatte labels ten opzichte van de Rijksoverheid (2023) labels **-0,6**, met een standaardafwijking van **1,6**. Dit is ongeveer twee keer zo laag als de labelafwijking voor de gehele dataset.

De nauwkeurigheid van de schatting voor exacte overeenkomsten is **32%**. De nauwkeurigheid van de schatting voor exacte overeenkomsten voor eengezinswoningen is **33%**. De nauwkeurigheid van de schatting in met één labelafwijking is **65%**. De nauwkeurigheid van de schatting met één labelafwijking voor eengezinswoningen is **70%**.

Verder laat de Figuur 7 zien dat de labels van B en beter worden onderschat en die van C en slechter worden overschat.

5.2.2 Buurten

Kies een gemeente en een buurt om de geschatte energielabels te bekijken. Let op: deze functie werkt niet in het PDF-rapport.

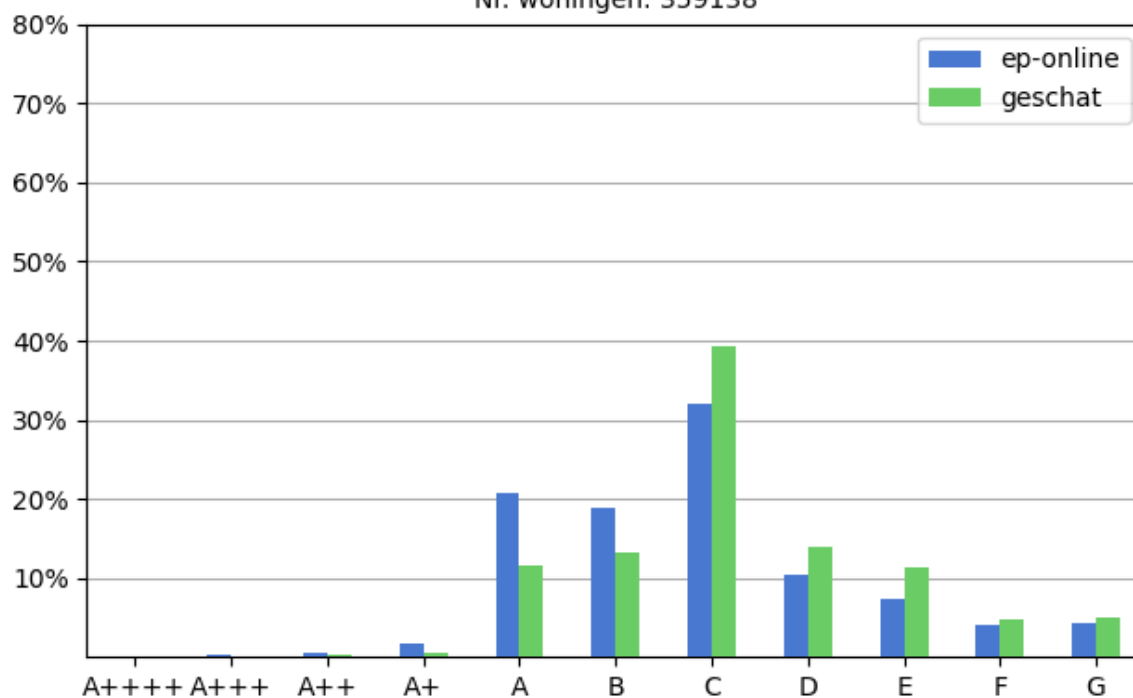
6 Conclusies

Gemiddeld liggen de door ons geschatte labels één label onder het echte label, met een standaardafwijking van twee labels. Het meest nauwkeurige label is *B*, met de laagste mediane afwijking van de EP-Online labels, gevolgd door het label *A*. Het meest voorkomende geschatte energielabel *C* is, ongeveer 29% van de woningen hebben dit label. Zowel de hele set geschatte labels (Figuur 5) als de mogelijke set labels (Figuur 7) laten zien dat onze methode de labels B en beter onderschat, en de labels C en slechter overschat. Dezelfde trend kan worden gezien in Figuur 6. Een plausibele verklaring zijn de pas gerenoveerde woningen, die energetische verbeteringen hebben waar onze methode geen rekening mee kan houden. De NTA8800 energielabels in de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) database zijn voldoende representatief om gebruikt te worden als validatieset voor de ontwikkeling van landelijke methoden voor het schatten van energielabels.

Bij onze bevindingen moeten de volgende 2 kanttekeningen gemaakt worden over het schatten van energielabels voor appartementen:

Spreiding van energielabels

Eengezins woningtypen
Landcode: NL
Nr. woningen: 359138



Figuur 7: Spreiding van geschatte en EP-Online energielabels, alleen mogelijke labels, voor de eengezinswoningen die geregistreerd zijn op EP-Online (Rijksoverheid (2023))

1. Er is er geen brondata beschikbaar voor de driedimensionale opsplitsing van appartementen binnen een meergezinswoning voor de bepaling van de NTA8800 woningtypes. Er moeten daarom (sterke) aannames gedaan worden om toch tot de benodigde opsplitsing voor de subtypes van de appartementen te komen. De onzekerheid in deze schatting van deze subtypes heeft invloed op de schatting van de vormfactor en daarmee ook op het geschatte energielabel van appartementen.
2. De conversie van de geschatte NTA8800 appartement-types naar de pre-NTA8800 appartement-types is gebaseerd op de statistische spreiding van appartement-types in de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) dataset, omdat er voor zover wij weten geen andere logische methode is om deze conversie te doen. Deze methode voegt echter nog meer onzekerheid toe aan de schatting van het energielabel van appartementen.

Tot slot laten onze resultaten zien dat de gaten in de energielabel spreidingen van de Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)), en de onjuiste schatting van woningssubtypen een significante invloed hebben op de nauwkeurigheid van de geschatte labels (zie Paragraaf 5.2.1). Op basis van de EP-Online (Rijksoverheid (2023)) data kunnen we stellen dat 32% van de geschatte labels fout is door onvolledige spreidingen in de studie Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)). Dit zorgt bovendien voor een verdubbeling van de gemiddelde labelafwijking in onze resultaten. De mogelijke labels $\{\#sec-only-possible\}$ laten een 10% hogere nauwkeurigheid zien met een volledige energielabelspreiding, van 21% naar 32%. De eengezinswoningen hebben een significant hogere classificatienauwkeurigheid (87%) dan de meergezinswoningen (26%). Een correcte classificatie van woningen verbetert de nauwkeurigheid dus nog verder, met ongeveer één procent. De meergezinswoningen vormen 44% van onze resultaten. Door de validatiecriteria te versoepelen en één labelafwijking in de schattingen toe te staan, met volledige energielabelverdelingen en correcte woningtypen, lijkt een nauwkeurigheid van 70% mogelijk. We beschouwen deze nauwkeurigheid als de bovengrens van onze methode. Voor eventuele vervolgstudies zou het daarom raadzaam zijn om de studie van Voorbeeldwoningen bij te werken zodat de spreidingen van energielabels zo volledig mogelijk zijn.

6.1 Aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek

- De onvolledige energielabelverdelingen van Voorbeeldwoningen 2022 (RVO (2022)) hebben de grootste invloed op de labelschatting. Daarom raden we aan om de volledigheid van de energielabelverdelingen te verbeteren.
- De subwoningtypes hebben ook een significante invloed op de resultaten en appartementen maken ongeveer 44% van de woningen uit. Daarom bevelen we twee verbeterpunten aan:
 - Gebruik de nieuwe, NTA8800 appartementtypes voor de energielabelverdelingen van de Voorbeeldwoningen studie. Hiermee zou het omzetten van woningtypen vermeden kunnen worden.
 - Verbeter de methode voor de classificatie van het subtype appartement.

7 Omschrijving opgeleverde data

Tabel 4 bevat een voorbeeld van alle attributen die we voor elke woning hebben berekend. Deze gegevens staan in het bestand `labels_individual.csv`. Daarnaast bevat Tabel 5 een beschrijving van elk attribuut. Tot slot, Tabel 6 bevat een voorbeeld van de spreiding van de geleverde energielabels in het bestand `labels_neighborhood.csv`.

	pand_identificatie	vbo_identificatie	oorspronkelijkbouwjaar
0	NL.IMBAG.Pand.0003100000117485	NL.IMBAG.Verblijfsobject.0003010000129480	1991
1	NL.IMBAG.Pand.0003100000117485	NL.IMBAG.Verblijfsobject.0003010000129473	1991
2	NL.IMBAG.Pand.0003100000117485	NL.IMBAG.Verblijfsobject.0003010000129471	1991
3	NL.IMBAG.Pand.0003100000117485	NL.IMBAG.Verblijfsobject.0003010000129484	1991
4	NL.IMBAG.Pand.0003100000117485	NL.IMBAG.Verblijfsobject.0003010000129474	1991

Tabel 5: Beschrijving van de berekende attributen

Attribute	Beschrijving
pand_identificatie	BAG Pand identificatie
vbo_identificatie	BAG Verblijfsobject identificatie
oorspronkelijkbouwjaar	BAG Pand bouwjaar
oppervlakte	BAG Verblijfsobject oppervlakte
woningtype	Geschat woningtype, gem. NTA8800
landcode	Landcode, altijd “NL”
gemeentecode	CBS gemeentecode
wijkcode	CBS wijkcode
buurtcode	CBS buurtcode
nr_floors	Geschat aantal verdiepingen
vbo_count	Aantal verblijfsobjecten in het Pand
b3_opp_buitenmuren	3DBAG totale oppervlakte van de buitenmuren, https://docs.3dbag.nl/nl/schema/attributes/#b3_opp_buitenmuur
b3_opp_dak_plaat	3DBAG totale oppervlakte van de platte delen van het dak, https://docs.3dbag.nl/nl/schema/attributes/#b3_opp_dak_plat
b3_opp_dak_schuin	3DBAG totale oppervlakte van de schuine delen van het dak, https://docs.3dbag.nl/nl/schema/attributes/#b3_opp_dak_schuin
b3_opp_grond	3DBAG totale oppervlakte begane grond, https://docs.3dbag.nl/nl/schema/attributes/#b3_opp_grond
b3_opp_scheidingsmuren	3DBAG totale oppervlakte van de pandscheidende muren, https://docs.3dbag.nl/nl/schema/attributes/#b3_opp_scheidingsmuur
woningtype_pre_NTA8800	Geschat woningtype, pre-NTA8800 methode

Attribute	Beschrijving
vormfactor	Geschat vormfactor
vormfactorclass	Geschat vormfactor, gegroepeerd volgens Voorbeeldwoningen 2022
bouwperiode	BAG Pand bouwjaar, gegroepeerd volgens Voorbeeldwoningen 2022
energylabel	Geschat energielabel

Tabel 6: Voorbeeld van de spreiding van de geleverde energielabels.

	buurtcode	A++++	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E
0	BU00140000	NaN	NaN	0.001048	0.007684	0.067761	0.044359	0.154384	0.143905	0.1
1	BU00140001	NaN	NaN	0.002523	0.010550	0.081881	0.044266	0.158257	0.138761	0.0
2	BU00140002	NaN	NaN	0.002016	0.007728	0.152218	0.087702	0.177755	0.128696	0.0
3	BU00140003	NaN	NaN	NaN	0.003055	0.058045	0.069246	0.185336	0.164969	0.0
4	BU00140005	NaN	0.000571	0.005995	0.011704	0.170140	0.072224	0.152155	0.117899	0.0

8 Referenties

- CBS. 2022. ‘Wijken en Buurten v1’. <https://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/6da29d3a-0e42-4b74-81ef-da707991ae07>.
- Kadaster. 2023. ‘Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)’. <https://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/6da29d3a-0e42-4b74-81ef-da707991ae07>.
- Rijksoverheid. 2018. ‘Woononderzoek Nederland (WoON) 2018’. <https://www.woononderzoek.nl/>.
- . 2023. ‘EP-Online’. <https://www.ep-online.nl/>.
- RVO. 2022. ‘Voorbeeldwoningen 2022 - bestaande bouw’. Techreport RVO-231-2022/BR-DUZA. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/voorbeeldwoningen-bestaande-bouw>.