

Gebouwen gebruiken geen energie

Verblijfsuren als nieuwe norm
voor duurzaamheid



1e druk, januari 2025

Gebouwen gebruiken geen energie
Verblijfsuren als nieuwe norm voor duurzaamheid

Auteurs: © mr drs J. Huibrecht Bos

Uitgever: J.H. Bos – sinds 1883 uitgevers

Drukker: Print & Bind, Amsterdam

Vormgeving omslag en huisstijl:
Raymond Körner, Jargo Design

ISBN: 978-90-78342-22-9

Rechten: Dit werk valt onder een Creative Commons-licentie:
Naamsvermelding 4.0 Internationaal
(CC BY 4.0). Je mag vrij citeren, delen en aanpassen, op
voorwaarde dat je correcte bronvermelding doet.
Zie: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Bijzondere vermelding: Met dank aan Ronald Remijn REA,
namens Stichting Post HBO Opleidingen Energiekunde.

Gebouwen gebruiken geen energie

Verblijfsuren als nieuwe norm
voor duurzaamheid

mr drs Huibrecht Bos
30 december 2024

Vooraf

Opleidingen

De opleiding Introductie Energiekunde heb ik met succes afgerond in 2021 (diploma 2022). Deze thesis is het sluitstuk om af te studeren in voor de post-HBO opleiding Energieconsulent (geeft toegang tot het register van energieadviseurs).¹ Hiermee ben ik eind 2022 begonnen. Een eerder onderdeel was mijn literatuurstudie 'Het gebouw als energiesysteem'. Gericht op inhoudelijke kennis van energie, verduurzaming en energiesystemen, daarnaast op de ontwikkeling van denkmethoden zoals systeemleer, managementtheorieën en innovatie in verduurzaming.

Dit traject is een proeve van bekwaamheid om in een deelgebied van energiekunde een eigen onderzoek te verrichten. Aansluiting bij werk of eigen vaardigheden is daarbij aanbevolen, zodat voldoende diepgang kan worden verkregen. Mijn achtergrond en expertise ligt op het gebied van de energieprestatie en verduurzaming van gebouwen. Met enerzijds de expertise als energieprestatie adviseur EP-UD² en anderzijds de registratie als DuMo-adviseur³ was de vraag met welk onderzoek ik kan bijdragen aan de energieprestatie van bestaande gebouwen. In dit traject heb ik de WEii als methode leren kennen voor het werkelijk energiegebruik van gebouwen in verhouding tot het oppervlakte. Dit is een vrij jonge norm, MoveNext is één van de eerste tien licentiehouders om WEii certificaten op gebouwen af te mogen geven.

Vanuit de praktijk van het verduurzamen van monumentale gebouwen kom ik vaak op een verschil tussen het verduurzamen van een gebouw of het verduurzamen van het gebruik van een gebouw. Dit gaat uit van de gedachte dat energie niet (of beperkt) nodig is voor de gebouwen, maar met name noodzakelijk is voor het menselijk verblijf of gebruik in de gebouwen.

Monumenten maken dit direct zichtbaar, omdat veel monumenten er al stonden voor er klimaatinstallaties waren. Mensen hielden zich wel warm, maar verwarming van gebouwen is pas van de laatste eeuw. Inmiddels zijn de negatieve effecten van het gebruik van fossiele energie zichtbaar en is het klimaatakkoord van Parijs (2015) de basis voor de doelstellingen achter de verduurzaming en energiebesparing. Ook voor de gebouwde omgeving. Daarbij is een nieuwe term

¹ Het Register van EnergieAdviseurs wordt beheerd door de FedEC, de branche- en beroepsorganisatie van professionals in energiekunde. Om toegelaten te worden tot het REA, volstaat een aantal studies, waarvoor de opleiding tot energieconsulent van de stichting PHOE een zij-instroom mogelijkheid biedt. Zie [FedEC en REA's - FedEC](#) en [PHOE | Energieconsulent | Word gecertificeerd energieadviseur!](#)

² EP-UD adviseur is gecertificeerd voor het opnemen van utiliteits- en woonlabels, zowel op basis- als detailniveau. Detailniveau wordt met name gebruikt om specifieke en afwijkende constructies door te rekenen in plaats van met default waarden te werken én voor BENG berekeningen die vereist zijn voor de omgevingsvergunning bij nieuwbouw of integrale renovaties.

³ DuMo staat voor Duurzame Monumenten, waarvoor een standaardset van eisen en onderdelen is geformuleerd door Stichting ERM, het Nationaal Restauratiefonds (NRF) en

gekomen, die aangeeft of je in lijn met de doelstellingen van het klimaatakkoord bent: Paris-proof. Het akkoord streeft ernaar de opwarming van de aarde te beperken tot maximaal 2°C, en bij voorkeur tot 1,5°C, ten opzichte van het pre-industriële tijdperk door de mondiale CO₂-uitstoot te verminderen, ook die van de gebouwde omgeving.

Het energiegebruik van de gebouwde omgeving moet daarvoor tot een derde gereduceerd worden. De vraag in dit rapport is hoe we energiegebruik van gebouwen kunnen koppelen aan het gebruik van die gebouwen.

Dankwoord

Het was een spannende uitdaging om rond mijn vijftigste een nieuwe richting in te slaan en letterlijk een ander vak te gaan leren. Ik heb gemerkt hoe mijn omgeving verrast en positief reageerde op het idee om weer te gaan studeren. In de fase van mijn afstuderen kwamen ambitie en planning samen, waarbij het enthousiasme en de steun van anderen erg motiverend waren.

In het bijzonder wil ik drie bijzondere dames bedanken die een sleutelrol hebben gespeeld. Allereerst mijn collega **Marijke**, die niet alleen de eerste correcties van mijn werk heeft gedaan en structureel mijn agenda vrijmaakte, zodat ik dit traject kon afronden. Haar praktische steun en begrip waren van grote waarde.

Daarnaast mijn geliefde **Cyrille**, die zich inhoudelijk op afstand hield, maar altijd betrokken, geïnteresseerd en trots was. Bij elke nieuwe mijlpaal stond zij aan mijn zijde om successen te vieren, wat dit proces zoveel mooier maakte.

En natuurlijk **Zwaantje**, mijn moeder, die vol vertrouwen en bewondering van afstand bleef aanmoedigen.

Tot slot wil ik graag **Ronald Remijn** bedanken voor zijn begeleiding in dit traject. Zijn advies en steun hebben mij inhoudelijk richting gegeven, daarbij is hij op een coachende manier kritisch geweest waardoor het aangenaam was om met zijn opmerkingen en gedachten verder te werken. Hij heeft de indruk gegeven mij vrij te laten, maar een blijvende invloed op de onderzoeksvraag en richting van het rapport gehad.

Ik had dit misschien ook alleen kunnen doen, maar wat een voorrecht om het samen te mogen doen. Dank jullie wel!

Huibecht Bos

➤ Samenvatting

Dit onderzoek richt zich op het verbeteren van de duurzaamheid van energiegebruik in de gebouwde omgeving door een toevoeging op de Werkelijke Energie-intensiteit Indicator (WEii). Deze innovatieve benadering biedt een aanvulling door energiegebruik te koppelen aan de intensiteit van gebouwgebruik in plaats van enkel de oppervlakte.

De eerste hoofdstukken schetsen het probleem: een discrepantie tussen theoretische energieprestaties en werkelijke energiegebruiksgegevens. De bestaande methodes beoordelen energieprestaties op basis van energie per vierkante meter, zonder rekening te houden met daadwerkelijk gebruik. Het onderzoek laat zien dat huishoudgrootte een grote rol speelt bij energie-efficiëntie. Meerpersoonshuishoudens gebruiken relatief minder energie per persoon dan eenpersoonshuishoudens, zelfs in grotere woningen. Dit vraagt om een herziening van het woningbeleid, waarbij het stimuleren van gedeelde woonvormen en optimalisatie van huishoudgrootte centraal staat.

Een belangrijke toevoeging is het concept van verblijfsuren, geïntroduceerd in hoofdstuk 6. Verblijfsuren geven inzicht in hoe intensief een gebouw wordt gebruikt, waardoor energiegebruik nauwkeuriger kan worden gerelateerd aan menselijke activiteit. Twee methoden worden voorgesteld om verblijfsuren te kwantificeren: een eenvoudige basismethode voor standaardtoepassingen en een gedetailleerdere methode voor complexe situaties. Dit concept biedt beleidsmakers en ontwerpers handvatten om ruimtegebruik effectiever te analyseren en duurzamer te maken.

In hoofdstuk 7 wordt de normering van energiegebruik per verblijfsuur verder uitgewerkt. Door energieprestaties per uur te meten, biedt de WEii een schaalverdeling vergelijkbaar met energielabels. Deze benadering maakt het mogelijk om woningen en gebouwen niet alleen te classificeren op technische prestaties, maar ook op daadwerkelijke efficiëntie van gebruik.

Hoofdstuk 8 behandelt de praktische toepassing van de WEii verblijf. Aan de hand van casestudies wordt aangetoond hoe dit meetinstrument kan worden ingezet om verbeterpunten in gebouwen te identificeren en verduurzamingsmaatregelen te prioriteren. Het hoofdstuk laat zien hoe deze aanpak beleidsvorming kan ondersteunen door nadruk te leggen op efficiënt gebruik en het terugdringen van CO₂-uitstoot.

Tot slot legt het rapport uit hoe de WEii verblijf wordt berekend. De kern van deze berekening is het totale energiegebruik gedeeld door het aantal verblijfsuren binnen een bepaalde periode. Dit wordt vervolgens afgezet tegen normwaarden om inzicht te krijgen in de werkelijke energie-efficiëntie van een gebouw. Deze methode maakt het mogelijk om gebouwen op een eerlijke en gebruiksgebaseerde manier te vergelijken en vormt een belangrijke stap in het bereiken van Paris-proof doelstellingen.

Achterin vindt u behalve een overzicht van bronnen, ook een lijst van afkortingen en begrippen met een korte uitleg.

Inhoud

Vooraf	4
Opleidingen.....	4
Dankwoord.....	5
➤ Samenvatting	6
Inhoud.....	7
➤ Inleiding: het gebouw als <i>energiesysteem</i>.....	9
Gebouw: Een omschrijving van het object	10
Energie: balans tussen behoefte en bron	10
Systeem, het gebouw als energiesysteem.....	12
Korte historie van het gebruik van energie voor verwarming	13
Onderzoeksopzet en onderzoeksvraag.....	16
Opbouw en leeswijzer.....	18
➤ Hoofdstuk 1 Energieprestatie en het energielabel	19
Beschrijving opname en berekening	19
➤ Hoofdstuk 2 Werkelijk energiegebruik (WEii).....	26
Analyse verschillen van WEii en energielabel	30
➤ Hoofdstuk 3 Verbeter het energielabel of WEii.....	32
Maatwerkadvies op basis van de NTA 8800	32
Energiekompas op basis van de WEii	36
Vergelijking maatwerkadvies en energiekompas.....	37
➤ Hoofdstuk 4 Beperkingen van bestaande indicatoren	39
Energieprestatie en energiedoelen	42
Energieprestatie per persoon	43
➤ Hoofdstuk 5 Energie per persoon.....	44
3 grootheden.....	44
Wat is de eenheid voor verblijf?.....	45
➤ Hoofdstuk 6 Kwantificeren van verblijfsuren	48
Groot verschil tussen verblijfsduur en oppervlakte als noemer	48
Manieren om aanwezigheid te meten	49
Verblijfsuren vaststellen: Basismethode of Detailmethode.....	51
Van basismethode naar detailmethode	54

	Samenvatting en conclusies over verblijfsuur	56
➤	Hoofdstuk 7 Normering van WEii per uur	58
	Eerste schaalverdeling werkelijke energiegebruik per verblijfsuur	60
	Samenvatting	62
➤	Hoofdstuk 8 Toepassing van de WEii_{verblijf}	64
	De toegevoegde waarde van WEii _{verblijf} voor verduurzaming	64
	De waarde van normering van gebruik per verblijfsuur	66
	Objectieve waarde bij een niet objectieve norm	67
	Samenvatting	67
➤	Hoofdstuk 9 Analyse energiegebruik per uur van woningen	69
	51 typen modelwoningen met gemiddelde energiegegevens	70
	Basisgegevens verschillende woningtypen uit verschillende bouwjaren	72
	WEii-scores van deze 5 voorbeeldwoningen	75
	Analyse verschillen Energielabel, WEii-score en WEii _{verblijf}	77
	Conclusies duurzaamheid EP, WEii-score en WEii _{gebruik}	80
➤	Hoofdstuk 10 Is energie per uur maatschappelijk relevant?	82
	Conclusies over WEii _{verblijf} als aanvulling op het energielabel en de WEii-score	82
	Conclusie: Energie per verblijfsuur is een relevante toevoeging	85
	Vervolg	86
➤	Lijst met figuren en tabellen	88
➤	Lijst met afkortingen en begrippen	89
➤	Bronnen	91

➤ Inleiding: het gebouw als *energiesysteem*

De huidige focus op het verduurzamen van de gebouwde omgeving speelt een cruciale rol in de wereldwijde strijd tegen klimaatverandering. Met het Klimaatakkoord van Parijs als richtlijn hebben landen als Nederland zich gecommitteerd aan ambitieuze doelen: een 49% reductie van de broeikasgassen tegen 2030 en een volledige klimaatneutraliteit in 2050.

Tabel 3.1 Broeikasgasemissiereducties en 2030-doelen in Nederland, omringende landen en de EU28

	Gerealiseerde emissiereductie 2016 t.o.v. 1990 ^a	Doel 2030 t.o.v. 1990
Nederland	-11,8%	-49%
België	-19,7%	-
Denemarken	-28,3%	-
Duitsland	-27,3%	-55%
Frankrijk	-16,1%	-40%
Verenigd Koninkrijk	-39,4%	-57% (2028-2032) ^b
EU28	-24%	-40%

^a Bron: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2016 and inventory report 2018. Euro-pees Milieuagentschap.

^b Wettelijk vastgelegde 5^{de} koolstofbudget.

Figuur 1 uit VHKA van het PBL <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2018-analyse-van-het-voorstel-voor-hoofdpijnen-van-het-klimaatakkoord-3380.pdf>

Energie speelt hierin een centrale rol, en vooral de manier waarop we onze gebouwen en infrastructuur vormgeven en gebruiken, heeft een directe invloed op ons energiegebruik en de daarmee gepaard gaande uitstoot. Traditioneel ligt de nadruk op het energiezuiniger maken van gebouwen zelf, maar er wordt nog te weinig aandacht besteed aan de manier waarop deze gebouwen daadwerkelijk worden gebruikt. Het is in dit verband belangrijk om het gebouw niet louter als een statisch object te zien, maar als een dynamisch energiesysteem waarin meerdere factoren – zoals het ontwerp, de energiebehoefte en het gebruik – nauw met elkaar verweven zijn.

In deze inleiding worden drie sleutelbegrippen uitgewerkt die de basis vormen voor een holistische benadering van duurzaam wonen: het *Gebouw*, *Energie*, en *Systeem*. Deze drie termen vormen de kern van een bredere visie waarin niet alleen de energie-efficiëntie van een gebouw centraal staat, maar ook hoe het daadwerkelijk wordt gebruikt door haar bewoners of gebruikers. Het uiteindelijke doel van deze thesis is om te komen tot een woonlabel dat inzicht geeft in hoe duurzaam je woont, in plaats van louter hoe energiezuinig het gebouw zelf is. Deze inleiding legt de fundering voor dit concept en verkent de relatie tussen gebouw, energie en systeem.⁴

⁴ Zie voor een uitgebreide verhandeling hierover mijn literatuurthesis 'Het gebouw als energiesysteem', mr drs Huibrecht Bos, PHOE, 2024

Gebouw: Een omschrijving van het object

Een gebouw kan worden gedefinieerd als een fysieke structuur waarin mensen wonen, werken of verblijven. Hoewel deze definitie eenvoudig lijkt, omvat een gebouw veel meer dan enkel muren, ramen en daken. De fysieke kenmerken – zoals de isolatiewaarden, de bouwmaterialen en de vormgeving – bepalen in belangrijke mate hoe energiezuinig een gebouw is. In het kader van deze thesis wordt het gebouw echter ook gezien als een dynamische omgeving, een object dat in wisselwerking staat met de mensen die erin wonen of werken, en de technologieën die worden gebruikt om het comfort en de functionaliteit te garanderen.

Vanuit het perspectief van duurzaamheid wordt vaak gekeken naar de energieprestatie van het gebouw zelf: hoeveel energie er nodig is om het te verwarmen, te koelen en van stroom te voorzien. Kenmerken zoals isolatie, ventilatiesystemen en de luchtdichtheid van het gebouw zijn belangrijke factoren die de energiebehoefte bepalen. Hier komen de huidige certificeringssystemen zoals het energielabel (op basis van NTA 8800) in beeld, waarbij de energieprestaties van het gebouw worden geëvalueerd op basis van technische specificaties. Echter, deze benadering kijkt vaak niet verder dan het gebouw zelf, en houdt onvoldoende rekening met hoe het gebouw in de praktijk wordt gebruikt. Een goed geïsoleerd gebouw kan nog steeds een hoog energiegebruik hebben als het gebruik van energie inefficiënt is, bijvoorbeeld door slecht gedrag van de bewoners of verkeerd gebruik van energie-intensieve apparaten.

Energie: balans tussen behoefte en bron

Energie vormt een complex en veelzijdig onderdeel van het gebouw als energiesysteem. Enerzijds gaat het om de energie die het gebouw nodig heeft om te functioneren: elektriciteit voor verlichting en apparaten, en warmte voor verwarming en warm water. Anderzijds gaat het om de manier waarop deze energie wordt opgewekt en geleverd. De verhouding tussen energiebehoefte, energieopwekking en energiegebruik is essentieel om te bepalen hoe duurzaam een gebouw in gebruik is.

De behoefte aan energie varieert afhankelijk van verschillende factoren zoals de grootte van het gebouw, de mate van isolatie en het klimaat waarin het zich bevindt. Daarnaast speelt het gedrag van de gebruikers een significante rol in het energiegebruik. Zo leidt intensiever gebruik van een gebouw, zoals meerdere mensen die in dezelfde ruimte werken of wonen, vaak tot een daling van het energiegebruik per persoon. Dit effect wordt echter niet weergegeven in de huidige indicatoren die zich richten op de energieprestaties van het gebouw als object, en niet op het gebruik ervan.

De energiebronnen zijn ook een belangrijke factor in het duurzaamheid. Hernieuwbare energiebronnen zoals zonne-energie en windenergie worden

gezien als essentieel voor het behalen van de klimaatdoelen, terwijl fossiele brandstoffen zoals gas altijd een negatieve impact hebben op de CO₂-uitstoot. In Nederland wordt dit teruggebracht tot de primaire fossiele energie (EP2), die de hoeveelheid fossiele energie meet die wordt gebruikt om aan de energievraag te voldoen. Dit geeft een duidelijk beeld van de directe impact van een gebouw op het milieu, maar zegt wederom weinig over het daadwerkelijke gebruik.

Het type energie dat wordt gebruikt om aan deze vraag te voldoen, is cruciaal in de verduurzamingsopgave. Elektriciteit kan in toenemende mate duurzaam worden opgewekt door middel van zonnepanelen of windenergie, maar veel gebouwen zijn nog afhankelijk van fossiele brandstoffen zoals aardgas voor verwarming. Dit zorgt voor een mismatch tussen de potentiële duurzaamheid van het energiegebruik en de daadwerkelijke CO₂-uitstoot. Zo zal een gebouw dat bijna volledig verwarmd wordt met aardgas met dezelfde warmteverliezen een hoger primair fossiel energiegebruik (en CO₂-uitstoot) hebben dan zo'n zelfde gebouw verwarmd met warmtepompen die de warmte onttrekken aan een hernieuwbare bron.

Een andere uitdaging is de balans tussen de energie die een gebouw verbruikt en de energie die het opwekt. Gebouwen met zonnepanelen kunnen bijvoorbeeld in theorie energieneutraal of nul-op-de-meter zijn. Voor het energielabel en op dit moment ook voor de energierekening mag de gebruiker terug geleverde energie salderen met afgenomen energie. Qua duurzaamheid is hier veel op af te dingen: aangezien de hoeveelheid energie wel gelijk is, maar de waarde en de herkomst niet. Als er geen zon en wind is, wordt elektriciteit niet duurzaam opgewekt, en het moment van terug levering van duurzame energie is doorgaans een moment met een lage waarde van energie, omdat er dan een overvloed van aanbod is. Een andere (complicerende) factor buiten het gebouw als energiesysteem is netcongestie. De opwekkingscapaciteit is beschikbaar, maar distributie en levering vanuit het net is beperkt. Netcongestie is een gedistribueerd probleem van bijna het gehele elektriciteitsnet, wat ervoor zorgt dat primair niet de opwekking maar de levering beperkt is. Een groter wordend aandeel duurzaam opgewekte energie versterkt dit probleem omdat dit op momenten een vergroot verschil van vraag en aanbod veroorzaakt.

Er zijn goede mogelijkheden om energie duurzaam op te wekken, maar levering op het moment van de vraag en voldoende ruimte hiervoor op het elektriciteitsnet zijn de beperking.

De ene energie is de andere niet. Sterker nog: dezelfde energie is op het ene moment wel duurzaam en op het andere moment niet. Het zou goed zijn als niet

alleen naar de herkomst gekeken wordt om te bepalen of energie duurzaam is, maar ook naar de bestemming (gebruiksmoment en gebruikspieken).⁵

Opslag van zowel elektriciteit als warmte (of koude) kan bijdragen aan verduurzaming van de energiebehoefte.

Systeem, het gebouw als energiesysteem

Mijn vorige thesis gaat uitgebreid in op systeemtheorie en de relatie met gebouwen en energie.

Om een gebouw volledig te begrijpen in termen van duurzaamheid, is het cruciaal om het te beschouwen als een energiesysteem. Een energiesysteem is een samenhangend geheel van opwekking, distributie, afgifte en regeling van energie, waarbij isolatie een belangrijke rol speelt in het beperken van energieverliezen. Het idee is dat elk element binnen dit systeem bijdraagt aan het totale energiegebruik, en dat optimalisatie van één element zonder rekening te houden met de anderen slechts beperkte resultaten oplevert.

Een goed ontworpen energiesysteem zorgt ervoor dat energie efficiënt wordt opgewekt, gedistribueerd en afgegeven aan de juiste plekken in het gebouw. Warmtepompen, zonneboilers, en ventilatiesystemen met warmteterugwinning zijn voorbeelden van technologieën die kunnen bijdragen aan de energie-efficiëntie van een gebouw. Echter, zonder goede regeling en zonder dat er rekening wordt gehouden met het gedrag van de gebruikers, kunnen de voordelen van deze technologieën verloren gaan. Isolatie speelt een cruciale rol in het beperken van de warmteverliezen en daarmee de totale energiebehoefte, maar zoals eerder genoemd, ligt de werkelijke impact ook sterk aan hoe het gebouw wordt gebruikt.

Innovaties en technologieën zoals warmtepompen, slimme thermostaten en energiebeheersystemen kunnen de efficiëntie verbeteren, maar laten ook zien dat er een discrepantie is tussen het theoretische normgebruik en het daadwerkelijke verbruik. Het is daarom essentieel om niet alleen te kijken naar het verduurzamen van het gebouw, maar ook naar het verduurzamen van het gebruik ervan. Alleen dan kunnen we een volledig beeld krijgen van de werkelijke duurzaamheidsprestaties en effectieve maatregelen nemen om deze te verbeteren.

⁵ Dit is op zich een interessante onderzoeksvraag: *verduurzaming door opwekking, opslag en gebruik*. Het is een macro vraagstuk, maar inmiddels ook doorgedrongen tot microniveau met dynamische prijzen, PV, thuisbatterijen en energie-managementsystemen in steeds meer huishoudens.

Het systeemdenken dwingt ons om verder te kijken dan louter het technische aspect van energie-efficiëntie. Het gebouw als energiesysteem moet worden gezien in termen van het samenspel tussen technologie, gedrag en infrastructuur. Het is niet alleen een kwestie van hoeveel energie er wordt opgewekt en gebruikt, maar ook van hoe die energie binnen het gebouw circuleert en hoe gebruikers daar actief op inspelen. Dit leidt tot de centrale vraag van deze thesis:

Hoe kan een indicator ontwikkeld worden die niet alleen het gebouw zelf, maar ook het gebruik van het gebouw in kaart brengt?

De huidige methoden en normen, zoals de NTA 8800 en de WEii, richten zich vooral op het gebouw en minder op het dagelijkse gebruik ervan.

Korte historie van het gebruik van energie voor verwarming

De inleiding schetst het kader waarin deze thesis verder zal onderzoeken hoe het gebouw als energiesysteem kan worden geanalyseerd en geoptimaliseerd. Het verduurzamen van woningen is niet alleen een technische uitdaging, maar vereist ook een beter begrip van hoe gebouwen worden gebruikt. Met het oog op de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050 is het noodzakelijk om verder te gaan dan louter het verbeteren van de energieprestaties van gebouwen. Er moet ook worden gekeken naar hoe mensen in gebouwen wonen, werken en leven. De ontwikkeling van een woonlabel dat de duurzaamheid van het gebruik in kaart brengt, is hierin een cruciale stap.

Gebouwen gebruiken geen energie

In koudere gebieden, zoals Nederland, is huisvesting niet alleen een plek om je spullen te beschermen tegen anderen en het weer. Het is vooral ook een verblijfplaats waar je invloed hebt op het (binnen)klimaat.

Al met al zijn we pas goed 100 jaar gewend dat steeds meer huizen worden voorzien van andere verwarming dan open vuur. Kachels, als objecten waarin gecontroleerde verbranding plaatsvindt, waren in de 18^e eeuw nog een bijzonderheid.

Halverwege de 19^e eeuw werd de houtkachel en de kolenkachel steeds meer toegepast: voordeel was dat voor dezelfde warmte veel minder brandstof nodig was. Vrij snel kwam daar ook de gaskachel bij in steden met stadsgas. Pas na de tweede wereldoorlog kwam met de ontdekking van het gasveld in Slochteren de gaskachel op aardgas in Nederland op. Snel gevolgd door de ontwikkeling en verspreiding van centrale verwarming.

Tot de centrale verwarming opkwam werd de verwarming gebruikt voor menselijk verblijf. Gebouwen gebruikten geen energie als er niemand was en dat is nog niet zo lang geleden.

De aardgastransitie vanaf de jaren 50 heeft ook de omslag ingeluid dat ruimten en gebouwen verwarmd werden ook als er op dat moment geen mensen waren.

Inmiddels zijn we aan dat concept zo gewend dat we gebouwen zien als energiegebruikers. Dat is een comfortabele gedachte: dat het gebouw op elk moment klaar is voor gebruik (en comfortabel) verblijf. De prijs hiervan is wel dat dit leidt tot veel warmteverliezen, zonder dat daarvoor een gebruiker is.

Oude oplossing was niet beter, maar het concept wel

Verwarming vroeg aandacht, tijd en voeding (kolen/hout). Om de moeite te beperken en uit veiligheid, waren mensen zuinig met stoken. Wat – voor wie het kon betalen – ertoe leidde dat de ruimten warm werden gemaakt waar mensen waren. En in de praktijk ook andersom: dat mensen naar de ruimte kwamen die warm was.

In koude periodes, leidde dat ook tot samenkomst rond de kachel in de keuken of in één kamer. En als deze 's avonds uitging, ging men naar bed. De verwarming brandde dus een deel van de tijd en in een deel van het huis. En mensen waren gewend aan grote temperatuurverschillen. Interessant is dat inmiddels is aangetoond dat blootstelling aan koude af en toe, positieve gezondheidseffecten heeft⁶. Onderzoeker Van Marken Lichtenbelt (hoogleraar Universiteit Maastricht) trekt met de resultaten met name aandacht van mensen die werken aan gezondheid. Waar het gaat over kosten en effecten van energiegebruik is hiervoor weinig aandacht.

De overgang naar centrale verwarming heeft ook het vocabulaire en het beoordelingskader voor verduurzaming nu structureel verplaatst. Inmiddels praten we zowel waar het gaat over de huizen als kantoren over het energielabel, over de opwekker en normen als het gaat om binnenklimaat. Het lijkt of we in 70 jaar zijn vergeten dat het energiegebruik in beginsel meer persoonsgebonden dan gebouwgebonden is.

We meten hoe duurzaam gebouwen zijn en vergeten dat we ze warm maken omdat er mensen in verblijven.

⁶ Van Rillen tot Zweten, de wetenschap achter lichaamstemperatuur van mens en dier, Wouter van Marken Lichtenbelt, 2023, New Scientist.

Overzicht: de verwarming is voor de mensen⁷

Houtstook (sinds mensenheugenis)

Waar de mensen zijn maken we het warm.

De houtkachel en kolenkachel (sinds 1750, breed gebruik sinds 1850)

De mensen komen waar het warm is.

Centrale verwarming (sinds 1950, na ontdekking gas van Slochteren)

We verwarmen het huis en niet de mensen.

Isolatie (steeds meer aandacht sinds 1970)

Dit beperkt de warmteverliezen. Het verlengt de afkoelingsperiode (en beperkt nu ook de oververhitting door instraling). De normen zijn na 2000 extreem aangescherpt.

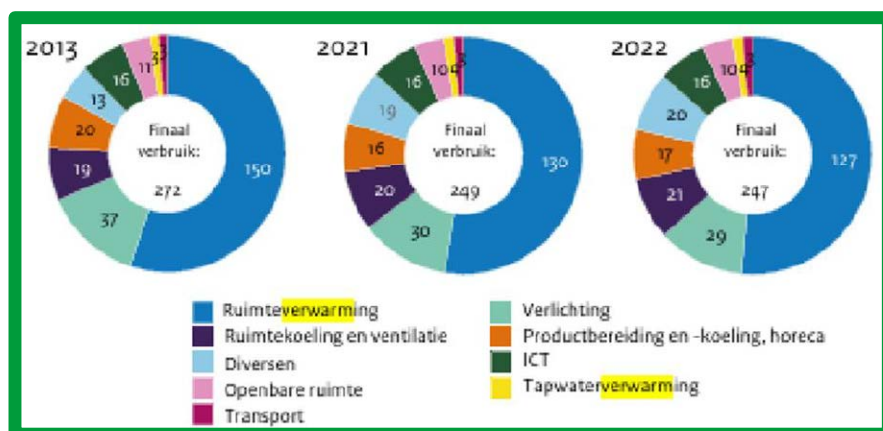
Regeling (sinds 2010)

Heel veel gebouwen zijn nog centraal geregeld (een hoofdthermostaat en programmatijden). Voor woningen komen steeds meer opties voor automatische schakeling (slimme thermostaten, domotica, zoneregeling etc.).

Het aandeel van ruimteverwarming in onze energiebehoefte

Verwarming is (nog steeds) verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de energiebehoefte van de gebouwen. De RVO onderhoudt een verduurzamingsmonitor, in de laatste versie (2023) is te zien dat het aandeel langzaam zakt, maar nog steeds net iets meer dan de helft van de energie voor gebouwen is.

⁷ Zie ook de mooie inleiding van De Nederlandse Aardgastransitie, Sven Ringelberg, Eburon 2021, pag 9-17, met daarin de beschrijving van eerdere energietransities dan de aardgastransities.



Figuur 2 Finaal energiegebruik in diensten naar functie en energiedrager (temperatuur gecorrigeerd), in petajoule, 2013, 2021, 2022⁸

Onderzoekopzet en onderzoeksvraag

Het verbeteren van de energieprestatie van gebouwen is inmiddels een vakgebied dat raakt aan de bouwkundige kant, de installatietechniek, de regeling van de installaties én het gebruik van het gebouw.

De belangrijkste en bekendste norm is de NTA 8800, die de basis legt voor de berekening van de energieprestatie van gebouwen: de EP2 (het primair fossiel gebruik uitgaande van standaardwaarden behorend bij de gebruiksfunctie). De uitwerking vertaald naar een herkenbaar energielabel, uitgedrukt in een letter (A tot G), eventueel met plussen bij het A-label.

Minder bekend is de variant, die ook gebruik maakt van EP1 (energiebehoefte) en EP3 (percentage eigen opwekking) levert de informatie benodigd voor de BENG berekening die vereist is voor de omgevingsvergunning. Ook dit is op basis van de NTA 8800.

Waar de NTA 8800 uitgaat van een genormaliseerd standaardgebruik afhankelijk van de gebruiksfunctie van een gebouw, is er nu een nieuwe norm ontwikkeld die uitgaat van het werkelijk energiegebruik: de WEii, de Werkelijke Energie intensiteits indicator. Deze norm heeft dezelfde formule: kWh/m² (energie per oppervlakte), met dat verschil dat het energielabel uitgaat van genormaliseerd gebruik en de WEii van werkelijk gebruik.

Bij de WEii hoort het energiekompas als verbetermethode (sinds 2024), bij de NTA 8800 hoort het maatwerkadvies voor verduurzaming (sinds 2023). Dit zijn tools om

⁸ Zie Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2023, in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, [Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2023](#), pag 28

gestructureerd en gestandaardiseerd te komen tot maatregelen om te verduurzamen waarvan het effect vooraf doorgerekend kan worden.

Dé aanname voor WEii en NTA 8800

Een belangrijk kenmerk van de genoemde en meest gebruikte normen is dat deze het energiegebruik van het gebouw betreffen. Hierin zit dus per definitie niet de voornaamste reden waarom de gebouwen energie gebruiken en dat is dat deze voor menselijk verblijf geschikt zijn. Voor beide methoden geldt dat ze een waarde geven uitgedrukt in energie per vierkante meter, kWh/m². Dit betekent dat een hoger werkelijk energiegebruik in het geval van de WEii of een hoger berekend pre-use energiegebruik van een gebouw tot dezelfde score leidt bij een grotere oppervlakte.

Ik wil onderzoeken op welke manier het mogelijk is om energiegebruik te beschrijven in relatie tot menselijk verblijf. Vervolgens is het relevant om te kijken welke maatregelen meer effect hebben op duurzaamheid volgens het label, het werkelijke energiegebruik óf het verblijf van mensen.

Als dit leidt tot een zinvol en significant onderscheid, wil ik komen tot een uitwerking van de manier waarop de verduurzaming van verblijf kan worden berekend. Als dat mogelijk is, kunnen gegevens van gebouwen of gebruikers worden vergeleken. En is het de vraag wat de basis voor een norm zou kunnen zijn, zodat waarden ook kunnen worden voorzien van een letter (A tot G).

Onderzoeksvragen:

-
1. *Hoe kan het energiegebruik van gebouwen worden beschreven en berekend in relatie tot menselijk gebruik in plaats van tot gebouwoppervlak.*
 2. *Wat is de norm en schaalverdeling voor menselijk gebruik ervan uitgaande dat een A-label voor verblijf Paris-proof is*
 3. *Wat verandert er in onze visie op de bouwopdracht van woningen en stimuleren van energiebesparing als je uitgaat van gebruiksintensiteit.*
-

Opbouw en leeswijzer

Om deze vragen te kunnen onderzoeken ben ik gekomen tot een opzet in 3 delen, met hieronder kort de inhoud van de hoofdstukken:

Beschrijving en vergelijking van de bestaande normen

1. Beschrijving van de bestaande methode om de energieprestatie van gebouwen te kwantificeren en het energielabel vast te stellen
2. De nieuwe methode om te toetsen of gebouwen 'Paris-proof' zijn: de Werkelijke Energie intensiteit indicator (WEii)
3. Aanvulling van de methode voor verduurzaming met maatregelen (maatwerkadvies en energiekompas)
4. Analyse welke elementen niet in de bestaande systematieken zitten? Met name de relatie met het gebruik en de gebruikers van het gebouw (invloed menselijk verblijf)

Verblijfsuren als alternatieve maatstaf voor duurzaamheid

5. Wat is energie per persoon voor een eenheid?
6. Hoe kun je menselijk verblijf kwantificeren en wat is de invloed hiervan op het energiegebruik?
7. Als menselijk verblijf een eenheid is, hoe is dan 'duurzaam wonen' te kwalificeren? (normontwikkeling)

Toepassing energie per uur en vergelijking met energie per vierkante meter

8. Toepassing van de WEii_{verblijf} als norm voor energiegebruik van de gebouwde omgeving.
9. Scores van modelwoningen met gebruiksgemiddelden naar verblijfsuur en analyse van de verschillen in verduurzamen voor het energielabel, het energiegebruik (beide per m²) of menselijk verblijf (uren).
10. Conclusies, is WEii_{verblijf} maatschappelijk relevant?

➤ Hoofdstuk 1 Energieprestatie en het energielabel

Het energielabel is een essentieel instrument dat informatie biedt over de energie-efficiëntie van gebouwen. Dit label helpt met name eigenaren van gebouwen bij het maken van keuzes over verduurzaming en stimuleert eigenaren om energiezuinige maatregelen te nemen. Dit hoofdstuk geeft eerst een beschrijving van het energielabel, omdat de systematiek uitgebreid en ook enigszins ingewikkeld is.

Ik beschrijf de basisprincipes van het energielabel, inclusief de uitleg van EP1, EP2 en EP3, de basis pre-use, de invloed van gebruiksfuncties op de norm en dus op het label, het verschil tussen Utiliteit en Wonen, en waarvoor de detailopname wordt gebruikt.

Wat is het Energietabel?

Het energielabel is een certificering die de energieprestatie van een gebouw weergeeft. Het label varieert van A (energiezuinig) tot G (zeer energie-onzuinig). De systematiek is in 2021 gewijzigd. Tot 2021 was er het systeem van de EPC, de Energieprestatie Coëfficiënt. Waarbij de methode opwerkte naar een soort duurzaamheidsscore van het gebouw.

Dit systeem is verlaten voor een methode die een theoretische berekening maakt van het energiegebruik van een gebouw uitgedrukt in kWh/m². De eenheid voor de energieprestatie is het primair fossiel gebruik bij theoretisch gebruik dat afhankelijk is van de gekozen gebruiksfunctie.

Dit systeem maakt het eenvoudig voor consumenten en eigenaren om de energie-efficiëntie van gebouwen met elkaar te vergelijken. Het voordeel voor deze vergelijking is dat de gebruiker geen invloed heeft op het label. De energieprestatie en het energielabel geven een kwalificatie van het gebouw in z'n huidige gebruiksfunctie. Met de nieuwe methode zijn ook de labels A+ tot A++++ toegevoegd voor bestaande gebouwen. De toegevoegde plussen geven aan in welke mate het gebouw in z'n eigen energie kan voorzien uit (eigen) duurzame bronnen.

Beschrijving opname en berekening

Opname van een gebouw voor het bepalen van de energieprestatie volgt het protocol als beschreven in de ISSO publicatie voor Utiliteitsgebouwen of Woningen. De opname én de berekening moeten worden gedaan door een gekwalificeerde energieadviseur, die de volgende stappen doorloopt:

1. Verzamelen gebouwgegevens, zowel publieke gegevens als bouwkundige en installatietechnische gegevens van de eigenaar.
2. In de opname moet maatgeven worden geverifieerd en – zoals in veel gevallen – waar de documentatie zoals bouwtekeningen tekort schieten, is de opname, maten en kwalificaties van gevels, vloeren, daken, ramen, deuren ter plaatse geboden.
3. De gebruiksfunctie is van invloed op de normgetallen voor gebruiksuren, setpoint temperatuur, ventilatiegraad, verlichting etc. Voor gebouwen met meer dan één gebruiksfunctie wordt een verdeling naar gebruiksfuncties met de aangrenzende thermische schil vastgesteld.
4. Installaties voor verwarming, koeling, ventilatie, warm water, verlichting, bevochtiging, energieproductie zijn zowel voor opwekking, distributie, afgifte en regeling van invloed op de berekening van de energieprestatie van het gebouw.
5. Ook oriëntatie, beschaduwning, zonwering, infiltratie (luchtdichtheid), gebouwhoogte zijn van invloed op de berekening.
6. Software (Vabi of Uniec3) faciliteert de invoer van alle gegevens en berekent het primair fossiel gebruik van het gebouw (de EP2).
7. De berekende pre-use hoeveelheid energie bij genormeerd gebruik bepaalt de EP2 waarde. Deze waarde verwijst direct naar de labelletter (het energielabel) van het gebouw.

Het energielabel en de EP1, EP2 en EP3⁹

De NTA 8800 is de basis die voorschrijft wat van een gebouw moet worden vastgelegd, welke analyses en berekeningen er nodig zijn om te komen tot een kwantificering van genormaliseerd energiegebruik per vierkante meter. Deze methodiek berekend de energieprestatie (EP) in drie factoren. Voor het energielabel is alleen de EP2 van belang. De andere informatie is zeker interessant en daarnaast relevant voor het aanvragen van omgevingsvergunningen waarbij er aanvullende eisen zijn in het kader van de BENG.

EP1: Energiebehoefte van het Gebouw

EP1 staat voor de energiebehoefte van het gebouw. Dit verwijst naar de hoeveelheid energie die nodig is om het gebouw te verwarmen, koelen, ventileren en verlichten. De factoren die EP1 beïnvloeden zijn:

- Isolatie van de gebouwschil
Hoe beter de isolatie van muren, daken, vloeren en ramen, hoe lager de transmissieverliezen en daarmee de energiebehoefte.
- Luchtdichtheid
Mate van infiltratie van buiten: hoe luchtdichter het gebouw is, hoe minder

⁹ Zie voor complete beschrijving die in de uitvoering als norm geldt, de ISSO-publicatie 75.1 Energieprestatie utiliteitsgebouwen, methode 2023, hoofdstuk 3, Energieprestatie indicatoren.

ventilatieverlies er optreedt, waardoor minder energie nodig is om het binnenklimaat te regelen.

- Oriëntatie
De positie van het gebouw ten opzichte van de zon beïnvloedt de hoeveelheid natuurlijke warmte en verlichting, wat de energiebehoefte beïnvloedt. Dit betreft zowel instralingswarmte die in de zomer van invloed is op de koelbehoefte (als er koeling is) en die in de winter van invloed is op de verwarming.
- Zonwering
Gebouwen met goede zonwering en beperkt glasoppervlak verlagen de energiebehoefte voor koeling.
- Ventilatie-efficiëntie
Mechanische ventilatiesystemen met warmteterugwinning kunnen de energiebehoefte verlagen door warmte van de afvoerlucht te gebruiken bijvoorbeeld om toevoerlucht voor te verwarmen of te gebruiken als warme bron voor een ventilatiewarmtepomp.

EP2: Primair Fossiel Energiegebruik

EP2 betreft het primair fossiel energiegebruik. Dit is de hoeveelheid energie die uit fossiele brandstoffen (zoals aardgas, olie en kolen) wordt gebruikt om in de energiebehoefte van het gebouw te voorzien. De factoren die EP2 beïnvloeden zijn:

- Efficiëntie van installaties
Energiezuinige verwarmings-, koel-, en ventilatiesystemen verminderen het fossiele energiegebruik.
- Type brandstof
Het gebruik van minder vervuilende brandstoffen zoals aardgas in plaats van olie of kolen.
- Lokale energieopwekking
Als het gebouw gedeeltelijk in zijn energiebehoefte voorziet door hernieuwbare energie (bijvoorbeeld zonne-energie), neemt de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen af.
- Energiebeheer en -monitoring
Systemen die het energiegebruik actief monitoren en beheren kunnen helpen fossiel energiegebruik te optimaliseren door overconsumptie te voorkomen.

EP3: Aandeel Hernieuwbare Energie

EP3 evalueert het aandeel hernieuwbare energie dat wordt gebruikt in een gebouw, zoals zonne-energie, windenergie of biomassa. Hoe hoger het aandeel hernieuwbare energie, hoe beter de EP 3 score. De factoren die EP3 beïnvloeden zijn:

- Installatie en efficiency van hernieuwbare energiebronnen
Het gebruik van zonnepanelen, zonneboilers, windturbines, die direct aan het gebouw zelf uit hernieuwbare bronnen energie leveren etc.
- Warmtepompen
Opwekkers die warmte opwekken of koelen uit hernieuwbare bronnen. Meestal gebruiken deze elektriciteit als hulpenergie.
- Energieterugwinning
Systemen die energie terugwinnen uit reststromen (zoals warmteterugwinning bij ventilatie) dragen ook bij aan een hoger aandeel hernieuwbare energie.

Basis van de energieprestatie volgens het energielabel is pre-use

De term 'pre-use' verwijst naar de energieprestaties van een gebouw zonder de invloed van gebruikers. Dit betekent dat factoren zoals de aanwezigheid van mensen, het gebruik van apparatuur en de temperatuurinstellingen niet worden meegenomen in de berekening. Het focust puur op de intrinsieke energie-efficiëntie van het gebouw en de installaties.

Invloed op het Energietabel

De basis pre-use heeft een significante invloed op het energielabel omdat het de inherente energieprestaties van het gebouw vastlegt. Door gebruikersgedrag uit te sluiten, kunnen we een objectieve vergelijking maken tussen verschillende gebouwen.

Invloed van gebruiksfuncties op de norm en het label

Variatie in gebruiksfuncties utiliteit

Gebouwen kunnen verschillende gebruiksfuncties hebben, zoals woningen (W), utiliteitsgebouwen (U) zoals kantoren, winkels, of industriële gebouwen. Elke gebruiksfunctie heeft specifieke energiebehoeften en -normen. De elf gebruiksfuncties van utiliteitsgebouwen zijn:

EP 2 Primaire fossiele energiegebruik (KWh/m ² jaar)										
Labelklasse	Kantoor	Bijeenkomst zonder dagverblijf	Bijeenkomst met Kinderdagverblijf	Onderwijs	Zorg zonder bed	Zorg met bed	Winkel	Sport	Logies	Cel
A++++	<=0	<=0	<=0	<=0	<=0	<=0	<=0	<=0	<=0	<=0
A+++	1-40	1-50	1-55	1-50	1-45	1-90	1-60	1-35	1-50	1-60
A++	41-80	51-100	56-110	51-100	46-90	91-180	61-120	36-70	51-100	61-120
A+	81-120	101-150	111-165	101-150	91-135	181-270	121-180	71-105	101-150	121-180
A	121-160	151-200	166-220	151-200	136-180	271-360	181-240	106-140	151-200	181-240
B	161-180	201-230	221-265	201-235	181-210	361-430	241-285	141-155	201-230	241-300
C	181-200	231-255	266-290	236-260	211-230	431-470	286-315	156-170	231-255	301-330
D	201-225	256-285	291-330	261-295	231-260	471-530	316-355	171-195	256-285	331-370
E	226-250	286-320	331-365	295-330	261-295	531-595	356-395	196-215	286-320	371-415
F	251-275	321-335	366-405	331-360	296-325	596-655	396-435	216-240	321-355	416-455
G	276-300	336-385	406-445	361-395	326-355	656-715	436-475	241-260	356-385	456-500
H	>300	>385	>445	>395	>355	>715	>475	>260	>385	>500

Figuur 3 overgenomen uit: <https://www.innax.nl/kennisbank/vastgoed-geregeld/NTA-8800-voor-utiliteitsbouw>

Verschil tussen U en W

'U' staat voor utiliteitsgebouwen. Dit zijn gebouwen die niet primair bedoeld zijn voor bewoning, zoals kantoren, ziekenhuizen, scholen en winkels. Deze gebouwen hebben vaak een hogere energiebehoefte door intensiever gebruik en andere functionele eisen.

'W' staat voor woongebouwen. Dit zijn gebouwen die bedoeld zijn voor bewoning, zoals eengezinswoningen en appartementen. Woongebouwen hebben vaak een lagere energiebehoefte per vierkante meter vergeleken met utiliteitsgebouwen, door andere gebruikspatronen en eisen.

Hieronder de grenzen voor de labelkwalificaties van woningen in kWh/m².

EP-2 vanaf 1 januari 2021	
Energietabel kWh/m ²	
A+++	≤ 0
A+++	0 - 50 (nieuwbouw)
A++	50 - 75
A+	75 - 105
A	105 - 160
B	160 - 190
C	190 - 250
D	250 - 290
E	290 - 335
F	335 - 380
G	>380

Figuur 4 uit: <https://www.innax.nl/kennisbank/vastgoed-geregeld/NTA 8800-voor-utiliteitsbouw>

Er zijn kleine verschillen van woningen met utiliteit, zoals dat vaste verlichting niet meetelt in de norm. Dat scheelt op zich al zo'n 5 kWh/m²/jaar (uitgaande van LED). Ook is de opname van woningen wat eenvoudiger, waardoor het zo is dat een EP-U adviseur wel woningen mag doen, maar een EP-W adviseur geen utiliteitsopnames mag verrichten.

Invloed van de gebruiksfunctie op het label

Voor woningen gelden andere normen. Bijzonder is dat mensen gemiddeld 16-18 uur per dag thuis zijn, waarbij de normgetallen hier het laagst zijn. Dat betekent tegelijk ook dat als een woning als kantoor gebruikt wordt, alleen de verandering van de gebruiksfunctie al kan leiden tot een labelstap: bij een modelmatig gebruik van bijvoorbeeld 105-160 kWh/m² geeft dat bij de gebruiksfunctie woning (fig 3) een A-label en bij de gebruiksfunctie kantoor (fig 2) een A+ of A++.

Behalve het beoordelingskader hierboven, bepaalt de gebruiksfunctie ook het pre-use gebruik van het gebouw. Per gebruiksfunctie verschillen de uitgangspunten in gebruiksuren (er zijn minder kantooruren, dan uren voor logies of wonen), de intensiteit van ventilatie en de setpoint temperatuur (bij sport en cel bijvoorbeeld 16 graden, bij wonen 19 graden en bij gezondheidszorg met bedgebed zelfs 22 graden).

De aanpassing van de norm op basis van de gebruiksfunctie zorgt ervoor dat het energielabel een accurate weergave biedt van de energie-efficiëntie in de context van het gebruik waar het gebouw geschikt voor is. De gebruiksfunctie wordt bij de opname bepaald door de energieadviseur, waarbij een heel protocol geldt als er meerdere gebruiksfuncties zijn en hoe dan de algemene ruimten verdeeld moeten worden. Dit maakt het label relevanter en nuttiger voor eigenaren en gebruikers in de vergelijking (nogmaals) van de pre-use energieprestatie van het gebouw.

Detailopname en toepassing

Een detailopname vraagt een grondige inspectie en documentatie van de bouwtechnische details en installaties van een gebouw. Dit omvat het meten van isolatiediktes, het controleren van installatie-efficiëntie en het identificeren van energielekken. De detailopname is cruciaal voor het uitvoeren van BENG (Bijna Energie Neutrale Gebouwen) berekeningen.

De detailopname wordt gebruikt om nauwkeurige gegevens te verzamelen die nodig zijn voor het berekenen van de energieprestatie van een gebouw. Deze gegevens zijn essentieel voor het toewijzen van een correct energielabel en het voldoen aan de BENG-eisen.

Het proces omvat verschillende stappen:

- Visuele Inspectie
Een grondige visuele inspectie van de buiten- en binnenkant van het gebouw.
- Metingen
Nauwkeurige metingen van muren, ramen, daken en vloeren om de dikte en kwaliteit van de isolatie te bepalen.
- Installatiebeoordeling
Evaluatie van de verwarmings-, koel-, ventilatie- en verlichtingssystemen.
- Documentatie
Gedetailleerde documentatie van alle bevindingen, inclusief foto's en notities.

Belang van de Detailopname

Een accurate detailopname is cruciaal voor een betrouwbaar energielabel en voor het voldoen aan de BENG-eisen. Het zorgt ervoor dat alle aspecten van het gebouw correct worden geëvalueerd, wat leidt tot een eerlijk en representatief energielabel en naleving van de regelgeving.

Regelgeving. de NTA 8800 en de EPBD

De energieprestaties van gebouwen in Nederland worden beoordeeld op basis van de NTA 8800. Deze norm beschrijft hoe de energieprestaties van gebouwen moeten worden berekend, inclusief de methoden en parameters die gebruikt moeten worden. De NTA 8800 is gebaseerd op de Europese richtlijn EPBD (Energy Performance of Buildings Directive).

De EPBD richtlijn heeft als doel de energieprestaties van gebouwen in Europa te verbeteren. Het stelt minimumeisen aan de energieprestaties van nieuwe en bestaande gebouwen en promoot de toepassing van hernieuwbare energie. De implementatie van deze richtlijn in de nationale wetgeving van EU-lidstaten, waaronder Nederland, heeft geleid tot de ontwikkeling van normen zoals de NTA 8800.

Energielabel samengevat

Het energielabel speelt een vitale rol in het bevorderen van energie-efficiëntie en duurzaamheid in de gebouwde omgeving. Door inzicht te bieden in de energieprestaties van gebouwen, helpt het label eigenaren en gebruikers bij het maken van weloverwogen beslissingen en stimuleert het de implementatie van energiezuinige maatregelen. Begrip van de verschillende aspecten zoals EP1, EP2, EP3, de basis pre-use, de invloed van gebruiksfuncties, het onderscheid tussen U en W, en het belang van een detailopname is essentieel voor een volledige en accurate evaluatie van de energieprestatie van een gebouw. De NTA 8800 norm en de onderliggende Europese richtlijn EPBD vormen de basis van de regelgeving en zorgen voor een gestandaardiseerde en betrouwbare methode voor het beoordelen van energieprestaties.

Maatwerkadvies als methode van verbetering van het energielabel

In 2023 is de norm afgemaakt om op basis van de opname een *mapping* op het energiegebruik te doen en daarmee tot gestandaardiseerde aanbevelingen voor maatregelen te komen. Hierover meer in Hoofdstuk 3.

➤ Hoofdstuk 2 Werkelijk energiegebruik (WEii)

De WEii (Werkelijke Energie-intensiteit Indicator) is een nieuwe methode die gericht is op het meten van het daadwerkelijke energiegebruik van gebouwen. De opzet is principieel verschillend van berekeningen op basis van theoretische aannames. In dit hoofdstuk wordt de werking van de WEii-methode uitgelegd, inclusief de voordelen ervan, hoe het de vergelijkbaarheid bevordert, en wat de verschillen zijn met energielabels volgens de NTA 8800. Ook wordt ingegaan op de bijdrage van de WEii aan verduurzaming en wie het initiatief heeft genomen tot de ontwikkeling ervan.

Het initiatief voor de WEii is ontstaan vanuit de behoefte aan een betrouwbare en praktijkgerichte indicator voor energie-efficiëntie. Verschillende partijen in Nederland, waaronder energie-experts, kennisinstellingen en mogelijk overheidsinstanties, hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de WEii-methode. De standaard wordt beheerd door relevante organisaties in de Nederlandse energie- en duurzaamheidssector. Voor de meest actuele en specifieke informatie over de initiatiefnemers en beheerders van de WEii, wordt aangeraden om de officiële documentatie en websites van betrokken organisaties te raadplegen.

Wat is de WEii en hoe werkt het?

De Werkelijke Energie-intensiteit Indicator (WEii) is ontwikkeld om een nauwkeuriger beeld te geven van de energie-efficiëntie van gebouwen door het feitelijke gebruik van energie in kaart te brengen. Waar traditionele methoden, zoals het energielabel, uitgaan van theoretische energieprestaties op basis van de gebouwenkenmerken en gebruikspatronen die vooraf zijn vastgesteld, meet de WEii de daadwerkelijke energie die in een gebouw wordt gebruikt tijdens gebruik. Het belangrijkste verschil is dat de WEii niet kijkt naar de technische capaciteit van een gebouw om energiezuinig te zijn, maar ook niet specifiek hoe bewoners of gebruikers daadwerkelijk omgaan met energie. Alle factoren en oorzaken van invloed op het energiegebruik worden buiten beschouwing gelaten, waarbij alleen het daadwerkelijk energiegebruik overblijft.

Initiatief en normbeheer

Het initiatief voor de WEii komt voort uit de behoefte aan een nauwkeurigere weergave van werkelijk energiegebruik binnen de gebouwde omgeving. Deze norm is ontwikkeld door een samenwerkingsverband van energiedeskundigen en ingenieurs, mede onder leiding van de Dutch Green Building Council (DGBC), een organisatie die zich inzet voor duurzame gebouwen en het vaststellen van normen en certificeringen in Nederland. De WEii-norm wordt beheerd door de DGBC en sluit aan op internationale richtlijnen voor energie-efficiëntie, waardoor er een

consistente methodologie ontstaat voor het monitoren van werkelijk energiegebruik.

De WEii berekening is gebaseerd op de hoeveelheid energie die een gebouw daadwerkelijk gebruikt gedurende een jaar, uitgedrukt in kilowattuur per vierkante meter (kWh/m²). De energie die in aanmerking wordt genomen is het primair fossiel energiegebruik, ook bekend als EP2, waarmee de focus ligt op de hoeveelheid fossiele energie die nodig is om aan de energiebehoefte van het gebouw te voldoen. Dit geeft niet alleen inzicht in de energie-efficiëntie, maar ook in de milieu-impact van het gebouw in termen van CO₂-uitstoot.

De kracht van de WEii

Een nauwkeurigere weergave van energiegebruik per m² is wat de WEii toevoegt.

Een van de sterkste punten van de WEii-methode is de mogelijkheid om gebouwen op een eerlijke en consistente manier met elkaar te vergelijken op basis van hun werkelijke energie-intensiteit. Door te focussen op het daadwerkelijke energiegebruik per vierkante meter per jaar, kunnen verschillende gebouwen – ongeacht hun grootte, functie of gebruiksintensiteit – met elkaar worden vergeleken.

De WEii biedt als voordeel ten opzichte van het energielabel dat het de werkelijke energie-intensiteit meet, in plaats van een theoretische voorspelling te doen. Dit betekent dat de WEii rekening houdt met gedragsfactoren, zoals hoe vaak een gebouw daadwerkelijk wordt gebruikt, hoe bewoners omgaan met energie, en hoe effectief de geïnstalleerde systemen zijn in de praktijk. Dit maakt de indicator bijzonder nuttig voor het beoordelen van het werkelijke energiegebruik van bijvoorbeeld kantoorgebouwen, waar het energiegebruik sterk kan variëren afhankelijk van het aantal werknemers, de bezettingsgraad en het tijdstip van gebruik.

Een ander sterk punt van de WEii is dat het gebouwen vergelijkbaar maakt op basis van werkelijk energiegebruik. Dit is vooral nuttig voor vastgoedbeheerders en beleidsmakers die willen begrijpen hoe effectief hun energiebesparingsmaatregelen zijn. Met de WEii kunnen verschillende gebouwen, ongeacht grootte, functie of locatie, op een eerlijke manier worden vergeleken door middel van een uniforme metriek: het fossiele energiegebruik per vierkante meter.

Deze vergelijkbaarheid wordt verder versterkt door het gebruik van gestandaardiseerde meetmethoden en gegevensverzameling. De WEii houdt rekening met factoren zoals klimaatcorrectie en gebruiksprofielen, zodat gebouwen in verschillende regio's en met verschillende gebruikspatronen toch op een gelijkwaardige basis kunnen worden beoordeeld. Dit maakt het voor eigenaren, beheerders en beleidsmakers mogelijk om gerichte maatregelen te

nemen om de energie-efficiëntie te verbeteren en om *best practices* te identificeren. Net als het energielabel, maakt de WEii gebruik van gebruiksfuncties om de norm te stellen. Waar het energielabel met 11 gebruiksfuncties werkt, heeft de WEii een fijnmaziger structuur van gebruiksfuncties met elk eigen grenzen om een oordeel over het werkelijk energiegebruik per vierkante meter te geven.

Gebruiksfuncties Bouwbesluit	Gebruikstypen WEii	WENG	Paris Proof	Zeet Zuinig	Zuinig	Gemiddeld	Onzuinig	Zeet Onzuinig
Bijeenkomstfunctie	Restaurant	0	200	270	415	695	1075	-
Bijeenkomstfunctie	Café	0	70	90	140	250	450	-
Bijeenkomstfunctie	Kinderopvang	0	50	80	130	195	285	-
Bijeenkomstfunctie	Sauna	0	160	200	300	500	1330	-
Bijeenkomstfunctie	Overig	0	70	90	130	245	415	-
Cellfunctie	Cellengebouw	0	100	130	200	340	590	-
Gezondheidszorgfunctie met bedgebed	Ziekenhuis	0	100	135	185	315	500	-
Gezondheidszorgfunctie met bedgebed	Tehuis met overnachting	0	80	115	160	285	455	-
Gezondheidszorgfunctie anders dan met bedgebed	Medische (groeps) praktijk	0	80	110	150	270	420	-
Gezondheidszorgfunctie anders dan met bedgebed	Opvang zonder overnachting	0	90	115	170	290	490	-
Industriefunctie	Bedrijfshal	0	-25	-10	20	70	115	-
Industriefunctie	Koel/vrieshuis	0	15	35	80	165	275	-
Industriefunctie	Garage/showroom	0	70	90	140	250	400	-
Kantoorfunctie	Kantoor	0	70	100	150	230	330	-
Logiesfunctie (in logiesgebouw)	Hotel	0	110	140	210	375	640	-
Logiesfunctie	Vakantiepark	0	70	90	140	250	425	-
Onderwijsfunctie	Basis/ Voorgezet onderwijs	0	60	85	120	165	290	-
Onderwijsfunctie	MBO/HBO/Universiteit	0	70	90	125	225	380	-
Sportfunctie	Sportaccommodatie binnen	0	70	90	140	245	435	-
Sportfunctie	Sportaccommodatie buiten	0	80	95	160	280	515	-
Sportfunctie	Zwembad	0	210	300	430	765	1365	-
Winkelfunctie	Winkel met warenkoeling	0	150	175	300	525	925	-
Winkelfunctie	Winkel zonder warenkoeling	0	80	100	165	290	520	-
Woonfunctie	Appartement	0	45	65	100	150	180	-
Woonfunctie	Grondgebonden woning	0	35	55	90	140	170	-

Figuur 5 Gebruiksfuncties en -typen (WEii) <https://www.wei.nl/wei-klassen-11>

De WEii als vergelijkbare indicator

Een van de grootste voordelen van de WEii is dat het een uniforme en vergelijkbare indicator biedt voor werkelijk energiegebruik. Dit maakt het eenvoudiger om het energiegebruik van verschillende gebouwen met elkaar te vergelijken, ongeacht de technische specificaties of ontwerpkenmerken van de gebouwen. In tegenstelling tot het energielabel, dat gebaseerd is op pre-use simulaties en aannames, biedt de WEii een directe vergelijking op basis van daadwerkelijk gebruik.

Dit is vooral belangrijk omdat het energielabel soms misleidend kan zijn. Een gebouw met een goed energielabel (bijvoorbeeld label A) kan in de praktijk meer energie gebruiken dan een gebouw met een lager label, als het niet goed wordt beheerd of als de gebruikers inefficiënt met energie omgaan. De WEii elimineert dit probleem door zich te richten op het werkelijke energiegebruik, waardoor de vergelijkbaarheid nauwkeuriger wordt.

Met de WEii kunnen gebouweigenaren en gebruikers niet alleen hun energiegebruik vergelijken met andere gebouwen, maar ook hun eigen gebruik over verschillende jaren monitoren. Dit maakt het mogelijk om trends in het energiegebruik te identificeren en geeft inzicht in het effect van energiebesparende maatregelen.

Voordelen samengevat

- **Praktijkgerichtheid:**
Doordat de WEii zich baseert op werkelijk gemeten energiegebruiksgegevens, geeft het een nauwkeurig beeld van hoe een gebouw presteert in de dagelijkse praktijk.
- **Gebruikersgedrag:**
De methodiek neemt het gedrag van de gebruikers mee in de beoordeling. Dit is cruciaal, omdat het energiegebruik sterk kan variëren afhankelijk van hoe bewoners of gebruikers met het gebouw omgaan.
- **Transparantie en inzicht:**
De WEii biedt een helder en eenvoudig te begrijpen indicator die eigenaren en gebruikers helpt inzicht te krijgen in hun energieprestaties.
- **Stimulans voor verbetering:**
Doordat de WEii daadwerkelijke prestaties meet, motiveert het gebouweigenaren en gebruikers om actief maatregelen te nemen om hun energiegebruik te verminderen.

WEii en duurzaamheid: bijdrage aan verduurzaming

De WEii speelt een cruciale rol in het verduurzamen van gebouwen doordat het een sterkere koppeling legt tussen gebouwgebruik en energie-efficiëntie. Door inzicht te geven in het daadwerkelijke energiegebruik van een gebouw, worden

bewoners, beheerders en eigenaren bewust gemaakt van het belang van energiebesparing in de praktijk. Dit stimuleert niet alleen het nemen van technische maatregelen, zoals het verbeteren van isolatie of het installeren van efficiëntere verwarmingssystemen, maar ook gedragsveranderingen bij de gebruikers van het gebouw.

In tegenstelling tot het traditionele energielabel, dat zich vooral richt op de energieprestaties van het gebouw op papier, kijkt de WEii naar hoe duurzaam het gebouw werkelijk is tijdens het gebruik. Dit betekent dat de indicator rekening houdt met seizoen variaties, het gedrag van de bewoners, en de manier waarop technische installaties zoals verwarming, ventilatie, en koeling worden gebruikt. Deze real-time benadering maakt de WEii tot een krachtig instrument voor het monitoren en verbeteren van de duurzaamheid van zowel individuele gebouwen als hele wijken of steden.

Mogelijke positieve effecten:

- Reductie van CO₂-uitstoot:
Door het verminderen van het primair fossiel energiegebruik wordt direct bijgedragen aan het verlagen van de CO₂-emissies.
- Kostenbesparing:
Lagere energiekosten voor zowel eigenaren als gebruikers stimuleren economische efficiëntie en maken investeringen in duurzame technologieën aantrekkelijker.
- Bewustwording:
Het gebruik van de WEii verhoogt het bewustzijn van het energiegebruik en de impact daarvan, wat leidt tot gedragsveranderingen en een cultuur van duurzaamheid.
- Beleid en regelgeving:
Overheden kunnen de WEii gebruiken als instrument om beleid te ontwikkelen en te monitoren, en om doelen te stellen voor energiebesparing in de gebouwde omgeving.

De kracht van de WEii ligt in zijn vermogen om een directe link te leggen tussen energiegebruik en verduurzaming. Door te meten hoeveel fossiele energie daadwerkelijk wordt gebruikt, kunnen gebouwen worden beoordeeld op hun werkelijke bijdrage aan de klimaatdoelen. Dit sluit direct aan op de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs, waarin het verminderen van fossiele energie centraal staat.

Analyse verschillen van WEii en energielabel

Hoewel zowel de WEii als het energielabel gebaseerd zijn op de EP2-waarde (primair fossiel energiegebruik), zijn er enkele belangrijke verschillen tussen de twee methoden. Het energielabel richt zich voornamelijk op een theoretische berekening van de energieprestaties van een gebouw. Deze berekening wordt

gemaakt op basis van bouwkundige en installatietechnische eigenschappen, zoals de isolatie, ventilatiesystemen en het type verwarming. Het energielabel geeft daarmee een voorspelling van hoe energiezuinig een gebouw zou kunnen zijn in ideale omstandigheden.

De WEii daarentegen focust op het werkelijke energiegebruik. Dit betekent dat de WEii impliciet rekening houdt met factoren zoals het aantal gebruikers, de intensiteit van het gebruik van het gebouw en zelfs inefficiënties die kunnen optreden in de werking van de installaties. Het energielabel zegt dus iets over de potentiële prestaties van een gebouw, terwijl de WEii een realistisch beeld geeft van hoe duurzaam een gebouw werkelijk is in de praktijk.

Een ander belangrijk verschil is dat de WEii veel meer actiegericht is. Terwijl het energielabel vooral nuttig is voor nieuwbouw of renovatieprojecten, helpt de WEii gebouweigenaren en gebruikers om het gebruik van bestaande gebouwen te optimaliseren. Dit maakt het een krachtig hulpmiddel voor het monitoren van energiebesparing op de lange termijn en het behalen van duurzaamheidsdoelen.

Conclusie

De WEii biedt een waardevolle aanvulling op bestaande methoden voor het meten van energiegebruik in gebouwen. Waar het energielabel zich richt op theoretische prestaties, geeft de WEii inzicht in het werkelijke energiegebruik en maakt het gebouwen onderling beter vergelijkbaar. Door de focus op werkelijk gebruik helpt de WEii gebouweigenaren en beleidsmakers om gerichte maatregelen te nemen die daadwerkelijk bijdragen aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving. In combinatie met het energielabel vormt de WEii een krachtig instrument om de energieprestaties van gebouwen op een eerlijke en vergelijkbare manier te meten, en draagt het bij aan de realisatie van de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050.

Energiekompas voor verbeteringen vanuit WEii

Zoals op de NTA 8800, het energielabel, een toevoeging voor verbeteringen is: het maatwerkadvies, is er voor de WEii een toevoeging die de richting van verbeteringen aangeeft. De kracht is hiervan dat er een onderscheid wordt gemaakt in verbeteringen in gebouw (een beter energielabel) en verbeteringen in gebruik (minder gebruik van energie). Hierover meer in Hoofdstuk 3.

➤ Hoofdstuk 3 Verbeter het energielabel of WEii

Op basis van de NTA 8800 is er een gestandaardiseerde opname ontwikkeld voor de analyse van het effect van mogelijke maatregelen. Zowel VABI als Uniec3 hebben software ontwikkeld om de mogelijkheden door te rekenen en zo met een maatwerkadvies te komen.

Voor de WEii is er een soortgelijke analyse beschikbaar die vanuit de score vooruitkijkt naar de mogelijkheden om op werkelijk energie te besparen. Deze twee toevoegingen zullen hier worden benoemd en geanalyseerd.

Maatwerkadvies op basis van de NTA 8800

Het maatwerkadvies, als aanvulling op het energielabel, heeft als doel om een realistischer beeld te geven van het energiegebruik en de energiebesparende maatregelen voor specifieke gebouwen. Dit wordt gedaan door de standaard NTA 8800-methode aan te passen en verder te detailleren, waardoor betere inschattingen van energiebesparingen en terugverdientijden mogelijk zijn.

Bedoeling

Het energielabel biedt een gestandaardiseerde beoordeling van energieprestaties, maar sluit niet altijd goed aan bij het daadwerkelijke energiegebruik. Het maatwerkadvies is bedoeld om individuele gebouweigenschappen en gebruikersgedrag realistischer mee te nemen, wat leidt tot nauwkeurigere berekeningen en adviezen. Het ondersteunt beleid en initiatieven zoals het Klimaatakkoord door betrouwbare en gevalideerde data te leveren.

Het maatwerkadvies bouwt voort op de NTA 8800-methode, maar corrigeert aannames en invoerparameters die vaak afwijken van de realiteit, door gebruik te maken van aanvullende data en metingen, zoals temperatuurinstellingen, ventilatiegedrag en isolatiewaarden. Validatie speelt een belangrijke rol, met wetenschappelijke ondersteuning en praktijkmetingen om de nauwkeurigheid te waarborgen.

Uitwerking

Parameters zoals setpointtemperaturen, infiltratiewaarden, ventilatie-instellingen, en het aantal bewoners worden aangepast of "opengezet" voor nauwkeuriger invoer. Het systeem¹⁰ biedt mogelijkheden om specifieke gevoeligheidsanalyses te maken. Hiermee zijn de parameters in te stellen om het werkelijke energiegebruik te mappen op het berekende energiegebruik.

¹⁰ software van Uniec3 of VABI

De methode is voor woningen en utiliteitsgebouwen ontwikkeld, waarbij bij utiliteitsbouw het gebruikersgedrag een cruciale rol speelt. In de methodiek is gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur en praktijkdata om de betrouwbaarheid van de aanpassingen te ondersteunen.

Het maatwerkadvies biedt een verfijnde benadering om eigenaren en beleidsmakers te helpen bij het nemen van onderbouwde beslissingen over energiebesparing en verduurzaming.¹¹



Figuur 6 vergelijking energietabel en maatwerkadvies

Werkwijze

Er is een aparte ISSO publicatie gekomen voor het maatwerkadvies. Dit heeft tot behoorlijk wat discussie geleid in de branche, omdat – met recht – de vraag is

¹¹ Zie ook het basisdocument van de ISSO uit 2022: Validatierapportage MWA (maatwerkadvies). [MAATWERKADVIES NTA 8800](#)

gesteld of dit zou moeten behoren tot het werkgebied van de energieadviseur die energielabels afgeeft (EP-U of EP-W adviseurs).

Gekozen is om de werkwijze apart te houden, waarmee er een aparte opleiding, handboek¹², een aparte toetsing en een aparte registratie van bevoegde adviseurs. In de werkwijze is het een aanvulling van het energieprestatieadvies. Waarbij de volgende stappen zijn toegevoegd:

- Bepaal het gebruiksprofiel
- Bepaal de locatiegegevens
- Bepaal het gemeten energieverbruik
- Verifieer het model (fitprocedure), ook wel *mapping* genoemd.

De eerste drie stappen hiervan zijn het toevoegen van omgevingsgegevens (feitelijkheden). De laatste stap bepaalt het succes van de methode omdat hiermee het berekende energieverbruik (gebruik dat volgt uit de opname zoals deze er ook is voor het energielabel) met parameters van temperatuur, gebruiksuren, aanwezigheid etc. worden aangepast tot het berekende gebruik aansluit bij het werkelijke energieverbruik (van het gebouw). Dit gaat zover dat het bij het maandgebruik aansluit.

Aansluiten berekend gebruik bij werkelijk gebruik

Deze stappen zijn (zeer) bewerkelijk. Dat is (deels) terug te voeren op verschillen tussen berekend (standaard) en werkelijk (gemeten) energieverbruik. Zoals zichtbaar is in onderstaande figuur.¹³

In de tekst bij deze figuur is een onderbouwing gegeven dat gekozen is voor conservatieve schatting van isolatiewaarden, opwekkingsrendementen, etc. Dit vanuit de gedachte dat het kiezen voor een default waarde nooit voordelig mag zijn ten opzichte van een specifieke waarde. Het nadeel is dat met het stapelen van conservatieve waarden de berekende (standaard) waarde steeds meer afwijkt van het gemeten (werkelijk) energieverbruik. Bij monumenten is dit in extreme mate het geval, hetgeen één van de redenen is waarom monumenten zijn uitgezonderd van de labelplicht.

Dit verschil tussen berekend en standaard, ofwel het verschil tussen de energieprestatie pre-use en het werkelijk energieverbruik bij een gelijke gebruiksfunctie wordt de energieprestatiekloof genoemd.

¹² ISSO-publicatie 75.2 Maatwerkadvies utiliteitsgebouwen, 978-90-5044-396-8, juli 2024.

¹³ Validatierapportage MWA, pag. 10.

Maatwerkadvies NTA8800

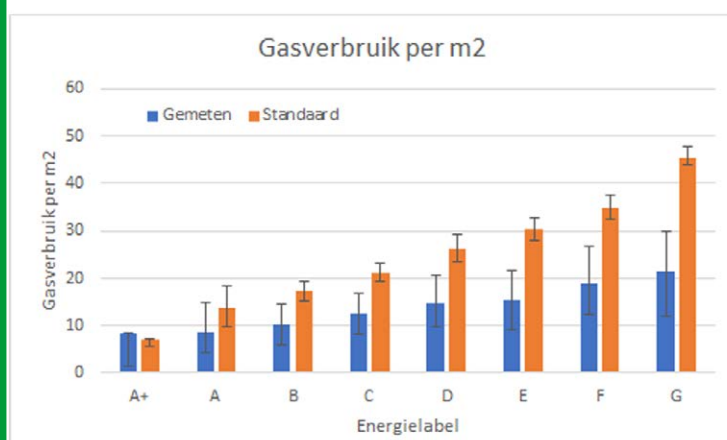


Figure 1 Gemeten en volgens NTA8800 berekend gasverbruik onder standaard condities per m2 voor woningen in WoON2018 - Memo Joris Berben INNAX

Figuur 7 vergelijking gemeten (werkelijk) met genormeerd energiegebruik volgens NTA 8800

In het document is onderzoek gedaan naar de energieprestatiekloof ook in een internationale context.

Als oorzaken van de energieprestatiekloof worden genoemd:

1. Het rekenmodel is niet correct
2. De invoergegevens zijn niet in overeenstemming met de werkelijkheid
3. De gemeten energiegebruiken zijn niet correct of niet correct verwerkt.

De eerste factor (het rekenmodel) laat zich uitsplitsen naar 2 factoren: afwijking van gedrag en fouten in het rekenmodel. Een voorbeeld van het eerste is bijvoorbeeld het gebruik om slaapkamers en keuken anders te verwarmen en de woonkamer. Het tweede is dat ramen en kozijnen wel van invloed zijn op de U waarde, maar raambekleding bijvoorbeeld niet, terwijl dit tot significante verschillen kan leiden.

Met het fitten van het model worden waarden gezet voor zo'n 25 verschillende factoren.

Conclusies

Het maatwerkadvies is een omgeving die de mogelijkheid faciliteert om de berekende energieprestatie door het anders wegen van parameters zo aan te passen dat dit gaat aansluiten bij de werkelijke energieprestatie. Ook dit is een model. Enerzijds staat de vereenvoudiging in een model vanzelfsprekend in de

weg aan de nauwkeurigheid, anderzijds maakt elke vergroting van de nauwkeurigheid door meer factoren aan het model toe te voegen de opname voor het maatwerkadvies ingewikkelder. Bij meer factoren is niet alleen het meer werk om input op factoren te verzamelen, er treden ook aspecten op als *overfitting*, verkeerde weging (the '*curse fo dimensionality*') en multicollineariteit (door correlatie van factoren).

Het maatwerkadvies is een nieuwe methode, waar gelijk ook weer een vereiste voor een aanvullende registratie voor de betreffende adviseur voor is gesteld. De methode is dan ook ingewikkeld en tijdsintensief om op te stellen. De belangrijkste factor die van invloed is, is het *mappen* van het werkelijk energiegebruik op de gebouweigenschappen. Dat vraagt zoveel analyse en invoer en laat dan een mate van onbetrouwbaarheid over. De methode probeert te voorzien in alle manieren om het werkelijk gebruik te kunnen afstemmen op de opname. Daarbij is er geen hiërarchie in of zicht op het effect van invoer.

Wat mij betreft is het de vraag of de rekenmethode achter het maatwerkadvies wel voldoet aan het '*principe van parsimonie*'¹⁴. Een verdere analyse hiervan voert te ver voor de context van deze thesis.

Energiekompas op basis van de WEii

Het WEii EnergieKompas is ontwikkeld als aanvulling op de Werkelijke Energie-intensiteit Indicator (WEii) en het energielabel, met als doel een nauwkeuriger en praktischer inzicht te bieden in de energieprestaties van gebouwen. Door het theoretische energielabel te combineren met het daadwerkelijke energiegebruik, helpt het EnergieKompas eigenaren en beheerders van zowel utiliteitsgebouwen als woningen bij het uitstippelen van een effectieve route naar verduurzaming en het behalen van 'Paris-proof'-doelstellingen.

Bedoeling

Het energielabel geeft een theoretische inschatting van het energiegebruik van een gebouw, gebaseerd op standaard aannames en modellen. In de praktijk kan het werkelijke energiegebruik echter aanzienlijk afwijken door factoren zoals gebruikersgedrag, onderhoudsstaat en technische installaties. Het WEii EnergieKompas is ontworpen om deze kloof te overbruggen door het energielabel te combineren met de WEii-score, die het daadwerkelijke energiegebruik per vierkante meter weergeeft. Hierdoor ontstaat een completer en realistischer beeld van de energie-efficiëntie van een gebouw.

¹⁴ Ook wel Occam's Scheermes genoemd, naar de middeleeuwse filosoof William van Ockham, die stelde dat bij gelijke verklaringen de eenvoudigste oplossing de voorkeur geniet. Zie onder meer "*Model Selection and Multimodel Inference*" van Kenneth P. Burnham en David R. Anderson.

Het WEii EnergieKompas maakt gebruik van een grafiek waarin het energielabel (X-as) wordt uitgezet tegen het werkelijke energiegebruik per vierkante meter (Y-as). Deze opzet biedt een visuele representatie van de positie van een gebouw ten opzichte van de gemiddelde lijn, die het gemiddelde energiegebruik per energielabelklasse weergeeft. Door deze combinatie kunnen gebruikers snel zien of hun gebouw beter of slechter presteert dan gemiddeld, en welke stappen nodig zijn om de energieprestaties te verbeteren.

Uitwerking

Om het WEii EnergieKompas te gebruiken, kunnen eigenaren en beheerders de WEii-rekentool raadplegen. Na het invoeren van basisgegevens zoals adres, gebruiksoppervlakte en energiegebruik, berekent de tool de WEii-score en plaatst deze in het EnergieKompas. Dit proces omvat de volgende stappen:

1. Gegevensinvoer: Voer het adres van het gebouw in. De tool haalt vervolgens automatisch gegevens op zoals gebruiksoppervlakte en, indien beschikbaar, het energielabel.
2. Energiegebruik: Vul het daadwerkelijke energiegebruik in, gebaseerd op energierekeningen of meterstanden.
3. Analyse: De tool berekent de WEii-score en plaatst deze in het EnergieKompas, waardoor de positie van het gebouw ten opzichte van de gemiddelde lijn zichtbaar wordt.

Op basis van de positie in het EnergieKompas kunnen gerichte maatregelen worden voorgesteld om de energie-efficiëntie te verbeteren en te streven naar een 'Paris-proof' niveau. In die zin kan het energiekompas als een basis voor advies worden gebruikt, maar wel heel anders dan het maatwerkadvies op basis van de NTA 8800.

Voor woningen is het WEii EnergieKompas recentelijk uitgebreid, waardoor ook huiseigenaren inzicht krijgen in de energieprestaties van hun woning en mogelijke verduurzamingsmaatregelen. Deze uitbreiding is gebaseerd op data van 110.000 geanonimiseerde woningen, wat bijdraagt aan een nauwkeurige en representatieve analyse. Zo kan het WEii EnergieKompas nu als (aanvullend) instrument voor het monitoren en verbeteren van de energieprestaties van gebouwen en – nu ook – woningen worden gebruikt.

Vergelijking maatwerkadvies en energiekompas

De beide tools hebben min of meer dezelfde doelstelling om concreet bij te dragen aan het verbeteren van de energieprestatie van gebouwen. De invulling verschilt. Het energiekompas richt zich op snelle inzichten en benchmarking, waarbij het maatwerkadvies concrete maatregelen adviseert die tot verduurzaming leiden.

Het energiekompas maakt in de aard van het advies gelijk al onderscheid tussen mogelijke verbeteringen in gebruik (houding/gedrag) en verbeteringen in het gebouw (energielabel). Beide hebben invloed op het werkelijk energiegebruik.

Het maatwerkadvies leidt tot adviezen waarbij het werkelijk gebruik mét de informatie die beschikbaar is voor de berekening van de energieprestatie gebruikt worden om te komen tot concrete maatregelen voor verbetering in installatietechniek, ventilatie of isolatie.

Verschillen tussen beide methoden

Niveau van detail

Het EnergieKompas van de WEii richt zich op het combineren van het energielabel met werkelijk energiegebruik om afwijkingen en verbeterpotentieel inzichtelijk te maken. Het doel is vooral benchmarking en strategische prioritering van verduurzamingsmaatregelen.

Het NTA 8800 MWA gaat verder en biedt diepgaande analyses en adviezen die specifiek zijn afgestemd op het gebouw. Het is bedoeld om een routekaart naar verduurzaming op maat te bieden.

Doelgroep

Het EnergieKompas is ontworpen voor een breder publiek, waaronder huiseigenaren, vastgoedbeheerders en beleidsmakers, die snel inzicht willen krijgen zonder technische expertise.

Het NTA 8800 MWA is primair gericht op professionals zoals energiedeskundigen en bouwadviseurs, die gedetailleerde aanbevelingen en simulaties nodig hebben voor technische aanpassingen.

Toepassingsgebied

Het EnergieKompas is een relatief eenvoudig hulpmiddel dat gebruikt wordt om te bepalen of een gebouw beter of slechter presteert dan vergelijkbare gebouwen.

Het NTA 8800 MWA is ontworpen om complexe vragen te beantwoorden, zoals welke energiebesparende maatregelen het meest kosteneffectief zijn of hoe specifieke technische upgrades zullen presteren.

Validatie en precisie

Het EnergieKompas biedt een overzicht op basis van bestaande gegevens en trends, zonder diepgaande validatie.

Het MWA maakt gebruik van wetenschappelijk gevalideerde methoden om realistische voorspellingen te doen en de effectiviteit van maatregelen te beoordelen.

➤ Hoofdstuk 4 Beperkingen van bestaande indicatoren

Beschouwing

De wereldwijde inspanningen om de klimaatcrisis aan te pakken, hebben geleid tot een sterke focus op de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Gebouwen zijn verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van het energiegebruik en de daarmee gepaard gaande uitstoot van broeikasgassen (zie voor getallen Hoofdstuk 5). Om deze impact te reduceren, worden energieprestaties van gebouwen al jaren structureel en beoordeeld met behulp van indicatoren zoals de energieprestatie (het energielabel volgens de NTA 8800) en, recent daarbij ook de Werkelijke Energie-intensiteit Indicator (WEii). Deze systemen hebben waardevolle inzichten geboden en belangrijke verbeteringen gestimuleerd in bouwkundige en installatietechnische aspecten van gebouwen. Toch blijft één essentieel element onderbelicht: het gedrag en de aanwezigheid van de mensen die deze gebouwen gebruiken.

Duurzame gebouwen?

Het energielabel en de WEii beoordelen de energieprestatie van gebouwen voornamelijk vanuit een statisch perspectief. Het energielabel is gebaseerd op theoretische berekeningen van energiegebruik per vierkante meter, terwijl de WEii het werkelijke energiegebruik meet op basis van kilowattuur per vierkante meter per jaar. Hoewel deze indicatoren waardevolle informatie bieden over de energie-efficiëntie van een gebouw en gebouwen, respectievelijk vergelijkbaar maken, wordt de link met menselijk gebruik grotendeels genegeerd. Dit is een cruciale tekortkoming, omdat de energie niet voor de gebouwen is, maar voor het menselijk verblijf in de gebouwen.

Gebouwen gebruiken geen energie.

Energie wordt gebruikt om comfort en functionaliteit te bieden aan gebruikers. De afwezigheid van een mensgerichte benadering betekent dat we voorbijgaan aan een fundamenteel aspect van duurzaamheid: de interactie tussen gebouw, technologie en menselijk gedrag.

Dit probleem wordt nog duidelijker als we kijken naar hoe normen zoals de NTA 8800 en de WEii worden toegepast. Deze systemen hanteren standaardwaarden voor gebruikspatronen, ventilatie-instellingen en temperatuur, ongeacht de werkelijke praktijk. Dit leidt tot een significant verschil tussen het berekende en het werkelijke energiegebruik, ook wel de energieprestatiekloof genoemd. Hoewel technieken zoals het maatwerkadvies en het WEii EnergieKompas bijdragen aan

een realistischer beeld van energiegebruik, blijven ze gericht op technische en gebouw specifieke verbeteringen. Ze missen de mogelijkheid om de impact van menselijk gedrag te integreren en te kwantificeren.

Voor de mens, door de mens

Een nieuw perspectief is noodzakelijk, waarin we gebouwen niet langer als statische entiteiten beschouwen, maar als dynamische systemen die in dienst staan van mensen. Dit betekent een verschuiving van de vraag "Hoe duurzaam is een gebouw?" naar "Hoe duurzaam wonen of werken de mensen in dat gebouw?" Het introduceren van een mensgerichte indicator, zoals een woonlabel dat energiegebruik koppelt aan verblijfsuren, biedt een waardevol alternatief. Dit label zou rekening houden met factoren zoals het aantal gebruikers, de intensiteit van gebruik en de energie-efficiëntie per persoon. Het benadrukt dat duurzaamheid niet alleen een kwestie is van bouwtechniek, maar ook van menselijk gedrag en keuzes.

Vergelijking met andere producten

Een dergelijk woonlabel sluit aan bij trends in andere sectoren. In transport wordt duurzaamheid bijvoorbeeld niet alleen gemeten in brandstofverbruik per voertuig, maar ook in CO₂-uitstoot per reizigerskilometer. Evenzo kan een energiegebruikssysteem voor gebouwen worden uitgebreid om kWh/persoon/uur te meten, waardoor verduurzaming wordt gekoppeld aan daadwerkelijk menselijk gedrag. Hieronder een tabel met verschillen in registratie van energie:

Product	Standaard weergave	Alternatief naar gebruik
Gebouwen	Energieprestatie per m ² (kWh/m ² per jaar)	Energiegebruik per bewoner of gebruiker (kWh per persoon per jaar).
Auto's	Brandstofverbruik (liters per 100 km) of CO ₂ -uitstoot (g/km)	CO ₂ -uitstoot per reizigerskilometer.
Openbaar vervoer	Energiegebruik of emissies per voertuigkilometer	Energiegebruik of emissies per reizigerskilometer.
Wasmachines	Energie- en waterverbruik per cyclus	Energie- en waterverbruik per kg gewassen was.
Koelkasten	Jaarlijks energiegebruik (kWh per jaar) per apparaat	Energiegebruik per liter opslagcapaciteit.
Stofzuigers	Vermogen (in kW)	Energiegebruik per schoongemaakt vierkante meter.
Cruises	Brandstofverbruik per schip per dag	CO ₂ -uitstoot per passagier per cruise of per overnachting.

Tabel 1 vergelijking energieprestatie vs. energiegebruik

Het opvallende is dat veel producten toch nog betere vergelijkingswaarde hebben dan gebouwen. Over auto's praten we bij brandstofauto's in het gesprek met elkaar over km/l of liter/100km, de eenheid is dus 'auto' en niet bijvoorbeeld zitplaats of kg auto. Bij veel producten zoals stofzuigers, wasmachines is vermogen een norm (kW). Of het gebruik (in kWh/dag), zoals bij televisies en koelkasten. Dat is nog niet uitgedrukt in menselijk gebruik, maar toch al anders dan bij gebouwen. Bij gebouwen is de eenheid m², wat bij auto's per zitplaats, bij wasmachines maximaal kg wasgoed en bij koelkasten volume zou kunnen zijn. In plaats daarvan vergelijken we de producten als geheel.

Oordeel over product, gebouw of gebruik

Bij energielabels voor huishoudelijke producten zit behalve vermogen en gebruik ook de prestatie in het oordeel. Bij wasmachines bijvoorbeeld is het label afhankelijk van het energiegebruik voor 100 wasbeurten, maar ook geluidsniveau, watergebruik, centrifugeerprestatie en capaciteit in kg wasgoed.

Dat is anders dan bij auto's, waar het label in de basis is gekoppeld aan gebruik per 100 kilometer. Maar hier is het niet zo dat grotere, luxere of zwaardere auto's meer energie per kilometer mogen gebruiken dan kleine auto's. Dat geldt alleen voor gebouwen.

Bij gebouwen is de rekensom als quotiënt van energie en oppervlakte (kWh/m²) de basis. Voor de norm wordt wel gekeken wordt naar de gebruiksfunctie, maar voor het label niet naar het gebruik.

Vanuit de norm en het beoordelingskader lijkt het of we inmiddels op het punt zitten dat we denken dat de gebouwen de energie gebruiken en wij er dan kunnen verblijven.

Energie is de prijs van comfort.

Energie geeft comfort, zoals ook ruimte comfort geeft. Daarmee is het ongeschikt om de energieprestatie uit te drukken als een functie van oppervlakte en dient dit aan gebruik, verblijf en gebruikers gerelateerd te zijn.

Relateren aan gebruik, verblijf en gebruikers

Energieprestatie voor gebruik biedt kansen om energiegebruik te optimaliseren door gedragsverandering te stimuleren, zoals het verminderen van onnodig verwarmde ruimtes of het delen van ruimtes en middelen.

Door deze benadering kunnen we nieuwe inzichten krijgen in hoe energie daadwerkelijk wordt gebruikt en waar de grootste verbeterpotentie ligt. Het biedt

ook een platform om effectiever beleid te ontwikkelen dat gedragsverandering stimuleert naast technische innovaties. Hiermee kan een cruciale verschuiving plaatsvinden: niet alleen het verduurzamen van gebouwen, maar het verduurzamen van het leven in en het gebruik van die gebouwen. Dit is de kern van een gebruiksgericht energielabel, dat niet alleen focust op hoe energie-efficiënt een gebouw is, maar ook op hoe duurzaam mensen in dat gebouw leven.

Dit zou de basis kunnen vormen voor een bredere discussie over de beperkingen van bestaande energieprestatie-indicatoren en de potentie van een mensgerichte benadering. Het uiteindelijke doel is niet alleen energie te besparen, maar ook een duurzame levensstijl te bevorderen die verder reikt dan de muren van onze gebouwen.

Energieprestatie en energiedoelen

De doelstelling om energie te besparen in de gebouwde omgeving is herijkt aan de het klimaatakkoord van Parijs. Dit akkoord (2015) heeft als hoofddoel de wereldwijde temperatuurstijging te beperken tot 1,5 °C maximaal 2 °C ten opzichte van het pre industriële niveau. Dit akkoord verplicht deelnemende landen om nationale plannen op te stellen en regelmatig te actualiseren om de uitstoot van broeikassen te verminderen.

De Europese Unie heeft in 2021 de Europese klimaatwet aangenomen waarin de doelstelling van eerder 49% minder broeikassen is aangescherpt naar minstens 55% minder broeikassen ten opzichte van het basisniveau in 1990. En aanvullend om in 2050 klimaatneutraal te zijn punt deze doelen zijn vastgelegd in het Fit for 55¹⁵ pakket. Nederland heeft zich gecommitteerd aan de EU-doelstellingen. Ondanks deze inspanningen blijkt uit de Klimaat- en Energieverkenning 2024 van het Planbureau voor de Leefomgeving dat Nederland nog niet op koers ligt om alle aangescherpte Europese doelen voor energiebesparing en hernieuwbare energie te halen. Het aandeel hernieuwbare energie in het finale energiegebruik wordt geraamd op 30 tot 37% in 2030, wat onder het nieuwe EU-doel van 39% ligt. Dit benadrukt de noodzaak voor aanvullende maatregelen en versnelling van de energietransitie.¹⁶

In Nederland is door de Dutch Green Building Council (DGBC) het concept 'Paris-proof' ontwikkeld als norm om te ijken of het niveau van energiegebruik in lijn is met de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs. Voor de gebouwde omgeving betekent dit dat de energiebehoefte en de CO₂ uitstoot per vierkante meter met ongeveer 2/3 moet worden verlaagd. Voor woningen betekent dat het maximaal energiegebruik van ongeveer 50 kWh/m²/jaar en voor kantoren geldt

¹⁵ Een bijzondere constructie waarbij de Europese Raad een reeks van maatregelen heeft vastgesteld of goedgekeurd met als doelstelling om de aangescherpte doelstelling van een reductie van 55% ten opzichte van basisjaar 1990 te bereiken. Zie voor informatie: [Fit for 55 - Het EU-plan voor een groene transitie - Consilium](#)

¹⁶ Zie ook Klimaat- en Energieverkenning 2024 van het Planbureau voor de leefomgeving (PBL).

een richtwaarde van 70 kWh/m²/jaar. De WEii heeft een verfijnde onderverdeling naar gebruiksfuncties (hoofdgroepen) en gebruikstypen (subcategorieën) gemaakt, waarbij als richtgetal voor het werkelijk energiegebruik geldt dat dit ten opzichte van een meting in 2013 met 2/3 moet zijn teruggebracht.

De normen vanuit het energielabel liggen hoger dan deze niveaus, maar daarbij geldt dat het genormaliseerde gebruik ook hoger blijkt te liggen dan het werkelijk gebruik (zie ook figuur 4). Zowel het normenkader als de besparingsdoelstellingen vanuit de overheid stimuleren het verder terugbrengen van het primair fossiel gebruik (EP2) van de gebouwde omgeving. Een overzicht van maatregelen staat in het klimaatakkoord.¹⁷

Energieprestatie per persoon

Er zijn gebouwen die energie gebruiken los van of ze gebruikt worden. Denk aan een koelhuis of het geconditioneerde depot van een museum. Het aardige is dat dit gebouwen of delen daarvan zijn die niet labelplichtig zijn, omdat alleen de delen van een gebouw labelplichtig zijn die voor menselijk verblijf geschikt zijn. Opslagruimten, industriële ruimte maar ook werkplaatsen vallen daarom af. Ook bijvoorbeeld een technische ruimte van een groter gebouw is niet labelplichtig: je kunt er wel zijn, maar het is niet voor menselijk verblijf geklimatiseerd.

Voor het energielabel - de NTA 8800 – geldt dat alleen ruimten die voor menselijk verblijf geschikt zijn, ook labelplichtig zijn. Alleen voor die ruimten is er een gebruiksfunctie met default parameters over gebruiksuren, ventilatiegraad en temperatuur vastgesteld. Andere ruimten worden meestal gezien als industrieel of opslag en zijn niet labelplichtig.¹⁸

In het volgende hoofdstuk ga ik op zoek naar een methode om het energiegebruik niet per vierkante meter uit te drukken, maar te relateren aan menselijk verblijf.

Dit als aanvulling omdat de energieprestatie per oppervlakte voorbij gaat aan de woningbehoefte en het gebruik en gebouwen als energie gebruikende entiteiten beschouwt wat deze niet (hoeven te) zijn.

¹⁷ Zie: [Gebouwde omgeving | Klimaatakkoord](#)

¹⁸ Andere uitzonderingen op labelplichtige ruimten zijn ruimten die gebruikt worden voor de eredienst (met name kerken), dit omdat er geen standaardgebruik van een kerk is vast te stellen (de ene kerk wordt alle dagen gebruikt, de andere slechts 1 of 2 uur per week). Ook monumenten zijn uitgezonderd van de labelplicht. Het verschil tussen beide is dat voor kerken geen energielabel te bepalen is, omdat er geen bijbehorende gebruiksfunctie is en voor monumenten is wel een energielabel te bepalen maar deze gebouwen zijn niet labelplichtig omdat de pre-use energieprestatie volgens de NTA 8800 te negatief uitkomt ten opzichte van het werkelijk gebruik.

➤ Hoofdstuk 5 Energie per persoon

De conclusies in het vorige hoofdstuk zijn dat oppervlakte voor veel vergelijkingen zinvol is met als bijkomend voordeel dat het objectief goed is vast te stellen. Daarmee is de verhouding van kWh/m² de standaard voor de uitdrukking van energiegebruik van gebouwen.

De nuance hierop is samengevat dat de energie niet voor de gebouwen is, maar - net als de gebouwen - voor menselijk verblijf bestemd is. Het ligt dus voor de hand om voor de duurzaamheid van gebouwen op zoek te gaan naar de verhouding van energie en menselijk verblijf.

3 grootheden

Allereerst gaat het hier om werkelijk gebruik, niet om modelmatig gebruik. Daarin sluit de vraag van de hoeveelheid energie per persoon aan bij het concept van de WEii; de werkelijke energie intensiteit indicator.

Gebouw

De entiteit waarvoor de berekening gemaakt wordt, is het gebouw. Dat is een 'onroerende zaak', wat in de bepaling veel voordelen heeft. Aan deze zaak hangt een kadastraal nummer, een adres en daaraan verbonden zijn doorgaans ook energiemeters of afrekeningen.

De eenheid van gebouw is dus de basis van de locatie en geometrische begrenzing voor het energiegebruik.

Net als in het kadaster, voor het energielabel en voor de WEii zijn er verschillende mogelijkheden om de grenzen te bepalen. Een wooncomplex kan meerdere appartementen betreffen, die als geheel of apart beoordeeld kunnen worden. Het kadaster maakt onderscheid tussen pand-id en verblijfs-id én een adres (door de gemeente uitgegeven). Het EAN (energie aansluitpunt), waarmee bemeterde energie gemeten kan worden, is gekoppeld aan het adres.

Een gebouw is gedefinieerd als de fysieke en administratieve eenheid die dient als basis voor het bepalen van energiegebruik en -prestatie, en die gekoppeld is aan een specifieke verblijfslocatie.

Energie

Het is mooi om hier de vraag te stellen 'wat is energie?', hoewel dat de ruimte geeft voor uitleggen die ons ver buiten de scope van dit onderzoek brengen.

In dit geval gaat het om het werkelijk energiegebruik van het gebouw in de periode van een jaar. Simpel gezegd zou je kunnen zeggen: het energiegebruik

zoals blijkt uit de jaarafrekening van de energieleverancier voor de verschillende soorten energie.

In dit geval helpt het protocol van de WEii¹⁹ ons met een aantal goede correcties.

Correcties op werkelijk energieverbruik

Volgens de bepalingmethode van de WEii is het energieverbruik²⁰:

1. De werkelijke hoeveelheid energie per jaar voor een (elke) energiedrager (zoals gas, elektriciteit, hout, olie, warmte) in kWh/jaar²¹, bestaande uit:
 - a. Geleverde energie
 - b. Verminderd met terug geleverde energie (bijvoorbeeld door PV panelen)
 - c. Verminderd met uitgesloten energie (dat is energie die niet voor het verblijf is, zoals laadpalen, machines, productie etc.)
2. Een correctie voor de weersomstandigheden op het werkelijk energieverbruik en de eigen opwek.
 - a. Voor verwarming is er een methode ontwikkeld om met behulp van graaddagen te corrigeren voor het weer van dat jaar, zodat een koude of een zachte winter wordt omgerekend naar een gemiddelde winter. Een zeer effectieve methode om te compenseren voor verschillen ontstaan door omgevingsfactoren in plaats van gebruik.
 - b. Voor opwekking is een methode om met zonuren te corrigeren voor een zonnige of minder zonnige zomer.

De berekeningen zijn niet heel complex, maar het gaat hier om details, waarbij de WEii een goede methode met bijbehorende software heeft ontwikkeld om met een vrij overzichtelijke invulroutine de hoeveelheid werkelijke energie te bepalen in kWh/jaar.

In beginsel is deze studie gericht op het bepalen of het zinvol is om te komen tot werkelijke energie gerelateerd aan menselijk verblijf. De basismethode van de WEii is heel geschikt om vanuit te gaan omdat de grote verstoringen hier al uit zijn.

De energie is gedefinieerd als het gecorrigeerde werkelijk energieverbruik in kWh/jaar, volgens de WEii.

Wat is de eenheid voor verblijf?

Voor een woning zou het aantal vaste bewoners kunnen gelden en voor utiliteitsbouw het gemiddeld aantal personen. Toch geldt hier: de ene bewoner is

¹⁹ WEii Protocol, November 2023, Michiel van Bruggen (TVVL) e.a.

https://www.weii.nl/upload/files/WEii_Protocol_3.0.pdf

²⁰ Zie WEii Protocol, nov 2023, Hoofdstuk 6 WEii score.

²¹ Van alle energiedragers is terug te vinden wat de hoeveelheid energie is per eenheid. Een m³ nederlands aardgas bevat 9,77 kWh energie. Een kWh elektriciteit is ook 1 kWh energie.

de andere niet. De uniforme en eenduidige eenheid voor verblijf is verblijfsduur. Een nauwkeurige berekening van bezettingsgraad, zoals gemiddeld aantal personen, is afhankelijk van aantal personen en tijdsduur. Bij bewoners is een correctie voor werk, school, vakanties etc. ook van invloed.

Een andere complicerende factor is dat er veel gebruikstypes zijn waarvoor geldt dat het gebouw 40, 30 of slechts 20% van de 168 uur per week wordt gebruikt. Kleine wijzigingen in het percentage zorgen voor een (te) grote beweging van de factor verblijf.

Alternatieven als mensjaren of mensdagen zijn niet beter dan verblijfsduur in uren (nu: *verblijfsuren*), behalve dat ze in een vaste verhouding tot elkaar staan. Zoals ook energiedragers in een vaste verhouding tot de eenheid kWh, maar ook megajoule of kilocalorieën staan. Dat maakt het een beetje arbitrair welke eenheid het beste werkt.

Verblijfsuur als eenheid

De basis die wij eerst gebruiken is verblijfsuur. In 2023 gebruikt Nederland ongeveer 2600PJ aan energie. Dat is ongeveer 722 miljard kWh in dat jaar. Het aantal mensuren in Nederland is dan 18 miljoen en elk 8760 uur²², is ongeveer 158 miljard mensuren.

De gebouwde omgeving gebruikte in 2022 ongeveer 596PJ²³, dat is iets meer dan een vijfde van de totale energie.²⁴

Nederland gebruikt ongeveer 5 kWh per persoon per uur.

Gebouwen gebruiken hiervan (2022) 1 kWh per verblijfsuur.²⁵

Dat is best een interessant begin: een gemiddelde over alles van 1 kWh per persoon per uur, dus per verblijfsuur. Bijna 80% van de energie gaat naar andere bestemmingen, zoals transport, bouw, industrie (productie), landbouw, elektriciteitsvoorziening etc. In CO₂-equivalenten zijn industrie en energievoorziening al goed voor meer dan de helft van de uitstoot. In energie is de

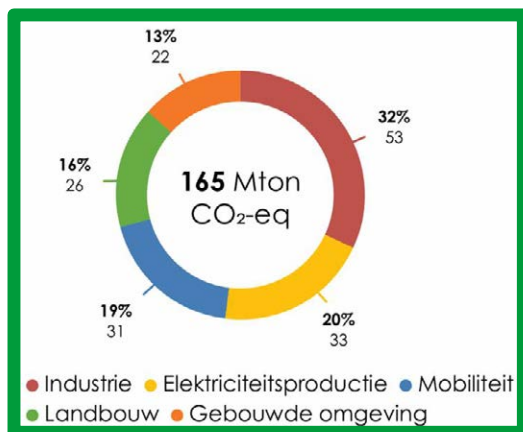
²² 365 dagen * 24 uur per dag is 8760 uur in een niet-schrikkeljaar.

²³ Zie [Energieverbruik in Nederland in 2022](#)

²⁴ Dit is een getal waarover lang gediscussieerd kan worden. Met vragen als je uitgaat van finale energie (afgenomen bij de voordeur) of primaire energie (opgewekt en aangeboden). Ook is het de vraag wat van elektriciteitsproductie wordt meegerekend. Afname via gebouwen is ook bijvoorbeeld laadpalen en gebouwgebonden energie. Verderop staat ook nog een figuur die het verschil tussen percentage energie en percentage van CO₂ uitstoot vergelijkt, ook daar zijn significante verschillen.

²⁵ Dit is een interessante grootheid, die niet bedoeld is om mee te rekenen. Dit is wel een meer voorkomend getal in presentaties, zoals bijvoorbeeld van Martien Visser, lector energietransitie.

gebouwde omgeving wat hoger dan in CO₂-equivalent omdat de gebouwde omgeving (relatief) meer energie uit hernieuwbare bronnen gebruikt.



Figuur 8 aandeel in uitstoot CO₂-eq in 5 sectoren²⁶

Om de klimaatdoelstellingen te halen moet dit (gemiddeld) terug naar minder dan de helft. Voor een deel gaat dit via objectieve verbetering van de gebouwen, te meten in het energielabel, maar de hoge energieprijzen hebben ons geleerd dat ook zonder verbouwingen er goede besparingen mogelijk zijn; die zitten in gedrag.

Het verblijf is gedefinieerd als de optelsom van het aantal uren per persoon per gebouw in een jaar.

²⁶ Energie in Nederland, [A4-digitaal.pdf](#), samengesteld in samenwerking met Milieu Centraal, TNO, CBS en PBL.

➤ Hoofdstuk 6 Kwantificeren van verblijfsuren

De basisvraag is: wat is de hoeveelheid energie per persoon? Complicerend hierbij is dat mensen beweeglijk zijn. Ze zijn onderweg, op kantoor, op school, thuis, op vakantie, bij anderen. De rekeneenheid zal zijn verblijfsuren. Daarvan hebben we er 8760 per persoon in een (normaal) jaar.

De basis blijft dat we metingen en uitspraken willen doen over een gebouw en dus niet ons leven indelen naar de locaties waar we zijn, maar kijken naar de bezetting van gebouwen, als eerder gedefinieerd.

Groot verschil tussen verblijfsduur en oppervlakte als noemer

Huidige normen zijn gebaseerd op kWh/m², dus het quotiënt van energie en oppervlakte. Onderwerp van onderzoek is de relevantie van het quotiënt van energie en verblijfsduur. De eerste vraag is, hoe is verblijfsduur vast te stellen?

Voor het bepalen van het oppervlakte zijn in de WEii afspraken gemaakt. Het sluit in een aantal opzichten aan bij de meetwijze voor het energielabel, maar ook daar zijn al weer verschillen. Opslagruimte bijvoorbeeld geldt als niet-labelplichtig oppervlak in het kader van het energielabel, maar telt wel mee als oppervlak voor de WEii.

Oppervlak (m²) heeft geen eenduidige definitie bij de verschillende methoden, maar als het is vastgesteld is het wel onveranderlijk. En als het is vastgesteld en onderbouwd, dan is het oppervlak goed te controleren en de juistheid van het getal is vast te stellen.

Voor verblijf gemeten in uren geldt dat dit elk jaar weer verschillend is en dat er niet een makkelijk manier is om de juistheid te controleren. Dat betekent dat het een getal is met een grote invloed op de uitkomst (het is de noemer in de vergelijking), maar niet goed objectief en uniform vast te stellen, zoals het energiegebruik per oppervlakte en nog moeilijker te controleren.

*Oppervlakte is objectief vast te stellen
Menselijk verblijf is niet objectief te controleren*

Subjectieve veelzeggendheid van verblijf

Menselijk verblijf in verblijfsuren is van net zo grote invloed op de uitkomst als het energiegebruik. Het is niet objectief vast te stellen, waarmee deze indicator misschien wel meer zegt over duurzaamheid, maar ook eenvoudig onderwerp van overdrijving zou kunnen zijn, waarmee het gebouw in duurzaamheid per persoon een te hoog label krijgt.

In de volgende paragrafen ga ik in op manieren om verblijf te onderzoeken of vast te stellen, maar het uitgangspunt is overal eenduidig:

De bedoeling is om per jaar zo nauwkeurig mogelijk vast te stellen wat het menselijk verblijf, gemeten in verblijfsuren, is.

Manieren om aanwezigheid te meten

In het protocol van de WEii-score is een methode gedefinieerd om tot de energie te komen én om tot het oppervlak te komen. Voor werkelijke energie per uur, moeten we het aantal uren vaststellen. Dat is niet eenvoudig, anders was het vast al eerder gedaan. De bedoeling is hier tweeledig. In de eerste plaats zoek ik een eenvoudige methode en in de tweede plaats een nauwkeurige methode. De vraag is of eenvoudig en nauwkeurig samengaan, zoals dat in de WEii is gelukt met het vaststellen van de hoeveelheid energie. Die methode is eenvoudig en nauwkeurig.

Voor het oppervlakte is het al iets ingewikkelder, omdat de WEii daarin niet aansluit bij een andere meetmethode, waardoor niet direct een onderbouwd getal is over te nemen. Voor verblijfsuren is het nog moeilijker. Daarmee zal dit vast nog lang een onverplichte norm blijven, maar daarmee niet minder interessant voor wie toch een gebouw wil vergelijken in de tijd of met een benchmark.

In het nazoeken van onderzoeken naar het meten van aanwezigheid is een duidelijke voorkeur vanuit wetenschappelijk oogpunt voor een nauwkeurige meting van inkomende en uitgaande stromen mensen, waarmee zichtbaar is van elk moment wat het aantal aanwezigen is. Een stap verder gaat een gesloten systeem met toegangspassen, waardoor niet alleen gemiddeld aantal mensen maar ook de verblijfsduur helder wordt, omdat de aanwezigen te volgen zijn.

Buiten wetenschappelijke studies, kom ik op praktische studies die geschikt zijn om bijvoorbeeld winkelend publiek te meten. Ook zijn er gebouwen waar aanwezigheid betaald is, zoals bioscopen, beursgebouwen, hotels. Daar is vaak meer zicht op aantallen mensen en tijden.

Helaas heb ik geen houvast gevonden om te komen tot een inschatting van aanwezigheid zonder dat er een sluitende registratie is, daarom heb ik daarvoor een model gemaakt. Enerzijds gaat het om verschillende groepen aanwezigen, anderzijds om verschillende tijdseenheden die aanwezigheid bepalen.

Aanwezigheid in verblijfsuren

In beginsel is het vaststellen van de aanwezigheid in verblijfsuren slecht in een protocol of set met afspraken vast te stellen. De bedoeling is om de cumulatieve verblijfsduur van alle mensen in een gebouw gedurende een jaar vast te stellen:

***Definitie:** Het totale aantal verblijfsuren in een kalenderjaar wordt berekend door het aantal aanwezige personen te vermenigvuldigen met de duur van hun aanwezigheid in uren.*

Tot er een methode is waarbij er een herleidbaar resultaat is van de uitkomst van de rekensom van verblijfsuren is het advies deze norm niet te gebruiken voor andere dan vrijwillige vergelijkingen of interne performance beoordeling van het gebouwgebruik.

Complexiteit van aanwezigheid

In de praktijk van verduurzamingsadvies is het gebruik, gebruikstijden, gebruiksintensiteit altijd een belangrijk punt. Daarbij is met name ook een inschatting hoe en wanneer verschillende ruimten gebruikt worden om te zien of verdere compartimentering of hergebruik van ruimten tot minder energiegebruik zal leiden interessant. Daarbij valt op dat de inschatting van verblijfsuren vooraf – zeker voor utiliteitsbouw – vaak veel hoger is dan de werkelijkheid, zie figuur 5, hoofdstuk 3. Daarom is het verstandig om in ieder geval eenmalig een goede analyse te maken. Het aanpassen in volgende jaren is eenvoudiger, maar de eerste opzet kost tijd.

- Kantoren zijn vaak 5 dagen per week toegankelijk, doorgaans 10 uur per dag. Dat is $50/168 = 30\%$ van de tijd. De correctie komt echter nog met dagen (vrijdag?) met minder bezetting en soms nog 2 dagen met een lage bezetting. Dit inzicht leidt vaak al tot vragen over omvang, bezetting of indeling.
- Zorgcentra hebben doorgaans een hogere temperatuur. Deze mogen aanzienlijk meer energie per m² gebruiken. Interessant is om te zien hoeveel het per persoon (verblijfsuur) is. Ook in locaties met bedfunctie valt de bezetting vaak niet mee (in verhouding tot de capaciteit).
- Scholen hebben gebouwen voor grote groepen. De maximale capaciteit ligt ver boven de gemiddelde capaciteit. De sturing hier in het gebouw is op roosters en beschikbaarheid, niet op energiegebruik. De goed bezette uren zijn doorgaans tussen 9 en 14 uur, vijf dagen in de week, 40 weken per jaar. Dan komt de bezetting rond de 10% uit.
- Theaters, sporthallen, congrescentra, kerken zijn voorbeelden van gebouwen waar de capaciteit groot is, maar de gebruiksintensiteit heel laag. Het aantal gebruiksuren valt vaak nog wel mee, maar de momenten dat de capaciteit benut wordt soms maar enkele keren per jaar.

De wijze van vaststellen van verblijfsuren is vrij, belangrijk is dat de definitie gerespecteerd wordt.

Verblijfsuren vaststellen: Basismethode of Detailmethode

Hoewel objectieve vaststelling vaak lastig is, hierbij een aantal manieren om verblijfsuren in kaart te brengen. Daarbij nu eerst onderscheid naar:

- Woningen
- Kantoren
- Scholen (omgeving met vaste roosters)
- Cellen (omgeving met sluitende registratie van persoonsbewegingen)
- Zorgcentra met bedfunctie (omgeving met geregistreeerde aanwezigen en personeel)
- Horeca en winkels (omgeving met vast en flexibel personeel en grote bezettingsverschillen)

Om te komen tot een universeel model om aanwezigheid in te kunnen vastleggen, wil ik twee methoden bieden om voor een gebouw de verblijfsuren per jaar vast te stellen. Net als bij het energielabel kiezen een eenvoudige methode om de uren vast te stellen: de basismethode. En waar dat niet voldoet of het gebruik te veel afwijkt van default gegevens: de detailmethode (zo precies mogelijk).

Basismethode uitgangspunten

De basismethode is bedoeld om zoals ook met het energiegebruik in de WEii snel tot een antwoord te komen, waarbij er weinig gerekend hoeft te worden. Het gaat uit van standaarden, waarmee de noemer snel en eenduidig is vast te stellen en een goede richting geeft van verblijfsuren en zo dus naar gebruiksintensiteit de werkelijk energie-intensiteit kan bepalen.

Uitgangspunt is dat met enkele gegevens het verblijf (de noemer in de vergelijking) is vast te stellen. Hieronder een paar uitwerkingen van dit model:

Woningen

Wonen is de gebruiksfunctie met het best vast te stellen gebruik. De basis zijn lange dagen op één plek: gemiddeld zijn Nederlanders ongeveer 16,5 uur per dag thuis²⁷. Daarop is een nuance gekomen: mensen die (betaald) werk hebben, werken in 2022 gemiddeld 15 uur per week thuis²⁸.

Eenvoudig is een vast getal vermenigvuldigen met het aantal bewoners. De constante hier is $365 * 16,5 = 6022,5$. De constante die we hier nemen is 6000 per persoon. De precieze norm zou zijn 6022,5 uur, maar het gebruiken van niet

²⁷ Laatste onderzoek dat hier inzicht in biedt is van 2011. [Tijdsbesteding in uren per week: persoonskenmerken: 2011 | CBS](#)

²⁸ Uit een onderzoek van 2023. [Ruim helft Nederlanders werkt weleens thuis | CBS](#)

afgeronde getallen suggereert een nauwkeurigheid die hier niet is. Daarom gebruiken we een (afgeronde) constante van 6000 uur.

2 correcties:

- Mensen die gedeeltelijk ergens anders wonen, tellen mee voor het deel dat ze in dit huis zijn. Bijvoorbeeld kinderen met co-ouders (2x 0,5) of wie bijvoorbeeld vanwege werk een tweede woonlocatie heeft: neem de factor dat je hier verblijft.
- Toeslag voor thuiswerk: thuiswerk is gemiddeld 15 uur per week, dus gemiddeld 750 uur per jaar²⁹ (dat scheelt ook daadwerkelijk in het klimatiseren van een andere werklocatie).

Eenvoudige methode:

1. Aantal vaste bewoners (wie er deels woont, telt mee voor dat deel) x 6000
2. Aantal vaste bewoners met betaald werk die ook (deels) thuiswerken x 750

De som hiervan is de noemer van de vergelijking.

Als dit niet nauwkeurig genoeg is of de afwijking te groot is, kies dan voor de detailmethode.

Kantoren

Voor kantoren geldt dat deze in het energielabel vaak een gemengde bestemming hebben: kantoorfunctie en verblijfsfunctie. Voor de WEii geldt in beginsel alleen de kantoorfunctie, intern overleg en contact met mensen van buiten valt onder de kantoorfunctie. De verblijfsfunctie is voorbehouden aan situaties waar een vergadercentrum is.

Voor kantoren zijn drie grootheden voldoende voor de basismethode:

1. Aantal medewerkers in fte
2. Aantal mensen dat (ook) thuiswerkt
3. Aantal bezoekers per gewone werkweek (bezoeken van meer dan 1 uur tellen voor 2 (of meer).

De rekensom is dan als volgt:

Verblijfsuren kantoor = FTE * 1800³⁰ – Thuiswerk * 750 + Bezoek(per week) * 40

²⁹ Afgerond op 750, wat een achtste is van het totaal van 6000 uur. Een precieze norm zou zijn 52x 15 uur, maar het gebruiken van niet afgeronde getallen suggereert een nauwkeurigheid die hier niet is. Daarom gebruiken we een afgeronde constante.

³⁰ Gemiddeld aantal uren voor full time kantoorwerk is 26 uur over alle 52 weken in 2022
<https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/diversen/2024/arbeidsduur-hoeveel-uren-werken-mensen-in-nederland-2-gepubliceerde-cijfers?utm>

Dus een accountantskantoor met 25 fte, waarvan er 13 thuiswerken en wekelijks 12 bezoekers die er gemiddeld zo'n 2 uur zijn heeft:

$25 * 1800 - 13 * 750 + 12 * 2 * 40 = 45000 - 9750 + 960 = 36210$ verblijfsuren. Zichtbaar is dat thuiswerken wel echt uitmaakt, maar bezoeken maar weinig impact maakt. Deze factor is meegenomen omdat deze factor zeer kan verschillen en dan is het belangrijk dat we die factor meenemen.

Met slechts drie getallen is dit jaar op jaar makkelijk vergelijkbaar, waarbij de vergelijking niet meer oppervlakte is, maar – voor het grootste deel - aantal medewerkers.

Gebouwen met vaste roosters in verblijf (vb. scholen)

Behalve scholen, gaat dit ook om kinderdagverblijven, muziekscholen, dagopvang etc. Dus omgevingen waarbij de basis is dat er medewerkers zijn (in FTE) en cliënten/leerlingen (in uren per week).

Er zijn goede inzichten in aantallen uren per jaar op PO, VO, MBO, HBO en WO, maar ook kinderdagverblijven etc.

Voor PO geldt dat er meer bezoek en bijdrage in tijd is van ouders, maar iets minder uren voor kinderen dan voor VO. Om de basismethode makkelijk te houden rekenen we hier met de rekensom:

Verblijfsuren scholen = (FTE + leerlingen) * 1100 uren. Dat is meer dan de urennorm, waar er ook sociale events en huiswerk op school is. Een school met 800 leerlingen en 45 medewerkers komt zo op 929.500 uur. Daarbij gaan we ervan uit dat docenten bijna allemaal behoren tot de groep die (ook) thuiswerkt.

Utiliteit met 24x7 bewoners

Dit zijn cellencomplexen maar ook zorgcentra met bedfunctie, kloosters en AZC's.

Drie eenheden beïnvloeden de verblijfsuren in de basisopname:

- Aantal vaste bewoners.
- Aantal medewerkers in fte.
- Aantal bezoekers per gewone werkweek (bezoeken van meer dan 1 uur tellen voor 2 (of meer).

Verblijfsuren voor 24x7 bewoning = Bewoners * 8760 uur + FTE(mdw) * 1800 uur + Bezoek(per week) * 50 weken.

Horeca (zonder hotels) en winkels

Hier wordt het ingewikkelder: niet alleen is het niet eenduidig vast te stellen, ook is het moeilijker te meten omdat deze gebouwen open zijn, waarbij de verblijfsduur

verschilt. In een aantal gevallen is er ook nog buitenruimte die gebruikt wordt, maar niet geklimatiseerd.

De kern van deze groep wordt gevormd door gebouwen met openingstijden die bezet worden door personeel en bezoeken van gasten/klanten. In veel gevallen zijn er bij grotere organisaties goede analyses van tijd en duur van bezoeken (denk aan restaurantketens of grote retailers). Kleinere organisaties zullen de verblijfsduur moeten schatten.

Het nauwkeurig vaststellen van verblijfsuren kan hier goed met de detailmethode, daarvoor is het dan wel van belang dat veel managementinformatie beschikbaar is. Voor een basismethode is er een belangrijke eis en dat is dat er een eenvoudige rekenregel is. Uitgaande van de situatie dat overal behalve de omzet ook het aantal klanten (check-outs) bekend is, is dat de belangrijkste norm hier.

Daarbij gelden twee correcties:

- Elke check-out telt voor één uur, bezoeken van meer dan 1 uur tellen voor 2 (of meer).
- De multiplier is hoeveel gasten behoren bij één checkout. In een restaurant kan dat bijvoorbeeld 2,5 zijn doordat mensen weinig alleen komen en met 2 of 4 of meer komen eten. In een supermarkt waar klanten meest alleen komen en soms met meer, zou dat bijvoorbeeld 1,2. Ter onderbouwing aan de winkel.

Verblijfsuren Winkels = FTE (mdw.) * 1800 uur + checkouts * gasten-multiplier

Van basismethode naar detailmethode

Met het bovenstaande hebben we verkend wat de eenvoudigste manieren zijn om bij verschillende gebruiksfuncties tot een verblijfsindicator te komen. Als er meer informatie beschikbaar is, organisaties complexer zijn of de uitgangspunten uit de basismethode teveel verschillen van de werkelijkheid is er de detailmethode. Deze is preciezer, maar – net als in het energielabel – is het niet mogelijk om te switchen van de ene naar de andere methode omdat de cijfers daarmee juist minder vergelijkbaar worden.

Detailmodel voor verblijfsuren

Indeling soorten aanwezigen

We maken een onderscheid naar 5 soorten aanwezigen:

1. Bewoners
2. Medewerkers
3. Klanten en cliënten

4. Bezoekers
5. Overig

Waarbij bewoners zowel de bewoners van een huis kunnen zijn, als bewoners of patiënten die (niet poliklinisch) verblijven in een gebouw als een ziekenhuis, verpleeghuis, bejaardenhuis, revalidatiecentrum of cellencomplex.

Daarna komen medewerkers. Dat zijn mensen die voor hun aanwezigheid betaald worden. In woningen kan dat schoonmaak of verzorging zijn. In kantoren zijn dat medewerkers, in bijvoorbeeld winkels, ziekenhuizen, horeca of bioscopen de betaalde krachten die aanwezig zijn. Doordat helder is wie betaald worden, is de verwachting dat een redelijke inschatting over aanwezigheid gemaakt kan worden.

Klanten en cliënten zijn mensen die betalen voor hun aanwezigheid. Gasten in een hotel of restaurant, cliënten/patiënten (poliklinisch) van behandelaars, maar ook leerlingen van een onderwijsinstelling, kinderen op een kinderdagverblijf.

Bezoekers zijn mensen die met regelmaat of incidenteel komen. Dat is privébezoek thuis, mensen die op bezoek komen bij cliënten of gevangenen, ouders op school, andere publieksstromen dan klanten in openbare gebouwen.

Overig is de categorie die alleen gebruikt wordt voor wat niet in eerdere categorieën past.

Indeling in tijdseenheden

Ook hier vijf categorieën:

1. Weekroutine
2. Seizoensinvloeden
3. Vakanties
4. Incidentele events
5. Overig

De weekroutine is de basis. Dat kan het sterk gebonden zijn met schoolvakanties, maar dat hoeft niet. Het gaat om de beschrijving in een ritme van normale weken.

De volgende 4 zijn correcties op deze basis. Correcties kunnen naar boven of beneden zijn, waarin temperatuur, weer of specifieke periodes afwijkend zijn én soms vakanties hierop weer van invloed zijn.

De seizoensinvloeden zijn een correctie hierop, die beschrijven een ander ritme gedurende een periode die seizoensgebonden is. Voor vakanties geldt hetzelfde alleen dan periodes die gebonden zijn aan (school)vakanties. Tot slot zijn er events die soms van grote invloed zijn, maar weinig voorkomen. Denk aan een festival, carnaval, een sporttoernooi, een speciale stadsdag etc..

Tijdeenheden	Reguliere weken *	Seizoens- invloed *	Vakantie- invloed *	Events *	Overig *
Vul in:	# weken * # mensen * # uren per week aanwezig	Idem in periodes waarin dit afwijkt	Idem met vakantie- effect (drukte of afwezigheid)	Idem voor specifieke dagen	Eventueel te gebruiken voor week/weekend patroon.
Bewoners					
Medewerkers					
Klanten/cliënten					
Bezoekers					
Overig					

Tabel 2 detailmodel voor onderbouwing verblijfsuren van een gebouw

Het ene uur is het andere niet, maar we maken geen onderscheid tussen de activiteiten, zoals we ook geen onderscheid maken tussen piek en daluren van energie.

Samenvatting en conclusies over verblijfsuur

Het energiegebruik per persoon is een complex vraagstuk, omdat mensen zich verplaatsen tussen verschillende locaties zoals thuis, op kantoor, op school of andere plekken. Momenteel wordt energiegebruik vaak berekend per vierkante meter (kWh/m²), maar onderzoek richt zich op een alternatieve methode: energiegebruik per verblijfsuur. Dit biedt mogelijk een relevanter inzicht in duurzaamheidsberekeningen, maar brengt ook nieuwe uitdagingen met zich mee.

Oppervlakte versus verblijfsuren

Oppervlakte is relatief eenvoudig en objectief vast te stellen, met duidelijke definities binnen bestaande normen. Verblijfsuren daarentegen zijn jaarlijks wisselend en moeilijk controleerbaar. Hoewel verblijfsuren mogelijk meer zeggen over de duurzaamheid van een gebouw, zijn ze door de subjectiviteit en meetproblemen vatbaar voor overdrijving.

Definitie verblijfsuren

Verblijfsuren worden gedefinieerd als het totale aantal uren dat mensen in een gebouw aanwezig zijn gedurende een kalenderjaar. Dit wordt berekend door het aantal aanwezige personen te vermenigvuldigen met de duur van hun

aanwezigheid in uren. Het vaststellen hiervan vereist echter specifieke methoden, afhankelijk van het type gebouw en gebruikers.

Meetmethoden: Basismethode en Detailmethode

Om verblijfsuren te berekenen, zijn twee benaderingen ontwikkeld:

- ✓ **Basismethode:** Deze methode is eenvoudig en gebaseerd op aannames en standaardwaarden. Voor woningen wordt bijvoorbeeld uitgegaan van 6000 verblijfsuren per persoon per jaar, met correcties voor thuiswerken. Voor kantoren geldt een standaard van 1800 uren per FTE, met correcties voor thuiswerken en bezoekersaantallen.
- ✓ **Detailmethode:** Deze methode biedt meer precisie door gebruik te maken van specifieke gegevens, zoals personenstromen via toegangspassen of bezoekregistraties. Het is met name geschikt voor complexe situaties of gebouwen met sterk afwijkende gebruikspatronen.

Toepassingen per gebouwtype

De manier waarop verblijfsuren worden berekend, verschilt per gebouwfunctie:

- ✓ **Woningen:** Relatief eenvoudig te bepalen met vaste gemiddelden en correcties voor thuiswerk.
- ✓ **Kantoren:** Rekening houdend met FTE, thuiswerk en bezoekersuren.
- ✓ **Scholen:** Gebaseerd op roosters, met een standaard van 1100 uur per leerling of medewerker.
- ✓ **24/7-gebouwen:** Zoals zorgcentra en cellencomplexen, inclusief bewoners, medewerkers en bezoekers.
- ✓ **Horeca en winkels:** Moeilijker te standaardiseren door variatie in openingstijden, bezoekers en buitenruimtes.

Conclusies

Hoewel het gebruik van verblijfsuren als noemer nieuwe inzichten kan bieden in gebruiksintensiteit en energie-efficiëntie, is de vaststelling ervan complex en subjectief. De basismethode biedt een snelle en eenvoudige schatting, maar bij complexe situaties biedt de detailmethode nauwkeuriger resultaten. Voorlopig blijft deze methode vooral geschikt voor vrijwillige benchmarks en interne prestatieanalyses, maar het kan op termijn waardevol zijn voor vergelijkingen en verduurzamingsdoelen.

➤ Hoofdstuk 7 Normering van WEii per uur

Om te komen tot een schaalverdeling met labels en letters, zoals voor het energielabel en de WEii, is het van belang om in ieder geval twee punten te hebben: de gemiddelde energie per gebruiksuur en de energie per gebruiksuur, waarbij een gebouw Paris-proof is. Met deze twee punten is er een schaalverdeling te maken, zoals deze ook voor de WEii is vastgelegd.

Het uitwerken van een normering voor werkelijk energiegebruik per uur, zal per gebruiksfunctie moeten gebeuren. In dit hoofdstuk werken we de gebruiksfunctie wonen uit. In de WEii zijn wordt nog onderscheid naar 3 soorten woningen gemaakt, maar dat onderscheid vervalt als het gaat om energiegebruik per verblijfsuur: er is geen grondslag voor een soort dispensatie voor als je groter, mooier, grondgebonden of vrijstaand woont. Dit sluit aan bij de basisgedachte: 'energie is de prijs van comfort': groter wonen of een grondgebonden woning geeft ruimte en comfort. Als je daardoor meer energie gebruikt per verblijfsuur, is dat minder duurzaam; dat komt in deze methode juist goed tot uiting.

Macro naar micro: werkelijk energiegebruik wonen

Het eerste meetpunt is de huidige gemiddelde energie per verblijfsuur. Deze is te berekenen door het totaal aan energie voor de gebouwde omgeving te delen door het product van het aantal inwoners en het aantal uren.

Energie is 596PJ, dit is 165 miljard kWh / (18 miljoen inwoners * 8760 uur per jaar) = 165 miljard kWh/158 miljard uur = 1,04 kWh/uur. Dit getal is over alle gebouwen heen, dus over 8 miljoen huizen en 1 miljoen utiliteitsgebouwen. Het ene gebouw is het andere niet: een verpleeghuis zal een hoger gebruik hebben (en houden) dan een gewone woning. De vraag is of we deze verhouding kunnen gebruiken voor woningen. Daarvoor doen we een aanvullende vergelijking.

Van het energiegebruik van de gebouwde omgeving is 68% voor woningen: 406PJ³¹. Dit bestaat voor bijna 90% uit gebouwgebonden energie³² (verwarmen, verlichten, koelen), de rest is met name elektriciteitsgebruik van bijvoorbeeld apparaten, zoals tv, computers, wasmachine. In het bepalen van het werkelijk energiegebruik kunnen we dit onderscheid niet maken, daarom rekenen we hier met 406PJ, of 113 miljard kWh die wordt gebruikt voor 984 miljoen m² ³³, wat tot een gemiddeld energiegebruik van 115 kWh per m² leidt.

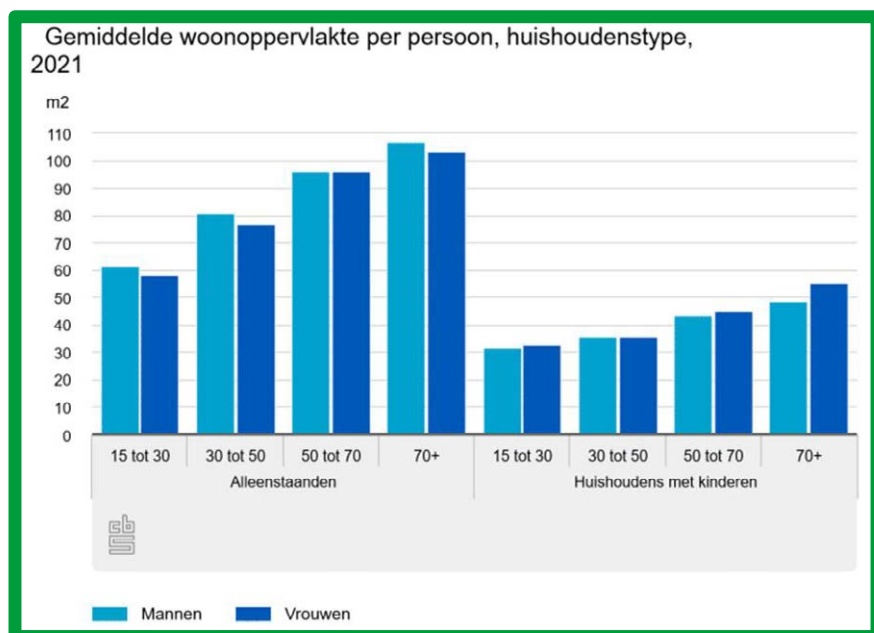
³¹ [Energieverbruik particuliere woningen: woningtype en regio's | CBS](#)

³² <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-12/monitor-verduurzaming-gebouwde-omgeving-2023.pdf>

³³ CBS 2024: 8.203.980 woningen met gemiddeld 120 m², zie: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/82550NED>

Werkelijk energiegebruik wonen (NL) is 115 kWh per m² per jaar.

Per persoon is er volgens het CBS 53 m² woonruimte. Dit getal is in 2018 vastgesteld als correctie op het getal van 65 m² in 2017 (waarin de kleinste, grootste en verpleeghuizen waren weggelaten).³⁴ Dit getal sluit nog steeds aan bij 984 miljoen m² over 18 miljoen inwoners (54,7 m²). Interessant in dit kader is de vergelijking van woonoppervlak per persoon verdeeld naar leeftijdsklassen:



Figuur 9 <https://vastgoedactueel.nl/nederlanders-hebben-gemiddeld-53-m2-woonoppervlakte/>

Als we een combinatie maken van bevolking en gemiddeld aantal uren, dan zijn de verblijfsuren in Nederlandse woningen 18 miljoen * 6000 uur = 108 miljard uur.

Het gemiddeld energiegebruik voor woningen is dan 113 miljard kWh / 108 miljard uur = 1,046 kWh/verblijfsuur in een *gemiddelde* woning (met een oppervlak van 53 m² per persoon, of preciezer uitgedrukt met een oppervlak van 53 m² per 6000 verblijfsuren).

Met het bovenstaande is onderbouwd dat woningen in gebruik per uur in voldoende mate 'gemiddelde' gebouwen zijn.

³⁴ CBS gemiddeld woonoppervlak 53 m² in 2018. [Woonoppervlakte in Nederland | CBS](#)

Voor woningen is het gemiddeld werkelijk energiegebruik bij een oppervlak van 53 m² /persoon 1,0 kWh per verblijfsuur per jaar.

Als het aantal verblijfsuren bekend is, kunnen we het werkelijk energiegebruik in kWh/jaar delen door het aantal verblijfsuren. Dit getal is vergelijkbaar met het huidige gemiddelde van 1,0 kWh/verblijfsuur per jaar.

De Dutch Green Building Council heeft berekeningen gemaakt wat de vereisten zijn voor de gebouwde omgeving om Paris-proof te mogen heten. Deze berekeningen hebben geleid tot een uitgangspunt dat voor de gebouwde omgeving er een reductiedoelstelling is van 67%:

Samen naar Paris-proof: een CO₂-neutrale gebouwde omgeving. Paris-proof is een gebouwde omgeving die past binnen de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs. Dit betekent dat het energiegebruik van de gebouwde omgeving met tweederde omlaaggaat en dat we bouwen binnen het CO₂-budget. Klik op de pijl voor meer informatie.³⁵

Door bij deze norm aan te sluiten weten we het gemiddelde: 1,0 kWh/verblijfsuur en de Paris-proof norm (-67%): 0,33 kWh/verblijfsuur. Tussen gemiddeld en Paris-proof zitten nog de klasse 'zeer zuinig' en 'zuinig'. Boven het gemiddelde komen we op onzuinig en zeer onzuinig, analoog aan de classificering van de WEii.

Met 3 vaste punten WENG, maximaal 0 kWh per m², dus ook per verblijfsuur; Paris-proof, 0-0,33 kWh/uur en een gemiddelde van 1,0 kWh/uur komen we tot een schaalverdeling om het werkelijk energiegebruik voor wonen te classificeren.

Eerste schaalverdeling werkelijke energiegebruik per verblijfsuur

Met deze achtergrond leidt dit tot de volgende verdeling. Classificatiegrenzen zijn altijd arbitrair. Zo ga ik hier uit van het gemiddelde om 'gemiddeld gebruik in 2022' vast te leggen, waar de WEii naar mijn verwachting gebaseerd is op een eerder (ouder) gemiddeld gebruik. Misschien 2015 (Parijs) of 1990 (basisjaar voor de besparingsdoelstelling van Europa).

Als deze classificatie leidt tot een aanvulling van de WEii, zal over de grenswaardes opnieuw gesproken moeten worden om deze officieel en voor jaren vast te leggen. In de onderstaande tabel is een schaalverdeling gemaakt met grenzen voor een label-aanduiding waarop met energie per verblijfsuur is af te lezen hoe duurzaam je woont.

³⁵ Zie de openingstekst: <https://www.dgbc.nl/themas/paris-proof>

Energiegebruik	Energieklasse	Label
< 0 kWh/uur	WENG	A
< 0,33 kWh/uur	Paris-proof	B
< 0,50 kWh/uur	Zeer zuinig	C
< 0,70 kWh/uur	Zuinig	D
< 1,0 kWh/uur	Gemiddeld	E
< 1,8 kWh/uur	Onzuinig	F
> 1,8 kWh/uur	Zeer onzuinig	G

Tabel 3 concept klassificering labels voor WEii_{verblijf}

Uitbreiding op de WEii-score

De WEii-score heeft al een aantal extra indicatoren. Dit zijn toevoegingen die interessant zijn als je een WEii-score laat bepalen voor een gebouw (in een bepaald jaar). Het zou mooi zijn als deze norm een toevoeging kan worden op de WEii-score in ieder geval, of in de eerste plaats, voor woningen. Als de norm ook voor andere gebouwen is gesteld, kan deze norm worden uitgebreid worden naar andere gebruiksfuncties, i.c. van utiliteitsgebouwen.

De belangrijkste indicatoren die de WEii-score als methode biedt, zijn:

- ✓ WEii_{final} dat is het finale energiegebruik, waar ook eigen opwek bij zit
- ✓ WEii_{gas} voor het direct gebruik van fossiele brandstoffen (gas en olie)
- ✓ WEii_{CO₂} de hoeveelheid CO₂ in kg/m² *jaar. Dit is de eerste alternatieve score die niet in kWh/m² *jaar is.
- ✓ WEii_{besparing} dat is een verhoudingsgetal in een percentage uitgedrukt, wat waarde krijgt als een gebouw WEii-scores over meerdere jaren heeft.
- ✓ WEii_{dekkingsgraad} ook een percentage, waarin de opgewekte energie die zelf gebruikt wordt, is afgezet tegen totale energie.
- ✓ WEii_{benuttingsfactor} is het percentage dat uitdrukt hoeveel van de zelf opgewekte energie je zelf gebruikt (dat deel dat je niet terug levert).

Zie voor de formules en de toelichting Hoofdstuk 8 van het WEii Protocol versie 3.0. Daar staat als toelichting bij de opening van het hoofdstuk:

De WEii-score is de belangrijkste indicator voor de efficiëntie van het werkelijke energiegebruik van een gebouw. Met beperkte hoeveelheid extra informatie kunnen ook andere indicatoren voor het gebouw bepaald worden. Omdat deze indicatoren naast de WEii-score betekenisvolle kengetallen geven van een gebouw en omdat het, net zoals bij WEii, relevant is om uniforme bepalingsmethodiek te hebben voor deze indicatoren, zijn deze indicatoren in het WEii-protocol opgenomen.

Toevoeging op WEii-score: de WEii_{verblijf}

Met bovenstaande methode zou – nu eerst voor wonen – de WEii_{verblijf} score toegevoegd kunnen worden. Ook voor deze geldt dat deze van jaar op jaar interessant is, omdat de bezetting van gebouwen verandert. Voor utiliteit zal deze indicator nog meer veelzeggend zijn. En tot onverwachte resultaten en oordelen leiden. Hierover meer in het volgende hoofdstuk.

Samenvatting

Om een schaalverdeling met labels en letters te maken, zoals het energielabel en de WEii, zijn twee vaste punten nodig: het gemiddelde energiegebruik per verblijfsuur en de waarde waarbij een gebouw Paris-proof is. Deze punten vormen de basis voor een schaalverdeling, zoals vastgelegd voor de WEii.

Energiegebruik per verblijfsuur: Woningfunctie

Het energiegebruik per verblijfsuur is vastgesteld op basis van de gemiddelde energie voor woningen:

- ✓ **Gemiddelde energie per verblijfsuur:**
 - Huidig energiegebruik woningen: 406 PJ (113 miljard kWh) voor 18 miljoen inwoners met 6000 verblijfsuren per jaar.
 - Resultaat: **1,0 kWh/verblijfsuur per persoon per jaar.**
- ✓ **Paris-proof doelstelling:**
 - Reductie van 67% zoals vastgesteld door de Dutch Green Building Council.
 - Resultaat: **0,33 kWh/verblijfsuur.**

Met de bovenstaande gegevens is een schaalverdeling gemaakt voor het energiegebruik per verblijfsuur, vergelijkbaar met energielabels.

Uitbreiding op de WEii-score

De WEii-score bevat al een aantal andere indicatoren voor de energieprestaties van gebouwen, die met name interessant zijn om eigen opwekking, CO₂ en

gasgebruik te beoordelen. Dit zijn $WE_{ii\text{finaal}}$, $WE_{ii\text{gas}}$, $WE_{ii\text{gas}}$, $WE_{ii\text{besparing}}$, $WE_{ii\text{dekkingsgraad}}$ en $WE_{ii\text{benuttingsfactor}}$.

De $WE_{ii\text{verblijf}}$ -score kan een waardevolle aanvulling zijn op de bestaande WE_{ii} -score, met name voor woningen. Deze score meet het energiegebruik per verblijfsuur en biedt een aanvullende indicator voor energie-efficiëntie, waarmee gebouwen kunnen worden beoordeeld op duurzaamheid in relatie tot gebruiksintensiteit. De $WE_{ii\text{verblijf}}$ -score kan later ook worden uitgebreid naar utiliteitsgebouwen.

Met deze methode wordt het mogelijk om nauwkeuriger en eerlijker gebouwen te vergelijken, afhankelijk van de werkelijke bezetting en gebruiksduur.

➤ Hoofdstuk 8 Toepassing van de WEiiverblijf

Dit hoofdstuk gaat in op 3 vragen:

1. Wat zou de toegevoegde waarde van deze norm kunnen zijn in de verduurzaming van gebouwen?
2. Wat is de waarde van een normering van dit gebruik per uur?
3. Heeft deze norm zin als het aantal verblijfsuren niet objectief vast te stellen is?

De toegevoegde waarde van WEiiverblijf voor verduurzaming

Wat kan de WEiiverblijf toevoegen aan de bestaande methoden? Er zijn nu twee basismethoden om de duurzaamheid van een gebouw te onderzoeken. Het energielabel en de WEi. Beide methoden leiden tot een eenduidig vast te stellen getal, dat iets zegt over het energiegebruik van het gebouw. Beide methoden hebben ook een aantal toegevoegde methoden om te komen tot advies over verduurzaming (Maatwerk advies en Energiekompas).

De NTA 8800 van het energielabel is ook de basis voor de BENG analyses, die nodig zijn om een omgevingsvergunning te krijgen bij nieuwbouw. Het is de basis voor de renovatiestandaard, een begrip om bestaande gebouwen Paris-proof te maken. Het is ook de rekenmethode die gebruikt wordt voor het maatwerkadvies (MWA-U en MWA-W), die nodig zijn om tot gestandaardiseerde adviezen voor verduurzaming te komen (opkomend op dit moment).

Het protocol 3.0 voor de WEi levert behalve de WEi-score met beperkte aanvullende informatie nog 8 andere waarden op. Met name als er eigen opwekking is, zijn deze getallen interessant. Het zou goed kunnen dat er nog veel meer aan toegevoegd wordt, bijvoorbeeld grootheden die iets zeggen over de volatiliteit van het energiegebruik (interessant voor netcongestie).

Unieke toevoeging: de relatie van gebouw en gebruik

Dit gaat allemaal uit van het gebouw. Waarbij in de modellen nergens een manier is om te verdisconteren dat intensiever gebruik van een gebouw misschien wel leidt tot een hoger energiegebruik, maar ook tot energiebesparing: omdat dit gebruik met meer mensen wordt gedeeld.

In een vergelijking met het energiekompas van de locaties van Rijkswaterstaat werd WEi-score afgezet tegen het energielabel. Daar zaten onverwachte uitschieters bij. Waar met een goed label (A of beter) het energiegebruik soms 2x hoger dan verwacht was. Dat bleken voor een deel 24 uurs-locaties te zijn.³⁶ Zo zijn

er ook locaties die minder energie gebruiken dan je zou verwachten. Sommige zijn onbemande posten met een kantoorfunctie.

Helaas is er geen publieke bron voor dit overzicht waarin ruim 150 locaties geplot werden in een overzicht met horizontaal het energielabel (pre-use energiegebruik per m²) en vertikaal het werkelijk energiegebruik per m². Het Energiekompas kan gebouwen uit een portefeuille of groep op deze manier tegen elkaar afzetten. In dit geval werd heel zichtbaar dat gebouwen met een slecht energielabel een onverwacht laag energiegebruik kunnen hebben en andersom. Dit leert dat de – huidige – focus op het energielabel van gebouwen niet vanzelf tot de juiste prioriteiten voor verduurzaming leidt. Navraag leerde dat in het gebruik wel een grond of excuus voor de afwijkingen werd gevonden, maar er nog geen methode is om het energiegebruik op grond van de verblijfsuren te vergelijken. Dat kan deze methode toevoegen.

Er zijn ook uitzonderingen

Natuurlijk zijn er gebouwen waar de vergelijking geen zin heeft. Denk aan koelhuizen, geconditioneerde ruimten voor bijvoorbeeld musea en opslag van goederen.

In veel gevallen is voor deze ruimten wel een WEii-score te maken, maar vallen deze ruimten buiten het labelplichtig oppervlak. Voor het energielabel is het belangrijk dat ruimten in beginsel geschikt zijn (gemaakt) voor menselijk verblijf. Ruimten die primair voor iets anders geconditioneerd zijn, zijn niet labelplichtig. Sterker nog: er is geen gebruiksfunctie gedefinieerd (en ook niet te bepalen) die hierop kan worden toegepast.

Labelplichtig zijn gebouwen of ruimten die geschikt gemaakt zijn voor menselijk verblijf. Dat is ook zichtbaar in de 11 gebruiksfuncties die het energielabel kent.

Een andere uitzondering op de labelplicht geldt voor gebouwen met een monumentale status. Die uitzondering is om een andere reden: primair vanwege de grote afwijkingen in de default kwalificaties van de thermische schil. En secundair omdat deze gebouwen in een heel aantal gevallen anders gebruikt worden. Veel monumenten hebben relatief veel onbenutte en daarmee onverwarmde ruimten (bijvoorbeeld grote zolders van woningen). Daardoor verschillen de uitgangspunten van gebruik volgens het energielabel fundamenteel van het werkelijk gebruik.

In die gevallen is toch een analyse te maken van de WEii en WEii_{verblijf} en die vergelijking houdt ook stand zonder dat er een energielabel bekend is.

Zo is het ook interessant om het energiegebruik van bijvoorbeeld kerkgebouwen te vergelijken eerst op oppervlakte (WE_{ii}) dan op verblijfsuren (WE_{ii}_{verblijf}). Datzelfde geldt voor scholen, publieke gebouwen, theaters etc.

De eerste stap is bekendheid met de vergelijkende getallen. Daarna is het mogelijk om erop te sturen, zoals er nu ook op het energielabel en op het werkelijk energiegebruik van een gebouw wordt gestuurd.

De waarde van normering van gebruik per verblijfsuur

Het is een nieuwe methode. De vraag is of we direct tot een norm kunnen komen. Belangrijk van een norm zijn twee zaken:

1. Een referentiepunt
2. Uniformiteit

Het referentiepunt, dat is de basis die voor wonen hier is uitgewerkt. Daar zijn de drie referentiepunten geweest: Werkelijk Energieneutrale Gebouwen (WENG), Paris-proof (-67%) en het huidige gemiddelde.

Dat zijn goed vast te stellen punten, aan de hand waarvan een schaalverdeling mogelijk is. De beweging is in alle gevallen richting energiebesparing, waarbij het dus goed is dat de schaalverdeling *onder* het gemiddelde meer schalen heeft dan de schaalverdeling *boven* het gemiddelde (daar is alleen onzuinig en zeer onzuinig).

De verdeling over de schalen en het daaraan koppelen van labelletters is met deze vaste punten verder redelijk arbitrair en niet veel meer dan een prescriptieve vastlegging van de norm.

Uniformiteit is deze situatie bereikt met een uniforme vaststelling van de hoeveelheid energie (kWh per jaar), daar sluiten we aan bij de WE_{ii}-score. De noemer is hier gevormd door een ander uniform getal: Het aantal aanwezige personen vermenigvuldigd met de duur van hun aanwezigheid in uren. Over de manieren om dat vast te stellen is te discussiëren, zeker als dit getal benaderd wordt omdat er (doorgaans) geen gesloten aanwezigheidsmonitoring is.

Het vastleggen van de norm, nu voor wonen, maar later ook voor de verschillende gebruiksfuncties in de utiliteitsbouw, is van belang om de getallen van verschillende gebouwen vergelijkbaar te maken én om de getallen van verschillende jaren van één gebouw vergelijkbaar te maken.

Voor woningen maakt de WE_{ii}-score een onderscheid in de energieklassen tussen grondgebonden woningen en appartementen. Appartementen zijn gemiddeld iets kleiner en mogen per m² iets meer energie gebruiken voor dezelfde labelklasse.

Voor verblijfsuren (wonen als activiteit), maakt het niet uit of het een appartement of grondgebonden woning betreft. Het gaat om het aantal verblijfsuren. Aan die beide eisen wordt op deze manier voldaan.

Objectieve waarde bij een niet objectieve norm

Ik heb eerder geconstateerd dat anders dan bijvoorbeeld de metrage van een gebouw de verblijfsuren niet altijd eenduidig zijn vast te stellen. De vraag is of dat een probleem is?

Het zou makkelijk zijn als er een eenvoudige uniforme methode zou zijn om de uren vast te stellen. Ik heb daarvoor de basis gelegd in de basismethode voor wonen en de detailmethode voor alle gebruiksfuncties door elkaar.

Een groot pluspunt van de WEii is dat deze heel veel eenvoudiger is vast te stellen dan het energielabel. Daarom was het van belang om voor wonen ook een eenvoudige methode te bepalen. Het precies bepalen van het aantal uren zou misschien wel in extrema leiden tot de vereiste van een systeem om dat bij te houden. Daarmee sluit deze norm zich af voor een eenvoudige, uniforme en ook heel zinvolle vergelijking. Nadeel is dat er verschillen zijn tot de werkelijkheid: er zijn huizen waar altijd gasten zijn, er zijn huizen waar mensen meer weg zijn. Hoe groter het beleefde verschil ten opzichte van de norm, hoe meer aanleiding om een maatwerkberekening van uren te doen. Dat is de eerste keer vaak het meeste werk, daarna kan het makkelijker worden bijgehouden.

Altijd zullen er verschillen zijn tussen de werkelijke uren en de opgenomen uren. De bedoeling is dat die verschillen beperkt zijn, zodat de vergelijkingswaarde overeind blijft. Daarmee denk ik dat als uitgangspunt het zoeken naar een eenvoudige basismethode per gebruiksfunctie zinvol is, zodat snel een reële inschatting van het aantal verblijfsuren als grondslag voor de berekening van de norm kan dienen.

Samenvatting

De WEi-verblijf-score richt zich specifiek op de relatie tussen gebouwgebruik en energie-efficiëntie, waarbij intensiever gebruik van een gebouw wordt meegenomen in de beoordeling. Dit kan leiden tot een eerlijkere verdeling van energiegebruik per persoon. Een belangrijk voordeel van de WEi-verblijf-score is dat het onverwachte inzichten kan opleveren bij de vergelijking van gebouwen. Bijvoorbeeld, gebouwen met een goed energielabel kunnen een hoog werkelijk energiegebruik hebben door intensief gebruik, terwijl gebouwen met een minder goed label juist lager kunnen scoren. Het gebruik van deze score maakt het mogelijk om dergelijke afwijkingen inzichtelijk te maken en beter te begrijpen.

De waarde van normering per verblijfsuur ligt in twee belangrijke pijlers: referentiepunten en uniformiteit. Referentiepunten zijn essentieel om een

schaalverdeling op te baseren, en deze norm maakt gebruik van drie niveaus: Werkelijk Energieneutrale Gebouwen (WENG), de Paris-proof doelstelling (–67% van het huidige gemiddelde), en het huidige gemiddelde energieverbruik van 1,0 kWh per verblijfsuur. Uniformiteit wordt bereikt door een consistente berekening van energieverbruik in kWh per jaar en verblijfsuren, gebaseerd op het aantal personen en hun aanwezigheid in uren. Dit maakt het mogelijk om cijfers tussen verschillende gebouwen en tussen verschillende jaren van hetzelfde gebouw te vergelijken.

Dat verblijfsuren niet altijd objectief vast te stellen zijn is (nog) een beperking, tegelijk biedt de basismethode voor verblijfsuren een eenvoudige en werkbare oplossing voor woningen (en op termijn utiliteitsgebouwen). Deze methode maakt gebruik van aannames, zoals een gemiddelde van 6000 verblijfsuren per persoon per jaar voor woningen. Voor complexere situaties kan de detailmethode worden toegepast, die meer nauwkeurigheid biedt door specifieke gegevens te gebruiken.

De WEiiverblijf voegt een unieke dimensie toe aan bestaande beoordelingsmethoden door het gebruik van gebouwen direct te koppelen aan energie-efficiëntie van het gebruik. Het maakt afwijkingen inzichtelijk die niet verklaard kunnen worden door alleen het energielabel of de WEii-score.

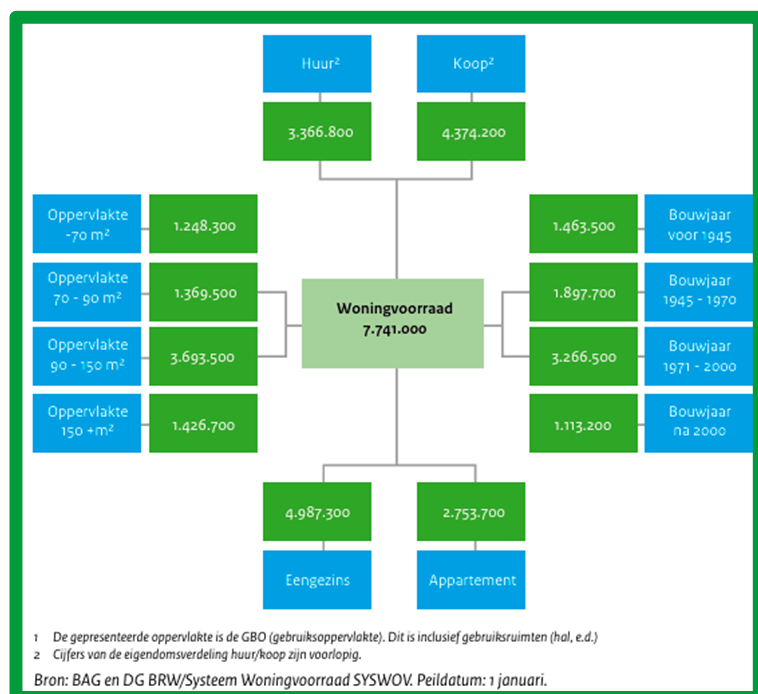
➤ Hoofdstuk 9 Analyse energiegebruik per uur van woningen

In dit hoofdstuk gaan we kijken of de WEi_{verblijf} in het algemeen een onderscheidend inzicht geeft over het werkelijk energiegebruik van woningen ten opzichte van de WEi-score.

Het was mooi geweest om aan de hand van werkelijke data van woningen (WEi-scores) een aantal veronderstellingen te doen over hoe intensief deze woningen bewoond zouden worden. Dat gaat helaas niet, omdat er te weinig afgegeven certificaten voor woningen zijn, waarmee het kader ontbreekt om specifiek voor woningen op basis van een steekproef een vergelijking te maken. Met drie bronnen is op een andere manier een vergelijking te maken:

1. Gemiddeld werkelijk energiegebruik van modelwoningen (RVO onderzoek)
2. WEi protocol 3.0 voor WEi-score van deze woningen.
3. Data samenstellingen huishoudens van het CBS

Er is een mooi overzicht met een indeling in vier dimensies van de gehele woningvoorraad:



Figuur 10 Overzicht woningvoorraad in eigendom, oppervlakte, bouwjaar en grondgebonden/appartement

51 typen modelwoningen met gemiddelde energiegegevens

Alle permutaties uit de bovenstaande figuur vergelijken levert een te grote diversiteit op. Een andere goede bron voor de vergelijking van verschillende woningen is het rapport Voorbeeldwoningen 2022 bestaande bouw³⁷. Dit rapport werkt als een theoretische onderlegger voor veel voorkomende combinaties van geometrische, bouwkundige en installatietechnische eigenschappen. Deze zijn onderzocht en beschreven net als het energiegebruik en de procentuele verdeling van de energielabels in deze verschillende verzamelingen.

Het onderzoek maakt een hoofdingeling naar 8 verschillende woningtypen:

1. Vrijstaande woning
2. 2 onder 1 kap woning
3. Rijwoning tussen
4. Rijwoning hoek
5. Maisonnetwoning
6. Galerijwoning
7. Portiekwoning
8. Flatwoning

Om een beeld te geven van de omvang van het onderzoek en de gehele indeling dit overzicht.

Tabel 3 Aantallen per woningtype uit Voorbeeldwoningen 2022 in WoON2018.

Bouwperiode	vrijstaande woning	2 onder 1 kap	rijwoning hoek	rijwoning tussen	maisonnette	galerij	portiek	flat	TOTAAL
< 1965	240	184	171	343	150	45	248	25	1.406
< 1946	157	104	84	203	115	10	132	16	821
1946 - 1964	83	80	87	140	35	35	116	9	585
1965 - 1974	93	64	143	222	7	145	62	30	766
1975 - 1991	173	151	222	367	54	78	105	53	1.203
1992 - 2005	143	96	70	156	27	91	56	94	733
2006 - 2014	38	30	21	63	7	70	24	61	314
2015-2018	12	8	10	25	1	11	5	12	84
TOTAAL	699	533	637	1.376	246	440	500	275	4.506

Figuur 11 als afbeelding overgenomen uit: Rapport Voorbeeldwoningen 2022, pag 9.

Van de meergezinswoningen (gestapelde bouw) zijn er nog weer subtypes: omdat er significante verschillen zijn afhankelijk van de ligging van een appartement: een appartement op de bovenste verdieping op een hoek heeft tot 10x zoveel verliesoppervlak als een woning in een tussenlaag met aan beide zijden (warme) burens. Totaal leidt het tot een nadere verdeling van de 51 voorbeeldwoningen in 251 subtypen. Dit onderscheid is wel interessant, maar niet voor de vergelijking van de analyse die we in dit hoofdstuk gaan maken, daarom laat ik het hier buiten beschouwing.

³⁷ [Voorbeeldwoningen 2022 | bestaande bouw](#), in opdracht van MIN BZK, door RVO,

Van elk van deze woningtypen zijn periodes met grote overeenkomsten genomen als subcategorieën, meest volgen deze de wijzigingsmomenten van het bouwbesluit omdat dit zeer bepalend is geweest voor het toepassen van energetische verbeteringen (eerst met name bouwkundig, recenter ook met betrekking tot ventilatie en installaties).

4 modelwoningen

Ik heb van de 51 voorbeeldwoningen een selectie gemaakt van 4 modelwoningen waar in het onderzoek voldoende data van is en die verschillend zijn van aard en bouwperiode.

1. Flatwoning uit 1992-2005
2. Portiekwoning van voor 1965
3. Tussenwoning van voor 1946
- En ter vergelijking: Tussenwoning van 2015-2018
4. Vrijstaande woning uit 1975-1992

Van deze modellen zijn veel woningen onderzocht en vergeleken. Belangrijk is te vermelden dat de gegevens van deze woningen gemiddelden betreffen. Gemiddelden, waarvan de onderliggende getallen met renovaties en verduurzaming van (een deel van) deze woningen tot een steeds grotere verscheidenheid leiden. Ook dat laat ik hier buiten beschouwing, omdat het gaat om de vraag of het onderzoeken van energiegebruik naar verblijfsuur een zinvolle aanvulling is.

Kengetallen

In dit rapport ga ik uit van de kengetallen, bij werkelijke energie staat 'warmtebehoefte in kWh'. Het lijkt daarmee dat het elektriciteitsgebruik voor zover dat niet voor verwarming is niet is meegerekend. Dat is natuurlijk wel relevant, maar het elektriciteitsgebruik maakt in energie (Gigajoules of kWh) minder uit dan in kosten en dat komt omdat 1 m³ gas ongeveer 5x de prijs heeft van een kWh en bijna 10x de hoeveelheid energie bevat.

Ik hanteer een opslag voor de totale energie afgeleid van gemiddelden volgens het CBS³⁸:

³⁸ [Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's | CBS](#)

<u>Woningtype</u>	<u>gem. gasgebruik m3</u>	<u>gem. elektrici- teitsgebruik in kWh</u>	<u>Energie in kWh</u>	<u>Elek/totaal x 100%</u>
<u>Appartement</u>	<u>660</u>	<u>1.930</u>	<u>8398</u>	<u>23%</u>
<u>Tussenwoning</u>	<u>920</u>	<u>2.670</u>	<u>11686</u>	<u>23%</u>
<u>Hoekwoning</u>	<u>1.090</u>	<u>2.810</u>	<u>13492</u>	<u>21%</u>
<u>Twee-onder- een-kap</u>	<u>1.270</u>	<u>3.160</u>	<u>15606</u>	<u>20%</u>
<u>Vrijstaande woning</u>	<u>1.650</u>	<u>3.960</u>	<u>20130</u>	<u>20%</u>

Figuur 12 Woningtypen met gemiddeld energiegebruik en percentage gebruik elektriciteit (niet verwarming)

In dit overzicht is zichtbaar dat het percentage energie dat niet verwarming is niet veel verschilt, de totale energie afgeleid van de warmtebehoefte is dan 100/80 * warmte in kWh.

Basisgegevens verschillende woningtypen uit verschillende bouwjaren

Hieronder volgt een opsomming van de overgenomen basisinformatie van 4 (van de 51) woningtypen, waar we de verdere analyses mee zullen doen om te beoordelen wat de meeste impact op duurzaam wonen heeft: woningtype, energielabel of het aantal personen in een huishouden.

Flatwoning uit 1992-2005

De basisinformatie van deze voorbeeldwoning is als volgt (gemiddelden):

Algemeen	
gebruiksoppervlakte (m ²)	91,98
gebouwtype	meergezinswoning
uitvoeringsvariant	hele gebouw
gebouwhoogte (m)	15,00
vormfactor*	0,89
* vormfactor = verliesoppervlakte/gebruiksoppervlakte - bij meergezinswoningen is de vormfactor berekend op basis van de gemiddelde woning in het bouwblok	

ENERGIEPRESTATIE	
standaard (kWh/m ²)	45,0
warmtebehoefte (kWh/m ²)	75,9
* warmtebehoefte berekend op basis van rekenkundig gemiddelde van alle subtypen per voorbeeldwoning	

Figuur 13 Flatwoning uit 1992-2005 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag. 134 e.v.

Portiekwoning van voor 1965

Algemeen	
gebruiksoppervlakte (m ²)	67,00
gebouwtype	meergezinswoning
uitvoeringsvariant	hele gebouw
gebouwhoogte (m)	12,00
vormfactor*	1,24
* vormfactor = verliesoppervlakte/gebruiksoppervlakte - bij meergezinswoningen is de vormfactor berekend op basis van de gemiddelde woning in het bouwblok	

ENERGIEPRESTATIE	
standaard (kWh/m ²)	55,7
warmtebehoefte (kWh/m ²)	154,2
* warmtebehoefte berekend op basis van rekenkundig gemiddelde van alle subtypen per voorbeeldwoning	

Figuur 14 Portiekwoning van voor 1965 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag. 134 e.v.

Tussenwoning van <1946 en 2015-2018

Bouwjaar voor 1946:

Algemeen	
gebruiksoppervlakte (m ²)	108,96
gebouwtype	eengezinswoning met kap
uitvoeringsvariant	tussen
gebouwhoogte (m)	9,00
vormfactor*	1,46
* vormfactor = verliesoppervlakte/gebruiksoppervlakte - bij meergezinswoningen is de vormfactor berekend op basis van de gemiddelde woning in het bouwblok	

ENERGIEPRESTATIE	
standaard (kWh/m ²)	107,8
warmtebehoefte (kWh/m ²)	160,7

Figuur 15 Tussenwoning van voor 1946 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag. 134 e.v.

Bouwjaar tussen 2015-2018:

Algemeen	
gebruiksoppervlakte (m ²)	117,00
gebouwtype	eengezinswoning met kap
uitvoeringsvariant	tussen
gebouwhoogte (m)	9,00
vormfactor*	1,47
* vormfactor = verliesoppervlakte/gebruiksoppervlakte - bij meergezinswoningen is de vormfactor berekend op basis van de gemiddelde woning in het bouwblok	

ENERGIEPRESTATIE	
standaard (kWh/m ²)	62,0
warmtebehoefte (kWh/m ²)	68,8

Figuur 16 Tussenwoning van voor 2015-2018 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag. 134 e.v.

Vrijstaande woning uit 1975-1992

ALGEMEEN	
gebruiksoppervlakte (m ²)	161,00
gebouwtype	eengezinswoning met kap
uitvoeringsvariant	vrijstaand, pultdak
gebouwhoogte (m)	9,00
vormfactor*	2,18
* vormfactor = verliesoppervlakte/gebruiksoppervlakte - bij meergezinswoningen is de vormfactor berekend op basis van de gemiddelde woning in het bouwblok	

ENERGIEPRESTATIE	
standaard (kWh/m ²)	90,3
warmtebehoefte (kWh/m ²)	157,3

Figuur 17 Vrijstaande woning uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag. 134 e.v.

WEii-scores van deze 5 voorbeeldwoningen

In de onderstaande tabel staan achtereenvolgens van 5 (van de 51) combinaties van woningtype en bouwjaarklasse, het oppervlakte in m², de warmte in kWh/m². Daarna de totale energie per jaar (oppervlakte * warmte * 100/80)

Om een beeld te geven van het gebruik dat hierbij hoort, heb ik een voorbeeld verhouding van gas en kWh voor de modelwoning berekend. Dat is een theoretisch en gemiddeld equivalent van de energie in kWh/jr.

Daartussen staat de WEii-score in kWh/m² *jaar.

Type	Bouwjaar	opp	warmte	Energie	WEii-sc	equiv.	equiv.	med.
eenheid	jr	m ²	kWh/m ²	kWh/jr	kWh /m ²	G m3	E kWh	EP-W
Flatwoning	1992-2005	92	76	8740	95	743	1457	A
Portiekwon.	<1965	67	154	12898	192,5	1097	2150	C-D
tussenwoning	<1946	109	161	21936	201,25	1865	3656	C-D
tussenwoning	2015-2018	117	69	10091	86,25	858	1682	A
vrijstaand	1975-1992	161	157	31596	196,25	2687	5266	C

Figuur 18 Overzicht basisgegevens 5 woningtypen met energiegebruik en kwalificeringen

In de onderstaande tabel zijn de kwalificaties van de WEii en de energieprestatie naast elkaar gezet.

Met het gebruik van de labelkleuren is een verschil in kwalificatie van verschillende methoden direct zichtbaar.

De WEii en het energielabel wijken in individuele gevallen altijd af. De verwachting zou kunnen zijn dat gemiddelden dit verschil verkleinen. Dat effect valt eigenlijk tegen. In de onderstaande tabel is het WEii label afgezet tegen het energielabel, waarbij helder is dat voor deze 5 typen het werkelijk energiegebruik een lagere kwalificatie krijgt dan het energielabel. De labels verschillen *gemiddeld* van A tot D, waar de WEii-score *gemiddeld* niet beter dan zuinig is (waar Paris-proof de norm is voor 2030).

<u>type</u>	<u>bi</u>	<u>WEii-sc</u>	<u>Weii</u>	<u>Weii</u>	<u>med.</u>	<u>energie</u>
<u>omschrijving</u>	<u>jr</u>	<u>kWh/m2</u>	<u>klasse</u>	<u>label</u>	<u>EP-W</u>	<u>label</u>
<u>Flatwoning</u>	<u>1992-2005</u>	<u>95</u>	<u>zuinig</u>		<u>A</u>	
<u>Portiekwoning</u>	<u><1965</u>	<u>192,5</u>	<u>zr onzuinig</u>		<u>C-D</u>	
<u>tussenwoning</u>	<u><1946</u>	<u>201,25</u>	<u>onzuinig</u>		<u>C-D</u>	
<u>tussenwoning</u>	<u>2015-2018</u>	<u>86,25</u>	<u>zuinig</u>		<u>A</u>	
<u>vrijstaand</u>	<u>1975-1992</u>	<u>196,25</u>	<u>onzuinig</u>		<u>C</u>	

Figuur 19 vergelijking 5 woningtypen met WEii-score en energielabel

Deze verschillen zijn al interessant, de vraag is nu of er significante verschillen in het oordeel komen als het gebruik van een woning naast per m² ook per gebruiksuur wordt weergegeven. In dit geval maken we bij deze gemiddelden van modelwoningen ook gebruik van model huishoudens.

In de onderstaande tabel is de WEii_{verl} berekend aan de hand van voorbeeldgroottes van huishoudens: respectievelijk 1, 2, 2,5, 4 en 6 personen. Bij type en bouwjaar van de modelwoningen is de werkelijke gebruikte hoeveelheid energie gedeeld door 6000 uur per persoon. Ter herinnering: gemiddeld energiegebruik van de gebouwde omgeving is op dit moment is 1 kWh/uur. Gemiddeld is gekoppeld aan de licht oranje kleur.

De eerste blik laat al zien wat het effect op de gezinsgrootte is op de duurzaamheid: als het aantal mensen (uren) stijgt, daalt de WEii hard.

type	bouwjaar	1		2		2,5		4		6	
		pers.	W _{ur}	pers.	W _{ur}	pers.	W _{ur}	pers.	W _{ur}	pers.	W _{ur}
omschrijving	jr	tot/u	label	tot/u	label	tot/u	label	tot/u	label	tot/u	label
Flatwoning	1992-2005	1.5		0.7		0.6		0.4		0.2	
Portiekwoning	<1965	2.1		1.1		0.9		0.5		0.4	
tussenwoning	<1946	3.7		1.8		1.5		0.9		0.6	
tussenwoning	2015-2018	1.7		0.8		0.7		0.4		0.3	
vrijstaand	1975-1992	5.3		2.6		2.1		1.3		0.9	

Figuur 20 vergelijking 5 woningtypen met 1, 2, 2,5, 5 en 6 bewoners en het effect op de WE_{ii}_{verblijf}

Analyse verschillen Energielabel, WE_{ii}-score en WE_{ii}_{verblijf}

Energielabel en WE_{ii}-score

Woningen met een beter label hebben een betere WE_{ii}-score en per persoon scoort de WE_{ii}_{verblijf} dan ook beter. Dat is voorspelbaar: de teller (kWh) blijft gelijk, en de noemer daalt. Interessant is om te zien dat de tussenwoning van voor 1946 met 2 bewoners een vergelijkbare hoeveelheid energie gebruikt per uur als de tussenwoning van na 2015.

WE_{ii}-score en WE_{ii}_{verblijf}

Een paar zichtbare ontwikkelingen in de WE_{ii}_{gebruik} zijn:

- Meer bewoners leidt direct tot een (veel) beter oordeel qua duurzaamheid.
- Je zou zo kunnen zeggen dat investeren in het medegebruik van woningen een goed alternatief is voor het investeren in verduurzaming.
- Voor alle typen woningen geldt dat eenpersoonshuishoudens op z'n minst onzuinig zijn. Voor huishoudens met twee personen, is het energiegebruik per persoon voor alle woningtypen uit deze steekproef, behalve de vrijstaande woning al gemiddeld of beter (<1,8 kWh/uur)
- Gezinnen (4 personen) gebruiken aanzienlijk minder energie dan gemiddeld, waar er ook nog ruimte is voor verduurzaming.

Het effect omvang huishoudens op het energiegebruik

In het bovenstaande ga ik uit van gemiddeld energiegebruik. Het is verleidelijk om te denken dat de samenstelling van het huishouden veel invloed heeft op het energiegebruik, maar dat verband is beperkt. Hierover zijn weinig concrete cijfers te vinden. Een aardige bron is Milieu Centraal, waarin huizen van 1 en 2 of meer bewoners worden vergeleken³⁹.

Van nieuwe woningen zijn wel cijfers, maar niet waarmee 1 persoons huishoudens met huishoudens met 2 en meer kunnen worden vergeleken. Zichtbaar uit deze

³⁹ [Gemiddeld energieverbruik in Nederland | Milieu Centraal](#). Milieucentraal verwijst hier naar een bron van het CBS, maar de informatie over aantal personen heb ik niet daartoe kunnen herleiden. Ik neem deze afgeleide gegevens aan als voorbeeld.

gegevens is de trend dat eenpersoons huishoudens zo'n 20% minder energie gebruiken. Hoe groter de woning, hoe kleiner het verschil.

Type woning	1 bewoner Gem. Gasgebr. 2022	1 bewoner Gem. E. gebr. 2022	2 of meer bewoners Gem. Gasgebr. 2022	2 of meer bewoners Gem. E. gebr. 2022	Verskil totaal [1-(Energie 1 persoons/2 of meer)]
Appartement (<1992)	730 m ³	1510 kWh	910 m ³	2210 kWh	-23%
Woning <100 m ² (<1992)	920 m ³	1590 kWh	1080 m ³	2610 kWh	-19%
Woning 100-150 m ² (<1992)	1100 m ³	1880 kWh	1220 m ³	2990 kWh	-15%

Tabel 4 gemiddeld energiegebruik van woningtypen en bewonersaantallen volgens Milieu Centraal.

Marginaal gebruik van een bewoner

De analyse levert op dat waar we steeds rekenen met energie per vierkante meter, deze overzichten helder maken dat elk nieuw huishouden een soort basisgebruik heeft dat afhankelijk is van de grootte, de thermische schil en de installaties. De vraag is wat het marginaal gebruik is van een bewoner?

Een direct effect van elke bewoner is op het gebruik van warm water: gemiddeld gebruiken Nederlanders zo'n 60-80 m³ gas (dat is 600-800 kWh energie) voor warm water. Ook koken en verwarming is iets meer bij meer bewoners, maar tegelijk is aan de tabel van Milieu Centraal af te leiden dat in de vergelijking van een onzuinig huis (1992) het verschil in energiegebruik voor grotere huishoudens beperkt hoger is, waar het aantal bewoners voor meerpersoonshuishoudens⁴⁰ zo rond de 2,5 zal liggen.

Om te voorkomen dat de broncijfers hiermee worden gemoduleerd en het model minder doorzichtig wordt, heb ik hierboven de huishoudens aan de hand van het gemiddeld energiegebruik vergeleken los van de samenstelling. Je zou indicatief kunnen stellen dat eenpersoonshuishoudens gemiddeld 10% minder energie, tweepersoonshuishoudens gemiddeld, 2,5 persoons 10% meer energie, 4 persoons 15% meer en 6 personen 20% meer energie gebruiken. Dat de verschillen zo klein zijn, komt omdat energie voor verwarming zo'n 85% van het geheel is. Koken gebruikt wel energie (maar in slechts korte tijd): dit is doorgaans niet meer 5% van het gasgebruik. En koken voor meer mensen vraagt gemiddeld slechts iets meer energie dan voor één persoon. Nederlanders gebruiken gemiddeld zo'n 60 m³ (600 kWh) gas per jaar voor warm water. Bij 4 personen is dat zo'n 240 m³ per jaar, dus

⁴⁰ Gemiddelde grootte huishouden is kleiner, maar als de eenpersoonshuishoudens eraf zijn, komt de gemiddelde grootte van een huishouden rond de 2,5 uit.

180 m³ meer dan voor 1 persoon (op een gemiddelde bij een kleine woning van zo'n 1000 m³). Elektriciteit is ook voor een deel persoonsgebonden en voor een deel woninggebonden. Waarbij het persoonsgebonden deel bij kleinere woningen kleiner is dan in grotere woningen.

Een gedegen onderzoek wat het meergebruik van energie is van een tweede, derde en vierde persoon in een huishouden zou interessante informatie opleveren.

Onderbouwing effect omvang huishoudens op energiegebruik

Het effect op de warmtebehoefte van een woning is beperkt, direct effect van het aantal personen van een huishouden op de energiebehoefte is middels:

- Warm water (600 kWh/persoon)
- Elektriciteit (600 kWh/persoon)

Totaal gemiddeld zo'n 1200 kWh, voor kleinere woningen ligt dit iets lager, voor grotere woningen lijkt het iets hoger. Daarom ga ik uit dat ten opzichte van het gemiddelde huishouden, een eenpersoons huishouden zo'n 10% minder en een 2,5 persoons huishouden zo'n 10% meer energie gebruikt. 4 persoons zo'n 15% meer en 6 persoons zo'n 20% meer. Tot er onderzoek naar het effect is gedaan, zijn dit niet meer dan ruwe schattingen.

De energie van een meerpersoonshuishouden is fractie hoger, waar het aantal gebruiksuren lineair met bewoners groeit.

In de volgende twee tabellen is zichtbaar dat dit slechts voor 3 combinaties van woningtype en aantal mensen tot een ander WEii_{verblijf} label leidt, de andere 12 categorieën behouden dezelfde classificatie.

In deze tabel zet ik eerst eenpersoons en tweepersoonshuishoudens met het (voor eenpersoons) gecorrigeerde energiegebruik af tegen het WEii-score label en het energielabel (EP-W). En daarna de grotere huishoudens: 2,5, 4 en 6 persoons met het gecorrigeerde gebruik.

Vergelijking WEii-score, EP-W, WEii_{gebruik} van 1 en 2 persoons huishoudens

<u>type</u>	<u>bj</u>	<u>opp</u>	<u>WEii</u>	<u>med.</u>	<u>energie</u>	<u>1</u>	<u>W</u>	<u>2</u>	<u>W</u>
				<u>EP-</u>		<u>pers.</u>	<u>gebr.</u>	<u>pers.</u>	<u>gebr.</u>
<u>omschrijving</u>	<u>jr</u>	<u>m2</u>	<u>label</u>	<u>W</u>	<u>label</u>	<u>tot/u</u>	<u>label</u>	<u>tot/u</u>	<u>label</u>
<u>Flatwoning</u>	<u>1992-2005</u>	92		A		1.3		0.7	
<u>Portiekwoning</u>	<u><1965</u>	67		C-D		1.9		1.1	
<u>tussenwoning</u>	<u><1946</u>	109		C-D		3.3		1.8	
<u>tussenwoning</u>	<u>2015-2018</u>	117		A		1.5		0.8	
<u>vrijstaand</u>	<u>1975-1992</u>	161		C		4.7		2.6	

Figuur 21 WEii-score met WEii_{verblijf} van 1 en 2 persoons huishoudens

Vergelijking WEii-score, EP-W, WEii_{gebruik} van 2,5, 4 en 6 persoons huishoudens

<u>type</u>	<u>bj</u>	<u>opp</u>	<u>WEii</u>	<u>med.</u>	<u>energie</u>	<u>2,5</u>	<u>W</u>	<u>4</u>	<u>W</u>	<u>6</u>	<u>W</u>
				<u>EP-</u>		<u>pers.</u>	<u>gebr.</u>	<u>pers.</u>	<u>gebr.</u>	<u>pers.</u>	<u>gebr.</u>
<u>omschrijving</u>	<u>jr</u>	<u>m2</u>	<u>label</u>	<u>W</u>	<u>label</u>	<u>tot/u</u>	<u>label</u>	<u>tot/u</u>	<u>label</u>	<u>tot/u</u>	<u>label</u>
<u>Flatwoning</u>	<u>1992-2005</u>	92		A		0.6		0.4		0.3	
<u>Portiekwoning</u>	<u><1965</u>	67		C-D		0.9		0.6		0.4	
<u>tussenwoning</u>	<u><1946</u>	109		C-D		1.6		1.1		0.7	
<u>tussenwoning</u>	<u>2015-2018</u>	117		A		0.7		0.5		0.3	
<u>vrijstaand</u>	<u>1975-1992</u>	161		C		2.3		1.5		1.1	

Figuur 22 WEii-score met WEii_{verblijf} van 2,5, 4 en 6 persoons huishoudens

Conclusies duurzaamheid EP, WEii-score en WEii_{gebruik}

Er is veel over te zeggen. Op de verschillen tussen de berekende energiebehoefte (energielabel) en werkelijke energiebehoefte ben ik eerder al in gegaan. De overeenkomst bij beide is dat de formule in beginsel gelijk is: het quotiënt van energie en oppervlakte (kWh/m²).

Eerder heb ik al geconcludeerd dat het een eigenaardige situatie is dat een grotere woning proportioneel meer energie mag gebruiken, en dan toch dezelfde kwalificatie in het energielabel krijgt.

Nu komt daar bij dat energiegebruik bij meerpersoonshuishoudens veel minder snel stijgt dan het aantal gebruiksuren. De ontwikkeling naar steeds meer eenpersoonshuishoudens, betekent dat daardoor versnelt en versterkt verduurzaamd moet worden. Andersom is dat ook te beschrijven: als in de toekomstige woningbehoefte zal worden voldaan, komen er een miljoen woningen bij tot 2030⁴¹. Dat zal niet uitvoerbaar zijn, maar wordt wel wenselijk geacht: er wordt gesproken over de woningbouwopgave: 13% meer woningen (en 15-18% meer woonoppervlak) is met de huidige norm dat *bijna energieneutraal*

⁴¹ <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2023/07/12/woningbouwopgave-stijgt-naar-981.000-tot-en-met-2030>

*gebouwd*⁴² moet worden niet het probleem. Verkleining van huishoudens is voor energiebesparing in de gebouwde omgeving wel een probleem: daarmee stijgt het energiegebruik van nieuwe woningen én van bestaande woningen en daarmee de energie van de gebouwde omgeving.

Een aantal andere conclusies op basis van de vergelijkende cijfers:

1. Meerpersoonshuishoudens zijn efficiënter: zelfs een gemiddelde vooroorlogse tussenwoning (109 m²) komt met een energielabel C of D (dus voor verduurzaming) voor een gezin rond het gemiddelde gebruik uit.
2. Eenpersoons huishoudens gebruiken bovengemiddeld veel energie, het energielabel beïnvloedt de score, maar in geen van de voorbeeldwoningen komt dit in de buurt van het gemiddelde per persoon. Het loopt bij vrijstaande woningen op tot meer dan 5x het gemiddelde gebruik per persoon.
3. Met uitzondering van de vrijstaande woning geldt voor deze geanalyseerde modelwoningen dat het energiegebruik per persoon gemiddeld of minder is.
4. De Paris-proof doelstelling dat gebouwen (ook woningen) gemiddeld zo'n 70% energie besparen, kan door een grote verduurzamingsopgave van minstens 3 labelstappen. Een alternatief met het zelfde effect per persoon is als een huis met 3 personen in plaats van 1 persoon bewoond wordt.
5. De bestaande normen zetten aan tot vermindering van energie per oppervlakte, maar niet tot minder oppervlakte per persoon.

⁴² [BENG-eisen treden van 1 januari 2021 in werking | Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl](#)

➤ Hoofdstuk 10 Is energie per uur maatschappelijk relevant?

Conclusies over WEii_{verblijf} als aanvulling op het energielabel en de WEii-score

De huidige methodes, zoals de NTA 8800 en de WEii, richten zich primair op de technische prestaties van gebouwen en houden onvoldoende rekening met het daadwerkelijke gebruik. Dit laatste hoofdstuk brengt de belangrijkste bevindingen van energie gemeten naar verblijfsuren (WEii_{verblijf}) samen en biedt maatschappelijke inzichten die kunnen bijdragen aan een betere benadering van duurzaamheid in de gebouwde omgeving. Zeven belangrijke conclusies en bevindingen op basis van dit onderzoek en deze analyse.

1. Energiegebruik is geen eigenschap van gebouwen, maar van verblijf

Een belangrijk misverstand in het duurzaamheidsdebat is dat energiegebruik wordt gezien als een intrinsieke eigenschap van gebouwen. In werkelijkheid wordt energie gebruikt voor het verblijf van mensen in gebouwen. De analyses in dit rapport benadrukken dat het verduurzamen van verblijven een cruciale volgende stap is.

Een gebouw kan technisch duurzaam zijn, maar als het nauwelijks wordt gebruikt of inefficiënt wordt ingezet door kleine huishoudens, blijft het energiegebruik per persoon hoog. Intensiever gebruik van gebouwen door meerdere bewoners of functionele combinaties (zoals wonen en werken) kan significant bijdragen aan de verduurzaming zonder dat nieuwe technologieën nodig zijn.

2. Het ontbreken van gebruiksparemeters in bestaande normen

De huidige normen, zoals de NTA 8800 en WEii, zijn waardevolle instrumenten voor het vaststellen van technische prestaties. Echter, ze houden geen rekening met het daadwerkelijke gebruik van gebouwen. Dit leidt tot situaties waarin energie-efficiënte gebouwen in theorie goed scoren, terwijl ze in de praktijk een hoger energiegebruik per persoon kunnen hebben dan minder efficiënte gebouwen.

Zo tonen de cijfers aan dat een energielabel A-woning met een eenpersoonshuishouden soms een hoger energiegebruik per persoon heeft dan een label C-woning met vier bewoners. Dit illustreert de noodzaak om gebruiksparemeters, zoals verblijfsuren en huishoudgrootte, mee te nemen in toekomstig normeringsbeleid.

3. WEi_{verblijf} is een indicator die leidend kan zijn voor de combinatie van volkshuisvesting en verduurzaming

De introductie van verblijfsuren als maatstaf biedt een veelbelovende kans om energiegebruik eerlijker en realistischer te normeren. Door het energiegebruik te relateren aan verblijfsuren per persoon in plaats van alleen aan vierkante meters, wordt duidelijker waar inefficiënties zitten. Dit maakt het mogelijk om gebouwen beter te vergelijken op basis van hoe ze werkelijk worden gebruikt.

Veel stimuleringsmaatregelen zijn nu gericht op het verbeteren van het energielabel, dus van de energieprestatie van het gebouw. Er zijn geen maatregelen die lager gebruik stimuleren, en helemaal geen maatregelen die meerpersoonshuishoudens stimuleren. Dit is een gemiste kans, aangezien het delen van ruimte en voorzieningen een directe en haalbare verduurzamingsoplossing biedt. Beleidsmakers zouden moeten overwegen om regelgeving te versoepelen en het delen van woningen aantrekkelijker te maken, bijvoorbeeld via fiscale voordelen of subsidies. Dit sluit aan bij de noodzaak om mensen in huis te nemen (kamerverhuur) als maatregel tegen de woningnood én om energiegebruik te beperken. Het versterken van deze verbanden tussen gebruik en duurzaamheid is essentieel.

4. Groot en vrijstaand wonen is een keuze voor comfort, niet voor duurzaamheid

Energiegebruik is direct gekoppeld aan het comfort dat we nastreven. Grotere woningen kunnen een goede energieprestatie hebben per vierkante meter, maar met veel oppervlakte per persoon is het wonen hierin wel comfortabel, maar niet duurzaam. Vrijstaande woningen hebben vaak een groter aan vierkante meters én relatief meer verliesoppervlak (geen warme burens) en per persoon een aanzienlijk hoger energiegebruik, zelfs wanneer deze gebouwen technisch goed presteren op het gebied van isolatie en installaties. Dit inzicht toont aan dat de wenselijkheid van groter wonen moeilijk verenigbaar is met de duurzaamheidsdoelstellingen.

Uit de analyses blijkt dat een huishouden in een vrijstaande woning gemiddeld tot twee keer zoveel energie gebruikt per persoon dan een huishouden in een portiekwoning, als de energielabels gelijk zijn. Dit energiegebruik komt volledig ten behoeve van comfort en benadrukt dat de fysieke kenmerken van een gebouw slechts één kant van het verhaal zijn. Om deze reden moeten beleidsmakers en bewoners meer bewust worden gemaakt van de impact van deze keuze op duurzaamheid.

5. kWh/m² als maatstaf is onvoldoende

De WEii en het energielabel (EP-W) bieden een nuttige basis voor het beoordelen van de energieprestaties van een gebouw, maar deze methodes schieten tekort wanneer gebruiksintensiteit en woonoppervlak niet worden meegenomen. Het huidige gemiddelde woonoppervlak per persoon in Nederland is 54 m². Als dit gemiddelde verder stijgt, zoals voorspeld door demografische trends, neemt de duurzaamheid verder af, wat moeilijk te compenseren is met technische verbeteringen in gebouwen.

Het is niet alleen het gemiddelde van 54 m², maar ook de vraag of je alleen woont of met anderen: meerpersoonshuishoudens zijn van zichzelf al zuiniger, omdat de marginale energie van een extra huisgenoot ver onder het gemiddelde ligt.

Een indicatieve norm van woonoppervlak per persoon en aantal bewoners in een huishouden, zou een oplossing of alternatief kunnen bieden voor verduurzaming in gebruik. En misschien wel als uitzonderingsgrond voor subsidie of belastingen, die verder voor verduurzaming van gebouwen en niet van gebruik gelden.

6a. Beleidsmaatregelen voor doorstroming en ruimtegebruik op basis van de WEii_{verblijf}

Een belangrijke conclusie is dat duurzaamheidsbeleid en woonbeleid sterker met elkaar verweven kunnen worden. Momenteel ontbreekt elke incentive voor kleine huishoudens om kleiner te gaan wonen wanneer de gezinssamenstelling verandert. Hierdoor blijven grote woningen inefficiënt bezet, met een hoog energiegebruik per persoon als gevolg.

Daarnaast ontmoedigt de regelgeving rondom kamerverhuur en hospitaregelingen collectieve woonvormen. Dit is een gemiste kans, aangezien het delen van ruimte en voorzieningen een directe en haalbare verduurzamingsoplossing biedt. Beleidsmakers zouden moeten overwegen om regelgeving te versoepelen en het delen van woningen aantrekkelijker te maken, bijvoorbeeld via fiscale voordelen of subsidies.

6b. Implicaties voor de woningbouwopgave door de WEii_{verblijf}

De huidige woningbouwopgave, met een focus op het bouwen van extra woningen, houdt onvoldoende rekening met de impact van huishoudgrootte en woonoppervlak op duurzaamheid. Het bevorderen van kleinere woningen of appartementen is zinvol, maar alleen als hier ook een plafond aan wordt gesteld qua gebruik per persoon. Tegelijkertijd moet het delen van woningen een expliciet onderdeel worden van de verduurzamingsstrategie.

De woningopgave moet minder inspelen op wat de individuele vraag is, maar meer op wat de maatschappelijke opdracht is: meer woonruimte voor meer mensen, maar op een energie-efficiënte manier. Dit vraagt om nieuwe vormen van wonen, zoals gedeelde faciliteiten en collectieve woonoplossingen, die zowel ruimte als energiegebruik efficiënter maken.

7. Paris-proof doelstellingen zijn beter haalbaar met de WEii_{verblijf}

De inzichten in dit rapport ondersteunen de noodzaak om verder te gaan dan huidige normen zoals EP-W en WEii. Het behalen van de Paris-proof doelstellingen vereist niet alleen technische verbeteringen in gebouwen, maar ook veranderingen in hoe we ruimte gebruiken. Dat is een wijziging die veel fundamenteeler van aard is. Door verblijfsuren, huishoudgrootte en gebruiksintensiteit te integreren in duurzaamheidsbeleid, kan Nederland een realistischer en effectiever pad naar klimaatneutraliteit bewandelen.

Als de woningopgave leidt tot een significante groei van zelfstandige woningen, zal de besparing van 70% niet meer voldoende zijn voor de gebouwde omgeving om Paris-proof te worden. Het probleem is niet dat de nieuwe meters te veel energie gebruiken, maar dat de gebruiksintensiteit van woonoppervlakte minder wordt, wat leidt tot een hoger energiegebruik. Dit inzicht benadrukt de noodzaak om de woningbouwopgave fundamenteel te herzien met oog voor gebruiksintensiteit.

Conclusie: Energie per verblijfsuur is een relevante toevoeging

De verduurzaming van de gebouwde omgeving vraagt om een paradigmaverschuiving. We moeten het idee loslaten dat duurzaamheid alleen een technische kwestie is. Dit is wel een aantrekkelijke gedachte omdat het veranderen van gedrag meer weerstand oproept dan aanpassingen van woningen of producten. Toch is de vereiste verschuiving zo groot om Paris-proof te worden dat het ondenkbaar is dat we dat ongemerkt zullen kunnen bereiken.

Misschien is het te veel gevraagd om te denken dat mensen alleen op grond van awareness opnieuw willen nadenken over zaken als de samenstelling (grootte) van hun huishouden en de woning waarin zij wonen. Ook is het waarschijnlijk idealistisch om te veronderstellen dat organisaties als woningbouwverenigingen op hun schreden keren en weer gaan investeren in kamerverhuur. De trend is al jaren dat zij steeds meer afstand doen van hun kamerverhuur om ruimte te maken voor zelfstandige studio's.

De overheid zou kunnen kijken of onderdeel van de bouwopgave wordt om voordeurdelen, kostgangers, hospita-regelingen en wellicht zelfs het stimuleren van thuiswonen vanuit enerzijds het beperken van de schaarste op de woningmarkt en anderzijds het beperken van de footprint van wonen een optie.

Dat zou betekenen dat regels die meestal hierop beperkend werken worden opgeheven en wellicht zelfs dat er financiële faciliteiten, c.q. subsidies, komen voor situaties die hierop inspelen.

Dat zou politieke bijvangst zijn van dit onderzoek. Primair geldt dat zeker is dat het vaststellen en vergelijken van de energie per uur van een woning, maar ook van publieke gebouwen, kantoren, scholen, ziekenhuizen en andere utiliteitsgebouwen een zinvolle toevoeging is en tot nieuwe inzichten kan leiden over de duurzaamheid van verschillende gebouwen. Dit rapport benadrukt dat gebruiksparameters – zoals verblijfsuren, huishoudgrootte en ruimtegebruik – een centrale rol moeten spelen in toekomstige normontwikkeling en beleidsmaatregelen.

Door energiegebruik te zien als een gevolg van menselijk verblijf, en niet als een eigenschap van gebouwen, kunnen we effectiever en eerlijker sturen op duurzaamheid. Dit vraagt om beleidsmaatregelen die verder kijken dan energielabels en gericht zijn op efficiënt ruimtegebruik, collectieve woonvormen en gedragsverandering.

De WEiiverblijf biedt hiervoor een solide basis en zou kunnen worden uitgebreid met beleidsprirrels die gedragsverandering en efficiënt ruimtegebruik stimuleren. Alleen door gebruik en gebouw in samenhang te beschouwen, kunnen we de ambitieuze doelen van het Klimaatakkoord realiseren. De urgentie van deze verandering kan niet worden onderschat: het is een essentiële stap naar een duurzame toekomst waarin niet alleen gebouwen, maar ook de mensen die erin verblijven, centraal staan.

Vervolg

Dit onderzoek kan op een aantal punten een vervolg krijgen.

Voor de adviesgroep WEi (DGBC en TVVL):

1. **Uitbreiding van het WEi-protocol voor woningen:**
 - Ontwikkel de WEiverblijf als aanvullende indicator specifiek gericht op woningen.
 - Implementeer een formulier op de website voor het vastleggen van verblijfsuren, conform de richtlijnen uit Hoofdstuk 6.
2. **Verdieping voor utiliteitsgebouwen per gebruiksfunctie:**
 - a. Ontwikkel een eenvoudige methode om verblijfsuren vast te stellen. Maak hierbij gebruik van beschikbare grootheden, zoals het aantal medewerkers, klanten/gebruiksintensiteit, patiënten of gasten.
 - b. Bepaal een schaal voor de normering van de WEiverblijf per gebruiksfunctie.
3. Breid het WEi-protocol en de online rekenmethode uit op basis van de bovenstaande bevindingen.

Voor de FEDEC, de ministeries van KGG en VRO en het PBL:

Formuleer een maatschappelijke onderzoeksvraag gericht op het verduurzamen van de gebouwde omgeving door:

- **Intensivering van gebruik:** Onderzoek hoe een intensievere benutting van gebouwen kan bijdragen aan verduurzaming.

Deze aanpak kan verduurzaming niet vervangen, maar wel versnellen. Vanuit een breder perspectief biedt intensivering een duurzame oplossing die sneller, goedkoper en eenvoudiger is. In een land met beperkte ruimte, schaarste aan materialen en menskracht, kan intensiever gebruik van de bestaande gebouwvoorraad bijdragen aan de klimaatdoelen zonder de noodzaak tot grootschalige nieuwbouw.

Stellingen:

1. *Er is geen tekort aan woningen*
 2. *De woningnood is duurzaam op te lossen door bestaande gebouwen intensiever te gebruiken.*
-

Naast de genoemde partijen kunnen ook andere organisaties bijdragen aan deze onderzoeksvraag:

- **Platform31:** Kan onderzoek verbinden met beleidsontwikkeling en praktijkvoorbeelden.
- **Nationale Woningraad (NWR):** Speelt een rol bij woningcorporaties, met focus op betaalbaarheid en ruimtegebruik.
- **Koninklijke Metaalunie en Bouwend Nederland:** Bieden praktijkgerichte kennis voor sectoren zoals bedrijfsgebouwen.
- **Gemeenten en Regionale Energie Strategieën (RES):** Lokaal beleid kan bijdragen aan de implementatie van intensiveringsstrategieën.
- **Kennisinstellingen,** als universiteiten en hogescholen (bijvoorbeeld TU Delft en TU Eindhoven): Beschikken over expertise voor verdiepende analyses en pilots.
- **Stichting Natuur & Milieu en Milieu Centraal:** Kunnen de bredere maatschappelijke impact van deze aanpak inzichtelijk maken.

Deze organisaties brengen elk specifieke kennis en perspectieven in die bijdragen aan het verder uitwerken en implementeren van de onderzoeksvraag.

➤ Lijst met figuren en tabellen

figuren

1. Figuur 1 Finaal energiegebruik in diensten naar functie en energiedrager (temperatuur gecorrigeerd), in petajoule, 2013, 2021, 202 16
2. Figuur 2 overgenomen uit: <https://www.innax.nl/kennisbank/vastgoed-geregeld/NTA-8800-voor-utiliteitsbouw> 22
3. Figuur 3 overgenomen uit: <https://www.innax.nl/kennisbank/vastgoed-geregeld/NTA-8800-voor-utiliteitsbouw> 23
4. Figuur 4 vergelijking energielabel en maatwerkadvies 33
5. Figuur 5 vergelijking gemeten (werkelijk) met normeed energiegebruik volgens NTA 8800 35
6. Figuur 6 aandeel in uitstoot CO₂-eq in 5 sectoren 47
7. Figuur 7 <https://vastgoedactueel.nl/nederlanders-hebben-gemiddeld-53-m2-woonoppervlakte/> 59
8. Figuur 8 Rapport Voorbeeldwoningen 2022, pag 9. 70
9. Figuur 9 Woningtypen met gemiddeld energiegebruik en percentage gebruik elektriciteit (niet verwarming) 72
10. Figuur 10 Flatwoning uit 1992-2005 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag 134 e.v. 73
11. Figuur 11 Portiekwoning van voor 1965 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag 134 e.v. 73
12. Figuur 12 Tussenwoning van voor 1946 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag 134 e.v. 74
13. Figuur 13 Tussenwoning van voor 2015-2018 uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag 134 e.v. 74
14. Figuur 14 Vrijstaande woning uit: Voorbeeldwoningen 2022, pag 134 e.v. 75
15. Figuur 15 Overzicht basisgegevens 5 woningtypen met energiegebruik en kwalificeringen 75
16. Figuur 16 vergelijking 5 woningtypen met WEii-score en energielabel 76
17. Figuur 17 vergelijking 5 woningtypen met 1, 2, 2,5, 5 en 6 bewoners en het effect op de WEii_{verblijf} 77
18. Figuur 18 WEii-score met WEii_{verblijf} van 1 en 2 persoons huishoudens 80
19. Figuur 19 WEii-score met WEii_{verblijf} van 2,5, 4 en 6 persoons huishoudens 80
20. Figuur 21 Gebruiksfuncties en -typen (WEii) <https://www.wei.nl/wei-klassen-11>
21. Figuur 22 <https://vastgoedactueel.nl/nederlanders-hebben-gemiddeld-53-m2-woonoppervlakte/>

tabellen

1. Tabel 1 vergelijking energieprestatie vs. energiegebruik 40
2. Tabel 2 detailmodel voor onderbouwing verblijfsuren van een gebouw 56
3. Tabel 3 concept klassificering labels voor WEii_{verblijf} 61
4. Tabel 4 gemiddeld energiegebruik van woningtypen en bewonersaantallen volgens Milieu Centraal. 78

➤ Lijst met afkortingen en begrippen

Afkortingen

- **BENG** – Bijna Energie Neutrale Gebouwen: Verplichte norm voor energieprestaties bij nieuwbouw in Nederland.
- **DGBC** – Dutch Green Building Council: Beheert standaarden en certificeringen voor duurzame gebouwen.
- **EP** – Energieprestatie: Onderdeel van energielabels dat de energie-efficiëntie van gebouwen meet (EP1, EP2, EP3 hebben specifieke functies).
- **EPBD** – Energy Performance of Buildings Directive: Europese richtlijn voor energieprestaties van gebouwen.
- **ISSO** – Instituut voor Studie en Stimulering van Onderzoek: Publiceert richtlijnen en protocollen voor de gebouwde omgeving.
- **NTA 8800** – Nederlandse Technische Afspraak 8800: Standaard voor het berekenen van de energieprestatie van gebouwen.
- **PHOE** – Post-HBO Opleidingen Energiekunde: Organisatie die opleidingen in energiekunde aanbiedt.
- **REA** – Register Energieadviseurs: Officieel register voor gecertificeerde energieadviseurs.
- **RVO** – Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: Overheidsinstantie die verduurzaming en innovatie stimuleert.
- **WEii** – Werkelijke Energie-intensiteit Indicator: Meet het daadwerkelijke energiegebruik van gebouwen per vierkante meter en houdt rekening met intensiteit van gebruik.

Begrippen

- **Detailopname** – Inspectie van technische en bouwkundige details voor het opstellen van energieprestaties.
- **Energiebehoefte (EP1)** – De hoeveelheid energie nodig voor het verwarmen, koelen, ventileren en verlichten van een gebouw.
- **Energiekompas** – Hulpmiddel gekoppeld aan WEii om verbeteringen in energiegebruik te identificeren.
- **Energielabel** – Certificaat dat de energie-efficiëntie van gebouwen classificeert (A tot G, met mogelijk A+ t/m A++++).

- **Eigen opwekking (EP3)** – Het aandeel energie dat een gebouw zelf duurzaam opwekt.
- **Maatwerkadvies (MWA)** – Adviesrapport met verduurzamingsmaatregelen, gebaseerd op NTA 8800.
- **Netcongestie** – Beperking van het elektriciteitsnet om opgewekte energie te transporteren.
- **Paris-proof** – Concept waarbij gebouwen voldoen aan de klimaatdoelen van het Akkoord van Parijs door CO₂-reductie.
- **Primair fossiel energiegebruik** – Energie uit fossiele bronnen die wordt gebruikt door een gebouw.
- **Primair fossiel energiegebruik (EP2)** – Energieverbruik uit fossiele bronnen.
- **Ventilatiegraad** – Hoeveelheid luchtverversing per tijdseenheid in een gebouw.
- **Verblijfsuren** – Totaal aantal uren dat gebruikers in een gebouw doorbrengen, gebruikt voor een realistische energieanalyse.

➤ Bronnen

1. CBS. **Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's**. Verkregen van: <https://www.cbs.nl>
2. Dutch Green Building Council (DGBC). **Paris-proof: Samen naar een CO₂-neutrale gebouwde omgeving**. Verkregen van: <https://www.dgbc.nl/themas/paris-proof>
3. Europese Unie. **Fit for 55 - Het EU-plan voor een groene transitie**. Verkregen van: <https://www.consilium.europa.eu>
4. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). **Klimaat- en Energieverkenning 2024**. Verkregen van: <https://www.pbl.nl>
5. WEii Protocol. **Klassen en richtlijnen voor werkelijk energiegebruik**. Verkregen van: <https://www.wei.nl/wei-klassen-1>.
6. Klimaatakkoord Nederland. **Gebouwde omgeving**. Verkregen van: <https://www.klimaatakkoord.nl>
7. Vastgoed Actueel. **Gemiddeld woonoppervlak Nederlanders: 53 m² in 2018**. Verkregen van: <https://vastgoedactueel.nl/nederlanders-hebben-gemiddeld-53-m2-woonoppervlakte>
8. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). **Monitor verduurzaming gebouwde omgeving 2023**. Verkregen van: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-12/monitor-verduurzaming-gebouwde-omgeving-2023.pdf>
9. ISSO. **ISSO-publicatie 75.1 Energieprestatie utiliteitsgebouwen, methode 2023**. Verkregen van: <https://www.isso.nl>

Eerdere literatuur, basis voor Het gebouw als energiesysteem

10. Blok, Kornelis, (2020), **Introduction to Energy Analysis**. Amsterdam: Techne Press, 3^e druk, ISBN 978-0-367-43481-6
11. Meadows, H., Donella H. Wright, Diana, **Denken in Systemen (oorspr. Thinking in Systems A Primer, 3 Dec 2008)**, ISBN 978-9-025-91018-1
12. Ackoff, Russell L. (1999), **Ackoff's Best, his classic writings on management**, New York: John Wiley & Sons, ISBN 978-0-471-31634-3
13. MacKay, D.J.C. (2009), **Sustainable energy Without the hot air**, ISBN 978-1-906860-01-1
14. Van Gool, Willem, (1998), **Energie en Exergie**, Van Gool ESE Consultancy, Driebergen ISBN 90-804468-1-5
15. Ringelberg, Sven, (2021), **De Nederlandse aardgastransitie. Lessen voor de energietransitie voor de 21^{ste} eeuw**, Utrecht, Academische Uitgeverij Eburon, ISBN 978-94-6301-328-4

mr drs J. Huibrecht Bos

Gebouwen gebruiken geen energie

Verblijfsuren als nieuwe norm
voor duurzaamheid

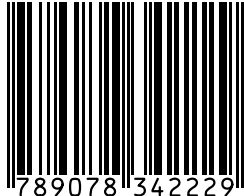


Hoe duurzaam is een gebouw écht? Traditionele methoden zoals het energielabel beoordelen energieprestaties op basis van energiegebruik per vierkante meter. Hoewel deze aanpak goed werkt om gebouwen pre-use te vergelijken, negeert ze een essentieel aspect: hoe intensief een gebouw daadwerkelijk wordt gebruikt. In *Gebouwen gebruiken geen energie* onderzoekt de auteur bestaande methoden en vergelijkt ze.

Dit onderzoek biedt niet alleen een vergelijking, maar ook een innovatieve aanvulling: de koppeling van energiegebruik aan verblijfsuren. Dit boek beschrijft en vergelijkt methoden zoals het energielabel en de Werkelijke Energie-intensiteit Indicator (WEii). De WEii maakt inzichtelijk hoe energieprestaties niet alleen afhankelijk zijn van technische kwaliteiten, maar ook van het gebruik. Door verblijfsuren als maatstaf te introduceren bij werkelijk energiegebruik, wordt het mogelijk het gebruik van gebouwen eerlijker en effectiever te beoordelen en te verduurzamen. Met grondige analyses, praktische casestudies en vernieuwende rekenmodellen levert deze thesis een waardevolle bijdrage aan het debat over duurzame energie in de gebouwde omgeving. Beleidsmakers, ontwerpers en wetenschappers vinden hier een uitnodiging om verder te kijken dan bestaande methoden.

Bos zegt: "Energie is de prijs van comfort." Voor iedereen die wil begrijpen hoe verduurzaming verder gaat dan technische oplossingen en raakt aan het gebruik van gebouwen, biedt dit boek nieuwe inzichten en concrete handvatten. Een onmisbare gids voor de toekomst van duurzaam bouwen en energiebeleid.

ISBN 978-90-78342-22-9



9 789078 342229

Sinds 1883

- uitgevers -

