



Centraal Bureau
voor de Statistiek



ECN

Energielabels en het daadwerkelijk energieverbruik van kantoren

Sipma J.M. (ECN)

Kremer A. (CBS)

Vroom J. (CBS)

Januari 2017

ECN-E--16-056



Verantwoording

In opdracht van De Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO), hebben ECN en het CBS energiekentallen bepaald voor de gelabelde kantorenvoorraad. De kentallen betreffen het daadwerkelijk gas- en elektriciteitsverbruik per vierkante meter vloeroppervlak; ook wel omschreven als energie-intensiteiten.

Achtergrond

In januari 2016 hebben ECN, CBS en het EIB een onderzoek naar gas- en elektriciteitsintensiteiten van 24 onderscheiden gebouwtypen in de utiliteitsbouw afgerond. In dit 'Kentallenproject' zijn gas- en elektriciteitsverbruik per vierkante meter gebruiksoppervlak (GO) gegeven, met relaties naar bouwjaar- en grootteklassen. Ook de bandbreedte in het verbruik, mede gevormd door koplopers en achterblijvers, is in beeld gebracht. Met de kentallen is een benchmarktool ontwikkeld, waarmee een gebruiker kan bepalen in hoeverre het verbruik van zijn gebouw in positieve of negatieve zin afwijkt van het gemiddelde. Deze tool is beschikbaar via www.energievastgoed.nl/benchmarktool

In het Kentallenproject is gebleken dat een onderscheid naar grootteklassen *binnen* bouwjaarklassen de bandbreedte maar deels kan verklaren. Een bouwjaarklasse hoeft natuurlijk niet meer de huidige energetische staat van een kantoor weer te geven; het gebouw kan inmiddels zijn gerenoveerd. In dit onderzoek hebben we deze factor geëvalueerd door nieuwe kentallen te produceren voor de gelabelde kantorenvoorraad.

'Disclaimer'

Omdat ten tijde van het onderzoek het gas- en elektriciteitsverbruik over het jaar 2014 bekend was, kon enkel de gelabelde voorraad tot en met 31 december 2013 meegenomen worden. Deze 'beperkte' populatiegrootte geeft relatief grote bandbreedtes in de analyse; bandbreedtes waarvan we denken dat ze kleiner zullen worden wanneer de populatiegrootte toeneemt in de tijd. In deze rapportage worden naast puur kwantitatieve resultaten op grond van statistische analyses, ook mogelijke verklaringen gegeven voor de bevindingen. Deels moeten deze verklaringen als hypothesen worden beschouwd, die in de toekomst met aanvullend onderzoek op een toenemende populatiegrootte getoetst kunnen worden. De resultaten voor de gehele populatie zijn niet van toepassing op individuele kantoren; de rapportage gaat hier dieper op in.

ECN dankt de RVO voor de opdracht en het CBS voor de vruchtbare samenwerking, en kijkt uit naar aanvullend onderzoek op dit onderwerp.

Contactpersoon bij ECN is Jeffrey Sipma (088 515 4315, sipma@ecn.nl).
Het interne projectnummer bij ECN is 5.4484

"Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders."

Abstract

In this research, we investigated the gas- and electricity consumption of 1000 offices with energy labels in the Netherlands. The most important outcomes are:

- We observe a reduction of 46% in gas intensity (gas consumption per square meter) from the most inefficient G-label towards the highest level of efficiency, the A-label. This is due to better insulation, more energy efficient heating systems, etc.
- At the same time, the electricity intensity increases by 23% from label-G to label-A. Though at first this seems not to be logical, with this research we were able to understand the reason behind this observation. We recognised two contributions to total measured electricity consumption; that of the buildings themselves and that of the user. The electricity intensity of the building at first increases as it is classified under a more energy-efficient label due to an increase use of cooling and forced ventilation. As the building attains a more efficient energy classification (moving towards label A), energy efficient lighting reduces the energy intensity of the building. Offices classified under a higher energy-efficiency label, on average have a higher occupancy rate, which causes the electricity intensity of the user contribution increases continuously from label-G towards label-A. The net result of both the building and user electricity consumption is a 23% increase from label G to A.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	15
1.1	Aanleiding voor deze studie	15
1.2	Energieprestatie van bestaande bouw en nieuwbouw	16
1.3	Vraagstelling	19
1.4	Leeswijzer	19
2	Databronnen en methode	20
2.1	Inleiding	20
2.2	Koppeling met de BAG	20
2.3	Koppeling met de Klantenbestanden	21
2.4	Resultaat na koppelingen	22
2.5	Kwalitatieve observaties	23
3	Analyse gasintensiteiten	24
3.1	Hoofdstukindeling en kernboodschap	24
3.2	Resultaten voorbeeldkantoor EPA en EPG	26
3.3	Resultaten TNO analyse over 2010	27
3.4	Analyse over 2014 zonder onderscheid naar gebouw grootte	28
3.5	Analyse over 2014 met onderscheid naar gebouw grootte	34
3.6	Factoren die de bandbreedte beïnvloeden	38
3.7	Conclusie gasintensiteiten	43
4	Analyse elektriciteits-intensiteiten	44
4.1	Hoofdstukindeling en kernboodschap	44
4.2	Resultaten voorbeeldkantoor EPA en EPG	46
4.3	Resultaten TNO analyse over 2010	47
4.4	Analyse over 2014 zonder onderscheid naar gebouw grootte	49
4.5	Analyse over 2014 met onderscheid naar gebouw grootte	54
4.6	Factoren die de bandbreedte beïnvloeden	59
4.7	Conclusie elektriciteitsintensiteiten	64

Bijlagen	65
Bijlage A. Databronnen en methode	65
Bijlage B. Populatiebeschrijving	69
Bijlage C. CBS analyse gasintensiteit; kantoren met ketels	74
Bijlage D. CBS analyse elektriciteitsintensiteit; kantoren met ketels	79
Bijlage E. Historische ontwikkeling energielabel	80
Bijlage F. Data paragraaf 3.5 gasanalyse	84
Bijlage G. Data paragraaf 4.5.2 elek-analyse	85
Referenties	87

Samenvatting

In januari 2016 hebben ECN, CBS en het EIB een onderzoek naar gas- en elektriciteitsintensiteiten van 24 onderscheiden gebouwtypen in de utiliteitsbouw afgerond. In dit 'Kentallenproject' zijn gas- en elektriciteitsverbruik per vierkante meter gebruiksoppervlak (GO) gegeven, met relaties naar o.a. bouwjaar- en grootteklassen. Intensiteiten zijn altijd omgeven door een grote bandbreedte; de spreiding is groot. Het bleek dat zowel de grootte als het bouwjaar van invloed is op de intensiteit. Maar ook een *combinatie* van deze twee factoren, dus een onderscheid naar grootteklassen *binnen* bouwjaarklassen kon de bandbreedte maar deels verklaren.

Een bouwjaarklasse hoeft natuurlijk niet meer de huidige energetische staat van een kantoor weer te geven; het gebouw kan inmiddels zijn gerenoveerd. In dit onderzoek hebben we deze factor geëvalueerd door nieuwe kentallen te produceren voor de gelabelde kantorenoorraad. Het label vervangt hierbij als het ware het bouwjaar, en geeft de daadwerkelijk energetische staat weer, of dit nu het oorspronkelijke, of een gerenoveerde is.

Theoretisch versus werkelijk verbruik

Het energielabel wordt bepaald op basis van de energie-index (EI). Deze wordt berekend met EPA-software. De waarde kan omgezet worden naar een energielabel, uitgedrukt in een letteraanduiding. Een waarde tot aan label A wordt bepaald volgens de zogenaamde 'basismethode', welke we in dit onderzoek volgen.

G	F	E	D	C	B	A	A ⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺⁺	A ⁺⁺⁺⁺
> 1,75	1,75 - 1,61	1,60 - 1,46	1,45 - 1,31	1,30 - 1,16	1,15 - 1,06	≤ 1,05				

Een EPA berekening geeft dus een *theoretisch* verbruik van het kantoor en dit gas- en elektriciteitsverbruik is vermeld in de labeldatabase. Dit kan vergeleken worden met het daadwerkelijke *gemeten* verbruik, afkomstig van meterstanden. Voor het gasverbruik kan dit vergelijk voor kantoren meestal 1-op-1 gemaakt worden. Bij het elektriciteitsverbruik kan dit niet, want het door EPA berekend verbruik is het zogenaamde *gebouwgebonden* verbruik; bijv. voor verlichting, koeling, en mechanische

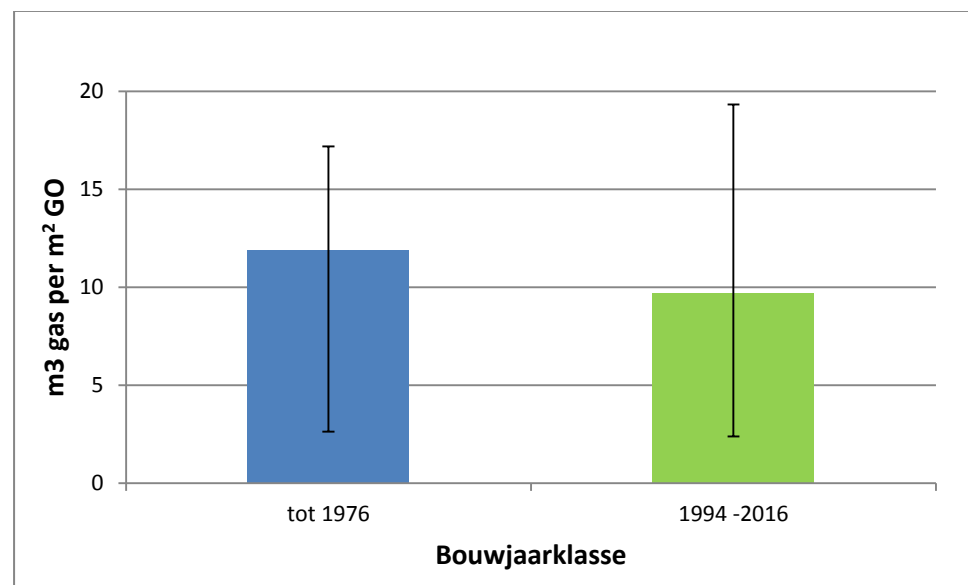
ventilatie. Daarnaast is er sprake van een *gebruiksgebonden* verbruik, bijv. voor ICT apparatuur. Het gemeten verbruik is het totaal van deze twee verbruiken.

Analyse gasintensiteiten

1. Welke factoren beïnvloeden gasintensiteiten?

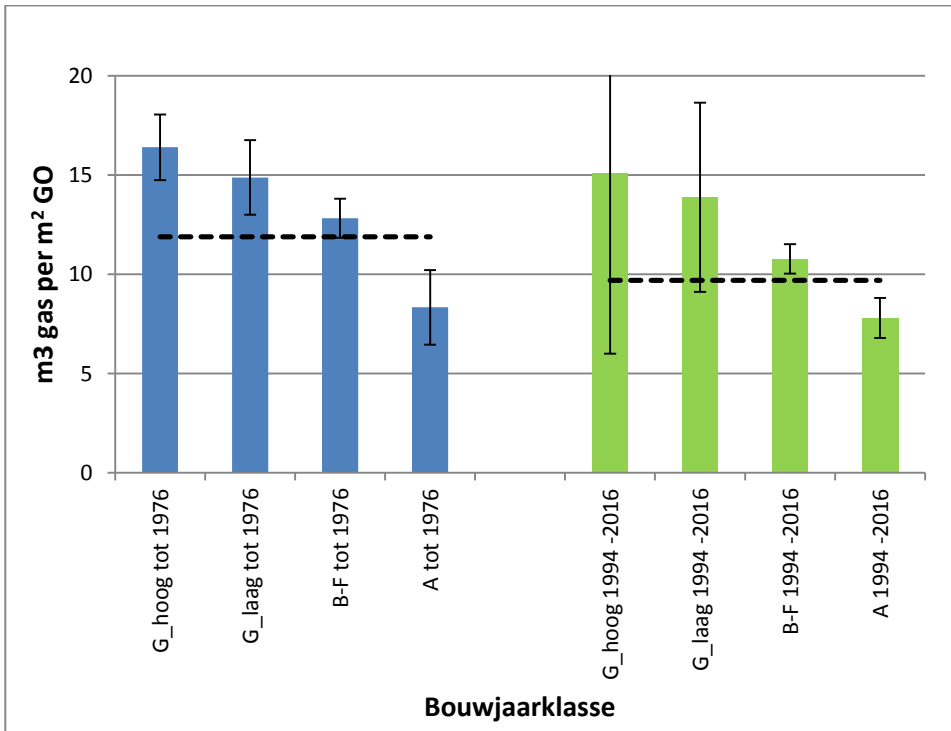
In het Kentallenproject waren grote bandbreedtes rondom berekende gemiddelde gasintensiteiten gevonden. Geconstateerd wat dat voornamelijk de gebouw grootte een belangrijk deel van de bandbreedte kan verklaren, maar dat de invloed van enkel bouwjaar klasse marginaler was. Door nu bouwjaar klassen verder op te delen naar labelklassen, wordt een groter deel van de bandbreedte verklaard. Dit wordt duidelijk met **Figuur 1** en **Figuur 2**.

Figuur 1: Gas-intensiteit versus bouwjaar klassen, gevonden in het Kentallenproject voor de grootteklasse 2000-5000 m², passende bij de huidige labelanalyse, graaddagen gecorrigeerd.



Figuur 1 geeft voor de oudste en meest recente bouwjaar klasse de in het Kentallenproject gevonden gemiddelde gasintensiteit, en de hierbij gevonden bandbreedte. In **Figuur 2** is deze verder opgedeeld naar labelklassen. Het verticale stippelijntje geeft de hoogte van voorgaande figuur. De eerste kolom per bouwjaar klasse start met de gemiddelde gasintensiteit voor kantoren met een G-label met een hoge energie-index. De gasintensiteit neemt duidelijk af met een beter label.

Figuur 2: de Gasintensiteit van **Figuur 1**, verder opgedeeld naar labelklassen.

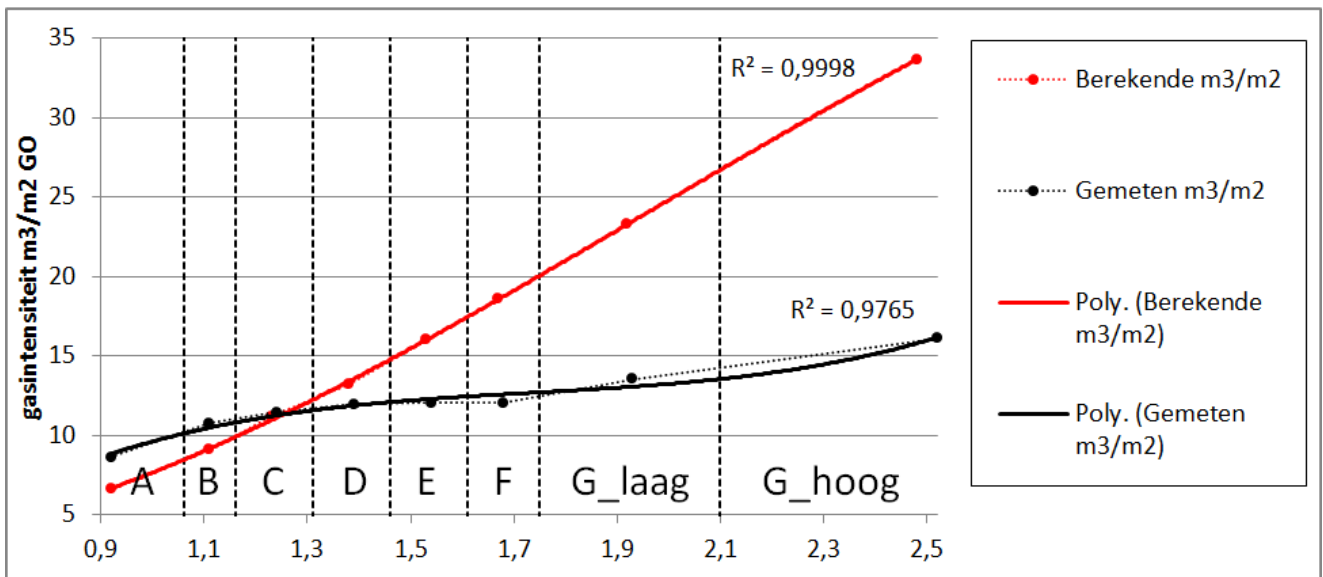


In paragraaf 3.6 komen meerdere factoren aan bod die van invloed zijn op de gasintensiteit. Gedeeltelijke leegstand wordt geïdentificeerd als een mogelijke belangrijke factor waar nog weinig over bekend is, net als het niet optimaal ingeregeld zijn van de klimaatinstallatie. Deze factoren zouden ook (deels) het verschil met het door EPA software berekend theoretisch gasverbruik kunnen verklaren.

2. *Rekening houdende met deze factoren, hoe verhoudt het gemeten werkelijk verbruik zich ten opzichte van het berekend theoretisch verbruik, met een onderscheid naar labelklassen?*

Figuur 3 geeft antwoord op deze vraag. Voor de betere labelklassen A en B ligt het gemiddeld gemeten werkelijke verbruik wat hoger dan het gemiddeld berekend theoretisch verbruik. In het middenstuk, zo rond label C, kruisen de twee elkaar, waarna de gemeten waarde voor de slechtere labels diep onder de berekende waarde duikt.

Figuur 3: Gemiddeld gemeten en berekend gasverbruik in $\text{m}^3 \text{ gas} / \text{m}^2 \text{ GO}$, uitgezet als functie van de EI-index, kopie van **Figuur 10**



3. Hoe groot is het verschil tussen label G en A, volgens het daadwerkelijk en theoretisch verbruik, zowel in absolute als in relatieve zin.

Tabel 1 geeft het antwoord op deze vraag:

- Het verschil tussen label G en label A voor de gemiddeld *gemeten* gasintensiteiten is zo'n $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ GO}$. Dit is bijna een halvering.
- Een voorzichtige conclusie is dat dit verschil voor kleinere kantoren een stuk minder groot is, zowel in absolute als in relatieve zin.
- Dit wijkt sterk af van theoretische EPA *berekeningen*. De EPA berekent een verschil van $27 \text{ m}^3/\text{m}^2$, wat een reductie is van 80% op het gasverbruik.
- Dit betekent dat EPA de absolute reductie met een factor 3,6 overschat. De procentuele reductie wordt met een factor 1,7 overschat.

Tabel 1: Samenvatting gasintensiteiten m³ gas/m² GO versus energielabel

	Paragraaf	3.4.1	3.4.2
	Populatie	alles	alles
El≈	Omschrijving	CBS/ECN onderzoek over 2014 berekend	CBS/ECN onderzoek over 2014 gemeten
2,48	G	33,7	16,1
1,23	Midden (bijv. C)	11,2	11,4
0,92	A	6,7	8,6
	Daling G -> A	27,0	7,5
	% daling G -> A	80%	46%
Factor groter berekend versus gemeten	Vershil G -> A	3,6	nvt
	% daling G -> A	1,7	nvt
	Populatiegrootte	645	1073

Analyse elektriciteitsintensiteiten; antwoorden op de vraagstelling

1. Welke factoren beïnvloeden elektriciteitsintensiteiten?

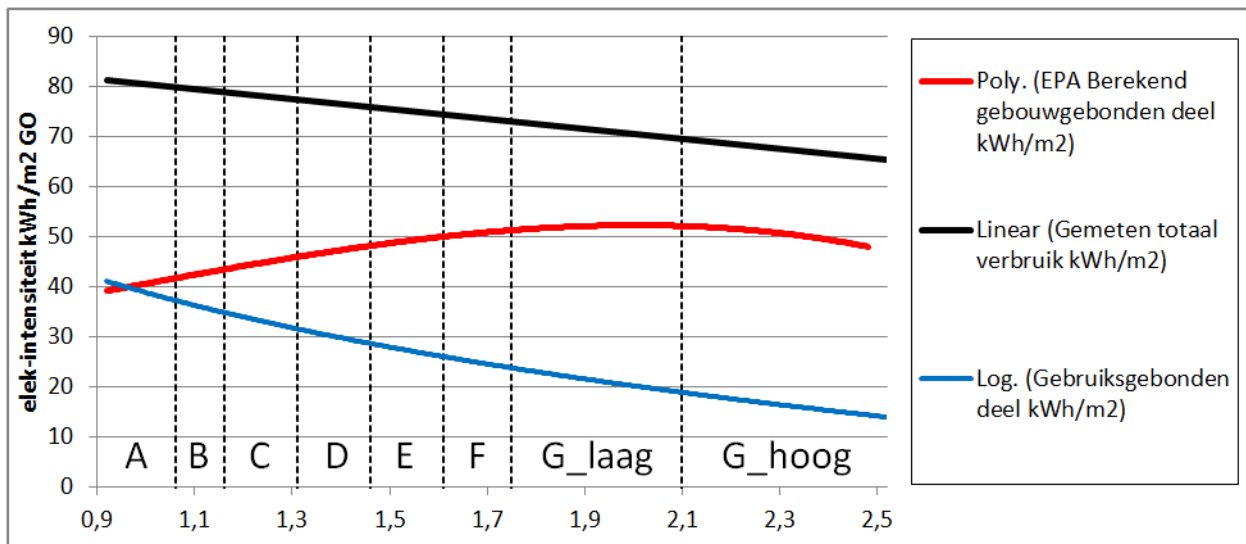
In het Kentallenproject waren ook grote bandbreedtes rondom berekende gemiddelde elektriciteitsintensiteiten gevonden. Geconstateerd is dat in aanvulling op de gebouw-grootte, ook de SBI-sector waar het gebouw staat (bijv. 'Informatie en communicatie' of 'Financiële dienstverlening') een belangrijk deel van de bandbreedte kan verklaren, maar dat de invloed van enkel bouwjaar-klasse marginaal is. Uit de labelanalyse volgt voorzichtig dat een verdere opdeling naar labelklassen, binnen een bouwjaar-klasse, veel minder effect heeft op de elektriciteitsintensiteit dan bij de analyse naar gasintensiteiten. Een verklaring hiervoor wordt mogelijk gevonden wanneer we het totaal elektriciteitsverbruik opdelen in een gebouw- en een gebruiksgebonden deel. Afzonderlijk zijn deze namelijk wel sterk afhankelijk van de labelklassen, het effect is echter tegengesteld:

- De toepassing van koeling en mechanische ventilatie bij betere labels laten het gebouwgebonden verbruik flink toenemen, waarna energie-efficiënte verlichting het weer laat afnemen.
- Een efficiënter gebruik van een kantoor met een goed label gaat gepaard met een hogere bezettingsgraad. Dit, in combinatie met intensiever ICT-gebruik, doet het gebruiksgebonden verbruik flink toenemen met de betere labels.
- Het netto effect is ook een toename voor het totaal gemeten verbruik. Dit is een belangrijke constatering; verduurzamen gaat hand in hand met een hoge bezettingsgraad en meer ICT, dus 'mag' een kantoor met een goed energielabel een hoger elektriciteitsverbruik hebben.

2. Rekening houdende met deze factoren, hoe verhoudt het gemeten werkelijk verbruik zich ten opzichte van het berekend theoretisch verbruik, met een onderscheid naar labelklassen?

Wanneer voorgaande hypothese klopt, en mits EPA het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik correct berekend, dan geeft **Figuur 4** deze geïdealiseerde trendmatigheid kwantitatief weer. De figuur onderscheidt de ontwikkeling van het gebruiksgebonden, gebouwgebonden en totaal elektriciteitsverbruik naar EI-index. Het door EPA berekende 'theoretisch verbruik' is nu het gebouwgebonden verbruik, en per definitie een onderdeel van het daadwerkelijk gemeten totaal verbruik.

Figuur 4: Gemiddeld gemeten en berekend gasverbruik in $\text{m}^3 \text{ gas} / \text{m}^2 \text{ GO}$, uitgezet als functie van de EI-index, combinatie van **Figuur 23** en **Figuur 24**



3. Hoe groot is het verschil tussen label G en A, volgens het daadwerkelijk en theoretisch verbruik, zowel in absolute als in relatieve zin.

Tabel 2: Samenvatting elektriciteitsintensiteit kWh/m² GO versus energielabel, kopie van **Tabel 13**

	Paragraaf	4.4.2	4.4.1	4.4.3
	Populatie	alles	alles	alles
	EI ≈ Omschrijving	CBS/ECN onderzoek over 2014 gemeten	CBS/ECN onderzoek over 2014 EPA berekend	Berekend gebruiksgebonden
2,48	G	65,9	48,10	17,8
1,23	Midden (bijv. C)	77,5	45,86	31,6
0,92	A	81,3	39,28	42,0
	Daling G -> A	-15,4	8,8	-24,2
	% daling G -> A	-23%	18%	-136%
	Populatiegrootte	1073, lineair functievoorschrift	645	4.4.2 minus 4.4.1

In **Tabel 2** zijn de elektriciteitsintensiteiten bij elkaar gebracht.

- Tussen label G en label A neemt het gemeten *totaal* elektriciteitsverbruik toe met zo'n 15 kWh/m² GO (23%). Deze toename lijkt in absolute zin weinig van de gebouw grootte af te hangen.

- Het berekende gebouwgebonden verbruik neemt af met zo'n 9 kWh/m² GO (18%). Voor kleineren kantoren lijkt deze daling wat groter te zijn, maar de bandbreedte is vooralsnog groot.
- Wanneer EPA het gebouwgebonden verbruik correct berekent, dat zou het gebruiksggebonden verbruik, dat voorkomt uit het verschil tussen de vorige twee verbruikstypen, met 24 kWh/m² GO toenemen. De eindwaarde in label-A is dan meer dan een verdubbeling ten opzichte van de startwaarde in G. In hoeverre dit de werkelijkheid correct weergeeft is nu nog niet duidelijk en behoeft meer onderzoek. Onderwerpen die hierbij van belang zijn:
 1. We kunnen ons voorstellen dat EPA het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik beter inschat dan het gasverbruik, met name omdat het aandeel verlichting hierin dominant is.
 2. Feit is dat met een beter label de bezettingsgraad toeneemt
 3. Kantoren met een beter label zijn waarschijnlijk ook ICT-intensiever. Iedere vierkant meter serverruimte verbruikt gemiddeld 33 maal meer elektriciteit dan een vergelijkbare vierkante meter aan kantooruimte.

Verder lezen

In deze samenvatting zijn de belangrijkste resultaten weergegeven. De conclusies aan het eind van hoofdstukken 3 (gas) en 4 (elektriciteit) geven aanvullende inzichten. De inleidende paragrafen van deze hoofdstukken starten met gedetailleerdere kernboodschappen.

Aanbevelingen

De analyse leidt tot de volgende aanbevelingen voor aanvullend onderzoek:

1. Het gas- en elektriciteitsverbruik over 2015 van de gelabelde kantorenvorraad zal in 2016 beschikbaar zijn voor analyse. Hiermee zal de populatiegrootte drastisch toenemen en zullen naar verwachting de bandbreedtes afnemen.
2. Een kwaliteitscheck op de in de database aanwezige G-label kantoren met een bouwjaar na 1994, wat in eerste instantie niet logisch lijkt. Meer algemeen: wanneer het bouwjaar in de labeldatabase wordt vergeleken met het bouwjaar in de BAG, zien we dat het bouwjaar vaak niet overeenkomt. Dit kan slechts het verschil zijn tussen afgifte bouwvergunning en daadwerkelijke oplevering, maar behoeft een kwaliteitscheck.
3. Algemeen: het werkelijk effect op het energiegebruik van de in de labeldatabase geregistreerde genomen besparingsmaatregelen evalueren.
4. Gasintensiteiten: de onbekende factor 'gedeeltelijke/verborgen leegstand' in de analyse meenemen en de invloed op de bandbreedte evalueren.
5. Gasintensiteit: de EPG berekening bij de analyse betrekken en evalueren of de ontwikkeling van de gas-intensiteit de gemeten waarde beter beschrijft.
6. Elektriciteitsintensiteiten: de onbekende factor 'bezettingsgraad' bij deze analyse betrekken. Deze is in meer of mindere mate gerelateerd aan de factor 'gedeeltelijke leegstand', maar niet hetzelfde.
7. Elektriciteitsintensiteiten: de invloed van de aanwezigheid van koeling en/of mechanische ventilatie op de bandbreedte evalueren.
8. Elektriciteitsintensiteiten: rekening houden met SBI hoofdafdelingen en de invloed op de bandbreedte evalueren.
9. Elektriciteitsintensiteiten: de bottom-up analyse van de opdeling van het totaal verbruik naar energiefuncties, de zogenaamde 'Meijer kentallen', updaten. Deze

komen uit het jaar 2009 en zijn niet meer bruikbaar. Dit is een welkome aanvulling op de top-down labelanalyse waarbij we proberen het totaal elektriciteitsverbruik op te delen in een *gebouwgebonden* en een *gebruiksgebonden* deel.

10. Zowel gas- als elektriciteitsintensiteit: analyseren of recent afgegeven labels minder spreiding kennen in vergelijking tot eerdere afgegeven labels. Dit zegt iets over het risico dat renovaties (jaren) later zijn uitgevoerd, nadat het label is afgegeven.

1

Inleiding

1.1 Aanleiding voor deze studie

In januari 2016 hebben ECN, CBS en het EIB een onderzoek naar gas- en elektriciteitsintensiteiten van 24 onderscheiden gebouwtypen in de utiliteitsbouw afgerond (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016). Met de omschrijving ‘Kentallenproject’ verwijzen we in deze rapportage naar dit afgeronde onderzoek. De kentallen geven het gas- en elektriciteitsverbruik per vierkante meter gebruiksoppervlak (GO), met relaties naar bouwjaar- en grootteklassen. Ook de bandbreedte in het verbruik, mede gevormd door koplopers en achterblijvers, is in beeld gebracht. Met de ontwikkelende methodiek zijn we in staat aanvullende analyses te doen op deelpopulaties.

In 2013 is door TNO voor het eerst gekeken naar het daadwerkelijk verbruik van utiliteitsgebouwen met een energielabel en is dit vergeleken met het theoretisch berekende verbruik (Hoes et al, 2013)¹. Uit deze analyse volgde dat enkel bij de grotere kantoren met een gasketel een stijgende trend was te constateren in het gemeten gasverbruik naarmate het energielabel verslechtert.

Inmiddels is het aantal afgegeven labels flink toegenomen. Dit onderzoek zal zich toespitsen op kantoren met een gasketels. In het onderzoek uit 2013 konden hiervoor 642 kantoren worden geanalyseerd, nu ligt dit aantal rond de 1073². De kennis vanuit het afgeronde Kentallenproject geeft ons bovendien inzicht in welke factoren van invloed zijn op intensiteiten. Met deze redenen voeren we een vergelijkbare analyse uit.

1 Het werkelijk verbruik van gelabelde *woningen* is vaker geëvalueerd, o.a.in (Majcen et al, 2013; Majcen, 2016; Marjcen & Itard, 2014)

2 Dit is het bruikbare aantal afgegeven labels tot en met 31 december 2013. De reden hiervoor is dat ten tijde van dit onderzoek de verbruiksgegevens tot en met 2014 bekend waren. Bovendien is de populatiegrootte gereduceerd door toegepast filters die in het volgende hoofdstuk worden toegelicht’.

1.2 Energieprestatie van bestaande bouw en nieuwbouw

Gedurende de afgelopen jaren zijn er diverse methoden ontwikkeld om de energieprestatie van bestaande bouw en nieuwbouw te bepalen. In deze paragraaf laten we deze ontwikkeling de revue passeren. Inzicht hierin helpt bij het interpreteren van de resultaten van de volgende hoofdstukken..

Bestaande bouw: de labelberekening volgens de basismethode

Het doel van het energielabel is inzicht geven in de energetische kwaliteit van een gebouw in vergelijking tot soortgelijke gebouwen en inzicht geven in de potentie van mogelijke energiebesparende maatregelen om de energetische kwaliteit van het gebouw te verbeteren. Gebouwen van hetzelfde type kunnen met elkaar worden vergeleken. Een klein kantoor met een A label kan echter een totaal andere energiegebruik hebben dan een groot kantoor met een A label. Ook het verbruik per vierkante meter vloeroppervlak zal verschillen. Met het energielabel wil de overheid het nemen van energiebesparende maatregelen stimuleren. Het energielabel is niet bedoeld om het daadwerkelijk energiegebruik op individueel gebouwniveau te voorspellen (Hoes et al, 2013).

Het energielabel wordt bepaald op basis van de energie-index (EI). Deze waarde kan omgezet worden naar een energielabel, uitgedrukt in een letter. Een waarde tot aan label A wordt bepaald volgens de zogenaamde 'basismethode' (RVO, 2015). Hiervoor wordt EPA-software gebruikt die al sinds jaren bestaat. Identieke kantoren krijgen hetzelfde energielabel, ongeacht of ze in het verleden of recentelijk opgeleverd zijn, of in de toekomst gebouwd gaan worden. Een consequentie hiervan is dat nieuwe inzichten in de theoretische huishouding van een gebouw niet verwerkt kan worden in de bestaande EPA-software.

G	F	E	D	C	B	A	A⁺	A⁺⁺	A⁺⁺⁺	A⁺⁺⁺⁺
> 1,75	1,75 - 1,61	1,60 - 1,46	1,45 - 1,31	1,30 - 1,16	1,15 - 1,06	≤ 1,05				

De energie-index wordt berekend door het totale gebouwgebonden primaire energiegebruik te delen door het toelaatbare primaire energiegebruik dat aan het gebouw wordt toegekend op basis van de gebruiksfunctie, gebruiksoppervlakte, verliesoppervlakte, ventilatie en aanwezigheid van koeling. Het totale gebouwgebonden primaire energiegebruik omvat het primaire energiegebruik voor verwarming, ventilatoren, verlichting, pompen, koeling, bevochtiging en warm tapwater; energie die in het gebouw wordt opgewekt met PV of WKK wordt hier vanaf getrokken. De bepalingmethode voor het energielabel voor utiliteitsgebouwen wordt beschreven in ISSO-publicaties [75.1 t/m 75.3](#) (Hoes et al, 2013).

Het energielabel heeft alleen betrekking op (een deel van) het gebouwgebonden deel van het energiegebruik van een gebouw, het gebruiksgebonden deel wordt hier niet in meegenomen. **Figuur 5** geeft een opsomming van welke energiefuncties in een kantoor

kunnen worden beschouwd als gebouwgebonden en welke als gebruiksgebonden. Ook wordt aangegeven welk deel van het gebouwgebonden verbruik door de EPA software wordt meegenomen bij het berekenen van het energielabel. (AgentschapNL, 2011). Wanneer in deze rapportage wordt gesproken van het ‘gebruiksgebonden verbruik’, wordt het verbruik van alle energiefuncties bedoeld, dat niet wordt meegenomen in de EPA-berekening. Dit omvat dus volgens **Figuur 5** ook een deel van gebouwgebonden verbruik.

Figuur 5: Opsomming van veelvoorkomende energiefuncties in een gebouw. Hierin is tevens te zien dat het energielabel slechts een beperkt deel van de energiefuncties omvat (AgentschapNL, 2011).

Gebouwgebonden energiegebruik		Gebruikersenergie
Verwarming	EPN & energielabel	Automatiseringsapparatuur
Koeling		Speciale computerfaciliteiten
Binnenverlichting		Noodstroomvoorzieningen
Warmtapwater		Keuken en bedrijfsrestaurant
Ventilatoren		Distributieruimten
Pompen		Sport- en ontspanningsfaciliteiten
Bevochtiging		
Liften		Telecommunicatie
Roltrappen en rolpaden		Lokale keukens
Buitenverlichting		Automaten (koffie, snacks)
Koel- en vriesopslag		e.a.
Overdekte parkeergarage		
e.a.		

Voor het gasverbruik is er bij kantoren geen sprake van een gebruiksgebonden deel, waardoor een vergelijking tussen het gemeten en berekend gasverbruik goed mogelijk is. Voor het elektriciteitsverbruik ligt dit anders; juist het gebruiksgebonden deel is hier relatief groot. Hierdoor zal een vergelijk met het gemeten verbruik per definitie verschillen.

Vrijwel alle kantoren meegenomen in de labelanalyse van dit onderzoek zijn doorgerekend met deze basismethode.

Een labelaanvraag is in principe verplicht tijdens transactiemomenten; maar vanuit de praktijk weten we dat dit in slechts 30% van de verkooptransacties ook daadwerkelijk gebeurt. Een label blijft 10 jaar geldig. Een label kan natuurlijk ook op initiatief van de eigenaar worden aangevraagd tijdens een renovatiemoment. Het energielabel lijkt een betere maat voor de energetische staat van gebouwen dan het bouwjaar, het zal in ieder geval actueler zijn en reeds getroffen maatregelen betrekken.

Onderdeel van het label is een advies met maatregelen, maar het is niet zeker of, en wanneer deze ook daadwerkelijk uitgevoerd zijn. En omdat een label 10 jaar geldig blijft, is niet zeker hoe actueel de informatie van het label is. Bij een renovatie welke jaren later (opnieuw) wordt uitgevoerd, zal niet altijd een nieuw label worden aangevraagd. M.a.w. ook labels hoeven niet de juiste energetische staat aangeven, wat eerder zal gelden voor de slechtere labels. Dit draagt bij aan de spreiding van het verbruik per labelklasse.

Nieuwbouw: de EPC berekening

In **Figuur 5** is ook 'EPN' vermeld, wat staat voor de Energie Prestatie van *Nieuwbouw*. De hierbij behorende software berekent een [EPC](#), een Energie Prestatie Coëfficiënt voor nieuwbouw. Dit is een berekening die de energiezuinigheid van nieuwbouw weergeeft en voor een bouwaanvraag moet worden uitgevoerd, geïntroduceerd in 1995. Omdat nieuwbouw vanzelf bestaande bouw wordt, mag nieuw inzicht nu wel verwerkt worden in de EPC-software. In juli 2012 is daarom nieuwe software geïntroduceerd, onder de naam Energie Prestatie Gebouwen (EPG). In de EPG zijn veranderingen aangebracht ten opzichte van een eerder softwarepakket. Als voorbeeld kan aangehaald worden dat men van mening was dat de energieprestatie van zeer energiezuinige gebouwen tot dan toe nog niet goed gemodelleerd werd. Vanwege aanscherpende bouwweisen werd de behoefte hiertoe groter; de EPG voorziet hier volgens de ontwikkelaars in. De bepaling van de EPG ligt vast in de norm [NEN 7120](#).

In paragraaf 3.2 (hoofdstuk gasintensiteiten) en 4.2 (hoofdstuk elektriciteit-sintensiteiten) is een enkel middelgroot voorbeeldkantoor met zowel de EPA basismethode gemodelleerd, als met EPG software. Dit wijkt wat af van de rest van de analyses.

Bestaande bouw: de labelberekening volgens de detailmethode

Dit brengt ons terug naar de bestaande bouw. Bestaande bouw kan immers ook tot een zeer energiezuinig concept gerenoveerd worden. De tekortkoming van de 'verouderde' EPC-software, gold ook voor de bestaande EPA-software. Bovendien is het natuurlijk wat curieus dat de energetische prestatie van bestaande- en nieuwbouw met twee verschillende softwarepakketten wordt doorgerekend; een gebouw is immers een gebouw.

Energieklassen volgens Detailmethode	
Klasse	$X = E_{p,tot}/E_{p,admin}$ (NEN7120) of $Q_{pres,tot}/Q_{pres,toel}$ (NEN2916)
A ⁺⁺⁺	$X \leq 0,30$
A ⁺⁺	$0,30 < X \leq 0,65$
A ⁺	$0,65 < X \leq 1,00$
A	$1,00 < X \leq 1,15$
A	$1,15 < X \leq 1,35$
B	$X > 1,35$

Wanneer je nu met de basismethode op een A-label uitkomt, *mag* je de gedetailleerde EPG methode gebruiken om te bepalen hoeveel plusjes je aan de A kunt toevoegen. Te zien is dat de EI-grens tussen label A en B ander ligt ten opzichte van de basismethode. In de EPG software kan meer bouwkundige informatie verwerkt worden dan bij de basismethode.

Bestaande bouw dat een energielabel krijgt wordt opgenomen in de labeldatabase van de RVO. Dit geldt niet voor afgegeven EPC's voor nieuwbouw.

Van de in dit onderzoek meegenomen 1073 kantoren (zie paragraaf 2.4) hebben drie een A-label met één of meerdere plusjes, bepaald met de detailmethode.

Nieuwbouw: energieneutraliteit

De ontwikkeling gaat verder; vanaf eind 2020 moeten alle nieuwe gebouwen in Nederland bijna energieneutrale gebouwen ([BENG](#)) zijn. Voor overheidsgebouwen moet BENG in 2018 al toegepast worden. In 2050 zou de gehele gebouwde omgeving als totaal energieneutraal moeten zijn; dus inclusief de bestaande bouw.

In Nederland leggen we de energieprestatie voor bijna-energie neutrale gebouwen vast aan de hand van drie eisen (BENG-indicatoren). In [een brief](#) aan de Tweede Kamer van 2

juli 2015 zijn de eisen aan bijna-energie neutrale gebouwen gepubliceerd. De energieprestatie wordt uitgedrukt in drie BENG-indicatoren en deze vervangen op termijn de EPC als indicator. De drie eisen zijn:

1. De maximale energiebehoefte in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar
2. Het maximale primair energiegebruik, eveneens in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar
3. Het minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten

Er is nu nog geen bepalingmethode voor BENG. Daarom heeft RVO een [handreiking](#) opgesteld waarin de bepaling van de drie BENG-indicatoren worden omschrijven. Tussenresultaten van de EPG berekening worden gebruikt om de indicatoren te bepalen, hiervoor is een [Excel rekenblad](#) beschikbaar. Softwareontwikkelaars zullen BENG-indicatoren integreren in met EPG-software.

1.3 Vraagstelling

De volgende vragen staan in dit onderzoek centraal:

1. Welke factoren beïnvloeden gas- en elektriciteitsintensiteiten?
2. Rekening houdende met deze factoren, hoe verhoudt het gemeten werkelijk verbruik zich ten opzichte van het berekend theoretisch verbruik conform het energielabel, met een onderscheid naar labelklassen?
3. Hoe groot is het verschil tussen label G en A, volgens het daadwerkelijk en theoretisch verbruik, zowel in absolute als in relatieve zin.

Afbakening

De afbakening betreft kantoren binnen de dienstensector, met enkel deze gebruiksfunctie, voorzien van een energielabel, die gebruik maken van een gasketel als warmteopwekker. Noot dat deze afbakening impliciet al ingaat op bovenstaande eerste vraagstelling.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 bespreken we eerst de gebruikte databronnen en analysemethode. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten voor de gasintensiteiten, hoofdstuk 4 voor de elektriciteitsintensiteiten. In deze hoofdstukken gaat het voornamelijk over gemiddelde waarden voor de geanalyseerde kantorenpopulatie, bijv. het verschil in intensiteit tussen label G en label A. Het is belangrijk dit in het juiste perspectief te plaatsen wanneer individuele kantoren worden geëvalueerd. De resultaten mogen niet zomaar op een individuele situatie geprojecteerd worden; er zijn vele factoren van invloed op de hoogte van de intensiteit, die voor elk individueel kantoor anders zal zijn.

2

Databronnen en methode

2.1 Inleiding

De labeldatabase, beheerd door RVO, omvat 4,5 miljoen afgegeven labelcertificaten tot 19-04-2016, voor zowel de utiliteit als de woningbouw. De labeldatabase bevat van gebouwen de Energieindex, het energielabel en het berekende energieverbruik conform het label. Het CBS heeft de labeldatabase o.a. gekoppeld met de BAG en de Klantenbestanden. De BAG geeft informatie over het gebruiksoppervlak en de klantenbestanden over het werkelijke energiegebruik. Daar waar de koppeling succesvol verloopt, is per gelabeld kantoor de EI-index, het label, het gebruiksoppervlak en het berekend energieverbruik en het werkelijk energieverbruik bekend. Bovendien is inzicht verkregen in welke maatregelen zijn getroffen. In de volgende paragrafen wordt kort ingegaan op de gekoppelde bronnen en worden enkele kwantitatieve resultaten na koppeling besproken. In Bijlage A wordt de methode uitgebreid toegelicht; in Bijlage B worden de gelabelde kantoren verder geanalyseerd naar oppervlakte, bouwjaar- en labelklassen, en naar type verwarmingssysteem. Deze bijlagen zijn samengesteld uit (Kremer & Vroom, 2016).

2.2 Koppeling met de BAG

Het CBS heeft de Energielabeldatabase gekoppeld met de BAG (Kadaster, 2015). De Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) vormt de basis voor analyses in dit project. De BAG behoort tot een stelsel van 11 [basisregistraties](#) van de overheid. De BAG is een registratie waarin gemeentelijke basisgegevens over alle gebouwen en adressen in Nederland zijn verzameld, inclusief de gebruiksfunctie, het bouwjaar en de grootte in de vorm van het gebruiksoppervlak in vierkante meters. In Bijlage A van het Kentallenproject wordt de BAG verder toegelicht, overgenomen uit (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016).

De BAG maakt onderscheid tussen panden en verblijfsobjecten (VBO) welke in deze panden liggen en waar een gebruiksfunctie zoals 'kantoor' aan is gekoppeld. Vaak is er een 1-op-1 relatie tussen pand en verblijfsobject; de fysieke grenzen van het verblijfsobject en het pand zijn dan identiek, net als de toegewezen gebruiksfunctie(s). Maar regelmatig wijkt een situatie hiervan af. Er kunnen meerdere verblijfsobjecten in één pand liggen, met ook verschillende gebruiksfuncties. In dit onderzoek kijken we op pandniveau naar de BAG gebruiksfuncties; panden met uitsluitend kantoorfunctie worden meegenomen in de analyse.

2.3 Koppeling met de Klantenbestanden

Ook de zogenaamde 'Klantenbestanden' zijn gekoppeld. In de Klantenbestanden van het CBS wordt de levering van elektriciteit en aardgas via het openbare net aan bedrijven gegeven, inclusief de levering van het openbare net aan bedrijvennetten. Door bedrijven zelf geproduceerde elektriciteit voor eigen gebruik is niet in deze cijfers opgenomen. Dus de opwekking middels PV-panelen en/of WKK is niet zichtbaar. Op basis van postcodelijsten van Autoriteit Consument & Markt ([ACM](#)) is bepaald welke kantoren gebruik maken van stadsverwarming, deze kantoren laten we in de analyse buiten beschouwing.

De verbruikscijfers zijn berekend op basis van gegevens uit de aansluitingenregisters van de beheerders van de openbare netten van elektriciteit en aardgas. Van alle netbeheerders in Nederland zijn gegevens verkregen op aansluitingsniveau (EAN meters). Vaak is er een 1-op-1 relatie tussen een EAN meter en een gebouw, maar dit is zeker niet altijd het geval. Het CBS presenteert op Statline twee datasets vanuit de klantenbestanden, waarbij de data is geaggregeerd naar regio's naar SBI hoofdafdelingen³ (CBS, 2014; CBS, 2015):

[Statline tabel 1](#): Aardgas en elektriciteit; bouw en dienstensector.

[Statline tabel 2](#): Levering aardgas en elektriciteit, SBI2008, regio.

De eerste geeft het totaal Nederlands jaarverbruik gas en elektriciteit per hoofdafdeling binnen de dienstensector. De tweede is uitgebreider en geeft ook het jaarverbruik voor de overige hoofdafdelingen, en splitst dit verder op naar regio, bijv. op het niveau van gemeenten.

³ Voorbeelden van 'hoofdafdelingen' binnen de dienstensector zijn 'Handel', 'Informatie en communicatie', 'Financiële dienstverlening', 'Openbaar bestuur en overheidsdiensten', 'Onderwijs', 'Gezondheids- en welzijnzorg'

2.4 Resultaat na koppelingen

Vanuit het perspectief van de Labeldatabase

In **Tabel 3** wordt vanuit het perspectief van de labeldatabase de koppelingsscore gegeven; samengevat vanuit Bijlage A.

Een aantal stappen toegelicht:

- Stap 3: omdat 2014 het meest recente jaar is waarvoor het energieverbruik uit de klantenbestanden beschikbaar is worden certificaten (afgegeven labels) met een registratiedatum tot een jaar terug geselecteerd (tot 31-12-2013). Hiermee zijn we zeker dat het gemeten verbruik past bij de situatie van het label. Hierdoor valt circa de helft van de geregistreerde certificaten af.
- Stap 6: kantoren kunnen meerdere gebruiksfuncties hebben. Om uitschieters vanwege andere functies te voorkomen, nemen we in deze analyse alleen kantoren mee die in de BAG uitsluitend deze gebruiksfunctie hebben gekregen. Stap 8 is een vergelijkbare maatregel.
- In stap 9 wordt ervoor gezorgd dat we bijv. leegstand niet meenemen in de analyse
- We gaan in dit onderzoek alleen naar kantoren met ketels kijken, hierop wordt geselecteerd in stap 10. Voor deze 1073 kantoren zijn gemeten verbruiksgegevens gevonden. Voor 645 van deze kantoren is ook een bruikbaar berekend gas- en elektriciteitsverbruik vermeld. Met 'bruikbaar' wordt verwezen naar het feit dat niet altijd het gas- en elektriciteitsverbruik inzichtelijk is; soms is enkel het totaal primair verbruik in de database vermeld.

Aanbeveling: de Klantenbestanden over 2015 zullen in 2017 bekend zijn. Omdat de analysestructuur er nu ligt, kunnen afgegeven labels tussen 31-12-2013 en 31-12-2014 relatief snel worden toegevoegd aan de analyse.

Tabel 3: Koppelingresultaat vanuit het perspectief van de Labeldatabase

Stap	Gekoppeld bestand aan de Labeldatabase	Omschrijving	Aantal kantoren met label	% van vorige	% van #1	% van #3
1	Labeldatabase	Afgegeven labels tot 19-04-2016, enkel kantoorfunctie	17.653	nvt	100%	267%
2	Labeldatabase	Hiervan, afgegeven labels tot 19-04-2016, enkel kantoorfunctie en een BAGid	14.785	84%	84%	224%
3	Labeldatabase	Hiervan, afgegeven labels tot en met 31-12-2013	6.612	45%	37%	100%
4	Labeldatabase	Hiervan, afgegeven labels na verwijderen administratie wijzigingen	6.541	99%	37%	99%
5	+ BAG	Hiervan, gekoppeld met de BAG	6.061	93%	34%	92%
6	+ BAG	Hiervan, panden met VBOid enkel kantoorfunctie	2.026	33%	11%	31%
7	+ BAG	Meervoudige VBOid's met label binnen zelfde pand verwijderd	1.971	97%	11%	30%
8	+ BAG	Hiervan, enkel in dienstensector	1.706	87%	10%	26%
9	+ Klantenbestanden	Hiervan, gevalideerd gemeten energieverbruik	1.311	77%	7%	20%
10	+ Klantenbestanden	Hiervan alleen gasketels	1.073	82%	6%	16%

Vanuit het perspectief van de BAG

In **Tabel 4** wordt vanuit het perspectief van de BAG de koppelingsscore gegeven; samengevat vanuit Bijlage A.

- Stap 1: de startpopulatie bestaat uit kantoorpanden binnen de dienstensector, die in de BAG puur de kantoorfunctie hebben, een oppervlak hebben tussen 50m² en 50.000m² en gebouwd zijn tussen 1200 en 2014. Dit zijn er 23.263.
- Stap 2: om vervuiling vanuit andere functies, zoals industrie, te voorkomen wordt enkel geselecteerd op kantoren binnen de dienstensector. Daarna worden de stappen 1 t/m 9 van **Tabel 3** doorlopen.

Tabel 4: Koppelingsresultaat vanuit BAG perspectief

Stap	Gekoppeld bestand aan de BAG	Omschrijving	Aantal kantoren totaal	Aantal kantoren zonder label	Aantal kantoren met label	% van totaal
1	+labeldatabase	Kantoorpanden in de BAG, die voldoen aan de afbakening zoals omschreven in A.1, Bijlage A	23.263	21.579	1.684	7%
2	+Klantenbestanden	Na stappen 1 t/m 9 van te hebben doorlopen	18.568	17.257	1.311	7%

2.5 Kwalitatieve observaties

In Bijlage B worden de 1.684 gelabelde kantoren van **Tabel 4** verder geanalyseerd naar oppervlakte, bouwjaar- en labelklassen, en naar type verwarmingssysteem. Hieronder volgt een samenvatting.

Gelabeld versus niet-gelabeld

- Gemiddeld is een niet gelabeld kantoorpand ca 1.100 m², en een gelabeld kantoorpand ca 4.500 m².
- De helft van de populatie kantoorpanden in de dienstensector bestaat uit gebouwen gebouwd na 1997. De gelabelde kantoorpanden zijn relatief wat jonger in vergelijking tot de niet-gelabelde kantoorpanden; circa 2/3 van de gelabelde kantoorpanden is gebouwd na 1997.

Labelklassen onderling vergeleken

- De meeste gelabelde kantoorpanden in de dienstensector hebben het label G⁴.
- Voor een groot deel van de geregistreerde labels geldt dat er geen enkele maatregel is geregistreerd. Het lijkt hier dan enkel te gaan om het afgeven van een label, zonder dat er is gerenoveerd. Dit komt voor bij alle labelklassen. Een afgegeven labels geeft dan de originele energetische staat weer, op het moment van de oplevering.
- De betere labels komen relatief vaker voor bij grotere panden; deze zijn ook vaker jonger. Bovendien staan hier vaker WKK's en wordt vaker warmtekuoedeopslag (WKO) toegepast. WKK's en WKO komt echter binnen elke labelklasse voor, ook binnen label G.

4 Belangrijk om op te merken is dat dit voor de populatie tot en met 31 december 2013 geldt. De situatie daarna is verschoven naar meer kantoren met een A label.

3

Analyse gasintensiteiten

3.1 Hoofdstukindeling en kernboodschap

In dit hoofdstuk kijken we naar de met EPA software *berekende* gas-intensiteiten voor kantoren, met een onderscheid naar labelklassen. Dit vergelijken we met *gemeten* gas-intensiteiten. We willen weten hoeveel minder een kantoor met een A-label verbruikt, in vergelijking tot een kantoor met een G-label. Omdat 2014 het meest recente jaar is waarvoor het gemeten gasverbruik ten tijden van dit onderzoek beschikbaar is, zijn certificaten (afgegeven labels) met een registratiedatum tot een jaar terug meegenomen (tot 31-12-2013).

Het CBS heeft vele analyses uitgevoerd met de gelabelde kantorenvorraad en uitgewerkt in (Kremer & Vroom, 2016). De analyses die betrekking hebben op de in **Tabel 3** genoemde 1073 kantoren met een gasketel zijn in dit hoofdstuk overgenomen en verder uitgewerkt.

EPG geeft lagere intensiteiten dan EPA

Voordat we in de labelanalyse van deze 1073 kantoren duiken, vergelijken we in paragraaf 3.2 eerst de resultaten van EPA software (bestaande bouw) met EPG software (nieuwbouw) voor het modeleren van slechts één middelgroot kantoor. We simuleren dat dit kantoor in de loop der tijd steeds energiezuiniger wordt. Deze analyse wijkt wat af van de rest van het hoofdstuk; we willen graag weten of beide softwarepakketten in dezelfde situatie hetzelfde gasverbruik berekenen. Paragraaf 1.2 beschrijft het verschil tussen de pakketten. Het blijkt dat EPG-software het gasverbruik van een kantoor continue zo'n 30% lager inschat in vergelijking tot EPA-software.

In algemene zin volgt uit deze analyse dat labelklasse G een relatief grote energieklassen is, veel groter dan de getrokken EI-grenzen voor de labels die erna volgen. Met deze reden splitsen we klasse G voor de labelanalyse op in twee subklassen, gedefinieerd als G_laag en een G-hoog.

Belangrijk om onderscheid te maken naar gebouwgruotte

Dit is niet de eerste keer dat naar gasintensiteiten van de gelabelde kantorenvorraad wordt gekeken. In paragraaf 3.3 behandelen we een eerder onderzoek, uitgevoerd door TNO in 2013. Hieruit volgt dat er enkel een verband tussen labelklasse en gemeten gasverbruik gevonden wordt, wanneer er rekening wordt gehouden met de gebouwgruotte.

Gemeten gasintensiteit voor de slechtere labels lager dan berekend

In paragraaf 3.4 wordt de CBS/ECN labelanalyse uitgewerkt, eerste zonder onderscheid te maken naar grootteklassen. In 3.4.1 wordt gekeken naar de met EPA *berekende* gasintensiteit in relatie tot de EI-index. Hier wordt een duidelijke (verwachte) relatie gevonden. Daarna volgt hetzelfde voor de *gemeten* gasintensiteit in paragraaf 3.4.2. In paragraaf 3.4.3 vergelijken we deze met elkaar. De volgende trendmatigheid wordt gevonden:

- Voor de betere labelklasse A en B ligt de gemiddeld gemeten intensiteit wat hoger dan de gemiddeld berekende intensiteit.
- In het middenstuk, zo rond label C, kruisen de twee elkaar, waarna de gemeten waarde voor de slechtere labels diep onder de berekende waarde duikt.

Deze trendmatigheid wijkt enkel af wanneer de maximaal gemeten en berekende waarden met elkaar worden vergeleken; enkel dan liggen de waarden voor de slechtere labels bij elkaar in de buurt, en komt het soms voor dat een gemeten waarde boven een berekende waarde ligt.

Gemiddeld gezien halveert de gemeten gasintensiteit van label G naar A

In paragraaf 3.4.4 maken we een samenvatting van de gevonden verschillen voor de gasintensiteit van G naar A, nog steeds zonder onderscheid te maken naar gebouwgruotte. Deze bedraagt gemeten zo'n $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (een daling van 46%). Zoals we verwachten, blijkt dit in absolute zin af te wijken van het met de EPA berekend verschil ($27 \text{ m}^3/\text{m}^2$). Maar ook de procentuele daling is volgens EPA een stuk groter. Dit laatste zou betekenen dat EPA een groter besparingspotentieel toerekent aan besparingsmaatregelen dan in werkelijkheid wordt gerealiseerd. Voorzichtig wordt hier de relatie gelegd met slecht ingeregelde klimaatinstallaties als mogelijke verklaring.

Voor kleinere kantoren is het verschil tussen label G en A wat kleiner

In paragraaf 3.5 herhalen we voorgaande, waarbij we rekening houden met grootteklassen. Een voorzichtige conclusie die hier uit voortkomt is dat het verschil tussen label G en A voor kleinere kantoren een stuk minder groot is dan voor de grotere kantoren, zowel in absolute als in relatieve zijn.

Uitgevoerde renovaties lijken een significante verklaring te zijn voor de bandbreedte in gevonden gasintensiteiten

In paragraaf 3.6 kijken we naar factoren die de gasintensiteiten beïnvloeden, en zodoende bijdragen aan de grote bandbreedte welke binnen het kentallenproject was gevonden. In het Kentallenproject is gebleken dat een onderscheid naar bouwjaarklasse de bandbreedte maar deels kan verklaren. Een bouwjaarklasse hoeft natuurlijk niet meer de huidige energetische staat van een kantoor weer te geven; het kantoor kan inmiddels zijn gerenoveerd. De analyse naar labelklassen lijkt de bandbreedte voor een veel groter deel te kunnen verklaren.

Gedeeltelijke en verborgen leegstand een grote onbekende factor

Ook gedeeltelijke en/of verborgen leegstand wordt geïdentificeerd als een mogelijke belangrijke factor; hier zou meer onderzoek naar gedaan moeten worden.

In paragraaf 3.7 worden deze kernboodschappen gecompriemd tot enkele conclusies.

3.2 Resultaten voorbeeldkantoor EPA en EPG

Met EPA software wordt het theoretisch gas- en elektriciteitsverbruik van een bestaand gebouw doorgerekend en wordt een energielabel afgegeven. Aan dit label is een EI-index gekoppeld. EPG software berekend hetzelfde voor een *nieuw* gebouw en geeft een EPC waarde (zie paragraaf 1.2). Met deze twee softwarepakketten is voor deze paragraaf eenzelfde voorbeeldkantoor met drie verdiepingen en een gebruiksoppervlak (GO) van 4320 m² doorgerekend⁵. De achtergrond van deze exercitie wordt verwoord in Bijlage E.

De reden voor deze analyse, die wat afwijkt van de rest van dit hoofdstuk, is enkel het vergroten van inzicht:

1. EPA analyse: hiermee krijgen we een eerste gevoel voor het theoretisch verbruik in relatie tot de EI-index; dit help bij het begrijpen en verklaren van trendmatigheden.
2. EPG analyse: wanneer EPA en EPG resultaten *onderling* flink afwijken, moet een van de twee per definitie ook afwijken van werkelijke verbruiken. Dit kan de eerder genoemde trendmatigheid betreffen, of de hoogte van het daadwerkelijk verbruik.

EPA versus EPG

In **Figuur 6** is de berekende EPA en EPG gasintensiteit uitgezet tegen de EI-index. Het betreft identieke pakketten, waarbij in de EPG-software wel mee bouwkundige informatie verwerkt kan worden dan in de EPA software. Wat opvalt is dat de intensiteit berekend met de EPG software continue zo'n 30% lager ligt in vergelijking tot de EPA-berekening. Label G is een relatief grote energieklassse, veel groter dan de getrokken EI-grenzen voor de labels die erna volgen.

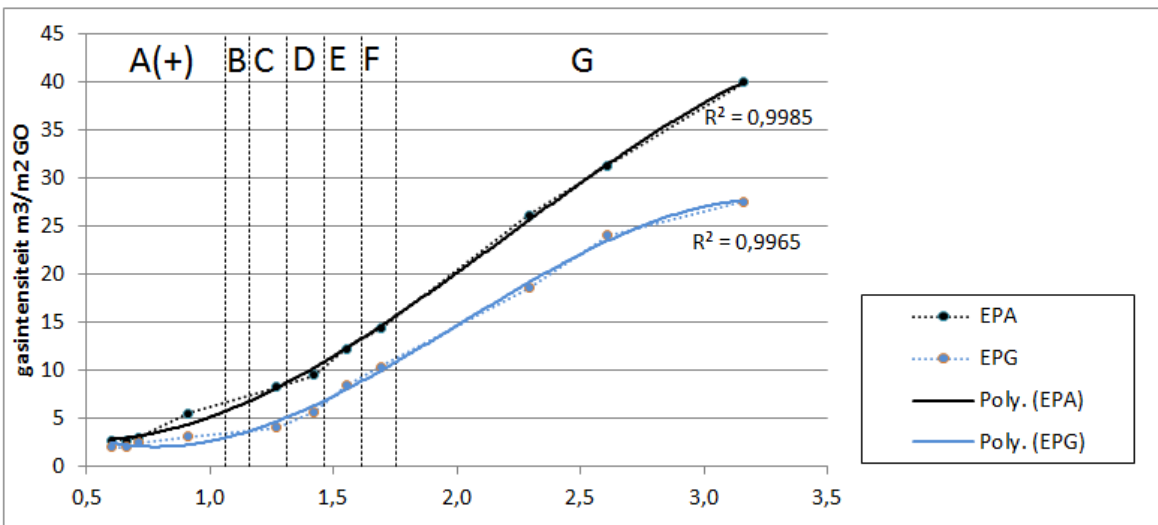
We verwachten op voorhand niet dat het theoretisch berekende verbruik overeen zal komen met het werkelijk verbruik; software als de EPA, EPC en EPG is niet ontwikkeld om het daadwerkelijk verbruik te berekenen, maar om gebouwen in de loop der tijd energiezuiniger te maken.

Vanaf een midden-G naar A+ geeft:

- EPA een verschil van 26 m³ gas/m² GO (een daling van 82%)
- EPG een verschil van 21 m³ gas/m² GO (een daling van 87%)

⁵ Deze grootte komt overeen met de in paragraaf 2.5 gevonden gemiddelde grootte van de gelabelde kantorenvorraad. Zowel dit theoretische kantoor als de geselecteerde kantoren met een label zijn voorzien van gasketels.

Figuur 6: Berekende gasintensiteit in $\text{m}^3 \text{gas}/\text{m}^2 \text{GO}$ voor een middelgroot voorbeeldkantoor, volgens EPA en EPG software⁶, uitgezet tegen de EI-index.



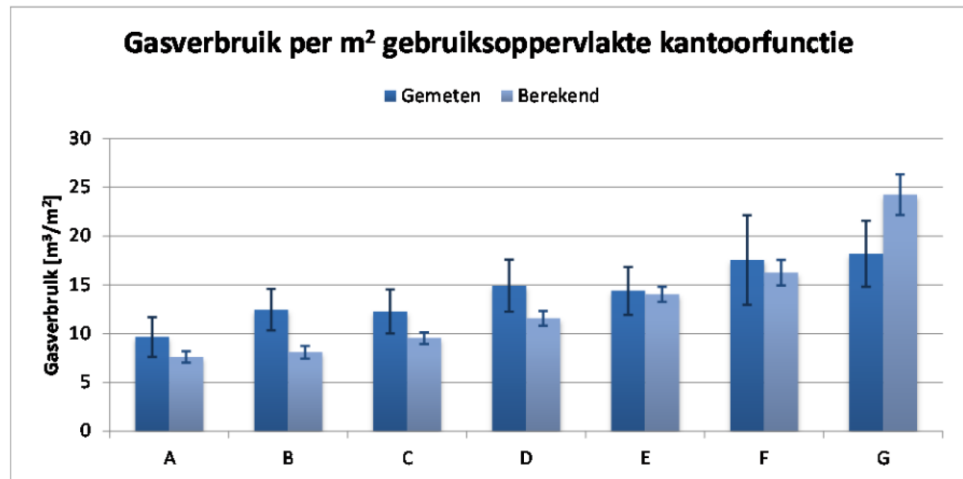
3.3 Resultaten TNO analyse over 2010

In 2013 heeft TNO naar het berekend en gemeten verbruik van de gelabelde utiliteitsbouw gekeken. Het energieverbruik van 1801 utiliteitsgebouwen was geanalyseerd voor het zichtjaar 2010 (Hoes et al, 2013). Hieronder zaten 642 kantoren met enkel een gasketel als warmteopwekker. Voor deze kantoren was uiteindelijk geen overtuigende trendmatigheid gevonden tussen gasintensiteit en afgegeven label; de intensiteit leek van label A tot en met label D min of meer vlak te lopen ($15 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2 \text{GO}$), waarna deze langzaam oplom naar label G ($20 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2 \text{GO}$). Het verschil hiertussen bedraagt dus ongeveer $5 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Onder deze 642 kantoren bevonden zich 133 kantoren met een oppervlak kleiner dan $500 \text{ m}^2 \text{GO}$. Voor deze populatie was geheel geen trendmatigheid te vinden. Slechts wanneer de 279 kantoren met een oppervlak groter dan $2000 \text{ m}^2 \text{GO}$ werden geïsoleerd, ontstond een trendmatigheid die leek toe te nemen van $10 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2 \text{GO}$ voor label A tot $18 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2 \text{GO}$ voor label G, zie **Figuur 7**. Het verschil hiertussen bedraagt dus ongeveer $8 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

⁶ Er ligt ook een relatie tussen de EI-index en de EPC; en dus ook tussen het verbruik volgens EPG en de EI-index berekend met EPA voor een dezelfde gebouw.

Figuur 7: Gemiddeld berekend en gemeten gasintensiteit kantoren met alleen een gasketels, gebruiksooppervlak >2000 m², gegevens 2010, geen correctie voor graaddagen, N=279 (Hoes et al, 2013)



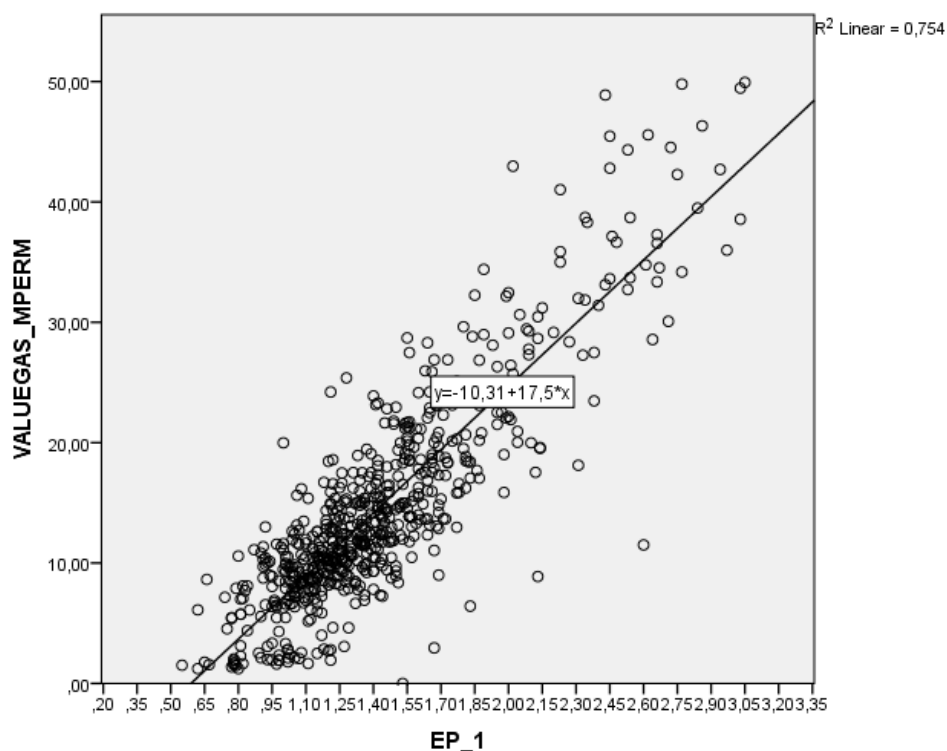
Ook vanuit het Kentallenproject weten we dat gebouwgrootte een dominante invloed uitoefent op de gasintensiteit (paragraaf 3.6 gaat hier dieper op in). In de volgende paragraaf worden de gasintensiteit van de labeldatabase eerste geanalyseerd zonder rekening te houden met deze factor. Daarna volgt een paragraaf waarbij de resultaten verder worden opgedeeld naar gebouwgrootte.

3.4 Analyse over 2014 zonder onderscheid naar gebouwgrootte

3.4.1 EPA berekende intensiteit

In **Figuur 6** in paragraaf 3.2 zagen we voor het middelgroot voorbeeldkantoor een redelijk lineair verband tussen berekende gasintensiteit en EI-index. Wanneer we de door EPA berekende gasintensiteiten van de geanalyseerde kantorenpopulatie bijeenbrengen, ontstaat **Figuur 8**. Het lineaire verband is opnieuw zichtbaar. **Tabel 5** geeft gemiddelden per labelklasse, waarbij labelklasse G is opgedeeld in een lage en een hoge klasse. De knip is hierbij gelegd bij de mediaan, welke op de waarde EI=2,1 ligt. Ook de minimum en maximum EI worden gegeven, als mede de 5% en 95% percentiel waarde voor de gasintensiteit. De laatste rijen geven het verschil tussen labelklasse G_hoog en A.

Figuur 8: Scatterplot berekend gasverbruik in m³/m² naar EI-index kantoorpanden_gasketels.



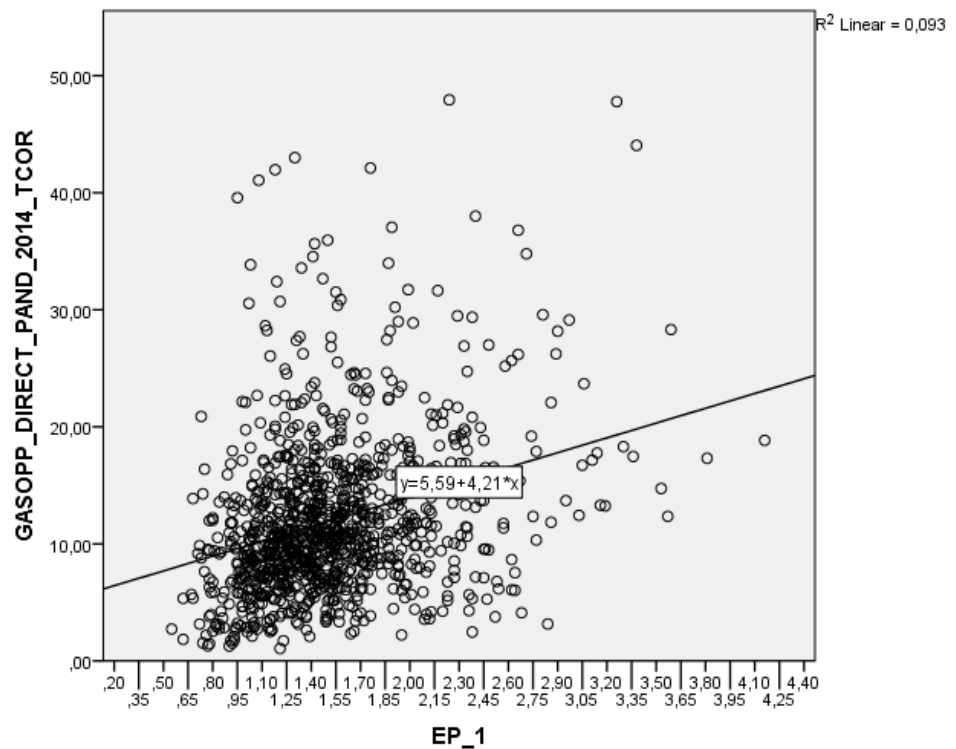
Tabel 5: EPA berekende gemiddeld gasverbruik en EI-index naar labels (kantoorpanden met alleen gasketels)

Labelklasse	N totaal 639	EI-index minimum	EI-index gemiddeld	EI-index max	m ³ /m ² 5%_onder	m ³ /m ² gemiddeld	m ³ /m ² 95%_boven
A	111	0,55	0,92	1,05	6,0	6,7	7,3
B	65	1,06	1,11	1,15	8,4	9,1	9,8
C	117	1,16	1,23	1,30	10,5	11,2	11,9
D	101	1,31	1,38	1,45	12,5	13,2	13,9
E	80	1,46	1,53	1,60	15,0	16,0	17,1
F	56	1,61	1,67	1,75	17,2	18,6	19,9
G_laag	59	1,76	1,92	2,10	21,7	23,3	24,9
G_hoog	56	2,12	2,48	3,05	31,1	33,7	36,2
Δ G_hoog->A		1,57	1,56	2,00	25,2	27,0	28,8
%Δ G_hoog->A		74%	63%	66%	81%	80%	80%

3.4.2 Klantenbestanden gemeten intensiteiten

Figuur 9 toont de gemeten gasintensiteit als functie van de EI-index. Het in de vorige paragraaf gevonden lineaire verband bij de door EPA berekende intensiteit is nu niet zichtbaar. **Tabel 6** geeft gemiddelden en bandbreedtes per labelklasse, en het verschil tussen labelklasse G_hoog en A.

Figuur 9: Scatterplot gemeten gasverbruik in m^3/m^2 naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels).



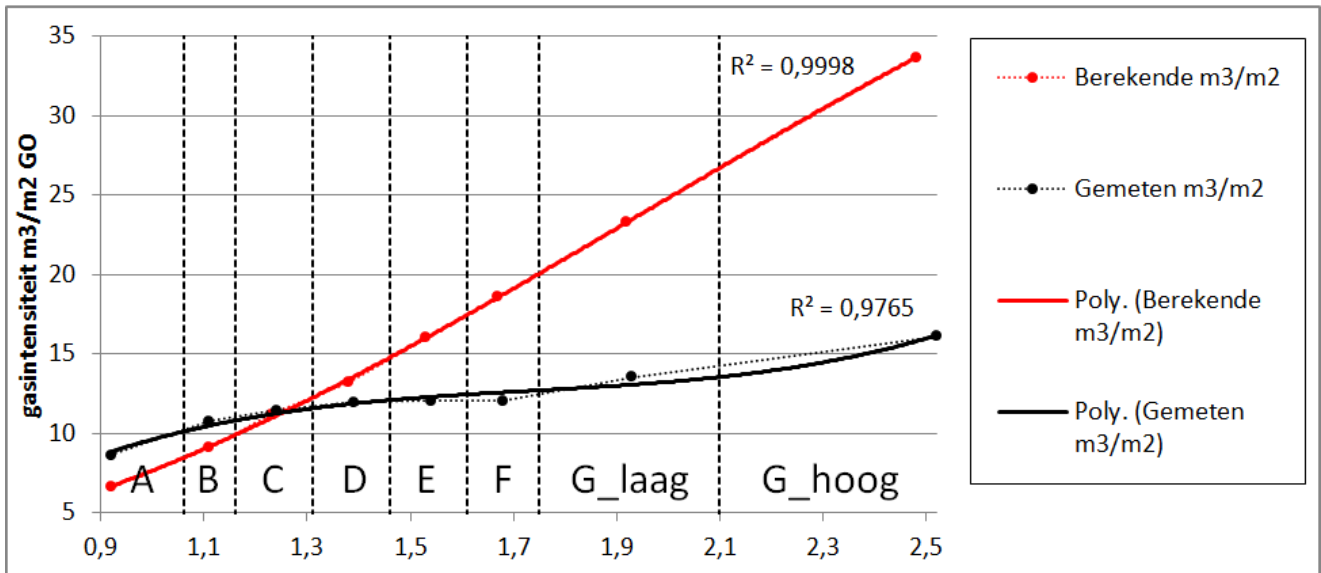
Tabel 6: Klantenbestande gemeten gemiddeld gasverbruik en EI-index naar labels (alleen gasketels)

Label-klasse	N totaal 1073	EI-index minimum	EI-index gemiddeld	EI-index max	m^3/m^2 5%_onder	m^3/m^2 gemiddeld	m^3/m^2 95%_boven
A	150	0,55	0,92	1,05	7,7	8,62	9,6
B	88	1,06	1,11	1,15	9,5	10,77	12,1
C	159	1,16	1,24	1,3	10,5	11,44	12,4
D	162	1,31	1,39	1,45	11,0	11,94	12,8
E	150	1,46	1,54	1,6	11,1	12,06	13,0
F	106	1,61	1,68	1,75	11,0	12,03	13,1
G_laag	133	1,76	1,93	2,1	12,4	13,54	14,7
G_hoog	125	2,12	2,52	4,16	14,5	16,1	17,7
Δ G_hoog->A		1,57	1,60	3,11	6,8	7,5	8,1
% Δ G_hoog->A		74%	63%	75%	47%	46%	46%

3.4.3 Relatie tussen berekend en gemeten verbruik

Figuur 10 combineert het gemiddeld berekend verbruik uit **Tabel 5** met het gemiddeld gemeten verbruik uit **Tabel 6**.

Figuur 10: Gemiddeld gemeten en berekend gasverbruik in m^3/m^2 gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels); gegevens 2014, graaddagen gecorrigeerd⁷.



De trendmatigheid van het gemiddeld *berekend* verbruik komt sterk overeen met hetgeen we eerder vonden voor het middelgroot voorbeeldkantoor in **Figuur 6**. De trendmatigheid van het gemiddeld *gemeten* verbruik lijkt sterk op de TNO resultaten in **Figuur 7**; het tussenstuk loopt wat vlakker, waarna deze langzaam opklimt naar de hogere waarden voor label G. Opvallend is dat het gemeten verbruik hoger ligt in de labelklassen A en B, kruist in label C, en daarna lager ligt voor de relatief slechtere labelklassen⁸.

Inschatten EPG analyse

We hadden in **Figuur 6** voor het middelgroot voorbeeldkantoor ook EPG berekeningen meegenomen. Vanwege een veronderstelde relatie tussen een EPA en een EPG berekening, kunnen we inschatten dat wanneer we een EPG-analyse toevoegen aan **Figuur 10**, deze voor de slechtere labels tussen de EPA-analyse en het gemeten verbruik zal liggen. Op een eerder punt zal deze het gemeten verbruik kruisen, om er daarna onder te blijven. Het zou interessant zijn een werkelijke analyse toe te voegen.

Aanbeveling: de EPG berekening bij de analyse betrekken en evalueren of de ontwikkeling van de gasintensiteit de gemeten waarde beter lijkt te beschrijven.

⁷ Noot dat de vermelde hoge waarde voor de correlatiecoëfficiënt R^2 een schijnnaauwkeurigheid weergeeft; hiervoor zijn er statisch gezien te weinig punten in de figuur meegenomen. Van de andere kant geeft het wel degelijk aan dat er een samenhang gevonden wordt.

⁸ Niet getoond in deze figuur is dat de gemeten 95% percentiel waarden, dus dicht tegen de hoogst gemeten waarden aan, net zo ver onder de berekende 95% percentiel waarden ligt. De situatie verandert alleen wanneer de maximaal gemeten waarden worden vergeleken met de maximaal berekende waarde; nu liggen de gasintensiteiten voor de slechtere labelklassen wel op dezelfde hoogte.

3.4.4 Samenvatting verschil intensiteit label G versus label A

In **Tabel 7** zijn de gasintensiteiten uit de vorige paragrafen bij elkaar gebracht. De afgelezen TNO intensiteiten zijn hierbij gecorrigeerd voor graaddagen_2010 (factor 0,84). Na een kolom met *berekende* waarden volgt een kolom met *gemeten* waarden die hiermee vergeleken kan worden.

Tabel 7: Samenvatting gasintensiteiten m³ gas/m² GO versus energielabel, zonder onderscheid te maken naar gebouw grootte

	Paragraaf	3.3	3.3	3.4.1	3.4.2
	Populatie	alles	alles	alles	alles
El [≈]	Omschrijving	TNO onderzoek over 2010 berekend	TNO onderzoek over 2010 gemeten	CBS/ECN onderzoek over 2014 berekend	CBS/ECN onderzoek over 2014 gemeten
2,48	G	35,0	20,0	33,7	16,1
1,23	Midden (bijv. C)	11,0	15,1	11,2	11,4
0,92	A	9,0	15,0	6,7	8,6
	Daling G -> A	26,0	5,0	27,0	7,5
	% daling G -> A	74%	25%	80%	46%
Factor groter berekend versus gemeten	Vershil G -> A	5,2	nvt	3,6	nvt
	% daling G -> A	3,0	nvt	1,7	nvt
	Populatiegrootte	642	642	645	1073

Conclusies, uitgaande van de CBS/ECN analyse:

- Het verschil tussen label G en label A voor de gemiddeld *gemeten* gasintensiteiten is zo'n 7,5 m³/m² GO. Dit is bijna een halvering.
- Dit wijkt sterk af van theoretische EPA *berekeningen*. De EPA berekent een verschil van 27 m³/m², wat een reductie is van 80% op het gasverbruik.
- Dit betekent dat EPA de absolute reductie met een factor 3,6 overschat⁹. De procentuele reductie wordt met een factor 1,7 overschat.

⁹ We schatten in dat het verschil tussen G en A met een EPG-analyse op 20 m³ gas/m² GO uit zou komen, wat nog steeds een factor 3 hoger ligt dan de gemeten waarden.

Relatie met inregeling klimaatinstallatie

Deze laatste conclusie is interessant. De EPA is zoals gezegd niet bedoeld om het daadwerkelijk verbruik weer te geven, maar we hadden wel verwacht dat een procentuele besparing zo'n beetje overeen zou komen. Deze conclusie betekent dat besparingsmaatregelen in de praktijk minder presteren dan aangenomen in EPA software. Een belangrijke reden hiervoor kan zijn dat klimaatinstallaties vaak slecht zijn ingeregeld. Afgelopen jaren zijn er een aantal onderzoeken geweest waaruit blijkt dat het energieverbruik in gebouwen gemiddeld 25% tot 30% hoger is dan je op basis van de aanwezige technologieën en bedrijfsprocessen mag verwachten, vanwege vaak slecht ingeregelde klimaatinstallaties (Menkveld, 2016). En 'vaak' is 'vaak'; er wordt geschat dat meer dan 70% van de klimaatinstallaties in gebouwen niet goed functioneren.

Een aanbeveling zou zijn het werkelijk effect van de in de labeldatabase geregistreerde genomen maatregelen te evalueren, dat zou meer helderheid kunnen geven.

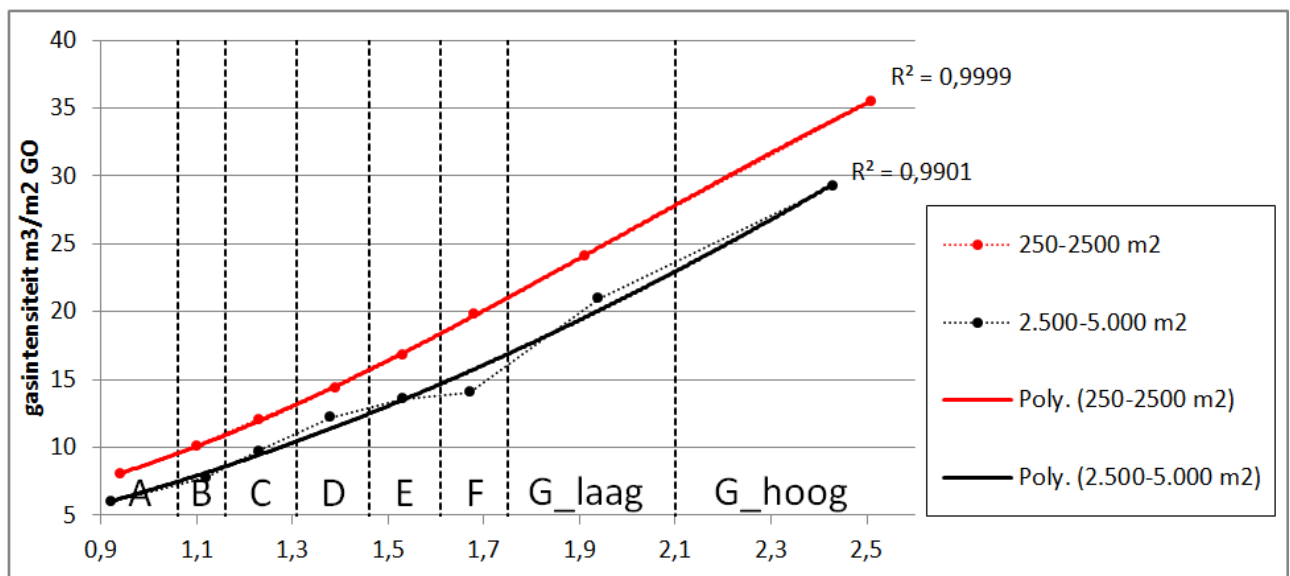
3.5 Analyse over 2014 met onderscheid naar gebouwgrootte

In deze paragraaf gaan we voorgaande paragraaf herhalen, met nu houden we rekening met de gebouwgrootte. We willen uiteindelijk weten of de gevonden absolute en relatieve daling van label G naar A hierdoor wordt beïnvloed.

3.5.1 EPA berekende intensiteit

In **Figuur 11** wordt de met EPA berekende gasintensiteit getoond, uitgezet tegen de EI-index, met een onderscheid naar twee grootteklasse. Het betreft de gemiddelde waarde per labelklasse. De achterliggende data is terug te vinden in Bijlage F. In de figuur is een vanuit Excel een 'polynoom' als trendlijn toegevoegd; deze vertoont de beste correlatie.

Figuur 11: Gemiddeld berekende gasintensiteit versus EI, naar grootte, geplote met een polynoom relatie.



Voor een vergelijkbare EI-index, ligt de gasintensiteit van de kleinere kantoren hoger in vergelijking tot de grotere kantoren. Dit komt overeen met de verwachting; een kleiner gebouw heeft een minder gunstige verhouding tussen warmteverliesoppervlak (de gebouwschil) en gebruiksoppervlakte.

Het verschil tussen label G en A wijkt voor de twee grootteklassen niet veel van elkaar af.

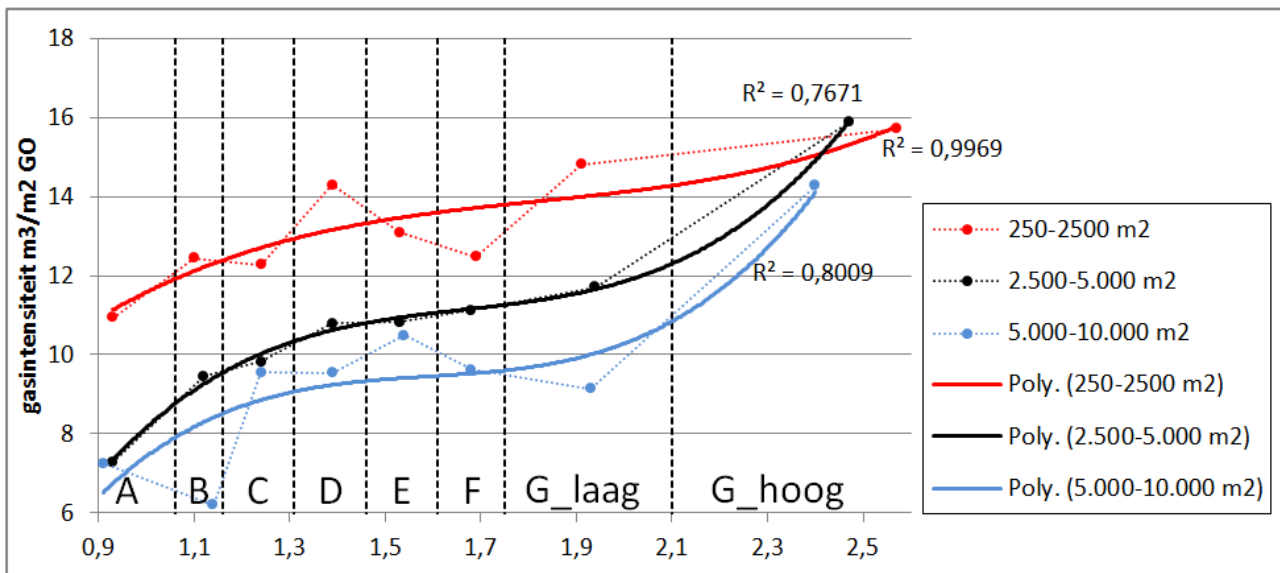
3.5.2 Klantenbestanden gemeten intensiteiten

Grootteklassen naar EI

Uit analyses van het CBS (Kremer & Vroom, 2016) volgt dat wanneer er een onderscheid naar grootteklassen wordt gemaakt, de samenhang tussen het gemeten gasverbruik en de EI-index voor de grotere klassen beter wordt. Deze blijft echter zwak. De bandbreedte blijft te groot om de verschillen *tussen* labelklassen significant te mogen noemen. In Bijlage C wordt per oppervlakteklasse de samenhang tussen het gemeten gasverbruik en de EI-index getoond en toegelicht. Voor de grootteklasse 10.000-25.000 m² is de samenhang het sterkst. Per grootteklasse wordt de bijbehorende scatterplot getoond; naarmate de grootteklasse toeneemt, ontstaat er (visueel gezien) een betere relatie met de EI-index.

In deze paragraaf kijken we naar de trendmatigheid van de gevonden *gemiddelden*. Het is belangrijk hierbij de grote bandbreedte in gedachten te houden. In **Figuur 12** wordt de gemeten gasintensiteit getoond, uitgezet tegen de EI-index, met een onderscheid naar drie grootteklasse. Het betreft de gemiddelde waarde per labelklasse. De achterliggende data is terug te vinden in Bijlage F. In de figuur is een vanuit Excel een 'polynoom' als trendlijn toegevoegd; deze vertoont de beste correlatie en komt overeen met de eerdere constatering dat het middendeel relatief vlak loopt. Echter, iedere andere plot hadden we ook kunnen kiezen. Naarmate de populatiegrootte in de tijd toeneemt, zal de bandbreedte kleiner worden en zal duidelijker worden welke plot de situatie het beste weergeeft.

Figuur 12: Gemiddeld gemeten gasintensiteit versus EI, naar grootte, geplote met een polynoom relatie.

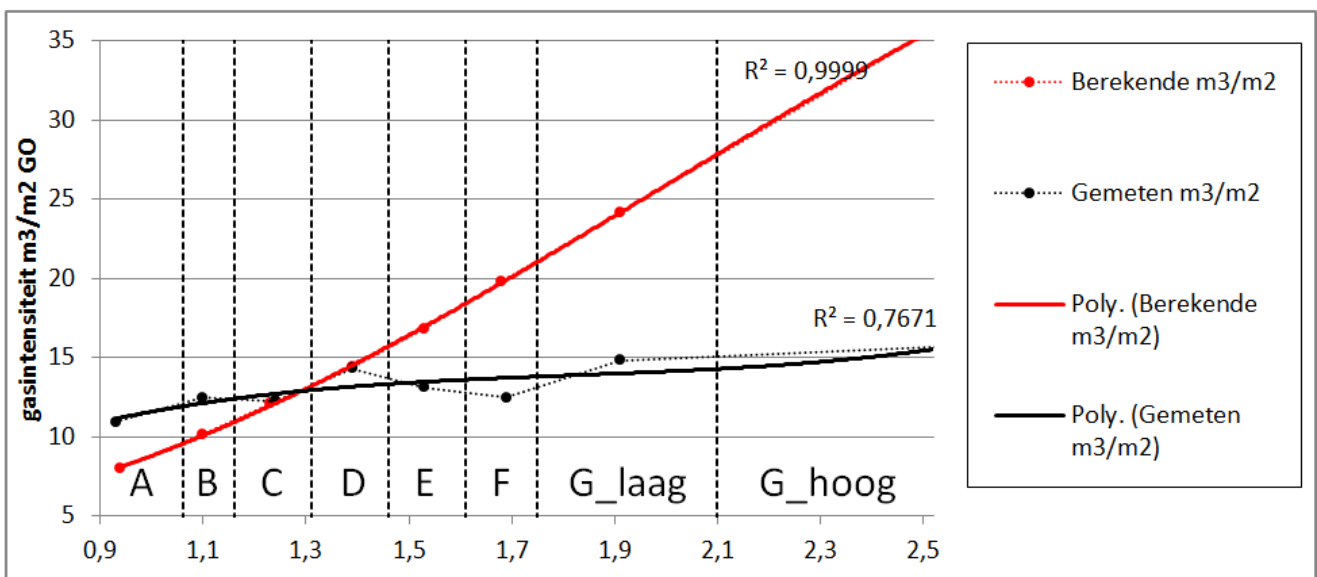


Ook nu ligt voor een overeenkomstige EI-index de gasintensiteit van de kleinere kantoren hoger in vergelijking tot de grotere kantoren. In de hoogste G klasse lijken de intensiteiten dicht bij elkaar te komen, dit kan echter ook toevallig het resultaat zijn van deze geanalyseerde populatie.

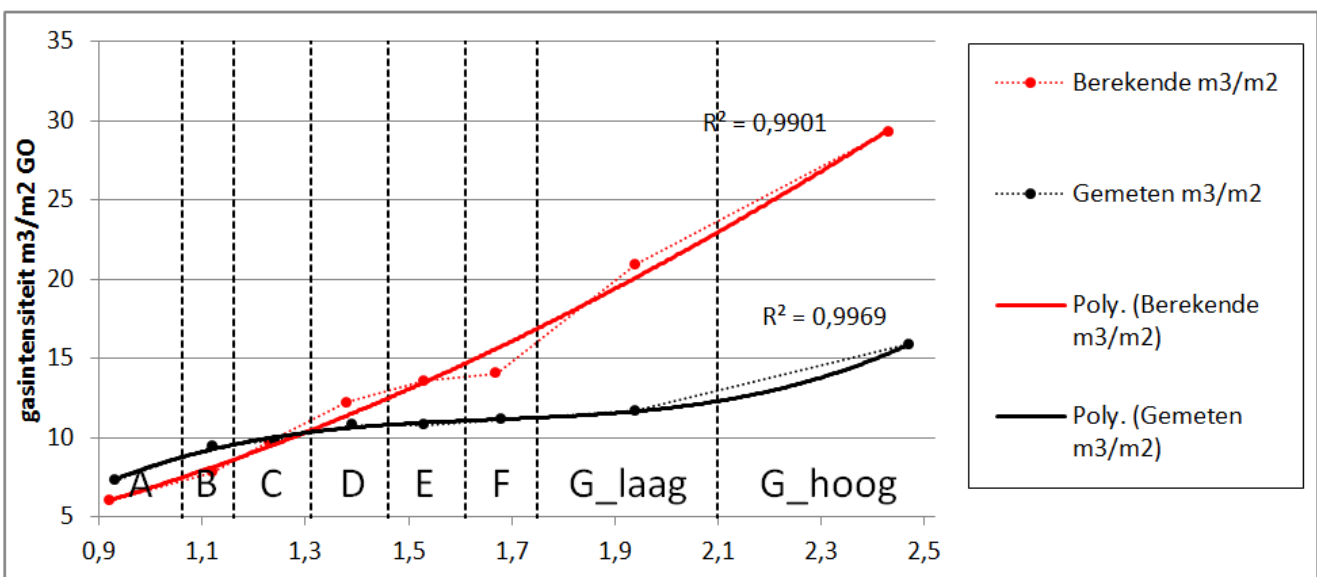
3.5.3 Relatie tussen berekend en gemeten verbruik

Figuur 10 in paragraaf 3.4.3 combineerde voor de populatie waarbij geen onderscheid was gemaakt naar grootteklassen het gemiddeld berekend verbruik met het gemiddeld gemeten verbruik. In deze paragraaf is hetzelfde gedaan voor de resultaten van twee grootteklassen. Dit is een combinatie van **Figuur 11** en **Figuur 12**. **Figuur 13** geeft de gemiddelde gemeten en berekende gasintensiteit voor de grootteklasse 250-2500 m² GO, **Figuur 14** combineert dit voor de grootteklasse 2500-5000 m² GO. Dezelfde trendmatigheid wordt gevonden (ook in relatie tot voetnoot 8).

Figuur 13: Gemiddeld gemeten en berekend gasverbruik in m³/m² gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels); gegevens 2014, graaddagen gecorrigeerd , grootteklasse 250-2500 m² GO.



Figuur 14: Gemiddeld gemeten en berekend gasverbruik in m³/m² gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels); gegevens 2014, graaddagen gecorrigeerd , grootteklasse 2500-5000 m² GO.



3.5.4 Samenvatting verschil intensiteit label G versus A

EPA berekende intensiteit

In paragraaf 3.4.4, waar geen onderscheid werd gemaakt naar grootteklassen, vonden we tussen labelklasse G_hoog en A een berekend verschil van zo'n 27 m³/m² GO. Dit was een reductie van 80%. In **Tabel 8** wordt dit vergeleken met de analyse van de twee onderscheiden grootteklassen in paragraaf 3.5.1. Hieruit volgt dat dit onderscheid weinig invloed heeft.

Tabel 8: Verschil berekende EPA gasintensiteit tussen labelklasse G_hoog en A, met een relatie naar grootteklassen

Grootteklasse	N	Afname van G_hoog naar A m ³ /m ² GO	% afname tov G_hoog
0-50.000 m ² (gehele populatie), paragraaf 3.4.4	645	27,0	80%
250-2500 m ² , paragraaf 3.5.1	385	27,5	77%
2.500-5.000 m ² , paragraaf 3.5.1	167	23,3	79%

Klantenbestande gemeten intensiteit

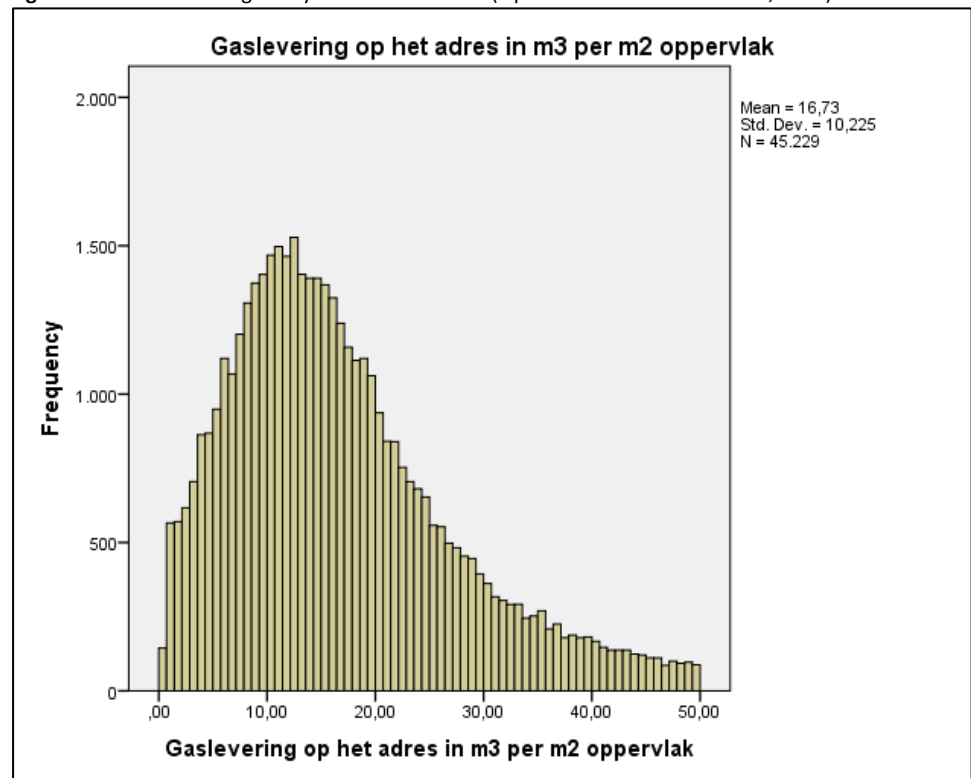
In paragraaf 3.4.4, waar geen onderscheid werd gemaakt naar grootteklassen, vonden we tussen labelklasse G_hoog en A een gemeten verschil van zo'n 7,5 m³/m² GO. Dit was een reductie van 46%. Vinden we nu wat anders? Een voorzichtige conclusie is dat het verschil voor kleinere kantoren een stuk minder groot is, zowel in absolute als in relatieve zijn. **Tabel 9** geeft dit weer.

Tabel 9: Verschil gemeten gasintensiteit tussen labelklasse G_hoog en A, met een relatie naar grootteklassen

Grootteklasse	N	Afname van G_hoog naar A m ³ /m ² GO	% afname tov G_hoog
0-50.000 m ² (gehele populatie), paragraaf 3.4.4	1073	7,5	46%
250-2500 m ² , paragraaf 3.5.2	549	4,8	30%
2.500-5.000 m ² , paragraaf 3.5.2	308	8,6	54%
5.000-10.000 m ² , paragraaf 3.5.2	129	7,0	49%

3.6 Factoren die de bandbreedte beïnvloeden

Figuur 15: Gasintensiteit geanalyseerde kantoren in (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016)



Met **Figuur 15** toonde het Kentallenproject de gigantische spreiding in gevonden gasintensiteiten. Er werden een aantal factoren gevonden die hier van invloed op zijn; deze laten we (bewerkt) kort de revue passeren. Daarna evalueren we welk deel van de bandbreedte verklaard kan worden met de resultaten van de labelanalyse.

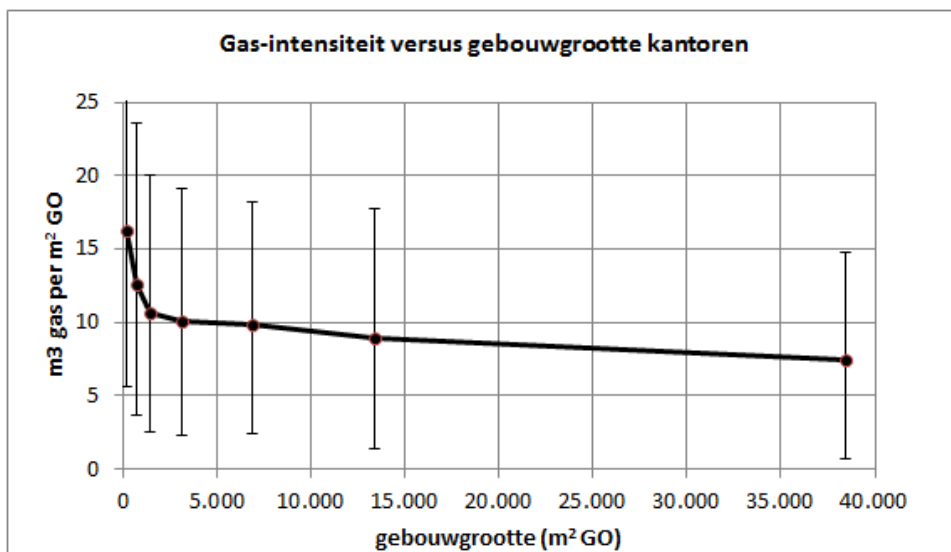
3.6.1 Inzichten vanuit het Kentallenproject

Invloed gebouwgrrootte

Vanuit de theorie weten we dat gebouwgrrootte een belangrijke factor is om rekening mee te houden. Dit komt doordat een groter gebouw een gunstiger verhouding heeft tussen warmteverliesoppervlak (de gebouwschil) en gebruiksoppervlakte.

Figuur 16 laat zien dat we dit in het Kentallenproject ook in de praktijk vonden. In de figuur is de gasintensiteit uitgezet naar gebouwgrrootte. De figuur laat zien dat de gasintensiteit sterk daalt tot ongeveer 2.500 m² GO; daarna is de mate van afname minder sterk maar nog steeds aanwezig. Ook wanneer er rekening wordt gehouden met deze factor, blijft de bandbreedte echter groot. Noot: in paragraaf 2.5 hadden we gezien dat de gemiddelde grootte van de *gelabelde* kantorenvoorraad ongeveer 4.500 m² is.

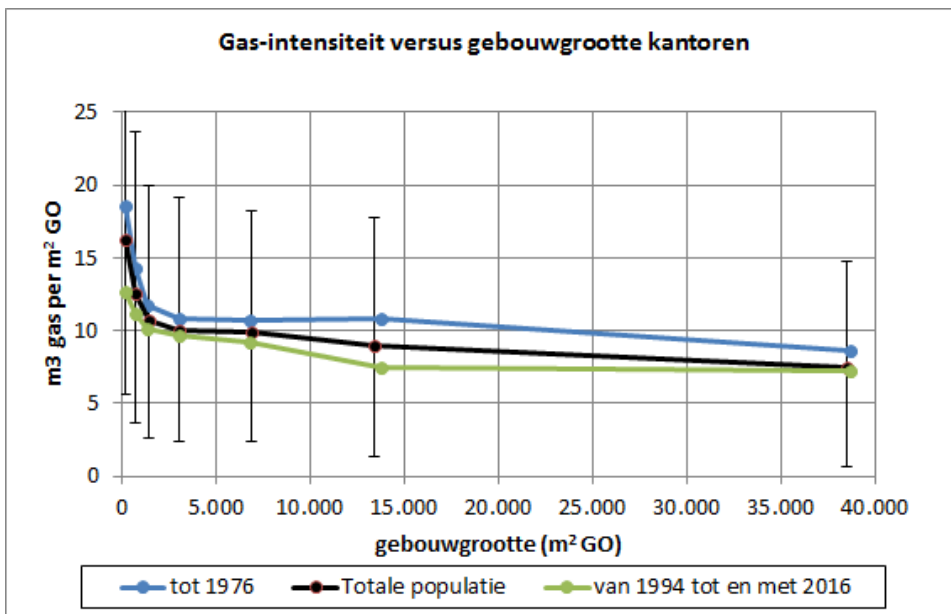
Figuur 16: Gasintensiteit versus grootte kantoren, inclusief bandbreedte in de vorm van het 10%- en 90% percentiel, bewerkt vanuit (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016)



Invloed bouwjaarklassen

De ontwikkeling van de gasintensiteit naar bouwjaarklassen zag er voor kantoren uit zoals verwacht; hoe recenter, hoe beter de isolatiegraad, hoe lager de gasintensiteit. Wanneer we de invloed van bouwjaarklassen aan **Figuur 16** toevoegen, ontstaat **Figuur 17**. De gasintensiteiten van de oudste bouwjaar-klasse liggen wat hoger, die van de meest recente wat lager.

Figuur 17: De invloed van bouwjaarklassen toegevoegd aan **Figuur 16**, bewerkt vanuit (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016)



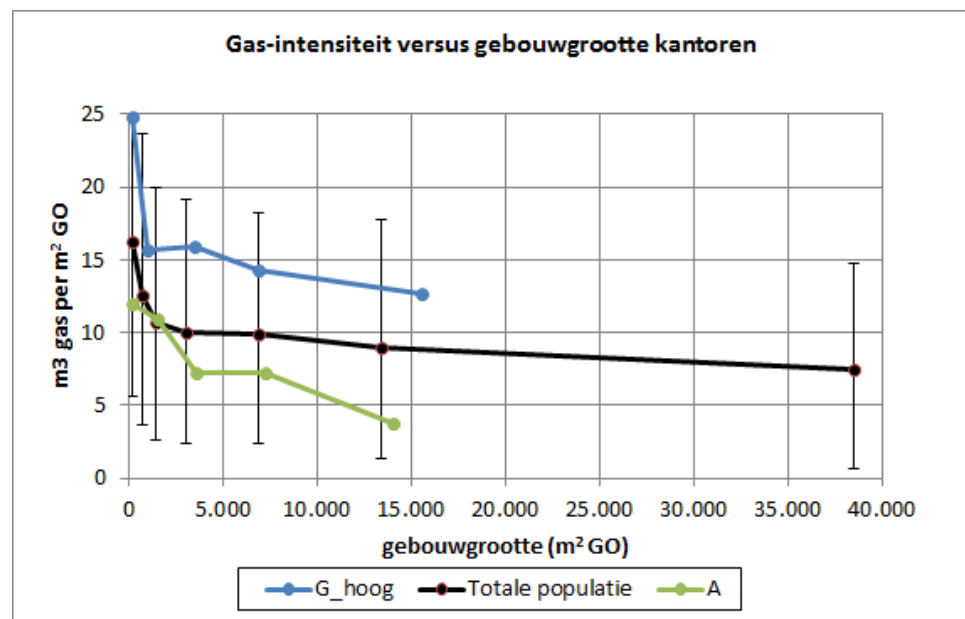
We zien dat de invloed van bouwjaarklassen de bandbreedte maar deels kan verklaren. Een bouwjaarklasse hoeft natuurlijk niet meer de huidige energetische staat van een kantoor weer te geven; het kantoor kan inmiddels zijn gerenoveerd.

3.6.2 Nieuw inzichten vanuit de labelanalyse

Invloed renovaties op gasintensiteit 1

In **Figuur 18** zijn de oudste en meest recente bouwjaarklassen van het Kentallenproject vervangen door de slechtste en beste labelklassen. Duidelijk is te zien dat nu een veel groter deel van de bandbreedte verklaard wordt. Hoeveel kantoren daadwerkelijk zijn gerenoveerd, en in welke mate, is een onbekend¹⁰.

Figuur 18: De invloed van labelklassen toegevoegd aan **Figuur 16**¹¹.



Invloed renovaties op gasintensiteit 2

Uit **Figuur 19** volgt dezelfde conclusie. In het Kentallenproject hadden we een mooie afname gezien voor gas-intensiteit versus bouwjaarklasse; hoe recenter, hoe lager. Wanneer ingezoomd wordt op de grootteklasse 2000-5000 m², passende bij de huidige labelanalyse, zijn de verschillen niet al te groot. Wel is altijd sprake van een grote bandbreedte. **Figuur 19** geeft dit met de *stippellijn* voor de oudste en meest recente bouwjaarklasse weer. Nu hebben we iedere bouwjaarklasse verder opgedeeld naar labelklassen. Conclusies:

1. Opdelen naar labelklassen verklaart een deel van de eerder gevonden bandbreedte; er is nu rekening gehouden met uitgevoerde renovaties

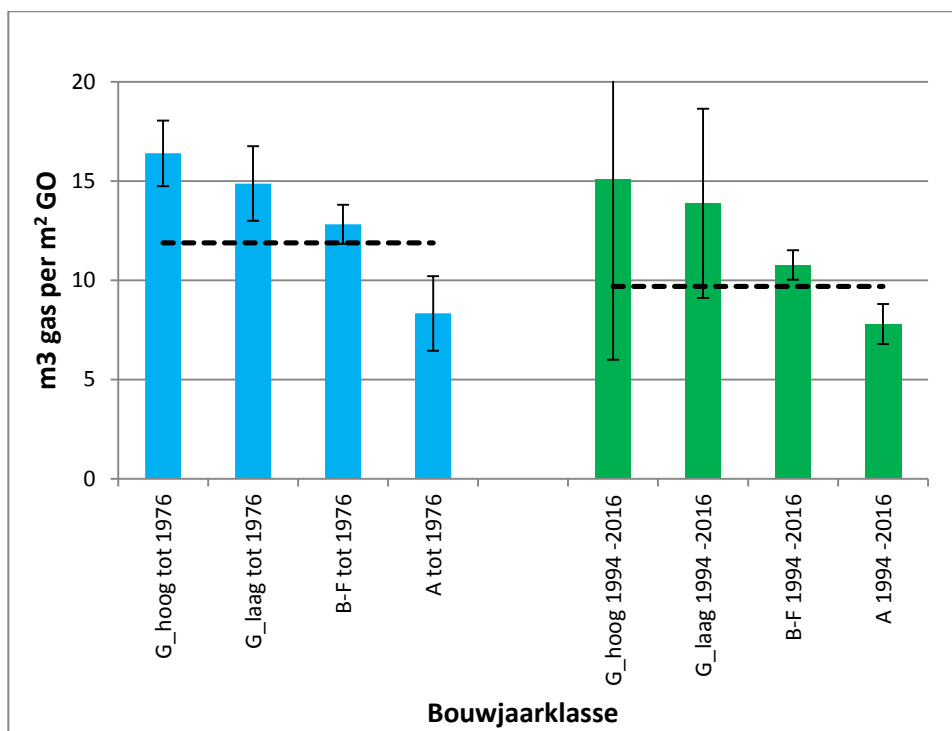
¹⁰ Volgens **Tabel 4** heeft in 2016 slechts 7% van de kantorenvorraad een label. Bovendien zal slechts een deel van de gelabelde voorraad ook daadwerkelijk flink zijn gerenoveerd; een voorzichtige schatting voor kantoren is dat dit geldt voor een kwart van de gelabelde voorraad. Van de andere kant kan het zo zijn dat er ook kantoren gerenoveerd zijn die niet in de labelbase voorkomen; de grootte van deze populatie is bij ECN niet bekend.

¹¹ Rondom de kentallen naar labels is ook sprake van een bandbreedte, zie hiervoor Bijlage F. Deze ligt echter ruim binnen de bandbreedte van het Kentallenproject (niet getoond in de figuur). Wat dit betekent is niet bekend.

2. Het valt op dat we ook binnen de meest recente bouwjaarklasse label G kantoren vinden. Dit is gezien de uitwerking in Bijlage E onverwacht. Het valt op dat juist hier een grote bandbreedte is.
3. Het lijkt er op dat voor hetzelfde label de gasintensiteit van een ouder kantoor, wat hoger ligt dan voor een nieuwer. Er is echter nog te weinig data beschikbaar om dit hard te maken.
4. Het verschil tussen labelklasse G_hoog en A komt voor deze twee bouwjaarklassen gemiddeld uit op $7,7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ GO}$; dit komt overeen met de samenvatting van paragraaf 3.5.4.

Aanbeveling: Een kwaliteitscheck op de in de database aanwezige G-label kantoren met een bouwjaar na 1994, wat in eerste instantie niet logisch lijkt. Meer algemeen: wanneer het bouwjaar in de labeldatabase wordt vergeleken met het bouwjaar in de BAG, zien we dat het bouwjaar vaak niet overeenkomt. Dit kan slechts het verschil zijn tussen afgifte bouwvergunning en daadwerkelijke oplevering, maar verdient een kwaliteitscheck.

Figuur 19: Gas-intensiteit versus bouwjaarklassen, verder opgedeeld naar labelklassen. De stippellijn geeft de hoogte weer van de intensiteit gevonden in het Kentallenproject voor de grootteklasse 2000-5000 m², zonder de opdeling naar labelklassen.



3.6.3 Overige factoren die de bandbreedte beïnvloeden

Welke factoren beïnvloeden de bandbreedte nog meer? In deze paragraaf proberen we hier wat over te zeggen.

Invloed SBI sector

Vanuit het Kentallenproject hebben we gezien dat de invloed van SBI-hoofdafdelingen¹² binnen de dienstensector op de gasintensiteit niet erg groot is. Dit kan echter anders

¹² Voorbeelden van 'hoofdafdelingen' binnen de dienstensector zijn 'Handel', 'Informatie en communicatie', 'Financiële dienstverlening', 'Openbaar bestuur en overheidsdiensten', 'Onderwijs', 'Gezondheids- en welzijnzorg'

zijn voor kantoren die bij de industrie gevonden worden. Het gasverbruik van industriële processen zoals drogen kan dan op dezelfde gasmeter wordt geregistreerd. We hebben daarom in de labelanalyse alleen kantoren meegenomen uit de dienstensector, die bovendien in de BAG niet nog een tweede gebruiksfunctie hebben gekregen.

Invloed type warmteopwekker

In de labelanalyse hebben we enkel kantoren meegenomen waar uitsluitend gasketels staan. Vanuit Figuur B.6 in Bijlage B zien we dat binnen de grotere gebouwen meer WKK's en elektrische warmtepompen staan; hier valt dan een deel van af.

Gedeeltelijke en verborgen leegstand; onderkant bandbreedte

Gedeeltelijke en verborgen leegstand zijn grote onbekenden binnen de analyse. In Nederland staat 15% van het kantooroppervlak geheel of gedeeltelijk leeg; dit is het oppervlak dat te koop of te huur aangeboden wordt. Nog eens 15% heeft te maken met een verborgen vorm van leegstand; veel bedrijven zijn veel te ruim behuisd. Tijdens de crisis is het personeelsbestand ingekrompen, maar de meeste organisaties hebben hun kantoren nog niet aan hun kleinere omvang aangepast, onder meer omdat veel huurcontracten nog doorliepen. Dat blijkt uit een rapport van Officerank, een databedrijf in de vastgoedbranche (Thijs, 2016).

In zowel het Kentallenproject als in deze analyse is getracht *volledige* leegstand te negeren, Maar een kantoor met gedeeltelijk leegstand is qua gasverbruik niet te onderscheiden van een kantoor waarvan de energetische kwaliteit goed is. Zodoende is deze factor er lastig uit te filteren. Gedeeltelijke en verborgen leegstand zullen de intensiteit doen verlagen. Hetzelfde geldt overigens voor thuiswerken, welke in hetzelfde straatje te plaatsen is¹³.

Aanbeveling: aanvullende analyses naar gedeeltelijke leegstand meenemen.

Maar misschien hoeft dit ook niet eruit gefilterd te worden; als dit nu eenmaal de huidige werkelijkheid is in Nederland, dan kunnen we dit ook als een feit accepteren. Een sterke aanbeveling is hier beter naar te kijken; zowel in kwantitatieve zin (wat is de grootte van het effect) als in kwalitatieve zin (wat willen we er mee). Een goed moment hier naar te kijken is wanneer de Klantenbestanden over het jaar 2015 bekend zijn, zodat de gelabelde kantorenpopulatie met een jaar wordt uitgebreid.

Inregelen klimaatinstallatie; bovenkant bandbreedte

Een factor die aan de bovenkant van de bandbreedte invloed uitoefent, is de slecht ingeregelde klimaatinstallatie. Deze factor is al besproken in het tekstblok van paragraaf 3.4.4.

Aanbeveling: analyseren of recent afgegeven labels minder spreiding kennen in vergelijking tot eerdere afgegeven labels.

Label zelf als indicatie voor de energetische staat van het gebouw

Zoals in paragraaf 1.2 verwoord, hoeft ook het label niet meer de juiste energetische staat weer te geven van het kantoor. Dit zal met name voor de slechtere labels kunnen gelden. Dit draagt bij aan de spreiding van het verbruik per labelklasse, de mate hiervan is vooralsnog een onbekende.

¹³ Thuiswerken verschuift slechts het energieverbruik naar de woningsector.

3.7 Conclusie gasintensiteiten

De gemeten gasintensiteit van een A-label kantoor ligt bijna 50% lager in vergelijking tot aan G-label kantoor. Het verschil hiertussen bedraagt $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ GO}$. In verhouding is zowel de absolute als de relatieve daling kleiner voor kleinere kantoren.

Dit verschil tussen label G en A ligt een stuk lager dan de door EPA berekende $27 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ GO}$, wat volgens EPA overeenkomt met een daling van 80%. Er zijn diverse observaties en oorzaken te benoemen waarom het door EPA berekend verschil zoveel afwijkt van gemeten waarden:

- EPA-software is ontwikkeld voor het doorrekenen van de energetische prestatie van bestaande bouw; EPG-software voor nieuwbouw. Een observatie is dat voor een identiek kantoor de door EPA berekende gasintensiteit zo'n 30% hoger uitvalt in vergelijking tot een EPG berekening. We schatten in dat het eerder genoemde verschil tussen G en A met een EPG-analyse $20 \text{ m}^3 \text{ gas}/\text{m}^2 \text{ GO}$ uit zou komen, wat nog steeds een factor 3 hoger ligt dan de gemeten waarden.
- Alle zojuist genoemde waarden zijn gemiddelden die bepaald zijn voor grotere populaties kantoren. Resultaten kunnen dan ook sterk afwijken wanneer individuele kantoren worden doorgerekend. Zo blijken de maximaal gemeten gasintensiteiten binnen deze populatie zelfs hoger te liggen dan de maximaal berekende EPA intensiteiten.
- Met andere woorden, er is sprake van een zeer grote bandbreedte rondom gemiddelde intensiteiten; dit hadden we al geconstateerd binnen het eerder afgeronde Kentallenproject. De huidige aanvullende analyses naar labelklassen, als equivalent voor uitgevoerde renovaties, verklaart een significant deel van de in het Kentallenproject gevonden bandbreedte, dat nog niet beredeneerd was.
- Een verklaring voor het grote verschil tussen berekende en gemeten gasintensiteiten komt waarschijnlijk ook voort uit gedeeltelijke en verborgen leegstand, waar EPA (en EPG) geen rekening mee hoeven te houden. Hiermee kan waarschijnlijk een deel van de onderkant van de bandbreedte worden verklaard.
- Het niet goed ingeregeld zijn van klimaatinstallaties draagt waarschijnlijk bij aan de bovenkant van de bandbreedte.

4

Analyse elektriciteitsintensiteiten

4.1 Hoofdstukindeling en kernboodschap

In dit hoofdstuk kijken we naar de met EPA (en EPG) software *berekende* elektriciteitsintensiteiten voor kantoren, met een onderscheid naar labelklassen. Dit vergelijken we met *gemeten* intensiteiten. We willen weten wat het verschil in verbruik is tussen een kantoor met een A-label, in vergelijking tot een kantoor met G-label. De structuur van dit hoofdstuk is gelijk aan het vorige waarin de gasintensiteit is uitgewerkt. Een aantal informatieve teksten en voetnoten die in het vorige hoofdstuk waren opgenomen, gelden ook voor dit hoofdstuk, maar worden niet herhaald.

EPG geeft hogere intensiteiten dan EPA

Eerst kijken we in paragraaf 4.2 naar het elektriciteitsverbruik dat door EPA-software (bestaande bouw) en EPG-software (nieuwbouw) berekend wordt voor een middelgroot voorbeeldkantoor, dat in de loop der tijd steeds energiezuiniger wordt. Het blijkt dat EPG-software het elektriciteitsverbruik van een kantoor voor de slechtere labels zo'n 30% hoger inschat in vergelijking tot EPA-software. Bij de uitwerking van het gasverbruik lag dit juist (voor alle labelklassen) 30% lager. De elektriciteitsintensiteit uitgezet als functie van de EI-index, volgt hier een erg grillig patroon, in tegenstelling tot de gasintensiteit. De reden is dat koeling en mechanische ventilatie het verbruik flink doen toenemen, waarna energie-efficiënte verlichting het weer laat afnemen.

Totaal elektriciteitsverbruik 'mag' toenemen met een beter label....

In paragraaf 4.3 komen we er achter dat een significant deel van het elektriciteitsverbruik naar een 'gebruiksgebonden' deel gaat. Gebouwsgebonden verbruik omvat o.a. elektriciteitsverbruik voor verlichting, koeling en mechanische ventilatie. Gebruiksgebonden verbruik gaat voornamelijk over ICT toepassingen, maar ook over het elektriciteitsverbruik van bijv. liften. Het verbruik voor ICT toepassingen is sterk gerelateerd aan de bezettingsgraad van een kantoor, dus hoeveel werknemers er zijn. Omdat kantoren met een goed label vaak ook beter bezet zijn, en bovendien ook

vaak 'centrale ICT toepassingen' hebben, zoals een server ruimte, ligt het gebruiksgebonden verbruik hier relatief gezien een stuk hoger. In paragraaf 4.4 kwantificeren we dit aandeel als 40% voor label-A kantoren; terwijl dit aandeel voor een diepe G-label op 25% ligt. Alhoewel nog niet bekend is hoe betrouwbaar deze percentages zijn, is dit wel een belangrijk inzicht; verduurzamen gaat hand in hand met een hoge bezettingsgraad. Een kantoor met een goed energielabel 'mag' een hoger elektriciteitsverbruik hebben.

...en gemiddeld gezien neemt deze met een kwart toe van label G naar A....

In paragraaf 4.4 wordt de CBS/ECN labelanalyse uitgewerkt, eerste zonder onderscheid te maken naar grootteklassen. De trendmatigheid van het gemiddelde door EPA berekende *gebouwgebonden* verbruik, stijgt vanuit een diepe-G licht (toename koeling en mechanische ventilatie), om daarna wat sterker weer af te nemen richting een A-label (energiezuinige verlichting). Uiteindelijk komt deze zo'n 9 kWh/m² GO (18%) lager uit in vergelijking tot de startwaarde. Zoals hierboven al aangegeven, neemt het *gebruiksgebonden* verbruik sterk toe vanaf label G richting label A. Deze verdubbelt ruim, van 17 naar boven de 40 kWh/m² GO. De optelsom van deze twee, het totaal elektriciteitsverbruik, neemt dan ook toe, maar vanwege de compensatie van energiezuinige verlichting met 15 kWh/m² GO (23%) wat minder snel.

...deze toename is niet afhankelijk van de gebouwgrootte.

In paragraaf 4.5 herhalen we voorgaande, waarbij we rekening houden met grootteklassen. Voorzichtige conclusie voor kleinere kantoren, van een diepe G-label naar een A-label:

- De afname van het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik is wat groter, zowel in absolute als in relatieve zin
- De toename van het gebruiksgebonden elektriciteitsverbruik is wat minder groot, maar in relatieve zin, dus in vergelijking tot de startwaarde bij label-G, juist een stuk groter
- De toename van het totaal elektriciteitsverbruik, een optelsom van voorgaande verbruikstypen, wordt niet echt beïnvloed door gebouwgrootte. Dit moet betekenen dat binnen een grootteklasse voorgaande bijdragen elkaar 'stabiliseren'.

Bezettingsgraad de grote onbekende

In paragraaf 4.6 kijken we naar factoren die de elektriciteitsintensiteiten beïnvloeden. Uit het Kentallenproject was gebleken dat voornamelijk de economische sector waar het kantoor staat (de SBI code) een grote invloed heeft op de intensiteit. Een economische sector heeft een sterke relatie met het 'gebruik' van het kantoor; de bezettingsgraad en ICT-toepassingen. Dat deze twee aspecten zo'n belangrijke rol spelen, blijkt ook uit deze labelanalyse, concluderen we. Wat hier bezettingsgraad wordt genoemd, is in principe hetzelfde als wat bij het gas-hoofdstuk gedeeltelijke en verborgen leegstand wordt genoemd. Op individueel gebouwniveau is de aanwezigheid van koeling en/of mechanische ventilatie zeer bepalend.

In paragraaf 4.7 worden deze kernboodschappen gecomprimeerd tot enkele conclusies.

4.2 Resultaten voorbeeldkantoor EPA en EPG

Met EPA software wordt het theoretisch gas- en elektriciteitsverbruik van een bestaand gebouw doorgerekend en wordt een energielabel afgegeven. Aan dit label is een EI-index gekoppeld. EPG software berekend hetzelfde voor een *nieuw* gebouw en geeft een EPC waarde (zie paragraaf 1.2). Met deze twee softwarepakketten is voor deze paragraaf eenzelfde voorbeeldkantoor met drie verdiepingen en een gebruiksoppervlak (GO) van 4320 m² doorgerekend¹⁴. De achtergrond van deze exercitie wordt verwoord in Bijlage E.

De reden voor deze analyse, die wat afwijkt van de rest van dit hoofdstuk, is enkel het vergroten van inzicht:

1. EPA analyse: hiermee krijgen we een eerste gevoel voor het theoretisch verbruik in relatie tot de EI-index; dit help bij het begrijpen en verklaren van trendmatigheden.
2. EPG analyse: wanneer EPA en EPG resultaten *onderling* flink afwijken, moet een van de twee per definitie ook afwijken van werkelijke verbruiken. Dit kan de eerder genoemde trendmatigheid betreffen, of de hoogte van het daadwerkelijk verbruik.

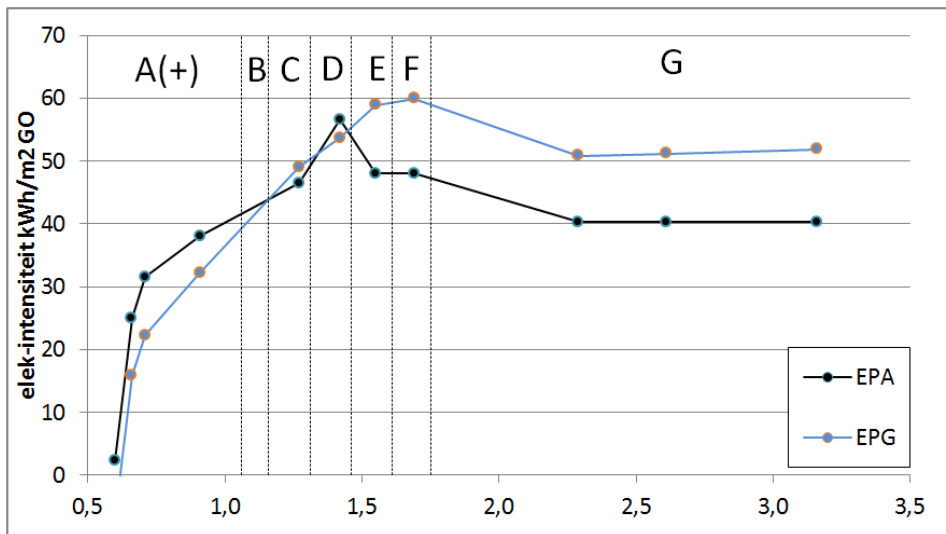
EPA versus EPG

In **Figuur 20** is de met EPA en EPG software berekende gebouwgebonden elektriciteitsintensiteit in kWh/m² GO uitgezet tegen de EI-index. Het betreft identieke pakketten, waarbij in de EPG-software wel mee bouwkundige informatie verwerkt kan worden dan in de EPA software. De ontwikkeling kan als volgt worden toegelicht:

- De kantoren diep in G maken gebruik van oude verlichting, met een relatief hoog elektriciteitsverbruik.
- Een gegeven moment worden kantoren voorzien van koeling en mechanische ventilatie, hiermee neemt de intensiteit toe.
- Deze toename wordt gecompenseerd door energie efficiënte verlichting en de hierbij horende verlichtingsschakelingen.
- In toekomstige kantoren, niet belangrijk voor deze studie, is uitgegaan van LED verlichting, waarmee het elektriciteitsverbruik verder daalt. De zuinigste kantoren met een label diep in A, wekken hun eigen elektriciteit op middels bijv. PV-panelen; in deze figuur is uitgegaan van volledige saldering; hiermee zullen sommige kantoren op jaarbasis meer elektriciteit opwekken dan dat ze van het net halen.

¹⁴ Deze grootte komt overeen met de in paragraaf 2.5 gevonden gemiddelde grootte van de gelabelde kantorenvorraad. Zowel dit theoretische kantoor als de geselecteerde kantoren met een label zijn voorzien van gasketels.

Figuur 20: Berekende elektriciteitsintensiteit in kWh/m² GO voor een middelgroot voorbeeldkantoor, volgens EPA en EPG software, uitgezet tegen de EI-index.



Wat opvalt is dat de intensiteit berekend met de EPG software voor de slechtere labelklassen zo'n 30% hoger ligt. Wanneer zowel de EPA als de EPG met koeling en mechanische ventilatie rekenen, komen ze dicht bij elkaar. Met deze reden geeft vanaf een midden-G naar A+:

- EPA een verschil van 2 kWh/m² GO (een daling van 6%)
- EPG een verschil van 19 kWh/m² GO (een daling van 36%)

4.3 Resultaten TNO analyse over 2010

Gebouwgebonden versus gebruikgebonden elektriciteitsverbruik

In de TNO rapportage is voor elektriciteitsintensiteiten geen analyse gegeven naar grootteklasse. Wel heeft TNO een interessante exercitie uitgevoerd waarbij getracht is het door EPA berekende *gebouwgebonden* verbruik op te hogen met een *gebruiksgebonden* deel, om dit te kunnen vergelijken met het gemeten totaal verbruik.

- Het gebruikgebonden deel is bepaald op 37 kWh/m². Het is gebaseerd op gegevens over het primaire energiegebruik per energiefunctie voor kantoren, afkomstig van (Meijer & Verweij, 2009) en gepubliceerd op (RVO, 2014). Hierbij is voor het gebruikgebonden elektriciteitsverbruik uitgegaan van de posten horeca, ICT centraal, ICT decentraal, transport, verlichting buiten, verlichting nood en diversen.
- TNO vond een gemiddeld EPA berekende gebouwgebonden elektriciteitsverbruik van 46 kWh/m², op grond van 930 kantoren. Wij vinden nu exact dezelfde waarde, op grond van 645 kantoren met een gasketel.
- Het totaal elektriciteitsverbruik zou dan rekenkundig uitkomen op 82 kWh/m² GO, zoals weergegeven in **Tabel 8**. Voor 2014 vinden wij nu voor 1073 kantoren een

gemeten totaal elektriciteitsverbruik van gemiddeld 76 kWh/m² GO¹⁵, wat bijna 10% lager ligt dan de zojuist berekende waarde.

Tabel 10: Gebruiks- en gebouwgebonden elektriciteitsintensiteiten vergeleken met gemeten waarde.

Omschrijving	Hoe bepaald	Intensiteit kWh/m ²
TNO/Meijer berekend gebruiksgebonden	1	37
EPA berekend gebouwgebonden	2	46
Berekend totaal elektriciteitsverbruik	1+2	83
CBS/ECN 2014 gemeten totaal elektriciteitsverbruik	analyse	76
Gemeten totaal tov berekend totaal	berekend	91%

Hiermee kunnen we concluderen dat gemiddeld gezien het totaal elektriciteitsverbruik voor zo'n 55% bestaat uit een gebouwgebonden deel en voor 45% uit een gebruiksgebonden deel. In de volgende paragrafen zal blijken dat vooral het gebruiksgebonden verbruik sterk varieert, veel sterker dan de andere bijdrage.

De Meijer kentallen

De 'Meijer kentallen' betreffen de opdeling van het totaal gas- en elektriciteitsverbruik naar afzonderlijke energiefuncties (Meijer & Verweij, 2009). Deze stammen uit 2009 en zijn hiermee sterk verouderd. Denk aan de snelle ontwikkeling van met name ICT toepassingen en energiezuinige verlichting. Voor het gebruiksgebonden deel gaat het kental bijv. nog uit van de ouderwetse CRT PC-monitoren (Meijer et al, 2008). Bovendien is er nu een beter inzicht in het daadwerkelijk verbruik van diverse bouwtypen, dat aan de basis zou moeten staan van dit kental. Met deze reden is het een aanbeveling de kentallen te updaten. Overigens houden de kentallen geen rekening met gedeeltelijke en/of verborgen leegstand.

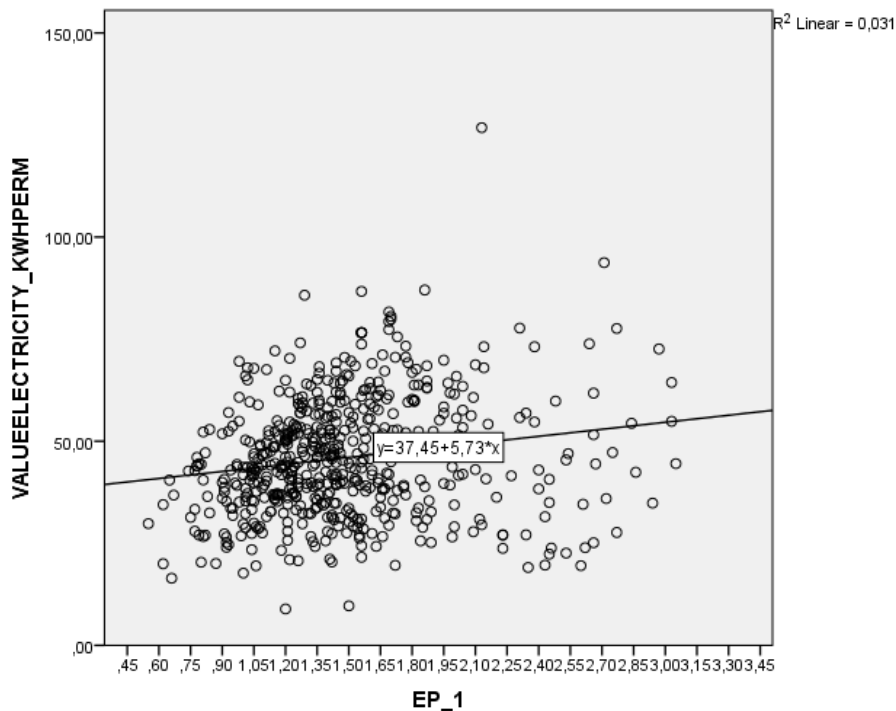
15 TNO vond in 2010 een gemiddeld gemeten waarde van 105 kWh/m² GO voor 681 kantoren met uitsluitend een gasketel, wat hier substantieel van afwijkt. Dit betrof echter de gehele gelabelde kantoren populatie, dus waarschijnlijk omvatte dit ook kantoren binnen de industriële sector, waarbij het niet ondenkbaar is dat een aantal kantoren proces-gebonden elektriciteitsverbruik is meegenomen. Verder weten we vanuit het Kentallenproject dat kantoren vanaf 10.000 m² GO inderdaad gemiddeld op dit hoge verbruik uitkomen. Dit zijn echter slechts mogelijke verklaring voor het verschil.

4.4 Analyse over 2014 zonder onderscheid naar gebouwgrötte

4.4.1 EPA berekende intensiteit

Wanneer we de door EPA berekende elektriciteitsintensiteiten van de geanalyseerde kantorenpopulatie bijeenbrengen, ontstaat **Figuur 21**. Een trendmatigheid is niet te vinden, dit in tegenstelling tot de relatie van de berekende gasintensiteit met de EI-index in het vorige hoofdstuk. De achterliggende reden zal een combinatie zijn van een variatie aan gebouwgrötte, SBI-hoofdafdelingen en de aan- of afwezigheid van koeling en/of mechanische ventilatie.

Figuur 21: Scatterplot berekend elektriciteitsverbruik in kWh/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden (gasketels).



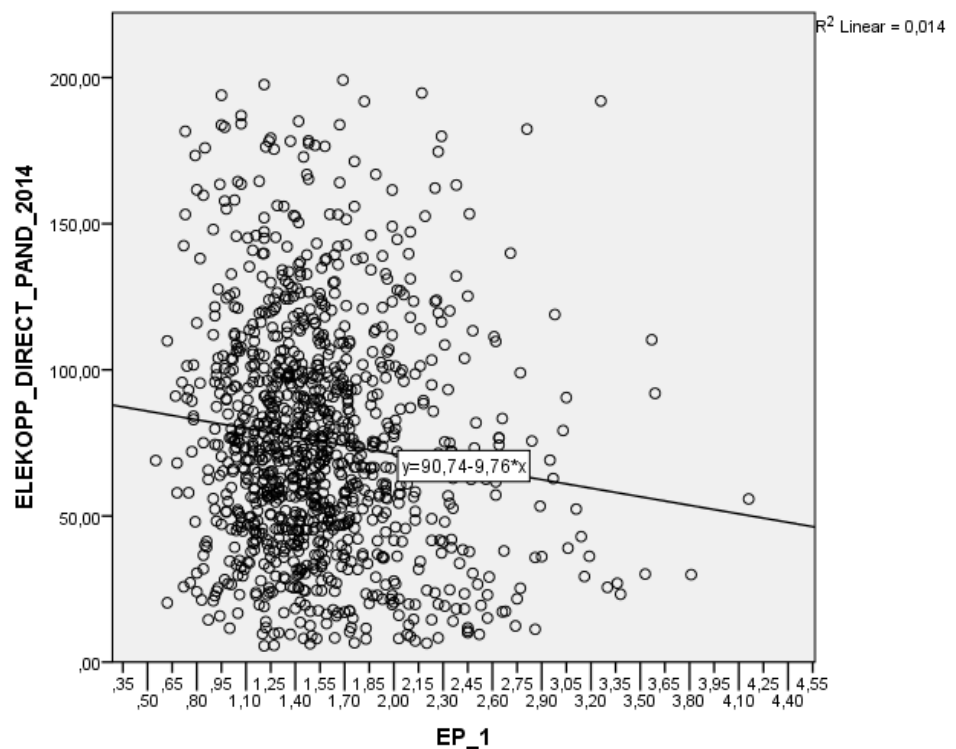
Tabel 11 geeft gemiddelden per labelklasse, waarbij labelklasse G is opgedeeld in een lage en een hoge klasse. De knip is hierbij gelegd bij de mediaan, welke op de waarde EI=2,1 ligt. Ook de minimum en maximum EI worden gegeven, als mede de 5% en 95% percentiel waarde voor de intensiteit. De laatste rijen geven het verschil tussen labelklasse G_hoog en A.

Tabel 11: EPA berekende gemiddelde elektriciteitsintensiteit en EI-index naar labels

Label-klasse	N Totaal 645	EI-index minimum	EI-index gemiddeld	EI-index max	kWh/m ² 5%_onder	kWh/m ² gemiddeld	kWh/m ² 95%_boven
A	111	0,55	0,92	1,05	37,1	39,3	41,4
B	65	1,06	1,11	1,15	39,9	42,2	44,4
C	117	1,16	1,23	1,30	43,6	45,9	48,1
D	101	1,31	1,38	1,45	43,0	45,3	47,6
E	80	1,46	1,53	1,60	46,8	50,2	53,6
F	56	1,61	1,67	1,75	46,3	50,9	55,4
G_laag	59	1,76	1,92	2,10	48,0	51,9	55,8
G_hoog	56	2,12	2,48	3,05	42,0	48,1	54,2
Δ G_hoog-A		1,57	1,56	2,00	4,9	8,8	12,8
% ΔG_hoog-A		74%	63%	66%	12%	18%	24%

4.4.2 Klantenbestanden gemeten intensiteiten

Figuur 22: Scatterplot gemeten elektriciteitsverbruik in kWh/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels).



Figuur 22 toont de gemeten elektriciteitsintensiteit als functie van de EI-index. De berekende intensiteit liet in Figuur 21 geen verband zien, dus het is niet raar dat dit nu ook niet wordt gevonden voor het gemeten verbruik. De bandbreedte is nu nog veel groter omdat nu ook de variatie in het gebruikgebonden verbruik een rol speelt. Noot dat de verticale as een grotere waarde heeft vanwege het impliciete hogere verbruik.

Tabel 12 geeft gemiddelden en bandbreedtes per labelklasse, en het verschil tussen labelklasse G_hoog en A.

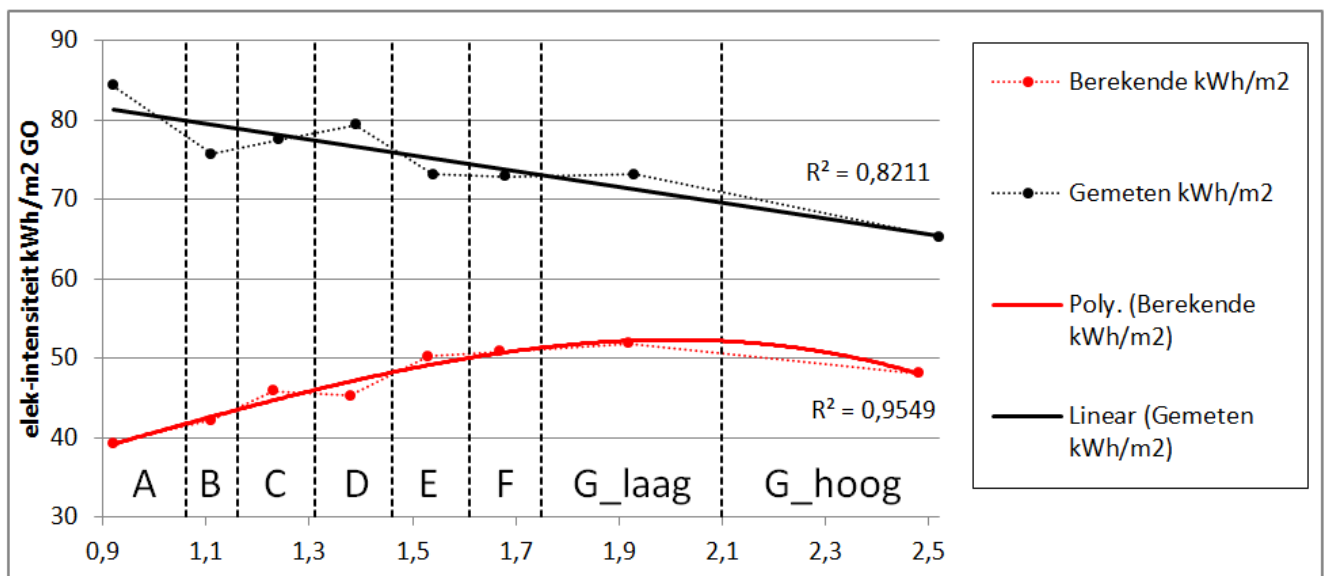
Tabel 12: Klantenbestanden gemeten gemiddelde elektriciteitsverbruik en EI-index naar labels

Label-klasse	N Totaal 645	EI-index minimum	EI-index gemiddeld	EI-index max	kWh/m ² 5%_onder	kWh/m ² gemiddeld	kWh/m ² 95%_boven
A	150	0,55	0,92	1,05	77,3	84,37	91,4
B	88	1,06	1,11	1,15	68,3	75,69	83,0
C	159	1,16	1,24	1,3	71,2	77,49	83,8
D	162	1,31	1,39	1,45	73,2	79,4	85,6
E	150	1,46	1,54	1,6	67,6	73,17	78,8
F	106	1,61	1,68	1,75	65,8	72,87	79,9
G_laag	133	1,76	1,93	2,1	66,2	73,11	80,0
G_hoog	125	2,12	2,52	4,16	57,3	65,24	73,2
Δ G_hoog-A		1,57	1,60	3,11	-20,0	-19,1	-18,2
% Δ G_hoog-A		74%	63%	75%	-35%	-29%	-25%

Daar waar in de vorige paragraaf de *berekende* waarde van label G naar A een kleine afname van het verbruik liet zien, laat de gemeten waarde nu een twee maal grotere toename zien.

4.4.3 Relatie tussen berekend en gemeten verbruik

Figuur 23: Gemiddeld gemeten en berekend elektriciteitsverbruik in kWh/m² gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels).



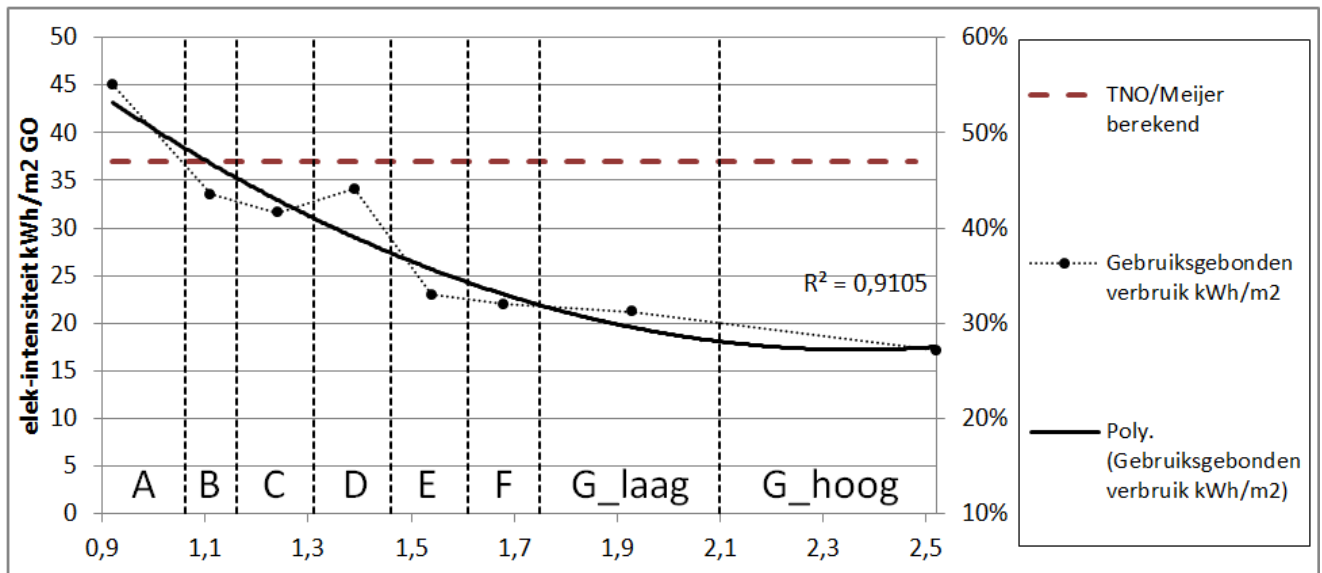
Figuur 23¹⁶ combineert het gemiddeld berekend verbruik uit **Tabel 11** met het gemiddeld gemeten verbruik uit **Tabel 12**.

Gebruiksgebonden verbruik

Voor kantoren met een gastoestel voor de ruimteverwarming, wordt het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik voornamelijk bepaald door de functie verlichting. Hierna spelen koeling en mechanische ventilatie een belangrijke rol, mits uiteraard aanwezig. Wanneer we aannemen dat de EPA een correct beeld geeft van het gebouwgebonden energiegebruik, dan zou het *verschil* met de gemeten waarde van de Klantenbestanden een indicatie moeten zijn voor het *gebruiksgebonden* elektriciteitsverbruik. **Figuur 24** geeft het rekenkundige resultaat van deze aanname weer. Op de rechter y-as wordt aangegeven welk aandeel dit gebruiksgebonden verbruik in het totaalverbruik heeft:

- 25% van het totaal verbruik voor diepe G-labels,
- dit loopt op richting de 40% voor A-labels.

Figuur 24: Gebruiksgebonden elektriciteitsverbruik, afgeleid van **Figuur 23**



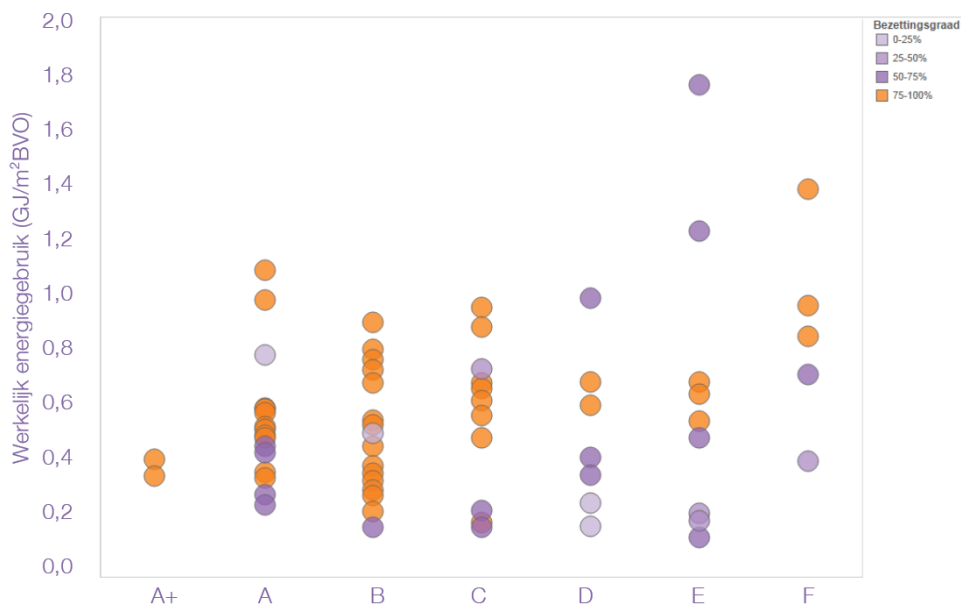
In hoeverre dit de werkelijkheid correct weergeeft is nu nog niet duidelijk en heeft meer onderzoek. Observaties en gedachtegangen welke we hieraan kunnen toevoegen:

- In de figuur is ook de door TNO/Meijer berekende waarde voor het gebruiksgebonden deel opgenomen vanuit paragraaf 4.3. Dit zou de gemiddelde waarde moeten zijn voor de gehele kantorenpopulatie in Nederland. Gevoelsmatig ligt deze wat te hoog ligt ten opzichte van de uitgezette lijn (of visa versa). In paragraaf 4.3 is al aangegeven dat deze waarde uit 2009 stamt en dat deze geen rekening houdt met gedeeltelijke verborgen en/of verborgen leegstand.

¹⁶ Noot dat de vermelde hoge waarde voor de correlatiecoëfficiënt R^2 een schijnnaauwkeurigheid weergeeft; hiervoor zijn er statisch gezien te weinig punten in de figuur meegenomen. Van de andere kant geeft het wel degelijk aan dat er een samenhang gevonden wordt.

- Mogelijk wordt het gebouwgebonden energiegebruik voor ventilatie en koeling bij goede labels onderschat door EPA, doordat installaties en gebruikstijden niet goed zijn ingeregeld. Voor kantoren die geen gebruik maken van een veegpulschakeling, zou EPA het verbruik voor verlichting kunnen onderschatten¹⁷. Deze factoren zouden het gebruiksgebonden verbruik wat naar beneden halen.
- Een factor welke de trendmatigheid in **Figuur 24** ondersteund is het volgende. Vanuit diverse bronnen komt naar voren dat kantoren met een beter label een hogere bezettingsgraad kennen, en dat deze sterk van invloed is op het uiteindelijke energieverbruik (DGBC, 2013; Duin, 2016; Guldmond, 2014). Sterker nog, (Duin, 2016) oppert dat een kantoor pas duurzaam is wanneer deze optimaal gebruikt wordt. Duurzaamheid gaat hierbij hand in hand met een hoge bezettingsgraad. **Figuur 25** laat de bezettingsgraad van 86 kantoren zien naar labelklasse. In de metingen valt op dat gebouwen met een volledige bezetting vaker een groener energielabel hebben dan de gebouwen in de overige categorieën (DGBC, 2013). Een hogere bezettingsgraad bij de betere labels laat het gebruiksgebonden verbruik vermeld in **Figuur 5** toenemen, inclusief enkele gebouwgebonden verbruiken welke niet zijn meegenomen in de EPA berekening.

Figuur 25: Bezettingsgraad naar labelklasse (DGBC, 2013)



- Een hogere bezettingsgraad en een beter label gaan hand in hand met een toename van ICT toepassingen. Dit geldt vaak ook voor de benodigde serverruimte in een kantoor. Vanuit het Kentallenonderzoek weten we dat een vierkante meter serverruimte maar liefst 33 maal meer elektriciteit verbruikt dan een 'gemiddelde kantoor-m²'. De reden is dat deze apparatuur het gehele jaar door continue 'draait'. Een paar vierkante meters extra serverruimte zal het elektriciteitsverbruik flink doen toenemen. Zie ook **Figuur 32** waaruit blijkt dat een kantoor binnen de sector

Meer onderzoek is nodig om te bepalen of de toename van de bezettingsgraad en ICT-toepassingen de toename van het gebruiksgebonden elektriciteitsverbruik in **Figuur 24** daadwerkelijk kan verklaren.

17 Op basis van [een schatting van ECN uit 2012](#), kan er in kantoren en winkels 536 miljoen kWh elektriciteit worden bespaard door het uitschakelen van onnodige verlichting buiten bedrijfstijd. De aanpak van onnodige verlichting in kantoren en winkels levert dus een energiebesparing op ter grootte van het verbruik van 150.000 huishoudens!

‘informatie en communicatie technologie’ een 75% hogere intensiteit heeft ten opzicht van een kantoor in de sector ‘handel’.

4.4.4 Samenvatting verschil intensiteit label G versus label A

In **Tabel 13** zijn de elektriciteitsintensiteiten uit de vorige paragrafen bij elkaar gebracht¹⁸. Conclusies:

- Tussen label G en label A neemt het *gemeten* totaal elektriciteitsverbruik toe met zo’n 15 kWh/m² GO (23%)
- Het berekend gebouwgebonden verbruik neemt af met zo’n 9 kWh/m² GO (18%).
- Wanneer we het verschil hiertussen toeschrijven aan het gebruiksgebonden verbruik, vertoont deze met 24 kWh/m² GO de sterkste toename. De eindwaarde in label-A is meer dan een verdubbeling ten opzichte van de startwaarde in G.

Tabel 13: Samenvatting elektriciteitsintensiteit kWh/m² GO versus energielabel, zonder onderscheid te maken naar bouwgruote

	Paragraaf	4.4.2	4.4.1	4.4.3
	Populatie	alles	alles	alles
El≈	Omschrijving	CBS/ECN onderzoek over 2014 gemeten	CBS/ECN onderzoek over 2014 EPA berekend	Berekend gebruiksgebonden
2,48	G	65,9	48,10	17,8
1,23	Midden (bijv. C)	77,5	45,86	31,6
0,92	A	81,3	39,28	42,0
	Daling G -> A	-15,4	8,8	-24,2
	% daling G -> A	-23%	18%	-136%
	Populatiegruote	1073, lineair functievoorschrift	645	4.4.2 minus 4.4.1

4.5 Analyse over 2014 met onderscheid naar bouwgruote

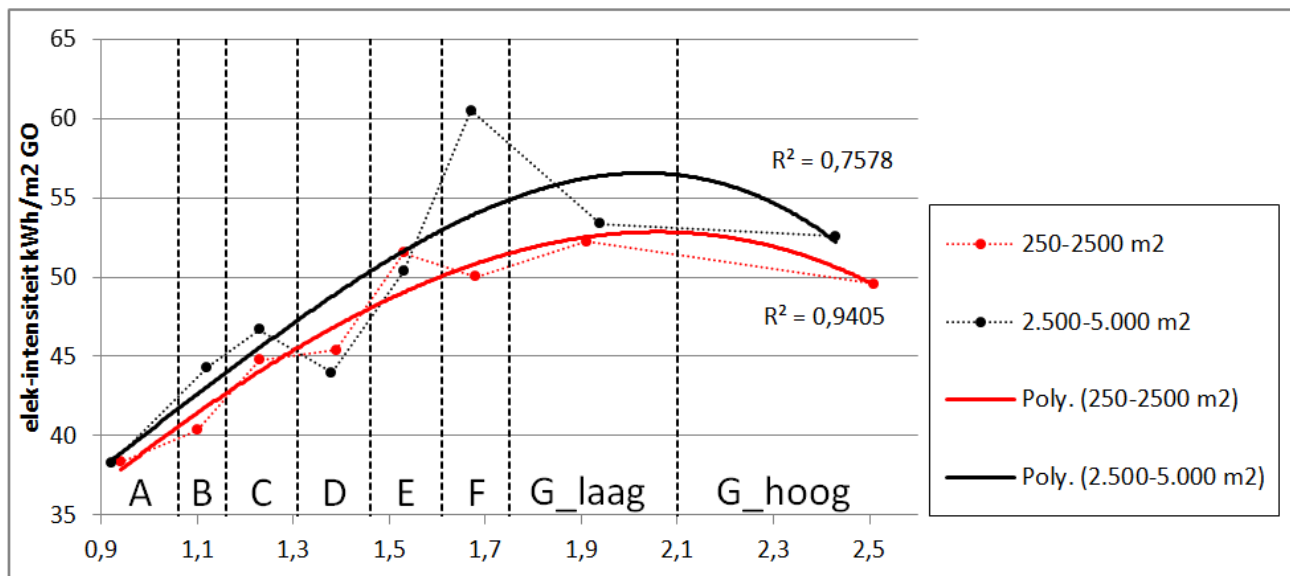
In deze paragraaf gaan we voorgaande paragraaf herhalen, met nu houden we rekening met de bouwgruote. We willen uiteindelijk weten of de gevonden absolute en relatieve daling van label G naar A hierdoor wordt beïnvloed.

18 De aanpak voor de gemeten waarden in de laatste kolom is nu wat anders. Tot nu toe was steeds gekozen voor een polynome relatie; ook in het vorige hoofdstuk. Hierbij vielen de figuurpunten voor labelklasse G_hoog en A vrijwel overeen met de trendlijn. Nu gekozen is voor een lineaire relatie, is dat niet zo. Daarom wordt G_hoog en A nu bepaald middels het door Excel gegeven lineaire functievoorschrift.

4.5.1 EPA berekende intensiteiten

In **Figuur 26** wordt de met EPA berekende elektriciteitsintensiteit getoond, uitgezet tegen de EI-index, met een onderscheid naar twee grootteklasse. Het betreft de gemiddelde waarde per labelklasse. De achterliggende data is terug te vinden in Bijlage G. In de figuur is een vanuit Excel een 'polynoom' als trendlijn toegevoegd; deze vertoonde de beste correlatie.

Figuur 26: Gemiddeld berekende elektriciteitsintensiteit versus EI, naar grootte, geplott met een polynoom relatie.



Voor een vergelijkbare EI-index, ligt de intensiteit van de kleinere kantoren lager in vergelijking tot de grotere kantoren. Dit komt overeen met eerdere resultaten vanuit het Kentallenproject, zie paragraaf 4.6. Het verschil tussen label G en A wijkt voor de twee grootteklassen niet veel van elkaar af.

4.5.2 Klantenbestanden gemeten intensiteiten

Grootteklassen naar EI

Uit analyses van het CBS (Kremer & Vroom, 2016) volgt dat ook wanneer er een onderscheid naar grootteklassen wordt gemaakt, er geen samenhang wordt gevonden tussen het gemeten elektriciteitsverbruik en de EI-index. In Bijlage D wordt per oppervlakteklasse de samenhang tussen het gemeten elektriciteitsverbruik en de EI-index getoond. Dit betekent dat de verschillen *tussen* labelklassen te marginaal zijn en dat bovendien de bandbreedte rondom de waarden te groot is om van een significant onderscheid te mogen spreken. In de vorige paragraaf zijn enkele factoren genoemd waar dit (mede) door wordt veroorzaakt:

- de aan- of afwezigheid van koeling en/of mechanische ventilatie in het gebouwgebonden deel
- de aan- of afwezigheid van ICT-serverruimte
- in welke SBI-hoofdafdeling het kantoor zich bevindt (relatie vorig punt).

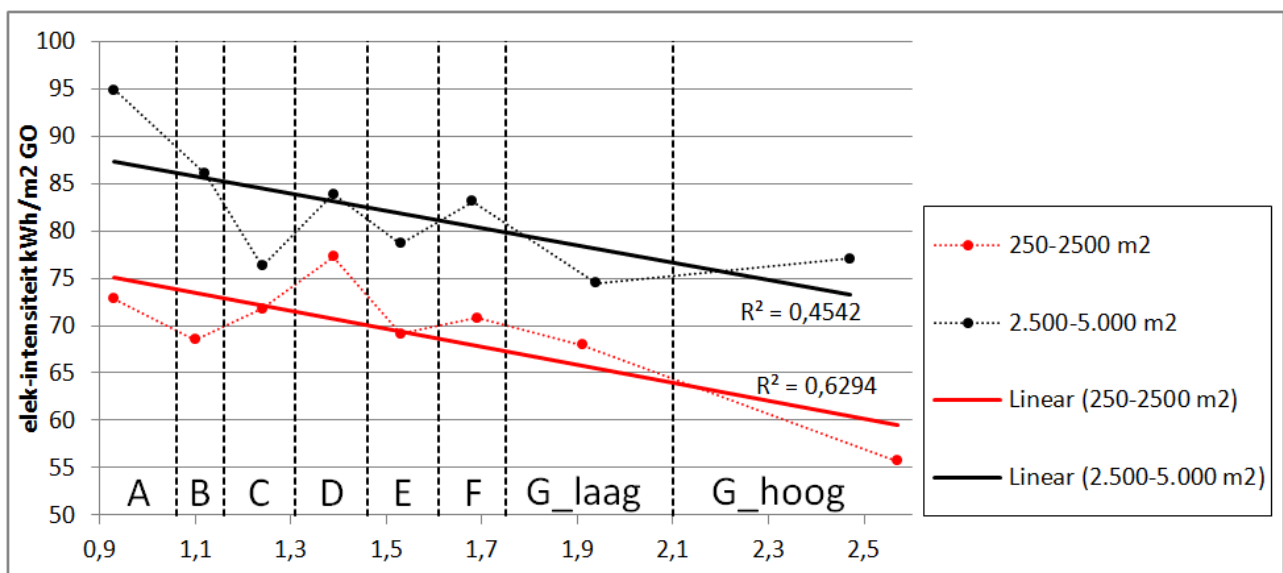
Aanbeveling: bij een grotere populatie, bijv. wanneer de geregistreerde labels over 2015 meegenomen kunnen worden, de analyse naar gemeten elektriciteitsintensiteiten herhalen en rekening houden met SBI hoofdafdelingen.

Ook de aspecten genoemd in hoofdstuk 3 spelen hier een rol:

- Gedeeltelijke en/of verborgen leegstand
- Inregelen klimaatinstallatie (omdat we in deze analyse ons beperken tot kantoren met gasketels, betreft dit hier het inregelen van de koelinstallatie en ventilatie)
- Good Housekeeping, bijv. voorkomen dat 's nachts het licht blijft branden

In deze paragraaf kijken we naar de trendmatigheid van de gevonden *gemiddelden*. Het is belangrijk hierbij de grote bandbreedte in gedachten te houden. In **Figuur 27** wordt de gemiddelde elektriciteitsintensiteit getoond, uitgezet tegen de EI-index, met een onderscheid naar dezelfde twee grootteklassen als in de vorige paragraaf. De achterliggende data is terug te vinden in Bijlage G. In de figuur is een vanuit Excel een lineaire trendlijn toegevoegd. We hadden echter ook voor een andere kunnen kiezen, bijv. een polynoom. Naarmate de populatiegrootte in de tijd toeneemt, zal de bandbreedte kleiner worden en zal duidelijker worden welke plot de situatie het beste weergeeft.

Figuur 27: Gemiddeld gemeten elektriciteitsintensiteit versus EI, naar grootte, geplot met een lineaire relatie.



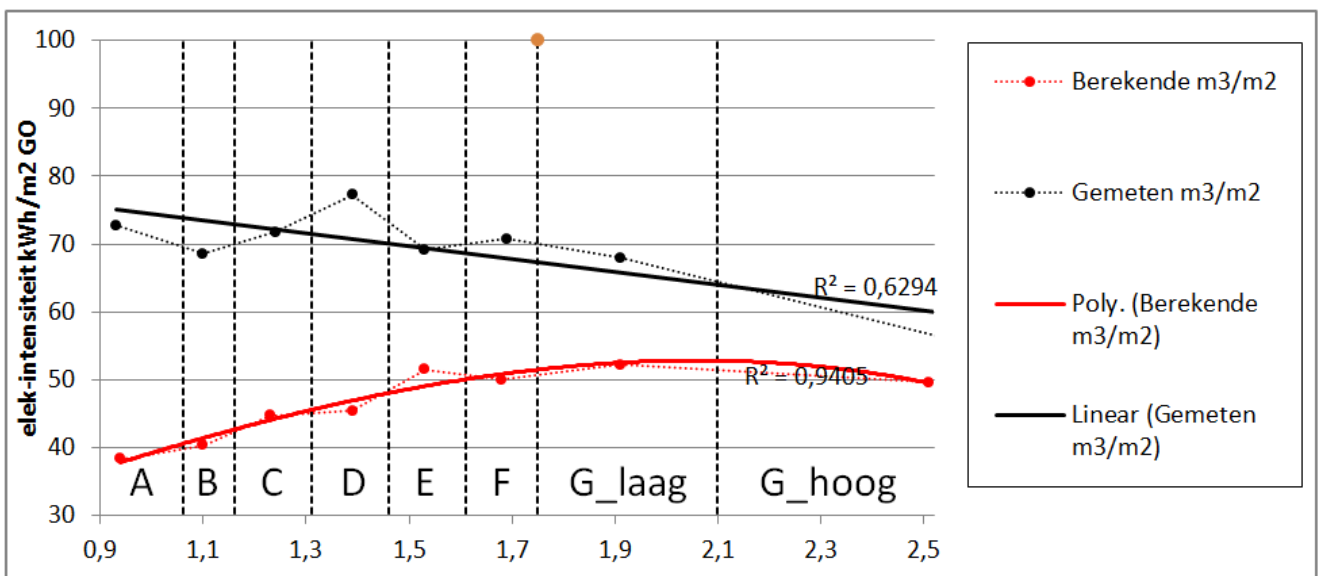
Enkele voorzichtig conclusies:

- De gemeten elektriciteitsintensiteit neemt toe met een verbeterd label. Dit betreft echter slechts het 'middenstuk' op de schaal van mogelijke EI-indexen, zoals te zien was in **Figuur 20**.
- De intensiteit van de kleiner gebouwen ligt lager, wat overeenkomt met de resultaten uit het Kentallenproject, zie paragraaf 4.6.

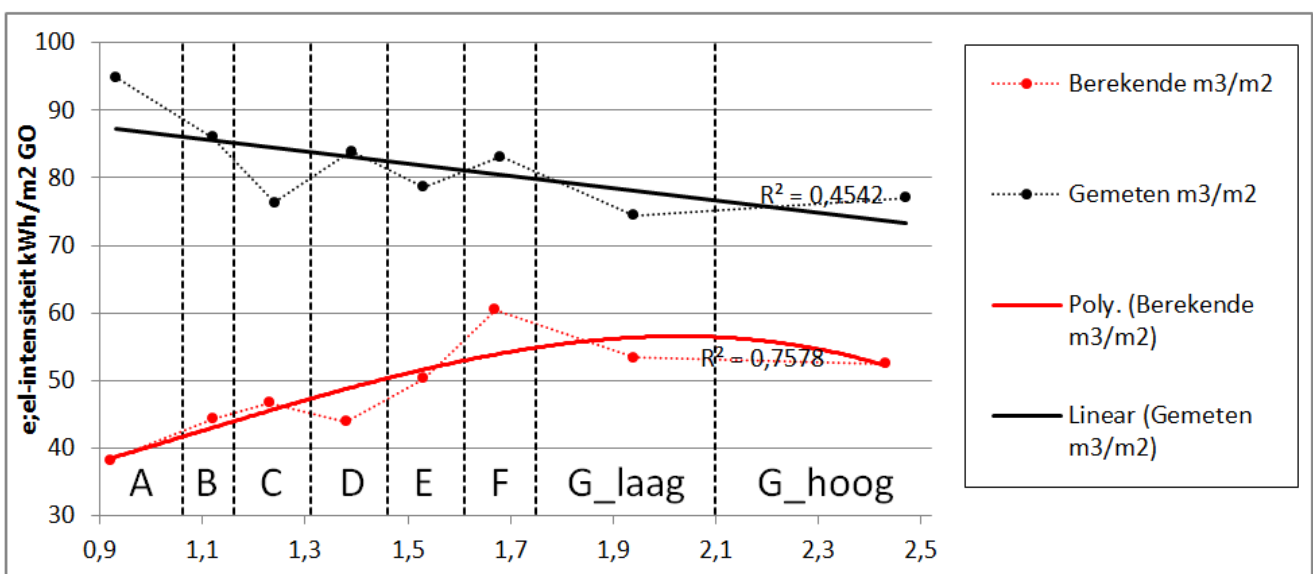
4.5.3 Relatie tussen berekend en gemeten verbruik

Figuur 23 in paragraaf 4.4.3 combineerde voor de populatie waarbij geen onderscheid was gemaakt naar grootteklassen het gemiddeld berekend verbruik met het gemiddeld gemeten verbruik. In deze paragraaf is hetzelfde gedaan voor de resultaten van de twee onderscheiden grootteklassen. Dit is een combinatie van **Figuur 26** en **Figuur 27**. **Figuur 28** geeft de gemiddelde gemeten en berekende elektriciteitsintensiteit voor de grootteklasse 250-2500 m² GO, **Figuur 29** combineert dit voor de grootteklasse 2500-5000 m² GO.

Figuur 28: Gemiddeld gemeten en berekend elek-intensiteit in kWh/m² gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels); gegevens 2014, graaddagen gecorrigeerd , grootteklasse 250-2500 m² GO.



Figuur 29: Gemiddeld gemeten en berekend elek-intensiteit in kWh/m² gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels); gegevens 2014, graaddagen gecorrigeerd , grootteklasse 2500-5000 m² GO.



Gebruiksgebonden verbruik

Wanneer EPA het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik correct weergeeft, dan zou het verschil tussen berekende en gemeten waarde een indicatie moeten zijn voor het gebruiksgebonden elektriciteitsverbruik, zoals eerder geopperd in paragraaf 4.4.3. Niet weergegeven in deze figuren, zou dit betekenen dat het gebruiksgebonden verbruik dan wat hoger ligt voor een groter, in vergelijking met een kleiner kantoor van dezelfde energetische kwaliteit. Grotere kantoren hebben over het algemeen wat meer ICT-capaciteit opgesteld (back-up servers). Ook zal de functionele bezettingsgraad gemiddeld wat hoger zijn omdat relatief gezien minder publieke ruimtes nodig zijn voor meer mensen (toiletten, gangen). Dit zou een mogelijke verklaring kunnen zijn maar is vooralsnog slechts een hypothese die alleen met aanvullend onderzoek getoetst kan worden.

4.5.4 Samenvatting verschil intensiteit label G versus A

EPA berekende intensiteit, gebouwgebonden verbruik

In paragraaf 4.4.4, waar geen onderscheid werd gemaakt naar grootteklassen, vonden we van labelklasse G_hoog naar A een berekende afname van zo'n 9 kWh/m² GO. Dit was een afname van 18%. In **Tabel 14** wordt dit vergeleken met de analyse van de twee onderscheiden grootteklassen in paragraaf 4.5.1. Hieruit volgt dat deze daling voor de kleinere kantoren wat groter is. Om uiteindelijk op het gemiddelde voor de gehele populatie uit te komen, moet dit betekenen dat deze afname voor de grotere kantoren wat kleiner is. Dit hebben we niet kunnen evalueren vanwege de te kleine vulling van dit kantorenssegment.

Tabel 14: Verschil berekende EPA intensiteit tussen labelklasse G_hoog en A, met een relatie naar grootteklassen

Grootteklasse	N	Afname van G_hoog naar A kWh/m ² GO	% afname tov G_hoog
0-50.000 m ² (gehele populatie); paragraaf 4.4.4	645	8,8	18%
250-2500 m ² ; paragraaf 4.5.1	385	11,2	23%
2.500-5.000 m ² ; paragraaf 4.5.1	167	14,3	27%

Klantenbestande gemeten intensiteit, totaal verbruik

In paragraaf 4.4.4, waar geen onderscheid werd gemaakt naar grootteklassen, vonden we van labelklasse G_hoog naar A een berekende *toename* van 15,4 kWh/m² GO. Dit was een toename van 23%. Vinden we nu wat anders? Een voorzichtige conclusie is dat de totale elektriciteitsintensiteit van label G naar A toeneemt met zo'n 15 kWh/m² GO en dat deze toename in absolute zin weinig afhangt van de gebouw grootte. In relatieve zin lijkt deze toename met gebouw grootte wat procentpunten kan dalen. **Tabel 15** geeft dit weer. We weten dat deze waarden niet vergelijkbaar zijn met de vorige tabel.

Tabel 15: Verschil gemeten intensiteit tussen labelklasse G_hoog en A, met een relatie naar grootteklassen

Grootteklasse	N, op grond van lineair functievoorschrift	Toename van G_hoog naar A kWh/m ² GO	% toename tov G_hoog
0-50.000 m ² (gehele populatie), paragraaf 4.4.4	1073	15,4	23%
250-2500 m ² , paragraaf 4.5.2	549	14,6	24%
2.500-5.000 m ² , paragraaf 4.5.2	308	14,0	19%

Berekend gebruiksgebonden verbruik

In paragraaf 4.4.3, waar geen onderscheid werd gemaakt naar grootteklassen, is aangegeven dat het gebruiksgebonden verbruik in theorie te halen is uit het verschil tussen totaal verbruik en gebouwgebonden verbruik; dus het verschil tussen de voorgaande twee tabellen. Dit wordt weergegeven in **Tabel 16**. Een voorzichtige conclusie is dat de gebruiksgebonden elektriciteitsintensiteit van label G naar A toeneemt met zo'n 25 kWh/m² GO en dat deze toename in absolute zin wat sterker is voor de grotere kantoren. In relatieve zin lijkt deze toename juist veel sterker te zijn voor kleinere kantoren. Deze conclusie zou in de toekomst geverifieerd moeten worden door de invloeden van de bezettingsgraad mee te nemen, wat impliciet dan ook de invloed van gedeeltelijke en verborgen leegstand meeneemt.

Tabel 16: Verschil gebruiksgebonden intensiteit tussen labelklasse G_hoog en A, met een relatie naar grootteklassen

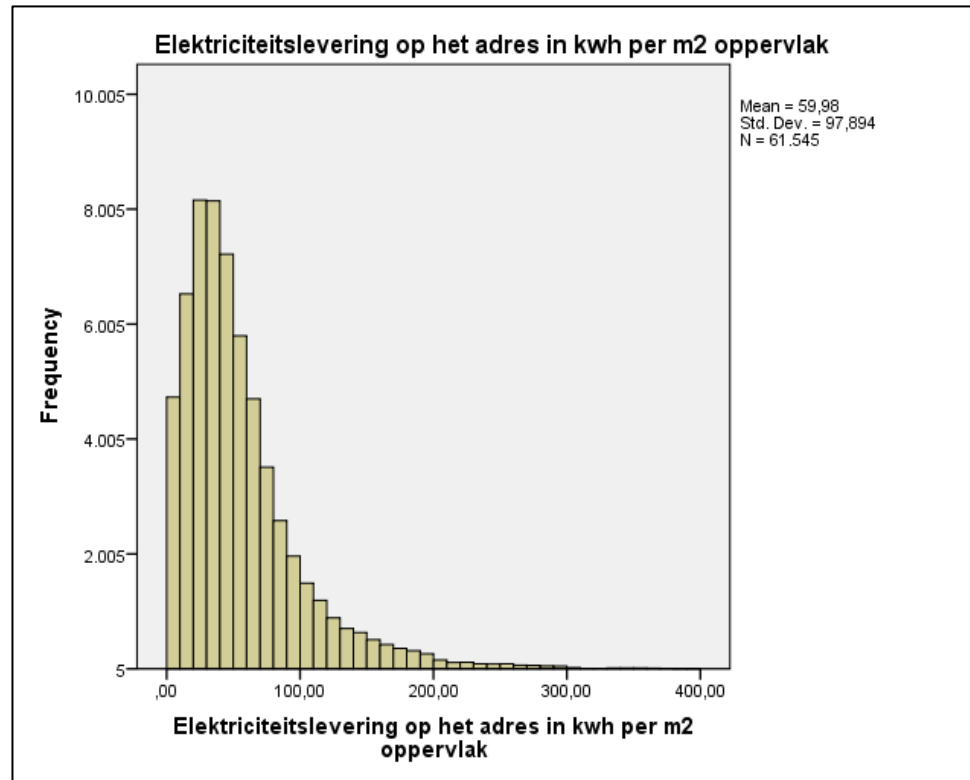
Grootteklasse	Berekening	Toename van G_hoog naar A kWh/m ² GO	Factor toename tov G_hoog
0-50.000 m ² (gehele populatie), paragraaf 4.4.4	Tabel 15	24	1,4
250-2500 m ² , paragraaf 4.5.2	minus	28	4,6
2.500-5.000 m ² , paragraaf 4.5.2	Tabel 17	32	1,3

Een energetisch beter gebouw zal gemiddeld gezien een hogere bezettingsgraad hebben en 'mag' (of 'moet') dus ook een hoger gebruiksgebonden elektriciteitsverbruik hebben. Zoals eerder aangegeven, dit zou juist gezien moeten worden als een aspect van verduurzaming.

4.6 Factoren die de bandbreedte beïnvloeden

Met **Figuur 30** toonde het Kentallenproject de grote spreiding in gevonden elektriciteitsintensiteiten. Er werden een aantal factoren gevonden die hier van invloed op zijn; deze laten we (bewerkt) kort de revue passeren. Daarna evalueren we welk deel van de bandbreedte verklaard kan worden met de resultaten van de labelanalyse

Figuur 30: Elektriciteitsintensiteit geanalyseerde kantoren in (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016)



4.6.1 Inzichten vanuit het Kentallenproject, aangevuld met nieuw inzicht

Aanbeveling: de invloed van de aanwezigheid van koeling en/of mechanische ventilatie op de bandbreedte van de labelanalyse bepalen

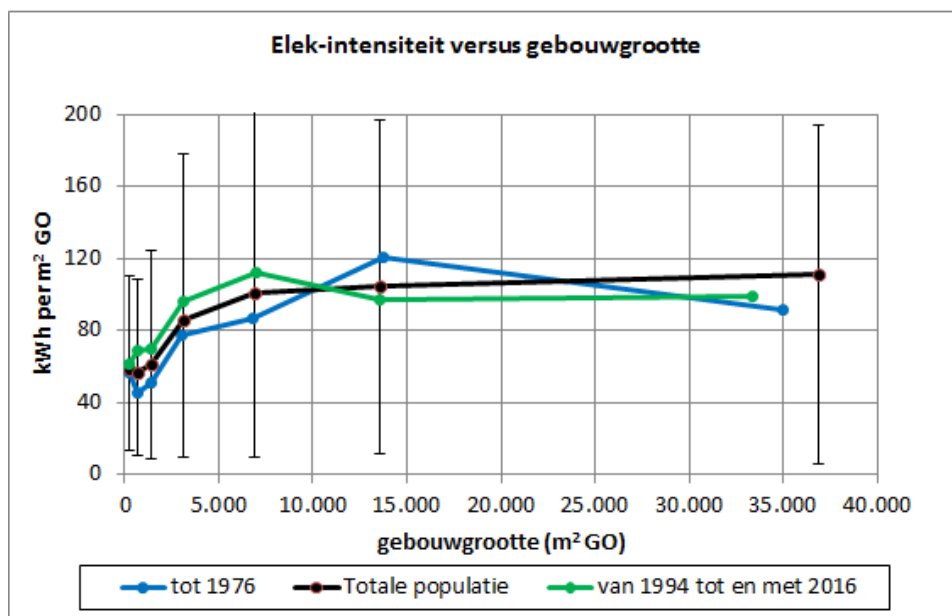
Aanwezigheid koeling en mechanische ventilatie

Op individueel gebouwniveau is de aanwezigheid van koeling en/of mechanische ventilatie zeer bepalend voor de elektriciteitsintensiteit. Deze twee factoren spelen altijd een belangrijke rol, bij iedere bandbreedte evaluatie.

Invloed gebouwgrrootte

Figuur 31 laat vanuit het Kentallenproject het effect van gebouwgrrootte op de elektriciteitsintensiteit zien. De figuur laat zien dat de intensiteit toeneemt tot ongeveer 7.500 m² GO; daarna is de mate van toename minder sterk maar nog steeds aanwezig. Ook wanneer er rekening wordt gehouden met deze factor, blijft de bandbreedte echter groot. Noot: in paragraaf 2.5 hadden we gezien dat de gemiddelde grootte van de *gelabelde* kantorenvoorraad ongeveer 4.500 m² is. In het Kentallenproject schreven we: 'Een achterliggende reden zou kunnen zijn een toenemend gebruik van mechanische ventilatie, koeling en ICT-toepassingen'. Hier kunnen we met nieuw inzicht 'een mogelijke toename van de bezettingsgraad' aan toevoegen.

Figuur 31: Elektriciteitsintensiteit versus grootte kantoren, inclusief bandbreedte in de vorm van het 10%- en 90% percentiel, vanuit (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016). De invloed van bouwjaarklassen is toegevoegd.



Invloed bouwjaarklassen en relatie met gebouwgebonden EPA-label

De ontwikkeling van de elektriciteitsintensiteit naar bouwjaarklassen was redelijk constant; we denken dat een toenemend gebruik van de hierboven genoemde factoren gereduceerd wordt door het toepassen van energiezuinige verlichting. De invloed van bouwjaarklassen is toegevoegd aan **Figuur 31**.

We zien dat de invloed van bouwjaarklassen de bandbreedte maar deels kan verklaren. Een bouwjaarklasse hoeft natuurlijk niet meer de huidige energetische staat van een kantoor weer te geven; het kantoor kan inmiddels zijn gerenoveerd. Maar een opdeling naar labelklassen verklaart *niet*, zoals bij de gas-intensiteit, een groter deel van de bandbreedte (wordt niet getoond in de figuur).

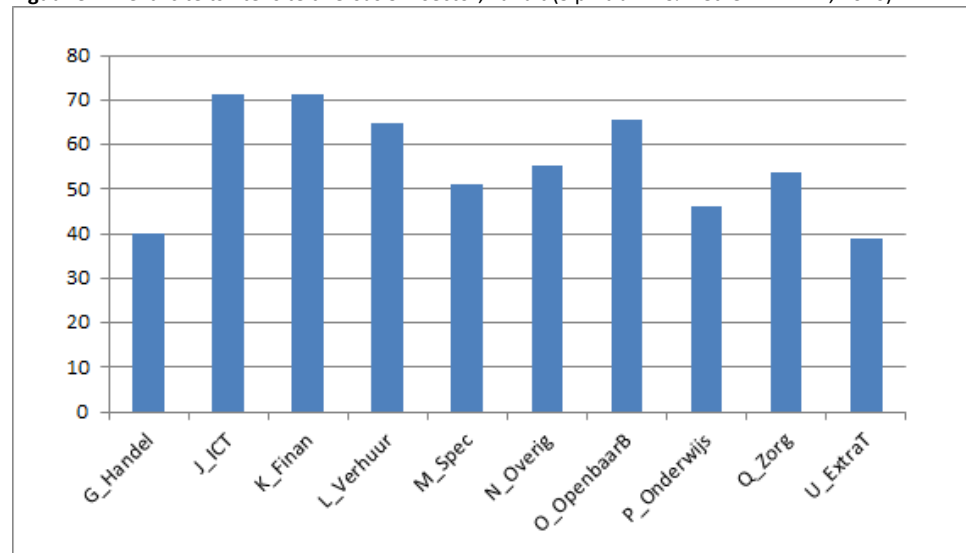
Bouwjaarklassen zeggen voornamelijk iets over het *gebouwgebonden* elektriciteitsverbruik. Dit geldt ook voor de berekende EPA intensiteiten in de labelanalyse. Het verschil tussen de oudste en meest recente bouwjaarklasse lag in het Kentallenproject gemiddeld op 10 kWh/m² GO. In **Tabel 14** hebben we gezien dat het verschil tussen de door EPA berekende intensiteit voor label G en A in dezelfde orde van grootte ligt.

Invloed SBI sector en gebruikgebonden verbruik

Veel groter bleek in het Kentallenproject de invloed van SBI-sector te zijn, zoals weergegeven in **Figuur 32**. Een kantoor binnen de hoofdafdeling 'informatie en communicatie technologie' verbruikt per vierkante meter 30 kWh/m² meer dan een kantoor binnen de hoofdafdeling 'handel'.

Naast dat een SBI-sector gerelateerd is aan bouwkundige aspecten, waaronder de gemiddelde grootte, is het ook gerelateerd aan het *gebruik* van een kantoor, bijv. de bezettingsgraad, werktijden en de inzet van ICT-toepassingen¹⁹. Dit laatste heeft overeenkomsten met de constatering dat het verschil voor de gebruiksgebonden elektriciteitsintensiteit tussen label G en A met zo'n 25 kWh/m² ook relatief groot is (zie **Tabel 16**). Tissen deze twee factoren ligt waarschijnlijk een relatie.

Figuur 32: Elektriciteitsintensiteit versus SBI sector, vanuit (Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A., 2016)



4.6.2 Nieuw inzichten vanuit de labelanalyse

In **Figuur 33** in de elektriciteitsintensiteit uitgezet tegen de oudste en meest recente bouwjaarklasse. De *stippellijn* geeft de waarde die we hadden gevonden in het Kentallenproject, horende bij de grootteklasse 2000-5000 m²GO. Deze is verder opgedeeld naar labelklassen. De lichtere tint geeft de EPA berekende intensiteit, de donkere tint de gemeten intensiteit.

Conclusies:

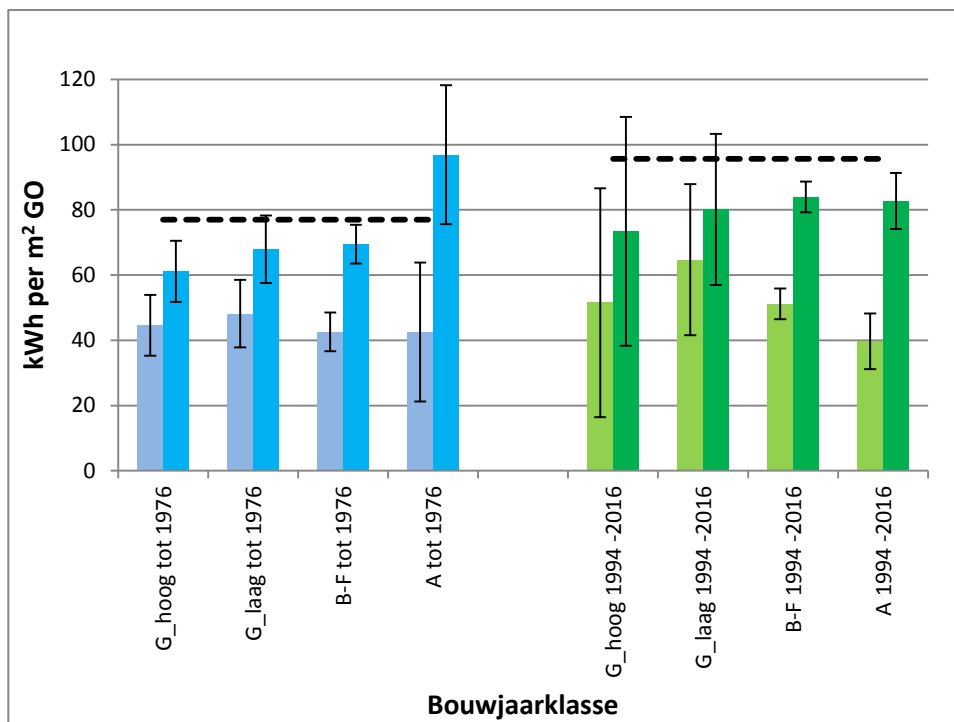
1. De waarde voor het Kentallenproject ligt niet 'netjes' in het midden van de nu gevonden waarden. De reden is waarschijnlijk dat bij de labelanalyse enkel de kantoren uit de dienstensector zijn meegenomen. De waarde van de stippellijnen afkomstig uit het Kentallenproject omvat ook bijv. de kantoren die bij de industrie taan. Mogelijkerwijs wordt dan (onbedoeld) een deel van het procesgebonden industrieel verbruik meegenomen, zie ook voetnoot 15.
2. Ook nu vinden we (dezelfde) label G kantoren binnen de meest recente bouwjaarklasse, als we in het vorige hoofdstuk bij de analyse van gasintensiteiten vonden. Ook nu is een relatief grote bandbreedte zichtbaar. Opnieuw een reden om dit te controleren op juistheid.
3. De trendmatigheid van de door EPA berekende gebouwgebonden kentallen (de lichtere tint per bouwjaarklasse) volgt min of meer het eerder besproken

¹⁹ Noot dat ICT-servers 24 uur per dag, 365 dagen per jaar elektriciteit verbruiken. Vanuit het Kentallenproject weten we dat het verbruik van een dergelijke vierkante meter maar liefst 33 maal hoger ligt in vergelijking tot een gemiddelde 'kantoor vierkante meter'.

patroon; eerst een toename vanwege de toepassing van koeling en mechanische ventilatie, daarna een afname vanwege de introductie van energiezuinige verlichting. De patronen zijn echter minder duidelijk in vergelijking tot die van de gasanalyse; de auteur is benieuwd of dit verbeterd wanneer het jaar 2015 bij de analyse kan worden betrokken.

4. Wanneer we hier het gebruiksgewonden verbruik bij optellen, verkrijgen we het gemeten totaal elektriciteitsverbruik. De trendmatigheid neemt toe met labelklasse, conform de eerdere constatering. De vorige opmerking geldt echter ook hier.

Figuur 33: Elek-intensiteit versus bouwjaarklassen, verder opgedeeld naar labelklassen. De lichtere tint geeft de EPA berekende intensiteit, de donkere tint de gemeten intensiteit. De stippellijn geeft de hoogte weer van de intensiteit gevonden in het Kentallenproject voor de grootteklasse 2000-5000 m², zonder de opdeling naar labelklassen.



4.6.3 Overige factoren die de bandbreedte beïnvloeden

Alle factoren welke in paragraaf 3.6.3 zijn genoemd als overige factoren gelden in meer of mindere mate ook voor de elektriciteitsintensiteit.

4.7 Conclusie elektriciteitsintensiteiten

De gemeten elektriciteitsintensiteit van een A-label kantoor ligt bijna 25% hoger in vergelijking tot aan G-label kantoor. Het verschil hiertussen bedraagt 15,4 kWh/m² GO. Dit is de omgekeerde wereld van de gasintensiteit, welke juist halveerde richting het A-label.

Deze toename wordt niet sterk beïnvloed door de gebouwgrootte en kan waarschijnlijk voor een groot deel verklaard worden door:

- een hogere bezettingsgraad voor kantoren in de betere labelklassen
- een toename van ICT-toepassingen
- een toename van koeling en mechanische ventilatie
- een afname door energiezuinige verlichting compenseert deze toenames

Een hogere bezettingsgraad hoort bij het verduurzamen van een kantoor; zodoende 'mag' een kantoor met een beter label ook een hoger elektriciteitsverbruik hebben.

Er ligt een relatie tussen bezettingsgraad en verborgen en/of gedeeltelijke leegstand; een van de parameter waarmee verklaard kan worden waarom de gemeten *gas*intensiteit zo'n stuk lager ligt dan de berekende.

Bijlage A. Databronnen en methode

A.1. Populatiebestand (BAG 2014)

De BAG2014 (Kadaster, 2015) wordt gebruikt om de populatie vast te stellen. In de BAG zitten twee eenheden, VBOids en Pandids. VBOids maken altijd onderdeel uit van een pand. Een pand kan 1 of meerdere VBOids bevatten. Het koppelen van de verschillende bestanden in dit onderzoek gebeurt op VBOid (een VBOid komt overeen met een uniek adres). De analyse vindt echter plaats op pandniveau. De gekoppelde informatie op VBOid niveau wordt aan het einde van het koppelproces geaggregeerd naar pandniveau en 1 record per pand wordt bewaard.

De populatie bestaat uit kantoorpanden die behoren tot de dienstensector, die in de BAG puur de kantoorfunctie hebben, een oppervlak hebben tussen 50m² en 50.000m² en gebouwd zijn tussen 1200 en 2014.

Kantoren bevinden zich vaak in panden met meerdere functies. Zo bevindt ca. de helft van de kantoren met alleen kantoorfunctie volgens de BAG zich in een pand met meerdere functies. In dit soort gevallen is het vaak lastig het verbruik van het kantoor vast te stellen (de gasaansluiting wordt vaak gedeeld met andere functies).

Op basis van informatie uit de klantenbestanden (zie ook paragraaf A.5) kunnen kantoorpanden worden ingedeeld naar SBI-functie. Uit eerdere analyses (CBS, Kentallenproject) blijkt dat het onmogelijk is om het energiegebruik voor kantoren die ingedeeld worden in de SBI-sectoren A-F te scheiden van het energiegebruik van de bij de sector behorende productiefunctie. Daarom wordt in dit onderzoek alleen gekeken naar kantoorpanden in de dienstensector.

Uiteindelijk bestaat de populatie uit 23.263, kantoorpanden waarvan 7% een label toegekend heeft gekregen (1.648).

A.2. Energielabels RVO

De labeldatabase bevat alle uitgegeven certificaten tot 19-04-2016. Alleen certificaten waarbij de gebruiksfunctie kantoorfunctie is aangegeven en die een VBOid hebben worden bewaard (14.785). Omdat 2014 het meest recente jaar is waarvoor het energieverbruik uit de klantenbestanden beschikbaar is worden certificaten met een registratiedatum tot 31-12-2013 geselecteerd. Hierdoor valt ca de helft van de geregistreerde certificaten af.

In sommige gevallen zijn registraties in een paar maanden of zelfs op dezelfde dag vernieuwd, het gaat hier om administratieve wijzigingen, geen werkelijke wijzigingen in het label, deze worden verwijderd (laatste echte wijziging wordt behouden). In het bestand blijven 'echte' labelwijzigingen over, dit zijn er 6.541. In de meeste gevallen komen bagid's 1x voor, in een enkel geval bevat het bestand 4 labelwijzigingen voor hetzelfde bagid.

Het labelbestand wordt na koppeling met de BAG teruggebracht naar records met BAGid's. Informatie over labelwijzigingen die plaatsvonden op het object worden daarbij behouden. In totaal zijn er labelwijzigingen voor 6.061 BAGids.

A.3. Koppelen BAG 2014 en Energielabelbestanden RVO

Op basis van VBOid wordt het bestand gekoppeld aan het populatiebestand kantoren. Niet alle labels met een geregistreerde gebruiksfunctie kantoor koppelen aan een VBOid met kantoorfunctie in de BAG. Zo blijkt dat van de 12.927 kantoren (VBOids) in het labelbestand die aan de BAG 2014 gekoppeld kunnen worden, slechts 46% ook een kantoorfunctie in de BAG hebben, 20% is in de BAG 2014 industrie en 10% winkel en slechts 32% zit in een pand wat volledig kantoorfunctie heeft.

In totaal hebben 2.026 VBOids in het populatiebestand kantoren een label gekoppeld gekregen. Een label geldt echter voor het hele pand, in totaal zitten er 4.367 VBOids in een pand met een label. In enkele gevallen hebben meerdere VBOids binnen een pand een label gekoppeld gekregen. In deze gevallen wordt het laatst geregistreerde certificaat als geldend voor het hele pand genomen. In totaal hebben 1.971 kantoorpanden een label geregistreerd voor 01-01-2014.

A.4. SBI sector

Omdat bij kantoorpanden in de industrie en landbouw vaak een gedeelde aansluiting is met het productiebedrijf worden alleen kantoorpanden die op grond van de SBI code tot de dienstensector behoren geselecteerd. Van de ongelabelde kantoorpanden is op deze wijze 65% (21.676) ingedeeld tot de dienstensector. Bij de gelabelde kantoorpanden gaat het om 87% (1.706).

A.5. Koppelen Klantenbestanden 2014

Aansluitingen uit de Klantenbestanden 2014 worden gekoppeld op VBOid aan het bestand. Vervolgens wordt op pandniveau het energieverbruik bepaald.

Voor 90% van de ongelabelde dienstensector-kantoorpanden wordt een gasaansluiting gevonden, en voor 98% een elektriciteitsaansluiting. Bij de gelabelde dienstensector-kantoorpanden wordt voor 87% van de dienstensector-kantoorpanden een gasaansluiting gevonden en bij 98% een elektriciteitsaansluiting.

Het niet vinden van een gasaansluiting kan ook te maken hebben met alternatieve verwarmingssystemen zoals stadsverwarming. Energieverbruiken en maatregelen worden geaggregeerd naar pandniveau en op pandniveau bepaald. Er wordt 1 record per pand behouden. Alleen kantoorpanden in de dienstensector worden behouden.

In het vervolg wordt met kantoorpanden naar kantoorpanden in de dienstensector gerefereerd.

A.6. Validatie berekende en gemeten energieverbruiken

Op grond inzichten uit het Kentallenproject, worden te lage en te grote verbruikers verwijderd. Hiermee wordt getracht leegstand te negeren en niet correct gekoppelde records te verwijderen.

In totaal is het gemeten energieverbruik voor 17.257 (80%) van de niet gelabelde kantoorpanden en voor 1.311 van de gelabelde kantoorpanden (78%) gevalideerd.

In totaal wordt voor 764 gelabelde kantoorpanden dienstensector een gevalideerd berekend gas en elektriciteitsverbruik gevonden. Het primair berekend energieverbruik wordt voor 1.618 kantoorpanden gevalideerd. Dit verschil komt doordat van gelabelde kantoorpanden wel altijd het primair energieverbruik beschikbaar is maar niet altijd de uitsplitsing naar gas en elektriciteit.

A.7. Verdere opdeling

- De analyse mbt het berekend gasverbruik en elektriciteitsverbruik van kantoorpanden met alleen een gasketel in de dienstensector in de labelklassen A-G heeft plaatsgevonden op 639 observaties (waarvan 239 in de oppervlakteklassen 2500-50.000m²).
- De analyse mbt het gemeten gasverbruik en elektriciteitsverbruik van kantoorpanden met alleen een gasketel in de dienstensector in de labelklassen A-G heeft plaatsgevonden op 1.067 observaties. (waarvan 494 in de oppervlakteklassen 2500-50.000m²) De vergelijking tussen berekend en gemeten gasverbruik en elektriciteitsverbruik kantoorpanden in de dienstensector met alleen gasketel heeft plaatsgevonden op 521 observaties (waarvan 198 in de oppervlakteklassen 2500-50.000m²)
- De analyse mbt het berekend primair energieverbruik van kantoorpanden exclusief stadsverwarming in de dienstensector in de labelklassen A-G heeft plaatsgevonden op 1507 observaties
- De analyse mbt het gemeten primair energieverbruik van kantoorpanden exclusief stadsverwarming in de dienstensector in de labelklassen A-G heeft plaatsgevonden op 1.226 observaties.
- De vergelijking tussen berekend en gemeten primair energieverbruik kantoorpanden in de dienstensector exclusief stadsverwarming heeft plaatsgevonden op 1.204 observaties

Label G is het meest vertegenwoordigd onder de aan de BAG kantoren gekoppelde certificaten.

Tabel A.1. Energielabel gekoppeld aan BAG.

Label	N	%
A++	5	0%
A+	32	2%
A	278	14%
B	160	8%
C	292	15%
D	290	15%
E	262	13%
F	185	9%
G	467	24%
Totaal	1.971	100%

Circa 60% van de certificaten heeft 1 maatregel getroffen, circa 95% van de certificaten betreft maximaal 6 maatregelen.

Tabel A.2. Aantal maatregelen per certificaat.

Aantal maatregelen per certificaat	Aantal	%	Cumulatief %
1	1.166	59,2	59,2
2	150	7,6	66,8
3	147	7,5	74,2
4	175	8,9	83,1
5	153	7,8	90,9
6	80	4,1	94,9
7	57	2,9	97,8
8	31	1,6	99,4
9	9	0,5	99,8
10	2	0,1	99,9
12	1	0,1	100
Totaal	1.971	100	

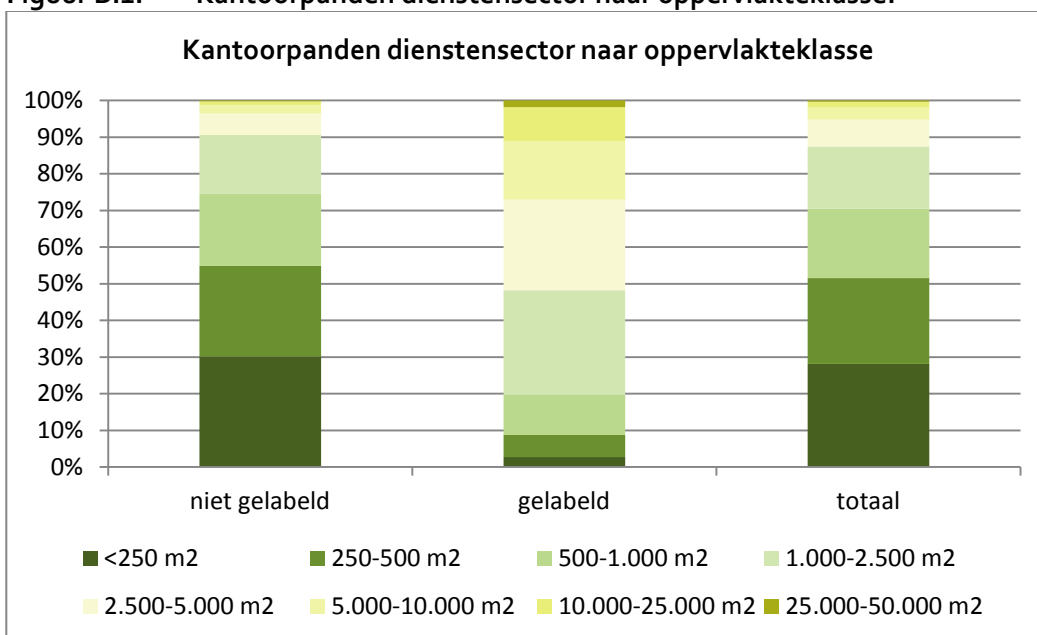
Bijlage B. Populatiebeschrijving

In totaal bestaat de populatie kantoorpanden dienstensector uit 23.263 kantoorpanden. Hiervan is 93% ongelabeld. In totaal zijn er 1.684 gelabelde kantoorpanden in de dienstensector. Deze populatie wordt hieronder verder geanalyseerd naar oppervlakte, bouwjaar- en labelklassen, en naar type verwarmingssysteem.

B.1. Oppervlakteklassen

De helft van de populatie kantoorpanden in de dienstensector bestaat uit kantoorpanden met een oppervlak kleiner dan 500m², een kwart van de kantoorpanden heeft een oppervlak groter dan 1.000m². In Figuur B.1 is duidelijk te zien dat gelabelde kantoorpanden in het algemeen groter zijn dan niet-gelabelde kantoorpanden. Zo is minder dan 10% van de gelabelde kantoorpanden kleiner dan 500m², en heeft ca. de helft een oppervlakte tussen de 1.000 en 5.000m², meer dan een kwart heeft een oppervlakte groter dan 5.000m². Gemiddeld is een niet gelabeld kantoorpand ca 1.100 m², en een gelabeld kantoorpand ca 4.500 m², echter de mediaan ligt respectievelijk op 433 m² en 2.588 m².

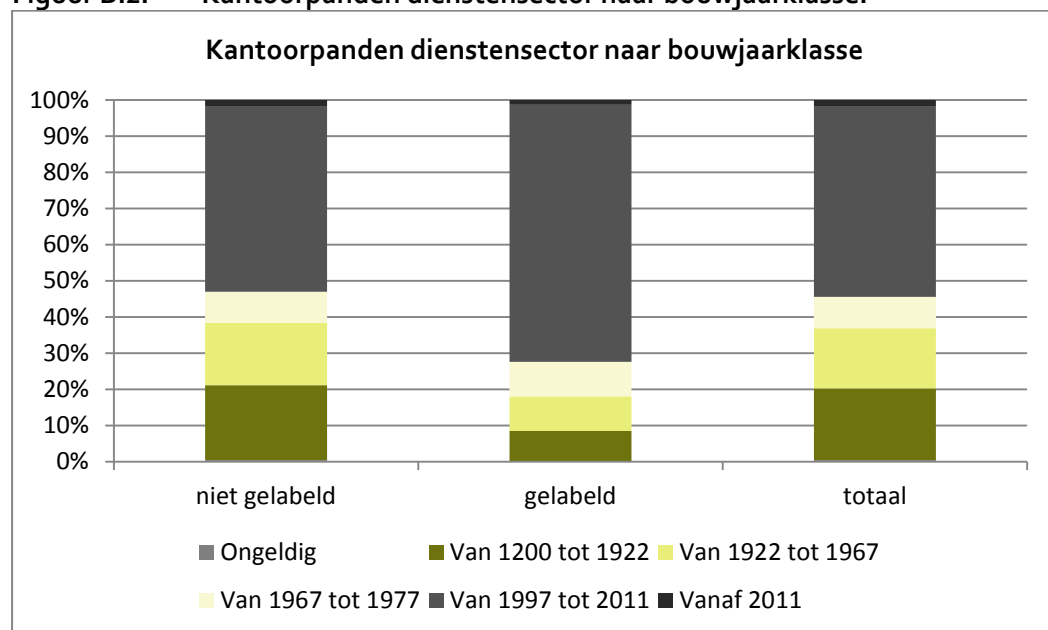
Figuur B.1. Kantoorpanden dienstensector naar oppervlakteklasse.



B.2. Bouwjaarklassen

Ca 20% van de populatie kantoorpanden in de dienstensector bestaat uit gebouwen voor 1922, terwijl iets meer dan de helft bestaat uit gebouwen na 1997. In Figuur B.2 is te zien dat gelabelde kantoorpanden relatief jonger zijn dan niet-gelabelde kantoorpanden. Ca 2/3 van de gelabelde kantoorpanden is gebouwd na 1997.

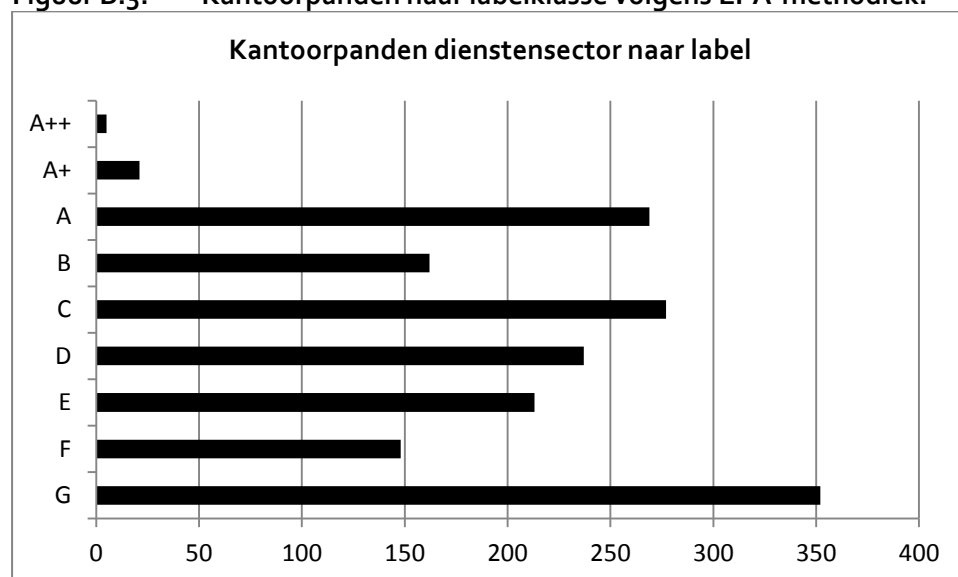
Figuur B.2. Kantoorpanden dienstensector naar bouwjaarklasse.



B.3. Labels

Figuur B.3 toont de aantallen gelabelde kantoorpanden in de dienstensector op basis van de EPA indeling. In Figuur B.3 is te zien dat de meeste gelabelde kantoorpanden in de dienstensector het label G hebben.

Figuur B.3. Kantoorpanden naar labelklasse volgens EPA-methodiek.

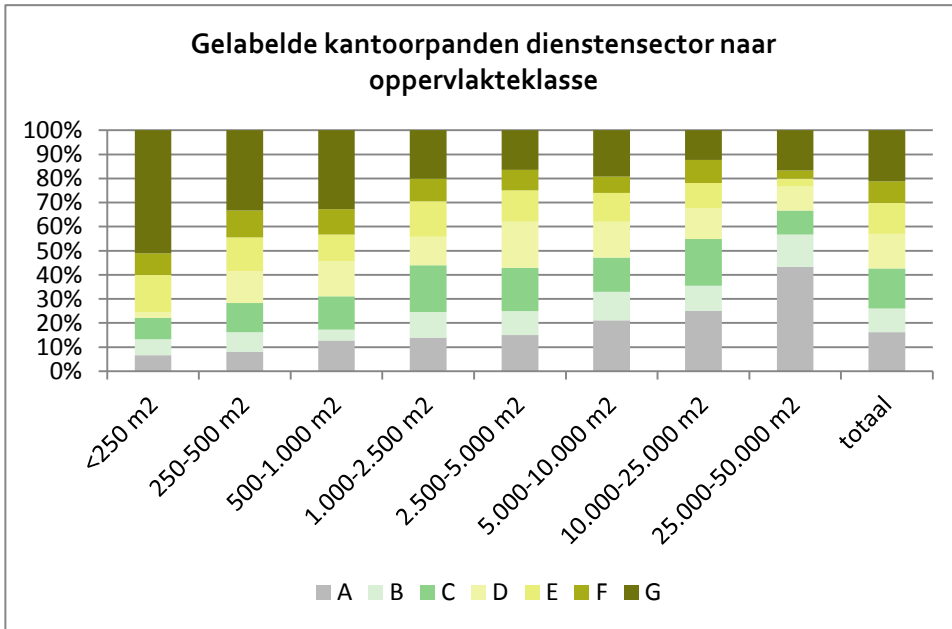


Er zijn weinig waarnemingen voor de labelklassen A++ en A+. Daarom wordt de analyse beperkt tot de labelklassen A-G en wordt A+ en A++ als A meegenomen..

B.4. Labelklassen binnen oppervlakteklassen

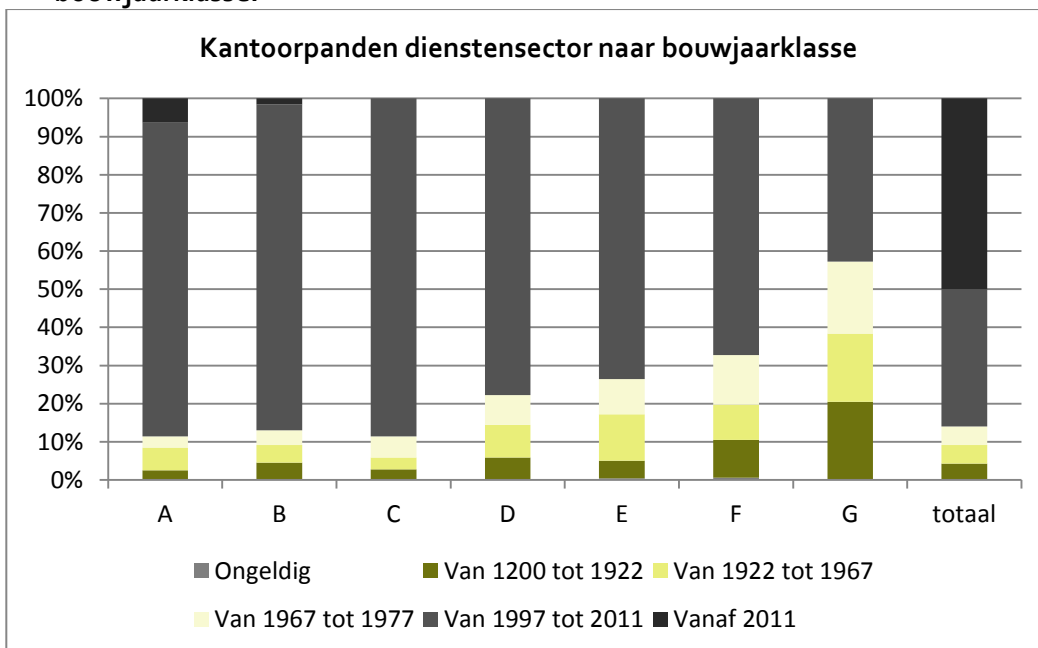
Onderstaande figuur laat zien dat betere labels relatief vaker voorkomen bij grotere kantoorpanden en slechte labels relatief vaker bij kleinere kantoorpanden.

Figuur B.4. Gelabelde kantoorpanden dienstensector naar oppervlakteklasse.



B.5. Labelklassen binnen bouwjaarklassen

Figuur B.5. Gelabelde kantoorpanden dienstensector naar bouwjaarklasse.

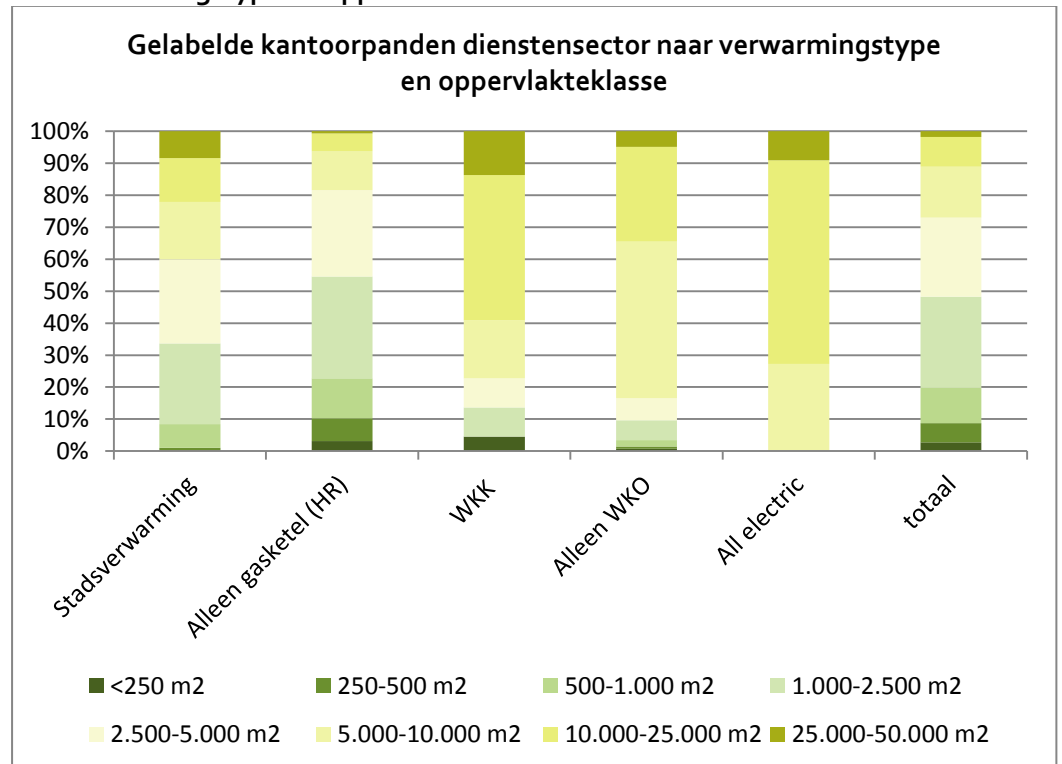


In Figuur B.5 is te zien dat kantoorpanden met een beter label relatief vaak jonger zijn.

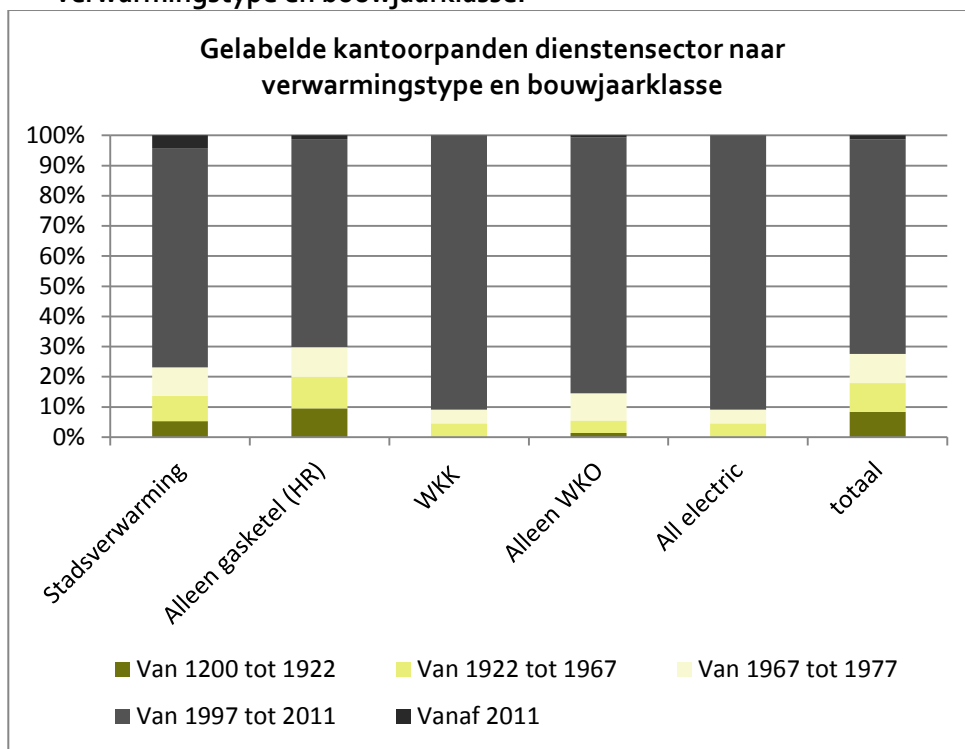
B.6. Verwarmingstypen

Van de 1.684 gelabelde kantoorpanden in de dienstensector worden 95 kantoorpanden met stadsverwarming verwarmd (6%), 1.400 worden door alleen gasketels (83%) verwarmd, 22 kantoorpanden maken gebruik van een WKK gmeestal in combinatie met een gasketel en WKO), 145 kantoorpanden maken alleen gebruik van WKO (vaak wel gecombineerd met gasketel) en 22 kantoorpanden zijn all-electric. In Figuur B.6 is te zien dat kantoorpanden met WKK, alleen WKO (vaak wel gecombineerd met gasketel) of all electric relatief groot zijn. WKK, WKO en all-electric komen ook relatief vaker voor bij jongere kantoorpanden (Figuur B.7). Uit Figuur B.8 volgt dat het niet alleen de betere labels zijn waar WKO en WKK staat, en dat deze binnen elke labelklassen voorkomen.

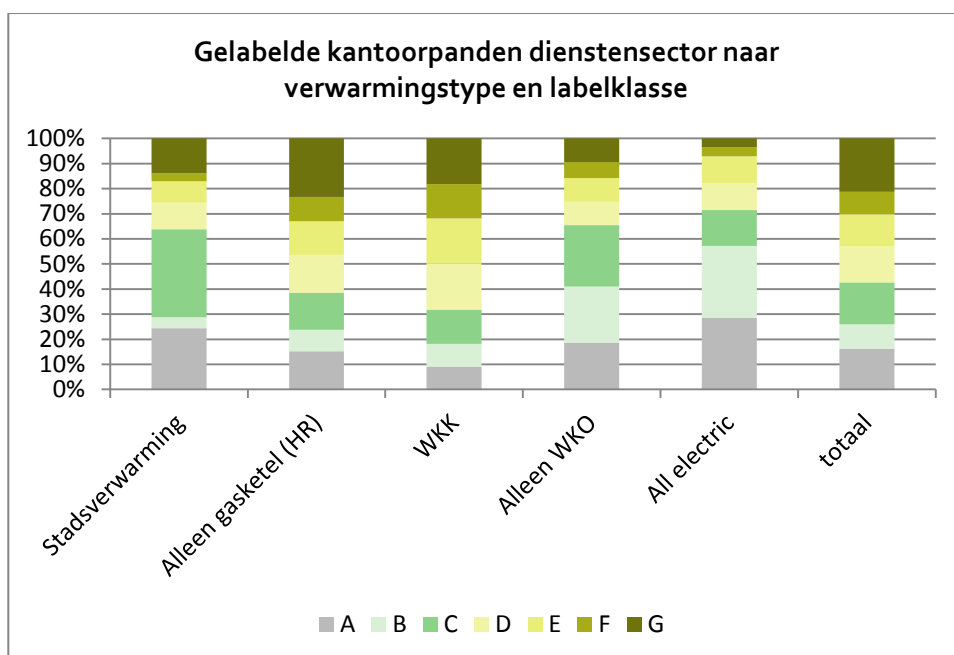
Figuur B.6. Gelabelde kantoorpanden dienstensector naar verwarmingstype en oppervlakteklasse.



Figuur B.7. Gelabelde kantoorpanden dienstensector naar verwarmingstype en bouwjaarklasse.



Figuur B.8. Gelabelde kantoorpanden dienstensector naar verwarmingstype en labelklasse.



Bijlage C. CBS analyse gasintensiteit; kantoren met ketels

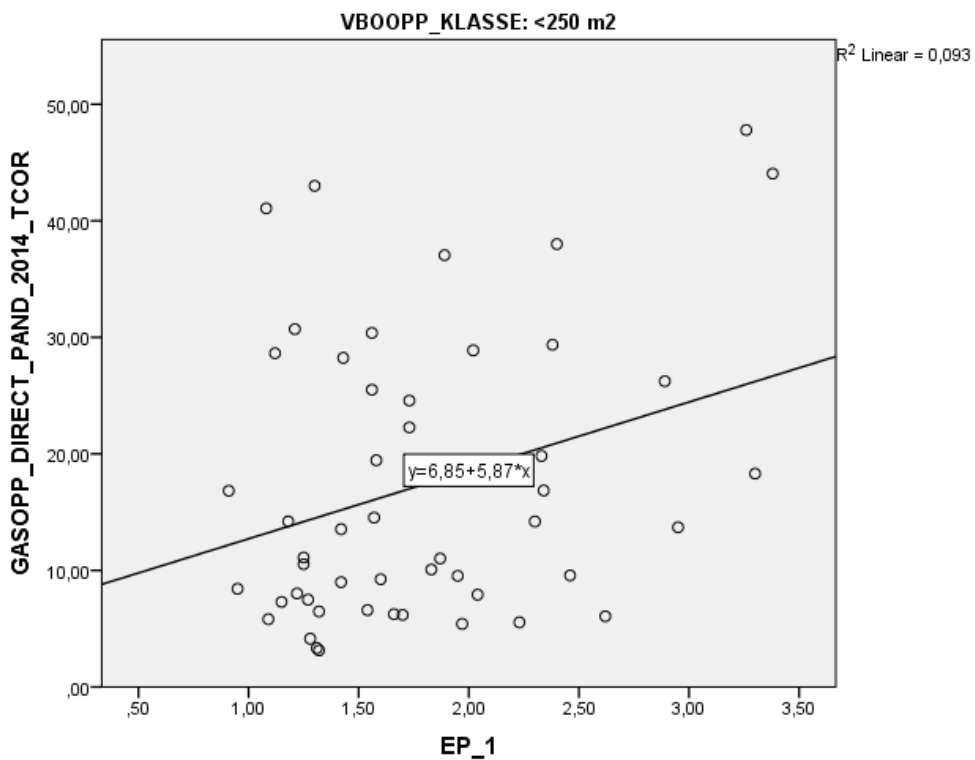
Tabel 18: Correlatiecoëfficiënten gemeten gasverbruik en EI-index voor verschillende oppervlakteklassen (gasketels).

Oppervlakteklasse	N	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
<250 m ²	25	0,314	0,126
250-500 m ²	67	0,117	0,346
500-1.000 m ²	128	0,263	0,003
1.000-2.500 m ²	354	0,099	0,064
2.500-5.000 m ²	308	0,330	0,000
5.000-10.000 m ²	129	0,331	0,000
10.000-25.000 m ²	54	0,621	0,000

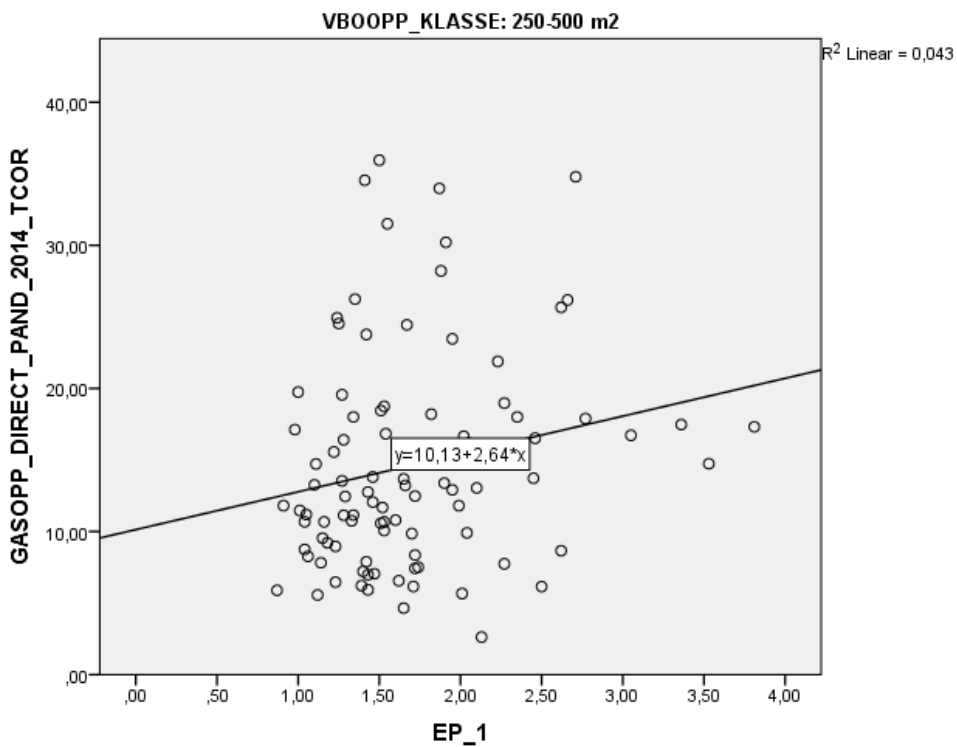
Met de correlatiecoëfficiënt wordt de mate van lineaire samenhang (correlatie) tussen twee variabelen uitgedrukt. De waarde kan tussen -1 en 1 liggen. Bij een positieve correlatie hangen hoge scores bij de ene variabele samen met hoge scores van de andere variabele, bij een negatieve correlatie gaan hoge scores van de ene variabele gepaard met lage scores van de andere variabele. Een absolute waarde tussen 0.00 en 0.30 wordt vaak geïnterpreteerd als nauwelijks of geen correlatie, tussen 0.30 en 0.50 als lage correlatie, tussen 0.50 en 0.70 als middelmatige correlatie, tussen 0.70 en 0.90 als hoge correlatie en tussen 0.90 en 1.00 als zeer hoge correlatie.

Bij een significantieniveau van 0.05 (de kans dat de geobserveerde waarden gevonden worden terwijl er geen verband tussen de variabelen bestaat, is dan kleiner dan 5 procent) worden significante positieve samenhangen gevonden tussen het gemeten gasverbruik en de EI-index voor kantoorpanden in de meeste oppervlakteklassen. Voor de meeste klassen worden bij hoge gasverbruiken ook hoge EI-scores gevonden en omgekeerd. Dat er een samenhang wordt gevonden wil echter niet zeggen dat er ook een oorzakelijk verband bestaat.

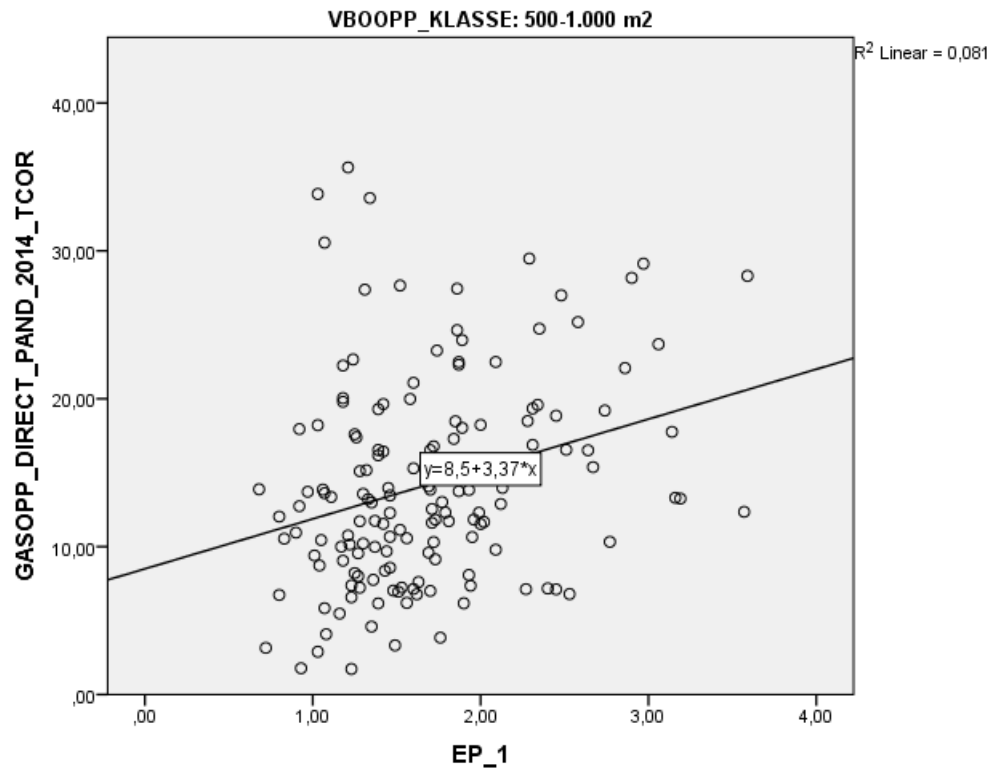
Figuur 34: Scatterplot gemeten gasverbruik in m³/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels) (<250m²).



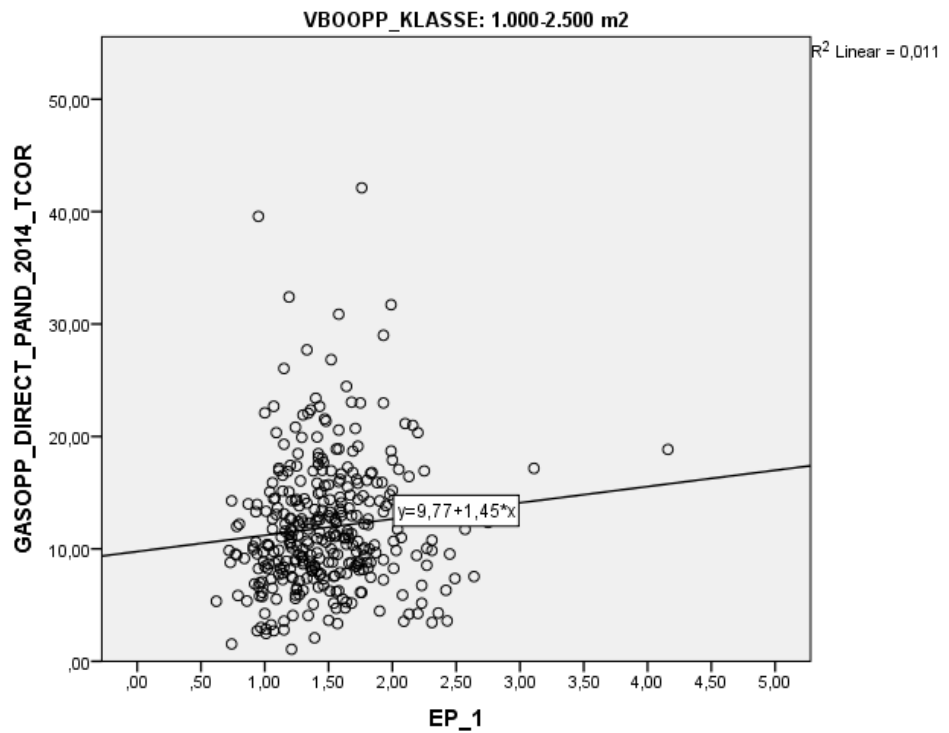
Figuur 35: Scatterplot gemeten gasverbruik in m³/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels) (250-500m²).



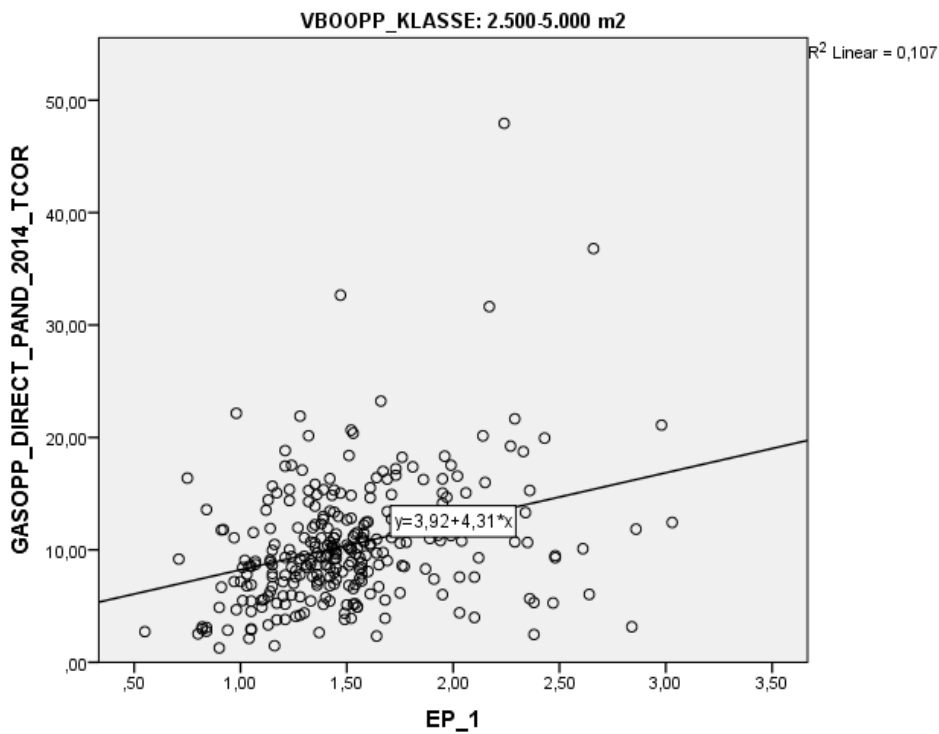
Figuur 36: Scatterplot gemeten gasverbruik in m^3/m^2 naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels) (500-1000m²).



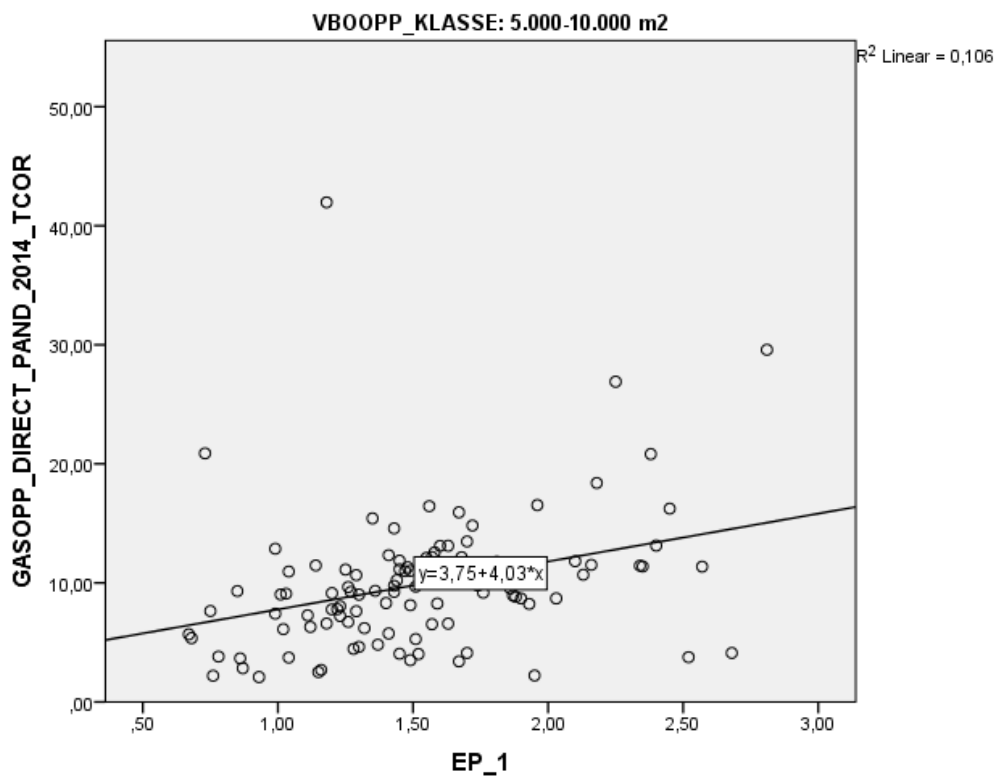
Figuur 37: Scatterplot gemeten gasverbruik in m^3/m^2 naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels) (1.000-2.500m²).



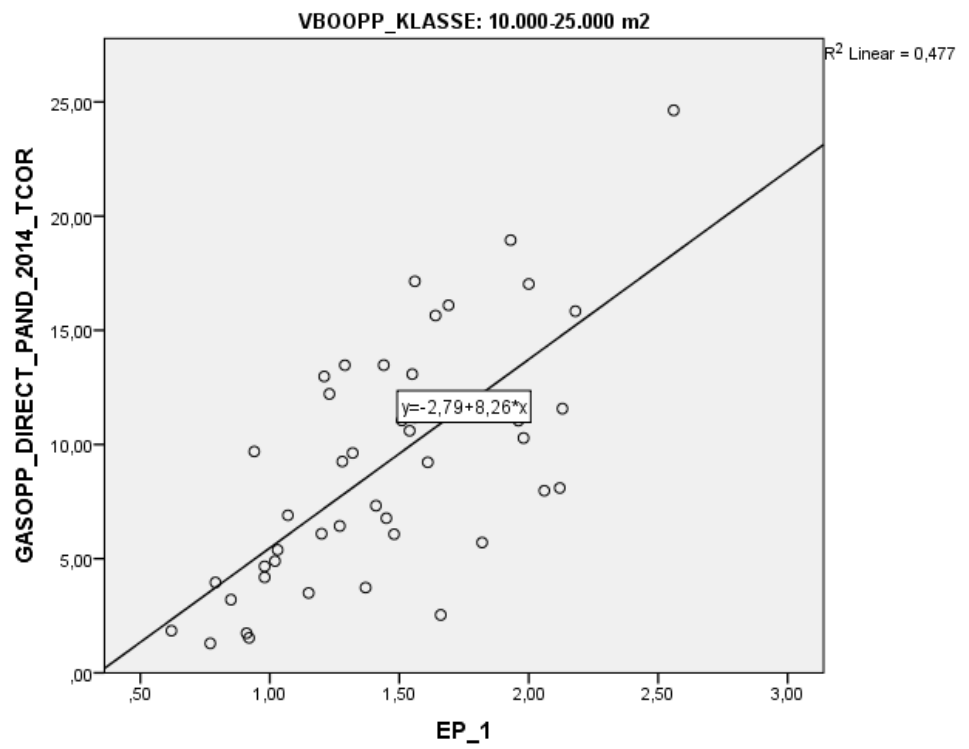
Figuur 38: Scatterplot gemeten gasverbruik in m³/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden alleen gasketels) (2.500-5.000m²).



Figuur 39: Scatterplot gemeten gasverbruik in m³/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels) (5.000-10.000 m²).



Figuur 40: Scatterplot gemeten gasverbruik in m³/m² naar EI-index gelabelde kantoorpanden (alleen gasketels) (10.000-25.000 m²).



Bijlage D. CBS analyse elektriciteitsintensiteit; kantoren met ketels

Tabel 19: Correlatiecoëfficiënten gemeten elektriciteitsverbruik en EI-index voor verschillende oppervlakteklassen (gasketels).

Oppervlakteklasse	N	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
<250 m ²	25	-0,267	0,197
250-500 m ²	67	-0,067	0,588
500-1.000 m ²	128	-0,120	0,176
1.000-2.500 m ²	354	-0,132	0,013
2.500-5.000 m ²	308	-0,105	0,065
5.000-10.000 m ²	129	-0,006	0,948
10.000-25.000 m ²	54	-0,165	0,232

Zie Bijlage C voor een uitleg.

Bijlage E. Historische ontwikkeling energielabel

Gebouwen zijn in de loop der tijd steeds energiezuiniger geworden. Dit o.a. vanwege aanscherpingen in het bouwbesluit. Het is via een aantal bronnen redelijk inzichtelijk te maken met welke isolatiewaarden een kantoor tijdens een bepaalde bouwjaarklasse is gebouwd en welke technologieën voor installaties en verlichting zijn toegepast. Naast de 'Handleiding energieprestatie advies utiliteitsgebouwen' (ISSO-publicatie 75.2), is hiervoor o.a. gebruikgemaakt van de rapportage 'Kantoorgebouwen in Nederland 1945-2015' (Ministerie van Onderwijs, 2015).

Op deze wijze hebben we 11 tijdsgebonden kantoorconfiguraties zowel in EPA (bestaande bouw, energielabel) als in EPG (nieuwbouw, EPC waarde) software geplaatst. Dit wordt in **Tabel 20** weergegeven en de vorm van invoerdata voor de EPG software '[ENORM](#)' van DGMR. De EPA invoer kan hiervan worden afgeleid. Referentie 1 tot en met 8 betreffen historische configuraties, referentie 9 refereert aan de huidige bouwnorm en referentie 10 en 11 simuleren toekomstige kantoren, met als uitgangspunt de huidige isolatie-eisen en een HR107 ketel voor de warmteopwekking. Deze laatste configuratie is afgeleid van (Staal-Guijt, 2015). Onderin de tabel volgt het gerelateerde energielabel en de EPC-waarde. Deze data is gebruikt voor paragraaf 3.2.

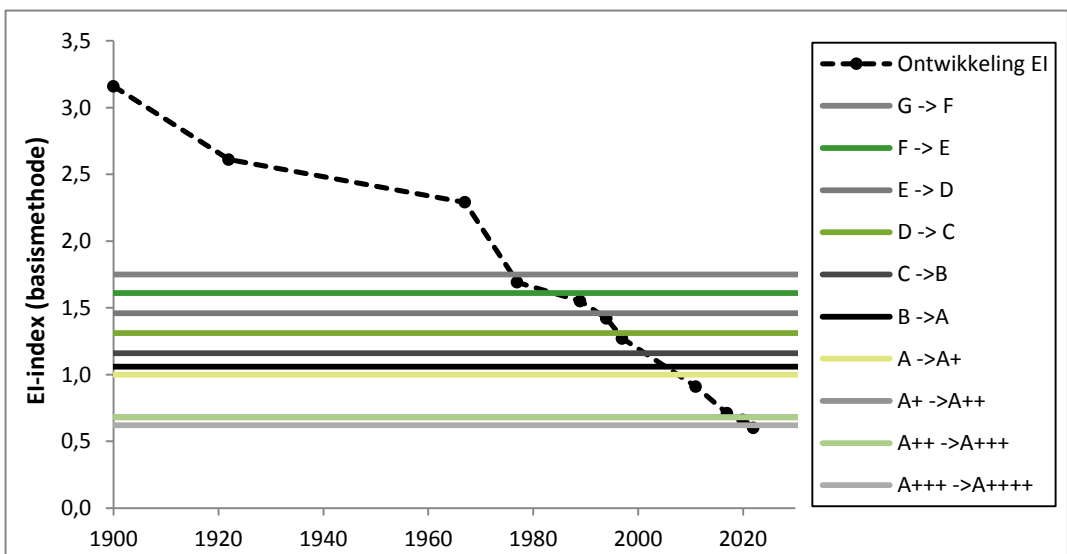
Het doorgerekende kantoor betrof een 'middelgroot kantoorgebouw', met een gebruiksoppervlak (GO) van 4320 m²²⁰ en met drie verdiepingen. Dit is één van de voorbeeldgebouwen die sinds een decennium door diverse onderzoeksinstituten gebruikt worden in diverse projecten. De geometrische afmetingen van dit gebouw zijn o.a. te vinden in bijlage 6 van (Clocquet et al, 2013).

Op deze wijze kan een energielabel aan een bouwjaar gekoppeld worden, zoals weergegeven in **Figuur 41**²¹. De figuur geeft de theoretische ontwikkeling van het voorbeeldkantoor in de vorm van een EI-index, en toont de overgangen van de bijbehorende energielabels.

20 Deze grootte komt overeen met de in paragraaf 2.5 gevonden gemiddelde grootte van de gelabelde kantorenvorraad. Zowel dit theoretische kantoor als de geselecteerde kantoren met een label zijn voorzien van gasketels.

21 De ontwikkeling zou ook trapsgewijs horizontaal van punt naar punt kunnen zijn verlopen i.p.v. de hier getoonde graduele ontwikkeling.

Figuur 41: Theoretische ontwikkeling EI-index²²



²² De waarde van de EI-index volgens de basismethode voor labels; voorbij klasse A is deze door ECN afgeleid door deze te vergelijken met de EI-index op grond van de detailmethode.

Tabel 20: Kantoorconfiguraties zoals doorgerekend met EPA en EPG software. De invoer van de EPG software wordt getoond; hier kan meer bouwkundige informatie in verwerkt worden.

Referentie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EPC						1,9	1,6,1,5	1,1	0,8		
kwantitatieve omschrijving isolatie	niet, enkel	niet, spouw 100 mm	niet, spouw 210 mm	slecht, matig, spouw 4 cm isolatie; introductie mechanische ventilatie en dubbel glas	redelijk spouw 9 cm; introductie koeling en toerentalregeling	goed, spouw >9cm en/of buiten; koeling veelvuldig aanwezig	(zeer) goed, spouw >9cm en/of buiten	(zeer) goed, spouw >9cm en/of buiten	Mechanische ventilatie met topkoeling	Mechanische ventilatie met topkoeling	Overgenomen van BENG HR107 concept
Bouwjaar	Tot 1920	Van 1920 tot 1965	Van 1965 tot 1975	Van 1975 tot 1988	Van 1988 tot 1992	Van 1992 tot 1995	Van 1995 tot 2009	Van 2009 tot 2015	Van 2015 tot 2018	Van 2018 tot 2020	Van 2020 tot 2030
BAG bouwjaar	Tot 1922	Van 1922 tot 1967	Van 1967 tot 1977	Van 1977 tot 1989	Van 1989 tot 1994	Van 1994 tot 1997	Van 1997 tot 2011	Vanaf 2011			
Startjaar	1900	1922	1967	1977	1989	1994	1997	2011	2017	2020	2022
Bouwjaar	1920	1943	1970	1982	1990	1995	2000	2014	2015	2018	2020
Kwaliteitsverklaring	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja
Koelsysteem	geen	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Transport medium koeling	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	lucht	lucht	lucht	lucht	lucht	lucht
Begrenzing	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	grond/luchtspouw	gruipruimte	gruipruimte	gruipruimte
Rc vloer	0,15	0,15	0,17	0,52	1,3	2,53	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Rc gevel	0,19	0,36	0,43	1,3	2,0	2,53	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5
Rc dak	0,22	0,39	0,86	1,3	2,0	2,53	3,5	3,5	6,0	6,0	6,0
glas Ur	Enkel; 5,2	Enkel; 5,2	Enkel; 5,2	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,9	HR++, 1,65	HR++, 1,65	HR++, 1,4	HR++, 1,4
ZTA	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
zonwering	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten	auto, buiten
Massa vloer kg/m2	100-400	100-400	100-400	100-400	100-400	100-400	100-400	100-400	>400	>400	>400
Individueel systeem	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee
Individuele regeling	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Taanv	HT-systeem	HT-systeem	HT-systeem	HT-systeem	HT-systeem	HT-systeem	HT-systeem	LT-systeem	LT-systeem	LT-systeem	LT-systeem
Geïsoleerde leidingen	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja
Ketel	VR	VR	VR	HR100	HR100	HR100	HR107	HR107	HR-107	HR-107	HR-107
Pompen	zonder schakeling	zonder schakeling	zonder schakeling	zonder schakeling	met schakeling	met schakeling	met schakeling	met schakeling	met schakeling	met schakeling	met schakeling
Type warmteafgifte	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc<2,5	Radiatoren Rc>2,5	Radiatoren Rc>2,5	Radiatoren Rc>2,5
>50 graden	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	nee	nee	nee
Preferent toestel	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler	electroboiler
Temperatuurniveau	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	LT-systeem	LT-systeem	LT-systeem	LT-systeem	LT-systeem	LT-systeem
Preferent toestel	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	Compressie; lucht; elek	Compressie; lucht; elek	Compressie; lucht; elek	Compressie; lucht; elek	Compressie; lucht; elek	Compressie; lucht; elek
Toerenregeling	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Koude van buiten	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Toerenregeling>50%	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ventilatie	Natuurlijke toevoer, afvoer	Natuurlijke toevoer, afvoer	Natuurlijke toevoer, afvoer	Mech toe, mech afvoer afvoer zonder WTW	Mech toe, mech afvoer afvoer zonder WTW	Mech toe en mech afvoer met WTW	Mech toe en mech afvoer met WTW	Mech toe en mech afvoer met WTW	Mech toe en mech afvoer met WTW	Mech toe en mech afvoer met WTW	Mech toe en mech afvoer met WTW
Variant	nvt	nvt	nvt	standaard	standaard	D.2b1	D.2b1	D.2b1	D.2b2	D.2b2	D.2b2
Luchtdichtheidsklasse	nvt	nvt	nvt	LUKA A	LUKA B	LUKA C	LUKA C	LUKA C	LUKA C	LUKA C	LUKA C
Spuivoorziening	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen
Terugregeling	nvt	nvt	nvt	geen	geen	20% recirculatie	20% recirculatie	20% recirculatie	20% recirculatie	20% recirculatie	20% recirculatie
Typw WTW	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	Roterend, 70%	Roterend, 70%	Roterend, 70%	tegenstr. kunststof, 90%	tegenstr. kunststof, 90%	tegenstr. kunststof, 90%
Apv [m2]	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	100	250	900
Helling	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	45	45	45
Aanwezigheid >70%	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	ja	ja	ja	ja
Armatuurafzuiging	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	niet toegewezen	ja	ja	ja	ja
Regeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling	vertrekschakeling	veegpuls	veegpuls	Veeg icm dag	Veeg icm dag	Veeg icm dag	Veeg icm dag
licht W/m2	17	17	17	17	17	17	14	10	8	7	7
Energie label basismethode	G	G	G	F	E	D	C	A	A	A	A
El-basismethode	3,16	2,61	2,29	1,69	1,55	1,42	1,27	0,91	0,71	0,66	0,60
Energie label detailmethode								A+	A+	A++	A+++
El-detailmethodemethode								1,01	0,75	0,55	0,21
Epot/Epadm	4,931	4,488	2,818	3,126	2,858	2,362	2,021	1,383	0,997	0,754	0,284
Epot [MJ]	6.250.987	5.689.018	4.840.432	3.963.359	3.623.561	2.994.188	2.562.395	1.753.031	1.264.011	956.003	359.579
EPC	3,95	3,60	3,06	2,51	2,29	1,89	1,62	1,11	0,80	0,61	0,23

Bijlage F. Data paragraaf 3.5 gasanalyse

		Berekend								Gemeten							
Oppervlakte- en labelklasse		N	Gem. Grootte (m ² GO)	El-index minimum	El-index gemiddeld	El-index max	m ³ /m ² 5%	m ³ /m ² gemiddeld	m ³ /m ² 95%	N	Gem. Grootte (m ² GO)	El-index minimum	El-index gemiddeld	El-index max	m ³ /m ² 5%	m ³ /m ² gemiddeld	m ³ /m ² 95%
250-2500 m ²	A	53	1372	0,65	0,94	1,05	7,1	8,04	9,0	67	1476	0,68	0,93	1,05	9,3	10,94	12,6
250-2500 m ²	B	33	1327	1,06	1,1	1,15	9,2	10,14	11,1	44	1398	1,06	1,1	1,15	10,3	12,45	14,6
250-2500 m ²	C	73	1430	1,16	1,23	1,3	11,3	12,07	12,9	87	1454	1,16	1,24	1,3	11,1	12,27	13,4
250-2500 m ²	D	54	1321	1,31	1,39	1,45	13,4	14,4	15,4	67	1348	1,31	1,39	1,45	12,5	14,3	16,1
250-2500 m ²	E	54	1323	1,46	1,53	1,6	15,7	16,82	17,9	78	1360	1,46	1,53	1,6	11,6	13,1	14,6
250-2500 m ²	F	37	1141	1,61	1,68	1,75	18,3	19,82	21,3	59	1303	1,61	1,69	1,75	11,1	12,47	13,8
250-2500 m ²	G_laag	43	1046	1,77	1,91	2,09	22,4	24,15	25,9	77	1243	1,76	1,91	2,1	13,2	14,82	16,5
250-2500 m ²	G_hoog	38	1154	2,12	2,51	3,05	32,4	35,54	38,7	70	993	2,12	2,57	4,16	14,0	15,71	17,4
2.500-5.000 m ²	A	28	3628	0,62	0,92	1,05	5,0	6,01	7,0	39	3536	0,62	0,93	1,05	5,9	7,29	8,7
2.500-5.000 m ²	B	21	3331	1,06	1,12	1,15	6,8	7,79	8,8	31	3683	1,06	1,12	1,15	8,3	9,45	10,6
2.500-5.000 m ²	C	32	3346	1,16	1,23	1,3	8,8	9,73	10,6	44	3401	1,16	1,24	1,3	8,4	9,82	11,2
2.500-5.000 m ²	D	35	3356	1,31	1,38	1,45	11,2	12,2	13,2	65	3529	1,31	1,39	1,45	9,9	10,8	11,7
2.500-5.000 m ²	E	19	3361	1,46	1,53	1,6	11,7	13,57	15,4	44	3444	1,46	1,53	1,6	9,0	10,82	12,6
2.500-5.000 m ²	F	12	3469	1,61	1,67	1,71	10,9	14,07	17,2	28	3471	1,61	1,68	1,75	9,3	11,13	12,9
2.500-5.000 m ²	G_laag	10	3194	1,76	1,94	2,1	17,6	20,95	24,3	31	3632	1,76	1,94	2,1	10,2	11,71	13,2
2.500-5.000 m ²	G_hoog	10	3231	2,13	2,43	3,03	23,9	29,31	34,7	26	3472	2,12	2,47	3,59	11,5	15,88	20,3
5.000-10.000 m ²	A	16	7356	0,67	0,92	1,05	4,3	6,22	8,1	26	7197	0,67	0,91	1,05	5,4	7,25	9,1
5.000-10.000 m ²	B	6	6563	1,09	1,13	1,15	7,6	9,23	10,9	8	7477	1,11	1,14	1,15	3,5	6,2	8,9
5.000-10.000 m ²	C	7	6844	1,16	1,23	1,27	6,9	10,05	13,2	17	6526	1,16	1,24	1,3	5,1	9,55	14,0
5.000-10.000 m ²	D	11	6491	1,33	1,37	1,43	9,2	11,03	12,8	21	6571	1,31	1,39	1,45	8,0	9,54	11,1
5.000-10.000 m ²	E	3								17	6542	1,47	1,54	1,6	8,8	10,5	12,2
5.000-10.000 m ²	F	2								10	6527	1,62	1,68	1,74	7,2	9,62	12,1
5.000-10.000 m ²	G_laag	3								15	6755	1,76	1,93	2,1	7,0	9,14	11,3
5.000-10.000 m ²	G_hoog	2								15	6902	2,13	2,4	2,81	10,3	14,28	18,3

Bijlage G. Data paragraaf 4.5.2 elek-analyse

Opmerking februari 2018: onderstaande tabel is vervangen (deze was foutief een kopie van de tabel in de vorige bijlage).

Oppervlakte- en labelklasse		Berekend								Gemeten							
		N	Gem. Grootte (m2 GO)	El-index minimum	El-index gemiddeld	El-index max	kWh/m2 5%	kWh/m2 gemiddeld	kWh/m2 95%	N	Gem. Grootte (m2 GO)	El-index minimum	El-index gemiddeld	El-index max	kWh/m2 5%	kWh/m2 gemiddeld	kWh/m2 95%
250-2500 m2	A	53	1372	0,65	0,94	1,05	34,7	38,36	42,0	67	1476	0,68	0,93	1,05	63,1	72,8	82,5
250-2500 m2	B	33	1327	1,06	1,1	1,15	36,9	40,35	43,8	44	1398	1,06	1,1	1,15	57,8	68,52	79,2
250-2500 m2	C	73	1430	1,16	1,23	1,3	41,7	44,76	47,8	87	1454	1,16	1,24	1,3	63,5	71,77	80,1
250-2500 m2	D	54	1321	1,31	1,39	1,45	41,8	45,39	49,0	67	1348	1,31	1,39	1,45	67,6	77,24	86,9
250-2500 m2	E	54	1323	1,46	1,53	1,6	47,1	51,53	56,0	78	1360	1,46	1,53	1,6	61,4	69,14	76,9
250-2500 m2	F	37	1141	1,61	1,68	1,75	44,8	50,02	55,2	59	1303	1,61	1,69	1,75	61,5	70,79	80,0
250-2500 m2	G laag	43	1046	1,77	1,91	2,09	47,6	52,24	56,9	77	1243	1,76	1,91	2,1	58,5	67,96	77,4
250-2500 m2	G hoog	38	1154	2,12	2,51	3,05	41,3	49,57	57,9	70	993	2,12	2,57	4,16	46,2	55,75	65,3
2.500-5.000 m2	A	28	3628	0,62	0,92	1,05	35,2	38,25	41,3	39	3536	0,62	0,93	1,05	81,1	94,86	108,6
2.500-5.000 m2	B	21	3331	1,06	1,12	1,15	40,8	44,3	47,8	31	3683	1,06	1,12	1,15	74,4	86	97,6
2.500-5.000 m2	C	32	3346	1,16	1,23	1,3	43,2	46,7	50,2	44	3401	1,16	1,24	1,3	65,7	76,3	86,9
2.500-5.000 m2	D	35	3356	1,31	1,38	1,45	40,7	43,96	47,2	65	3529	1,31	1,39	1,45	73,6	83,89	94,2
2.500-5.000 m2	E	19	3361	1,46	1,53	1,6	44,9	50,36	55,8	44	3444	1,46	1,53	1,6	67,8	78,64	89,5
2.500-5.000 m2	F	12	3469	1,61	1,67	1,71	49,1	60,49	71,9	28	3471	1,61	1,68	1,75	68,9	83,1	97,3
2.500-5.000 m2	G laag	10	3194	1,76	1,94	2,1	43,7	53,37	63,0	31	3632	1,76	1,94	2,1	60,6	74,49	88,4
2.500-5.000 m2	G hoog	10	3231	2,13	2,43	3,03	40,8	52,55	64,3	26	3472	2,12	2,47	3,59	60,3	77,07	93,9
5.000-10.000 m2	A	16	7356	0,67	0,92	1,05	32,4	38,49	44,6	26	7197	0,67	0,91	1,05	64,5	79,26	94,0
5.000-10.000 m2	B	6	6563	1,09	1,13	1,15	33,3	40,5	47,7	8	7477	1,11	1,14	1,15	52,2	64,77	77,3
5.000-10.000 m2	C	7	6844	1,16	1,23	1,27	33,8	46,2	58,6	17	6526	1,16	1,24	1,3	62,4	83,52	104,6
5.000-10.000 m2	D	11	6491	1,33	1,37	1,43	40,9	48,01	55,1	21	6571	1,31	1,39	1,45	60,2	78,78	97,3
5.000-10.000 m2	E	3								17	6542	1,47	1,54	1,6	60,8	79,92	99,1
5.000-10.000 m2	F	2								10	6527	1,62	1,68	1,74	35,1	50,91	66,7
5.000-10.000 m2	G laag	2								15	6755	1,76	1,93	2,1	65,8	81,98	98,2
5.000-10.000 m2	G hoog	3								15	6902	2,13	2,4	2,81	48,0	79,32	110,6

Referenties

- AgentschapNL (2011): *Gebouwmonitoring met energieprofielen, energieverpilling eenvoudig opsporen en verhelpen*, 2011.
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Gebouwmonitoring%20met%20energieprofielen.pdf>.
- CBS (2014): *Aardgas- en elektriciteitsleveringen; levering openbaar net, bouw en dienstensector.*, (2014),
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=82117ned&D1=a&D2=a&D3=2&HDR=T&STB=G1,G2&VW=T>.
- CBS (2015): *Levering aardgas, elektriciteit via openbaar net; bedrijven, SBI2008, regio.*, (2015).
- Clocquet, R., R. Maaijen, W. Maassen (2013): *EPC aanscherpingsmethodiek woningbouw en utiliteitsbouw*, 2013.
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/01/EPC%20aanscherpingsmet%20hodie%20woningbouw%20en%20utiliteitsbouw.pdf>.
- DGBC (2013): *Dutch Green Building Benchmark 2012*, 2013.
https://www.dgbc.nl/downloads/DGB-Benchmark_2012-web.pdf.
- Duin, P.v. (2016): *Een kantoorgebouw is pas duurzaam als deze optimaal wordt gebruikt.*, (2016), <http://www.duurzaamvastgoed.com/een-kantoorgebouw-is-pas-duurzaam-als-deze-optimaal-wordt-gebruikt>.
- Guldemon, J. (2014): *Hogere gemiddelde bezettingsgraad in flex-kantoren dan in traditionele kantoren.*, (2014), <https://www.fmm.nl/topics/het-nieuwe-werken/nieuws/hogere-gemiddelde-bezettingsgraad-flex-kantoren-dan-traditionele-kantoren>.
- Hoes, v.O.E.C.M., M.E. Spiekman, T. Bulavskaya (2013): *Energielabels en het gemeten energieverbruik van utiliteitsgebouwen (TNO).*, (2013),
<http://publications.tno.nl/publication/34618418/iMKAx3/TNO-2013-R10916.pdf>.
- Kadaster (2015): *Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG).*, (2015),
<https://www.kadaster.nl/bag>.
- Kremer, A. & J. Vroom (2016): *Energie intensiteiten kantoren.*, Unpublished.
- Majcen, D. (2016): *Predicting energy consumption and savings in the housing stock.*, (2016), <http://www.duurzaambedrijfsleven.nl/infra/14209/werkelijk-energieverbruik-net-zo-bepalend-als-energielabel>.
- Majcen, D., L.C.M. Itard, H. Visscher (2013): *Theoretical vs. actual energy consumption of labelled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications.*, (2013),
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512009731>.

- Marjcen, D. & L. Itard (2014): *Relatie tussen energielabel, werkelijk energiegebruik en CO₂-uitstoot van Amsterdamse corporatiewoningen.*, (2014), http://www.bk.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/BK/Over_de_faculteit/Afdelingen/OTB/publicaties/Rapporten/2014_OTB-TU-Delft-Relatie-tussen-energielabel-en-werkelijk-energiegebruik.pdf.
- Meijer, Ir.P.H. & Ir.R. Verweij (2009): *Energieverbruik per functie voor SenterNovem.*, Meijer Energie & Milieumanagement B.V., (2009), <http://rvo.databank.nl/jive/>.
- Meijer, Ir.P.H., Ir.R. Verweij, I.M. Wolvers (2008): *Energiebesparingsmaatregelen voor SAVE Utiliteit in opdracht van ECN*, Meijer, 2008.
- Menkveld, M. (2016): *Energiemanagementsystemen in de utiliteitsbouw.*, (2016), <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-N--16-003>.
- Ministerie van Onderwijs, C.e.W. (2015): *Kantoorgebouwen in Nederland 1945-2015*, 2015. <http://cultureelerfgoed.nl/publicaties/kantoorgebouwen-in-nederland-1945-2015-cultuurhistorische-en-typologische-quickscan>.
- RVO (2014): *Energiecijfers Energie & Gebouwde Omgeving.*, (2014), <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/energiecijfers>.
- RVO (2015): *Voorbeeld energielabel gebouw per 1 juli 2014.*, (2015), <http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Voorbeeld%20Energielabel%20gebouw.pdf>.
- Sipma J.M. & Rietkerk M.D.A. (2016): *Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen*, 2016. <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--15-068>.
- Staal-Guijt, P. (2015): *Variantberekening voor eisen aan BENG*, 2015. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/07/Variantberekeningen%20-%20DGMR.pdf>.
- Thijs, P. (2016): *Verborgen leegstand is enorm: een derde kantoren overbodig.*, (2016), <http://www.z24.nl/ondernemen/verborgen-leegstand-in-kantoren-enorm-553087>.



ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 ZG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl